

**Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»**

ISSN 0202-1927

Механізація та електрифікація сільського господарства

Загальнодержавний збірник

Випуск №3 (102)

Глеваха – 2016

ББК 40.7
УДК 631.171
М 55

Збірник, починаючи з 44-го випуску, в 1979 р. зареєстровано в Міжнародному центрі періодичних видань (ISSN International Centre. Paris. France).

Засновник видання – Національний науковий центр
«Інститут механізації та електрифікації сільського господарства».

Періодичність випуску – два випуски на рік.

Тематична спрямованість видання – висвітлення проблем механізації, електрифікації й автоматизації сільськогосподарського виробництва; узагальнення як вітчизняного, так і зарубіжного досвіду розвитку аграрної інженерної науки.

Періодичне видання включено до Переліку наукових фахових видань України
(постанова Президії ВАК України від 10.03.2010 р. № 1-05/2).

Випуск друкується згідно з рішенням вченої ради ННЦ «ІМЕСГ»
(протокол № 16 від «14» червня 2016 року).

Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського прийняла на репозитарне зберігання та представлення на порталі в інформаційному ресурсі «Наукова періодика України» <http://nbu.gov.ua/j-tit/mesg> наукове фахове видання.

Свідоцтво про державну реєстрацію.
Серія КВ № 21384-11184 ПР від 17.06. 2015 р.

Механізація та електрифікація сільського господарства : [загальнодержавний збірник]. – 2016. – Випуск №3 (102) / [ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, 2016. – 266 с.

© Національний науковий центр
Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства, 2016 р.

BBC 40.7
UDC 631.171
M 55

Compilation starting from 44th release in 1979 registered at the International Centre periodical publications (ISSN International Centre. Paris. France).

Founder of edition – National scientific centre»Institute for Agricultural Engineering and Electrification»

Periodicity issue – two issues of per year.

Thematic orientation Edition – covering of the problems mechanization, electrification and automation of agricultural production; generalization of both domestic and foreign experience of agricultural engineering.

Periodical included in the of the List scientific professional editions of Ukraine (Decree of the Presidium of HAC Ukraine from 10.03.2010 g. № 1-05 / 2).

Edition printed accordance with decision of the Academic Council of the NSC «IAEE» (protocol № 16 of «14» in June 2016).

National Library of Ukraine VI Vernadsky adopted at repositories storing and presentation on the portal in the information resource «Scientific Periodicals Ukraine» [http // nbu.gov.ua / j-tit / mesg](http://nbu.gov.ua/j-tit/mesg) scientific specialized edition.

Certificate of state registration.
Series KV № 21384-11184 PR from 17.06. 2015.

Mechanization and electrification of agriculture:collected papers. [Issue] – 2016 – Edition №3 (102) / [NSC «IAEE»] – Hlevaha. 2016. – 266 p.

© National Scientific Center
«Institute for Agricultural Engineering
and Electrification», 2016.

Національна редакційна колегія

Головний редактор - д.т.н., проф., академік НААН Валерій Васильович Адамчук (сmt. Глеваха)

Заступники головного редактора:

д.т.н., проф., чл.-кор. НААН О.В. Сидорчук (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф. В.Г. Мироненко (сmt. Глеваха)

Відповідальний секретар – провідний редактор І.В. Власюк (сmt. Глеваха)

Члени редакційної колегії:

к.т.н. В.В. Братішко (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф., академік НААН В.М. Булгаков (м. Київ)

к.т.н. М.О. Василенко (сmt. Глеваха)

д.т.н. Ю.Г. Вожик (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф. Г.А. Голуб (м. Київ)

к.т.н. М.І. Грицишин (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф. В.В. Козирський (м. Київ)

д.с.-г., проф., академік НААН М.К. Лінник (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф., чл.-кор. НААН В.Т. Надикто (м. Мелітополь)

к.т.н. С.П. Погорілий (сmt. Глеваха)

к.п.н. В.І. Рябець (м. Тараша)

к.т.н. І.Ф. Савченко (сmt. Глеваха)

заввідділу Н.В. Сергєєва (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф., академік НААН Л.М. Тіщенко (м. Харків)

к.т.н. В.В. Ткач (сmt. Глеваха)

к.т.н. В.М. Третяк (сmt. Глеваха)

д.т.н., проф. А.І. Фененко (сmt. Глеваха)

д.т.н. В.О. Шейченко (сmt. Глеваха)

Зарубіжні члени редакційної колегії

д.т.н., проф., академік АСГН Республіки Казахстан В.А. Астаф'єв (м. Костанай)

д.т.н., проф. Б.Г. Борисов (м. Русе, Болгарія)

к.т.н., доц. Р. Готеборські (м. Прага, Чехія)

д.т.н. проф. І. Семенс (сmt. Улборка, Латвія)

к.т.н., доц. М. Коренко (м. Нітра, Словаччина)

д.т.н., проф. С. Красовські (м. Люблін, Польща)

д.т.н., проф. В. Крочко (м. Нітра, Словаччина)

д.т.н., проф. Л.П. Шульц (м. Бонн, Німеччина)

д.т.н., проф. А.К. Леола (м. Тарту, Естонія)

д.т.н., проф. Я.В. Новак (м. Люблін, Польща)

к.т.н., доц. Д. Степонавічюс (м. Каунас, Литва)

д.т.н., проф. Й. Хорабик (м. Люблін, Польща)

д.т.н., проф., чл.-кор. НАН Білорусії (м. Могильов, Білорусія)

Адреса редколегії:

08631, Україна, Київська область, Васильківський район,
сmt. Глеваха, вул. Вокзальна, 11.

Тел.: (04571) 3-11-01 – головний редактор В.В. Адамчук

Тел.: (04571) 3-21-04 – відповідальний секретар І.В. Власюк

E-mail: nnc.imesg@ukr.net

Сайт www.imesg.gov.ua

National Editorial Board

Editor-in-Chief – Ph.D., Academician of NAAS Adamchuk Valery Vasilyevich (Settlement Hlevakha)

Deputy Editor-in-Chief

Ph.D., Corr. of NAAS Sydoruk Oleksandr Vasilyevich (Settlement Hlevakha) Ph.D. Myronenko Valentin Grigorovich (Settlement Hlevakha)

Responsible Secretary – Senior editor Iryna Viktorivna Vlasyuk (Settlement Hlevakha)

Editorial Board Members

Cand.Tech.Sci V. Bratishko (Settlement Hlevakha)

Ph.D., Academician of NAAS V. Bulgakov (Town Kyiv)

Cand.Tech.Sci M. Vasilenko (Settlement Hlevakha)

Ph.D. Y. Vozhyk (Settlement Hlevakha)

Ph.D. G.Golub (Town Kyiv)

Cand.Tech.Sci M. Grytsyshyn (Settlement Hlevakha)

Ph.D. V. Kozyrskyy (Town Kyiv)

Ph.D., Academician of NAAS M. Linnik (Settlement Hlevakha)

Ph.D., Corr. of NAAS V. Nadykto (Town Melitopol)

Cand.Tech.Sci S. Pohorilyy (Settlement Hlevakha)

Cand.Pedagog.Sci V. Ryabets (Town Tarashcha)

Cand.Tech.Sci I. Savchenko (Settlement Hlevakha)

Head of Department N. Sergeeva (Settlement Hlevakha)

Ph.D., Academician of NAAS L. Tishchenko (Town Kharkiv)

Cand.Tech.Sci V. Tkach (Settlement Hlevakha)

Cand.Tech.Sci V. Tretyak (Settlement Hlevakha)

Ph.D. A. Fenenko (Settlement Hlevakha)

Ph.D. V. Sheychenko (Settlement Hlevakha)

Foreign members of the Editorial Board

Ph.D., Academician of ASHN Republic of Kazakhstan V. Astafyev (Town Kostanai, Republic of Kazakhstan)

Ph.D. B. Borisov (Town Ruse, Bulgaria)

Cand.Tech.Sci, Docent R. Hotyborsky (Town Prague, Czech Republic)

Ph.D. I. Semjons (Settlement Ulbroka, Latvia)

Cand.Tech.Sci, Docent M. Korenko (Town Nitra, Slovak Republic)

Ph.D. E. Krasovskii (Town Lublin, Poland)

Ph.D. V. Krochko (Town Nitra, Slovak Republic)

Ph.D. P. Schulze Lammers (Town Bonn, Germany)

Ph.D. A. Leola (Town Tartu, Estonia)

Ph.D. J. Novak (Town Lublin, Poland)

Cand.Tech.Sci, Docent D. Steponavichyus (Town Kaunas, Lithuania)

Ph.D. J. Horabyk (Town Lublin, Poland)

Ph.D., Corr. National Academy of Sciences Belarus V. Sharshunov (Town Mogilev, Republic of Belarus)

Address of Editorial Board:

11, Vokzalna Street, Hlevakha-1, Vasylkiv District,

Kyiv Region, 08631 UKRAINE

Tel.: (04571) 03-11-01 – Editor-in-Chief V.V. Adamchuk

Tel.: (04571) 3-21-04 – Responsible Secretary I.V. Vlasyuk

E-mail: nnc-imesg@ukr.net

Website www.imesg.gov.ua

ЗМІСТ

**Механіко-технологічні процеси, виконавчі органи
та машини для рослинництва**

1. <i>В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, І.В. Головач, В.П. Горобей</i> Теоретичне та експериментальне обґрунтування комбінованого дводисково-анкерного сошника.....	11
2. <i>В.В. Смільський, О.В. Сидорчук</i> Фізичні аспекти поняття «твердість агрогрунту»	20
3. <i>А.Ф. Жук</i> Способ и дисковые бороны для противоэрозионной обработки почвы	26
4. <i>К.В. Васильковська, О.М. Васильковський, М.М. Петренко</i> Визначення якості висіву насіння пневмомеханічним висівним апаратом з периферійним розташуванням комірок та інерційним видаленням зайвого насіння.....	34
5. <i>В.О. Шейченко, Г.А. Хайліс, В.В. Шевчук, М.В. Шевчук</i> Дослідження тягового опору голчастої борони.....	44
6. <i>В.В. Аулін, М.І. Черновол, А.О. Панков</i> Напрями розвитку висівних систем.....	54
7. <i>А.Н. Прилуцкий, С.П. Степаненко, В.А. Швидя, И.С. Попадюк</i> Экспериментальные исследования процесса распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала усовершенствованным дозирующе-питающим устройством.....	59
8. <i>О.М. Грицака</i> Особенности обмолоту зерна трибарабанною молотаркою.....	68
9. <i>В.Ф. Кузьменко, С.М. Ямпольський, В.В. Максименко</i> Вплив параметрів вальців на подрібнення зерна кукурудзи в силосній масі.....	75
10. <i>Є.І. Ігнат'єв</i> Науково-технічне обґрунтування способів збирання гички цукрових буряків в сучасних умовах	82
11. <i>М.В. Шевчук</i> Дослідження пристрою попереднього обмолоту зерна	91
12. <i>О.В. Мельник</i> Аналіз конструкцій та спосіб пресування рослинної маси в брикети.....	99

**Механіко-технологічні процеси, виконавчі органи
та машин для тваринництва**

13. <i>В.В. Братішко</i> Вплив геометричних параметрів гвинта гранулятора кормів на потужність його приводу	106
14. <i>С.В. Ткачук, В.В. Ткач</i> Обґрунтування принципу дії проточного датчика витрат молока ємнісного типу	113
15. <i>Г.А. Голуб, С.І. Павленко</i> Математична модель механічного змішування компонентів компостної суміші.....	120
16. <i>М.К. Лінник, О.Ф. Говоров</i> Особенности рабочего процесса ротационного ризального аппарата с горизонтальной осью обертання	131

17. С.І. Павленко
Теоретичні дослідження процесу взаємодії лопаті робочого органу аератора з гноєкомпостною сумішшю 138

18. Ю.В. Герасимчук
Кінетика вологовмісту і відносної вологості повітряного середовища тваринницьких приміщень при застосуванні теплоутилізаторів вентиляційних викидів 145

Енергетика, енергетичні засоби, електротехнології та автоматизація

19. В.Г. Мироненко, О.О. Броварець
Структурно-функціональна схема технічної системи локального моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища 155

20. В.Г. Мироненко
Формування бази вихідних даних для систем оперативного управління технологічними процесами рослинництва 160

21. Zhivko Kolev
Investigation the parameters of reversible laboratory heat pump installation in “cooling” working regime 166

22. Zhivko Kolev
Investigation the heat transfer coefficient of water-air convector 172

23. Р.А. Калініченко
Алгоритм параметричної ідентифікації аналітичного математичного опису динаміки низькотемпературного сушіння зернових матеріалів 181

24. М.І. Ліпунов, М.М. Берлінець, О.В. Кразьба
Стан вирощування зернових, зернобобових та олійних культур і аналіз факторів енергозбереження при їх сушінні 189

Створення, технічне обслуговування, ремонт та надійність машин

25. Г.А. Голуб, В.В. Чуба
Модель для визначення витрати дизельного біопалива МТА 197

26. О.В. Сидорчук, А.М. Тригуба
База знань та етапи управління державними цільовими програмами розвитку технологічно-інтегрованих систем виробництва молочної продукції 206

27. Л.Л. Сидорчук, В.І.Днесь, В.І. Скібчик
Статистичний аналіз технічних параметрів машин попереднього очищення зерна 215

28. В.О. Шейченко, М.М. Анеляк, А.Я. Кузьмич
Ефективність використання зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва 227

29. С.С. Котенко
Методичні особливості енергетичної оцінки технологій у сільському господарстві 235

Новини

30. В.М. Булгаков
Справжнє свято агроінженерії 243

CONTENTS

Mechanics-technological processes, actuating devices and machines for plat growing

<i>V. V. Adamchuk, V. M. Bulgakov, I. V. Golovach, V. P. Gorobey</i> Construction improvement of combined two disk-anchor ploughshare	11
<i>V. V. Smilsky, O. V. Sydorчук</i> Physical aspects of the concept of “soil hardness”	20
<i>A. F. Zhuk</i> Method and disk harrows for emergency tillage	26
<i>K. V. Vasytkovska, O. M. Vasytkovsky, M. M. Petrenko</i> The definition of quality of pneumatic sowing machine with peripheral cells location and inertial superfluous seeds extraction	34
<i>V. O. Sheychenko, G. A. Haylis, V. V. Shevchuk, M. V. Shevchuk</i> Traction resistance needle harrow	44
<i>V. V. Aulin, M. I. Chernovol, A. O. Pankov</i> Directions of a seed system development	54
<i>A. N. Prilutsky, S. P. Stepanenko, V. A. Shvidia, I. S. Popadjuk</i> Experimental research of allocational of grain mix against and around ring pneumatic separating channel improvements metering and feeding device	59
<i>O. M. Gritsaka</i> Features three grains threshing had of drum thresher	68
<i>V. F. Kuzmenko, S. M. Yampolsky, V. V. Maksimenko</i> Influence of parameters of roller mills for grinding grain corn silage	75
<i>Ye. I. Ihnatiev</i> Scientific and technical substantiation of harvesting sugar beet tops under modern conditions	82
<i>M. V. Shevchuk</i> Research unit prior thrashing grain	91
<i>O. V. Melnic</i> Analysis methods of concrete and pressing plant matter in bricks	99

Mechanics-technological processes, actuating devices and machines for animal husbandry

<i>V. V. Bratishko</i> Influence of geometrical parameters of screw feed granulator on screw drive power	106
<i>S. V. Tkachuk, V. V. Tkach</i> Substation the principle of the milk flow electric capacitive type sensor	113
<i>G. A. Golub, S. I. Pavlenko</i> Mathematical models of mechanical mixing of the components compost mixture	120
<i>M. K. Linnik, O. F. Govorov</i> Features workflow rotary cutting machine with horizontal axis of rotation	131
<i>S. I. Pavlenko</i> Theoretical study of the blades of the body interaction aerator from the compost mixture	138

<i>Y. V. Gerasymchuk</i> Kinetics of moisture content and relative humidity air environment in livestock buildings in use of ventilation exhausts heat recovery units	145
---	-----

Energy, power tools, electrotechnology and automation

<i>V. G. Mironenko, O. O. Brovarec</i> Structural-functional scheme of the monitoring system of electro-technical properties of the local soil environment	155
--	-----

<i>V. G. Mironenko</i> Preconditions and features creation of the artificial intelligence elements in the systems of operational control of agroindustrial manufacture	160
--	-----

<i>Zhivko Kolev</i> Investigation the parameters of reversible laboratory heat pump installation in “cooling” working regime	166
--	-----

<i>Zhivko Kolev</i> Investigation the heat transfer coefficient of water-air convector	172
---	-----

<i>R. A. Kalinichenko</i> Algorithm of parametric identification analytical mathematical description of the dynamics low temperature drying of grain materials	181
--	-----

<i>M. I. Lipunov, M. M. Berlinec, O. V. Krazba</i> State growing of grain crops, legumes and oilseeds factors and analysis of energy saving of drying	189
---	-----

Engineering of machine systems and projects’ management

<i>G. A. Golub, V. V. Chuba</i> Model for determination of diesel biofuel MTU	197
--	-----

<i>O. V. Sydoruk, A. M. Tryguba</i> Knowledge bases and stages of management by state target program of development of the technological integrated systems of dairy production	206
---	-----

<i>L. L. Sydoruk, V. I. Dnes, V. I. Skibchuk</i> Statistical analysis technical parameters machine of pre-treatment grain	215
--	-----

<i>V. O. Sheychenko, M. M. Anelyak, A. Ya. Kuzmych</i> Study on effective use of imported combine harvesters	227
---	-----

<i>S. S. Kotenko</i> Methodological peculiarities of energy assessment technologies in agriculture	235
---	-----

News

<i>V. N. Bulgakov</i> Real holiday Agroengineering	243
---	-----

НАУКОВІ РЕЦЕНЗЕНТИ

1. д.т.н., проф. О.І. Адаменко
2. д.т.н., проф. Г.Л. Баранов
3. д.т.н., проф., академік НААН В.М. Булгаков
4. д.т.н., с.н.с. Ю.Г. Вожик
5. д.т.н., проф. В.Д. Войтюк
6. д.т.н., проф. А.А. Волошина
7. д.т.н., проф. І.Г. Грабар
8. д.с.-г.н., проф. В.Г. Дідора
9. д.т.н., проф. А.П. Картошкін
10. д.т.н., проф. В.П. Ковбаса
11. д.т.н., проф. С.В. Коковіхін
12. д.т.н., проф. Б.І. Котов
13. д.с.-г.н., проф. Ю.О. Лавриненко
14. д.т.н., проф. А.Е. Левданський
15. д.т.н., проф. Я.П. Лобачевський
16. д.т.н., проф. В.С. Ловейкін
17. д.т.н., проф. Л.В. Лось
18. д.т.н., проф. А.В. Місун
19. д.т.н., проф. В.Г. Мироненко
20. д.т.н., проф. І.В. Павлов
21. д.т.н., проф. Е.В. П'ядичев
22. д.т.н., проф. М.А. Прищепов
23. д.т.н., проф. Алгідрас Райда
24. д.т.н., проф. І.І. Ревенко
25. д.т.н., проф. С.А. Сидоров
26. д.т.н., проф., чл.-кор. НААН О.В. Сидорчук
27. д.т.н., проф. Л.Я. Степук
28. д.т.н., проф., В.В. Теслюк
29. д.т.н., проф. академік Республіки Казахстан Абільжанули Тохтар
30. д.т.н., проф., чл.-кор. І.А. Шевченко
31. д.т.н., с.н.с. В.О. Шейченко

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ВИКОНАВЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ РОСЛИННИЦТВА

УДК 631.331.5

ТЕОРЕТИЧНЕ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ КОМБІНОВАНОГО ДВОДИСКОВО-АНКЕРНОГО СОШНИКА

В. В. Адамчук, *д.т.н., академік НААН ННЦ "ІМЕСГ"*,

В. М. Булгаков, *д.т.н., академік НААН*,

І. В. Головач, *д.т.н.*,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В. П. Горобей, *к.т.н., НВО "Селта" ННЦ "ІМЕСГ"*

Мета. Розробити технічні та теоретичні рішення по створенню конструкції сошника, що об'єднує позитивні характеристики дводискових і сошників анкерного типу та працює на грубо підготовлених, з рослинними залишками ґрунтах і стійко забезпечує глибину загортання насіння на підвищених швидкостях висіву.

Методи. Математичного моделювання, експериментальний та статистичний. Дослідження комбінованих дводисково-анкерних сошників при сівбі селекційно-насінницькою сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25 проведено при висіві проса в польовій зернопаропросапній сівозміні на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті.

Результати. Обґрунтовані параметри комбінованого дводисково-анкерного сошника з удосконаленим механізмом регулювання глибини висіву насіння. На основі еквівалентної силової схеми конструкції сошника обґрунтовано необхідність застосування пружини певної жорсткості

для забезпечення стабільності висіву насіння на задану глибину в межах агротехнологічного допуску. Отримано залежності для розрахунку раціональної пружності пружини, що враховують геометричні параметри конструкції сошника. Дослідженнями в польових умовах підтверджені переваги нових технічних рішень.

Висновки. Сівалка з комбінованими дводисково-анкерними сошниками кладе насіння на тверде насіннєве ложе, виключає інерційність виносу насіння за межі агротехнологічного допуску, в тому числі на підвищених швидкостях висіву і прикочуючими котками, які встановлені з можливістю регулювання свого положення, що є перевагами сошників з новими технічними рішеннями.

Ключові слова: комбінований сошник, конструкція, висів насіння, схема, параметри, теорія, розрахунок, пружина, пружність, агротехнологічний допуск.

UDC 631.331.5

CONSTRUCTION IMPROVEMENT OF COMBINED TWO DISK-ANCHOR PLOUGHSHARE

V. V. Adamchuk, *PhD, academician NAAN, NSC "IAEE"*

V. M. Bulgakov, *PhD, academician NAAN*

I. V. Golovach, *PhD, National University Life and Environmental of Ukraine*

V. P. Gorobey, *PhD, NGO "SELTA" NSC "IAEE"*

The purpose. To develop technical decisions for creating of ploughshare construction, which unites positive characteristics of two disk and anchor ploughshare type, which work in rough prepared which plant rests soil and which steady (stable) provides the depth (do up) of seeds with sowing higher speed.

Methods. Mathematical modeling, experimental and statistic. Investigation of combined two disks- anchor ploughshares during and by selection-seed-growing seeder CH-16 in assembly with tractor T-25 carried out with millet sowing in field grainfallow crop rotation on dark chestnut

middleloamy soil. Results. It is grounded parameters of combined two disks- anchor ploughshare with improvement mechanism of the depth seed sowing regulation. On the base of equivalent power scheme of ploughshare strength construction it is grounded the necessity of spring application of assignment hardness for providing stability seed sowing on assignment depth in limit agrotechnological assumption (admittance). It is obtained dependences for calculation of rational hardness of spring, which take into consideration geometrical parameters of ploughshare construction. In field conditions investigations were confirmed advantage of new technical decisions.

Conclusions. The seeder strength construction combined two disks- anchor ploughshare sets seeds on firm seed couch, exclude inertiation of seed carry-out from limit of agrotechnological assumption whether on sowing higher speed and rolling up by rolls, which mounted with possibility of their disposition regulation, that is advantage of ploughshare with new technical decisions.

Key words: combined ploughshare, construction, seed sowing, scheme, parameters, calculation, spring, elasticity, agrotechnological admittance limit.

УДК 631.331.5

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОГО ДВУХДИСКОВО-АНКЕРНОГО СОШНИКА

В. В. Адамчук, д.т.н., академик НААН, ННЦ "ИМЕСГ"

В. М. Булгаков, д.т.н., академик НААН

И. В. Головач, д.т.н., Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

В. П. Горобей, к.т.н., НПО "Селта" ННЦ "ИМЕСГ"

Цель. Разработать технические решения для создания конструкции сошника, объединяющего положительные характеристики двухдисковых и сошников анкерного типа, работающего на грубо подготовленных, с растительными остатками почвах и устойчиво обеспечивающего глубину заделки семян на повышенных скоростях сева.

Методы. Математического моделирования, экспериментальный и статистический. Исследования комбинированных двухдисково-анкерных сошников при севе селекционно-семеноводческой сеялкой СН-16 в агрегате с трактором Т-25 проведено при высева проса в полевом зернопаропросапном севообороте на темно-каштановой среднесуглинистой почве.

Результаты. Обоснованы параметры комбинированного двухдисково-анкерного сошника с усовершенствованным механизмом регулирования глубины высева семян. На основании эквивалентной силовой схемы конструкции сошника обосновано необходимость применения пружины

заданной жесткости для обеспечения стабильности высева семян на заданную глубину в пределах агротехнологического допуска. Получены зависимости для расчета рациональной жесткости пружины, которые учитывают геометрические параметры конструкции сошника. Исследованиями в полевых условиях подтверждены преимущества новых технических решений.

Выводы. Сеялка с комбинированными двухдисково-анкерными сошниками укладывает семена на твердое семенное ложе, исключает инерционность вынесения семян за пределы агротехнологического допуска, в том числе на повышенных скоростях сева и прикатывающими катками, которые установлены с возможностью регулирования своего положения, что является преимуществами сошников с новыми техническими решениями.

Ключевые слова: комбинированный сошник, конструкция, высев семян, схема, параметры, расчет, пружина, упругость, агротехнологический допуск.

Якість посіву значно впливає на отримання високого врожаю. Підбір сошникової групи може гарантувати рівномірність розподілу насіння на необхідну глибину. Для посіву зернових у виробничих умовах і в селекційно-насінницькій практиці застосо-

вують сівалки з дводисковими сошниками, які не забезпечують стабільності висіву насіння по глибині, особливо на підвищених швидкостях сівби. Наральникові сошники більш рівномірно укладають насіння на задану глибину, на тверде насінневе ложе, але їх

використовують рідше, оскільки вони, на відміну від дискових, вимагають ретельної підготовки ґрунту. Існуючі технічні рішення по створенню конструкцій сошників, які забезпечують висів насіння зернових культур в мульчований рослинними залишками ґрунт на стабільну глибину, не знайшли широкого практичного застосування через технологічні недоліки і складнощі виготовлення. Вдосконалення конструкції дисково-анкерного сошникового вузла є актуальним завданням. Насіння, що висівається, необхідно розмістити в ґрунті на заданій глибині [9]. Прийнята глибина загортання насіння пшениці, жита, вівса, ячменю на легких ґрунтах становить 4,5-6,0 см, на середніх вологих 2,5-4,5 см, важких 2,0-4,0 см, в зоні вітрової ерозії 6-8 см. Кількість насіння, що висіє на задану глибину, повинна бути не менше 80% [3]. Підбір сошникової групи може гарантувати розміщення насіння на необхідну глибину. Найбільш універсальним сошником для посіву зернових залишаються дводискові сошники [16], які, як правило, кріпляться до рами сівалки на пружній радіальній підвісці [13]. Серед переваг – можливість проведення посіву на грубо обробленому грудкуватому ґрунті з рослинними залишками, сошники розрізають або перекочуються через перешкоди. Дводискові сошники широко застосовують в традиційних і в мінімальних технологіях обробітку ґрунту. Їх застосовують на відвальних фонах в рядових сівалках модельного ряду СЗ (ВАТ “Червона зірка”) [8]. Фірма John Deere випускає зернові сівалки 730, 455, 740А з дводисковими сошниками, що мають фаску на дисках і розташуванням сошників в шаховому порядку. Дводискові сошники встановлені на зернових пневматичних широкозахватних сівалках Solitaір фірми Lemken для роботи на відвальному і мульчуваному фонах, зернові сівалки НТ і СРН фірми Great Plains оснащуються дводисковими сошниками для прямого посіву [4]. До теперішнього часу дводискові сошники найбільш часто застосовуються в селекційно-насінницьких сівалках типу СН-16, СКС-6А, СН-10Ц(К) [12] і сучасних їх модифікаціях. Недоліки сошників в тому, що вони не задовольняють агротехнічним вимогам щодо

створення ущільненого дна висівної борозни і в результаті не забезпечують насінню, що висівається, необхідний режим вологості на обраній глибині [7]. Крім того, дослідями ВІСГОМа і ВІМа доведено, що ці сошники нерівномірно розподіляють насіння по глибині в борозні. При швидкості сівалки більше 8 км/год значна кількість насіння навіть виноситься на поверхню поля, на заданій глибині залишається 38-56% насіння. При відхиленні глибини висіву насіння на 18 мм їх польова схожість зменшується приблизно до 54% [15]. Сошники кілеподібного типу найбільш природним чином формують борозну і насінневе ложе, забезпечують природний контакт насіння з ґрунтом, витримують глибину загортання насіння, зручні тим, що якість їх роботи менш залежить від швидкості руху і вони не затягують в посівну борозенку рослинні залишки, крім того, – відгортають рослинні залишки по сторонах [14, 17], але вимагають ретельної підготовки ґрунту і дуже чутливі до його фізико-механічного стану.

Відомі роботи з удосконалення конструкцій дискового сошника [1, 2, 15], а також з розробки спрощеної конструкції з об'єднання переваг дводискового і анкерного типів сошників [5, 10], технічні рішення по яких не знайшли широкого застосування у виробничій практиці і дослідній справі через складнощі виготовлення та регулювання, а також відомі недоліки, характерні, зокрема, для дводискових сошників.

Тому серед першочергових завдань – створення конструкції сошника для висіву зернових культур, що забезпечує підвищення стабільності глибини загортання насіння та розподілу по дну насінневої борозни шляхом виключення контакту насіння з внутрішньою поверхнею обертових при русі сошника дисків.

Мета досліджень. Розробити технічні та теоретичні рішення по створенню конструкції сошника, який об'єднує позитивні характеристики дводискових і сошників анкерного типу, що працює на грубо підготовлених, з рослинними залишками ґрунтах і стійко забезпечує глибину загортання насіння на підвищених швидкостях висіву.

Методика досліджень. Для забезпечення стабільності глибини висіву насіння, визначення параметрів комбінованого дводисково-анкерного сошника для математичного опису його руху в ґрунті проаналізовано схему сил, які діють на нього під час руху, без врахування сил інерції. Розроблено конструктивну схему та методику розрахунку жорсткості пружини для забезпечення максимального відхилення глибини висіву насіння в межах агротехнічного допуску.

Результати Розрахунки конструкції сошника з заданими геометричними параметрами проведено в Mathcad. Дослідження експериментальних зразків проведено в польовій зернопаропросапній сівозміні на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті. Просо в сівозміні розміщено після пшениці озимої, основним обробітком була оранка на глибину 20-22 см. Рано навесні провели боронування, а при настанні оптимальних строків сівби здійснили передпосівну культивування на рекомендовану глибину загортання насіння від 3 до 5 см. До сівби приступили безпосередньо після завершення культивування. Агротехнологічні дослідження проводили в польових умовах при сівбі сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25. Сівалка обладнана 13-ма сошниками, з яких: 7 шт. – комбіновані дводисково-анкерні і 6 шт. – базові дводискові.

Порівняльне визначення глибини загортання насіння проса проводили при використанні сошників різної конструкції і оцінці їх впливу на рівномірність отримання сходів і розвитку рослин.

Оцінку якості сівби (глибини загортання, рівномірності розподілу насіння) залежно від швидкості руху посівного агрегату та типу сошника проводили на різних швидкостях: 7,2; 9,6 і 14,5 км/год.

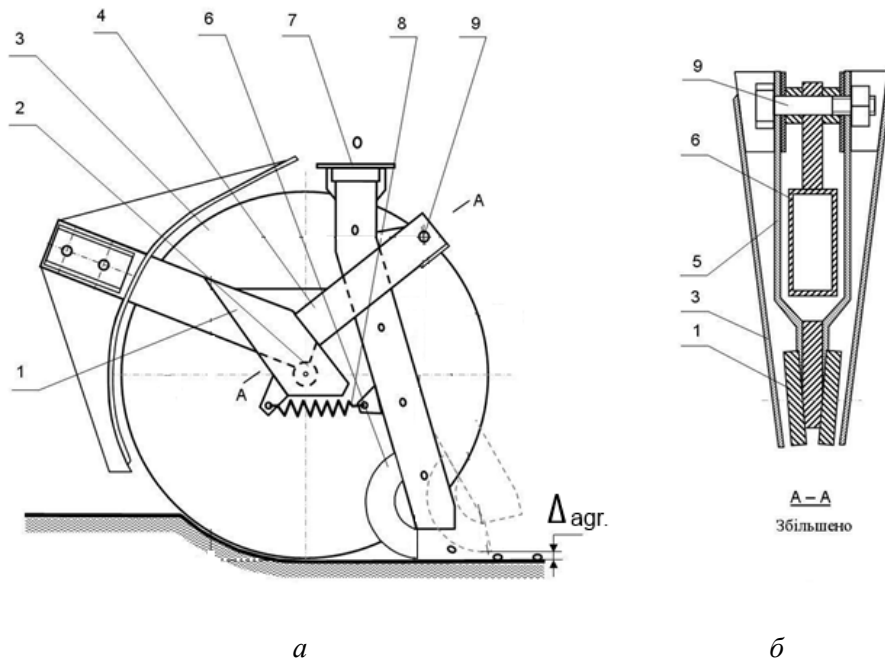
Результати досліджень. В основу модернізації сошника поставлено завдання поліпшення конструкції комбінованого дводискового сошника, що забезпечений кілеподібною частиною, шарнірно прикріпленою між дисками до корпусу сошника, що забезпечує підвищення рівномірності глибини закладення насіння шляхом виключення підйому нижньої частини наральника на

висоту, що перевищує величину агротехнологічного допуску. Поставлене завдання вирішується за рахунок того, що в конструкції сошника, що вміщує встановлені, з можливістю обертання кутом вперед по ходу руху сошника, два плоских диски і розташований між ними корпус сошника, а між дисками за допомогою шарнірної підвіски і пружини до його корпусу прикріплена кілеподібна частина, яка вміщує розтруб і наральник. Установка кілеподібної частини сошника між дисками шляхом кріплення його до корпусу за допомогою шарнірної підвіски і пружини дозволяє наральник кілеподібної частини сошника рухатися по підготовленій борозні, попередньо відкритої дисками, ущільнюючи дно насінневої борозни, при цьому насіння не контактує з обертовими поверхнями дисків, що виключає винесення насіння з ґрунтом у верхню частину борозни, підвищуючи стабільність глибини і загортання насіння.

Поєднання переваг дводискового і кілеподібного сошників реалізовано в конструкції комбінованого сошника [11]. На схемі (рис. 1) комбінованого дводисково-анкерного сошника представлені креслення: *a* – вид збоку при знятому лівому диску; *b* – перетин по А-А у збільшеному вигляді.

Сошник складається з корпусу 1, в якому на осях 2 встановлені з можливістю обертання кутом вперед по ходу руху сошника два плоскі диски 3. Між дисками з корпусом з'єднаний тримач 4, що складається з двох щік 5. В простір, що створений щочками, встановлена кілеподібна частина комбінованого сошника, яка має розтруб 6 і наральник 7, і прикріплена до корпусу 1 пружиною 8, а до щік тримача – за допомогою шарнірної підвіски 9, яка розташована відносно ходу сошника ззаду кулеподібної частини. Працює комбінований дводисково-анкерний сошник наступним чином.

При русі сошника диски 3, що обертаються на осях, відкривають насінневу борозну. Встановлена в простір тримача 4, що створений щочками 5, і підвішена за допомогою шарнірної підвіски 9 кілеподібна частина сошника пружиною 8 притискається нижньою частиною наральника 7 до дна насінневої борозни і ущільнює її.



1-корпус; 2-вісь; 3-диск; 4-тримач; 5-шока; 6-розтруб; 7-наральник; 8-пружина; 9-шарнірна підвіска

Рис. 1. Схема комбінованого дводисково-анкерного сошника: *a* – вид збоку при знятому лівому диску; *б* – перетин по А-А

Fig.1. The scheme combined two-disc coulter-anchor: *a* - kind from the side when removing the left drive; *b* - cross section on AA

Для забезпечення стабільності глибини висіву насіння, визначення параметрів комбінованого дводисково-анкерного сошника для математичного опису його руху в ґрунті необхідно проаналізувати схему сил, які діють на нього під час руху, без врахування сил інерції. Розглянемо конструкцію нового сошника, як зрівноважену систему, аналогічно конструкції прототипу [6], і відповідну еквівалентну силову схему, що наведена паралельно конструктивній на рис. 2.

Покажемо на схемі (рис. 2) основні силові характеристики конструктивних елементів сошника: H_1 – відстань від осі шарнірної підвіски до дна насінневої борозни; H_2 – глибина висіву при максимальному відхиленні; a , b – конструктивні параметри сошника; β – кут відхилення руху насіння; φ – кут відхилення напрямку сили опору ґрунту від горизонталі; R – сила опору ґрунту; Δh – зміна глибини висіву насіння; F – сила пружності пружини.

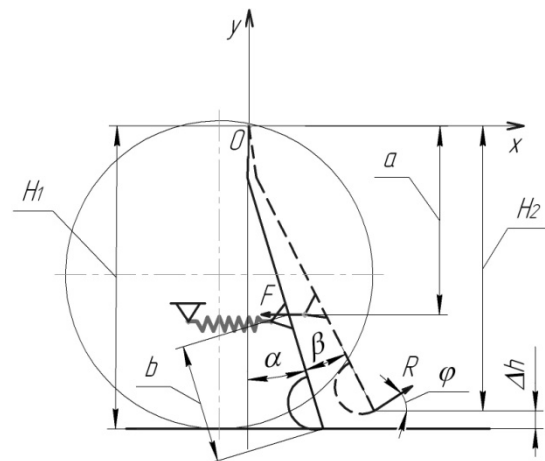


Рис. 2. Еквівалентна схема комбінованого дводисково-анкерного сошника

Fig. 2. The equivalent circuit of combined two-disc - anchor coulter

Шарнірна підвіска 9, відповідно до удосконаленої конструкції (рис. 1, *a*) прикріплена до з'єднаного з корпусом 1 сошника тримача 4, що складається з двох щік

5, які створюють простір, в який встановлена кілеподібна частина таким чином, що вісь шарнірної підвіски кілеподібної частини розташована ззаду неї по ходу руху сошника, а проекція осі на дно насінневої борозни співпадає з зоною контакту нижньої частини наральника 7 і дна насінневої борозни, при цьому відстань від осі шарнірної підвіски до дна насінневої борозни H_1 вибрана із співвідношення:

$$H_1(1 - \cos\beta_{max}) = \Delta h < \Delta agr. \quad (1)$$

де: β_{max} – максимальний кут відхилення кілеподібної частини від осі шарнірної підвіски; Δ_{agr} – величина агротехнічного допуску на величину закладки насіння.

Запишемо рівняння рівноваги при максимальному відхиленні висіву як рівності нулю моментів сил, що діють на систему, відносно точки O шарнірної підвіски (рис. 2):

$$-F\cos\beta + R\sin\varphi[asin\beta + b\sin(\alpha + \beta)] + R\cos\varphi[acos\beta + b\cos(\alpha + \beta)] = 0. \quad (2)$$

З рівняння рівноваги (2) отримаємо вираз для знаходження сили пружності пружини:

$$F = \frac{R\{\sin\varphi[asin\beta + b\sin(\alpha + \beta)] + \cos\varphi[acos\beta + b\cos(\alpha + \beta)]\}}{acos\beta} \quad (3)$$

При невеликому куті повороту β величину розтягу пружини можна прийняти рівною:

$$\Delta x = asin\beta. \quad (4)$$

Знайдемо зв'язок між величиною розтягу пружини і відхиленням глибини ходу:

$$\Delta h = H_1 - H_2. \quad (5)$$

Виходячи, що

$$H_1 = a + b\cos\alpha, \quad (6)$$

а

$$H_2 = a + b\cos(\alpha + \beta), \quad (7)$$

розраховуємо відхилення глибини ходу:

$$\Delta h = b[\cos\alpha - \cos(\alpha + \beta)]. \quad (8)$$

Перетворимо вираз (8):

$$\Delta h = b[\cos\alpha - \cos\alpha\cos\beta + \sin\alpha\sin\beta],$$

$$\Delta h = b\cos\alpha(1 - \cos\beta) + b\sin\alpha\sin\beta,$$

$$\sin\beta = \frac{\Delta h - b\cos\alpha(1 - \cos\beta)}{b\sin\alpha}. \quad (9)$$

Підставляючи в формулу (9) значення допустимого відхилення глибини Δh , а також значення a , b та α , можливо розрахувати значення допустимого кута відхилення.

Підставивши (9) у формулу (4), отримаємо величину максимального розтягу пружини:

$$\Delta x_{max} = a \frac{\Delta h - b\cos\alpha(1 - \cos\beta)}{b\sin\alpha} \quad (10)$$

Враховуючи вирази (4) та (11) можна розрахувати жорсткість пружини k , при якій величина відхилення буде знаходитись у межах агротехнічного допуску:

$$k = \frac{F}{\Delta x_{max}} \quad (11)$$

Результати розрахунків в Mathcad за формулою (11) свідчать, що при геометричних параметрах сошника $a = 120$ мм, $b = 220$ мм, $\alpha = 15^\circ$, $\beta = 10^\circ$ максимальний розтяг пружини повинний складати $\Delta x = 14$ мм.

Для подолання сили R опору ґрунту на ніж сошника, яка дорівнює 100 Н при куті тертя ґрунту по поверхні ножа $\varphi = 45^\circ$, згідно розрахункам за формулою (3) пружина повинна протидіяти з силою $F = 258$ Н. Отже, жорсткість пружини за формулою (11) повинна дорівнювати $k = 258/0,014 = 1,8 \cdot 10^4$ Н/м.

Випробування комбінованих дводисково-анкерних сошників з новими технічними рішеннями, розроблених і виготовлених в НВО "Селта" ННЦ "ІМЕСГ" (загальний вигляд представлений на рис. 3) проведено під час програмних посівів в Інституті зрощувального землеробства НААН м. Херсон, сел. Наддніпрянське та ін. за наступною програмою експериментальних та агротехно-

гічних досліджень. Дослідження проведено в польовій зернопаропросапній сівозміні на темно-каштановому середньосуглинковому ґрунті. Просо в сівозміні розміщено після пшениці озимої, основним обробітком була оранка на глибину 20-22 см. Рано навесні провели боронування, а при настанні оптимальних строків сівби здійснили передпосівну культивування на рекомендовану глибину загортання насіння від 3 до 5 см. До сівби приступили безпосередньо після завершення культивування. Агротехнологічні дослідження проводили в польових умовах при сівбі сівалкою СН-16 в агрегаті з трактором Т-25 (рис. 3). Сівалка обладнана 13-ма сошниками, з яких: 7 шт. – комбіновані дводисково-анкерні і 6 шт. – базові дводискові.



Рис. 3. Загальний вигляд агротехнологічних досліджень комбінованих сошників при сівбі сівалкою СН-16

Fig. 3. General view agrotechnological research combined shovels

Проведене порівняльне визначення глибини загортання насіння проса при використанні сошників різної конструкції і оцінку їх впливу на рівномірність отримання сходів і розвитку рослин:

– сівба на глибину 3 см – глибина дотримана, сходи дружні при сівбі сошниками обох конструкцій, отримано на 8 день ;

– сівба на глибину 4 см – глибина дотримана, сходи дружні при сівбі сошниками обох конструкцій, отримано на 9-10 день;

– сівба на глибину 5 см – глибина дотримана, сходи дружні при сівбі

сошниками обох конструкцій, отримано на 12 день.

Проведено оцінку якості сівби (глибини загортання, рівномірності розподілу насіння) залежно від швидкості руху посівного агрегату та типу сошника при агрегуванні з трактором Т-25 на швидкостях:

– при сівбі на швидкості 7,2 км/год – обидва типи сошників забезпечували дотримання глибини і рівномірності розподілу насіння, в результаті сходи отримано рівномірні і дружні;

– при сівбі на підвищеній швидкості 9,6 км/год – анкерно-дисківий тип сошників забезпечував більш точне дотримання глибини і рівномірності розподілу насіння, в результаті сходи отримано рівномірні і дружні;

– при сівбі на швидкості 14,5 км/год – дотримання глибини і рівномірності розподілу насіння анкерно-дисківий тип сошників забезпечував завдяки висіву на насінневе ложе, яке створював анкер, що встановлений на пружинній підвісці між дисками так, що його відхилення, незважаючи на швидкість висіву, дотримує глибину загортання насіння в межах агротехнологічного допуску;

– хороший ефект забезпечувала робота прикочуючих котків, якими були обладнані дводисково-анкерні сошники нової конструкції.

На розвиток рослин проса при сівбі насіння комбінованими сошниками швидкість руху агрегату істотного впливу не має. Кількість рослин на погонному метрі становить 21-22 шт., що в перерахунку на один гектар становить 1,4-1,5 млн. рослин.

Висновки

Обґрунтовані параметри комбінованих дводисково-анкерних сошників, виготовлені дослідні зразки і проведені їх польові випробування. В ході апробації встановлено, що завдяки дообладнанню дводискових сошників додатково кілеподібною частиною з розтрубом так, що в результаті комбінований дводисково-анкерний сошник кладе насіння на тверде насінневе ложе, виключає інерційність виносу насіння за межі агротехнологічного допуску, в тому числі на підви-

щених швидкостях виносу і прикочуючими котками, що встановлені з можливістю регулювання свого положення, встановлені переваги сошників з новими технічними рішеннями. Економічний ефект в грошовому виразі може становити від 300 до 900 грн./га порівняно з висівом стандартними дводисковими сошниками в залежності від насіння, що висівається.

Бібліографія

1. А.с. №1688796 СССР А01С7/20 Сошник А.П. Коломиец; №4724434-15; заявл. 27.07.91; опубл.07.11.91, Бюл. № 41.
2. А.с. № 1273006 СССР, пат. №7780UA А01С7/20 Сошник / В.А. Насонов; В.А. Зырянов; И.И. Зайцев; М.С. Хоменко № 3911802/ SU; заявл. 19.05.85; опубл. 26.12.95, Бюл. № 4.
3. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби / В. Васильченко, В. Опалко // Агроном. – 2011.- №1. - С. 186-189.
4. Васильченко В. Сошники зернових сівалок: особливості будови та типорозміри / В. Васильченко, О. Ткаченко, Н. Воронцова // Агроном. - 2010. - №4. - С. 140-146.
5. Горобей В.П. Дослідження дводискового комбінованого сошника для смугового висіву насіння / В.П. Горобей., В.А. Лузін // Вісник аграрної науки.- 2010.- №10. – С. 74-76.
6. Горобей В.П. Определение жесткости пружины комбинированного двухдискового анкерного сошника / В.П.Горобей // МЭСХ. -2015.- №1.- С. 7-9.
7. Дмитриев А.Л. Современное сельскохозяйственное машиностроение в США, Англии и в некоторых других капиталистических странах / А.Л.Дмитриев // Механизация сельского хозяйства. сб. перев. и обзор. иностр. лит-ры; отв.ред. А.В. Чумак.- М. Изд. иностр. литературы. 1955. - С. 5-66.
8. Левчук М. Машини для сівби / М. Левчук, В. Зырянов // Farmer. 2007.- №4. – С. 36-38.
- 9 Механизация полеводства; под ред. А.Н. Карпенко. - М.: Гос. изд.с.-х. литературы.- 1958.-533с.
10. Пат. 88696 UA А01С7/00 Сошник для полосного висіву зернових культур / В.П. Горобей; В.А. Лузін; А.Л. Красніченко - № 200714097; заявл.14.12.97; опубл. 10.11.99; Бюл. № 21.
11. Пат. 93837 UA А01С2/00 Дводисковий комбінований сошник / В.П. Горобей;

Враховуючи необхідність скорочення витрат матеріально-технічних і грошових ресурсів в технологіях вирощування сільськогосподарських культур, є доцільність обладнання малогабаритних сівалок типу СН-16 комбінованими дводисково-анкерними сошниками з прикочуючими котками.

В.А. Лузін; А.Л. Красніченко - № а201006315; заявл. 25.05.10; опубл. 10.03.11; Бюл. № 5.

12. Педай Н.П. Комплексная механизация селекционно-опытных работ в России / Н.П. ПЕдай / Материалы 12-й всемирной конференции по механизации полевых экспериментов.- М. ФГНУ “Росинформагротех”, 2004.- С.50-57.

13. Погорелый В. У каждого сошника свои козари / В. Погорилый, Л. Шустик, С. Маринин // Зерно - 2011.- №2.- С. 90-92.

14. Сакстон К.Е. Главный элемент сямки / К.Е.Сакстон // Зерно. -2007.-№3. – С.97-105.

15. Сисолін П. Забезпечення оптимальних норм висіву зернових культур за рахунок якості загорання насіння / П. Сисолін // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. УкрНДІПВТ. Випуск 6(20). Книга 1. Дослідницьке. 2003. – С.68-72.

16. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения/ Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов и др.; под. ред. Е.С. Босого – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1978. – 568с.

17. Шмат С.І. Можливості підвищення якісних показників дводискових сошників / С.І. Шмат, В.А. Резніченко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація.- Випуск 17. КНТУ. - 2006. - С.79-81.

References

1. AS USSR №1688796 A01S7 / 20 Coulter A.P. Kolomiets; №4724434-15; appl. 27/07/91; publ.07.11.91, Bul. № 41.
2. AS № 1273006 USSR Pat. №7780UA A01S7 / 20 Coulter / V.A. Nasonov; V.A Zyryanov; I.I. Zaitsev; M.S. Khomenko number 3911802 / SU; appl. 19/05/85; publ. 26.12.95, Bul. №4.
3. Vasilchenko V. Factors that determine the quality of sowing / V. Vasilchenko V. Opalko // Agronomist. - 2011.- №1. - P. 186-189.

4. Vasilchenko V. of shovels grain seeders: structural features and sizes / V. Vasilchenko, A. Tkachenko, N. Vorontsov // *Agronomist.* - 2010. - №4. - P. 140-146.
5. Horobey V.P. The study combined two-disc coulter for seeding band / V.P. Horobey., V.A. Luzin // *Journal of Agricultural Science.*- 2010.- №10. - P. 74-76.
6. Gorobey V.P. Determination of the spring constant of the combined two-disc coulter / V.P.Gorobey // *MESKH.* -2015.- №1.- P. 7-9.
7. Dmitriev A.L. Modern agricultural machinery in the United States, Britain and some other capitalist countries / A.L.Dmitriev // *Mechanization of Agriculture. Sat.Review. foreign. of literature; otv.red. A.V Chumak.- M. Ed. foreign. litre.* 1955. - P. 5-66.
8. M. Levchuk Machines for sowing / M. Levchuk, V. Zyryanov // *Farmer.* 2007.- №4. - P. 36-38.
9. Mechanization of field crops; ed. A.N. Karpenko. - M.: State. izd.s.-h. literary.-1958.- 533p.
10. Pat. 88696 UA A01S7 / 00 Coulters for sowing crops / V.P. Horobey; V.A. Luzin; A.L. Krasnichenko - № 200714097; заявл.14.12.97; publ. 11/10/99; Bull. № 21.
11. Pat. 93837 UA A01S2 / 00 Two-disc combo drill / V.P. Horobey; V.A. Luzin; A.L. Krasnichenko - № a201006315; appl. 25.05.10; publ. 10.03.11; Bull. № 5.
12. N..P Pedai Complex mechanization selection and experimental work in Russia / NP Pedai / *Proceedings of the 12th World Conference on mechanization of field.- M. FGNU "Rosinformagroteh",* 2004.- P.50-57.
13. Pogorelov V. Each coulter their Kozari / Pogorilaya V., L. Shustik, S. Marinin // *Grain* - 2011.- №2.- P. 90-92.
14. K.E. Sakston Chief element seeders / K.E.Sakston // *Cereals.* -2007.-№3. - P.97-105.
15. Sysolin P. Ensure optimum seeding crops due to the quality of seeding / A.P. Sysolin // *Technical and technological aspects of the development and testing of new techniques and technologies for agriculture Ukraine. UkrNDIPVT. Issue 6 (20). Book 1. Research.* 2003. - P.68-72.
16. The theory, design and calculation of agricultural machinery: Textbook for high schools Agricultural Engineering / E.S. Barefoot, O.V. Verniaiev, I.I. Smirnov et al.; under. Ed. ES Barefoot - 2 nd ed., Revised. and ext. - M.: Engineering, 1978. – 568p.
17. S.I. Shmat The possibilities increase the quality two-disc coulters / S.I. Shmat, V.A. V. A. Reznichenko // *engineering in agricultural production, industrial engineering.- Issue 17. KNTU.* - 2006. - P.79-81.

УДК 631.431

ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ПОНЯТТЯ «ТВЕРДІСТЬ АГРОГРУНТУ»

В. В. Смільський, к.т.н., доцент,

Тернопільський національний педагогічний університет ім. В. Гнатюка

О. В. Сидорчук, д.т.н., професор, член-кореспондент НААНУ

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

РЕЗЮМЕ

Мета. Уточнити фізичний зміст поняття «твердість» для ґрунтів агрономічного призначення за оперативного моніторингу їх стану.

Методи: Системний аналіз, використано для узагальнення літературної інформації, дедукцію застосовано для з'ясування складових твердості ґрунту за оперативного її вимірювання, найменших квадратів використано для встановлення рівняння регресії між глибиною занурення конуса та опором ґрунту.

Результати. З'ясовано, що опір вдавлюванню індентора складається з трьох складових – опору пружній деформації, опору пластичній деформації, та сили тертя в контактні взаємодіючих тіл. В основу класичного методу визначення твердості закладено ідею, що її параметром є геометрична характеристика: діаметр, або площа залишкового сліду індентора. Твердість агроґрунту залежить від його фізичного стану, зокрема вологості, а тому є інтегральним показником, який виражає комплекс його фізичних властивостей. На основі експериментальних даних отримано числове значення «істинної твердості» ґрунту, яка може вважатися константою матеріалу, оскільки

відображає тільки одну його властивість, на відміну від загальноприйнятих характеристик, що враховують аспекти пружного та пластичного деформування. Методика оцінювання твердості може бути застосована для будь-яких матеріалів.

Висновки. Агроґрунт, як об'єкт фізико-механічних трансформацій під дією навантажень, в багатьох аспектах не схожий на конструкційні матеріали, тому класичний термін «твердість» не є його властивістю, а лише характеризує процес занурення в його індентора.

Фізичний аспект твердості агроґрунтів полягає в тому, що опір заглибленню індентора створюється силами взаємодії між елементарними мінеральними частками, а деформація проявляється в руйнуванні та переміщенні агрегатів і окремих часток.

Механічні властивості агроґрунту залежать від його фізичного стану в момент їх визначення, тому числові значення твердості не можуть в принципі характеризувати його без зв'язку з умовами, у яких вимірюється властивість.

Ключові слова: ґрунт, істинна твердість, проблема, метод, деформація.

UDC 631.431

PHYSICAL ASPECTS OF THE CONCEPT OF "SOIL HARDNESS"

V. V. Smilskyy, Ph.D., Associate Professor,

Ternopil Volodymyr Hnatiuk National Pedagogical University

O. V. Sydoruk, Dr. Sc., Deputy Director of Research, Corr. NAAS

National Scientific Centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

RESUME

The purpose. Clarify the physical concept of "hardness" for soil agronomy for the purpose of operational monitoring their condition.

Methods: Systematic analysis is used to summarize literature information deduction applied to determine the hardness components of soil for rapid measurement of least squares is used to establish the regression equation between the depth of immersion cone resistance and soil.

Results. It was found that the resistance indentation indenter consists of three components - the resistance of the elastic deformation, plastic deformation resistance and friction forces in the contact interacting bodies. The basis of the classical method of determination on the idea that the value is a geometric characteristics, diameter, area or remaining trace of the indenter. Soil hardness depends on his physical condition, including moisture, and therefore is an integral indicator that expresses the range of its

physical properties. Based on experimental data obtained numerical value of "true hardness" of soil that can be considered constant material as it reflects only one property, unlike conventional characteristics, taking into account aspects of elastic and plastic deformation. Evaluation Methods rigidity can be applied to any material.

Conclusions. Soil as an object of physical and mechanical transformations under stress, in many respects, not like construction materials as a classic term "hardness" is not its property, but only describes the process of immersion in his indenter.

The physical aspect soil Hardness is the resistance created by the indenter deepening interaction between elementary particles of mineral and deformation evident in the destruction and displacement of individual particles and aggregates.

Mechanical properties soil depend on his physical condition at the time of identification, including hardness values can not characterize it in principle without regard to the conditions in which the measured property.

Keywords: soil, true hardness, problem, a method, deformation.

УДК 631.431

ФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОНЯТИЯ «ТВЕРДОСТЬ АГРОПОЧВЫ»

В. В. Смильський, к.т.н., доцент,

Тернопольский национальный педагогический университет им. В. Гнатюка

А. В. Сидорчук, д.т.н., профессор, член-корреспондент УААН

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

РЕЗЮМЕ

Цель. Уточнить физический смысл понятия «твердость» для почв агрономического назначения по оперативном мониторинге их состояния.

Методы: Системный анализ, использовано для обобщения литературной информации, дедукции применен для выяснения составляющих твердости почвы при оперативном ее измерения, наименьших квадратов использовано для установления уравнения регрессии между глубиной погружения конуса и сопротивлением грунта.

Результаты. Установлено, что сопротивление вдавлению индентора состоит из трех составляющих - сопротивления упругой деформации, сопротивления пластической деформации, и силы трения в контакте взаимодействующих тел. В основу классического метода определения твердости заложена идея, что значение является геометрическая характеристика: диаметр, или площадь остаточного следа индентора. Твердость агропочвы зависит от его физического состояния, в частности влажности, а потому является интегральным показателем, который выражает комплекс его физических свойств. На основе экспериментальных данных получено числовое значение «истинной твердости» почвы, которая может считаться константой материала, поскольку

отражает только одну его свойство, в отличие от общепринятых характеристик, учитывающих аспекты упругого и пластического деформирования. Методика оценки твердости может быть применена для любых материалов.

Выводы. Агропочва, как объект физико-механических трансформаций под действием нагрузок, во многих аспектах не похож на конструкционные материалы, поэтому классический термин «твердость» не является его свойством, а лишь характеризует процесс погружения в его индентора.

Физический аспект твердости агропочв заключается в том, что сопротивление углублению индентора создается силами взаимодействия между элементарными минеральными частицами, а деформация проявляется в разрушении и перемещении агрегатов и отдельных частиц.

Механические свойства агропочвы зависят от его физического состояния в момент их определения, поэтому числовые значения твердости не могут в принципе характеризовать его без связи с условиями, в которых измеряемое свойство.

Ключевые слова: почва, истинная твердость, проблема, метод, деформация.

ПРОБЛЕМА

Твердість ґрунту є важливою, та суперечливою агротехнічною характеристикою поля. З одного боку тверда опорна поверхня сприяє проїзду машинно-трак-

торного агрегату, а з іншого – чинить механічний опір робочим органам землеробських знарядь, та розвитку коріння рослин [1,2,3,4,5]. Проте, незважаючи на загальне визнання практичної цінності, та

історичну давність вивчення цієї характеристики, термін «твердість» не має точного фізичного змісту, а отримувани різними методами результати непорівнянні між собою [2,3,4,5]. Зважаючи на популярність показника «твердість агрогрунту» в землеробській механіці, та ґрунтознавстві, необхідно з'ясувати його фізичний зміст, усунути невизначеність та багатозначність його трактування [1,4].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Метод вимірювання твердості матеріалів зародився 150 років тому, коли німецький фізик Генріх Герц розв'язав задачу про контакт двох пружних тіл з викривленими поверхнями. Мірою твердості він приймав граничний тиск, що відповідає початку пластичної деформації від вдавлювання твердої кулі в поверхню досліджуваного тіла [7,8]. Сьогодні, залежно від форми індентора, розрізняють декілька способів оцінювання твердості матеріалів – Роквелла, Віккерса, Брінелля, але суть їх однакова: залежність площі поверхні, або об'єму вдавненої в матеріал частини індентора від прикладеного зусилля, тобто це скоріше геометрична характеристика процесу ніж механічна властивість матеріалу. Зараз використовують метод кінетичної твердості (безперервного індентування), який ґрунтується на синхронній реєстрації сили вдавлювання індентора та його заглиблення в матеріал (діаграми «навантаження – заглиблення») [7,8]. Цей метод використовують в аграрній практиці, але інденторами служать плоскі круглі штампи діаметром 20-300 мм [1,2,3,4,5,6]. У всіх експериментах з ґрунтами виявлено, що при рівному тиску штампи більшого розміру осідають нижче, тобто проявляється масштабний ефект. Наприклад, В. Н. Буромський на торф'яно-болотному ґрунті виявив, що в міру видовження штампа від круглого до прямокутного зі співвідношенням сторін 1:8, результати різнилися майже в два рази [2]. Велику серію дослідів з круглими штампам діаметром від 40 до 170 мм на мінеральних ґрунтах різного фізичного стану та щільності

провів С. С. Саакян. Він отримав неоднозначні залежності їх занурення від діаметра штампа [3]. Аналогічні результати отримали інші дослідники [4,5,6]. За довгий період розвитку методів кількісного оцінювання твердості в спеціалізованій літературі описано багато його методів, але у всіх випадках сповідувалася одна й та ж ідеологія зведена в ранг парадигми – залежність тиску від глибини занурення штампа. Ситуація, що склалася в аграрній сфері науки та практики вимагає розширення спектру відповідних досліджень для уточнення змісту поняття «твердість агроґрунтів».

Головним джерелом помилок у дослідженнях твердості агроґрунтів є надмірна увага, що приділяється пошуку правильної відповіді, замість того, щоб поставити правильне запитання. Дослідники зосереджені на практичному результаті, а не на суті механізмів, що лежать в основі явища. Вони шукають рівняння, не звертаючи увагу на фізичну сутність явища, та не ставлять завданням виявлення причинно-наслідкових зв'язків між вимірюваними величинами. В результаті показник твердості відображає властивість аналітичного опису процесу заглиблення штампа, але не властивість матеріалу. Ігнорування сили тертя в контакті індентора з поверхнею деталі є однією з головних причин того, що спроби узагальнень результатів досліду виявляються безуспішними. Ще один недолік полягає в тому, що первинною інформацією експерименту є глибина занурення індентора, яка не являється силовою характеристикою, а є чисто геометричним параметром, який нічого не стверджує про матеріальний світ, а тому не може відображати фізико-механічний сенс поняття твердість. Опір вдавлюванню індентора чинить не поверхня контакту, а складне поле напружень в деякому об'ємі матеріалу, який ми не можемо визначити. Більше того, класичне поняття «твердість» для агроґрунту не має фізичного сенсу. Агроґрунти являють собою композицію декількох речовин, для яких поняття твердість не притаманне. Гумус і вода не є твердими матеріалами, а входять до складу ґрунту як доповнення, що змінюють

його властивості. Зважаючи на склад агрогрунту, його тіло слід визначити як конструкцію, що складається з деталей (часток), які скріплені клейкою речовиною, а кількість їх контактів, що чинять опір вдавлюванню індентора залежить від об'єму ґрунту, що приймає участь у процесі. Процес занурення штампа супроводжується руйнуванням структури ґрунту з випиранням та ущільненням деякого об'єму. Зрозуміло, що з одного матеріалу можуть бути склеєні різні конструкції, які будуть мати різні механічні властивості. Основні види деформації твердих матеріалів тут проявляються мало, оскільки структура ґрунту руйнується крихко, без вираженої пластичної деформації. Видається очевидним, що класичний термін «твердість» для ґрунтів агрономічного призначення залишається неповно функціональним, тому основне завдання даної статті – прояснити це поняття, і дати йому визначення. Виходячи з викладеного вище аналізу, визначення фізичної сутності терміну «твердість агроґрунтів» є актуальною науковою проблемою.

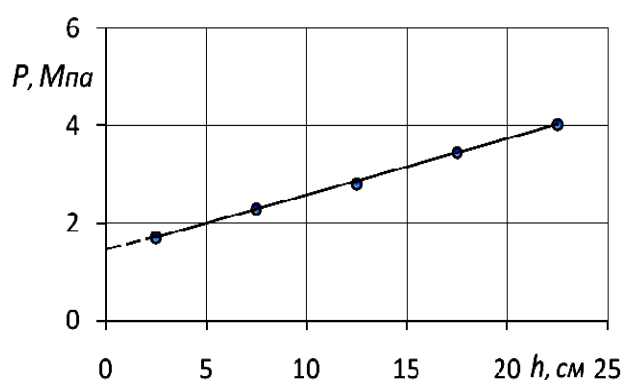
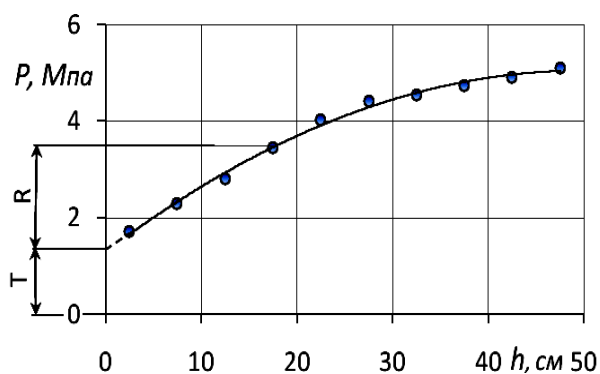
Мета статті. Уточнення фізичного змісту поняття «твердість» для ґрунтів агрономічного призначення за оперативного моніторингу їх стану.

Результати досліджень та їх обговорення. Центральну роль в організації наукових досліджень відіграє процес формування наукового поняття, яке визначається спеціальними словами – термінами, які повинні чітко та однозначно відображати професійну наукову інформацію [9,10]. Тому першим кроком до більш досконалої організації досліджень, та наукового розв'язання проблеми твердості агроґрунту повинно стати визначення терміну, який має точно відображати його зміст [9]. На рівні повсякденного, буденного пізнання предметів твердість матеріалу означає його стійкість проти деформування: пластилін легко деформується під натиском пальця руки, а тому називається м'яким, а камінь твердий тому, що деформувати пальцем його неможливо. У сучасних тлумачних словниках етимологія терміну «твердість» базується на постійності стану, сталості певних параметрів і трак-

тується як стійкість проти чогось. Отже, «твердість» – характеристика, що характеризує міцність. Відгук матеріалу на зовнішню дію після подолання межі твердості відображає здатність ґрунту чинити опір руйнуванню, тому більш об'єктивними термінами для процесу будуть «пенетрація», або «зондування». Кінетична твердість ґрунту фізично подібна опору зондуванню, який відображає деяку усереднену здатність матеріалу чинити опір руйнуванню, та дозволяє оцінювати їх оброблюваність, але не може вважатися способом визначення твердості. Звідси виходить, що визначення твердості Г. Герца - «граничне напруження в момент переходу від пружних деформацій до пластичних», є найбільш точним і таким, що повною мірою розкриває сутність поняття «твердість» і повинно бути звільнено від додаткових явищ.

Для ілюстрації пропонованого підходу до вирішення даної проблеми в [11] запозичені результати вдавлювання конуса поперечним перерізом 1 cm^2 . Досліди проводилися на 100 дотичних ділянках розміром $2 \times 2 \text{ m}$. У межах кожної ділянки досліди проводилися в одноразовій повторності. Таким чином 100 вимірів твердості цілком засвідчують репрезентативність показника твердості. Автори відмічають, що в горизонті 5-10 см спостерігається достовірна відмінність його значень від нормальності, а в нижніх розподіл в межах вивченого полігону описується нормальним законом. На рис. 1 показані графічні залежності опору ґрунту від глибини занурення конуса: зліва показана повна діаграма, а справа – її лінійна частина. Графік описується рівнянням: $T = - 0,001 \cdot h^2 + 0,15 \cdot h + 1,29$, $R^2 = 0,99$. Звідси $T = 1,29 \text{ МПа}$.

Опір ґрунту до початку занурення штампа відображає властивість матеріалу відносно даного виду та способу дії на нього, тому ми називаємо його істинною твердістю T . Опір зондуванню R відображає ефекти в матеріалі, які виникають в ньому, наприклад – міцність, та фрикційні характеристики, та зростає в міру заглиблення індентора. Цей показник характеризує придатність матеріалу до технологічних дій, і може бути використаний для проектування технологічних процесів обробітку ґрунту.



Залежність опору ґрунту від глибини занурення конуса: Зліва – повна діаграма, справа – лінійна частина діаграми

The dependence of the resistance of soil depth immersion cone Left - complete diagram, right - the linear part of the chart

Висновки

Агроґрунт, як об'єкт фізико-механічних трансформацій під дією навантажень, в багатьох аспектах не схожий на конструкційні матеріали, тому класичний термін «твердість» не є його властивістю, а лише характеризує процес занурення в його індентора.

Фізичний аспект твердості агроґрунтів полягає в тому, що опір заглибленню інден-

тора створюється силами взаємодії між елементарними мінеральними частками, а деформація проявляється в руйнуванні та переміщенні агрегатів і окремих часток.

Механічні властивості агроґрунту залежать від його фізичного стану в момент їх визначення, тому числові значення твердості не можуть в принципі характеризувати його без зв'язку з умовами, у яких вимірюється властивість.

Бібліографія

1. Медведєв В.В. Твердость почв / В.В. Медведєв. - Харків: КП «Друкарня №13», 2009. - 152 с.
2. Буромский В. Н. Снятие и обработка плотномерных диаграмм / В.Н. Буромский. // Земледельческая механика. Изд. с-х литер. и плакатов. - 1961. - С. 61-70.
3. Саакян С. С. Взаимодействие ведомого колеса и почвы / С.С. Саакян. - Ереван: изд. МСХ Арм. ССР, 1959. - 240 с.
4. Шаров Н. М. Анализ характеристик почвы, получаемых с помощью плотномера при полевых испытаниях сельскохозяйственных агрегатов / Н.М. Шаров. // Доклады МИИСП. - 1971. - С. 289-298.
5. Горохов П. В. Некоторые аспекты понятия «твердость почвы» применительно к исследованию процесса рыхления / П.В.Горохов. // Почвоведение. - 1990. - С. 56-66.
6. Мацепуро В. М. О понятии «твёрдость почвы» / В.М. Мацепуро. // Научно-технический бюллетень ВИМ. - 1982. - С. 21-24.

7. Григорович В. К. Твердость и микро-твердость / В. К. Григорович. - Москва: Наука, 1970. - 230 с.

8. Мощенок В.И. Современная классификация методов определения твердости / В. И. Мощенок // Автомобильный транспорт. вып. 26. - 2010. - С. 129-132.

9. Ліпінська А. В. Науково-технічна термінологія. Навч. посіб. для дистанційного навчання / А. В. Ліпінська. - Київ: Університет «Україна», 2007. - 219 с.

10. Полтавська О. М. Вивчення української мови (за професійним спрямуванням): теоретичний і практичний аспекти: Навч. посібн. / О. М. Полтавська. - Алчевськ: - ДонДТУ, 2009. - 189 с.

11. Кунах А. Н. Экологический аспект твердости почвы в пристенной дубраве / А. Н. Кунах, А. А. Балдин // Вісник Дніпропетровського університету. Біологія. Екологія. - 2011. - Вип. 19, т. 1. - С. 65-74.

References

1. Medvedev V.V. Tverdost pochvy / V.V. Medvedev - Kharkiv: KP «Drukarnia №13», 2009. – 152 s.
2. Buromskiy V. N. Sniatye y obrabotka plotnomernykh dyahramm / V.N. Buromskiy // Zemledelcheskaia mekhanyka. Yzd. s-kh lyter. y plakatov. – 1961. – S. 61–70.
3. Saakian S. S. Vzaymodeistvye vedomoho kolea y pochvy / S.S. Saakian. - Erevan: yzd. MSKh Arm. SSR, 1959. - 240 s.
4. Sharov N.M. Analiz kharakterystyk pochvy, poluchaemykh s pomoshchiu plotnometra pry polevykh yspytaniyakh selskokhoziaistvennykh ahrehatov / N.M. Sharov// Doklady MYYSP. – 1971. – S. 289—298..
5. Horokhov P. V. Nekotorye aspekty ponyatiya «tverdost pochvy» prytenitelno k yssledovaniyu protsessa rykhleniya / P.V.Horokhov // Pochvovedeniye. – 1990. – S. 56–66.
6. Matsepuro V. M. O ponyatyy «tverdost pochvy» / V.M. Matsepuro. // Nauchno-tekhnycheskiy biulleten VYM. – 1982. – S. 21–24.
7. Hryhorovych V. K. Tverdost y mykrotverdost / V.K. Hryhorovych. – Moskva: Nauka, 1970. – 230 s.
8. Moshchenok V.Y. Sovremennaia klasyfikatsiya metodov opredeleniya tverdosty / V. Y. Moshchenok // Avtomobylnyi transport. vyp. 26. - 2010. - S. 129-132.
9. Lipinska A. V. Naukovo-tekhnichna terminolohiia. Navch. posib. dlia dystantsiinoho navchannia / A. V. Lipinska. – Kyiv: Universytet «Ukraina», 2007. – 219 s.
10. Poltavska O. M. Vyvchennia ukrainskoi movy (za profesiinym spriamuvanniam): teoretychnyi i praktychnyi aspekty: Navch. posibn. / O. M. Poltavska. – Alchevsk: - DonDTU, 2009. – 189 s.
11. Kunakh A. N. Ekolohycheskyi aspekt tverdosty pochvy v prystennoi dubrave / A. N. Kunakh, A. A. Baldyn // Visnyk Dnipropetrovskoho universytetu. Biolohiia. Ekolohiia. - 2011. - Vyp. 19, T. 1. - S. 65-74.

References

1. Medvedev V.V. The hardness of the soil / V.V. Medvedev - Kharkiv: KP "Drukarnya №13», 2009. - 152 p.
2. Buromskiy V. N. Removal and treatment of tight dimensional diagrams / V.N. Buromskiy // Agricultural Mechanics. Ed. with x-liter. and posters. - 1961. - P. 61-70.
3. Saakian S.S. Driven wheel interaction and soil / S.S. Saakian. - Yerevan: Vol. MA Arm. SSR, 1959. - 240 p.
4. Sharov N.M. Analysis of soil characteristics, obtained by the densitometer in field trials of agricultural machines / N.M. Sharov // Reports MIISP. - 1971. - P. 289-298.
5. Horokhov P.V. Some aspects of the concept of "the hardness of the soil" in relation to the investigation of loosening / P.V.Horokhov // Soil science. - 1990. - P. 56–66.
6. Matsepuro V.M. On the concept of "soil hardness" / V.M. Matsepuro // Scientific and technical bulletin VIM. - 1982. - P. 21-24.
7. Hryhorovych V.K. Hardness and micro-hardness / V.K. Hryhorovych. - Moscow: Science, 1970. - 230 p.
8. Moshchenok V.Y. Modern classification methods for determining hardness / V.Y. Moshchenok// Road Transport. Vol. 26. - 2010. - P. 129-132.
9. Lipinska A.V. Scientific and technical terminology. Teach. guidances. distance learning / A.V. Lipinska. – Kyiv University "Ukraine", 2007. - 219 p.
10. Poltavska O.M. Ukrainian language (for professional purposes): theoretical and practical aspects: Training. book / O.M. Poltavska.. - Alchevsk: - DonNTU, 2009. - 189 p.
11. Kunakh A.N. Environmental aspect of the hardness of the soil in the wall oak/A.N. Kunakh, A.A. Baldyn // Bulletin of Dnipropetrovsk University. Biology. Ecology. – 2011. – Vol. 19, V. 1. – P. 65-74.

УДК 631.313.6+631.5

СПОСОБ И ДИСКОВЫЕ БОРОНЫ ДЛЯ ПРОТИВОЭРОЗИОННОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

А. Ф. Жук, канд. техн. наук. E-mail: kombimash@mail.ru,

тел.: +499-1748948

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» (ФГБНУ ВИМ).

РЕЗЮМЕ.

Цель. Изыскать способ обработки почвы, предотвращающий ее дефляцию и эрозию, снижающий потери влаги атмосферных осадков, и обосновать тип и параметры рабочих органов дисковых борон для выполнения нового способа.

Методика. На основе анализа противоэрозионных приемов обработки почвы, создающих на ее поверхности водоудерживающие неровности, сохраняющих почвозащитную стерню и мульчу, разработаны технические решения для предотвращения эрозии и дефляции при их совместном проявлении. Разработаны конструкции борон, сохраняющих при работе ветроустойчивость поверхности, создающих водоудерживающий нано рельеф и дана оценка их эффективности для влагонакопления, предотвращения поверхностного стока и эрозии.

Результаты. Новый способ противоэрозионной обработки почвы выполняется с чередованием полос безотвально разрыхленных и с заделанными в почву растительными остатками, в которых сферическими дисками с вырезом формируют водоудерживающие прерывистые борозды, при этом длина участка борозды, ограниченного ее перемычками, по крайней мере, в четыре-пять раз больше длины перемычки, а ширина безотвально разрыхленной полосы больше

ширины полосы с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой, общая ширина которых не превышает 0,4 м. Для выполнения способа предложены бороны с двумя рядами двухдисковых и трехдисковых секций. Двухдисковые секции переднего ряда содержат диски игольчатый и сферический, а в заднем ряду – игольчатый и сферический с вырезом, формирующим перемычку в борозде. Трехдисковые секции переднего ряда содержат три игольчатых диска, а в заднем ряду – два игольчатых и сферический с вырезом.

Выводы. Новый способ обработки почвы сохраняет ветроустойчивость поверхности поля со стерней и при выполнении бороной с двухдисковыми секциями и интервалом между бороздообразующими дисками 360 и 500 мм может сохранить в бороздах не менее 216 и 155 м³ воды осадков, а при выполнении бороной с трехдисковыми секциями и интервале между бороздами 540 и 750 мм сохраняет в бороздах не менее 144 и 104 м³ воды, предотвращает сток и эрозию, повышает влагосодержание в почве.

Ключевые слова: обработка почвы, эрозия, дефляция, влага, водоудерживающие неровности, влагонакопление, борона, дисковая секция, игольчатый диск, сферический диск.

УДК 631.313.6+631.5

METHOD AND DISC HARROWS FOR EMERGENCY TILLAGE

A. F. Zhuk, Cand. Sc. E-mail: combimash@mail.ru tel: +4991748948

Federal state Budgetary Institution The All-Russian Research Institute for Mechanization in Agriculture

SUMMARY

Purpose. Find ways of tillage to prevent its deflation and erosion reducing precipitation moisture loss, and justify the type and parameters of working bodies of disc harrows to perform a new method.

Methods. Based on the analysis of traditional emergency tillage techniques that create water-

retaining roughness of its surface, which preserves soil protection stubble and mulch, some technical solutions are developed to prevent erosion and deflation at their joint manifestation. Designs of harrows have been developed that preserve surface wind resistance in operating, creating water-retaining Nano relief; and the estimate of their efficiency is

provided for moisture accumulation and prevention of surface runoff and erosion.

Results. The new method of emergency tillage is performed with alternating nonmoldboard loosened strips and strips with soil embedded plant remnants, in which the cutaway spherical discs form water-retaining discontinuous furrows; wherein the furrow length of the section bounded by its bulkheads is at least four or five times more than the bulkhead length, and the width of the nonmoldboard loosened strip is more than the width of the strip with soil embedded plant remnants and discontinuous furrow, the total width of which does not exceed 0.4 m. In order to perform this method, harrows are suggested with two rows of two-disc and three-disc sections. The two-disc sections of the front row of discs have needle-shaped and spherical discs, and the back row – needle-shaped and spherical discs with asymmetric cut with depth of 0.5 radius of the disk, forming a

bulkhead in the furrow. Three-disc front row sections contain three needle-shaped discs, and in the back row – two needle-shaped discs and one spherical cutaway disc.

Conclusions. The new method of tillage ensures wind resistance of the harvested field's surface, and may preserve at least 216 and 155 m³ of precipitation water while harrowing with two-disc sections and 360 and 500 mm spacing between furrow-making disks, and preserves at least 144 and 104 m³ of precipitation water in the furrows while harrowing with three-disc sections and 540 and 750 mm spacing between furrows, as well as prevents draining and erosion and improves soil moisture content.

Key words: *tillage, erosion, deflation, moisture, moisture accumulation, water-retaining roughness, harrow, disc section, needle-shaped disk, spherical disk.*

ПРОБЛЕМА

Водной эрозии в мире подвержено 31 %, ветровой - 34 % суши. Более 54% сельскохозяйственных угодий и 68% пашни России эродировано или эрозионноопасно, на 45 млн. га проявляется дефляция. Сельхозугодия России ежегодно теряют более 10 млрд. т плодородного слоя и 81.4 млн. т гумуса. На десятках миллионов га из-за потерь влаги отмечается ее дефицит в вегетационный период, недобор урожая и гибель посевов [1, 2, 3, 4].

В Украине водной и ветровой эрозии подвергаются более 15 млн. га сельхозугодий или 35,2% их общей площади. Площадь эродированной пашни за последние 35 лет выросла почти в 1,5 раза и достигла 10,6 млн. га. В составе эродированных земель 4,6 млн. га средне- и сильносмываемые почвы, в т.ч. 68 тыс. га полностью потеряли гумусный горизонт. Площадь эродированных земель ежегодно увеличивается на 90...100 тыс. га. Площадь активных оврагов составляет 157 тыс. га. Ветровая и водная эрозии совместно проявляются на площади 7,9 млн. га пашни. Всё это свидетельствует об актуальности выполнения обработок и применения орудий, сохраняющих на поле почвозащитные растительные остатки, и создающих водоудерживающие неровности для предотвращения стока, эрозии, накопления и сохранения почвенной влаги [5, 6, 7, 8].

Однако такие приемы обработки почвы в последние десятилетия не применяют, орудия для них не производят.

Анализ публикаций. Известны способы противоэрозионной обработки почвы, предусматривающие создание на поверхности поля водоудерживающих неровностей, предотвращающих поверхностный сток и эрозию: лунок [9], прерывистых борозд [10], микролиманов [11]. Вместимость лунок недостаточна для эффективного водозадержания. Прерывистые борозды сохраняют влаги больше, однако для их нарезки требуется энерго-емкая отвальная вспашка, а при последующей обработке усложнена заделка борозд. Формирование микролиманов энергозатратно, а эффективный разравниватель микролиманов в серийном производстве не был освоен.

Указанные агроприемы выполняли при вспашке или на отвальных агрофонах, которые подвергаются дефляции. При рыхлении почвы безотвальными орудиями, в том числе игольчатыми боронами, сохраненные на поверхности поля, стерня, мульча не только предотвращают дефляцию, но и способствуют накоплению снега, снижению потерь влаги на испарение [4, 12, 13]. Однако такие орудия не создают водоудерживающих неровностей, что при снеготаянии и ливнях способствует формированию поверхностного стока и эрозии на склонах, а весной на поле, всплошную покрытом мульчей, задержи-

вається начало работ обработки почвы, снижающий дефляцию и снос снега за счет создания стерневой кулисы и улучшающий водопоглощение и пред-отвращающий сток при снеготаянии посредством щели, нарезанной возле кулисы [14]. Для выполнения способа требуется комбинированный агрегат и энергоемкое щелевание почвы.

Результаты исследований.

Предложен новый способ противоэрозийной обработки почвы, при котором ее рыхлят с чередованием полос с растительными остатками, сохраненными на поверхности поля и с заделанными в почву, в которых формируют прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см, при этом длина участка борозды, ограниченного ее перемычками, по крайней мере, в четыре-пять раз больше длины перемычки, а ширина

безотвально разрыхленной полосы больше ширины полосы с заделанными растительными остатками и прерывистой бороздой [13].

Для выполнения нового способа разработано дисковые бороны, содержащие ряд правых и ряд левых двухдисковых секций [15] с дисками игольчатыми (\varnothing 550 мм) и сферическими (\varnothing 560 или 610 мм) или два ряда трехдисковых секций [16] с такими же игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим - в заднем ряду секций (рис. 1). Режущая часть сферических дисков выполнена зубчатой, и диски заднего ряда содержат вырез глубиной 0,4...0,6 радиуса R диска в секторе 60...90°. При этом большая часть тыльного ребра выреза размещена радиально для исключения нависания растительных остатков на его заднем ребре.

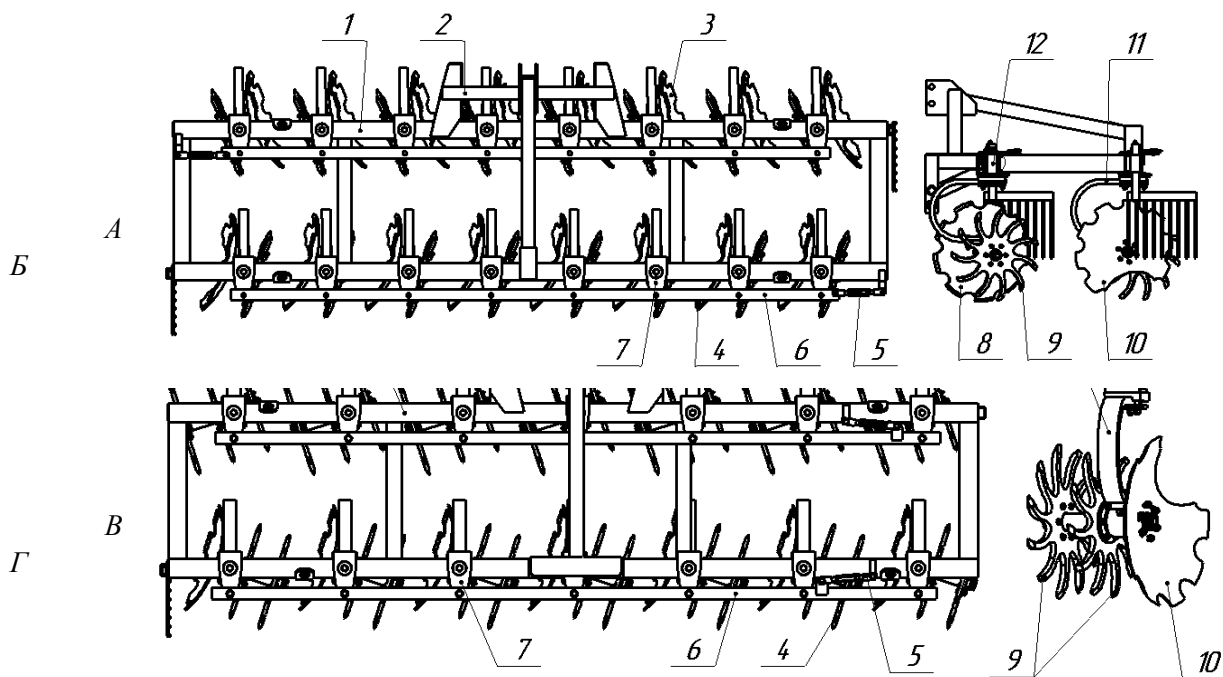


Рис. 1. Бороны для противоэрозийной обработки почвы: А - с двухдисковыми секциями, вид сверху и Б – сбоку; В - с трехдисковыми секциями, вид сверху; Г – трехдисковая секция с вырезным и игольчатыми дисками. 1 - рама; 2 – навесное устройство; 3 - секция передняя; 4 - секция задняя; 5 – талреп; 6 – тяга; 7 – поводок; 8 – диск сферический; 9 диск игольчатый; 10 - диск сферический с вырезом; 11 – стойка; 12 – ось поворота секции

Fig. 1 Harrows for emergency tillage: A - With two-disc sections, top view and B – side view; B - With three-disc sections, top view; C - Three-disc section with cutaway and needle-shaped discs. 1 - Frame; 2 - Attachment; 3 - Front Section; 4 - Rear Section; 5 - Lanyard; 6 - Rod; 7 - Carrier; 8 - Spherical Disc; 9 - Needle-Shaped Disc; 10 - Cutaway Spherical Disk; 11 - Rack; 12 – Section Rotation Shaft

Между дисками секций размещен подшипниковый узел с поворотной С-образной пружинной, или жесткой, или подпружиненной стойкой. Вертикальная ось поворота секции и ось вала с дисками лежат в одной плоскости, что позволяет при изменении угла атаки сохранить заданное перекрытие обрабатываемых полос. Ряды секций снабжены механизмами групповой регулировки их угла атаки, выполненными в виде тяги, шарнирно сопряженной с талрепом и поводками на стойках секций.

Сферические диски в секциях установлены передними и обращены вогнутостью сферы наружу и один к другому в переднем и заднем рядах двухдисковых секций. Для увеличения вместимости борозд предложено использовать сферические диски с диаметром D , большим, чем диаметр d игольчатых. Секции собраны так, что игольчатые диски работают в «пассивном» положении, их зубья входят в почву выпуклой стороной дуги. По ширине захвата бороны секции заднего ряда смещены относительно смежных передних сферических дисков в сторону их вогнутости на величину, не превышающую ширины захвата вырезного диска при установке секции с максимальным углом атаки. Такое смещение обеспечивает возможность заделки борозд от передних сферических дисков и перекрытие обработанных полосок. Сбоку крайних сферических дисков установлены щитки, ограничивающие отброс почвы за пределы обрабатываемого гона.

При выполнении способа бороной с двухдисковыми секциями их передний ряд рыхлит поле с чередованием полосок безотвально разрыхленной игольчатыми дисками, необработанной, затем с бороздами, созданными сферическими дисками и не разрыхленной с гребнем из почвы, выброшенной из борозды на необработанную полоску (рис. 2, А). Далее по ширине гона повторяется указанное их чередование. После переднего ряда секций на полосках, обработанных игольчатыми дисками, сохраняется мульча или стерня, а на одних необработанных – стоячая стерня или другие растительные остатки, а на других – гребни из почвы, отброшенной сферическими дисками

на необработанную полоску. Вслед за указанным секции второго ряда игольчатыми дисками рыхлят одни необработанные полоски, а в других сферическими дисками с вырезом нарезают прерывистые борозды с перемычками, созданными участком выреза диска. Почву из гребней, образованных дисками переднего ряда и борозд, нарезаемых на полосках, содержащих эти гребни, задние сферические диски перемещают в борозды от первого ряда секций, в которых формируют гребни, прерываемые лунками, размещенными сбоку перемычки, образованной вырезом диска (рис. 2 Б).

Ширина стерневой полосы, состоящей из размещенных рядом двух полосок, разрыхленных игольчатыми дисками, не меньше 0,3 м и больше ширины борозды (рис. 2, В). Общая ширина полосы с заделанными растительными остатками (с прерывистой бороздой и лунками) не больше 0,4 м.

Таким образом, безотвально разрыхленные полосы с растительными остатками на поверхности поля предотвращают проявление дефляции, снижают скорость ветра в приземном слое [4]. Прерывистые борозды и лунки, размещенные на полосках с заделанными в почву растительными остатками, собирают воду при снеготаянии и ливнях, улучшают ее поглощение нижними слоями почвы, предотвращают поверхностный сток и эрозию. Гребень, созданный двухдисковой секцией на месте борозды от переднего сферического диска, также задерживает поверхностный сток. При выполнении способа бороной с трехдисковыми секциями передний ряд игольчатых дисков рыхлит поле, сохраняя почвозащитную мульчу, стерню на его поверхности (рис. 2, Г). Игольчатые диски заднего ряда секций рыхлят междуследия дисков переднего ряда, а в одном из них за каждой секцией переднего ряда диски с вырезом нарезают прерывистые борозды и на соседнем междуследии создают гребень из почвы, выброшенной из борозды (рис. 2, Д, Е).

Первый вариант выполнения способа рекомендуется для обработки подверженных дефляции склонов до 6°, второй вариант предпочтительнее для районов с более

активным проявлением дефляции и склонами до 3...4°. При выполнении обоих вариантов почву необходимо обрабатывать по контурам

или поперек склона, а затем, например, перед посевом яровых – в диагональном направлении.

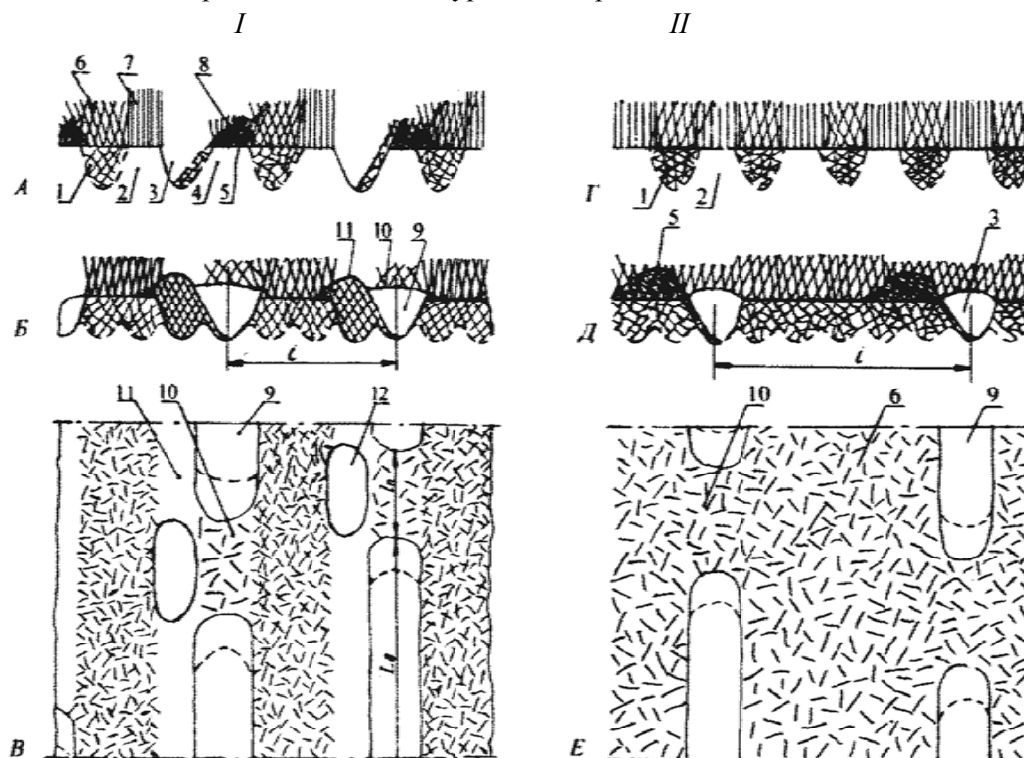


Рис. 2. Схема выполнения способа противоэрозионной обработки почвы боронами с двухдисковыми (I) и трехдисковыми (II) секциями: сечение полос, обработанных секциями переднего ряда – А и Г, и заднего ряда – Б и Д; вид сверху фрагмента обработанного поля В и Е. 1, 4 – полосы, обработанные игольчатыми дисками; 2 – необработанная полоска междурядья; 3 – борозда непрерывная; 4 – почвенный гребень; 6 – стерня на обработанной полоске; 7 – стерня; 8 – присыпанная стерня; 9 – борозда прерывистая; 10 – перемычка; 11 – засыпанная борозда; 12 – перемычка

Fig. 2 A diagram of emergency tillage method using harrows with two-disc (I) and three-disc (II) sections: cross-section of the strips treated with the front row sections - A and D, and with the back row sections - B and E; top view of a fragment of the treated field C and F.

1, 4 - Strips Treated with Needle-Shaped Disks; 2 - Untreated Strip of Row-Spacing; 3 - Continuous Furrow; 4 - Soil Ridge; 6 - Stubble on the Treated Strip; 7 - Stubble; 8 - Stewed Stubble; 9 - Noncontiguous Furrow; 10 - Bulkhead; 11 - Backfilled Furrow; 12 - Bulkhead

При расстоянии между дисками секции 180 и 250 мм и работе бороны с двухдисковыми секциями интервал i между бороздами составляет 360 и 500 мм. Длина каждого участка l_{σ} борозды в 4...5 раз больше длины перемычки, разделяющей ее участки. При диаметре D сферических дисков 560 и 610 мм длина l_{σ} составляет соответственно 1,3...1,45 м и 1,5...1,7 м, а шаг борозд $L \approx 1,8$ и 2 м. Вместимость борозд или общее ко-

личество воды W л/га, которое за один раз может быть накоплено на га:

$$W = \frac{10^4}{li} w l_{\sigma} \quad (1)$$

Так как ширина борозды сверху равна (рис. 3)

$$l = 2\sqrt{h(2R - h)} \sin \lambda, \quad (2)$$

то, для вместимости 10 л/м при минимальной глубине борозды 10 см ее ширина сверху должна составлять около 15 см, а угол атаки диска

$$\lambda = \arcsin \frac{l}{2\sqrt{h(2R-h)}}, \quad (3)$$

или для дисков диаметром 560 и 610 мм угол $\lambda \approx 20,5^\circ$ и $19,4^\circ$.

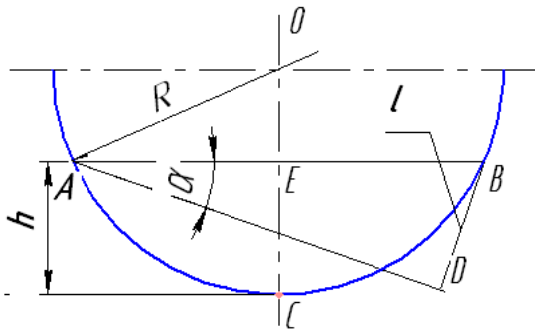


Рис. 3. К определению ширины борозды вырезаемой диском при его глубине хода h
Fig. 3 To the determination of the furrow width to be cut out by the disc at its running depth h

При работе секций с дисками \varnothing 560 мм и интервале между бороздами $i=0,36$ и $0,5$ м количество их участков n около 15,4 и 11,1 тысяч шт./га, а их общая длина 21600 и 15500 м/га.

При вместимости борозды $w=10$ л/м их общая вместимость 216 и 155 м³/га, что при одном их наполнении позволяет увеличить влагосодержание в почве на 21,6 и 15,5 мм.

При работе секций с дисками \varnothing 610 мм и интервале между бороздами 360 и 500 мм количество их участков 13,8 и 10 тыс. шт./га, а общая длина борозд 22200 и 16000 м/га, что обеспечивает их вместимость 222 и 160 м³ (рис. 4). С учетом инфильтрации при наполнении борозд, они могут аккумулировать до 25 и 19 мм ливневых осадков и задержать их сток.

Борона с трехдисковыми секциями и расстоянием между дисками 180 и 250 мм нарезает борозды с интервалом соответственно 540 и 750 мм. При работе секций с дисками \varnothing 560 мм длина борозд составит 14400 и 10370 м/га, а их вместимость 144 и 103 м³/га, а с дисками \varnothing 610 мм – длина борозд при указанных интервалах – 14800 и 10660 м, что позволит накопить в бороздах воды 148 и 106 м³/га или повысить влагосодержание в почве (с учетом инфильтрации)

на 18 и 14 мм. При большей (до 14 см) глубине борозд и угле атаки дисков около 20° их вместимость увеличивается в 1,6 раза. При повторных заполнениях вместимость борозд уменьшается.

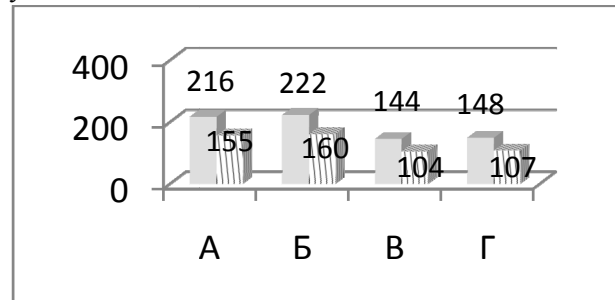


Рис. 4. Вместимость борозд (м³/га) глубиной 10 см при интервале между ними 360 (А), 500 (Б), 540 (В) и 750 (Г) мм и их нарезке дисками диаметром 560 мм (столбцы серые) и 610 мм (со штрихами)

Fig. 4. Furrow Capacity of furrows (m³/ha) of 10 cm depth with furrow spacing 360 (A) 500 (B) 540 (C) and 750 (D) mm and their cutting by discs of 560 mm in diameter (gray columns) and 610 mm (shaded)

Так как полосы со стерней предотвращают дефляцию почвы, снос мелкозема и снега, а прерывистые борозды аккумулируют влагу, предотвращают сток и эрозию, то после обработки поле устойчиво от водной эрозии и дефляции, при этом влагообеспеченность почвы существенно улучшается.

ВЫВОДЫ.

1. Предложен способ обработки почвы с защитой ее от эрозии и дефляции выполняемый с чередованием разрыхленных полос с сохраненными на поверхности поля и заделанными в почву растительными остатками, в которых нарезают прерывистые борозды глубиной не меньше 10 см, при этом длина участка борозды, ограниченного перемычками, больше длины перемычки, по крайней мере, в четыре-пять раз, ширина безотвально разрыхленной полосы больше ширины борозды, а общая ширина полосы, с заделанными растительными остатками и размещенной на ней прерывистой бороздой, не превышает 0,4 м.

2. Для выполнения нового способа обработки разработаны дисковые бороны: с

двухдисковыми секциями, содержащими диски игольчатый (Ø 550 мм) и сферический (Ø 560...610 мм) в переднем ряду и такой же игольчатый и сферический с вырезом – в заднем ряду; с трехдисковыми секциями с игольчатыми дисками в переднем ряду и двумя игольчатыми и сферическим с вырезом – в заднем ряду.

Бібліографія

1. Бараев А.И. Эрозия почв и борьба с ней. А.И. Бараев, А.Н. Каштанов А.С. Извеков и др. // -М.: «Колос». -1980. - 370 с.
2. Жук А.Ф. Рекомендации по применению комбинированных агрегатов для выполнения влагосберегающих технологических процессов. А.Ф. Жук, Н.В. Багдасаров, Н.В. Кузнецов -М.: АгроНИИТЭИИТ. 1989. – С. 13.
3. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. – М.: Изд-во МСХА. – 2000. -473 с.
4. Спирин А.П. Противодефляционная обработка почвы. М.: ВИМ -2006. –246 с.
5. Адамчук В.В. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва. В.В. Адамчук, М.І. Грицишин// -Київ: Аграрна наука. -2012. – 416 с.
6. Адамчук В.В. Матеріально-технічна база галузі рослинництва України: стан та перспективи розвитку. В.В.Адамчук, М.І. Грицишин, Н.М. Перепелиця // Збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». Вып. № 2 (101) // Глевах: ННЦ «ІМЕСГ». - 2015. – С. 246-254.
7. Булгаков В.М. Теорія і практика обробітку ґрунту в сучасних умовах. Збірник «Механізація та електрифікація сільського господарства». Вып. №2 (101) // В.М. Булгаков, С.П. Танчик, В.Т. Надикто // Глевах: ННЦ ІМЕСГ. - 2015. – С.30-38.
8. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Технологія та техніка. Київ: ТОВ «ДІА» -2007. - 276 с.
9. Стрельбицкий В.Ф. Дисковые почвообрабатывающие машины М. «Машиностроение». 1978. – С. 46-49.
10. Уфиркин Н.А. Исследование процесса прерывистого бороздования на склонах. Труды ВИМ, т. 70. М. -1975. – С. 128-141.
11. Уфиркин Н.А. Алиев И.С. О водоудерживающей способности микролиманов. Труды ВИМ, т. 70. М. -1975. – С. 141-153.
12. Грибановский А.П. и др. Комплекс противоэрозионных машин. М.:«Агропромиздат». 1989. - С. 50-53).
13. Кушнарев А.С., Кравчук В.И. Биосфера и агротехнологии: противоречия, проблемы, задачи науки, их решение. Зб. техніко-техно-

3. При выполнении способа противоэрозионной бороной с двухдисковыми секциями, расстоянии между дисками 180 и 250 мм и заглаблении сферических дисков на 10 см прерывистые борозды могут за один раз накопить 216 и 155 м³ воды осадков, а с трехдисковыми 144 и 103,7 м³/га.

логічні аспекти розвитку та випробування нової техніки, технологій для сільського господарства України, вип. 16(30) книга 2 / А.С. Кушнарев, В.И. Кравчук// Дослідницьке: УкрНДПВТ. - 2012. – С.4 - 22.

14. Пат. RU № 2100918 РФ, МПК А01В 21/08. Способ обработки почвы /А.Ф. Жук// Заявка № 96104163/13; заявл. 01.03.96; опубл. 10.01.98. Бюл.№ 1.

15. Пат. RU № 2567015 РФ, МПК А01В 21/08. Почвообрабатывающая дисковая секция/ А.Ф. Жук // Заявка № 2014144523/13; заявлена 07.11.2014; опубл. 27.10.2015. Бюл. № 30.

16. Пат. RU № 2567008 РФ МПК А01В 79/00, 21/08, 13/16. Способ обработки почвы и дисковая борона для его осуществления / А.Ф. Жук // Заявка № 2014144524/13; заявлена 07.11.2014; опубл. 27.10.2015. Бюл. № 30.

References

1. Baraev A.I. Eroziya pochvi i borba s nej/ A.I. Baraev, A.I. Kashtanov, A.S. Izvekov i dr. //M.: Kolos. -1980. -370 s.
2. Zhuk A.F. Rekomendacii po primeneniю kombinirovannih maschin dlya vipolneniya vlagosberegajstih technologicheskih processov /A.F. Zhuk, N.V. Bagdasarov, J.I. Kuznecov// M.: AgroNIITEITO. - 1989. -S. 60.
3. Kiruschin V.I. Ekologizaciya zemledeliya i technologicheskaya politika. M.: Izd-vo MSHA. 2000. - 473 s.
4. Spirin A.P. Protivodefljcionnaya obrabotka pochvi / Spirin A.P. // M.: VIM. -2006. - 246 s.
5. Adamchuk V.V. Sistema tehniko-tehnologicheskogo zabespechennya vurobnuctva produkcii roslinictva/ V.V. Adamchuk, M.I. Gricischin //Kyiv: Agrarna nauka. - 2012. - 416 s.
6. Adamchuk V.V. Materialno-tehnichna baza galuzi roslinictva.: stan ta perspektivi rozvitku/ Adamchuk V.V. Gricischin M.I. Perepelicij N.M. // Zbimik "Mehanizacij ta tlektifikacij silskogo gospodarstva". Vip. 2 (101). Glevaha: NNC IMESG. - 2015. -S. 246-254.
7. Bulgakov V.M. Teorija i praktika obrobitku gruntu v suchasnych umovah/ V.M. Bulgakov, S.P. Tanchik, V.T. Naditko //Zbimik "Mehanizacija ta Etlektifikacija silskogo

gospodarstva". Vip. 2(101). Glevakha: NNC IMESG. -2015. –S.30-38.

8. Gukov Ya. S. Obrobitok gruntu. Tehnologija ta tehnika. Kyiv: TOV «DIA». -2007. -276 s.

9. Strelbicki V.F. Diskovije pochvo-obrabativaychie maschini/ V.F. Strelbicki // M.: Maschinostroenie. 1978. –S. 50-53.

10. Ufirkin N.A. Issledovanie processa prerivistogo borozdovania na sklonah / N.A. Ufirkin// Trudi VIM, t. 70. M., 1975, pp. 128-141. (Russian).

11. Ufirkin N.A. O vodouderzhivaychey sposobnosti mikrolimanov / N.A. Ufirkin, I.S. Aliev I.S.// Trudi VIM, t. 70. M., 1975, pp. 141-153. (Russian).

12. Hribanovski A.P. Komplex protivoroziionnih maschin / A.P. Hribanovski, R.V. Bidlingmayer, E.L. Revyakin i dr.// M.: Agropromizdat. 1989. – C. 50-53.

13. Kuschnariov A.S. Biosfera I agrotehnologii: protivorechij, problem, zadachi nauki, ih reshenie/ A.S. Kuschnariov, V.I. Kravchuk // Zb. Tehniko-tehnologiczni aspekti rozvitku ta viprobuvannia novoi tehniki, tehnologii dla silckogo gospodarstva Ukrainy, vip. 16 (30), kniga 2. -2012. Doslidnicke: UkrNDIPVT. -2012. – S. 4-22.

14. Pat. RU № 2100918 RF, MPK A01B 21/08. Sposob obrabotki pochvi / A.F. Zhuk// Zajavka № 96104163/13; zajavl. 01.03.96; opubl. 10.01.98. Biul. № 1.

15. Pat. RU № 2567015 RF, MPK A01B 21/08. Pochvoobrabativaychaja diskovaja sekcija/ A.F. Zhuk// Zajavka № 2014144523/13; zajavlena 07.11.2014; opubl. 27.10.2015. Biul. № 30

16. Pat. RU № 2567008 RF, MPK A01B 79/00, 21/08, 13/16. Sposob obrabotki pochvi i diskovaja borona dlja ego osuschestvlenija/ A.F. Zhuk// Zajavka № 2014144524/13; zajavlena 07.11.2014; opubl. 27.10.2015. Biul. № 30.

References

1. A.I. Barayev Soil erosion and the fight against it. A.I. Barayev, A.N. Chestnut, A.S. Izvekov et al. // TH.: "Kolos". -1980. – p. 370.

2. A.F. Zhuk. Recommendations for the use of combined units to carry out water saving processes. A.F. Beetle, N.V. Bagdasarov, N.V. Kuznetsov.

-M.: AgroNIITEIIT. 1989 - p. 13.

3. V.I. Kiryushin Greening agriculture and technology policy. - M.: Publishing house of the ICCA. - 2000. – p. 473.

4. Spirin AP Protivodeflyatsionnaya tillage. M.: VIM -2006. - p.246.

5. V. Adamchuk System technical and technological provision of producing plant production. V.V. Adamchuk, M.I. Grytsyshyn // - Kyiv: Agricultural Science. 2012. - 416 p.

6. V.V. Adamchuk Material and technical base of industries plants in Ukraine: situation and prospects. V.V. Adamchuk, M.I. Grytsyshyn, N.M. Perepelytsya // The collection "Mechanization and electrification." Vol. Number 2 (101) // Glevakha: NSC IAEE. - 2015. - p. 246-254.

7. Bulgakov V.M. Theory i practice obrobitku soil in modern conditions. The collection "Mehanizatsyya Rural electrification and the economy." Vol. №2 (101) /V.M. Bulgakov, S.P. Tanchiki, V.T. Nadykto // Glevakha: NSC IAEE. - 2015. - p.30-38.

8. J.S. Gukov Cultivation soil. Technology and technique. Kyiv LLC "DIA" -2007. – P. 276.

9. Strelbitsky V.F. Disc tillage machines M. "Engineering". 1978. - p. 46-49.

10. Ufirkin N.A. Investigation of discontinuous furrowing the slopes. Proceedings of the VIM, t. 70. M. -1975. - p. 128-141.

11. Ufirkin N.A. Aliev I.S. On the water-holding capacity mikrolimanov. Proceedings of the VIM, t. 70. M. -1975. - p. 141-153.

12. Gribanovsky A.P. and others. The complex anti-erosion machines. M.: "Agropromizdat". 1989 - p. 50-53).

13. Kushnarev A.S. Kravchuk V.I. Biosphere and agricultural technology: the contradictions, problems and challenges of science, their decision. ST. Ukraina, VIP. 16 (30) Book 2 / A.S. Kushnarev, V.I. Kravchuk // Doslidnitske: UkrNDIPVT. -2012. - p.4.22.

14. Pat. RU RF number 2100918, IPC A01V 21/08. tillage method /A.F. Beetle // Application number 96104163/13; appl. 03/01/96; publ. 01.10.98. Byul. № 1.

15. Pat. RU RF number 2567015, IPC A01V 21/08. Cultivation disc section / AF Beetle // Application number 2014144523/13; is declared 11/07/2014; publ. 27/10/2015. Bull. Number 30. 16. Pat. RU number 2567008 RF IPC A01V 79/00, 21/08, 13/16. tillage method and disc harrow for its implementation / AF Beetle // Application № 2014144524/13; is declared 11/07/2014; publ. 27/10/2015. Bull. № 30.

УДК 631.33.02

ВИЗНАЧЕННЯ ЯКОСТІ ВИСІВУ НАСІННЯ ПНЕВМОМЕХАНІЧНИМ ВИСІВНИМ АПАРАТОМ З ПЕРИФЕРІЙНИМ РОЗТАШУВАННЯМ КОМІРОК ТА ІНЕРЦІЙНИМ ВИДАЛЕННЯМ ЗАЙВОГО НАСІННЯ

К. В. Васильковська, к. т. н., асистент, e-mail: vasilkovskakv@ukr.net; тел.: +380667103625

О. М. Васильковський, к. т. н., доцент, e-mail: olexa74@ukr.net; тел.: +380667707483

М. М. Петренко, к. т. н., професор, e-mail: petrenkonn@i.ua; тел.: +380504872502

Кіровоградський національний технічний університет

Мета. Для підвищення ефективності точного висіву насіння просапних культур запропоновано нову конструкцію пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок на висівному диску та пасивним пристроєм для видалення зайвого насіння інерційним способом для точного висіву насіння просапних культур.

Методи. Проведена серія досліджень запропонованого висівного апарата на насінні цукрових буряків, визначено вплив розрідження у вакуумній камері висівного апарата, колової швидкості комірок висівного диска, швидкості руху посівного агрегату на коефіцієнт варіації розміщення насіння в рядку. Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи висівного апарата використовувався метод планування багатofакторного експерименту. **Результати.** Запропонована конструкція нового пневмомеханічного висівного апарата дозволяє значно знизити вакуум в системі, збільшив при

цьому колову швидкість комірок висівного диска до значень поступальної швидкості посівного агрегату, тим самим забезпечити сталу точку скидання насіння з висівного диска та однакові траєкторії їх польоту до борозни при якісному заповненні комірок. Визначено основні рівні та інтервали варіювання факторів для висіву насіння цукрових буряків при визначенні коефіцієнта варіації розміщення насіння в рядку. За допомогою пакета прикладних програм Statistica 6.0. для параметра оптимізації – коефіцієнта варіації розміщення насіння в рядку побудовано поверхню відгуку та лінії рівного виходу.

Висновки. Запропонований висівний апарат підвищує рівномірність висіву цукрових буряків та зменшує енергоємність процесу висіву.

Ключові слова: пневмомеханічний висівний апарат, висівний диск, експеримент, коефіцієнт варіації, розрідження, колова швидкість комірок, поступальна швидкість.

UDC 631.33.02

THE DEFINITION OF QUALITY OF PNEUMATIC SOWING MACHINE WITH PERIPHERAL CELLS LOCATION AND INERTIAL SUPERFLUOUS SEEDS EXTRACTION

K. V. Vasytkovska, PhD, E-mail: vasilkovskakv@ukr.net; tel: +380667103625

O. M. Vasytkovsky, PhD, Associate Professor, olexa74@ukr.net; tel: +380667707483

M. M. Petrenko, PhD, Professor, e-mail: petrenkonn@i.ua; tel: +380504872502

Kirovograd National Technical University

The purpose. We provide the new design of pneumatic sowing machine with peripheral cells on the seed disk and a passive device for removing extra seeds with inertia method for precise seeding of cultivated crops. A series of studies was suggested for sugar beet seeds sowing device, we defined the influence of dilution in a vacuum chamber of sowing device and cell angular velocity of seed disk on the coefficient of variation of placing seeds in a row.

Methods. To determine the rational parameters and modes of sowing device we used the method of multifactor experiment planning.

Results. The design of the new pneumatic sowing machine can significantly reduce the vacuum in the system, having increased the angular speed in cell seed disk to the values of seeding device travelling speed, thus provide a constant point of seeds drop from the seed disc at the same trajectory of their

flight to the furrows and the qualitative cells filling. We determined the main levels and intervals of varying factors for sugar beet sowing along with determining the coefficient of variation of placing seeds in a row. Using the application of Statistica 6.0 package for parameter optimization - coefficient of variation of placing seeds in a row there was

constructed the response surfaces and line of even output.

Conclusions. The suggested seeding device increased technological efficiency seeding of cultivated crops and reduces energy process.

Key words: *pneumatic seeding machine/device, seed disc, experiment, coefficient of variation, dilution, cells angular speed, forward speed*

УДК 631.33.02

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫСЕВА СЕМЯН ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКИМ ВЫСЕВАЮЩИМ АППАРАТОМ С ПЕРИФЕРИЙНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ЯЧЕЕК И ИНЕРЦИОННЫМ СПОСОБОМ УДАЛЕНИЯ ЛИШНИХ СЕМЯН

Е. В. Васильковская, к. т. н., ассистент, e-mail: vasilkovskakv@ukr.net; тел.: +380667103625

А. М. Васильковский, к. т. н., доцент, e-mail: olexa74@ukr.net;

тел.: +380667707483

Н. Н. Петренко, к. т. н., профессор, e-mail: petrenkonn@i.ua тел.: +380504872502

Кировоградский национальный технический университет

Цель. Для повышения эффективности точного высева семян пропашных культур предложена новая конструкция пневмомеханического высевающего аппарата с периферийным расположением ячеек на высевающем диске и пассивным устройством для удаления лишних семян инерционным способом для точного высева семян пропашных культур.

Методы. Проведена серия исследований предложенного высевающего аппарата на семенах сахарной свеклы, определено влияние разрежения в вакуумной камере высевающего аппарата, окружной скорости ячеек высевающего диска, скорости движения посевного агрегата на коэффициент вариации размещения семян в рядке. Для определения рациональных параметров и режимов работы высевающего аппарата использовался метод планирования многофакторного эксперимента.

Результаты. Предложенная конструкция нового пневмомеханического высевающего аппарата позволяет значительно снизить вакуум в системе, увеличив при этом окружную скорость

ячеек высевающего диска до значений поступательной скорости посевного агрегата, тем самым обеспечить устойчивую точку сброса семян с высевающего диска и одинаковые траектории их полета к борозде при качественном заполнении ячеек. Определены основные уровни и интервалы варьирования факторов для высева семян сахарной свеклы при определении коэффициента вариации размещения семян в рядке. С помощью пакета прикладных программ Statistica 6.0 для параметра оптимизации – коэффициента вариации размещения семян в рядке построено поверхность отклика и линии равного выхода.

Выводы. Предложенный высевающий аппарат увеличивает технологическую эффективность высева семян пропашных культур и уменьшает энергоемкость процесса.

Ключевые слова: *пневмомеханический высевающий аппарат, высевающий диск, эксперимент, коэффициент вариации, разрежение, окружная скорость ячеек, поступательная скорость.*

Постановка проблемы. Вибір обладнання для сільськогосподарського виробництва на початковому етапі, а саме: сівалки для точного висіву насіння – є першочерговою умовою майбутнього врожаю.

Сучасні пневмомеханічні висівні апарати точного висіву, попри довгу історію їх створення і вдосконалення, мають ряд недоліків, основними з яких є: недостатня дозуюча здатність, викликана обмеженістю колової

швидкості висівного диска ($V_k \leq 0,5$ м/с) і наявність випадкового неконтрольованого перерозподілу інтервалів між насіннями в борозні, внаслідок великої відносної швидкості насіння при контакті з останньою під час руху сівалки на номінальних швидкостях ($V_c = 1,5 \dots 2,5$ м/с). Усунення зазначених недоліків досягається шляхом збільшення колової швидкості висівного диска і узгодження її з поступальною швидкістю сівалки. [1-5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однак, в конструкціях сучасних пневмомеханічних висівних апаратів вирішити дану задачу технологічно неможливо, оскільки це погіршує утворення однонасінневого потоку насіння ще на початковому етапі його формування.

Якість дозування насіння до борозни залежить, в першу чергу, від рівномірності розташування насінин на висівному диску. Тому підхід до обрання форми отворів диска є визначальною початковою умовою рівномірного дозування [6, 7].

З метою підвищення ефективності точного висіву насіння на кафедрі сільськогосподарського машинобудування Кіровоградського національного технічного університету розроблено дослідний зразок секції нової пневмомеханічної сівалки для точного висіву насіння просапних культур (рис. 1) [1-4].

Результати досліджень. Головною особливістю нового висівного апарата (рис. 1)

є використання висівного диска з периферійним розташуванням комірок (рис. 2), за якими на його внутрішній поверхні розмішені лопатки для примусового захоплення насіння диском в робочій камері та подальшого його транспортування до зони скидання.

Для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска у верхній частині циліндричної поверхні корпусу виконано пасивний пристрій у вигляді порожнини, до якої потрапляють зайві насінини і, відокремлюючись від диска, повертаються до зони заповнення.

В нижній частині поверхні корпусу виконано висівне вікно, яке забезпечує вільне випадіння насіння до борозни.

Результати серії попередніх та пошукових досліджень показали [8-14], що заповнення комірок відбувається в момент входження комірки в насіннєвий шар робочої камери.

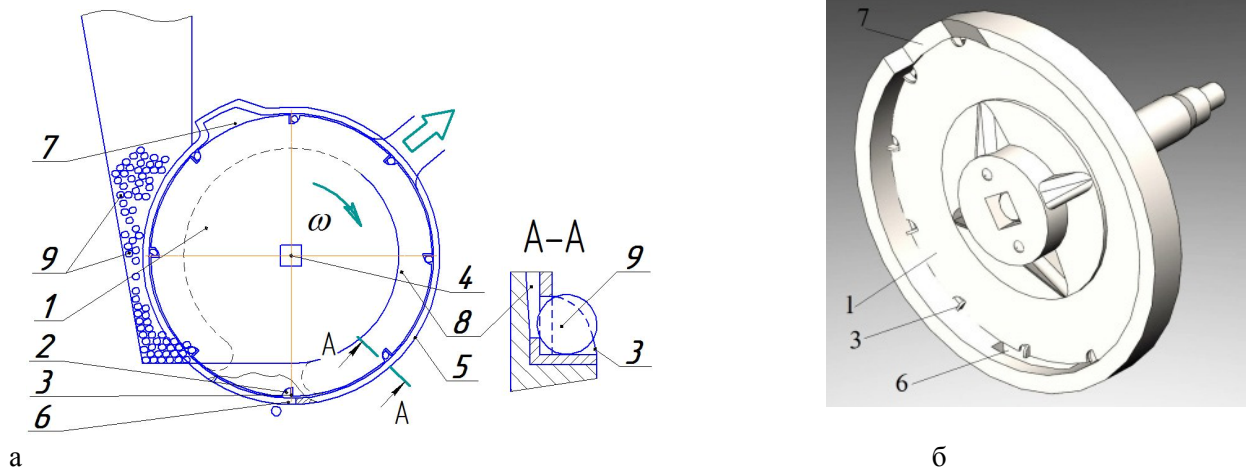


Рис. 1. Пневмомеханічний висівний апарат:

- 1 – висівний диск; 2 – комірка; 3 – лопатка; 4 – приводний вал; 5 – корпус;
- 6 – висівне вікно; 7 – пасивний пристрій для видалення зайвого насіння;
- 8 – вакуумна камера; 9 – насіння

а – схема; б – тривимірний модель

Fig.1. Pneumo-mechanical seed distribution vehicle:

- 1 - sowing disk; 2 - cell; 3 - shoulder-blade; 4 - drive shaft; 5 - the case;
- 6 - sowing window; 7 - passive device for the removal of superfluous seed; 8 - vacuum chamber; 9 – seeds

a - the scheme; b - a three-dimensional model

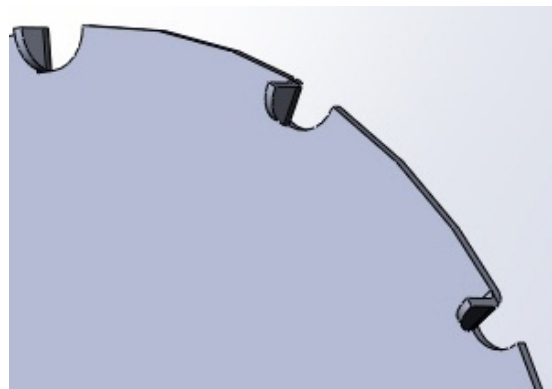


Рис. 2. Загальний вигляд та схема висівного диска з периферійним розташуванням комірок

Fig. 2. General view and location of the sowing disk with the peripheral location of barns

Перед реалізацією експериментальних досліджень провели рандомізацію дослідів для нівелювання впливу факторів, що не контролюються, та забезпечення об'єктивності їх при виборі об'єкта.

Для визначення раціональних параметрів та режимів роботи висівного апарата використовувався метод планування багатофакторного експерименту.

Метою даної серії дослідів була реалізація матриці центрального композиційного плану 2^3 +зіркові точки, в результаті чого встановлено вплив чинників ΔP , V_k , V_c та отримані раціональні параметри та режими роботи висівного апарата з периферійним розташуванням комірок для забезпечення максимальної ефективності висіву насіння просапних культур.

Цей етап експериментальних досліджень надавав можливість оцінити розподіл інтервалів насіння в рядку, для чого використовувався диск з периферійними розташуванням комірок, кількість яких з дорівнювала 4 шт.

Матриця планування експерименту наведена в табл. 1.

Таблиця 1. Матриця планування експерименту 2^3 +зіркові точки
Table 1. Experiment planning matrix 2^3 +star points

Номер дослідів	ΔP , кПа	V_k , м/с	V_c , м/с
	x_1	x_2	x_3
1	-1	-1	-1
2	+1	-1	-1
3	-1	+1	-1
4	+1	+1	-1
5	-1	-1	+1
6	+1	-1	+1
7	-1	+1	+1
8	+1	+1	+1
9	-1,68	0	0
10	1,68	0	0
11	0	-1,68	0
12	0	1,68	0
13	0	0	-1,68
14	0	0	1,68
15	0	0	0
16	0	0	0

Визначено основні рівні та інтервали варіювання факторів для висіву цукрових буряків при визначенні коефіцієнта варіації (табл. 2).

Розрідження у вакуумній камері вибрано на основі рекомендацій досліджень [8-14], результатів першого етапу досліджень [8-14] та з урахуванням теоретичних досліджень [6, 15, 16], відповідно до яких $\Delta P=0,15; 0,3$ кПа та додатково $\Delta P=0,225$ кПа.

Колову швидкість комірок V_k вибрано на основі рекомендацій досліджень [8-14], результатів першого етапу досліджень [8-14] та результатів теоретичних досліджень [6, 15,

16], відповідно до яких $V_k=1,5; 2,5$ м/с та додатково $V_k=2$ м/с.

Швидкість руху липкої стрічки V_c вибрано на основі рекомендацій досліджень [8-12] та результатів теоретичних досліджень [6, 15, 16], відповідно до яких $V_c=1,423; 2,26$ м/с та додатково $V_c=1,84$ м/с.

Кут розкриття порожнини пасивного пристрою для видалення зайвого насіння в дослідах становив $\varepsilon=25^\circ$ [15, 16]

Таблиця 2. Рівні факторів при висіві насіння цукрових буряків висівним апаратом з периферійно розташованими комірками на висівному диску

Table 2. The factor levels in sugar beet seeds sowing with pneumatic sowing machine with peripheral cells on the seed disk

Фактор	Натуральне позначення	Кодове позначення	Інтервал варіювання	Рівні варіювання								
				натуральні			кодовані					
				зіркові точки	верхні	нульові	зіркові точки	зіркові точки	верхній	нульові	нижні	зіркові точки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розрідження у вакуумній камері, кПа	ΔP	x_1	$\pm 0,075$	0,351	0,300	0,225	0,098	+1,68	+1	0	-1	-1,68
Колова швидкість комірок, м/с	V_k	x_2	$\pm 0,5$	2,840	2,500	2,000	1,159	+1,68	+1	0	-1	-1,68
Швидкість руху липкої стрічки, м/с	V_c	x_3	$\pm 0,42$	2,546	2,260	1,840	1,138	+1,68	+1	0	-1	-1,68

Отримані результати реалізації матриці планування експерименту наведено в таблиці 3.

Під час проектування експериментальної установки її конструкція була виконана з можливістю регулювання кожного з параметру, які виходячи з теоретичних та

попередніх досліджень мають вплив на процес висіву насіння [8, 9, 12-14].

Для обробки експериментальних даних застосовували пакет *STATISTICA 6.0* [17-18]. в результаті чого проведено побудову статистичної математичної моделі для коефіцієнта варіації розміщення насіння в борозні ν , ($Y_2 = \nu$).

Таблиця 3. Результати реалізації матриці планування експерименту 2^4

Table 3. The results of experiment planning matrix realization 2^4

Номер досліджу	Фактори			Критерій
	Розрідження у вакуумній камері; ΔP , кПа	Колова швидкість комірок висівного диска; V_k , м/с	Швидкість руху стрічки; V_c , м/с	Коефіцієнт варіації; V , %
	x_1	x_2	x_3	Y_2
1	2	3	4	5
1	0,15	1,5	1,463	10,37
2	0,3	1,5	1,463	7,41
3	0,15	2,5	1,463	8,46
4	0,3	2,5	1,463	25,53
5	0,15	1,5	2,26	25,38
6	0,3	1,5	2,26	25,14
7	0,15	2,5	2,26	57,16
8	0,3	2,5	2,26	36,66
9	0,098	2	1,842	37,92
10	0,351	2	1,842	31,62
11	0,225	1,159	1,842	5,36
12	0,225	2,84	1,842	12,14
13	0,225	2	1,138	19,22
14	0,225	2	2,546	16,35
15	0,225	2	1,842	18,61
16	0,225	2	1,842	18,73

Отримано рівняння регресії:

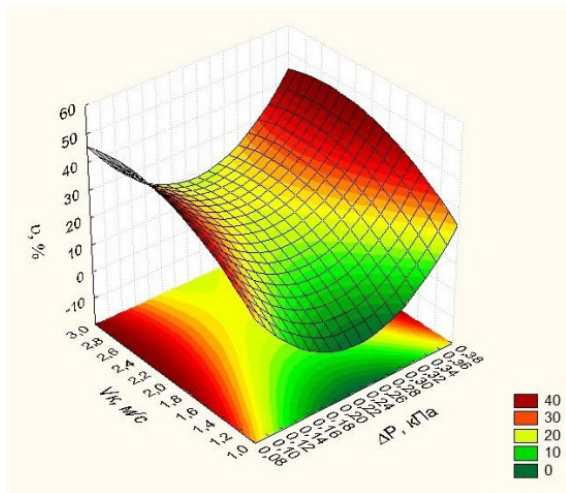
$$Y_2 = 18,134 - 1,309x_1 + 5,263x_2 + 6,217x_3 + 6,659x_1^2 - 2,495x_2^2 + 0,787x_3^2 - 0,028x_1x_2 - 4,333x_1x_3 + 3,493x_2x_3 \quad (1)$$

Статистична оцінка отриманих результатів дозволяє зробити висновки, що досліді рівноточні, оскільки розрахункове значення критерію Кохрена G^P для параметра оптимізації Y становить $G^P = 0,143$ і є меншими за табличне значення $G^T = 0,242$ [19-22], тому приходимо до висновку, що процес відтворюється.

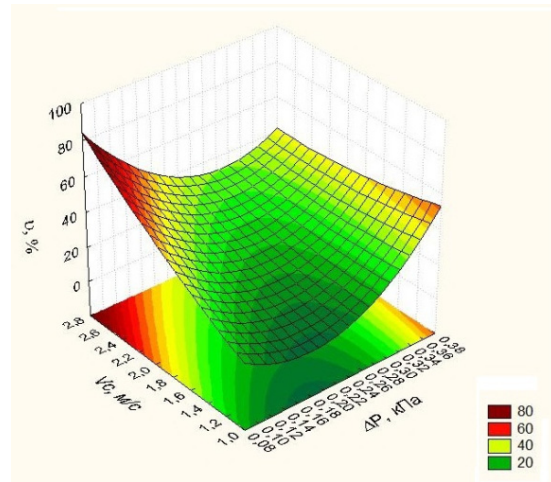
Значущість отриманих коефіцієнтів перевіряли за допомогою критерію Ст'юдента, табличне значення якого для рівня надійності $P_H = 0,95$ і числа степенів свободи $f = 15$ складає $t = 2,131$ [19, 22].

Адекватність рівнянь перевіряли за допомогою критерію Фішера, табличне значення якого для рівня надійності $P_H = 0,95$ і числа степенів свободи $f = 15$ становить $F^T = 4,6$ [20, 22]. Розрахункове значення $F^P = 1,282$ не перевищує табличне, що підтверджує адекватність рівняння, яке описує процес висіву насіння пневмомеханічним висівним апаратом з периферійним розташуванням комірок на висівному диску.

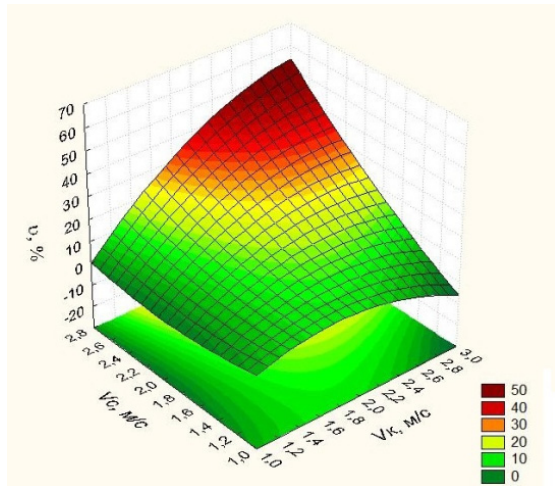
Побудовано поверхні відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта варіації розміщення насіння в борозні V (рис. 3).



а



б



в

Рис. 3. Поверхні відгуку та лінії рівного виходу для коефіцієнта варіації розміщення насіння в борозні:

- а – для $Y_2=f(x_1, x_2)$;
- б – для $Y_2=f(x_1, x_3)$;
- в – для $Y_2=f(x_2, x_3)$

Рис. 3. The response surfaces and line of even output for variation coefficient of placing seeds in a row:

- а – for $Y_2=f(x_1, x_2)$;
- б – for $Y_2=f(x_1, x_3)$;
- в – for $Y_2=f(x_2, x_3)$

Аналіз поверхонь відгуку та ліній рівного виходу для оптимального значення коефіцієнта варіації розміщення насіння в борозні V , дає можливість визначити раціональні значення досліджуваних факторів, а саме:

- величина раціонального розрідження у вакуумній камері $x_1 \rightarrow \Delta P$, повинна знаходитись в межах від 0,20 до 0,30 кПа;
- величина раціонального розрідження у вакуумній камері $x_1 \rightarrow \Delta P$, знаходиться в межах від 0,2 до 0,3 кПа;
- раціональна колова швидкість комірок висівного диска $x_2 \rightarrow V_k$, знаходиться в межах від 2,0 до 2,5 м/с;
- раціональна швидкість руху стрічки (сівалки) $x_3 \rightarrow V_c$, знаходиться в межах від 1,0 до 2 м/с.

Висновки. Раціональне значення коефіцієнта варіації розміщення насіння цукрових буряків в борозні V можливе за умови наближення величини розрідження у вакуумній камері ΔP до значень 0,2...0,3 кПа, колової швидкості комірок висівного диска V_k до значень 2,0...2,5 м/с та швидкості руху сівалки V_c до значень 1,0...2,0 м/с.

Таким чином, конструкція досліджуваного пневмомеханічного апарата дозволяє збільшити колову швидкість комірок, узгодивши її із поступальною швидкістю посівного агрегату в значній мірі зменшити розрідження у вакуумній камері.

Тобто, запропонований висівний апарат покращує рівномірність висіву цукрових буряків та зменшує енергоємність процесу висіву.

Бібліографія:

1. Пат. 77191 U Україна, МПК А01С 7/04 (2006.01). Пневмомеханічний висівний апарат / Петренко М.М., Васильковський М.І., Васильковська К.В.; заявник і патентотримач Кіровоградський національний технічний університет – №u201203339; заявл. 20.03.2012; опубл. 11.02.2013, Бюл. № 3.
2. Петренко М.М. Вдосконалення пневмомеханічного висівного апарата для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М.М. Петренко, М.І. Васильковський, К.В. Васильковська // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. П. Василенка, Т. 1 «Механізація сільськогосподарського виробництва». Вип. 107. – Харків: ХНТУСГ ім. П. Василенка, 2011. – С. 359-363.
3. Петренко, М. М. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / М.М. Петренко, М.І. Васильковський, К.В. Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – 2011. – Вип. 41, Ч. 1. – С. 288–293.
4. Васильковська К.В. До обґрунтування параметрів пневмомеханічного висівного апарата с периферійним розташуванням комірок для точного висіву насіння просапних культур [Текст] / К.В. Васильковська // «Розвиток наукових досліджень 2012»: матеріали VIII міжн. наук.-практ. конф., Т. 11 – Полтава: ІнтерГрафіка, - 2012. - С. 26-27.
5. Sydorчук O. Impact of meteorological conditions on the need in adaptive performing of technological operations of soil tillage and crop sowing / O. Sydorчук, P. Lub, O. Malanchuk// ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. – Lublin ; Rzeszow, – Volum 3, number 4. – p.35–39.
6. Васильковська К.В. Вплив форми і типу комірок висівного диска на якість дозування насіння [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Східноєвропейський журнал новітніх технологій. Vol 6, No 7 (72) (2014) – Харків: Технологічний центр, 2014. - С. 33-36.
7. Васильковська К.В. Обґрунтування параметрів універсального пневмомеханічного висівного апарата точного висіву: дис. на здоб. наук.ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11. «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / К.В. Васильковська. – Кіровоград, 2014.
8. Васильковська К.В. Експериментальні дослідження пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок для висіву насіння просапних культур [Текст] / К.В.Васильковська // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 42, Ч. 2 – Кіровоград: КНТУ, 2012. – С. 142-147.
9. Васильковская Е.В. Исследование пневмомеханического высевающего аппарата с периферийным расположением ячеек для точного посева семян пропашных культур [Текст] / Е.В. Васильковская, Н.Н. Петренко, М.И. Васильковский // Вестник аграрной науки Дона №2 (22) 2013. – Зерноград: ФГБОУ ВПО АЧГАА, 2013. – С. 27-32.
10. Vasytkovska K. Researches of pneumatic sowing machine with peripheral cells location and inertial superfluous seeds extraction [Text] / K. Vasytkovska, O. Vasytkovskyu, O. Anisimov, N. Trykina // ECONTECHMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL – Lublin; Rzeszow. Vol. 4. No. 3. 2015, 85-89.
11. Vasytkovska K. Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops [Text] / K. Vasytkovska, O. Vasytkovskyu, S. Leschenko, D. Petrenko // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 44 – Кіровоград: КНТУ, 2014. – С. 3-6.
12. Васильковська К. В. Визначення оптимальних параметрів пристрою для видалення зайвого насіння з комірок висівного диска пневмомеханічного апарата [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету: Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. Вип. 28 – Кіровоград, КНТУ, 2015. – С. 159-163.
13. Васильковська К.В. Аналіз посівних властивостей насіння цукрових буряків після висіву пневмомеханічним висівним апаратом [Текст] / К.В. Васильковська // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету – Вип. 15.,Т. 4. – Мелітополь: ТДАТУ, 2015. – С. 115-122.
14. Васильковська К.В. Польові випробування секції пневмомеханічної сівалки з запропонованим висівним апаратом [Текст] / К.В. Васильковська, О.М. Васильковський, С.М. Мороз // Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, ЛНТУ, Луцьк. - 2015. - Вип. 30. – С. 32-36.
15. Васильковська, К. В. Аналіз роботи пневмомеханічного висівного апарата з периферійним розташуванням комірок / К.В. Васильковська, М.М. Петренко, С.Я. Гончарова [Текст] // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 43, Ч. 1 – Кіровоград: КНТУ, 2013. – С. 18-22.

16. Васильковская Е. Обоснование конструктивной схемы пневмомеханического высевающего аппарата для точного высева семян пропашных культур [Текст] / Е. Васильковская, Н. Петренко, С. Гончарова // MOTROL. COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE – Lublin , Vol.15, No. 2, - 2013, 99–105.

17. Боровиков В. STATISTICA. Искусство анализа данных на компьютере: Для профессионалов. [Текст] / В. Боровиков. – СПб.: Питер, 2003. – 688 с.

18. Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. Практикум по статистическим методам и исследованию операций с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL: Учебное пособие. [Текст] / Э.А. Вуколов. – М.: Форум, 2008. – 464 с.

19. П'ятницька-Позднякова І.С. Основи наукових досліджень у вищій школі: Навч. посібник [Текст] / І.С. П'ятницька-Позднякова. – К.: Центр навчальної літератури, 2003. – 116 с.

20. Петренко М.М. Основы научных исследований в сельском хозяйстве: Учебное пособие. [Текст] / М.М. Петренко. – Кировоград: Кировоградское государственное издательство, 1997. – 148 с.

21. Хайліс Г.А. Основы проектирования и исследования сельскохозяйственных машин: Навч. посібник [Текст] / Г.А. Хайліс, Д.М. Коновалюк. – К.: НМКВО, 1992. – 320 с.

22. Василенко П.М. Основы научных исследований. Механизация сельского хозяйства: Учебное пособие для с.-х. вузов. [Текст] / П.М. Василенко, Л.В. Погорелый. – К.: Вища школа, 1985. – 266 с.

References

1. Pat. U 77191 Ukraine, IPC A01S 04/07 (2006.01). Pneumatic seeding machine / Petrenko M.M., Vasylovskyy M.I., Vasylovskaya K.V.; the applicant patent holder Kirovograd National Technical University - №u201203339; appl. 20.03.2012; publ. 02.11.2013, Bull. № 3.

2. Petrenko M.M. Improving pneumatic sowing machine for precise seeding of cultivated crops [Text] / M.M. Petrenko, M.I. Vasylovskyy, K.V. Vasylovskaya // Bulletin of Kharkov National Technical University of Agriculture n.a. P. Vasilenko, V. 1 "Mechanization of agriculture". Vol. 107 - Kharkov: KNTUA n.a. P. Vasilenko, 2011, – p.359-363. (in Ukraine).

3. Petrenko M.M. By the study parameters of pneumatic sowing machine with a peripheral cells for precision in seeding row crops [Text] / M.M. Petrenko, M.I. Vasylovskyy, K.V. Vasylovskaya // Construction of production and operation of agricultural machinery: national interdepartmental scientific and technical collection. - 2011. - Vol. 41, Part 1. – p.288-293. (in Ukraine).

4. Vasylovskaya K.V. By the study the parameters of pneumatic sowing machine with a peripheral cells for precision of seeding row crops [Text] / K.V. Vasylovskaya // "Development Research" 2012": materials VIII Int. scientific-practic. Conf., T. 11 - Poltava: InterHrafika, 2012. – p.26-27. (in Ukraine).

5. Sydoruk O. Impact of meteorological conditions on the need in adaptive performing of technological operations of soil tillage and crop sowing / O. Sydoruk, P. Lub, O. Malanchuk // ECONTECHMOD: an international quarterly journal on economics in technology, new technologies and modelling processes. - Lublin; Rzeszow, - Volum 3, number 4. – p. 35-39. (in English).

6. Vasylovskaya K.V. Influence of the shape and type of seed cells drive on the quality of dispensing seeds [Text] / K.V. Vasylovskaya, O.M. Vasylovskyy // Eastern European Journal of latest technology. Vol 6, No 7 (72) (2014) - Kharkov: Technological Center, 2014. – p. 33-36. (in Ukraine).

7. Vasylovskaya K.V. Justification settings of universal pneumatic sowing machine precision seeder: Dis. on Science. degree candidate. Sc. Sciences specials. 05.05.11. "Machinery and mechanization of agricultural production" / K.V. Vasylovskaya. - Kirovograd, 2014.

8. Vasylovskaya K.V. Experimental studies of pneumatic sowing machine with a peripheral cells for seeding row crops [Text] // Design, production and operation of agricultural machinery. A national interdepartmental scientific and technical collection. Vol. 42, Part 2 - Kirovograd: KNTU, 2012. – p.142-147. (in Ukraine)

9. Vasilkovskaya E.V. Study of pneumatic mechanical sowing machine with peripheral location of cells for accurate seeding of cultivated cultures [Text] / E.V. Vasilkovskaya, N.N. Petrenko, M.I. Vasylovskyy // Agrarian Herald Science Don №2 (22) 2013. - Zernograd: FHBOU IDPs ACHHAA, 2013. – p. 27-32. (in Russian)

10. Vasylovskaya K. Researches of pneumatic sowing machine with peripheral cells location and inertial superfluous seeds extraction[Text] / K. Vasylovskaya, O. Vasylovskyy, O. Anisimov, N. Trykina// ECONTECHMOD. AN INTERNATIONAL QUARTERLY JOURNAL – Lublin; Rzeszow. Vol. 4. No. 3. 2015. – p. 85-89. (in English).

11. Vasylovskaya, K. Characterization of peripherally based cells of the pneumatic-mechanical seeding machine of accurate sowing for tilled crops [Text] / K. Vasylovskaya, O. Vasylovskyy, S. Leschenko, D. Petrenko // Design, production and operation of agricultural machinery. A national interdepartmental scientific and technical collection. Vol. 44 - Kirovograd: KNTU, 2014. – p. 3-6. (in English).

12. Vasylovskaya K. Determination of the optimal parameters extra seeds from seed cells disk of

a pneumatic device [Text] / K.V. Vasylovskya, O.M. Vasylovskyy // Proceedings of Kirovohrad National Technical University: Engineering in agriculture industrial machinery, automation. Vol. 28 - Kirovograd, KNTU, 2015. – p. 159-163. (in Ukraine).

13. Vasylovskya K. Field tests with use of pneumatic seed disks with the proposed device [Text] / K.V. Vasylovskya, O.N. Vasylovskyy, S.M. Moroz // Lutsk National Technical University: Farm equipment LNTU, Lutsk. - 2015. - Vol. 30. – p. 32-36. (in Ukraine).

14. Vasylovskya K.V. Analysis properties sown sugar beet seeds after sowing seed pneumomechanical device [Text] / K.V. Vasylovskya // Taurian State Agrotechnical University: Farm equipment TSATU, Melytopol. – 2015. - No. 15, T. 4. – p.115-122. (in Ukraine).

15. Vasylovskya K. Analysis of the pneumatic sowing machine with a peripheral cells / K.V. Vasylovskya, M.M. Petrenko, S.Y. Goncharova [Text] // Design, production and operation of agricultural machinery. A national interdepartmental scientific and technical collection. Vol. 43, Part 1 - Kirovograd: KNTU, 2013. – p. 18-22. (in Ukraine).

16. Vasilkovsky E. Rationalization of a constructive scheme of a seeding pneumatic mechanical device for accurate seeding of cultivated cultures [Text] / E. Vasilkovsky, N. Petrenko, S. Goncharov // MOTROL. COMMISSION OF

MOTORIZATION AND ENERGETICS IN AGRICULTURE - Lublin, Vol.15, No. 2 – 2013. – p. 99-105. (in Russian).

17. Borovykov V. STATISTICA. Art data analysis on the computer now, for professionals. [Text] / V. Borovykov. - SPb.: Peter, 2003. – 688 p.

18. Vukolov E.A. Fundamentals of statistic analysis. Workshop on research of statistic methods and operations with using STATISTICA packets and EXCEL: Uchebnoe posobyie. [Text] / E. A. Vukolov. - M.: Forum, 2008. – 464 p.

19. Pyatnytska-Pozdnyakova I. Basic research in higher education: Teach. guide [Text] / I.S. Pyatnytska- Pozdnyakova. - K.: Centre textbooks, 2003. – 116 p.

20. Petrenko M. Basic research in agricultural engineering [Text] / M. Petrenko. - Kirovograd, Kirovograd State Publishing House, 1997. – 148 p.

21. Haylis G.A. Fundamentals of design and research of agricultural machinery: Teach. guide [Text] / G.A. Haylis, D.M. Konovalyuk. - K.: NMKVO, 1992. – 320 p..

22. Vasilenko P.V. Fundamentals of scientific researches. Mechanization of agriculture sector: Workbook for s.-h. universities. [Text] / P.V. Vasilenko, L.V. Pohorelyi. - K. : High School, 1985, – 266 p.

УДК 631.358:633.521

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЯГОВОГО ОПОРУ ГОЛЧАСТОЇ БОРОНИ

В. О. Шейченко, д. т. н., завідувач відділу,

e-mail: vsheychenko@mail.ru, тел.: +38-050-383-95-32

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»;

Г. А. Хайліс, д.т.н., професор – *Луцький національний технічний університет;*

В. В. Шевчук, к.т.н.;

М. В. Шевчук, аспірант – *Уманський національний університет садівництва*

Резюме

Мета. Підвищення якості обробітку ґрунту завдяки вдосконаленню технологічних процесів і конструкції голчастої борони, кут загострення голок якої може змінюватися; визначення значень тягового опору експериментальної секції голчастої борони.

Методика. Методика проведення досліджень включала вибір ділянки з характерним для даного поля покриттям. Тяговий опір секцій серійної та експериментальної борін, розміщених на загальній рамі, визначали за умови встановлення на експериментальній секції голок з різним кутом конусності (5° , 7° і 9°).

В експериментальних дослідженнях використовували площинний спосіб, який забезпечує визначення результуючої сили, що діє між трактором і знаряддям, в одній площині (поздовжньо – вертикальній); визначали залежність горизонтальної і вертикальної складових тягового опору від глибини обробітку ґрунту, швидкості руху агрегату і кута загострення голок (трифакторний експеримент).

Результати. Відзначено, що експериментальна секція голчастої борони задовільно виконує технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту.

В порівнянні з серійною секцією УСМК-5,4 результуючий тяговий опір експериментальної секції був менше для голок з кутом конусності 5°

на 30%, а для голок з кутом 7° на 17%. Для голок з кутом конусності 9° значення результуючого тягового опору відповідало тяговому опору серійної секції з відхиленням $\pm 2\%$.

Оптимальними і допустимими режимами роботи агрегату з експериментальною секцією голчастої борони, обґрунтованими за критерієм мінімуму витрат енергії та якості виконання технологічного процесу, є режими, при яких поступальна швидкість руху складає 2.77-3.05 м/с, кут загострення голки 7° .

Висновки. 1. За результатами досліджень експериментальної секції голчастої борони встановлено, що її результуюче значення тягового опору в порівнянні з серійною секцією УСМК-5,4 було менше для голок з кутом загострення 5° на 30%, кутом 7° на 17%. Для голок з кутом загострення 9° значення результуючого тягового опору відповідало тяговому опору серійної секції з відхиленням $\pm 2\%$.

2. Отримано рівняння регресії і побудовано залежності, які описують взаємозв'язок між зусиллям опору і кутом загострення, швидкістю і глибиною занурення голки. Глибина занурення голки в ґрунт є найбільш вагомим фактором, який впливає на значення сили опору.

Ключові слова: голчаста борона, голка голчастої борони, тяговий опір, глибина обробітку ґрунту, швидкість руху агрегату.

UDC 631.358:633.521

TRACTION RESISTANCE NEEDLE HARROW

V. O. Sheychenko, *Doctor of Science, leader department,*
e-mail: vsheychenko@mail.ru, Tel.: +38-050-383-95-32,
National Scientific Center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"
G. A. Haylis, *Doctor Sc. science, Prof. – Lutsk National Technical University,*
V. V. Shevchuk, *candidates whith Engineering. Science,*
M. V. Shevchuk, *graduate student– Uman National University of Horticulture*

Summary

Purpose. The purpose of research, improve the quality of soil treatment by improving technological processes and design needle harrows, wedge angle of needles which can vary; Determination of resistance to traction experimental section needle harrow.

Methods. The methodology of the study includes site selection with the characteristic of the field covered. Traction resistance and serial sections experimental harrow mounted on a common frame determined when installed in the experimental section of the needle with a different cone angle (5° , 7° and 9°). In experimental studies using a planar process, which provides for determining the resultant force acting between the tractor and the implement, in one plane (longitudinally – vertical dependence of the horizontal and vertical components of the traction resistance of the working depth of the soil, the speed of movement of the unit and the angle of taper needles (three-factor experiment).

Results. It is noted that the experimental section of the needle harrow performs satisfactorily process the surface treatment of the soil. Compared with the serial section Administration of Main Canals-5.4, the resulting tractive resistance experimental section was less than for needles with taper angle of 5°

to 30%, and the needle with an angle of 7° to 17%. To sharpen the needle at an angle of 9° the value of the resulting traction resistance corresponded to the draft of the serial sections with a tolerance of $\pm 2\%$. Optimal and acceptable modes of operation of the unit with the experimental section of the needle harrows, founded on the criterion of minimum energy consumption and quality of process are modes in which the translational movement speed of 2.77-3.05 m/s, wedge angle of the needle 7° .

Conclusions. 1. According to the research section of the experimental needle harrows found that the resulting value of its traction resistance compared to the serial section Administration of Main Canals-5.4 was lower for needles with an angle of taper of 5° to 30% at 7° to 17%. To sharpen the needle at an angle of 9° the value of the resulting traction resistance corresponded to the draft of the serial sections with a tolerance of $\pm 2\%$. 2. The resulting regression equation and constructed according to describe the relationship between effort and resistance taper angle, speed and immersion depth of the needle. Immersion depth of the needle into the soil is the most important factor that affects the value of the resistance force.

Key words: *needle harrow, harrow of needle, pulling resistance, tillage depth, the speed of the machine*

УДК 631.358:633.521

ТЯГОВОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ИГОЛЬЧАТОЙ БОРОНЫ

В. А. Шейченко, *д.т.н, заведующий отделом,*
e-mail: vsheychenko@mail.ru, тел.: +38-050-383-95-32,
Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»;

Г. А. Хайлис, *д.т.н., профессор – Луцкий национальный технический университет;*

В. В. Шевчук, *к.т.н.,*

М. В. Шевчук, *аспирант – Уманский национальный университет садоводства*

Резюме

Цель. Повышение качества обработки почвы благодаря усовершенствованию технологических процессов и конструкции игольчатой бороны, угол заострения игл которой может

изменяться; определение значений тягового сопротивления экспериментальной секции игольчатой бороны.

Методика. Методика проведения исследований включала выбор участка с характерным

для даного поля покритиєм. Тягове спротивлення секцій серійної і експериментальної борон, установлених на загальній рамі, визначали при умови установки на експериментальній секції игл с різним кутом конуса (5^0 , 7^0 і 9^0).

В експериментальних дослідженнях використовували плоскостний спосіб, який забезпечує визначення результуючої сили, діючої між трактором і оруддям, в одній площині (продольно – вертикальній). Визначали залежність горизонтальної і вертикальної складових тягового спротивлення від глибини обробки ґрунту, швидкості руху агрегату і кута заострення игл (трифакторний експеримент).

Результати. Відзначено, що експериментальна секція иглою борони задовільно виконує технологічний процес поверхневої обробки ґрунту.

По порівнянню з серійною секцією УСМК-5,4, результуюче тягове спротивлення експериментальної секції було менше для игл с кутом заострення 5^0 на 30%, а для игл с кутом 7^0 на 17%. Для игл с кутом заострення 9^0 значення результуючого тягового спротивлення відповідає тяговому спротивленню серійної секції с відхиленням $\pm 2\%$.

Проблема

Зусилля науковців, які направлено на зменшення тягового і питомого опору сільськогосподарських машин, здійснюються завдяки постійним дослідженням більш досконалих з точки зору енергоємності робочих органів і технологій проведення польових робіт.

Усі фактори, які впливають на тяговий опір машини, можна класифікувати наступним чином: природно-кліматичні (тип і стан ґрунту, рельєф, каменістість, метеорологічні умови); конструкційні (тип, форма та кількість робочих органів, матеріал, з якого вони виготовлені та технології виготовлення, вага машини, тип і конструкція ходового апарату тощо); експлуатаційні (технічний стан машини, правильність регулювань, ступінь зношення робочих органів тощо).

Саме тому, дослідження, які направлено на покращення якісних і енергетичних показників технологічних процесів обробки ґрунту голчастими боронами, кут заострення голок яких може змінюватися, особливо за умов їх застосування для мілкої поверхневої розпушування ґрунтів в природно-

оптимальними і допустимими режимами роботи агрегату с експериментальною секцією иглою борони, обґрунтованими по критерію мінімуму затрат енергії і якості виконання технологічного процесу, являються режими, при яких поступальна швидкість руху становить 2.77-3.05 м/с, кут заострення игли 7^0 .

Висновки. 1. По результатам досліджень експериментальної секції иглою борони встановлено, що її результуюче значення тягового спротивлення по порівнянню з серійною секцією УСМК-5,4 було менше для игл с кутом заострення 5^0 на 30%, кутом 7^0 на 17%. Для игл с кутом заострення 9^0 значення результуючого тягового спротивлення відповідає тяговому спротивленню серійної секції с відхиленням $\pm 2\%$.

2. Отримані рівняння регресії і побудовані залежності описують взаємозв'язок між силою спротивлення і кутом заострення, швидкістю і глибиною погруження игли. Глибина погруження игли в ґрунт є найбільш важливим фактором, який впливає на значення сили спротивлення.

Ключові слова: иглою борона, игла иглою борони, тягове спротивлення, глибина обробки ґрунту, швидкість руху агрегату.

кліматичних зонах, які схильні до вітрової ерозії, є актуальними.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Технологічний процес ротаційних робочих органів типу голчастий диск, голчаста мотика полягає в тому, що при вільному перекиданні їх в шарі ґрунту голки входять в нього, зминаючи і зриваючи його в напрямку обертання, частково відкидаючи його назад і на боки, здійснюючи розпушування пласта, кришіння брил, зароблення рослинних решток і часткове витягування їх з ґрунту, а також знищуючи бур'яни і розрівнюючи нерівності мікрорельєфу [1-3].

Кінематику ротаційних робочих органів, зокрема дискових, розглядали багато дослідників. Найбільш повний аналіз кінематики сферичних дисків різних типів з необхідними вихідними даними для розрахунку і конструювання дискових машин наведено у [4-7].

Проте дослідження залежності горизонтальної і вертикальної складових тягового опору голчастих дисків без приводної дії від глибини обробки ґрунту, швидкості руху агрегату та кута заострення голки, на наш погляд, ще недостатньо вивчено.

Мета досліджень – підвищення якості обробки ґрунту завдяки вдосконаленню технологічних процесів та конструкції голчастої борони, кут загострення голок яких може змінюватися, уточненню показників горизонтальної і вертикальної складових тягового опору.

Методика досліджень. Дослідження процесу оброблення ґрунту експериментальною та серійною секціями голчастої борони проводили на експериментальній установці (рис. 1), яка включала в себе основну раму 1, на якій встановлено експериментальну 2 та серійну 3 секції. Експериментальна секція

голчастої борони складається із ряду голкових дисків 4 (рис.1), осі яких жорстко зв'язані одна з одною. Кожний диск має ступицю 5, вісь 6, втулку 7 та голки 8, жорстко з'єднанні із ступицею. Голка 8 являє собою радіально закріпленій на диску прямолінійний стрижень, форма якого в середній частині близька до циліндричної; в кінцевій частині кожна голка виконана у вигляді конуса і закінчується вістрям. Для підвищення жорсткості голки у середній її частині можуть бути виконані одночасно з ребрами жорсткості. При русі дисків з голками кінець кожної голки описує у повітрі циклоїду.

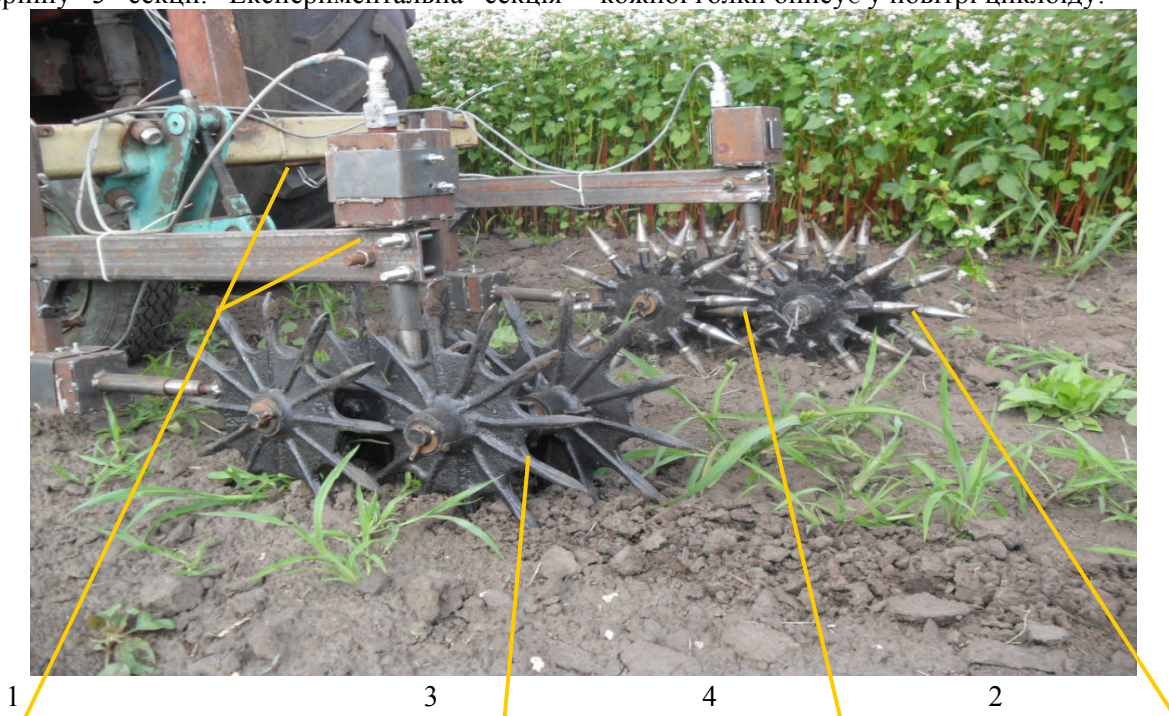


Рис. 1. Експериментальна установка для експлуатаційно-технологічної та енергетичної оцінки секції голчастої борони: 1–рама; 2– експериментальна секція ; 3– серійна секція; 4– диск голок
Fig. 1. Experiental installation for ekspluatation-tehnology and energy mark section needle harrow: 1– frame; 2- experiental section; 3- serial section; 4- golok drive

Під час руху експериментальної установки диск з голками обертається навколо осі, яка закріплена на рамі 1. Аналогічно на окремій осі закріплено секцію серійного культиватора, яка також обертається навколо власної осі. Експериментальна установка забезпечує рух секцій на однаковій висоті від поверхні ґрунту.

Методика проведення досліджень включала вибір ділянки з характерним для даного поля покриттям. Тяговий опір секцій серійної і експериментальної борін, встановлених на спільній рамі, визначали за умов встановлення на експериментальній секції голок з різним

кутом конуса (5° , 7° і 9°). Агрегатувannya здійснювали трактором МТЗ-80. Кількість повторностей – три. Мінімальна довжина шляху агрегату складала 40 м. Її визначено із умов, щоб допустима похибка не перевищуватиме 2%, а надійність дорівнювала 0,95.

В експериментальних дослідженнях використовували площинний спосіб, який забезпечує визначення результуючої сили, що діє між трактором та знаряддям, в одній площині (поздовжньо-вертикальній). Метод (динамометричних) тензометричних рамок представляє собою одну із схем динамометричного трактора. При цьому спеціальна пластина розташована на

рамці, до якої кріпиться випробувана секція і має тільки одну ступінь вільності: в поздовжньому або вертикальному напрямку. Ця ступінь вільності обмежується сило-вимірною тензоланкою. Тензометричне обладнання включало тензорезистори КФ -4,5, два опори по 100 Ом кожен, реохорд дротяний, графобудівник Н 303/1, батарею 10 В, з'єднувальні дроти.

Визначали залежність горизонтальної і вертикальної складових тягового опору від глибини обробки, швидкості руху агрегату

та кута загострення голки (трифакторний експеримент).

Результати досліджень. Програма експериментальних досліджень передбачала проведення тарування датчиків, які встановлено на експериментальній установці, за результатами якого побудовано тарувальні діаграми (рис. 2), якими встановлено залежність показів приладу від значень вимірної величини (горизонтальні і вертикальні складові сили опору серійної – а) та експериментальної – б) секцій голкової борони.

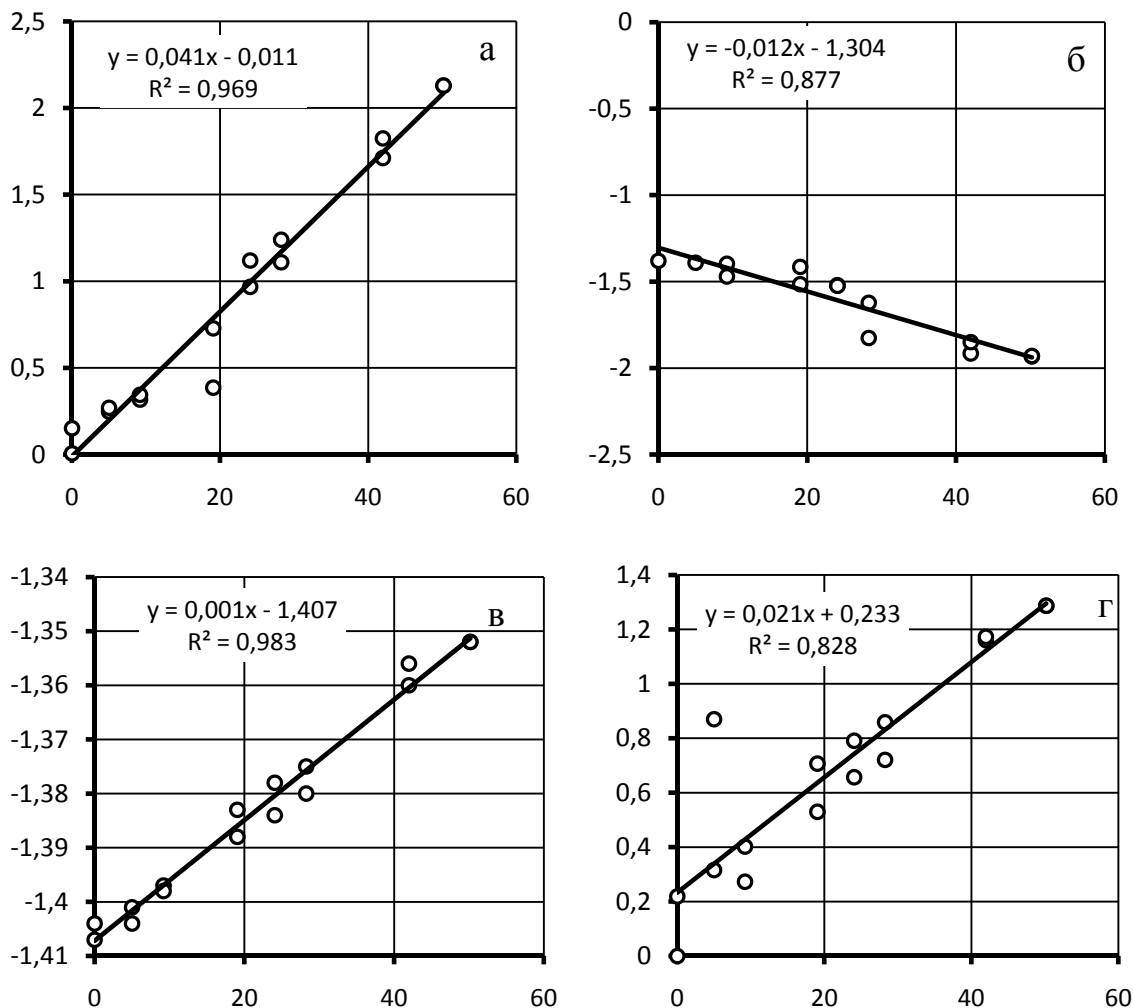


Рис. 2. Тарувальні криві горизонтальної і вертикальної складових сили опору експериментальної серійної – а, б та серійної – в, г секцій голкової борони

Fig. 2. A calibration curves horizontal and vertical components of the resistance of the experimental series - a, b, and continuous - в, г needle harrow sections

Дослідження з визначення тягового опору проведено на трьох швидкостях 1,9 м/с, 2,77 та 3,05 м/с. Результати досліджень з визначення сили опору серійної (секція

культиватора-розпушувача УСМК-5,4) та експериментальної секції голчастої борони наведено на рисунках 3 – 5.

Таблиця. Умови випробувань
Table. Test conditions

Показник	Значення показника	
Склад агрегату	Серійна + секція експериментальної голчастої борони	
	Секція УСМК-5,4	секція експериментальної голчастої борони
Вид роботи	Поверхневий обробіток ґрунту	Поверхневий обробіток ґрунту
Умови роботи:		
- Тип ґрунту		
- вологість ґрунту в шарі від 0 до 15 см, %	19,5-27,2	19,5-27,2
- твердість ґрунту в шарі від 0 до 15 см;		
МПА	0,29-1,28	0,29-1,28
- засміченість бур'янами в зоні обробітку, шт/м ²	18	18
- висота бур'янів, см	5,6	5,6
Режим роботи:		
- робоча швидкість, км/год	1,9; 2,77; 3,05	1,9; 2,77; 3,05
- глибина обробітку, см	4; 6; 8	4; 6; 8
Термін виконання робіт	03.07.2014	
Показники якості виконання технологічного процесу:		
- підрізання (знищення) бур'янів, %	97,9	98,5
- якість розпушування ґрунту (розміри фракцій до 25 мм), %	88,4	
голка з кутом загострення:		
- 5 ⁰		88,2
- 7 ⁰		90,5
- 9 ⁰		93,5

За результатами досліджень встановлено, що збільшення глибини та швидкості обробітку ґрунту призводить до зростання результуючого тягового опору для усіх голок (рис. 3). Відзначено, що експериментальна секція голчастої борони задовільно виконує технологічний процес в умовах, що спостерігалися під час проведення досліджень і були типовими для проведення поверхневого обробітку ґрунтів.

Результуюча сила опору експериментальної секції голчастої борони, яка складалася із дисків з голками різних кутів загострення (5⁰; 7⁰; 9⁰), на усіх режимах випробувань (швидкостях 1,9 – 3,05 м/с; глибині оброблення 4 - 8 см) була меншою за аналог.

В порівнянні із серійною секцією УСМК-5,4 результуючий тяговий опір експериментальної секції був менший для голок з кутом загострення 5⁰ на 30%, а для голок з кутом 7⁰ – на 17%. Для голок з кутом загострення 9⁰ значення результуючого тягового опору дорівнює тяговому опору серійної секції з відхиленням ± 2%.

Встановлено, що із збільшенням глибини обробітку ґрунту інтенсивність зростання сил опору вища на 24 %, ніж при меншій глибині обробітку ґрунту. При збільшенні середньої швидкості секції від 1,90 м/с до 3,05 м/с зростає результуюча сила тягового опору секції.

Аналіз наведених двовимірних перерізів показує (рис.4, рис. 5), що із збільшенням швидкості руху та глибини обробітку ґрунту значення результуючої сили опору для серійної і експериментальної секцій зростає. Встановлено, що збільшення швидкості від 1,9 м/с до 3,05 м/с призводить до зростання результуючої сили тягового опору для секції на глибині 4 см з кутом загострення голки: 5⁰ на 16%, 7⁰ – на 11%, 9⁰ – 6%; на глибині 6 см: 5⁰ на 7%, 7⁰ – 7%, 9⁰ – 14%; на глибині 8 см: 5⁰ на 5%, 7⁰ – 12%, 9⁰ – 24% відповідно. Збільшення глибини обробітку ґрунту від 4 до 8 см призводить до зростання результуючої сили тягового опору для секції з кутом загострення голки 5⁰ на 33-47%, 7⁰ – 45-47%, 9⁰ – 37-61%. В середньому збільшення швидкості руху призводить до зростання

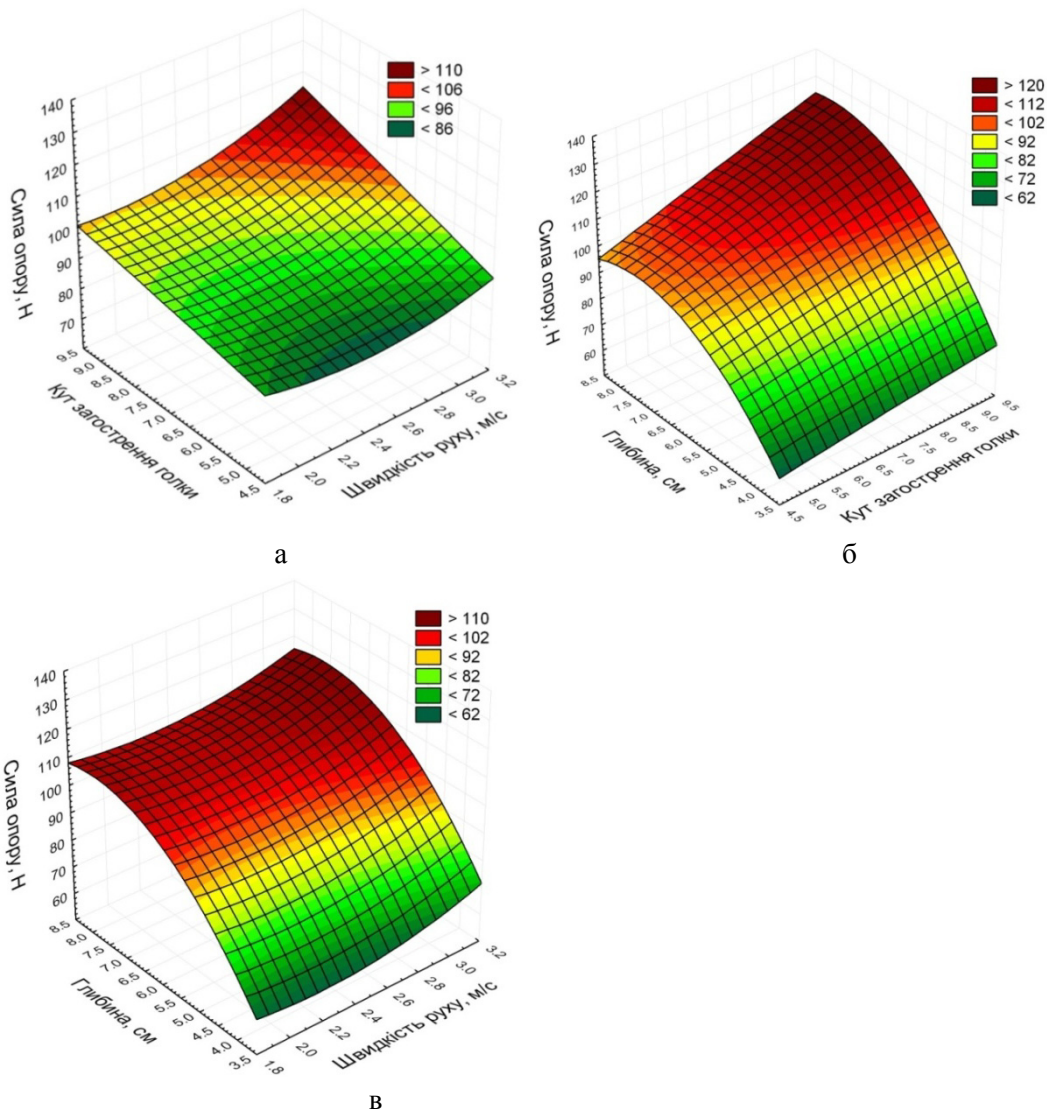
тягового опору на 5-24%, а глибини обробітку ґрунту на 37-61%.

В порівнянні із серійною секцією тяговий опір експериментальної був менший для голок з кутом загострення 5° на 2-30%, 7° – 4-17%. Для голок з кутом загострення 9° значення результуючого тягового опору приблизно дорівнювало тяговому опору серійної секції УСМК 5,4.

Отримано рівняння регресії, які встановлюють значення зусилля опору від таких факторів: кут загострення голки, швидкість та глибина занурення голки:

$$Y = -81,48 + 3,83 \cdot \alpha + 39,84 \cdot h + 4,66 \cdot v - 2,58 \cdot h^2$$

Аналізуючи рівняння регресії та побудовані за ним залежності (рис. 3), дійшли висновку, що збільшення кута призводить до зростання сили опору, що діє на ґрунт та одночасно здійснює його руйнування.



$$Y(\text{зусилля}) = -81,48 + 3,83 \cdot \alpha(\text{кут}) + 39,84 \cdot h(\text{глибина}) + 4,66 \cdot v(\text{швидкість}) - 2,58 \cdot h^2(\text{глибина}^2)$$

$$R^2 = 0.8978$$

Рис. 3. Залежність результуючої сили опору експериментальної секції голкової борони від швидкості руху та кута загострення (а); глибини занурення та кута загострення голки (б); глибини занурення та швидкості руху (в)

Fig. 3. The dependence of the resistance of the resulting experimental section harrows needle on the speed and angle of exacerbation (a); immersion depth and angle sharpening needles (b); immersion depth and speed (v)

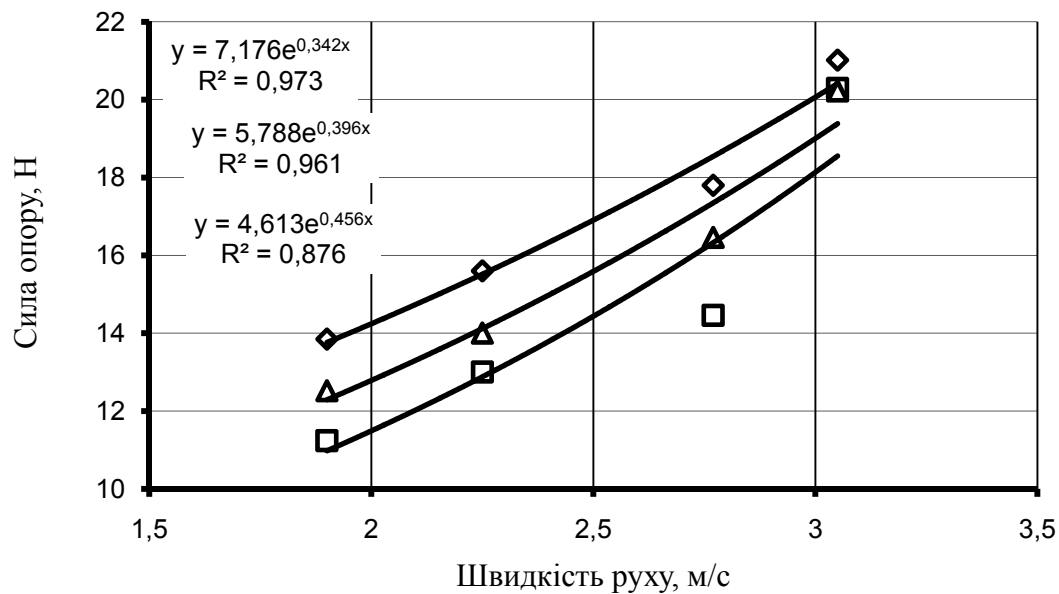


Рис. 4. Порівняльна характеристика горизонтального навантаження: 1 – серійна секція; 2 – експериментальна секція з голками 5°; 3 – експериментальна секція з голками 9°
Fig. 4. Comparative characteristics of horizontal loads: 1 – serial section; 2 – the experimental section of the needles 5°; 3 – experimental section with needles 9°

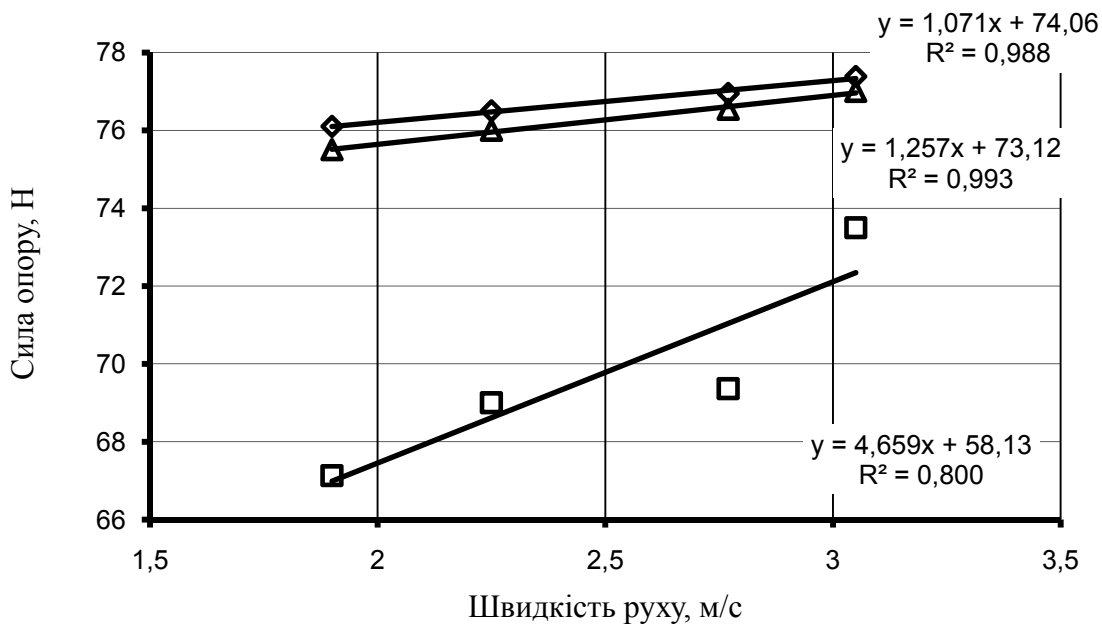


Рис. 5. Порівняльна характеристика вертикального навантаження: 1 – серійна секція; 2 – експериментальна секція з голками 5°; 3 – експериментальна секція з голками 9°
Fig. 5. Comparative characteristics of vertical load: 1 – serial section; 2 – the experimental section of the needles 5°; 3 – experimental section with needles 9°

За умов малого значення кута конусності менше буде і значення зусилля, під дією якого голка проникає у ґрунт і руйнує його. Глибина занурення голки у ґрунт є найбільш

вагомим фактором, який впливає на значення сили опору.

Встановлено, що за показником якості розпушування ґрунту усі робочі органи експе-

риментальної установки задовільно виконують технологічний процес і відповідають вимогам ТУ (не менше 80%). Збільшення кута загострення голки призводить до підвищення показника якості розпушування: для голки із кутом загострення 5° цей показник складає 88,2%, 7° – 90,5, 9° – відповідно 93,5%.

Після реалізації запланованих дослідів і розрахунку коефіцієнтів рівняння регресії отримано лінійні моделі параметрів енергетичної оцінки (тягового опору) серійної і експериментальної секцій голчастої борони.

Отримані рівняння регресії та їх графічне інтерпретування (рис. 4 – 5) показали, що із збільшенням швидкості руху та кута загострення тяговий опір зростає.

Оптимальними і допустимими режимами роботи агрегату із експериментальною секцією голчастої борони, обґрунтованими за критерієм мінімуму затрат енергії і якості виконання технологічного процесу є такий режим, при якому поступальна швидкість складає 2.77-3.05 м/с, кут загострення голки 7° .

Використання голчастої борони на поверхневому розпушуванні ґрунту при рекомендованих режимах показав, що якість розпушування ґрунту (розміри фракцій до 25 мм), складає 90,5% для голки з кутом загострення 7° , а тяговий опір зменшується на 4-17%.

Оцінка однорідності результатів проводилася шляхом нормування дослідних

даних, яка складалася у визначенні стандартного відхилення від середнього значення і перерахунку даних за цією шкалою. Величини, що перевищують два стандартних відхилення, вважалися такими, що не належать загальній сукупності в результаті дії на них інших факторів [13].

Перевірка підпорядкування розподілу експериментальних даних нормальному закону проводилася за критеріями Колмогорова, омега-квадрат і хи-квадрат [13].

Висновки.

1. За результатами досліджень експериментальної секції голчастої борони встановлено, що її результуючий тяговий опір у порівнянні із серійною секцією УСМК-5,4 був менший для голок з кутом загострення 5° на 30%, а з кутом 7° на 17%. Для голок з кутом загострення 9° значення результуючого тягового опору дорівнює тяговому опору серійної секції з відхиленням $\pm 2\%$. Встановлено, що збільшення швидкості руху призводить до зростання тягового опору на 5-24%, а глибини обробітку ґрунту на 37-61%.

2. Отримано рівняння регресії та побудовано залежності (рис. 3-5), які описують взаємозв'язок між зусиллям опору та кутом загострення, швидкістю та глибиною занурення голки. Глибина занурення голки у ґрунт є найбільш вагомим фактором, який впливає на значення сили опору.

Бібліографія

1. Панов И.М., Мелихов В.В. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия. М.: Агропромиздат., 1963. - 31 с.

2. Сизов О.А. К вопросу определения удельной работы резанием. – М.: МИИСП, Т. 5. – 1970. – 436 с.

3. Босой Е.С. Режущие аппараты для работы на повышенных скоростях // Тракторы и сельхозмашины. – 1961. – №8. – С. 32–35.

4. Ветехин В.И. Системные и физико-механические основы проектирования рыхлителей почвы [Текст]: дис. д-ра. техн. наук 05.05.11 / В.И. Ветехин ; Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», ОАО «Научно-исследовательский институт сельскохозяйственного машиностроения им. В.П. Горячкина» ОАО «ВИСХОМ». – Киев; Москва. – 2010. – 284 с.

5. Гуков Я.С. Механіко-технологічне обґрунтування засобів для механізації обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур в Україні: дис.д-ра. техн. наук / ІМЕСТ УААН. – Глеваха, 1998. – 386 с. з дод.

6. Dehondt lance sa nouvelle attacheuse de lin // Le courrier cauchois. Vendredi 27 juin 2008. – P. 5 –6.

7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1 (Ч. 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків. ОКО. – 2001. – 444 с.

8. Кушнарєв С.А. Обоснование энерго-сберегающего технологического процесса обработки почвы и параметров упругих рабочих органов для условий Южной степной зоны Украины: Дис. канд. техн. наук / ИМЭСХ УААН. – Глеваха, 1998. – 194 с.

9. Хайліс Г., Шевчук В.В., Шевчук В.Г. / Про вплив ряду факторів на зусилля, необхідного для занурення в ґрунт голок голчастої борони // Техніка і технологія АПК. – 2012. – № 12. – С. 17-18.

10. Хайліс Г., Шевчук В., Толстушко Н. / Особенности плоскопараллельного движения дисков игольчатой бороны по почве// 36. наук. статей „Сільськогосподарські машини”, Вип.23, м.Луцьк, 2012. С. 45-49.

11. Шевчук В. / О взаимодействии с почвой движущихся игл игольчатой бороны // Міжвузівський збірник «Наукові нотатки », Вип. 40, – Луцьк, 2013. – С. 87-89.

12. Шейченко В.О., Хайліс Г.А., // Теорія і розрахунок апаратів для підбирання та обертання. Монографія. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2014.- 240 с.

13. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.

References

1. Panov Y.M., Melykhov V.V. Rotatsyonnye pochvoobrabatyvaiuschie mashyny u orudyia. M.: Ahropromyzdat., 1963. - 31 s.

2. Syzov O.A. K voprosu opredeleniya udelnoi raboty rezanyem. – M.: MYYSP, T. 5. – 1970. – 436 s.

3. Bosoi E.S. Rezhushche apparaty dlia raboty na povyshennykh skorostiakh // Traktory y selkhoz mashyny. – 1961. – №8. – S. 32–35.

4. Vetokhyn V. Y. Systemnye y fizyko-mekhanicheskye osnovy proektyrovaniya rukhlytelei pochvu: dys.d-ra. tekhn. nauk 05.05.11 / V.Y. Vetokhyn ; Natsyonalnyi tekhnicheskyy unyversytet Ukrainy «Kyevskyy polytekhnicheskyy instytut», OAO «Nauchno-issledovatel'skyy instytut selskokhoziaistvennoho mashynostroeniya im. V.P. Horiachkyna» OAO «VYSKOM». – Kyev; Moskva. – 2010. – 284 s.

5. Hukov Ya.S. Mekhaniko–tehnologichne obhruntuvannia zasobiv dlia mekhanizatsii obrobittku hruntu pry vyroschuvanni silskohospodarskykh kultur v Ukraini: dys.d-ra. tekhn. nauk / IMESH UAAN. – Hlevakha, 1998. – 386 s. z dod.

6. Dehondt lance sa nouvelle arracheuse de lin//Le courrier cauchois. Vendredi 27 juin 2008. – S. 5–6.

7. Zaika P.M. Teoriia silskohospodarskykh mashyn. T. 1 (Ch. 1). Mashyny ta znariaddia dlia obrobittku gruntu. – Kharkiv. OKO. – 2001. – 444 s.

8. Kushnarev S.A. Obosnovanye enerhosberehaiuscheho tekhnologicheskoho protsessa obrabotky pochvy y parametrov upruhykh rabochykh orhanov dlia uslovyi Yuzhnoi stepnoi zony Ukrainy: Diss.... kand.tekhn. nauk / YMESG UAAN. – Hlevakha, 1998. – 194 s.

9. Khailis H., Shevchuk V.V., Shevchuk V.H. / Pro vplyv riadu faktoriv na zusyllia, neobkhidnoho dlia zanurennia v hrunt holok holchatoi borony // Tekhnika i tekhnolohiia APK. – 2012. – № 12. – S. 17-18.

10. Khailys H., Shevchuk V., Tolstushko N. / Osobennosty ploskoparallelnoho dvyzheniia diskov yholchatoi borony po pochve// Zb. nauk. statei „Silskohospodarski mashyny”, Vyp.23, m. Lutsk, 2012. S. 45-49.

11. Shevchuk V. / O vzaymodeistviy s pochvoi dvyzhushykhisia yhl yholchatoi borony // Mizhvuzivskyy zbirnyk „ Naukovi notatky ”, Vyp. 40, m. Lutsk, 2013. S. 87-89.

12. Sheichenko V.O., Khailis H.A., // Teoriia i rozrakhunok aparativ dlia pidbyrannia ta obertannia. Monohrafiia. - Nizhyn, Vydavets PP Lysenko M.M., 2014.- 240 s.

13. Dospekhov B.A. Metodyka polevoho opyta (s osnovamy statystycheskoi obrabotky rezultatov yssledovaniy). – M.: Ahropromyzdat, 1985. – 351s.

References

1. I.N. Popov, V.V. Melikhov Rotary tillage machines and tools. M.: Agropromizdat, 1963. - 31, p.

2. Sizov O.A. On the question of determining the specific cutting operation. - M.: MIISP, T. 5. - 1970. - 436 p.

3. Barefoot E.S. Cutting machines for working at higher speeds // Tractors and farm machinery. - 1961. - №8. - P. 32-35.

4. Vetohin V.I. System and physical and mechanical principles of design soil rippers : dis.d-ra. tehn. Sciences 05.05.11 / V.I. Vetohin; National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", JSC "Scientific-Research Institute of Agricultural Engineering V.P. Goryachkin "of" VISKOM ". - Kiev; Moscow. - 2010. - 284 p.

5. J.S. Gukov Mechanical and technological justification means of mechanization of tillage when growing crops in Ukraine dys.d-ra. Sc. Science / IMESH UAAS. - Glevakha, 1998. - 386 p. with add.

6. Dehondt lance sa nouvelle arracheuse de lin//Le courrier cauchois. Vendredi 27 juin 2008. – P. 5–6.

7. Zaika P.M. The theory of agricultural machines. T. 1 (Part 1). Machines and tools for cultivation. - Kharkiv. EYE. - 2001. - 444 p.

8. Kushnarev S.A. Justification of energy-saving technology of soil treatment process and the parameters of elastic bodies working conditions for South Ukraine steppe zones: Diss kand.tehn. Science / IMESKH UAAS. - Glevakha, 1998. - 194 p.

9. Haylis G., Shevchuk S.V., Shevchuk V. / The effect of several factors in the effort required to dive into the ground needles Needle harrows // Engineering and Technology APC. - 2012. - № 12. – P. 17-18.

10. Haylis G., Shevchuk V.V., A.N. / Features of the plane-parallel movement of the needle disc harrows for soil // ST. Sciences. articles "Silskogospodarski machine" Vip.23, m.Lutsk, 2012. – P. 45-49.

11. V. Shevchuk / O interaction with soil dvyzhushyhsya needles needle harrows // Mizhvuzivsky zbirnik "Naukovi notatki" Veep. 40 m Lutsk, 2013. – P. 87-89.

12. Sheychenko V.A., G.A. Haylis, // Theory and calculation devices for picking and rotation. Monohrafiya. - Nizhyn Publisher PE Lysenko M., 2014.- 240 p.

13. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research). - M.: Agropromizdat, 1985. – 351p. .

УДК 631.331

НАПРЯМИ РОЗВИТКУ ВИСІВАЮЧИХ СИСТЕМ

В. В. Аулін, проф., д.т.н.,

М. І. Черновол, проф., д.т.н.,

А. О. Панков, доц., к.т.н.

Кіровоградський національний технічний університет, м. Кіровоград

РЕЗЮМЕ

Мета. Визначення технічних рішень по висіваючих системах, що дозволяють знизити матеріальні і експлуатаційні витрати в роботі сівалок та сформувані передумови для застосування нових конструкцій висівних апаратів і систем на основі різних фізичних принципів.

Методи. В роботі використовувались методи системного аналізу для дослідження складних систем з різноманітними зв'язками і великою кількістю одночасно впливаючих чинників.

Результати. Встановлено, що тяговий опір сівалок поступово збільшується, що пов'язане, в основному, із збільшенням швидкості руху посівних агрегатів. В роботі досліджувалося енерговитрати при роботі висівних систем, що відповідають першому та другому поколінню. Встанов-

лено, що при використанні котушкових висівних апаратів споживана потужність складатиме 13258 Вт, а при впровадженні та використанні нових перспективних пневмо-автоматичних елементів витрати потужності не перевищують 489 Вт. Тому одним з напрямів підвищення ефективності механізації сівби є дослідження і розвиток дискретних висіваючих апаратів і систем.

Висновки. Встановлено зміну питомого тягового опору за тридцятирічний період розвитку посівних машин та систем. Застосування висіваючих апаратів і систем дискретної дії дозволяє знизити енерговитрати при сівбі і ефективніше реалізувати диференційовану сівбу.

Ключові слова: посів, апарат, система, пристрій, процес, витрати, концепція, енергоємність, ефективність, дискретність, пневмоніка.

UDC 631.331

DIRECTIONS OF A SEED SYSTEM DEVELOPMENT

V. V. Aulin, prof., PhD

M. I. Chernovol, prof., PhD

A. O. Pankov, prof., PhD

Kirovograd national technical University, Kirovograd

SUMMARY

Purpose. The definition of technical solutions for metering systems that reduce material and operating costs in the planters and to form the prerequisites for the application of new constructions of the sowing apparatus and systems based on different physical principles.

Methods. In this paper the methods of system analysis to study complex systems with multiple constraints and large number of simultaneously influencing factors were used.

Results. Found that the traction resistance of the planters gradually increased, which is associated mainly with the increasing speed of sowing units. In this paper the energy consumption during the operation of the seeding system, which meets the first and second generation was investigated. Found that

when using the coil of the sowing apparatus power consumption is 13258 W, and in the implementation and use of new promising pneumo-automatic elements, the power consumption does not exceed 489 watts. Therefore one of directions of increase of efficiency of sowing mechanization is the study and development of discrete metering devices and systems.

Conclusions. The change in the specific traction resistance over the thirty-year period of development of sowing machines and systems is defined. The use of seeding machines and systems discrete actions allows reducing energy consumption during sowing and effectively implementing differentiated sowing.

Keywords: sowing, device, system, process, cost, concept, energy efficiency, readability, pneumonics.

УДК 631.331

НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ВЫСЕВАЮЩИХ СИСТЕМ

В. В. Аулин, проф., д.т.н.,

М. І. Черновол, проф., д.т.н.,

А. О. Панков, доц., к.т.н.

Кировоградский национальный технический университет

РЕЗЮМЕ

Цель. Определение технических решений по высевающим системам, которые позволяют снизить материальные и эксплуатационные потери в работе и сформировать предпосылки для применения новых конструкций высевных аппаратов и систем на основе различных физических принципов.

Методы. В работе использовались методы анализа для исследования сложных систем с разнообразными связанными одновременно влияющих факторов.

Результаты. Установлено, что тяговое сопротивление сеялок постепенно увеличивается, что связано, в основном со скоростью движения посевных агрегатов. В работе исследовались энергозатраты при работе высевающих систем, которые отвечают первому и второму поколению. Установлено, что при использовании катушечных

высевающих аппаратов потребляемая мощность будет составлять 13258 Вт, а при внедрении и использовании новых перспективных пневматических элементов затраты мощности не превышают 489 Вт. Поэтому одним из направлений повышения эффективности механизации посева является исследование и развитие дискретных высевающих аппаратов и систем.

Выводы. Установлены изменения удельного тягового сопротивления за тридцатилетний период развития посевных машин и систем. Применение аппаратов и систем дискретного действия позволяет снизить энергозатраты и эффективнее реализовать дифференциальный посев.

Ключевые слова: посев, аппарат, система, устройство, процесс, расходы, концепция, энергоёмкость, эффективность, дискретность, пневмоника.

Постановка проблемы. У розвитку інтенсивного землеробства виникли принципові труднощі. До них в першу чергу відносяться прискорене зростання витрат антропогенної енергії на одиницю продукції. Підвищення врожайності зернових культур в 2,5-3 рази супроводжується зростанням питомих витрат антропогенної енергії в 10-15 разів і більше. Якщо і далі підвищувати продуктивність традиційними методами, то землеробство перетвориться на дуже енергоємну галузь [1].

Продуктивність і якість урожаю визначається якістю проведення сівби. Саме від якості сівби залежить як динаміка схожості рослин, так і активність їх зростання. Цю технологічну операцію слід вважати основною і визначальною, як з агрономічної, так і з техніко-економічної сторін [2].

Проте питома металоемність, а, отже, і матеріалізована енергія існуючих конструкцій сівалок невиправдано високі. Це спричиняє за собою збільшену вартість, недостатню надійність машин, велику трудомісткість налаштування і обслуговування машин в цілому, а також стримує створення і впровадження у виробництво нових видів і конструкцій машин.

Також необхідно відмітити, що диференційований висів в системі точного землеробства (СТЗ) стримується недоліком порівняно простих, дешевих і надійних у використанні засобів технічної реалізації вказаних агротехнологічних дій, оскільки більшість існуючих технічних засобів для сівби не придатні для роботи в умовах СТЗ, а їх переобладнання пов'язане зі значними технічними і матеріальними витратами [3].

Тому розвиток технічних засобів для сівби спрямований на подальше підвищення продуктивності, універсальності і експлуатаційної надійності, поліпшення якості та зниження енергоємності процесу сівби і травмування посівного матеріалу [4].

Вочевидь, що з метою підвищення ефективності роботи, зниження енергоємності і матеріаломісткості машин, їх модернізації потрібен пошук принципово нових технічних рішень, заснованих на сучасних досягненнях Науки і Техніки і відповідаючим соціально-економічним вимогам [5,6,7].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відносно напрямів розвитку посівних машин розглянемо роботу [8]. Тут представлено конструктивні ознаки ділення

посівних машин на покоління, кожне з яких володіє граничними технічними можливостями і обмеженнями.

Основний принцип, що підкреслює класифікацію посівних машин першого покоління – використання в якості висівного матеріалу безпосередньо насіння рослин. Ці машини також здатні подавати в потік висівчаного матеріалу стартову дозу мінеральних добрив.

Перше покоління посівних машин представляє собою пристрій, в якому насіння після висівачого апарату подається в сошник під дією гравітації. Їх застосовують при трьох рівнях інтенсифікації виробництва (екстенсивному, нормальному і інтенсивному), використовуючи як характеристику висівного матеріалу нижчу класифікаційну одиницю для культурних рослин – сорт.

Продуктивність залежить від швидкості руху агрегату по полю, а її збільшення у машин першого покоління істотно знижує виконання агротехнічних вимог по рівномірному розподіленню насіння по глибині.

Друге покоління посівних машин представляє собою пристрій, що здійснює подачу посівного матеріалу в сошник під впливом двох сил – тяжкості і повітряного потоку. Повітряний потік створюють для зменшення часу транспортування насіння до сошника, що дозволяє збільшувати швидкість руху посівного агрегату і, отже, його продуктивність. Такі машини застосовують в технологіях з ґрунтозахисною обробкою, а в якості висіваного матеріалу використовують дражироване насіння гібридів.

Відмітна особливість техніки другого покоління – наявність вертикальних колон, у верхній частині яких потік насіння і мінеральних добрив розподіляється ділильною голівкою по вторинних трубопроводах. Управління процесом здійснюється з кабіни трактора за допомогою комп'ютера.

Третє покоління посівної техніки представляє собою пристрої, які подають посівний матеріал в сошник під дією сил повітряного потоку. Швидкість останнього збільшують по відношенню до тієї, яка реалізована на машинах другого покоління. В результаті з'являється можливість пропорційно збільшити швидкість руху посівного агрегату з метою підвищення його продуктивності, але в цьому випадку використовують насіння генетично модифікованих рослин в захисній оболонці. Для дражированя

використовують якісне насіння з високою енергією зростання більше 90%.

Третє покоління посівних машин відрізняється від другого ширшим застосуванням інформаційних технологій. Таку посівну техніку виробляють, глибоко модернізуючи сучасні машини.

Не дивлячись на те, що існує багато типів висівачих апаратів і систем, порівняльні показники, що характеризують енерговитрати при їх роботі, ще визначені недостатньо. При створенні висівачих апаратів і систем головна увага приділяється забезпеченню стійкості процесу дозування насіння і рівномірності сівби, а також зниженню травмування посівного матеріалу. Проте сучасні вимоги по скороченню енергоспоживання диктують необхідність аналізу енергоємності роботи висівачих апаратів і систем [9].

Постановка мети досліджень. Тому метою досліджень є визначення технічних рішень по висівачих системах, що дозволяють знизити матеріальні і експлуатаційні витрати при роботі посівних машин.

Мету досліджень передбачається досягти розробкою і застосуванням нових конструкцій висівачих апаратів і систем на основі інших фізичних принципів, закладених в принципі дії висівачих пристроїв, на відміну від традиційних.

Результати досліджень. Розглядаючи напрями розвитку посівних машин по представлених в [8] концепціях, ми приходимо до висновку, що тяговий опір R_M посівних машин поступово збільшується (рис.1), що пов'язане, в основному, із збільшенням швидкості руху посівних агрегатів.

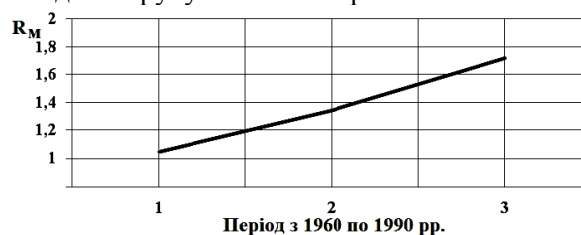


Рис.1. Зростання питомого тягового опору посівних машин

у процесі розвитку і застосування

Fig.1. The increase in the specific traction resistance sowing machines in the process of development and application

Значення R_M за період роботи і розвитку посівних машин першого і другого поколінь (за 30 років) зросло в середньому з $R_M = 1,045 \text{кН/м}$ в

1960 році до $R_M = 1,72 \text{ кН/м}$ в 1990 році, тобто більше, ніж на 60%. Екстраполюючи залежність, ми можемо чекати від машин третього покоління аналогічних показників, або навіть нелінійного приросту тягового опору.

При цьому очевидний кількісний характер розвитку посівної техніки, що підтверджує висновки по джерелу [1].

Отже, для компенсації збільшення тягового опору і зменшення енергетичних і вартісних витрат на посівні роботи, необхідно знайти технічні рішення, на основі яких можливо досягти одночасного пропорційного зниження вказаних витрат, тобто необхідно зумовити якісний характер розвитку посівної техніки.

Тому в роботі досліджувалася величина енерговитрат при роботі висіваючих систем, що відповідають першому і другому поколінням [8], тобто систем з котушковими висіваючими апаратами і пневматичних централізованих висіваючих систем (ПЦВС).

Крім того, нині одним з напрямів підвищення ефективності механізації сівби є дослідження і розвиток дискретних висіваючих апаратів з кроковим електричним приводом (сівалки "Клен"), а також діючих із застосуванням елементів пневмоніки [10]. Результати досліджень представлено в табл.1.

Таблиця. Енерговитрати при роботі висівних апаратів і систем.

Table. The energy for the work of sowing machines and systems.

Вид висіваючого апарату (системи)	Споживана потужність, Вт	Паливний еквівалент	
		л/год	л/рік*
Котушковий	13258	1,32	211
ПЦВС	13002	1,30	208
Клен	325	0,032	5,10
З елементами пневмоніки	489	0,049	7,80

* - при завантаженні 160 годин на рік.

При розгляді табл.1 очевидно, що котушкові висіваючі апарати і ПЦВС, тобто машини першого і другого покоління, витрачають відносно велику кількість енергії на реалізацію робочого процесу. В результаті для них потрібні завищені приводні потужності, хоча для гарантованого руйнування зв'язків між насінням, їх захвату і переміщення, діючі значення потужностей можуть бути на порядок менше. При цьому має місце розбіжність між значеннями енергоспоживання більш, ніж в 40 разів.

ПЦВС, тобто машини другого і третього покоління, є найенергоємнішими, у зв'язку з особливостями їх принципу дії. Для забезпечення висіву по сошниках необхідно підняти насіння, долаючи гравітацію і турбулізувати його – тобто штучно створюється збільшений гідравлічний опір, а також необхідно прискорити насіння при його русі до сошників.

Бібліографія

1. Свентицкий И. И. Биоэнергетические аспекты системных решений в высокоинтенсивном земледелии [Текст] // Техника в сельском хозяйстве. - 1988. - №3. – С. 46-50.
2. Бондаренко П. А. Агробиологическая оценка посевных машин [Текст] // Механизация и

Перспективи подальших досліджень. Дискретний принцип дії і характер робочого процесу нових висіваючих апаратів дозволяє простіше, дешевше і швидше об'єднувати їх з апаратним і програмним забезпеченням СТЗ, на відміну від існуючих машин з аналоговим принципом дії, які вимагають застосування перетворювачів, тому подальші дослідження спрямовані на інтеграцію пропонуваніх висіваючих апаратів в СТЗ.

Висновки. Розвиток посівної техніки визначається технологіями підготовки насіння до сівби і розміщення посівного матеріалу по площі поля, а також термінами посіву і спрямовано на інтенсифікацію процесу сівби. Проте при цьому нелінійно зростають витрати на проведення посівних робіт. Застосування висіваючих апаратів і систем дискретної дії дозволяє знизити енерговитрати при сівбі і ефективніше реалізувати диференційований висів.

електрифікація сільського господарства. - 2005. - №3. – С. 7-8.

3. Войтюк Д. Г. Технические проблемы точного земледелия в Украине [Текст] / Д. Г. Войтюк, В. И. Кравчук, А. А. Кошевой, Г. Л. Баранов // Вестник аграрной науки. - 2000. - №9. - С.41-46.

4. Повышение эксплуатационно-технологической эффективности сельскохозяйственной техники [Текст] / Л. В. Погорелый. - К.: Техніка, 1990. - 176 с.

5. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва [Текст] / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин. - К.: Аграр. наука, 2012. - 415 с.

6. Адамчук В. В. Формування і розвиток ринку сільськогосподарської техніки в Україні [Текст] / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин // Вісник аграрної науки. - 2013. - №7. - С. 5-9.

7. Адамчук В. В. Матеріально-технічна база галузі рослинництва в Україні [Текст] / В. В. Адамчук, М. І. Грицишин, Н.М. // Механізація і електрифікація сільського господарства. - 2015. - №7. - С. 5-9.

8. Альт В. В. Концепция развития посевных машин [Текст] / В. В. Альт, С. Г. Щукин, В. А. Вальков // Достижения Науки и Техники АПК. - 2008. - №9. - С. 44-48.

9. Внуков И. Е. Направления совершенствования высевяющих систем зерновых пневматических сеялок [Текст] / И. Е. Внуков, Н. И. Любушко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1988. - №1. - С. 23-27.

10. Щеглов А. В. Совершенствование пневматических высевяющих аппаратов [Текст] / А. В. Щеглов, А. А. Панков // Наук. вісник ЛНАУ. Спеціальний випуск, серія «Технічні науки». - 2011. - №30 - С. 338-341.

References

1. Sventickij I. I. Bioenergeticheskie aspekty sistemnyh reshenij v vysokointensivnom zemledelii [Tekst] // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. - 1988. - №3. - С. 46-50.

2. Bondarenko P. A. Agrobiologicheskaya ocenka posevnyh mashin [Tekst] // Mekhanizatsiya i ehlektrifikatsiya sel'skogo hozyajstva. - 2005. - №3. - С. 7-8.

3. Vojtyuk D. G. Tekhnicheskie problemy tochnogo zemledeliya v Ukraine [Tekst] / D. G. Vojtyuk, V. I. Kravchuk, A. A. Koshevoj, G. L. Baranov // Vestnik agrarnoj nauki. - 2000. - №9. - С.41-46.

4. Povyshenie ehkspluatacionno-tekhnologicheskoy ehffektivnosti sel'skohozyajstvennoj tekhniki [Tekst] / L. V. Pogorelyj. - K.: Tekhnika, 1990. - 176 s.

5. Sistema tekhniko-tekhnologichnogo zabezpechennya virobnytstva produktsii roslinnitstva [Tekst] / V. V. Adamchuk, M. I. Gritsishin. - K.: Agrar. nauka. 2012. - 415 s.

6. Adamchuk V. V. Formuvannya i rozvitok rynku silskogospodarskoi tekhniki v Ukraini [Tekst] / V. V. Adamchuk, M. I. Gritsishin // Visnik agrarnoi nauki. - 2013. - №7. - С. 5-9.

7. Adamchuk V. V. Materialno-tekhnichna baza galuzi roslinnitstva v Ukraini [Tekst] / V. V. Adamchuk, M. I. Gritsishin, N.M. Perepelicya //

Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. - 2015. - №7. - С. 5-9.

8. Alt V. V. Konceptiya razvitiya posevnyh mashin [Tekst] / V. V. Alt, S. G. Shchukin, V. A. Val'kov // Dostizheniya Nauki i Tekhniki APK. - 2008. - №9. - С.44-48.

9. Vnukov I. E. Napravleniya sovershenstvovaniya vysevayushchih sistem zernovyh pnevmaticheskikh seyalok [Tekst] / I. E. Vnukov, N. I. Lyubushko // Traktory i sel'skohozyajstvennye mashiny. - 1988. - №1. - С. 23-27.

10. Shcheglov A. V. Sovershenstvovanie pnevmaticheskikh vysevayushchih apparatov [Tekst] / A. V. Shcheglov, A. A. Pankov // Naук. visnik LNAU. Special'nij vipusk, seriya «Tekhnichni nauki». - 2011. - №30 - С. 338-341.

References

1. Sventickij I. I. Bioenergetic aspects of system solutions in high-intensity agriculture [Text] // Technique in agriculture. - 1988. - №3. - P. 46-50.

2. Bondarenko P. A. Agrobiological evaluation of sowing machines [Text] // Mechanization and electrification of agriculture. - 2005. - №3. - P. 7-8.

3. Vojtyuk D. G. The technical challenges of precision agriculture in Ukraine [Text] / D. G. Vojtyuk, V. I. Kravchuk, A. A. Koshevoj, G. L. Baranov // Journal of agricultural science. - 2000. - №9. - P.41-46.

4. Improving operational and technological efficiency of agricultural machinery [Text] / L. V. Pogorelyj. - K.: Tekhnika, 1990. - 176 P.

5. System of technical and technological maintenance of crop production [Text] / V.V. Adamchuk, N. I. Gritsishin. - Kyiv: Agrar. science, 2012. - 415 p.

6. Adamchuk V. V. Formation and development of the market of agricultural machinery in Ukraine [Text] / V. V. Adamchuk, N. I. Gritsishin // Bulletin of agricultural science. - 2013. - No. 7. - P. 5-9.

7. Adamchuk V. V. Material and technical base of crop production in Ukraine [Text] / V. V. Adamchuk, N. I. Gritsishin, N. M. Perepelitsa // Mechanization and electrification of agriculture. - 2015. - No. 7. - P. 5-9.

8. Alt V. V. The concept of development of sowing machines [Text] / V. V. Alt, S. G. Shchukin, V. A. Valkov // Science and Technology agriculture. - 2008. - №9. - P.44-48.

9. Vnukov I. E. Directions for improving seed systems in grain pneumatic seeding machines [Text] / I. E. Vnukov, N. I. Lyubushko // Tractors and agricultural machinery. - 1988. - №1. - P. 23-27.

10. Shcheglov A. V. Improving pneumatic sowing machines [Text] / A. V. Shcheglov, A. A. Pankov // Bulletin of LNAU. Special edition, series "Technical Sciences". - 2011. - №30 - P. 338-341.

УДК 631.362.3

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ
ЗЕРНОВОЙ СМЕСИ ПО ПЕРИМЕТРУ КОЛЬЦЕВОГО ПНЕВМОСЕПАРИРУЮЩЕГО
КАНАЛА УСОВЕРШЕНСТВОВАНЫМ ДОЗИРУЮЩЕ-ПИТАЮЩИМ
УСТРОЙСТВОМ**

А. Н. Прилуцкий, к. т. н., с.н.с., вед. науч. сотр.

e-mail: kb@vibroseparator.ua,

С. П. Степаненко, к. т. н., с.н.с.,

e-mail: stepanenko_s@ukr.net; тел.: +38-050-457-22-47,

В. А. Швидя, к.т.н.,

И. С. Попадюк, аспирант,

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Резюме

Цель. Повышение эффективности сепарирования путём улучшения качества равномерности распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала.

Методы. Экспериментальный метод определения производительности дозирующих устройств с обработкой результатов исследований статистическими методами.

Результаты. Установлено, что усовершенствованное дозирующе-питающее устройство (патент Украины на изобретение № 109382) пневмосепарирующей вейлки обеспечивает плавное изменение подачи зерновой смеси в пределах от 10 до 70 т/час с величиной распределения смеси по

периметру пневмосепарирующего канала, что выражается коэффициентом равномерности 0,997, который на 27,8% больше коэффициента равномерности дозирующе-распределяющего устройства промышленного образца сепаратора типа БЦС.

Выводы. Учитывая значительное улучшение качества распределения зерновой смеси по периметру сепарирующего канала центробежно-пневматической вейлки рекомендуется применение новой конструкции дозирующе-питающего устройства в пневмовиброцентробежных сепараторах нового поколения.

Ключевые слова: дозирование, распределение, разбрасыватель, дозатор, зерновая смесь, равномерность, эффективность, сепарирование.

UDC 631.362.3

**EXPERIMENTAL RESEARCH OF ALLOCATION OF GRAIN MIX AGAINST AND
AROUND RING PNEUMATIC SEPARATING CHANNEL IMPROVEMENTS METERING
AND FEEDING DEVICE**

A. N. Prilutsky, Ph.D. in Technical Science, leading researcher,

e-mail: kb@vibroseparator.ua,

S. P. Stepanenko, Ph.D. in Technical Science,

e-mail: stepanenko_s@ukr.net; phone: +38-050-457-22-47,

V. A. Shvidia, Ph.D. in Technical Science,

I. S. Popadjuk, postgraduate,

National scientific centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

Purpose. Improving the efficiency of separation by improving the quality of the uniform distribution of the cereal mixture around the perimeter of the ring pneumatic separating channel.

Methods. The experimental method for determination performance of the metering devices to the processing of statistical methods of research results.

Results. It is found that an improved metering and feeding device (Ukraine patent № 109382) pneumatic separating winnower ensures smooth change of feed grain mixture of between 10 to 70 tones/hour to the magnitude distribution mixture pneumatic separating perimeter of the channel, resulting coefficient of uniformity of 0.997, which is 27.8% greater than the coefficient of uniformity of

metering and dispensing device of the industrial design BCS-type separator.

Conclusions. Considering significant improvement in the quality of the grain distribution of the mixture around the perimeter of the separation channel centrifugal air winnowing it is recommended

to use the new design metering and feeding device in pneumatic vibrocentrifugal separators of new generation.

Key words: dosing, distribution, spreader, dosing device, grain mixture, uniformity, efficiency, separation.

УДК 631.362.3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РОЗПОДІЛУ ЗЕРНОВОЇ СУМІШІ ПО ПЕРИМЕТРУ КІЛЬЦЕВОГО ПНЕВМОСЕПАРУЮЧОГО КАНАЛУ УДОСКОНАЛЕНИМ ДОЗУЮЧОЖИВИЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

А. Н. Прилуцкий, к. т. н., с.н.с., пров. наук. співр.

e-mail: kb@vibroseparator.ua,

С. П. Степаненко, к. т. н., с.н.с.,

e-mail: stepanenko_s@ukr.net; тел.: +38-050-457-22-47,

В. О. Швидя, к.т.н.,

І. С. Попадюк, аспірант,

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Мета. Підвищення ефективності сепарування шляхом поліпшення якості рівномірності розподілу зернової суміші по периметру кільцевого пневмосепаруючого каналу.

Методика. Експериментальний метод визначення продуктивності дозуючих пристроїв з обробкою результатів досліджень статистичними методами.

Результати. Встановлено, що вдосконалений дозуюче-живильний пристрій (патент України на винахід № 109382) пневмосепаруючої віялки забезпечує плавну зміну подачі зернової суміші в межах від 10 до 70 т/год з величиною розподілу суміші по периметру пневмосепарую-

чого каналу, що виражається коефіцієнтом рівномірності 0,997, який на 27,8% більше коефіцієнта рівномірності дозуюче-живильного пристрою промислового зразка сепаратора типу БЦС.

Висновки. Враховуючи значне поліпшення якості розподілу зернової суміші по периметру сепаруючого каналу відцентрово-пневматичної віялки, рекомендується застосування нової конструкції дозуюче-живильного пристрою у пневмовібровідцентрових сепараторах нового покоління.

Ключові слова: дозування, розподіл, розкидач, дозатор, зернова суміш, рівномірність, ефективність, сепарування.

ПРОБЛЕМА

В практике использования технических средств для сепарации зерновых смесей рабочими органами, выполненными в форме поверхностей вращения с вертикальным размещением оси (воздушные каналы пневмосепараторов, решетные поверхности) известны примеры подачи и распределения зерновой смеси дозирующе-питательными устройствами разных конструкций пассивного действия – скатными коническими поверхностями и активного действия – разбирающимися дисками: плоскими и коническими, как с лопатками, так и без них [1-7]. Подача зерновой смеси на указанные поверхности осуществляется самотеком из

зернопровода, а дозировка — открыванием заслонок или клапанов. Так как эффективность процесса сепарирования зерновых смесей зависит от равномерности распределения зерновой смеси по периметру пневмосепарирующего канала, то это является основным технологическим требованием к конструкции дозирующе-распределительных устройств зерноочистительных машин.

Равномерность распределения зерновых смесей по периметру пневмосепарирующего канала зависит, в первую очередь, от формы поперечного сечения падающего зернового потока и взаимного расположения оси симметрии сечения падающего зернового потока и оси вертикально расположенного рабочего

органа, выполненного в форме поверхности вращения. Очевидно, что когда форма поперечного сечения падающего потока зерновой смеси приближается к форме круга, а центр его будет совпадать с вертикальной осью вращения разбрасывающего рабочего органа, зерновая смесь будет распределяться по его периметру наиболее равномерно.

Главным технологическим требованием к конструкции исследуемых дозирующих питательных устройств зерноочистительных машин является расстояние между плоскостью выхода зерновой смеси с дозирующего устройства и поверхностью разбрасывающего рабочего органа, от чего, за счёт свободного падения, обеспечивается необходимая начальная скорость зерновой смеси. Наличие на поверхности разбрасывающего рабочего органа лопаток является отрицательным фактором, который приводит к травмированию зерна, так и к снижению

равномерности распределения зерновой смеси по периметру пневмосепарирующего канала: зерновая смесь лопатками подаётся в виде струй, снижает эффективность процесса сепарирования воздушным потоком.

В конструкциях широко распространенных универсальных виброцентробежных сепараторов типа БЦС, созданных в национальном научном центре «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» в 80-х годах прошлого столетия и которые с 1983 года серийно изготавливаются житомирским заводом «Вибросепаратор» (ныне ПАТ «Вибросепаратор»), применена конструкция пневмосепарирующей части с дозирующим питательным устройством, схема которой представлена на рис. 1 и описана в инструкции эксплуатации сепаратора А1-БЦС-100 [6] и описания изобретений, защищенных авторскими свидетельствами СССР [7, 8].

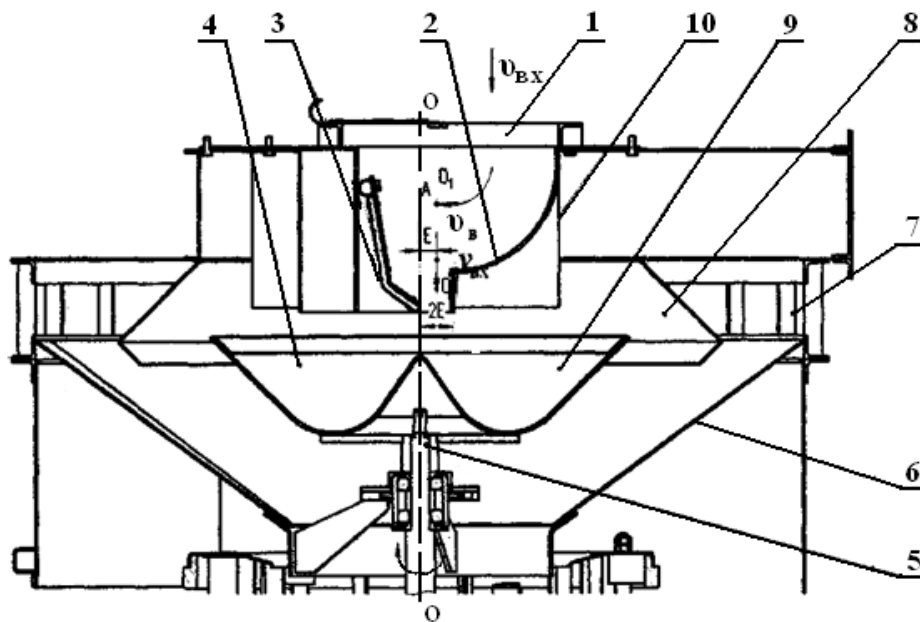


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема пневмосепарирующей части зерноочистительного модуля универсальных пневмоцентробежных зерновых сепараторов типа БЦС: 1 – входной зернопровод; 2 – цилиндрический участок зернопровода; 3 – дозирующий клапан; 4 – разбрасыватель зерновой смеси; 5 – вал ротора; 6 – коническая скатная поверхность; 7 – воздухозаборные окна; 8 – пневмосепарирующий канал; 9 – лопатка; 10 – обтекатель

Fig. 1. Constructional and technological scheme of the winnowing pneumatic separating module universal pneumatic centrifugal grain BCS-type separators: 1 – input grain line; 2 – cylindrical portion grain line; 3 – metering valve; 4 – spreader grain mix; 5 – rotor shaft; 6 – conical sloped surface; 7 – air intake window; 8 – pneumatic separating channel; 9 – blade; 10 – cowl

Дозировка зерновой смеси дозирующе-питающим устройством сепаратора типа БЦС (рис. 1) осуществляется за счет отклонения клапана 3 от стенки зернопровода, в результате чего создается отверстие переменной ширины $2E$. Ось симметрии O_1-O_1 этому отверстию смещена от оси $O-O$ разбрасывателя 4 на величину E , которая также является переменной величиной. Только в одном положении при отклонении клапана 3 можно достичь совпадения оси симметрии O_1-O_1 с осью $O-O$ вращения разбрасывателя 4 и если длина дозирующего отверстия будет равняться ширине этого отверстия, то есть дозирующее отверстие в сечении имеет форму квадрата. Во всех других положениях клапана 3 это условие не обеспечивается, поэтому питание пневмосепарирующего канала осуществляется эксцентричным заполнением его сечения. В результате воздушный поток направляется в часть сечения сепарирующего канала с меньшей концентрацией зерновой смеси, где его скорость значительно увеличивается, что приводит к выносу полноценного зерна в отходы, а в другой части сечения сепарирующего канала с большей концентрацией зерновой смеси скорость воздушного потока за счет большего сопротивления значительно уменьшается, что не обеспечивает выделения лёгкой фракции. Очевидно, что дозировка зерновой смеси дозирующе-питательным устройством сепаратора типа БЦС с помощью клапана не обеспечивает необходимой эффективности пневмосепарации зернового материала, что подтверждается многолетней эксплуатацией образцов таких сепараторов.

Анализ последних исследований и публикаций. Исследованиями [9] дискового разбрасывателя зерна для пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом (аналог зерноочистительного блока БЦС) достигнуто некоторое повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путём разработки пневмосепарирующего канала с вертикальным кольцевым аспирационным каналом, разделённым перегородками [10]. Увеличение производительности такой разработкой не достигнуто.

Исследованием [11] направленным на повышение эффективности сепарирования в пневмоцентробежных сепарирующих устройствах, достигнуто некоторое повышение качества сепарирования зерновой смеси. Однако, результаты указанных исследований не подтвердили возможности использования предложенных конструкций пневмосепарирующих устройств пневмовиброцентробежных сепараторов для использования в создании таких сепараторов производительностью 50 т/час с необходимой степенью унификации с промышленными образцами сепаратора типа БЦС.

Цель исследований. Повышение эффективности сепарирования путём улучшения качества равномерности распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала.

Результаты исследований. Для улучшения качества распределения зерновой смеси по периметру кольцевого пневмосепарирующего канала было разработано дозирующе-питающее устройство, которое даёт возможность устранить недостатки серийного устройства (рис.2). Усовершенствованная конструкция дозирующе-питающего устройства даёт возможность регулировать подачу на разбрасыватель пневмовиброцентробежного сепаратора с ограниченной скоростью падения, при этом центр симметрии дозирующего отверстия совпадает с осью вращения разбрасывателя при разных значениях подачи зерна.

Оценка качества работы нового дозирующе-питающего устройства производилась значением коэффициента равномерности и диаграммой распределения по секторам кольцевого пневмосепарирующего канала, которые получили в результате экспериментальных исследований.

Для этого была разработана экспериментальная установка, принципиальная схема и общий вид которой представлены на рис. 3. При экспериментальных исследованиях использовались две конструкции дозирующе-питающего устройства: традиционное, которое используется на серийной машине (рис. 1) и новое с улучшенными характеристиками центрирования зернового потока (рис.2).

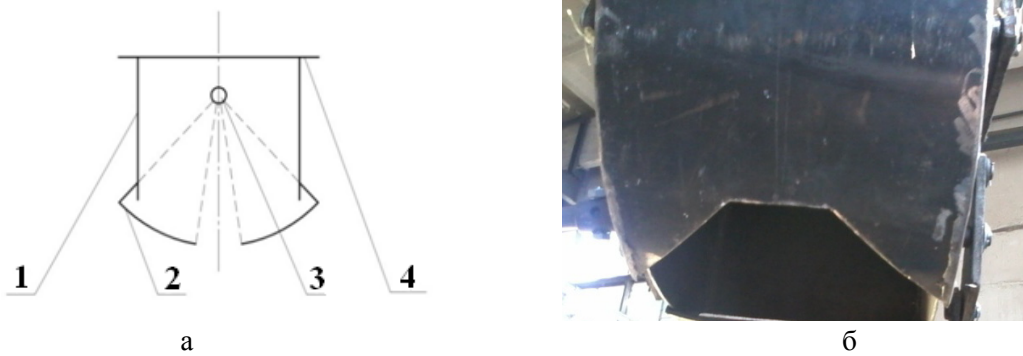


Рис. 2. Принципиальная схема нового дозирующе-питающего устройства (а) и общий вид выпускной щели (б): 1 – корпус дозирующе-питающего устройства; 2 – ковш; 3– механизм регулирования раскрытия ковшей; 4 – соединительный фланец

Fig. 2. Schematic diagram of the new metering and feeding device (а) and the outlet slit general form (б): 1 – housing metering-feeding device; 2 – ladle; 3 – regulation ladles opening mechanism; 4 – connecting flange

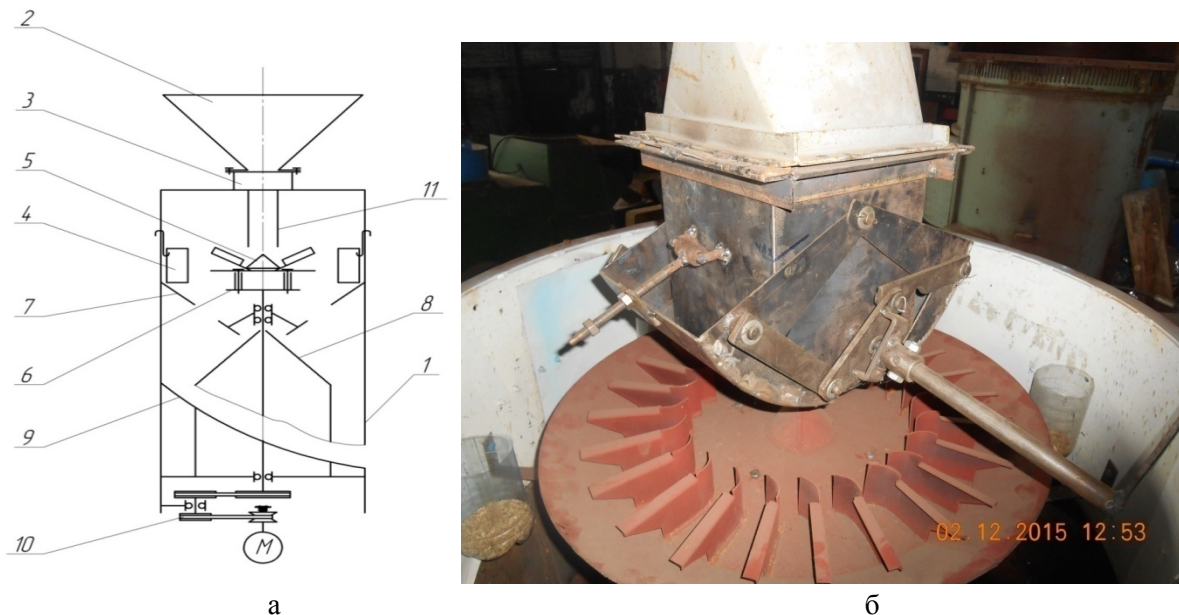


Рис. 3. Принципиальная схема (а) и общий вид (б) экспериментальной установки для исследования равномерности разбрасывания зерновой массы разбрасывателем: 1 – корпус; 2 – бункер; 3 – дозирующе-питающее устройство; 4– лоток с крючками; 5 – разбрасыватель; 6 – соединительный фланец; 7 – скатывающий конус; 8 – распределительный конус; 9 – скатная дорожка; 10 – механизм привода; 11 – зернопровод

Fig. 3. Schematic diagram of (а) and general form (б) of the experimental machine for the research of the uniformity of spreading grain mass spreader: 1 – hull; 2 – bunker 3 – metering-feeding device; 4 – tray-hooks; 5 – spreader; 6 – connecting flange; 7 – roll down the cone; 8 – distribution cone; 9 – sloped path; 10 – a drive mechanism; 11 – grain line

Новое дозирующе-питающее устройство благодаря ковшам и специальной форме щели обеспечивают центрирование зернового потока независимо от угла раскрытия ковшей. Ковши изготовлены в форме дуги

круга, уменьшают усилия при его раскрытии для регулирования подачи зернового потока.

При проведение экспериментальных исследований использовалась навеска зерна пшеницы «Мироновская - 80» весом 25 кг,

которая засыпалась в бункер 2 (рис. 3). Дозирующе-питающее устройство 3 обеспечивало при этом подачу зерна на разбрасыватель в пределах 10-70 т/ч. Механизм привода 10 обеспечивал вращения разбрасывателя 5 с частотой 130 об/мин.

При выполнении экспериментальных исследований на экспериментальной установке (рис. 3) навеску зерна пшеницы насыпали в бункер 2 и включали установку. Подачу зерна на разбрасыватель выполняли после 1 мин работы установки. После того как вся навеска была подана на разбрасыватель, выключали установку и вынимали лотки 4 с зерном. В ходе экспериментальных исследований было использовано 6 лотков размещенных равномерно по кольцу, каждый из которых взвешивался отдельно на механических весах.

Коэффициент равномерности рассчитывали по формуле:

$$\delta_s = \frac{m_{cp} + m_{min} - m_{max}}{m_{cp}}, \quad (1)$$

где m_{cp} — средний вес зерна в лотках, кг;
 m_{max} и m_{min} — максимальный и минимальный вес зерна в лотках, кг.

При этом кольцевое пространство между корпусом и разбрасывателем делился на 6 секторов — по количеству лотков. Процентное отношение зерна, которое бросалось в i -тый сектор кольцевого пневмосепарирующего канала определялось по формуле:

$$w_i = \frac{m_i}{M}, \quad (2)$$

m_i — вес зерна в i том лотке, соответственно, кг;;

M — общий вес зерна во всех 6 лотках, кг, кг.

В результате проведения экспериментальных исследований получены следующие данные (табл. 1).

На основе результатов измерения массы зерна в лотках 4 построены диаграммы распределения зерновой массы в пространстве между корпусом экспериментальной установки и разбрасывателем традиционного и нового дозирующе-питающих устройства (рис. 4).

Диаграммы распределения зерновой массы между корпусом экспериментальной установки и разбрасывателем свидетельствуют о том, что традиционное дозирующе-питающее устройство в секторе ($\pi \dots 4\pi / 3$) создаёт уплотнение зерновой смеси на 2%.

Таблица 1. Результаты экспериментальных исследований традиционного и нового дозирующе-питающих устройств.

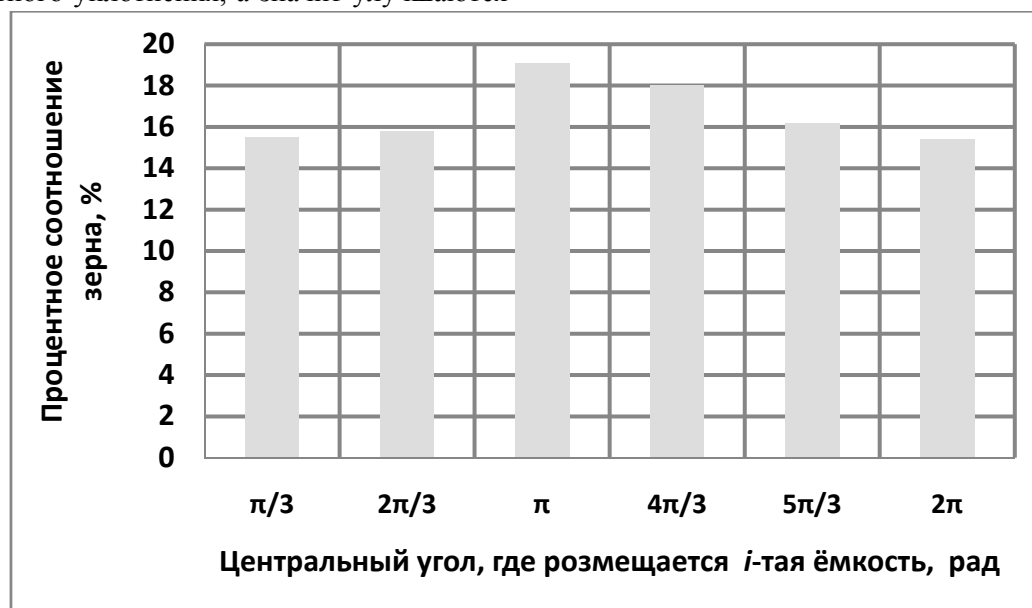
Table 1. The results of experimental research of traditional and new metering-feeding device.

Номер лотка	Масса зерна, кг	Процентное соотношение зерна, %	Коэффициент равномерности
Традиционно дозирующее устройство			
Лоток 1	1,06	15,5	0,78
Лоток 2	1,08	15,8	
Лоток 3	1,3	19,1	
Лоток 4	1,23	18	
Лоток 5	1,1	16,2	
Лоток 6	1,05	15,4	
Всего:	6,82	100	
Новое дозирующее устройство			
Лоток 1	1,058	16,6	0,997
Лоток 2	1,06	16,7	
Лоток 3	1,061	16,7	
Лоток 4	1,06	16,6	
Лоток 5	1,06	16,7	
Лоток 6	1,059	16,7	
Всего:	6,358	100	

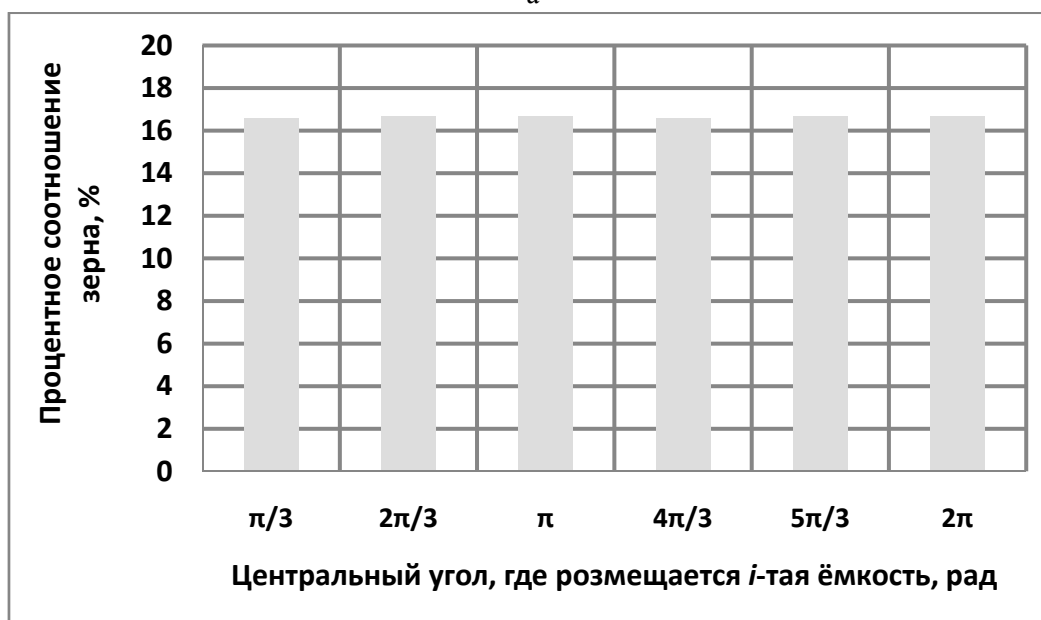
Это связано с тем, что при открывании клапана 3 (рис. 1) в начальные моменты времени зерновой поток не попадает на ось вращения разбрасывателя, а смещается в сторону на несколько миллиметров. Новое дозирующее устройство устраняет данный недостаток и, как видно из таблицы 1, увеличивает коэффициент равномерности на 27,8%.

Это способствует уменьшению зон локального уплотнения, а значит улучшаются

условия прохождения воздушного потока, что способствует удалению лёгких примесей. Значит, применение нового дозирующего устройства даёт возможность повысить качество очистки зерна от лёгких и солоmistых примесей и технико-экономические показатели пневмовиброцентробежного сепаратора, что делает их конкурентоспособными на рынке очистительной техники.



а



б

Рис. 4. Диаграммы распределения зерновой массы в пространстве между корпусом экспериментальной установки и разбрасывателем традиционным (а) и новым дозирующим устройством (б)

Fig. 4. Diagrams allocation of the grain mass in the space between the housing and the experimental setup traditional spreader (а) and a new metering device (б)

Выводы. В ходе выполнения экспериментальных исследований установлено, что усовершенствованное дозирующе-питающее устройство обеспечивает подачу зерновой смеси по периметру пневмосепарирующего канала с коэффициентом равномерности 0,997, который на 27,8 % больше коэффициента равномерности дозирующе-распределяющего устройства промышленного образца

сепаратора типа БЦС. Учитывая значительное улучшение качества распределения зерновой смеси по периметру сепарирующего канала центробежно-пневматической веялки, рекомендуется применение новой конструкции дозирующе-питающего устройства в пневмовиброцентробежных сепараторах нового поколения.

Библиография

1. Соболев В.И. Воздушная сепарация и воздушная классификация / В.И. Соболев // Сепарирование сыпучих тел, Труды московского дома учёных — М., вып. II, 1937.
2. Галицкий Р.Р. Оборудование элеваторов, складов и зерноперерабатывающих предприятий: Учебное пособие для техникумов системы хлебопродуктов. Ч.2: Оборудование зерноперерабатывающих предприятий / Р. Р. Галицкий, М. З. Рудой. - М.: Колос, 1967. - 288с.
3. Гончаров Е.С. Резерви удосконалення пневматичної сепарації зернових матеріалів / Е.С. Гончаров // Механізація і електрифікація сільськогосподарського господарства, 1971 р., №18. — С. 30 – 37.
4. Гончаров Е.С. Центробежно-пневматический сепаратор для зерновых материалов / Е.С. Гончаров, Н.И. Грабельковский // Тракторы и сельскохозяйственные машины, № 6, 1968 – С. 26-28.
5. А.с. № 506440 СССР, МКИЗ В 07В 4/02. Пневматический сепаратор / Е.С. Гончаров, А.Н. Прилуцкий, Н.И. Волошин (СССР).- №1832884/13 5; заявл. 15. 03.1976; опубл. 12.05.76 Бюл. 10 – 2 с.: ил.
6. Сепаратор виброцентробежный зерноочистительный А1-БЦС-100 / Паспорт. Облполиграфиздат. Житомир.1990.
7. А.с. № 889142 СССР, В 07В 1/12. Зерноочистительная машина / Е.С. Гончаров (СССР).- №2691452/29-03; заявл. 14. 12.1978; опубл. 15.12.1981 Бюл. 46 – 2 с.: ил.
8. А.с. № 1105246 СССР, В 07В 1/28. Машина для очистки и сортирования семян / Е.С. Гончаров, В.Н. Карнаухов, Н.Т. Махинько, В.Ф. Алексеенко, А.П. Корниенко, А.Х. Долбир (СССР).- №3578028/29-03; заявл. 14. 02.1983; опубл. 30.07.1984 Бюл. 28 – 2 с.: ил.
9. Андреев В. Л. Обоснование параметров дискового распределителя зерна для пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом / В.Л. Андреев, В.В. Шилин // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики: Межвузовский сб. науч. тр. – Киров: Вятская ГСХА, 2004. – Вып. 4. – С. 163–174.
10. Шилин В.В. Повышение эффективности очистки зерна виброцентробежным сепаратором путем разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Шилин Владимир Владимирович – Киров, 2004. – 20 с.

ратором путем разработки пневмосистемы с вертикальным кольцевым аспирационным каналом: автореф. дисс. ... канд. техн. наук: 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства» / Шилин Владимир Владимирович – Киров, 2004. – 20 с.

11. Сліпченко М.В. Обґрунтування параметрів процесу і розробка пневмосепаруючого пристрою вібровідцентрових зернових сепараторів: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 «Машини та засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / Сліпченко Максим Володимирович – Х., 2013. – 20 с.

References

1. Sobolev V. Vozdushnaya separatsiya i vozdushnaya klassifikatsiya / V.I. Sobolev // Separirovanie sipuchih tel, Trudy moskovskogo doma uchenih — М., вып. II, 1937.
2. Galitskiy R.R. Oborudovanie elevatorov, skladov i zernopererabatyivayuschih predpriyatij: Uchebnoe posobie dlya tehnikumov sistemyi hleboproduktov. Ch.2: Oborudovanie zernopererabatyivayuschih predpriyatij / R. R. Galitskiy, M. Z. Rudoy. - М.: Kolos, 1967. – 288 s.
3. Goncharov E.S. Rezervi udoskonalennya pnevmatichnoyi separatsiyi zernovih materialiv / E.S. Goncharov // Mehanizatsiya i elektrifikatsiya selskogo hozyaystva, 1971, №18. — S. 30 – 37.
4. Goncharov E.S. Tsentrobezhno-pnevmaticheskiy separator dlya zernovyih materialov / E.S. Goncharov, N.I. Grabelkovskiy // Traktoryi i selskohozyaystvennyie mashiny, № 6, 1968 – S. 26-28.
5. А.с. № 506440 USSR, МКИЗ В 07В 4/02. Пневматический сепаратор / Е.С. Гончаров, А.Н. Прилуцкий, Н.И. Волошин (USSR).- № 1832884/13; заявл. 15. 03.1976; opubl. 12.05.76 Byul. 10 – 2 s. : il.
6. Separator vibrotsentobezhnyiy zerno-ochistitelnyiy А1-БСС-100 / Pasport. Oblpoligrafizdat. Zhitomir.1990.
7. А.с. № 889142 USSR, V 07В 1/12. Zernoochistitelnaya mashina / E.S. Goncharov (USSR).- № 2691452/29-03; zayavl. 14. 12.1978; opubl. 15.12.1981 Byul. 46 – 2 s. : il.
8. А.с. № 1105246 USSR, V 07В 1/28. Mashina dlya ochistki i sortirovaniya semyan / E.S.

Goncharov, V.N. Karnauhov, N.T. Mahinko, V.F. Alekseenko, A.P. Kornienko, A.H. Dolbir (USSR).- № 3578028/29-03; zayavl. 14. 02.1983; opubl. 30.07.1984 Byul. 28 – 2 s. : il.

9. Andreev V. L. Obosnovanie parametrov diskovogo raspredelatelya zerna dlya pnevmosistemy s vertikalnyim koltsevyim aspiratsionnyim kanalom / V. L. Andreev, V. V. Shilin // Uluchshenie ekspluatatsionnykh pokazateley selskohozyaystvennoy energetiki: Mezhevuzovskiy sb. nauch. tr. – Kirov: Vyatskaya GSHA, 2004. – Vyip. 4. – S. 163–174.

10. Shilin V. V. Povyishenie effektivnosti ochildki zerna vibrotsentrobezhnyim separatorom putem razrabotki pnevmosistemy s vertikalnyim koltsevyim aspiratsionnyim kanalom: avtoref. diss. ... kand. tehn. nauk: 05.20.01 «Tehnologii i sredstva mehanizatsii selskogo hozyaystva» / Shilin Vladimir Vladimirovich – Kirov, 2004. – 20 s.

11. Slipchenko M. V. Obgruntuvannya parametriv protsesu i rozrobka pnevmoseparuyuchogo prystroyu vibrovidtsentrovih zernovih separatoriv: avtoref. dis. ... kand. tehn. nauk: 05.05.11 «Mashini ta zasobi mehanizatsiyi silskogospodarskogo virobnitstva» / Slipchenko Maksim Volodimirovich – Harkiv., 2013. – 20 p.

References

1. Sobolev V.I. Air separation and air classification / V. Sobolev // Separation of loose bodies, Moscow house scientists' works — M., rel. II, 1937.

2. Galitskiy R. Silo equipment, warehouses and grain processing enterprises: Manual for technical systems bread products. Part.2: Equipment grain processing enterprises / R. Galitskiy, M. Rudoy. - M.: Kolos, 1967. – 288 p.

3. Goncharov E. Reserves improve air separation grain materials / E. Goncharov // Mechanization and electrification of agriculture, 1971, №18. — P. 30 – 37.

4. Goncharov E. Centrifugal air separator for grain materials / E. Goncharov, N. Grabelkovskiy // Tractors and agricultural machinery, № 6, 1968 – P. 26-28.

5. A.c. № 506440 USSR, MKI3 B 07B 4/02. Pneumatic separator / E. Goncharov, A. Prilutskiy, N. Voloshin (USSR).- № 1832884/13; stat. 15. 03.1976; publish. 12.05.76 Bull. 10 – 2 p.: il.

6. Grain-cleaning separator vibrocentrifugal A1-BCS-100 / The passport. Reg polygraphpublish. Zhitomir.1990.

7. A.c. № 889142 USSR, B 07B 1/12. Grain-cleaning machines / E. Goncharov (USSR).- № 2691452/29-03; stat. 14. 12.1978; publish. 15.12.1981 Bull. 46 – 2 p.: il.

8. A.c. № 1105246 USSR, B 07B 1/28. Machines for cleaning and sorting seeds / E. Goncharov, V. Karnauhov, N. Mahinko, V. Alekseenko, A. Kornienko, A. Dolbir (USSR).- № 3578028/29-03; stat. 14. 02.1983; publish. 30.07.1984 Bull. 28 – 2 p.: il.

9. Andreev V. Rationale disk grain spreader settings for pneumatic aspiration ring with a vertical channel / V. Andreev, V. Shilin // Improvement of operational indicators of agricultural energy: Intercollegiate coll. scient. works – Kirov: Vyatskaya GSHA, 2004. – Rel. 4. – P. 163–174.

10. Shilin V. Improving the efficiency of the cleaning of grain vibrocentrifugal separator through the development of pneumatic system ring with a vertical channel: synopsis diss. ... Ph. D.: 05.20.01 « Technologies and means of mechanization of agriculture » / Shilin Vladimir Vladimirovich – Kirov, 2004. – 20 p.

11. Slipchenko M. Rationale process parameters and device development pneumoseparating vibrocentrifugal grain separators: synopsis diss. ... Ph. D.: 05.05.11 «Machines and mechanization of agricultural production» / Slipchenko Maksim Volodimirovich – Harkiv, 2013. – 20 p..

УДК 631.361.022.

ОСОБЛИВОСТІ ОБМОЛОТУ ЗЕРНА ТРИБАРАБАННОЮ МОЛОТАРКОЮ

О. М. Грицака, науковий співробітник

e-mail: sasha.gricaka.88@mail.ru тел. +380988770765

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

РЕЗЮМЕ

Мета. Підвищення ефективності функціонування МСС зернозбиральних комбайнів, завдяки встановленню показників якості виконання технологічного процесу обмолоту зерна (рівень втрат та якість обмолоту) трибарабанною МСС.

Методика. Методика визначення ступеня обмолоту зерна кожним барабаном комбайна здійснювали за допомогою спеціально виготовленої поліетиленової стрічки товщиною – 3 мм, шириною – 1500 мм, довжиною – 5000 мм, яку було поділено на зони по 300 мм в залежності від зон деки підбарабання. В якості перегородки зон підбарабання на поліетиленовій стрічці використовували відпрацьовані комбайнові паси.

Дослідження з визначення ступеня обмолоту зернової маси барабанами трибарабанної системи обмолоту, здійснювали за умов вимкненого приводу системи очистки. Масу із поліетиленової стрічки збирали в поліетиленові пакети, кожний з яких відмічали біркою з даними про вміст пакета. Функціональні показники оцінювали за методи-

кою, викладеною у ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24057-88.

Результати. Встановлено, що при швидкість руху комбайна 7 км/час, першим барабаном вимолочується – 60%, другим барабаном – 30%, третім барабаном – 10%. Збільшення швидкості призводить до зменшення обсягів обмолоту зерна під першим барабаном і відповідного збільшення під другим.

Висновки. За результатами досліджень встановлено: відсоток зерна обмолоченого першим барабаном складає 4 км/год 73 – 75%, 7 км/ год 60 – 64%, другий барабан 4 км/год 22 – 24%, 7 км/час 30 – 32%, третій барабан 4 км/год 2 – 4%, 7 км/год 8 – 10%. Збільшення швидкості призводить до зменшення обсягів обмолоту зерна під першим барабаном і відповідного збільшення під другим та третім. Для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи комбайна, доцільно продовжити польові дослідження з урахуванням особливостей його налаштувань.

Ключові слова: зернозбиральний комбайн, молотильно-сепаруючий пристрій.

UDC 631.361.022.

FEATURES THREE GRAINS THRESHING HAD OF DRUM THRESHER

O. M. Gritsaka, researcher

e-mail: sasha.gricaka.88@mail.ru +380988770765

National Scientific Center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

The purpose of research. Increasing the efficiency of functioning MSS grain harvesters by establishing of quality indicators fulfillment of technological process threshing of grain (level and quality of threshing of losses) three cylinder MSS.

Research. The method of determining the degree grains threshing of cylinder by each a combine performed using the a specially made plastic tapes of thickness - 3 mm in width - 1500 mm, length - 5000 mm, that has been divided into zones of 300 mm, depending on the zones concave deck. As partitions

concave zones on polyethylene tape have used waste combine belts.

Research from the definition degree of threshing of of grain mass three cylinder threshed systems carried out under conditions of a disabled drive systems cleaning. The mass of polyethylene tapes was collected in plastic bags, each of which have noted birky with data about the contents of the package. Functional indicators was assessed by the method set forth in GOST 24055-88, GOST 24057-88.

Results. Established that the velocity of the a combine 7 km / h, the first cylinder stands out - 60%, second cylinder - 30%, cylinder third - 10%. The

increase in of speed leads to a decrease in threshed grain under first to cylinder and a corresponding increase in the second.

Conclusions. By results of researches established: the percentage of grain threshed first to cylinder is 4 km / h 73 - 75%, 7 km / h 60 - 64%, second cylinder 4 km / h 22 - 24%, 7 km / h 30 - 32%, the third cylinder 4 km / h 2 - 4%, 7 km / h 8 - 10%.

The increase in of speed leads to a decrease in threshed of grain under first to cylinder and a corresponding increase under the second, third. For determination of of optimal parameters of and operating modes the harvester expedient to continue field studies taking into account peculiarities settings.

Key words: combine harvesters, threshing - separating device.

УДК 631.361.022.

ОСОБЕННОСТИ ОБМОЛОТА ЗЕРНА ТРИБАРАБАННОЙ МОЛОТИЛКОЙ

А. Н. Грицака, научный сотрудник

e-mail: sasha.gricaka.88@mail.ru +380988770765

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

РЕЗЮМЕ

Цель. Повышение эффективности функционирования МСС зерноуборочных комбайнов благодаря установлению показателей качества выполнения технологического процесса обмолота зерна (уровень потерь и качество обмолота) трибарабанной МСС.

Методика. Методика определения степени обмолота зерна каждым барабаном комбайна осуществляли с помощью специально изготовленной полиэтиленовой ленты толщиной - 3 мм, шириной - 1500 мм, длиной - 5000 мм, которая была разделена на зоны по 300 мм в зависимости от зон деки подбарабанья. В качестве перегородки зон подбарабанья на полиэтиленовой ленте использовали отработанные комбайновые пасы.

Исследования по определению степени обмолота зерновой массы барабанами три барабанной системы обмолота осуществляли в условиях отключения системы очистки. Массу из полиэтиленовой ленты собирали в полиэтиленовые пакеты, каждый из которых отмечали биркой с данным о содержании пакета. Функциональные

показатели оценивали по методике, изложенной в ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24057-88.

Результаты. Установлено, что при скорости движения комбайна 7 км / час, первым барабаном вымолачивается - 60%, вторым барабаном - 30%, третьим барабаном - 10%. Увеличение скорости приводит к уменьшению объемов обмолота зерна под первым барабаном и соответствующего увеличения под другим.

Выводы. По результатам исследований установлено: процент зерна обмолоченного первым барабаном составляет 4 км/час 73 - 75%, 7 км/час 60 - 64%, второй барабан 4 км/час 22 - 24%, 7 км/час 30 - 32%, третий барабан 4 км/час 2 - 4%, 7 км/час 8 - 10%. Увеличение скорости приводит к уменьшению объемов обмолота зерна под первым барабаном и соответствующего увеличения под вторым, третьим. Для определения оптимальных параметров и режимов работы комбайна целесообразно продолжить полевые исследования с учетом особенностей его настроек.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, молотильно-сепарирующее устройство.

Постановка проблеми.

В останні роки на ринку нашої держави, з'явилась нова гама функціональних зернозбиральних комбайнів із підвищеною пропускною здатністю (МСС) трьох основних типів: клавiшні, аксіально-роторні з одним або двома роторами, а також гібридні. За рахунок збільшення ширини молотарки, діаметру барабана та кількості барабанів. Удосконалюються, також, принципово нові робочі органи і пристрої в напрямку заміни класичного молотильного апарату на гібридні,

роторні. За умови використання клавiшних систем виникають певні труднощі видалення залишків зерна із вороху. Саме тому, набувають поширення молотильно-сепаруючі системи (МСС) з двома молотильними барабанами та декількома бітерами – сепараторами, які забезпечують краще виділення зерна із вологого вороха.

Аналіз останніх досліджень. Один із шляхів збільшення пропускної спроможності зернозбирального комбайна являється застосування другого робочого органу в допов-

нення до класичної (МСС). В останнє десятиріччя спостерігається розвиток гібридних систем, які забезпечують високі результати роботи зернозбиральних комбайнів, навіть за умов їх використання на вологих, полеглих, забур'яненних хлібостоях [1, 3, 6]. У порівнянні із аксіально-роторними моделями, гібридні системи володіють кращими показниками енергетичної ефективності. Ці переваги сприяють збільшенню попиту на них [2, 5, 7, 8].

В ННЦ «ІМЕСГ» спільно із «КБ Південне» та ВАТ «Херсонський машинобудівний завод» на протязі останніх років розроблено і впроваджено у виробництво зернозбиральний комбайн КЗС-9 «Славутич» із трибарабанною МСС.

Мета досліджень Підвищення ефективності функціонування МСС зернозбиральних комбайнів, завдяки встановленню показників якості виконання технологічного процесу обмолоту зерна (рівень втрат та якість обмолоту) трибарабанною МСС.

Результати досліджень. Комбайн зернозбиральний самохідний КЗС-9М-1 "Славутич" з багато барабанною системою обмолоту, призначений для збирання зернових колосових культур (пшениця, ячмінь, овес, жито), як прямим так і роздільним способом. За умови використання спеціальних пристроїв, комбайн збирає соняшник, кукурудзу на зерно, зернобобові культури (горох, віка), круп'яні культури (просо, гречиха), насіння масляничних культур (рижик, гірчиця), рапс, сою та зернове сорго.

Молотильно-сепаруюча система комбайну обмолочує зерно, виділяє його з грубого вороху, очищує зерна від домішок дрібного вороху і скидає в бункер. В МСС також відбувається транспортування соломи та полови в устаткування для збирання не зернової частини врожаю.

Молотильно-сепаруюча система складається з трьох поперечно розміщених десятибичевих молотильних барабанів, шестилопатового відбійного бітера, трьох підбарань (дек) з системою підвісок, від сікача, камнеуловлювача та подрібнювача соломи.

Використання трибарабанної молотарки, дозволить підвищити інтенсивність сепарування

рації грубого і дрібного вороху, завдяки цьому, поліпшиться якість вимолоту зерна.

Визначення показників якості роботи зернозбирального комбайну із трибарабанною системою обмолоту, проведено на збиранні озимої пшениці сорту «Поліська 90» на полях ДП ДГ Оленівське (Київська обл., Фастівський р-н).

Показники агротехнологічної оцінки молотарки визначалися із стандартизованими методами, приладами та обладнанням.

Функціональні показники, оцінювали за методикою, викладеною у ГОСТ 24055-88, ГОСТ 24057-88.

Умови проведення випробувань наведено у таблиці 1

Таблиця 1. Умови проведення випробувань комбайна зернозбирального самохідного КЗС – 9М – 1 "Славутич" з трибарабанною системою обмолоту.

Table 1. Conditions of carrying out of tests self-propelled harvesters the KZC – 9M - 1 "Slavutich" with three cylinder threshing of system.

№ п/п	Найменування показника	Значення показника
1	терміни проведення досліджень: - початок - завершення	11.08.2015 р. 14.08.2015 р.
2	площа ділянки, га	3,0
3	висота хлібостою, мм	800
4	урожай даної ділянки, ц/г	65,33
5	відсоткове співвідношення соломи і зерна, %	1:1,33
6	кількість зерен в колосках, шт	29 – 34
7	забур'яненість, %;	2,1
8	вологість, % - зерна, - соломи	10,5 13

Дослідну ділянку вибирали виходячи із кількості дослідів, які необхідно було провести. Розбивку дослідної ділянки, розпочинали з виділення загального контуру дослідної ділянки і контурів окремих повторень, з усіх сторін позначили захисні смуги шириною не менш як 5 – 6 м.

Таблиця 2. Дослідження показників якості виконання технологічного процесу здійснювали за такими налаштуваннями комбайна:

Table 2. Research of quality indicators execution of technological process carried out in such of settings harvester:

№ п/п	Найменування показника	Значення показника
1	Частота обертання барабана, об/хв:	
	- перший;	790
	- другий;	810
	- третій	810
2	Зазори між барабаном і декою, мм:	
	- перший барабан:	
	вхід	20
	вихід;	12
	- другий барабан:	
	вхід	19
	вихід;	9
	- третій барабан:	
вхід	18	
вихід	9	

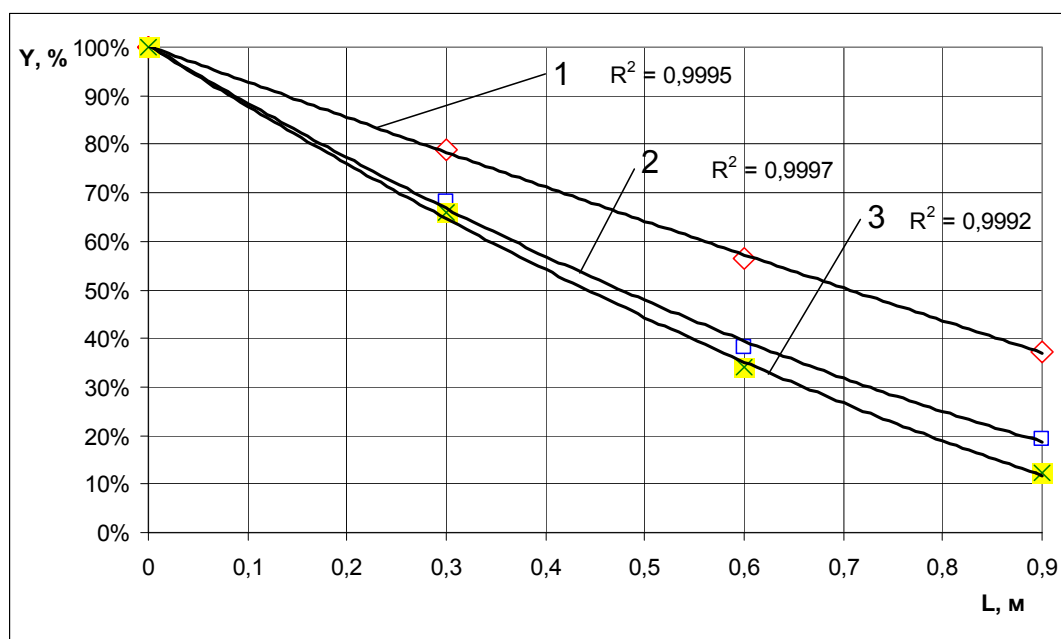
Визначення ступеня обмолоту зерна кожним барабаном комбайна, здійснювали за допомогою спеціально виготовленої поліе-

тиленової стрічки товщиною – 3 мм, шириною – 1500 мм, довжиною – 5000 мм, яку було поділено на зони по 300 мм в залежності від зон деки підбарабання. В якості перегородки зон підбарабання на поліетиленовій стрічці використовували відпрацьовані комбайнові паси.

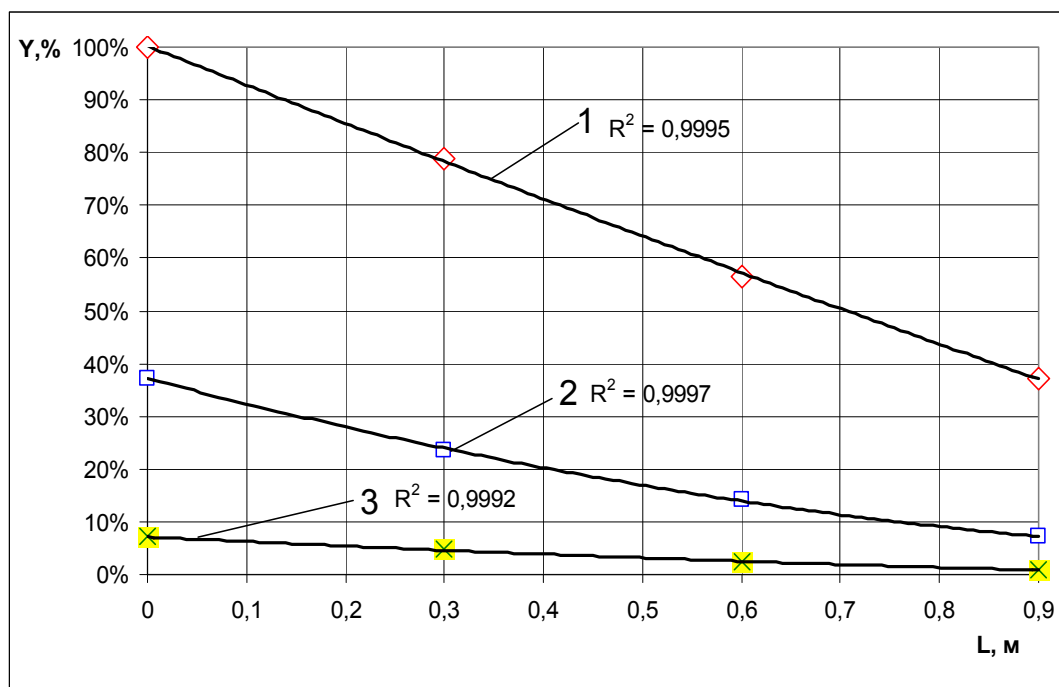
Дослідження з визначення ступеня обмолоту зернової маси барабанами трибарабанної системи обмолоту, здійснювали за умов вимкненого приводу системи очистки. Масу із поліетиленової стрічки збирали в поліетиленові пакети, кожний з яких відмічали біркою з даними про вміст пакета.

Обсяги зерна, вимолочені першим барабаном, визначали на ділянках 1,1 – 1,3 другого 2,1 – 2,3, третього 3,1 – 3,3.

Результати досліджень із визначення ступеня обмолоту зерна барабанами (трьома) наведено на рис. 1(а). Кількість зернової маси, яка була подана на обмолот складає 100% на швидкості 7 км/год. Частка вимолоченого зерна на трьох ділянках під першим барабаном на швидкості 7 км/год становить відповідно 62,76%, (крива 1); під другим барабаном – 30,11% (крива 2); під третім барабаном – 7,13% (крива 3).



a)



б)

Рис. 1. (а) – Діаграма, яка ілюструє обсяги подачі і вимолот зернової маси $Y, \%$ трибарабанною молотаркою по довжині підбарабання $L, \text{ м}$; швидкість руху комбайна 7 км/год ; (б) – Діаграма, яка ілюструє обсяг вимолоту зернової маси кожним із трьох барабанів, по довжині підбарабання L , швидкість руху комбайна 7 км/год .

Fig. 1. (a) – Diagrams illustrating the volume of supply and sickle grain mass $Y, \%$ three threshing lengthwise concave L , of the speed of the combine 7 km/h ; (b) – Diagram illustrating the amount treadeth grain weight each of the three cylinder, concave along the length L , the speed of the combine 7 km/h .

Результати досліджень із визначення ступеня вимолоту зернової маси барабанами (кожним із трьох) наведено на рис. 1(б).

Встановлено, що при швидкості руху комбайна 7 км/год , першим барабаном вимолочується – 60% , (крива 1 рис. б) другим барабаном – 30% , (крива 2 рис. б) третім барабаном – 10% (крива 3 рис. б). Збільшення швидкості призводить до зменшення обсягу обмолоту зерна під першим барабаном і відповідного збільшення під другим.

Встановлено, що збільшення швидкості призводить до зменшення обсягів обмолоту зерна під першим барабаном і відповідного збільшення під другим.

Висновок. За результатами досліджень встановлено: відсоток зерна обмолоченого першим барабаном складає 4 км/год $73 - 75\%$, 7 км/год $60 - 64\%$; другий барабан 4 км/год $22 - 24\%$, 7 км/год $30 - 32\%$; третій барабан 4 км/год $2 - 4\%$, 7 км/год $8 - 10\%$. Збільшення швидкості призводить до зменшення обсягів обмолоту зерна під першим барабаном і відповідного збільшення під другим та третім. Для визначення оптимальних параметрів та режимів роботи комбайна доцільно продовжити польові дослідження з урахуванням особливостей його налаштувань.

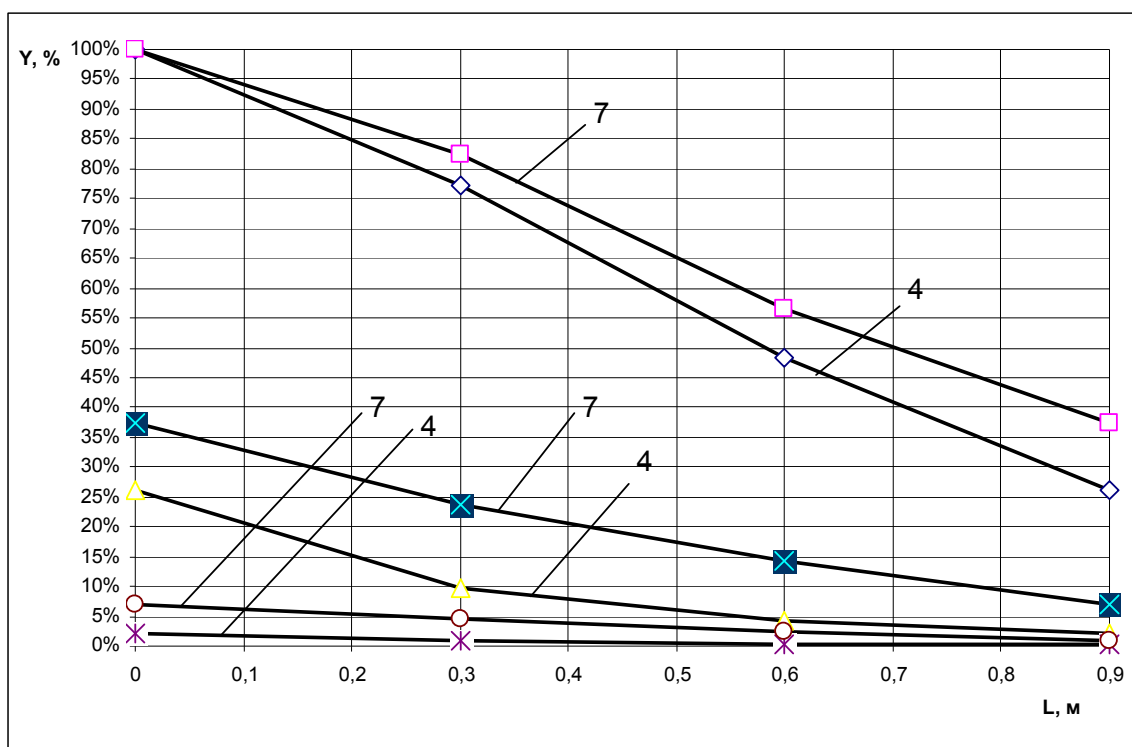


Рис. 2. Діаграма, яка ілюструє вимолот зернової маси $Y, \%$ трибарабанною молотаркою по довжині підбарабання $L, \text{ м}$ на швидкість руху комбайна криві $4 \rightarrow 4 \text{ км/год}$, криві $7 \rightarrow 7 \text{ км/год}$.

Fig. 2. The diagrams illustrating threshing had of the grain mass $Y, \%$ three cylinder threshing concaves along the length $L, \text{ m}$ on velocity of the the harvester curves $4 \rightarrow 4 \text{ km/h}$, curves $7 \rightarrow 7 \text{ km/h}$.

Бібліографія

1. Програма “Зерно України – 2015”. — К.: ДІА, 2011. — 48 с.
2. Ю.Г. Смирнов, А.Р. Барсов, М.В. Кузьмин. Молотильно сепарирующие устройства // Обзорная информация. Сер. Сельское хозяйство / ВНИИПИ. — М., 1991, 76 с.
3. Е.И. Трубилин, В.А. Абликов. Машины для уборки сельскохозяйственных культур (конструкции, теория и расчет): Учеб. Пос. — 2 изд. Перераб. и дополн. — КГАУ. Краснодар, 2010, — 325 с.
4. Finck, Charlene. What gives a combine class/ Farm Journal, 01 — OCT — 03. http://www.accessmylibrary.com/com2/summary - 0286 - 4749169_ITM.
5. Технологический процесс, настройка, регулировка и контроль качества работы зерноуборочных комбайнов: Практическое пособие / В. Р. Петровец, Н. И. Дудко, В. Л. Самсонов. — Горки: БГСХА, 2012 — 56 с.: ил.
6. В.О. Шейченко, М.М. Анеляк, А.Я. Кузьмич, С.О. Кустов. Дослідження впливу терміну експлуатації зернозбиральних комбайнів на їх ефективність // Оглядова інформація [загально-

державний збірник]. — 2015. Випуск №1 (100)/ [ННЦ «ІМЕСГ»]. — Глеваха, 2015. -С. 242 – 249.

7. Комплексне вирішення проблем збирання врожаю / С.Коваль, В.Шейченко // Техніка АПК. - 2008. -№2.- С. 22-26.

8. Шейченко В.О. Влияние срока эксплуатации зерноуборочных комбайнов на их эффективность / В.О. Шейченко, М.М. Анеляк, А.Я. Кузьмич, С. Кустов // Mechanization in agriculture/ Механизация на земеделия//Issue 9. 2015, -С.15-17.

9. Машины для збирання зернових та технічних культур / За ред. В.І. Кравчука, Ю.Ф. Мельника, - Дослідницьке: Укр. НДПВТ ім. Л. Погорілого. — 2009. — 296 с.

10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). — М.: Агропромиздат, 1985. — 351с.

11. Гольяпин В.Я. Современные зерноуборочные комбайны с роторной и комбинированной молотилками // Техника и оборудование для села. — 2008, №6,7. - С. 35 – 38.

References

1. Programa “Zerno Ukrainu – 2015”. — К.: ДІА, 2011. — 48 с.

2. Y.G. Smernov, A.R. Barsov, M.V. Kyzmun. Molotulno – separeryuchue ystroistva, Obzornai enformatsiei. Ser. Selskoe chozaistvo, VNEEPE, M., 1991. – 76 s.

3. E.I. Trybilin, V.A. Ablikov. Mashinu dla yborku selskochozaistvennuch kylytr (konstryksiu, teoriu i raschet): Ucheb. Pos, 2 izd. Pererab. I dopoln, KGAY. Krasnodar, 2010. – 325 s.

4. Finck, Charlene. What gives a combine class/ Farm Journal, 01, OST, 03. http://www.accessmylibrary.com/com2/summary_0286_4749169_ITM.

5. Teknologichskui protes, nastroiaka, regyirovka i control kachestva rabotu zernouborochnuch kombainov: Praktichskoe posobie, V.R. Petrovets, N.I. Dydko, V.L. Samsonov, Gorku: BGSCKA, 2012, -s. 56.: il

6. V. Sheichenko, M. Anelak, A. Kyzmich, S. Kystov. Dosledjena vplyvy terminy ekspluatatsii zernozburalnukh kombainiv na ih efektyvnist // Ogladova enformatsia [zagalnoderzavnui zbirnik]. – 2015. Vypusk №1 (100)/ [NNS «IMESG»]. – Glevakha, 2015. -. S. 242 – 249.

7. Kompleksne vurishnia problem zburania urozay / S. Koval, V. Sheichenko // Tekhnika APK. – 2008. -№2.- S.22-26.

8. V. Sheichenko Vliania sroka eksplyatsii zernoyborochnuch kombainov na ikh efektyvnist / V. Sheichenko, M. Anelak, A. Kyzmich, S. Kystov // Mechanization in agriculture // Issue 9. 2015, -S.15-17.

9. Mashinu dla zburania zernovukh ta tekhnichnukh kylytr / Za red. V. Kravchyka, Y. Melnuka, - Doslidnetske: Ukr. NDIPVT im. L. Pogorilogo. – 2009. – 296 s.

10. Dospekhov B.A. Metodyka polevoho oputa (s osnovamy statysticheskoi obrabotky rezultatov yssledovanyi). – M.: Ahropromyzdat, 1985. – 351s.

11. Goltaipin V. Sovremenie zernouborochnue kombainu s rotornou i kombinirovanoy molotilkamu, Technuka i oborudovanie Ida cela., 2008, No 6, 7. -S. 35 – 38.

References

1. Program "Grain of Ukraine - 2015". - K. : Dia, 2011. - 48 p.

2. Y.G. Smirnov, A.R. Barsov, M.V. Kuzmin. Threshing separation devices // Survey information. Ser. Agriculture / VNIPO. - Moscow, 1991, 76 p.

3. E.I. Trubilin, V.A. Ablikov. Machines for harvesting of crops (design, theory and calculation): Proc. Pos. - 2nd ed. Revised. and complementary. - KGAU. Krasnodar, 2010, - 325 p.

4. Finck, Charlene. What gives a combine class/ Farm Journal, 01 – OCT – 03. http://www.accessmylibrary.com/com2/summary_0286_4749169_ITM.

5. The technological process, configuration, adjustment and control of the quality of work of combine harvesters: A Practical Guide / V.R. Petrovets, N.I. Dudko, V.L. Samsonov. - Slides: BSAA, 2012 - 56 p. : silt.

6. V.O. Sheychenko, M.M. Anelyak, A.J. Kuzmich, S.O. Kustov. Research of influence the life of the combine harvesters for their performance // Overview information [nationwide compilation]. - Edition 2015 №1 (100) / [NSC "IAEE"]. - Glevakha, 2015. -. P. 242 - 249.

7. Complex problem solving harvesting / S.Koval, engineering // V.Sheychenko APC. - 2008. - №2.- P. 22-26.

8. Sheichenko V.O. Influence of the life of the combine harvesters to their effectiveness / V.O. Sheichenko, M.M. Anelyak, A.J. Kuzmich, S.O. Kustov // Mechanization in agriculture / Mechanization with agriculture // Issue 9. 2015. -P.15-17.

9. Machines for harvesting of grain and industrial crops / Ed. V.I. Kravchuk Y.F. Melnik - Research: Eng. NDIPVT them. L. Pogorelogo. - 2009. - 296 p.

10. Dospekhov B.A. Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research). - M. : Agropromizdat, 1985. – 351p.

11. Goltaipin V.Y. Modern combine harvesters with a combined rotary and threshers // Technology and equipment for the village. - 2008, №6,7. - P. 35 - 38.

УДК 631.363.285

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦІВ НА ПОДРІБНЕННЯ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ В СИЛОСНІЙ МАСІ

В. Ф. Кузьменко, *к.т.н, с.н.с.*

С. М. Ямпольський, *наук. співр., e-mail: s_jampol@mail.ru, тел. +38-096-753-27-29*

В. В. Максименко, *наук. співр. – Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»*

Резюме.

Проблема. Покращення якості кукурудзяного силосу потребує доподрібнення зерна спільно з усією біологічною масою. Це пов'язано з використанням вальцювого доподрібнювача, а отже і додатковими витратами енергії. Визначення впливу параметрів вальцювого доподрібнювача на доподрібнення зерна та на споживану для цього потужність дозволить визначити раціональні межі в доподрібненні зерна, порівнювати вальцювий доподрібнювач з іншими конструкціями.

Мета: встановити відсоток цілого зерна кукурудзи при спільній обробці всієї силосної маси експериментальним шляхом.

Методи. Вибір досліджуваних параметрів вальців та меж їх варіювання виконано на основі аналізу науково-технічної літератури. Експериментальне визначення з використанням методу планування чотири факторного експерименту впливу параметрів вальців на споживану потужність та доподрібнення зерна в силосній масі.

Результати. 1. Розроблена експериментальна установка та методика досліджень доподрібнення зерна кукурудзи.

2. Отримано рівняння регресії вмісту відсотка цілого зерна в масі та споживаної потужності в залежності від швидкостей вальців та співвідношення між ними, зазору між вальцями та зусилля їх стискання.

Висновки. 1. Розроблена експериментальна установка дозволяє змінювати швидкість вальців з 24,5 до 49,5 м/с, збільшувати швидкість бистрохідного вальця (ступінчато) в 1,14; 1,57; 2,00 рази, змінювати зазор між вальцями з 2 до 6 мм та зусилля їх стискання з 0,42 до 0,82 кН.

2. На основі експериментальних результатів побудовано рівняння регресії (поліноми другого порядку) споживаної на доподрібнення зерна кукурудзи потужності та відсотка вмісту цілого зерна в масі для силосування.

3. Відсоток цілого зерна в масі для силосування не перевищував 20%, а споживана потужність складала 2,3-3,6 кВт.

Ключові слова: вальцювий доподрібнювач різаної маси, живильні вальці, різальний барабан, транспортувальний канал, багатofакторний експеримент, вимірювальне обладнання.

UDC 631.363.285

INFLUENCE OF PARAMETERS OF ROLLER MILLS FOR GRINDING GRAIN CORN SILAGE

V. F. Kuzmenko, *candidate of technical Sciences, senior researcher*

S. M. Yampolsky, *researcher, e-mail: s_jampol@mail.ru, Tel: +38-096-753-27-29,*

V. V. Maksimenko, *researcher – NSC "IEAA"*

Summary

Problem. Improve the quality of corn silage requires dopadna grain together with the whole biological mass. This involves using roller dopadna, and therefore additional energy expenditure. Determination of the influence of rolling parameters on dopadna dopadna grain and the consumption for this power will allow to determine rational limits to dopadne grain roller dopadna to compare with other designs.

Purpose: to establish the percentage of the whole grain corn during the joint processing of all silage experimentally.

Methods. The studied parameters of the rollers and limits of their variation is made on the basis of analysis of scientific literature. Experimental determination using the method of planning a four-factorial experiment the effect of the parameters on the rollers and power consumption dopadna of grain in the silage.

Results. 1. Designed experimental setup and research methodology dopadna corn.

2. The resulting regression equation of the content of percentage of the whole grain in mass and power consumption depending on the speeds of rollers and the ratio between them, the gap between the rolls and the efforts of their compression.

Conclusions. 1. Developed experimental setup allows to change the speed of the rollers from 24.5 to 49.5 m/s, increase the speed bistrong drum (step) to 1.14; 1.57; 2.00 times to change the gap

between the rollers 2 to 6 mm and the force of their compression of 0.42 to 0.82 kN.

2. Based on the experimental results of the constructed regression equations (polynomial second order) consumed on dopadna corn output and percentage of whole grain in bulk for silage.

3. The percentage of whole grain in bulk for silage did not exceed 20%, and power consumption was 2.3-3.6 kW.

Keywords: roller dopadna pieces of mass, nutrients rollers, the cutter drum, conveyor channel, multiple-factor experiment, instrumentation.

УДК 631.363.285

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВАЛЬЦОВ НА ИЗМЕЛЬЧЕНИЕ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ В СИЛОСНОЙ МАССЕ

В. Ф. Кузьменко, *к.т.н., с.н.с.*

С. М. Ямпольский, *науч. сотр., e-mail: s_jampol@mail.ru, тел. +38-096-753-27-29*

В. В. Максименко, *науч. сотр. – Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»*

Резюме

Проблема. Улучшения качества кукурузного силоса требует доизмельчения зерна совместно со всей биологической массой. Это связано с использованием вальцового доизмельчителя, а следовательно и дополнительными расходами энергии. Определение влияния параметров вальцового доизмельчителя на доизмельчение зерна и на потребляемую для этого мощность позволит определять рациональные пределы в доизмельчении зерна, сравнивать вальцовой доизмельчитель с другими конструкциями.

Цель: установить процент целого зерна кукурузы при совместной обработке всей силосной массы экспериментальным путем.

Методы. Выбор исследуемых параметров вальцов и пределов их варьирования выполнено на основе анализа научно-технической литературы. Экспериментальное определение с использованием метода планирования четыре факторного эксперимента влияния параметров вальцов на потребляемую мощность и доизмельчение зерна в силосной массе.

Результаты. 1. Разработана экспериментальная установка и методика исследований доизмельчения зерна кукурузы.

Проблема. При заготівлі кукурудзяного силосу на сучасних кормозбиральних комбайнах встановлюють доподрібнювач вальцового типу для забезпечення подрібнення зерна кукурудзи, що призводить до ускладнення конструкції комбайна, а також до збільшення витрат енергії [1, 5-7, 10-11, 14]. Але завдяки покращенню технологічної надійності процесу, недоліки, що пов'язані з додатковими енергетичними витратами,

2. Получено уравнение регрессии содержания процента целого зерна в массе и потребляемой мощности в зависимости от скоростей вальцов и соотношение между ними, зазора между вальцами и усилия их сжатия.

Выводы.

1. Разработанная экспериментальная установка позволяет изменять скорость вальцов с 24,5 до 49,5 м/с, увеличивать скорость быстроходного вальца (ступенчато) в 1,14; 1,57; 2,00 раза, изменять зазор между вальцами с 2 до 6 мм и усилие их сжатия с 0,42 до 0,82 кН.

2. На основе экспериментальных результатов построены уравнения регрессии (полиномы второго порядка) потребляемой на доизмельчение зерна кукурузы мощности и процента содержания целого зерна в массе для силосования.

3. Процент целого зерна в массе для силосования не превышал 20%, а потребляемая мощность составляла 2,3-3,6 кВт.

Ключевые слова: вальцовый доизмельчитель резаной массы, питательные вальцы, режущий барабан, транспортировочный канал, многофакторный эксперимент, измерительное оборудование.

перекриваються. Тому необхідне уточнення енергетичного балансу робочих органів кормозбирального комбайна, а саме витрат енергії, яку споживає вальцовий доподрібнювач кормозбирального комбайна. Інформація про якісні та енергетичні показники процесу роботи вальцового доподрібнювача кормозбирального комбайна в науково-технічній літературі відсутня. Таким чином для отримання інформації слід розробити,

виготовити експериментальну установку, розробити методику дослідження процесу доподрібнення різаної стеблової маси кукурудзи та провести попередні дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Процеси плющення, подрібнення вальцями зерна різної вологості достатньо вивчені та описані в науково-технічній літературі [4, 12-13]. Описані умови плющення, подрібнення стеблових матеріалів. В літературі наявна інформація по конструкціях вальцювих плющилок, дробарок та доподрібнювачів.

Однак інформація про вальцювий доподрібнювач в складі кормозбирального комбайна в літературі подана як опис і технічна характеристика. А інформація про процес доподрібнення вальцювим доподрібнювачем в складі кормозбирального комбайна відсутня.

Відомо значна кількість робіт присвячених загальним питанням експериментального дослідження вальцювих плющилок і дробарок (переважно стаціонарного типу) [4, 12-13].

Основною метою експериментів є визначення властивостей об'єктів дослідження та перевірка справедливості гіпотез. Величини, що діють на об'єкт дослідження називають факторами. Залежно від числа факторів, що

діють на об'єкт дослідження, експеримент буває однофакторним та багатофакторним.

Складність процесу доподрібнення різаної стеблової маси, вплив як технологічних (подача, вологість) так і конструкційних факторів вальцювого доподрібнювача (діаметр та колова швидкість вальців, співвідношення між швидкостями вальців, зазор між вальцями, зусилля стискання вальців та інше) на нього, неоднозначність впливу конструкційних параметрів на якісні та енергетичні показники процесу доподрібнення, складність експериментальної установки, трудомісткість проведення досліджень робить необхідним виготовлення спеціалізованої експериментальної установки і розроблення методики проведення експериментальних досліджень для визначення раціональних параметрів вальцювого доподрібнювача різаної маси кормозбирального комбайна.

Методи досліджень. Завданням експериментальних досліджень було визначення двох показників: відсотка цілого зерна кукурудзи та питомої енергоємності процесу доподрібнення різаної стеблової маси кукурудзи. Вказані показники дозволяють встановити раціональні параметри доподрібнювального вальцювого пристрою. Для проведення досліджень була використана експериментальна установка (рис.1).

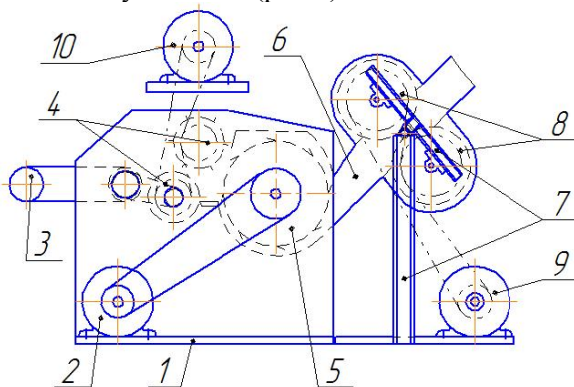


Рис.1. Експериментальна установка для вивчення доподрібнення зерна кукурудзи та питомої енергоємності процесу.

1 – рама подрібнювача; 2 – електродвигун приводу різального барабана; 3 – подавальний транспортер; 4 – живильні вальці; 5 – різальний барабан; 6 – транспортувальний канал; 7 – рама вальцювого доподрібнювача; 8 – доподрібно-вальні вальці; 9 – електродвигун приводу вальцювого доподрібнювача; 10 – електродвигун приводу живильника.

Fig.1. Experimental setup for the study doption of the corn and of the energy intensity of the process.

1 – shredder frame; 2 – electric motor drive the cutting drum; 3 – feed conveyor; 4 – feed rollers; 5 – cutting drum; 6 – conveying channel; 7 – frame roller dopadna; 8 – dopogny-wide rolls; 9 – electric motor drive roller dopadna; 10 – electric motor drive of the feeder.

Експериментальна установка включає дві основні частини: подрібнювач і вальцювий доподрібнювач. Подрібнювач складається із рами, живильного транспортера та вальців, різального барабана і двох окремих приводів. Транспортер і живильні вальці приводилися в рух електродвигуном через варіатор та ланцюгову передачу, а різальний барабан – електродвигуном через пасову передачу. Доподрібнювач встановлювався на рамі з можливістю поворота і закривався кожухом. В рух він приводився окремим електроприводом з пасовими передачами зі змінними шківками.

Експериментальні дослідження проводилися на кукурудзі молочно-воскової фази стиглості. Вологість стеблової маси становила 62,3-74,1 %, а зерна 26,1-32,7%. Під час проведення експериментальних досліджень використовувалось наступне обладнання: лабораторні електронні ваги CERTUS BALANCE CBA-3000-0,5, ВЛК-500, лінійка, штангенциркуль 0 – 125мм, аналого-цифровий перетворювач АЦП Е14-140-М-Д, комп'ютер (ноутбук) з відповідним програм-

ним забезпеченням для АЦП, трансформатори струму УТТ-5М (3 штуки), динамометр ДПУ-0,2-2, набір решіт, сушильна шафа. Трансформатори УТТ-5М були протаровані за допомогою вимірювального комплексу К-505.

Всі дослідження проводились із сталою частотою обертання різального барабана, що становила 995 об/хв. В подрібнювач подавалися снопи кукурудзи масою 6-8 кг. Живильні вальці забезпечували довжину різання 18,1-22,4 мм.

Перед проведенням основних досліджень були проведені попередні (пошукові) однофакторні дослідження. Ці дослідження проводились для визначення пропускної здатності експериментальної установки, і для визначення довжини різання кукурудзи, яку може забезпечити установка.

Основні дослідження проводилися по плану Бокса для чотирьохфакторного експерименту (таблиця 2). Стебла з качанами кукурудзи масою 6-8 кг спрямовувалися в подрібнювач, встановлена довжина різання складала 18,1-22,4 мм, співвідношення маси стебел до маси качанів – 0,55-0,60:0,45-0,40.

Таблиця 1. Рівні варіювання факторів та їх кодові значення
Table 1. The variation Levels of the factors and their coded values

Фактор	Позначення	Рівень варіювання			Інтервал варіювання
		-1	0	+1	
Колова швидкість вальців, м/с	X ₁	24,5	37,0	49,5	12,5
Співвідношення між швидкостями вальців, %	X ₂	14	57	100	43
Зазор між вальцями, мм	X ₃	2	4	6	2
Зусилля стискання вальців, кН	X ₄	0,42	0,62	0,82	0,2

Кожен дослід із плану Бокса проводився у трьохразовій повторності.

Таблиця 2. Фрагмент плану Бокса (B₄) для визначення впливу конструкційних параметрів доподрібнювача на вміст цілого зерна та споживану потужність

Table 2. Detail plan of Box (B₄) to determine the effect of structural parameters dopadna on the content of the whole grain and power consumption

№ дослідю	Колова швидкість вальців, м/с (X ₁)		Співвідношення між швидкостями вальців, % (X ₂)		Зазор між вальцями, мм (X ₃)		Зусилля стискання вальців, кН (X ₄)		Вміст цілого зерна, % (Y ₁)	Потужність на доподрібнення, кВт (Y ₂)
	+1	-1	+1	-1	+1	-1	+1	-1		
1	+1	49,5	+1	100	+1	6	+1	0,82	18,5	2,84
2	-1	28,4	+1	100	+1	6	+1	0,82	19,1	2,79
3	+1	49,5	-1	14	+1	6	+1	0,82	17,6	2,39
4	-1	28,4	-1	14	+1	6	+1	0,82	20,3	2,71
5	+1	49,5	+1	100	-1	2	+1	0,82	0,48	2,92
20	0	37,0	-1	14	0	4	0	0,62	3,9	2,56
21	0	37,0	0	48	+1	6	0	0,62	16,7	2,38
22	0	37,0	0	48	-1	2	0	0,62	0,95	3,26
23	0	37,0	0	48	0	4	+1	0,82	4,3	2,61
24	0	37,0	0	48	0	4	-1	0,42	2,7	2,45

Послідовність проведення дослідів

Перед початком проведення досліду відповідно до плану Бокса регулювали натяг пружин вальцьового доподрібнювача за допомогою гвинтового механізму, зазор між доподрібнювальними вальцями за допомогою комплекту пластин та встановлювали шківів необхідного діаметру.

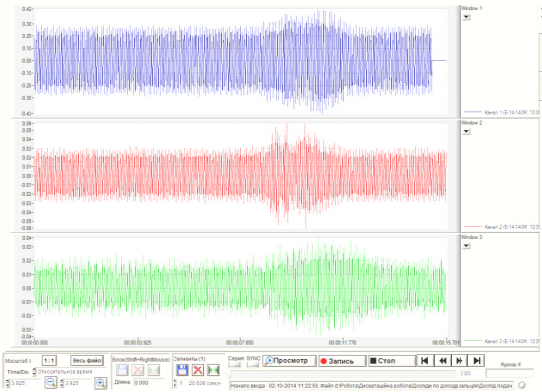


Рис. 2. Процес проходження досліду записаний на комп'ютер
Fig. 2. The Process of passing experience recorded on computer

Зформовану пробу кукурудзи із столу переміщували на подавальний транспортер, який спрямовував її до живильних вальців. Останні спрямовували сніп кукурудзи до різального барабану, який подрібнював її і по транспорту-вальному каналу подавав суміш різаної маси та качанів до доподрібнювальних вальців. Вальці додатково подрібнювали зернову складову різаної кукурудзяної маси та розщеплювали частки стебел. Доподрібнена кукурудзяна маса по вивантажувальному дефлектору викидалась у закріпленій на ньому пробовідбірник (мішок). Після проходження маси вимикали АЦП з режиму запису і вимикали електродвигуни приводів. Інформація про споживану двигунами в процесі досліду потужність відображалася на моніторі комп'ютера і фіксувалося у електронному вигляді.

Із мішка із доподрібненою кукурудзяною масою відбиралась проба у окрему ємність для визначення вологості всієї маси та якості подрібнення зерна кукурудзи. Визначення вологості доподрібненої кукурудзяної маси проводилося класичним ваговим методом. Для визначення якості подрібнення зерна кукурудзи відбирали три близькі по масі проби і зважували їх на електронних вагах. Кожну відібрану пробу за допомогою набору решіт із різними діаметрами отворів просі-

Пробу кукурудзи молочно-воскової стиглості зерна рівномірно розкладали на столі для забезпечення рівномірної подачі. Запускали електродвигуни приводу живильних вальців, різального барабану і вальцьового доподрібнювача. Варіатором приводу вальцьового доподрібнювача встановлювали необхідну колову швидкість вальців та включали АЦП в режим запису.



ювали для відокремлення зерна кукурудзи, як подрібненого, так і цілого. Потім розділяли виділену зернову складову на подрібнене і ціле зерно. Із відібраного зерна брали пробу на вологість. Процес визначення вологості зерна аналогічний процесу визначення вологості кукурудзяної маси.

Результати досліджень

По результатам проведених дослідів були визначені рівняння регресії у вигляді квадратичних поліномів:

$$P_{Д.В.} = 12,439 - 0,34935 \cdot v + 0,02935 \cdot v \cdot k - 1,53691 \cdot z - 2,99163 \cdot F + 0,00017 \cdot v \cdot k + 0,01287 \cdot v \cdot z + 0,07156 \cdot v \cdot F + 0,00162 \cdot k \cdot z + 0,05362 \cdot k \cdot F + 0,50953 \cdot z \cdot F + 0,00301 \cdot v^2 - 0,0005 \cdot k^2 + 0,05475 \cdot z^2 - 4,11255 \cdot F^2$$

відсотку цілого зерна

$$U_3 = -17,6748 + 160414 \cdot v + 0,0305 \cdot k - 11,5493 \cdot z + 52,3086 \cdot F + 0,0013 \cdot v \cdot k - 0,1118 \cdot v \cdot z - 0,2624 \cdot v \cdot F + 0,0162 \cdot k \cdot z - 0,1203 \cdot k \cdot F + 1,4156 \cdot z \cdot F - 0,009 \cdot v^2 - 0,0003 \cdot k^2 + 2,2936 \cdot z^2 - 31,5805 \cdot F^2$$

де - v - швидкість обертання доподрібнювальних вальців, м/с; k - співвідношення між швидкостями обертання, %; z - зазор між доподрібнювальними вальцями, мм; F - зусилля стискання доподрібнювальних вальців, кН.

За результатами дослідів встановлено, що збільшення зазору між вальцями призводить до збільшення відсотка цілого зерна, при цьому інтенсивне збільшення відбувається при збільшенні зазору в межах від 5 до 6 мм.

Більш складним є вплив співвідношення швидкостей на вміст цілого зерна. Спочатку збільшення різниці швидкостей між вальцями призводить до зменшення кількості цілого зерна. Подальше збільшення різниці швидкостей вальців збільшує кількість цілого зерна в пробі.

Висновки. 1. Розроблена експериментальна установка дозволяє змінювати швид-

кість вальців з 24,5 до 49,5 м/с, збільшувати швидкість бистрохідного вальця (ступінчато) в 1,14; 1,57; 2,00 рази, змінювати зазор між вальцями з 2 до 6 мм та зусилля їх стискання з 0,42 до 0,82 кН.

2. На основі експериментальних результатів побудовано рівняння регресії (поліноми другого порядку) споживаної на допдрібнення зерна кукурудзи потужності та відсотка вмісту цілого зерна в масі для силосування.

3. Відсоток цілого зерна в масі для силосування не перевищував 20%, а споживана потужність складала 2,3-3,6 кВт.

Бібліографія

1. Адамчук В.В., Булгаков В.М., Гриник І.В. Перспективи розвитку і застосування у сільському господарстві сучасних високотехнологічних засобів. – Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки та технологій для сільського господарства України: Зб. наук. праць. / «УкрНДІПВТ ім. Леоніда Погорілого». – Дослідницьке, 2013. – Вип. 17 (31). – С. 22-33.

2. Афанасьєва Н. Ю. Вычислительные и экспериментальные методы научного эксперимента / Н. Ю. Афанасьєва, 2010.–М.: KnoРус, 2010. –330 с.

3. Бохан Н.И., Дмитриев А.М., Нагорский И.С. Планирование экспериментов в исследованиях по механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства/ БСХА. – Горки, 1986. – 80 с.

4. Дешко В.И. Исследование и обоснование режимов плющения зерна после влаготепловой обработки. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Ленинград – Пушкин, 1978. – 170 с.

5. Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Ямпольський С.М. Аналіз схем сучасних кормозбиральних комбайнів та особливості їх конструкцій. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 94. – Глеваха, 2010. – С. 279-287.

6. Кузьменко В.Ф., Ямпольський С.М., Максименко В.В. Аналіз конструкцій допдрібнювальних пристроїв кормозбиральних комбайнів. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 96. – Глеваха, 2012. – С. 320-328.

7. Кузьменко В.Ф., Ямпольський С.М., Максименко В.В. Експериментальне визначення фракційного складу маси кукурудзи при заготівлі силосу у пізні строки. Механізація та електрифікація сільського господарства. Випуск 99. Том 1. – Глеваха, 2014. – С. 559-568.

8. Курська Т.М., Угрюмов М.Л. Методика та організація наукових досліджень. Курс лекцій. – Х.: НУЦЗУ, 2011. – 98 с.

9. Мельников С.П., Рошин П.М., Алешкин В.Р. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

10. Особов В.И. Тенденции развития самоходных кормоуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. – 2002. – № 10. – С. 28–33.

11. Осьмак В.Я., Качан І.В. Класифікація та прогноз розвитку конструкцій кормозбиральних комбайнів // Зб. наук. праць Укр. УкрНДІПВТ. — Дослідницьке, 2003. – Вип. 6 (20), кн. 2. – С. 250–254.

12. Павленко С.И. Повышение качества подготовки консервируемой кукурузы доизмельчающими устройствами. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Минск – Днепропетровск, 1989. – 193 с.

13. Потапова С.Є. Обґрунтування основних параметрів одновальцевої зерно-дробарки. Диссертация на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ, 2014. – 120 с.

14. Чепурной А.И., Козлов В.В. Перспективные кормоуборочные комбайны и технологии // Тракторы и сельскохозяйственные машины, 2005 – №6. – С. 14–18.

References

1. Adamchuk V.V., Bulgakov V.M., Grynyk I.V. Perspektyvy rozvytku i zastosuvannya u silskomu gospodarstvi suchasnyh vysokotehnologichnyh zasobiv. – Tehniko-tehnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoyi tekhniki ta tehnologiyi dlya silskogo gospodarstva Ukrainy: Zb. nauk. prats. / «UkrNDIPVT im. Leonida Pogorilogo». – Doslidnytske, 2013. – Vyp. 17 (31), – S. 22-33.

2. Afanaseva N. Ju. Vychislitelnye i eksperimentalnye metody nauchnoho eksperimenta / N. Ju. Afanaseva, 2010. – М.: KnoРус, 2010. – 330 с.

3. Bohan N.I., Dmitriev A.M., Nagorskiy I.S. Planirovanie eksperimentov v issledovaniyah po mehanizatsii i avtomatizatsii selskohozyaystvennogo proizvodstva/ BSHA. – Gorki, 1986. – 80 с.

4. Deshko V.I. Issledovanie i obosnovanie rezhimov plyushcheniya zerna posle vlagoteplovy obrabotki. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk. Leningrad – Pushkin, 1978. – 170 s.

5. Kuzmenko V.F., Maksimenko V.V., Yampolsky, S.M. Analiz shem suchasnyh kormozbyralnyh kombayniv ta osoblyvosti yih konstruktsiy. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 94. – Glevaha, 2010. – S. 279-287.

6. Kuzmenko V.F., Yampolsky S.M., Maksimenko V.V. Analiz konstruktsiy dopodribnyuvalnyh prystroyiv kormozbyralnyh kombayniv. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 96. – Glevaha, 2012. – S. 320-328.

7. Kuzmenko V.F., Yampolsky S.M., Maksimenko V.V. Eksperymentalne vyznachennya fraktsiynogo skladu masy kukurudzy pry zagotivli sylosu u pizni stroky. Mexanizatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva. Vypusk 99. Tom 1. – Glevaha, 2014. – S. 559-568.

8. Kurskaya T.M., Ugryumov M. L. Metodyka ta organizatsiya naukovykh doslidzhen. Kurs lektsiy. – X.: NUTSZU, 2011. – 98 s.

9. Melnikov S.P., Roisin M.P., Aleshkin V. R. Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah selskohozyaystvennykh processov. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.

10. Osobov V.I. Tendentsii razvitiya samohodnyh kormouborochnykh kombaynov // Tehnika i oborudovanie dlya sela. – 2002 — № 10 — S. 28-33.

11. Osmak V.J., Kochan V.I. Klasyfikatsiya ta prognoz rozvytku konstruktsiy kormozbyralnyh kombayniv // Zb. nauk. prats Ukr. Ukr NDIPVT. — Doslidnytske, 2003. – Vyp. 6 (20), kn. 2. – S. 250-254.

12. Pavlenko S.I. Povyshenie kachestva podgotovki konserviruemiy kukuruzy doizmelchajushchimi ustroystvami. Dissertatsiya na soiskanie uchenoy stepeni kandidata tehnikeskikh nauk. Minsk – Dnepropetrovsk, 1989. – 193 s.

13. Potapova S.E. Obgruntovannya osnovnykh parametriv odnovaltsevoyi zerno-drobarky. Dysertatsiya na zdobuttya naukovogo stupenya kandydata tehniknykh nauk. Kyiv, 2014. – 120 s.

14. Chepurnoy A.I., Kozlov V.V. Perspektivnye kormouborochnye kombayny i tehnologii // Traktory i selskohozyaystvennye mashyny. – 2005. – № 6. – S. 14-18.

References

1. Adamchuk V., Bulgakov V.M., Grynyk I.V. Prospects for the development and application of modern high-tech agricultural products. - Technical and technological aspects of the development and testing of new techniques and technologies for agriculture Ukraine: Coll. Science. works. / "Ukr

NDIPVT them. Leonid burned ". - Research, 2013. - Vol. 17 (31). – P. 22-33.

2. Afanasyev N.Y. Computational and experimental methods of scientific experimentation / N.Y. Afanasyeva, 2010. M.: KnoRus 2010. – p -330.

3. Bohan N.I., Dmitriev A.M., Nagorskiy I.S. Design of experiments in research on mechanization and automation of agricultural production / BSKHA. - Gorki, 1986. – P. 80.

4. Deshko V.I. Research and study mode after crushing grain moistureheat treatment. Thesis for the degree of candi-date technical sciences. Leningrad - Pushkin, 1978. – 170 p.

5. V.F. Kuzmenko, Maksimenko V.V., Yampolsky S.M. Analiz schemes Suchasnyj kormozbiralnyh kombayniv that osoblyvosti ih konstruktsiy. Mexanizatsiya that elektrifikatsiya silskogo Gospodarstva. Key infrastructure- 94 Glevakha, – 2010. – P.279-287.

6. V.F. Kuzmenko, Yampolsky S.M., V.V. Maksimenko kombayniv. Mexanizatsiya that elektrifikatsiya silskogo Gospodarstva. 96. Key infrastructure - Glevakha, 2012. – P. 320-328.

7. V.F. Kuzmenko, Yampolsky S.M., V.V. Maksimenko Experiental at line. Key infrastructure 99. -Volume 1- Glevakha- 2014. – P. 559-568.

8. Kurska T.M., M.L. Ugriumov The procedure was organizatsiya science research. Course lection. – H.: NUTSZU, 2011. – 98p.

9. Melnikov S.P., Roisin P.M., V.R. Aleshkin Experimental Design in studies of agricultural processes. – L.: Kolos, 1980. – 168 p.

10. SPECIAL V.I. Trends in the development of self-propelled forage kombay// new machinery and equipment for the village. – 2002. – № 10. – P. 28-33.

9. Melnikov S.P., Roisin P.M., V.R. Aleshkin Experimental Design in studies of agricultural processes. – L.: Kolos, 1980. – 168 p.

10. SPECIAL V.I. Trends in the development of self-propelled forage kombay-// new machinery and equipment for the village. – 2002. – № 10. – P. 28-33.

11. Osmak V.J., Swing I.V. Classification and prediction of structures forage harvesters // Coll. Science. works Eng. Ukr NDIPVT. - Hold a-Experiment, 2003. – Vol. 6 (20), Vol. 2. – P. 250-254.

12. Pavlenko S.I. Improving the quality of the preparation of canned corn ustroystvomi regrinding. Thesis for ste-interest of the candidate of technical sciences. Minsk - Dnepropetrovsk, 1989. – 193 p.

3. S. Potapov Justification of the main parameters zerno drum crushers. The thesis for the degree of candidate of technical sciences. Kyiv, 2014. – 120 p.

14. Chepurnoy A.I., Kozlov V.V. Advanced self-propelled foragers and technology // Tractors and agricultural machinery. – 2005. – №6. – P. 14-18.

УДК 631.356.22

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СПОСОБІВ ЗБИРАННЯ ГИЧКИ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

Є. І. Ігнат'єв, інженер, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
тел.: +38-068-864-72-63;
Таврійський державний агротехнологічний університет

РЕЗЮМЕ

Проблема. Цукровий буряк є основним джерелом одержання цукру в Україні. Найбільш трудомісткими та енергоємними процесами в механізації його вирощування, є операції збирання врожаю. Саме в цей час коренеплоди та гичка цукрового буряку травмуються найдужче, що знижує їх технологічні та якісні показники. У зв'язку із цим науково-технічний пошук способів збирання гички, обґрунтування робочих органів гичкозбиральних машин, а також їх параметрів, дадуть змогу радикально знизити втрати й пошкодження коренеплодів та гички при збиранні буряка, а тому це є актуальним науковим і виробничим завданням.

Мета. Обґрунтування способів збирання гички цукрового буряку в сучасних умовах, пошук засобів для її ефективного суцільного безкоп'їрного зрізу на корені з мінімальними втратами та визначення залежностей для оцінки втрат цукроносної маси в залежності від висоти зрізу.

Методи. Базувалась на використанні патентного пошуку, аналітичних дослідженнях та розробці програм чисельних розрахунків на ПЕОМ з використанням теорії ймовірності і статистичної обробки результатів.

Результати. 1. Обґрунтовано, що гичка цукрового буряка є гарною сировиною для одержання біогазу, цінним зеленим кормом для тваринництва та може бути використана як добриво для ґрунту. Тому її збір без втрат є актуальним завданням галузі буряківництва, яке можна вирішити відповідним підбором технології та параметрів робочих органів для збирання гички.

2. Визначено, що збирання гички без індивідуального копіювання головок коренеплодів роторним гичкозрізаючим апаратом та наступним індивідуальним дообрізанням кожної головки пасивним ножом призводить до значного зростання втрат цукроносної маси та подрібнення гички, які безповоротно втрачаються.

3. Доведено, що при здійсненні зрізу гички з головок коренеплодів цукрового буряка з індивідуальним копіюванням і збором зрізаної маси з кожної головки коренеплоду істотно знижується продуктивність роботи гичкозбиральної машини, значно ускладнюється конструкція гичкозрізаючого апарату та істотно зростають експлуатаційні витрати.

4. Проведено пошук оптимальних робочих органів та способів зрізання гички, а також створено передумови для розробки математичної моделі, яку можна використати для прогнозування втрат цукроносної маси й залишків гички.

Висновки. Проведений аналіз способів використання гички цукрових буряків обґрунтував необхідність якісного її зрізу з мінімальним ступенем подрібнення, та якісним обрізанням головок коренеплодів з метою підвищення ефективності виробництва. Аналіз переваг та недоліків існуючих технологій та робочих органів для зрізання гички цукрового буряку дозволив встановити, що найбільш ефективним та економічним є комбінований зріз, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка залишків гички з головок коренеплодів на корені. Для обраного оптимального способу видалення гички проведено пошук методики оцінки втрат цукроносної маси та залишків гички, які б відповідали сучасним агротехнологічним вимогам. Розроблено передумови для створення математичної моделі, яку можна використати з метою прогнозування втрат цукроносної маси й залишків гички для різних сортів цукрового буряка, технологій вирощування й засобів його збирання та прогнозувати у подальшому якісні показники усього збирального процесу. Шляхом чисельного моделювання на ПК проведені розрахунки втрат цукроносної маси й залишків гички залежно від висоти безкоп'їрного зрізу при відповідних агрофізичних характеристиках посіву й коренеплодів цукрового буряка.

Ключові слова: цукровий буряк, гичка, збирання, втрати, безкоп'їрний зріз

UDC 631.356.22

SCIENTIFIC AND TECHNICAL SUBSTANTIATION OF HARVESTING SUGAR BEET TOPS UNDER MODERN CONDITIONS

**Ye. I. Ihnatiev, Eng., e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
tel: +38-068-864-72-63 – Tavria State Agrotechnological University**

SUMMARY

The problem. Sugar beet is the main source of sugar in Ukraine. Harvesting is the most time-consuming and energy-intensive process in the mechanization of its cultivation. During harvesting root crops and sugar beet tops are damaged that reduces their technology and quality indicators. Scientific and technical search of harvesting ways of beet tops, justification of toppers working bodies and also their parameters allow to reduce losses and damage of root crops and tops at harvesting beets is the important scientific and industrial problem.

The purpose. Substantiation sugar beet tops harvesting methods in modern conditions, the search for means for its effective cutting without copier on a root with minimal losses and defining the dependencies for evaluation of sugar-bearing mass losses, depending on the height of cut.

Methods. The study is based on the use of patent search, analytical research and development programs of numerical calculations on a PC using the theory of probability and statistical processing of results.

Results. 1. Substantiated that sugar beet tops is a good raw material for the production of biogas, a valuable green fodder for livestock and can be used as fertilizer for the soil. Beet tops harvesting without losses is an important task for beet industry, which can be solved by appropriate choice of technology and parameters of working bodies.

2. Cutting of beet tops without copying root heads via rotary topper and following individual heads cleaning leads to significant increasing of sugar-bearing

mass and tops losses of this harvesting method.

3. Proved that cutting with individual root heads copying and beet tops collecting significantly reduced toppers productivity, leads to complicated topping unit design and significantly increases operating costs.

4. Search for optimal types of working bodies and methods of beet tops cutting create prerequisites for developing a mathematical model that can be used to predict sugar-bearing mass losses and tops residues.

Conclusions. The analysis of ways to use sugar beet tops proved the necessity of quality cutting with minimal chopping and clean topping of root crops in order to increase production efficiency. The analysis of advantages and disadvantages of existing technologies and working bodies for cutting sugar beet tops revealed that the most efficient and cost-effective is the combined cut, when carried out a cutting without copier and following individual heads cleaning. For a chosen optimal topping method defined loss assessment methodologies of sugar mass and tops residues corresponding to modern agrotechnological requirements. The proposed mathematical model can be used to predict the sugar-bearing mass losses and tops residues under different varieties of sugar beet cultivation, harvesting techniques and tools to predict the quality indicators of cleaning. Numerical simulation on the PC allowed to calculate of sugar-bearing mass losses and tops residues depending on the height of cutting without copier under appropriate agrophysical characteristics of field and sugar beet roots.

Key words: *sugar beet, tops, harvesting, losses, cutting without copier*

УДК 631.356.22

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УБОРКИ БОТВЫ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Е. И. Игнатьев, инженер, e-mail: yevhen.ihnatiev@tsatu.edu.ua,
тел.: +38-068-864-72-63
Таврический государственный агротехнологический университет**

РЕЗЮМЕ

Проблема. Сахарная свекла является основным источником получения сахара на Украине. Наиболее трудоемкими и энергоемкими процессами в механизации ее выращивания, явля-

ются операции уборки урожая. Именно тогда корнеплоды и ботва сахарной свеклы травмируются более всего, что снижает их технологические и качественные показатели. В связи с этим научно-технический поиск способов уборки

ботвы, обоснование рабочих органов ботвоуборочных машин, а также их параметров, дадут возможность радикально снизить потери и повреждение корнеплодов и ботвы при уборке свеклы, а потому это является актуальной научной и производственной задачей.

Цель. Обоснование способов уборки ботвы сахарной свеклы в современных условиях, поиск средств для ее эффективного сплошного бескопирного среза на корню с минимальными потерями и определения зависимостей для оценки потерь сахарной массы в зависимости от высоты среза.

Методы исследований основывались на использовании патентного поиска, аналитических исследованиях и разработке программ численных расчетов на ПЭВМ с использованием теории вероятности и статистической обработки результатов.

Результаты. 1. Обосновано, что ботва сахарной свеклы является хорошим сырьем для получения биогаза, ценным зеленым кормом для животноводства и может быть использована в качестве удобрения для почвы. Поэтому ее сбор без потерь является актуальной задачей отрасли свекловодства, которую можно решить соответствующим подбором технологии и параметров рабочих органов для уборки ботвы.

2. Определено, что сбор ботвы без индивидуального копирования головок корнеплодов роторным ботвосрезающим аппаратом и последующим индивидуальным дообрезанием каждой головки пассивным ножом приводит к значительному росту потерь сахаросодержащей массы и измельчению ботвы, которые безвозвратно теряются.

3. Доказано, что при осуществлении среза ботвы с головок корнеплодов сахарной свеклы с индивидуальным копированием и сбором срезанной массы с каждой головки корнеплода существенно снижается производительность работы ботвоуборочной машины, значительно усложняется конструкция ботвосрезающего аппарата и

существенно возрастают эксплуатационные расходы.

4. Проведен поиск оптимальных рабочих органов и способов срезания ботвы, а также созданы предпосылки для разработки математической модели, которую можно использовать для прогнозирования потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы.

Выводы. Проведенный анализ способов использования ботвы сахарной свеклы обосновал необходимость качественного ее среза с минимальной степенью измельчения, и качественной обрезкой головок корнеплодов с целью повышения эффективности производства. Анализ преимуществ и недостатков существующих технологий и рабочих органов для срезания ботвы сахарной свеклы позволил установить, что наиболее эффективным и экономичным является комбинированный срез, когда осуществляется сплошной основной срез и последующая дообрезка остатков ботвы с головок корнеплодов на корню. Для выбранного оптимального способа удаления ботвы проведен поиск методики оценки потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы, соответствующих современным агротехнологическим требованиям. Разработаны предпосылки для создания математической модели, которую можно использовать с целью прогнозирования потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы для различных сортов сахарной свеклы, технологий выращивания и средств ее уборки и прогнозировать в дальнейшем качественные показатели всего уборочного процесса. Путем численного моделирования на ПК проведены расчеты потерь сахаросодержащей массы и остатков ботвы в зависимости от высоты бескопирного среза при соответствующих агрофизических свойствах посевов и корнеплодов сахарной свеклы.

Ключевые слова: сахарная свекла, ботва, уборка, потери, бескопирный срез

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Основним джерелом одержання цукру в Україні є цукровий буряк, але в той же час він є цінним джерелом корму для тварин у вигляді гички та відходів цукрової промисловості (жмих, патока й ін.), а також гарною сировиною для отримання біогазу.

Найбільш трудомісткими та енергоємними процесами в механізації вирощування й збирання врожаю, є операції збирання буряку, що включають зріз гички й транспортування її до місць згодовування або силосування, очищення головок корнеплодів від залишків, викопування корнеплодів із

грунту, очищення їх від ґрунту й транспортування на цукрові заводи або укладання в польові кагати для тимчасового зберігання. Під час всіх цих операцій корнеплоди та гичка цукрового буряку травмуються, що знижує їх технологічні та якісні показники [1]. Однією з основних причин втрат і ушкоджень корнеплодів є недосконалість технології збирання гички й робочих органів гичкозбиральних машин.

У зв'язку із цим науково-технічний пошук способів збирання гички, обґрунтування робочих органів гичкозбиральних машин, а також їх параметрів, дадуть змогу радикально знизити втрати й пошкодження

коренеплодів та гички при збиранні буряка, а тому це є актуальним науковим і виробничим завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями Л.В. Погорілого, В.М. Булгакова, М.М. Зуєва, М.М. Бориса, В.Я. Мартиненко, С.А. Топоровського, А.М. Бориса та ін. встановлено, що за різних робочих органів для зрізу гички цукрового буряку, між висотою розміщення головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту й розмірними характеристиками самих коренеплодів існує певна лінійна залежність. Однак досліджень, які торкалися би аналітичного визначення загальної маси зрізаної гички при суцільному її зрізуванні роторним гичкозрізувальним апаратом проведено ще недостатньо. Виникає необхідність в проведенні додаткових досліджень, які б торкалися визначення саме раціональної висоти основного суцільного зрізу масиву гички [2, 4, 5, 6, 7, 8].

Мета досліджень. Обґрунтування способів збирання гички цукрового буряка та пошук засобів для її ефективного суцільного безкопінного зрізу з мінімальними втратами та визначення залежностей для оцінки втрат цукронової маси в залежності від висоти зрізу.

Методи досліджень базувались на використанні патентного пошуку, аналітичних дослідженнях та розробці програм чисельних розрахунків на ПЕОМ з використанням теорії ймовірності та статистичної обробки результатів.

Результати досліджень. Найбільш широке поширення у світі отримали, в наш час, гичкозбиральні машини, що здійснюють суцільний безкопінний зріз основної маси гички без індивідуального копіювання головок коренеплодів. Обумовлено це тим, що сучасні індустріальні технології виробництва цукрового буряка припускають, що на момент збирання головки коренеплодів цукрового буряка мають однакові розміри й форму й розташовуються в основному на одному рівні над поверхнею ґрунту [1].

Поширеною зараз технологією й агротехнічними вимогами до гичкозбиральних машин передбачається проведення першопочаткового зрізу гички з головок коренеплодів на корені. При цьому більшість коренеплодів цукрових буряків при цьому травмується, в результаті чого зменшується на 5...9% валовий збір урожаю. Крім того, застосування

пристроїв для автоматичного копіювання головок коренеплодів цукрових буряків обмежує поступальну швидкість гичкозбирального агрегату до 5...6 км/год через конструктивні особливості, що не відповідає швидкості коренезбиральної машини – 7...6 км/год [2]. Через цю невідповідність швидкісних режимів роботи машин, що входять у склад бурякозбирального комплексу в цілому не можуть повною мірою реалізуватись їх потенційні можливості.

Якщо ретельно проаналізувати стан цього питання, то природні фактори, що мають місце, навіть у самих сприятливих зонах вирощування цукрового буряка, передбачають наявність різних розмірів й форм виступаючих частин головок коренеплодів над рівнем поверхні ґрунту і різний за формою й висотою пучок зеленої маси гички, обов'язкову наявність сухих і полеглих частин гички та різну висоту розташування головок над рівнем поверхні ґрунту.

При здійсненні суцільного зрізу з наступним дообрізанням гички на корені втрачається 8...10% цукронової маси, особливо це твердження характерне за умови низького зрізу. Високий зріз також не бажане явище, бо через це погіршуються кондиційні характеристики коренеплодів, що в цілому зменшує вихід цукронової маси [2]. Тому оптимальним є комбінований зріз гички, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка черешків на корені [3]. Таким чином, необхідно встановити оптимальні характеристики суцільного основного зрізу, для того щоб не пошкоджувались головки коренеплодів, а також був не занадто високим, оскільки, в цьому випадку, ускладнюється доочистка головок існуючими доочищувальними робочими органами бурякозбиральних машин.

Аналіз сучасних технологій цукрового буряка показує, що у Франції, Англії, Німеччині і інших країнах Західної Європи, а також США не передбачається збирання гички (усього збирається не більше 5...10%), що й визначає специфіку конструкцій сучасних бурякозбиральних машин [9, 11, 11]. Видалення гички проводиться найпростішими ріжучими механізмами з подальшим розкиданням її по прибраному полю або укладанням у валок, черешки що залишилися на голівках коренеплодів видаляються спеціальними ріжучими апаратами й доочисниками. Розкидана гичка й зрізані частини головок

коренеплодів пізніше заорюються і слугують добривами [2].

Різні види технологічного процесу збирання гички цукрового буряка визначили різноманіття конструктивних схем гичкозрізаючих апаратів. Коротко проаналізуємо ці схеми.

Гичкозрізаючі апарати, що здійснюють зріз гички без копіювання головок коренеплодів, простіші по конструктивному виконанню, технологічно надійні в роботі, поряд із цими перевагами представлена група має й істотні недоліки. Так, головний недолік – підвищені втрати гички (20...50%) або її подрібнювання і непридатність до подальшого використання.

Найбільше поширення одержали гичкозрізаючі апарати, що працюють за принципом копіювання головок коренеплодів з наступним їхнім зрізом. Апарати даної групи являють собою кінематично зв'язану систему двох елементів – копір і ніж [8]. Зв'язок може здійснюватися в такий спосіб:

– висота зрізу під час роботи апарата залишається незмінною;

– висота зрізу під час роботи апарата змінюється залежно від розміру головок коренеплодів.

Як елемент копіювання може бути обраний пасивний (полозовидний, гребінчастий) або активний (кільчастий, гусеничний) копір, а сам зріз здійснюється безпосередньо пасивним або активним ножем [6, 7].

Заслужують на увагу гичкозрізаючі апарати, у яких поєднані в часі процеси копіювання й зрізу. Ці робочі органи, поряд з об'єднанням процесів копіювання й зрізу, що спрощує кінематичну схему апарата, мають й суттєвий недолік який полягає у складнощях збирання й передачі зрізаної гички на транспортуючі пристрої.

Гичкозрізальні апарати усіх бурякозбиральних машин повинні здійснювати обрізання гички таким чином, щоб буряки можна було б здавати цукровим заводам без ручного доочищення. По агротехнічним вимогам забруднення зеленою масою купи цукрових буряків не повинна перевищувати 3%. Зріз частини головки коренеплоду повинен бути прямим, гладким, без відколів. Площина зрізу повинна проходити не нижче рівня основи зелених черешків гички й не вище 2 см від верхівки головки коренеплоду. При цьому кількість коренеплодів із черешками гички більше 2 см після обрізки не

повинне перевищувати 5%. Втрати гички не повинні перевищувати 10% її врожайності, а забруднення купи гички ґрунтовими домішками не більше ніж 0,5% [6, 14].

Якщо досить точно простежити світовий розвиток засобів механізації збирання гички цукрового буряка, то на зміну механізованого процесу обрізання пучків гички всередині бурякозбирального комбайна, прийшло індивідуальне копіювання кожної головки коренеплоду в рядку при їхньому обрізанні на корені. Однак стримування продуктивності збирання, складність конструкцій, значні витрати на експлуатацію привели до того, що індивідуальне копіювання головок коренеплодів при обрізці з них гички було витіснено суцільним безкопирним зрізом, незважаючи на очевидні й значні втрати як цукроносною маси так і в цілому врожаю гички.

Крім того в сучасних машинах для збирання гички цукрового буряка, які здійснюють суцільний безкопирний зріз не завжди визначається й установлюється необхідна оптимальна висота встановлення гичкозрізаючих апаратів, які в своїй більшості представлені робочими органами роторного типу [4]. Налагодження гичкозрізаючого робочого органу на необхідну висоту зрізу проводиться шляхом візуальної оцінки якості зрізу гички, що може привести до необґрунтованих втрат цукроносною маси або підвищенню вмісту гички на самих головках коренеплодів. При цьому після налаштування потрібної висоти зрізу на початку збирання, як правило, коректування його значення під час подальшої роботи гичкозбиральної машини, у більшості випадків, не проводиться.

Тому важливим питанням у процесі механізованого збирання гички цукрового буряка є висота зрізу головок коренеплодів [15]. Відомо, що від оптимальної висоти обрізання залежить повнота збору врожаю коренеплодів без ручного доочищення, збереження технологічних якостей бурякової сировини при тривалому заводському зберіганні, а також в цілому вихід цукроносною маси.

На підставі проведеного аналізу гичкозрізальних апаратів і їхньої роботи можна зробити наступні висновки:

1. Гичкозрізальні апарати, що забезпечують видалення гички без копіювання головок коренеплодів, прості по конструктивному виконанню й надійні в роботі. Разом з тим, при роботі їм властиві втрати гички або значне її подрібнювання.

2. Гичкозрізальні апарати, які копіюють головки коренеплодів з наступним їхнім зрізом, мають зростання інерційних зусиль при збільшенні робочої швидкості навіть у тому випадку, коли копіюючий механізм у них є активним. Якщо обидва елементи пасивні, відбувається забивання гичкою усього гичкозрізуючого апарата, що приводить до порушення технологічного процесу.

3. Гичкозрізальні апарати, що працюють за принципом суміщення в часі процесів копіювання й зрізу, мають просте конструктивне виконання, але разом з тим ускладненим є процес збору й передачі зрізаної гички на транспортуючі робочі органи. Спостерігається також часткове подрібнювання гички.

4. Відомі гичкозбиральні машини, у яких процес видалення гички розділений на кілька операцій. Їх конструктивні особливості мають такі відповідні недоліки:

а) для попереднього обрізування гички, коли зрізаючий апарат виконаний у вигляді сегментного ножа, що здійснює зворотно-поступальний рух:

- малу продуктивність;
- втрати зрізаної гички;

б) при постановці ротора з горизонтальним привідним валом:

- підвищеним подрібнюванням гички;

в) при постановці ротора з вертикальним привідним валом:

- утруднене збирання зрізаної гички;
- втрати зрізаної гички.

Таким чином, найбільш доцільним до використання і подальшого вдосконалення будемо вважати гичкозрізальні апарати, які здійснюють зріз гички без копіювання головок коренеплодів. Вони найбільш прості по конструкції, надійні в роботі, більш усталено виконують технологічний процес, дозволяють підвищити швидкісний режим роботи гичкозбиральних машин без погіршення якості зрізу та збільшити в цілому продуктивність бурякозбирального комплексу.

Але необхідно вирішити ґрунтове питання, яке стосується вибору оптимальної висоти основного суцільного зрізу гички, значення якої буде напряму залежати від висоти виступання головок коренеплодів цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту, яка є випадковою величиною.

Розглянемо далі втрати цукроносної маси та залишки гички, які визначаються відстанню від встановленої висоти зрізу h до

вершини головки коренеплоду b_2 та основи зони зелених вічок b_k (рис. 1).

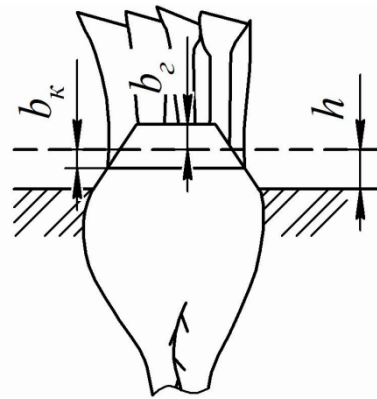


Рис. 1. Схема зрізу головки коренеплоду
Fig. 1. Scheme of root crop head cutting

Задавши ці параметри та за допомогою геометричних розрахунків визначивши об'єм зрізаної частини головки коренеплоду і залишків гички, з врахуванням їх щільності, можна визначити масові характеристики шуканих величин для коренеплодів заданого інтервалу висот виступання [8]:

$$M_i = F(h_i; b_i) \cdot P(h_i; h_{i+1}) \cdot N_i, \quad (1)$$

де: F – втрати цукроносної маси або залишки гички, для коренеплоду;

P – ймовірність появи даного інтервалу висот виступання головок цукрових буряків над рівнем поверхні ґрунту;

N_i – кількість коренеплодів заданого інтервалу на одиниці площі.

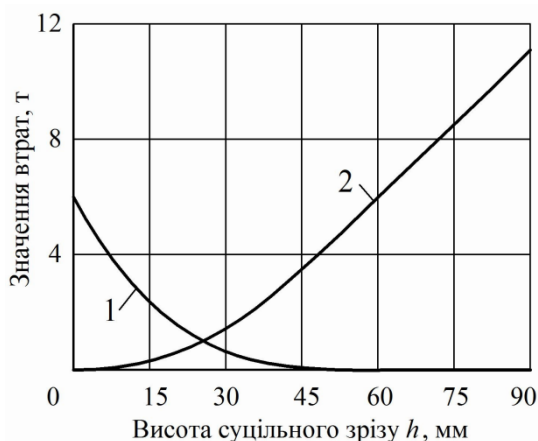
Визначення ймовірності появи коренеплодів заданого інтервалу висот виступання розраховується чисельним інтегруванням по формулі Сімпсона. Додавши залишки гички й втрати цукроносної маси для всіх інтервалів висот виступання, одержимо сумарні залишки гички й втрати цукроносної маси на одиниці площі [8]:

$$M = \sum_{i=a}^b \left[N_i \cdot F\left(\frac{h_i + h_{i+1}}{2}; b_i\right) \cdot \left(\frac{h_{i+1} - h_i}{3m} \sum_{j=0}^m c_j \cdot f(h_i)\right) \right],$$

де:

b_i – висота зрізу відповідно гички або головки коренеплоду; F – маса втрат цукроносної маси або залишків гички; h – висота безкопійного зрізу гички над поверхнею ґрунту; m – кількість інтервалів: $m = 2U$; $U = 1, 2, 3, 4, \dots$; c_j – коефіцієнт при значеннях підінтегральної функції у відповідних точках, $c_j = 1, 2, 3, 4, 2, 4, \dots, 2, 4, 1$.

Використовуючи вищенаведену залежність з'являється можливість розробити алгоритм і програму для розрахунку на ПЕОМ. Застосувавши даний математичний апарат проведено розрахунок втрат цукронової маси й залишків гички залежно від висоти безкопірного зрізу (рис. 2).



1 - втрати цукронової маси (Ц)
2 - маса залишків гички (Г)

Рис. 2. Залежності для визначення раціональної висоти основного суцільного зрізу при математичному очікуванні $m = 40$ мм і середньоквадратичному відхиленні $\sigma = 10$ мм

Fig. 2. Dependencies for finding cutting height under mathematical expectation $m = 40$ mm and standard deviation $\sigma = 10$ mm

Тому отриману математичну залежність є підстави використати для прогнозування втрат цукронової маси й залишків гички для різних сортів цукрових буряків і різних технологій їх вирощування. По побудованим на основі отриманих характеристик залежностям, які наведені на рис. 2 можна визначити висоту безкопірного зрізу із прогнозованими втратами цукронової маси й залишків гички.

Наступним етапом дослідження є побудова розрахункової математичної моделі руху фронтально навішеної на трактор гичкозбиральної машини, яка буде першопочаткове здійснювати суцільний основний зріз масиву гички цукрового буряку і її збирання і послідовно доочищення головок коренеплодів від залишків гички на корені. При цьому метою подальшого теоретичного дослідження буде встановлення таких кінематичних і конструктивних параметрів агрегату при яких коливання фронтально навішеної на

трактор гичкозбиральної машини будуть мінімальними, що забезпечить максимальну повноту зібраного вражаю гички цукрового буряку. Доочищення ж головок коренеплодів за допомогою начепленого позаду трактора доочищувача будуть сприяти якісному очищенню головок коренеплодів від залишків гички і не пошкодженню тіл коренеплодів.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз способів використання гички цукрових буряків обґрунтував необхідність якісного її зрізу з мінімальним ступенем подрібнення, та якісним обрізанням головок коренеплодів з метою підвищення ефективності виробництва.

2. Аналіз переваг та недоліків існуючих технологій та робочих органів для зрізання гички цукрового буряку дозволив встановити, що найбільш ефективним та економічним є комбінований зріз, коли здійснюється суцільний основний зріз і наступна дообрізка залишків гички з головок коренеплодів на корені.

3. Для обраного оптимального способу видалення гички проведено пошук методики оцінки втрат цукронової маси та залишків гички, які б відповідали сучасним агротехнологічним вимогам.

4. Розроблено передумови для створення математичної моделі, яку можна використати з метою прогнозування втрат цукронової маси й залишків гички для різних сортів цукрового буряку, технологій вирощування й засобів його збирання та прогнозувати у подальшому якісні показники усього збирального процесу.

5. Шляхом чисельного моделювання на ПК проведені розрахунки втрат цукронової маси й залишків гички залежно від висоти безкопірного зрізу при відповідних агрофізичних характеристиках посіву й коренеплодів цукрового буряку.

Бібліографія

- Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.
- Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.
- Погорельий Л. В. Свеклоуборочные машины: история, конструкция, теория, прогноз /

Л. В. Погорельий, Н. В. Татьяна. – К.: Феникс, 2004. – 232 с.

4. Борис А. Н. Моделирование технологического процесса отделения ботвы комбинированным способом / А. Н. Борис // Вестник аграрной науки. – 2011. – Вып. 7. – С. 66-68.

5. Булгаков В. М. Свеклоуборочные машины / В. М. Булгаков. – К.: Аграрная наука, 2011. – 352 с.

6. Зуев Н. М. Исследование качества работы свеклоуборочных комбайнов в зависимости от агрофизических свойств сахарной свеклы при различных способах формирования насаждения растений: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.410 / Н. М. Зуев. – Харьков, 1971. – 33 с.

7. Мартыненко В. Я. Ботвоуборочные машины / В. Я. Мартыненко. – Тернополь: Полиграфист, 1997. – 110 с.

8. Топоровский С. А. Обоснование технологического процесса и основных параметров рабочего органа для уборки ботвы сахарной свеклы без копирования головок корнеплодов: автореф. дис... канд. техн. наук: спец. 05.20.01 / С. А. Топоровский. – Київ. – 1988. – 19 с.

9. Борис Н. М. Обоснование технологического процесса и параметров рабочего органа для отделения ботвы сахарной свеклы: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук: спец. 05.05.11 / Н. М. Борис. – Вінниця: ВДАУ, 2009. – 20 с.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. Н. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., Н. 5. – P. 252-253.

12. Свеклоуборочные комбайны Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod [Электронный ресурс] // Сельскохозяйственная техника. – 2007. – № 3. – Режим доступа к журналу: <http://russia.profi.com>.

13. Хелемендик М. М. Напрями і методи розробки нових робочих органів сільськогосподарських машин / М. М. Хелемендик. – К.: Аграрна наука, 2001. – 280 с.

14. Механико-технологические свойства сельскохозяйственных материалов: практикум / [Царенко О. М., Яцун С.С. и др.]; Под ред. С. С. Яцуна. – К.: Аграрное образование, 2000. – 93 с.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.

References

1. Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.

2. Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.

3. Pogorelyiy L. V. Sveklouborochnyie mashiny: istoriya, konstruktsiya, teoriya, prognoz / L. V. Pogorelyiy, N. V. Tatyanko. – К.: Feniks, 2004. – 232 s.

4. Boris A. N. Modelirovanie tehnologicheskogo protsessa otdeleniya botvyi kombinirovannym sposobom / A. N. Boris // Vestnik agrarnoy nauki. – 2011. – Vyip. 7. – S. 66-68.

5. Bulgakov V. M. Sveklouborochnyie mashiny / V. M. Bulgakov. – К.: Agrarnaya nauka, 2011. – 352 s.

6. Zuev N. M. Issledovanie kachestva rabotyi sveklouborochnyih kombaynov v zavisimosti ot agrofizicheskikh svoystv saharnoy sveklyi pri razlichnyih sposobah formirovaniya nasazhdeniya rasteniy: avtoref. dis... kand. tehn. nauk: spets. 05.410 / N. M. Zuev. – Harkov, 1971. – 33 s.

7. Martyinenko V. Ya. Botvouborochnyie mashiny / V. Ya. Martyinenko. – Ternopol: Poligrafist, 1997. – 110 s.

8. Toporovskiy S. A. Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i osnovnyih parametrov rabocheho organa dlya uborki botvyi saharnoy sveklyi bez kopiroyaniya golovok korneplodov: avtoref. dis... kand. tehn. nauk: spets. 05.20.01 / S. A. Toporovskiy. – KiYiv. – 1988. – 19 s.

9. Boris N. M. Obosnovanie tehnologicheskogo protsessa i parametrov rabocheho organa dlya otdeleniya botvyi saharnoy sveklyi: avtoref. dis. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tehn. nauk: spets. 05.05.11 / N. M. Boris. – Vinnitsya: VDAU, 2009. – 20 s.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. Н. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., Н. 5. – P. 252-253.

12. Sveklouborochnyie kombayny Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod [Elektronnyiy resurs] // Selskohozyaystvennaya tehnika. – 2007. – № 3. – Rezhim dostupa k zhurnal: <http://russia.profi.com>.

13. Helemendik M. M. Napryami i metodi rozrobki novih robochih organiv silskogospodarskih mashin / M. M. Helemendik. – К.: Agrarna nauka, 2001. – 280 s.

14. Mehaniko-tehnologicheskie svoystva selskohozyaystvennyih materialov: praktikum / [Tsarenko O. M., Yatsun S.S. i dr.]; Pod red. S. S. Yatsuna. – K.: Agrarnoe obrazovanie, 2000. – 93 s.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.

References

1. Huijbregts T. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe / T. Huijbregts, G. Legrand et al. // COBRI report. – 2013. – №1. – 54 p.

2. Przybył J. Method of external assessment of the quality of sugar beet roots / J. Przybył et al. // AGRICULTURAL ENGINEERING. – 2013. – Z. 4., T. 2. – P. 113-125.

3. Pogorelyiy L. V. Sugar-beet harvesting machines : history, design theory, forecast (In Russian language) / L. V. Pogorelyiy, N. V. Tatyanko. – Kiev: Feniks, 2004. – 232 p.

4. Boris A. N. Modeling of technological process separation tops through combined method (In Russian language) / A. N. Boris // Vestnik agrarnoy nauki. – Kiev, 2011. – Vol. 7. – P. 66-68.

5. Bulgakov V. M. Sugar-beet harvesting machines (In Russian language). / V. M. Bulgakov. – Kiev : Agrarnaya nauka, 2011. – 352 p.

6. Zuev N. M. Research quality of sugar beet harvesters, depending on the agro properties of sugar beet at various ways of forming plant plantations (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / N. M. Zuev. – Harkov, 1971. – 33 p.

7. Martyinenko V. Ya. Topper machines (In Russian language) / V. Ya. Martyinenko. – Ternopol: Poligrafist, 1997. – 110 p.

8. Toporovskiy S. A. Justification of process and basic parameters of working body for harvesting the tops of sugar beet without copying heads of root crops (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / S. A. Toporovskiy. – Kiev. – 1988. – 19 p.

9. Boris N. M. Justification process and parameters of working body to remove sugar beet tops (In Russian language) [Ph.D. thesis.] / N. M. Boris. – Vinnitsa: VDAU, 2009. – 20 p.

10. Kromer K.-H., Strätz J. und Tschepe M. Technischer Stand der Zuckerrübenernte – Rodertest Seligenstadt 2000 // Landtechnik. – 2001. – №56. H. 2. – P. 78-79.

11. Lammers P.-S. Harvest quality of six-row sugar beet tanker harvesters / P.-S. Lammers, M. Rose // Landtechnik. – 2005. – №60., H. 5. – P. 252-253.

12. Beet harvesters Grimme, Holmer, Kleine, Matrot, Ropa, Tim, Thyregod (In Russian language) [Electronic resource] // Selskohozyaystvennaya tehnika. – 2007. – № 3. – Access regime to magazine: <http://russia.profi.com>.

13. Helemendik M. M. Directions and methods to develop new working bodies of farm machinery (In Ukrainian language) / M. M. Helemendik. – Kiev : Agrarna nauka, 2001. – 280 p.

14. Mechanical and technological properties of agricultural materials: practical work (In Russian language) / [Tsarenko O. M., Yatsun S.S. i dr.]; Edited by S. S. Yatsun. – Kiev : Agrarnoe obrazovanie, 2000. – 93 p.

15. Beyaz A. Determination of sugar beet topping slice thickness by using image analysis technique / A. Beyaz, A. Çolak // Journal of Agricultural Machinery Science. – 2010. – №3. – P. 185-189.

УДК 631.354

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИСТРОЮ ПОПЕРЕДНЬОГО ОБМОЛОТУ ЗЕРНА

М. В. Шевчук, аспірант,

e-mail: shevchuk1611@mail.ru, тел.: +38-093-909-06-39

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Резюме

Мета. Перевірка можливості і доцільності вимолоту зерна з суцвіть зрізаних стебел до попадання їх в молотильно-сепаруючий пристрій молотарки комбайна.

Методика. Модернізований бітер встановлено в проставці, що з'єднує жниварку та похилу камеру комбайна замість серійного пальчикового бітера.

Дослідження процесу попереднього обмолоту зерна з суцвіть зрізаних стебел проведено на експериментальній установці за умов збирання озимої пшениці відповідно з методикою ОСТ 70.8.1-81.

В основу досліджень буде покладено встановлення залежності впливу конструктивно-технологічних параметрів пристрою для попереднього обмолоту зерна, на рівень вимолочування зерна з суцвіть рослин, що подаються з жниварки в МСП зернозбирального комбайна.

Основним критерієм оцінювання якості роботи розробленого пристрою, прийнято частку вимолоту зернового матеріалу робочими органами хедера комбайна.

Показники агрофону визначались згідно з методикою ОСТ 70.8.1-81.

Біологічну врожайність хлібостою визначають шляхом скошування ділянки площею 1 м² на фактичній висоті зрізу в п'яти різних точках поля, з наступним зважуванням та визначенням середнього значення маси. Забур'яненість посіву буде визначено шляхом розбору рослинної маси на дві фракції – основна культура та рослини бур'янів. Вагове співвідношення встановлено після обмолоту матеріалу лабораторною молотаркою і визначено окремо частки зерна та рослинної маси.

Вологість зерна буде визначено, згідно з методикою ГОСТ 12041-85 за допомогою вологоміра. Вологість соломистої маси – експрес-методом.

Частку вимолоченого зернового матеріалу робочими органами хедера комбайна оцінювали за відсотком сепарації зерна із шару хлібної маси, крізь простір щитка молотарки.

Результати. Досліджено пристрій попереднього обмолоту зерна проміжним молотильним барабаном жниварки, який встановлено замість проміжної її бітерної проставки. Кількість зерна, що осідає в бункері каменеуловлювача (перед основним молотильним барабаном) залежить від форми (конструкції) молотильного барабану для попереднього обмолоту і частоти його обертання.

Відзначено доцільність попереднього обмолоту зерна робочими органами жниварки до попадання зрізаного технологічного матеріалу в похилий транспортер, що живить молотарку.

Встановлено можливість вимолоту 35-40% зерна до надходження ТМ в основний МСП молотарки. Показники роботи ППО перевірені при частоті обертання барабана ППО – 265 хв⁻¹; 307 хв⁻¹; 343 хв⁻¹. Надійніше захоплення ТМ барабаном ППО було при частоті його обертання 265 хв⁻¹, тобто при встановленому заводом режимі роботи бітерної проставки з пальцями, що ховаються. Заміна цієї проставки на жниварці молотильним барабаном ППО суттєво спрощує конструкцію проставки. Барабан ППО без пальців, що ховаються, виконує також функцію дозатора ТМ, тому що за умов подачі ТМ більше за можливості молотарки, проставка з барабаном ППО не пропускає її в похилу камеру, що живить МСП. За очікуванням, це забезпечить зменшення пошкодження і втрати зерна комбайном.

Висновки. Досліджено пристрій попереднього обмолоту зерна проміжним молотильним барабаном жниварки, який встановлено замість проміжної її бітерної проставки (рис.). Встановлено, що зубчасто-лопатевий молотильний барабан суттєво більше (на 27-64%) вимолочує зерна в порівнянні з вимолотом проміжною бітерною проставкою. Кількість зерна, що осідає в бункері каменеуловлювача (перед основним молотильним барабаном), залежить від форми (конструкції) молотильного барабану для попереднього обмолоту і частоти його обертання (таблиця).

Ключові слова: пристрій попереднього обмолоту зерна, жниварка, зернозбиральний комбайн, обмолот зерна, пошкодженість зерна.

UDC 631.354

RESEARCH UNIT PRIOR THRASHING GRAIN

M. V. Shevchuk, a graduate student,

e-mail: shevchuk1611@mail.ru, тел.: +38-093-909-06-39

National scientific center «Institute of Engineering and Electrification of Agriculture»

Resume. The purpose of research - to check the possibility and feasibility treadeth grain inflorescence stems cut to hit them in the threshing-separating device combines threshing.

Research Methodology. Upgraded bitters set to prostatic connecting Reaper and inclined camera series combine the finger instead bitters. Investigation of the previous threshing grain inflorescence stems of cut made in the experimental setup for harvesting winter wheat conditions in accordance with the method 70.8.1-81 OCT. The basis of the research will be based on setting depending on the impact of structural and technological parameters of the device for pre-threshing grain to grain level inflorescences of plants that are served with a harvester combine harvester in SMP. The main criterion by which evaluated the quality of the developed device will share treadeth grain material working bodies Hedera combine.

Indicators ahrofonu determined according to the method 70.8.1-81 OCT. The biological yield determined by mowing plot of 1 m² on the actual height of the cut in five different parts of the field, followed by weighing and determination of the mean weight. Weediness seeding will be determined by analysis of plant mass into two factions - the main crop plants and weeds. The weight ratio of grain to plant mass will be determined after threshing Laboratory threshing and determination alone weight of grain and plant matter. Moisture content of grain will be determined in accordance with GOST 12041-85 method using hydrometer. Humidity mass - rapid method.

The share of grain material working bodies Hedera combine assessed by the percentage of grain separation layer of the grain mass through space shield thresher.

Results. Studied previous device threshing grain intermediate beater reaper, installed instead of biternoyi intermediate spacers. Number of grains deposited in a bunker (before the main beater) depends on the shape (design) prior to threshing drum threshing and frequency of its rotation. Noted preliminary feasibility threshing grain harvester working bodies to hit a truncated process material in the sloping conveyor feeding thresher. The possibility treadeth 35-40% of grain to flow into the main TM SME thresher. Performance defense tested at a frequency of rotation of the drum defense - 265 min-1; 307 min-1; 343 min-1. TM reliably capture drum defense was at a frequency of rotation of 265 min-1, during a factory mode biternoyi spacers with fingers hiding. Replacement of spacers on defense beater simplifies the design of spacers. Drum defense without fingers, hiding, also performs the function dispenser TM, because the conditions of supply TM longer possible to process TM spacers threshing drum with PE do not miss it in old camera that feeds TSD. It is expected, will reduce damage and loss of grain combine.

Conclusions. Studied previous device threshing grain intermediate beater reaper, installed instead of intermediate spacers (Fig.). Established that the toothed blade beater considerably more (27-64%) grain compared to treadeth biternoyu intermediate spacers. Number of grains deposited in a bunker (before the main beater) depends on the shape (design) prior to threshing drum threshing and frequency of rotation (see table).

Key words: *the previous device threshing grain harvester, combine harvesters, threshing grain damage of grain.*

УДК 631.354

ИССЛЕДОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБМОЛОТА ЗЕРНА

М. В. Шевчук, аспирант

e-mail: shevchuk1611@mail.ru, тел.: +38-093-909-06-39

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Резюме

Цель исследований. Проверка возможности и целесообразности обмолота зерна с соцветий срезанных стеблей до попадания их в молотильно-сепарирующее устройство, молотилки комбайна.

Методика исследования. Модернизированный бiter установлено в проставке, которая соединяет жатку и наклонную камеру комбайна.

Исследование проведено на экспериментальной установке в условиях уборки озимой

пшеницы в соответствии с методикой ОСТ 70.8.1-81.

Исследования направлены на определения влияния конструктивно-технологических параметров устройства предварительного обмолота зерна на уровень обмолота зерна с соцветий растений, которые подаются в МСП зерноуборочного комбайна.

В качестве основного критерия оценивания качества работы разработанного устройства использовали объем обмолоченного зернового материала рабочими органами хедера комбайна.

Показатели агрофона определяли по методике ОСТ 70.8.1-81, биологическую урожайность хлебостоя – путем скашивания участка площадью 1 м² на фактической высоте срезывания в пяти различных точках поля с последующим взвешиванием и определением среднего значения массы. Засоренность посева определяли путем разбора растительной массы на две фракции - основная культура и сорняки. Весовое соотношение после обмолота материала лабораторной молотилкой, определено отдельно для части зерна и растительной массы.

Влажность зерна определяли по методике ГОСТ 12041-85 с помощью влагомера, а соломистой массы - экспресс-методом.

Вымолоченный зерновой материал рабочими органами хедера комбайна оценивали по проценту сепарации зерна из слоя хлебной массы сквозь пространство щитка молотилки.

Результаты. Исследовано устройство предварительного обмолота зерна промежуточным молотильным барабаном жатки, которое установлено вместо промежуточной битерной проставки. Количество зерна, что оседает в бункере камнеуловителя (перед основным молотильным барабаном), зависит от формы (конструкции)

Проблема. Одним з фінансово привабливих видів діяльності сучасного сільгоспвиробника є вирощування та подальша реалізація культури в якості посівного матеріалу. Щорічно, тільки в Україні на посів зернових та технічних культур витрачається понад 3,5 млн. тон насіння, що становить 8-10 відсотків валового збору зерна [1-6]. Однак досягнення успіху в цьому напрямку, багато в чому визначається досконалістю, як технологічних прийомів вирощування, так і успішно обраним способом збирання і подальшої переробки врожаю, які мінімально травмують зерно.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Низька якість посівного матеріалу обумовлена істотним пошкодженням і

молотильного барабана для предварительного обмолота и частоты его вращения.

Отмечена целесообразность предварительного обмолота зерна рабочими органами жатки до попадания срезанного технологического материала в наклонный транспортер, питающий молотилку.

Установлена возможность обмолота 35-40% зерна до поступления ТМ в основной МСУ молотилки. Показатели работы УПО проверены при частоте вращения барабана - 265 мин⁻¹; 307 мин⁻¹; 343 мин⁻¹. Стабильнее захват ТМ барабаном УПО осуществляется при частоте его вращения 265 мин⁻¹, то есть при установленном заводом режиме работы битерной проставки с пальцами. Замена этой проставки на жатке молотильного барабана УПО существенно упрощает конструкцию проставки. Барабан УПО без пальцев выполняет также функцию дозатора МСУ. Предположительно, это обеспечит уменьшение повреждения и потери зерна комбайном.

Выводы. Исследовано устройство предварительного обмолота зерна, которое установлено вместо промежуточной битерной проставки жатки. Установлено, что зубчато-лопастной молотильный барабан существенно больше (на 27-64%) вымолачивают зерна по сравнению с промежуточной битерной проставкой. Количество зерна, - что оседает в бункере камнеуловителя (перед основным молотильным барабаном), зависит от формы (конструкции) молотильного барабана для предварительного обмолота и частоты его вращения.

Ключевые слова: устройство предварительного обмолота зерна, жатки, зерноуборочный комбайн, обмолот зерна, травмированность зерна.

травмуванням насіння при збиранні і його первинній обробці. Як наслідок – невідповідність основним показникам, які висуваються для посівного матеріалу. Реагуючи на такі обставини, аграрії на 20-25% збільшують норму посіву в порівнянні з посівом кондиційного насіння. Крім того, використання в якості посівного матеріалу травмованого насіння призводить до втрат врожаю в розрахунку на один гектар: 0,5 т жита, 0,3 т ярого ячменю, 0,2 т пшениці ярої, 0,6 т вівса, 0,8 т кукурудзи. При цьому пошкодження 10% насіння, як майбутнього посівного матеріалу, призводить до зниження врожайності в середньому на 0,1 т / га [11-14].

Висока пошкодженість насіння при збиранні та первинній обробці унеможливує

його просування на європейські та світові ринки.

Багато дослідників відмічають доцільність встановлення на жниварках деяких виробників зернозбиральних комбайнів (Лаверда, Ростсільмаш, Джон Дір, ТОВ Херсонський МЗ тощо) молотильної проставки між платформою та транспортером молотарки, наприклад у вигляді молотильного барабана закритого типу діаметром 450-500 мм.

Мета досліджень – перевірка можливості і доцільності вимолоту зерна з суцвіть зрізаних стебел до попадання їх в молотильно-сепаруючий пристрій молотарки комбайна.

Таке припущення надає надію на те, що зерно, обмолочене робочими органами або відповідними пристроями жниварки, буде осідати (сегрегація) в нижній частині потоку технологічної маси. За умов попадання цієї маси в барабанно-дековий молотильно-сепарувальний пристрій, зерно з нижньої частини потоку швидше вийде крізь підбарабання, а бичі молотильного барабана менше ударять по оголеному зерну та, за очікуванням, менше пошкоджуватимуть його. За таких умов очікується зменшення втрат зерна за молотаркою.

Методика досліджень. Всі роботи проведено із застосуванням експериментальної жниварки комбайна КЗС-9-1 «Славутич» (копія жниварки комбайна Дон-1500) та майже однакової за принципом роботи робочих органів із жниваркою будь-якої провідної фірми з будівництва комбайнів.

Система попереднього обмолоту зерна з рослин в проставці жниварки складається з модернізованого бітера та підбітерного жолоба похилої камери. Модернізований бітер встановлено в проставці, що з'єднує жниварку та похилу камеру комбайна, замість серійного пальчикового бітера.

Модернізований бітер, представляє собою шестилопатевиий відбійний бітер молотарки зернозбирального комбайна «Дон-1500» із встановленими на лопатках бичами барабана зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич». Бичі закріплені болтами на лопатках бітера. Під бітером встановлюємо підбітерний жолоб, що включає металевий

лист з бичами молотильного барабана зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич».

Дослідження процесу попереднього обмолоту зерна з суцвіть зрізаних стебел, проведено на експериментальній установці за умов збирання озимої пшениці відповідно з методикою ОСТ 70.8.1-81.

В основу досліджень буде покладено встановлення залежності впливу конструктивно-технологічних параметрів пристрою для попереднього обмолоту зерна на рівень вимолочування зерна з суцвіть рослин, що подаються з жниварки в МСП зернозбирального комбайна.

Основним критерієм, за яким оцінювалась якість роботи розробленого пристрою, буде частка вимолоту зернового матеріалу робочими органами хедера комбайна.

Перед початком робіт згідно з методикою ОСТ 70.8.1-81 визначають показники агрофону.

Біологічну врожайність хлібостою визначають шляхом скошування ділянки площею 1 м² на фактичній висоті зрізування в п'яти різних точках поля, з наступним зважуванням та визначенням середнього значення маси. Забур'яненість посіву буде визначено шляхом розбору рослинної маси на дві фракції – основна культура та рослини бур'янів. Вагове співвідношення після обмолоту матеріалу лабораторною молотаркою визначено окремо для частки зерна та рослинної маси.

Вологість зерна буде визначено згідно з методикою ГОСТ 12041-85 за допомогою вологоміра. Вологість соломистої маси – експрес-методом.

Досліди будуть проведені в такій послідовності. На ділянці поля з вирівняним агрофоном за допомогою вішок будуть розбиті та обкошені ділянки довжиною 10 м. На похилій камері комбайна буде відкритий перехідний щиток, а під ним буде закріплено пробовідбірник, виготовлений з брезентового полотна.

Комбайн буде встановлений на відстані 10-15 м від залікової ділянки для можливості розгону та виходу на заплановані режими роботи. Після запуску комбайна буде

зібраний увесь матеріал, що просипався в пробовідбірник під час збирання залікової ділянки. Після зважування з отриманого матеріалу будуть відібрані проби для подальшого аналізу.

Частку вимолоченого зернового матеріалу робочими органами хедера комбайна оцінюють за відсотком сепарації μ зерна із шару хлібної маси через простір щитка молотарки. Цей показник визначають із залежності:

$$\mu = 10^4 \cdot \frac{m_3}{U_3 \cdot S},$$

де m_3 – маса зерна, зібраного у пробовідбірник із залікової ділянки, кг; U_3 – врожайність зерна, ц/га; S – площа залікової ділянки, м².

З метою контролю проведено дослідження базової (еталону) жнивarki зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» за методикою однофакторного експерименту.

Змінним фактором під час проведення досліджень використано подачу хлібної маси у молотарку комбайна.

Результати досліджень. В ННЦ «ІМЕСГ» протягом останніх років проведено комплекс досліджень, направлених на розроблення пристрою попереднього обмолоту зерна жнивarkою до потрапляння технологічної маси у молотарку комбайна.

Досліджено пристрій попереднього обмолоту зерна проміжним молотильним барабаном жнивarki, який встановлено замість проміжної її бітерної проставки (рис.). Встановлено, що зубчато-лопатевий молотильний барабан суттєво більше (на 27-64%) вимолочує зерна у порівнянні з проміжною бітерною проставкою. Кількість зерна, що осідає в бункері каменеуловлювача (перед основним молотильним барабаном) залежить від форми (конструкції) молотильного барабану для попереднього обмолоту і частоти його обертання (таблиця).

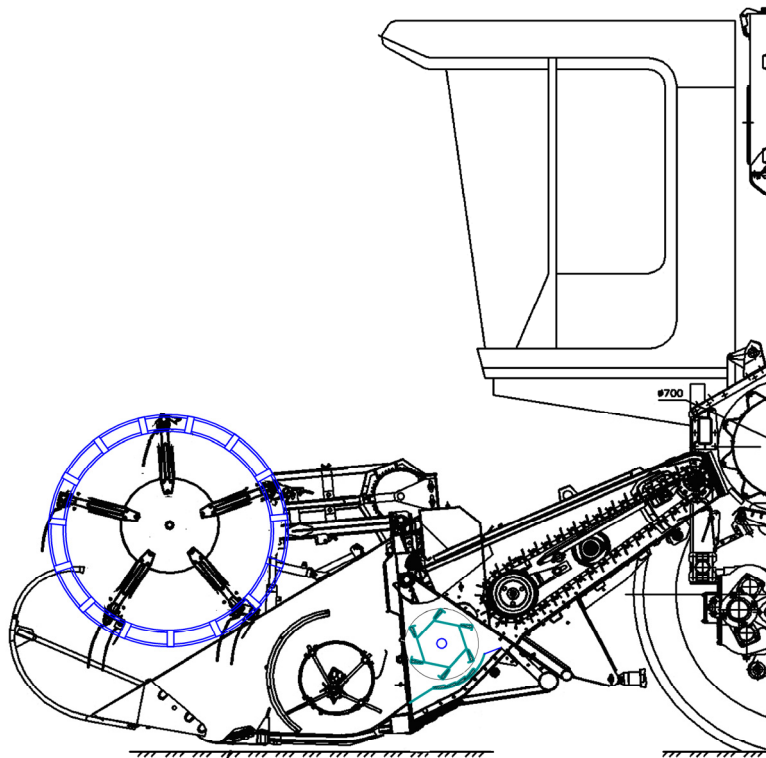


Рис. Схема загального вигляду модернізованої жнивarki комбайна з пристроєм попереднього обмолоту зерна

Fig. The scheme of the general form of modernized combine harvester's device prior threshing grain

Відмітимо, що попередньо вимолочене зерно осідає (зосереджується) у нижній частині потоку технологічної маси і не пошкоджується основним молотильним барабаном. Воно швидше проходить через решітчасте підбарабання. Завдяки цьому зменшуються втрати зерна за молотаркою в соломі. Можна зробити висновок про доцільність попереднього обмолоту зерна робочими органами жниварки до попадання зрізаного технологічного матеріалу в похилий транспортер, що живить молотарку.

Діаметр кола, що описується крайніми точками бичів, – 450 мм. Виготовлено експериментальний зразок та встановлено його замість проміжного бітера. Проведено дослідження роботи ППО, результати якого свідчать про можливість вимолоту 35-40%

зерна до надходження ТМ в основний МСП молотарки. Показники роботи ППО перевірені при частоті обертання барабана ППО – 265 хв⁻¹; 307 хв⁻¹; 343 хв⁻¹. Надійніше захоплення ТМ барабаном ППО було при частоті його обертання 265 хв⁻¹, тобто при встановленому заводом режимі роботи бітерної проставки з пальцями, що ховаються. Заміна цієї проставки на жниварці молотильним барабаном ППО суттєво спрощує конструкцію проставки. Барабан ППО без пальців, що ховаються, виконує також функцію дозатора ТМ, тому що за умов подачі ТМ більше за можливості молотарки обробити ТМ проставка з барабаном ПП не пропускає її в похилу камеру, що живить МСП. За очікуванням, це дозволить зменшити пошкодження і втрати зерна комбайном.

Таблиця. Наявність вільного зерна в бункері каменеуловлювача комбайнів «Славутич» з заводською та експериментальною проставками
Table. Availability of grain in bunker stone trap catch combines «Slavytuch» factory of experimental and spacers

Форма (конструкція) проставки жниварки	Кількість вільного зерна (z) в бункері каменеуловлювача при змінних частотах обертання проставочних барабанів бітерного та молотильного		
	297 хв ⁻¹	343 хв ⁻¹ ; 7,54м/с*	384 хв ⁻¹ ; 8,44 м/с*
Проміжна циліндрична проставка з пальцями, що ховаються (заводська)	2062	-	-
Зубчато-лопатевий барабан циліндричний, діаметр – 420 мм	-	2620	3380

Примітка. * колова швидкість точок лопатей барабана найбільш віддалених від його осі обертання.

Проведена розробка спрощує конструкцію жниварки за рахунок заміни порівняно складної бітерної проставки з пальцями, що ховаються, молотильно-транспортуючою проставкою барабанно-лопатевого типу.

Висновки.

2. Досліджено пристрій попереднього обмолоту зерна проміжним молотильним барабаном жниварки, який встановлено замість проміжної її бітерної проставки (рис.).

Бібліографія

1. Горячкин В.П. Теория ножей жатвенных машин. Собрание сочинений в семи томах. Том V. Под редакцией докторов с.х. наук И.Ф. Василенко, В.А. Желиговского, Н.Д. Лучинского, С.В. Полетаева и канд. С.х. наук К.А. Поле-

Встановлено, що зубчато-лопатевий молотильний барабан суттєво більше (на 27-64%) вимолочує зерна в порівнянні з вимолотом проміжною бітерною проставкою. Кількість зерна, що осідає в бункері каменеуловлювача (перед основним молотильним барабаном) залежить від форми (конструкції) молотильного барабану для попереднього обмолоту і частоти його обертання (таблиця).

вицкого. ОГИЗ-Гос.издат. колхозной и совхозной литературы. «Сельхозгиз». М. 1940. – С. 23-59.

2. Невенчаная Т.О., Павловський В.Е., Пономарева Е.В. Концепция комплексного расчета механизмов: от расчета схем до прочности. Москва, 2003. – 125 с.

3. Механизмы. Справочное пособие. Под ред. С.Н. Кожевникова. М., 1976. – С.25-26.

4. Серый Г.Ф., Косилов Н.И., Ярмашев Ю.Н., Русанов А.И. Зерноуборочные комбайны. М. Агропромиздат, 1976. – С.39-53.

5. Русанов А.И. Основные направления совершенствования рабочих органов и узлов зерноуборочных комбайнов. ЦНИИТЭИ тракторосельхозмаш. М. 1977. – С. 20-25.

6. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. М. Колос, 1980.

7. Теория сельскохозяйственных машин. Методические указания и контрольные задания. / Под ред. М.В. Сабликова. – Балашиха, 1960.

8. Жатка рядковая скоростная ЖРС-4,9А. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Первомайский завод с.х.машин. Бердянск, 1976. – 35 с.

9. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний : ГОСТ 28301-89. – М. : Издательство стандартов, 1990. – 19 с.

10. Законы и формулы физики. Справочник / В. Е. Кузьмичев . – К. : Наукова думка, 1989 . – 864 с.

11. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника. 12-е изд. Том I: Пер. с нем. – М.: ДМК Пресс, 2008. – 832 с.

12. Шейченко В.А., Исследование микроповреждений и микротравмирования зерна при его уборке зерноуборочными комбайнами / Шейченко В.А., Кузьмич А.Я., Грицака А.Н., Ковалев М.М. // журнал «Техника и оборудование для села», №1(223) 2016, - Москва- С.24-28.

13. Шейченко В.О., Дослідження травмування насіння комбайнами з різними технологічними схемами обмолоту / М.М. Анеляк, А.Я Кузьмич, О.М. Грицака //Науковий вісник НУБіП України, серія «Техніка і енергетика АПК», -Київ, 2015.- С.74-79.

14. В.О. Шейченко, Дослідження обмолоту зерна трибарабанною молотаркою / В.І. Недовесов, О.М. Грицака // Сільськогосподарські машини: зб. наук. ст. – Вип. 31. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛНТУ, 2015. – С. 158-168.

References

1. Horiachkyn V.P. Teoryia nozhei zhatvennykh mashyn. Sobrane sochynenyi v semy tomakh. Tom V. Pod redaktsyei doktorov s.kh. nauk Y.F. Vasylenko, V.A. Zhelyhovskoho, N.D. Luchynskoho, S.V. Poletaeva y kand. S.kh. nauk K.A. Polevytskoho. OHYZ-Hos.yzdat. kolkhoznoi y sovkhoznoi lyteratury. "Selkhozghyz". M. 1940. – S. 23-59.

2. Nevenchanaia T.O., Pavlovskiy V.E., Ponomareva E.V. Kontseptsyia kompleksnoho

rascheta mekhanyzmov: ot rascheta skhem do prochnosti. Moskva, 2003. – 125 s.

3. Mekhanyzmy. Spravochnoe posobyе. Pod red. S.N. Kozhevnykova. M., 1976. – S.25-26.

4. Seryi H.F., Kosylov N.Y., Yarmashev Yu.N., Rusanov A.Y. Zernouborochnye kombainy. M. Ahropromyzdat, 1976. – S.39-53.

5. Rusanov A.Y. Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya rabochoykh orhanov y uzlov zernouborochnykh kombainov. TsNYYTEY traktoro-selkhoz mash. M. 1977. – S. 20-25.

6. Klenyn N.Y., Sakun V.A. Selskokhoziaistvennye y melyoratyvnye mashyny. Elementy teoryy rabochoykh protsessov, raschet reghulyrovchnykh parametrov y rezhymov raboty. M. Kolos, 1980.

7. Teoryia selskokhoziaistvennykh mashyn. Metodycheskye ukazaniya y kontrolnye zadaniya. / Pod red. M.V. Sablykova. – Balashykh, 1960.

8. Zhatka riadkovaia skorostnaia ZhRS-4,9A. Tekhnicheskoe opysanye y ynstruktsyia po ekspluatatsyy. Pervomaiskyi zavod s.kh.mashyn. Berdiansk, 1976. – 35 s.

9. Kombainy zernouborochnye. Metody yspytanyi : HOST 28301-89. – М. : Yzdatelstvo standartov, 1990. – 19 s.

10. Zakony y formuly fyzyky. Spravochnyk / V. E. Kuzmychev . – К. : Naukova dumka, 1989 . – 864 s.

11. Tyttse U., Shenk K. Poluprovodnykovaia skhemotekhnika. 12-e yzd. Tom I: Per. s nem. – М.: DMK Press, 2008. – 832 s.

12. Sheichenko V.A., Yssledovanye mykropovrezhdeniy y mykrotravmygovaniya zerna pry eho uborke zernouborochnymy kombainamy / Sheichenko V.A., Kuzmych A.Ya., Hrytsaka A.N., Kovalev M.M. // zhurnal «Tekhnika y oborudovanye dlia sela», №1(223) 2016, - Moskva- S.24-28.

13. Sheichenko V.O., Doslidzhennia travmuvannia nasinnia kombainamy z riznymy tekhnolohichnymy skhemamy obmolotu / M.M. Aneliak, A.Ya Kuzmych, O.M. Hrytsaka //Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy, seriia «Tekhnika i enerhetyka APK», -Kyiv, 2015.- S.74-79.

14. V.O. Sheichenko, Doslidzhennia obmolotu zerna trybarabannoiu molotarkoiu / V.I. Niedoviesov, O.M. Hrytsaka // Silskohospodarski mashyny: zb. nauk. st. – Vyp. 31. – Lutsk: Red.-vyd. viddil LNTU, 2015. – S. 158-168.

References

1. Horyachkyn V.P. Theory knives reaping machines. Collected Works in seven volumes, Tom V. Under the editors doktor S.H IF Sciences Vasilenko, V.A Zhelyhovskoho, N.D Luchynskoho, S.V. Poletaeva a candidate. S.H K.A Sciences Polevytskoho. Ogiz Hos.yzdat. and literature. "Selhozhyz." M. 1940. - P. 23-59.

2. Nevenchanaya T.A, Pavlovsky V.E, Ponomareva E.V The concept of complex calculation

mechanisms, such calculation schemes. Moscow, 2003. - 125 p.

3. Mechanisms. References. Ed. S.N Kozhevnikov. M., 1976. - P.25-26.

4. Grey G.F, Kozlov N.I, Yarmashev J.N, Rusanov A.I Combine harvesters. Agropromizdat M., 1976. - P.39-53.

5. Rusanov A.I Basic direction Improvement organs and nodes workers combine. TSNYYTEY tractor Selkhoz mash. M., 1977. - P. 20-25.

6. Klenyn N.I, V.A Sakun Agricultural and land reclamation machines. Elements of the theory of working processes, the calculation parameters and operating modes. M. Kolos, 1980.

7. Theory of agricultural machinery. Methodical instructions and control tasks / Ed. M.V Sablykova. - Balashikha, 1960.

8. Windrowers speed iron ЖРС-4,9А. Technical description and user manual. n. Pervomajskij s.h.mashyn plant. Berdyansk, 1976. - 35 p.

9. Combine harvesters. Test methods: GOST 28301-89. - Moscow: Publishing standart, 1990. - 19 p.

10. Laws and Formula physics. Directory / V.E Kuzmicheva. - K: Scientific Thought, 1989. - 864 p.

11. Tyttse U., Shenk K. The semiconductor circuitry. 12th ed. Volume I: Per. s Nam. - M.: DMK Press, 2008. - 832 p.

12. Sheychenko V.A, The study of micro and micro injury to the grain when cleaning combine harvesters / Sheychenko V.A, Kuzmich AY, Gritsak AN, Kovalev MM // Journal "Technology and equipment for the village», №1 (223) 2016 - Moscow- P.24-28.

13. Sheychenko V.A., Research injury seeds combines various technological schemes threshing / M.M. Anelyak, A.Y. Kuzmich, A. Gritsak // Scientific Herald NUBiP Ukraine, a series of "Technology and Energy AIC" -Kiev, 2015.- P.74-79.

14. V.A. Sheychenko, Research threshing grain threshing trybarabannoyu / V.I. Nyedovyeysov, A.N Gritsak // Agricultural Machinery: Coll. Science. Art. - Vol. 31. - Lutsk Red.-view. Department LNTU, 2015. - P. 158-168.

УДК 631.363.282

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА СПОСІБ ПРЕСУВАННЯ РОСЛИННОЇ МАСИ В БРИКЕТИ

О. В. Мельник, аспірант ННЦ «ІМЕСГ».

E-mail: Oleg6227@rambler.ru; тел. 0976218992

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Мета. Підвищення ефективності виробництва кормових брикетів шляхом аналізу конструкцій машин для виробництва брикетів з рослинної сировини та обґрунтування конструкційно-технологічної схеми перспективного преса-брекерувальника.

Методи. Аналіз літературних джерел та публікацій.

Результати. Проведено огляд сучасного обладнання для виготовлення кормових брикетів з рослинної маси, висвітлено ряд переваг та недоліків брикетних пресів, визначено, що удосконалення поршневих брикетних пресів з кривошипно-шатунним механізмом являється актуальним.

Висновки. На основі аналізу сучасного стану брикетних пресів встановлено, що удоско-

налення конструкції брикетних пресів з кривошипно-шатунним механізмом є актуальним тому, що затрати на приготування кормосумішей не перевищують 5% витрат виробництва, але забезпечують підвищення продуктивності тварин на 9-17%. Одним із доцільних способів зменшення пікових навантажень на електродвигун та зниження енергоємності процесу пресування рослинної маси в брикети являється застосування пружного елемента в кривошипно-шатунному механізмі брикетного преса.

Ключові слова: брикети, кривошипно-шатунний, механізм, прес-брекерувальник, ущільнення, корма, продуктивність, удосконалення, параметри.

UDC 631.363.282

ANALYSIS METHOD OF CONCRETE AND PRESSING PLANT MATTER IN BRICKS

O. V. Melnic, postgraduate NSC «IEAA».

E-mail: Oleg6227@rambler.ru; tel. 0976218992

National Scientific Center «Institute of Agriculture Engineering and Electrification» NAAS of Ukraine

SUMMARY

The purpose. The improving of effectiveness of production the feed pellet by the way of analysis construction machines for proceedings the feed pellet from plant matter and justification of structurally-technological scheme of perspective of forage waferer.

Methods. Analysis of the literature and publications.

Results. The modern equipment for the production of feed pellet from plant matter has been reviewed. The number of advantages and disadvantages of forage waferer is established. It is determined, that improving of piston-like forage waferer with crank and rod mechanism is important.

Conclusion. Based on the analysis of the current state of briquette presses found that improving

the design of briquette presses crank mechanism is important because the cost of preparing Forage mixture does not exceed 5% of production costs, but provide increased productivity of animals at 9-17%. One viable way to reduce peak loads on the motor and reduce energy pressing process plant matter into briquettes is the use of an elastic element in the crank mechanism briquette press.

Key words: feed pellet, crank and rod mechanism, forage waferer, consolidation, feed, performance improvement, options.

УДК 631.363.282

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ И СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ В БРИКЕТЫ

О. В. Мельник, аспирант ННЦ «ИМЭСХ».

E-mail: Oleg6227@rambler.ru; тел. 0976218992

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

РЕЗЮМЕ

Цель. Повышение эффективности производства кормовых брикетов путем анализа конструкций машин для производства брикетов из растительного сырья и обоснование конструкционно-технологической схемы перспективного пресса-брикетировщика.

Методы. Анализ литературных источников и публикаций.

Результаты. Проведен обзор современного оборудования для изготовления кормовых брикетов с растительной массы, отражен ряд преимуществ и недостатков брикетных прессов, определено, что усовершенствование поршневых брикетных прессов с кривошипно-шатунным механизмом является актуальным.

Постановка проблеми. Успішне й ефективно ведення тваринництва залежить від забезпеченості кормами, їхньої якості й вартості. Часто раціони не відповідають нормам годівлі, гостро відчувається дефіцит білка, в результаті чого в 2 рази збільшуються витрати кормів, втрати при заготівлі та зберіганні кормів досягають до 40-50% поживних речовин. Тому процес кормоприготування є одним із найважливіших і досить трудомістких виробничих процесів у тваринництві, який забезпечує раціональне використання кормів, підвищення продуктивності тварин і зниження собівартості продукції.

Ефективність використання кормів збільшується при згодовуванні їх у вигляді кормосумішей. Затрати на приготування кормосумішей не перевищують 5% витрат виробництва, але забезпечують підвищення продуктивності тварин на 9-17% [1,6]. Проте відомо, що при годівлі великої рогатої худоби кормовими сумішами спостерігається вибіркове поїдання компонентів корму. Уникнення цього явища можливе за рахунок згодовування двокомпонентної кормосуміші, яка

Выводы. На основе анализа современного состояния брикетных прессов установлено, что усовершенствование конструкции брикетных прессов с возвратно-поступательным механизмом является актуальным потому, что затраты на приготовление кормосмесей не превышают 5% расхода производства, но обеспечивают повышение продуктивности животных на 9-17%. Одним из целесообразных способов уменьшения пиковых нагрузок на электродвигатель и снижение энергоемкости процесса прессования растительной массы в брикеты является применение упругого элемента в кривошипно-шатунный механизм брикетного пресса.

Ключевые слова: брикеты, кривошипно-шатунный, механизм, пресс-брикетировщик, уплотнения, корма, производительность, усовершенствования, параметры.

складається з консервованих кормів (силосу, сінажу) та збалансованого комбікорму у вигляді кормових гранул або брикетів, що унеможливує вибіркове поїдання компонентів раціону.

Повнораціонні брикети за фізичною формою відповідають фізіологічним потребам молочних кормів більшою мірою, ніж гранули з кормових сумішей дрібного помелу.

Пресований корм добре зберігає поживні речовини. До складу повнораціонних брикетів, крім стеблових кормів, можуть входити ячмінь, бурячний жом, шрот, премікси та інші компоненти. Кількість концентратів для високопродуктивних корів та відгодівельного поголів'я становить близько 30-50% [1, 3]. Для молочної і м'ясної худоби випускаються брикети різного складу і форми. Корови краще поїдають брикети діаметром 30-40 мм при порівняно невеликій щільності – 400-550 кг/м³. Перевага приготування брикетів для жуйних полягає в тому, що дозволяє поєднати в них у визначеному співвідношенні всі необхідні компоненти раціону бажаної величини [1,3,9].

Порівняно з розсипними пресовані корми мають такі переваги:

- у результаті підвищення щільності зменшується їх об'єм, і завдяки цьому скорочується потреба в тарі та місткості сховищ для зберігання, зростає ефективність використання транспортних засобів;

- скорочуються втрати кормів та зберігається їх поживна цінність в процесі транспортування, зберігання чи роздавання;

- включається вибіркоче поїдання окремих кормових компонентів тваринами чи птицею [1].

Після зберігання гранульованих та брикетованих кормів на протязі року втрати кормових одиниць становлять 8-10 %, каро-

тину – до 50 %, тоді як в розсипчастому кормі вони дорівнюють відповідно 20-30 % та 80 %.

Отже, проаналізуємо процес виробництва кормових брикетів та конструкції машин для брикетування, що забезпечують найвищу ефективність їх приготування.

Мета роботи. Підвищення ефективності виробництва кормових брикетів шляхом аналізу відомих конструкцій машин для виробництва брикетів з рослинної сировини та обґрунтування конструкційно-технологічної схеми перспективного преса-брекерувальника.

Результати досліджень. Конструкційно-технологічні схеми брикетних пресів з різними робочими органами наведено на рис. 1.

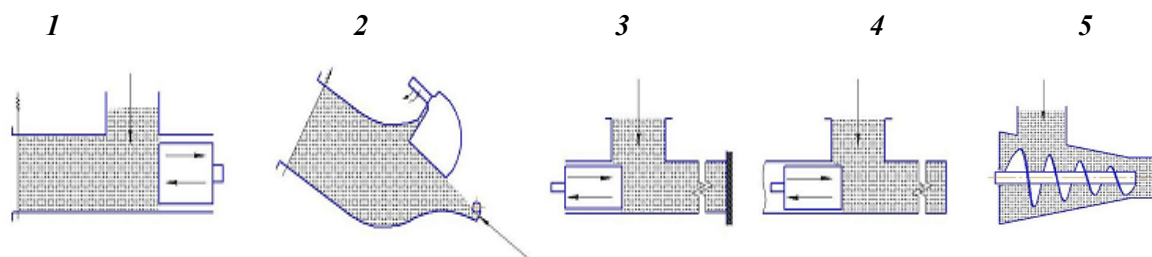


Рис. 1. Класифікація робочих органів для брикетування:

1, 2 – поршневі; 3, 4 – штемпельні; 5 – шнекові

Fig. 1. Classification of work tools for briquetting:

1. 2 – piston; 3. 4 – ram press; 5 – screw

Брикетні преси використовуються не тільки в кормовиробництві, а також на твердопаливних підприємствах. За типом робочих органів класифікують на поршневі, штемпельні (пуансоні) та шнекові (гвинтові), що подані на рис. 2.

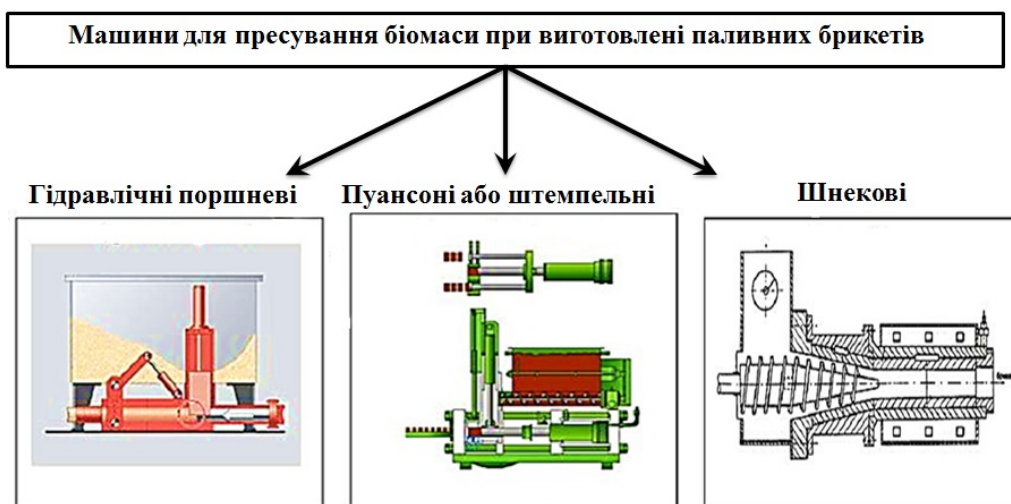


Рис.2. Класифікація машин для пресування біомаси [2]

Fig.2. Classification of pressing machines for biomass [2]

За продуктивністю брикетні преси поділяють на три групи: малопродуктивні (до 150 кг/год.); середньої продуктивності (150-300 кг/год.); високопродуктивні (понад 400 кг/год.). Характеристики найбільш застосованих пресів наведені в таблиці 1.

Таблиця 1. Порівняльна характеристика брикетних машин різних типів [2,12]
Table 1. Comparison of different types of waterer machines [2.12]

Марка, модель, країна	Продуктивність кг/год.	Встановлена Потужність кВт	Маса кг	Тип пресуючого органу	Питомі енерговитрати кВт год/т
ВЕВ-800 (Україна)	800	47,6	4520	Шт	59,5
OSCAR (Італія)	150	9,2	1250	П	61,3
УБО 2 (Росія)	750	53,2	1150	Шн	225,4
BIOMASSER (Польща)	50	4,2	240	Шн	84,0
BRIO 155	60	5,5	660	П	64,2
УБ-01 (Україна)	480	39,2	980	Шн	88,7
ЕБ 350 (Україна)	350	38	1100	Шн	108,6
ПШ-250 (Україна)	205	15	320	Шн	60,0
В-80 (Пресмаш)	900	37	4530	П	41,1
RUF RB-110	110	8,0	1900	Шт	66,1
ВР 500	80	5,5	710	П	64,3

Штемпельний –Шт; Поршневий – П; Шнековий – Шн

Серед машин, котрі відрізняються високою продуктивністю та забезпечують безперервність процесу пресування завдяки кількості пресувальних каналів, виділяють матричні преси (рис. 3).

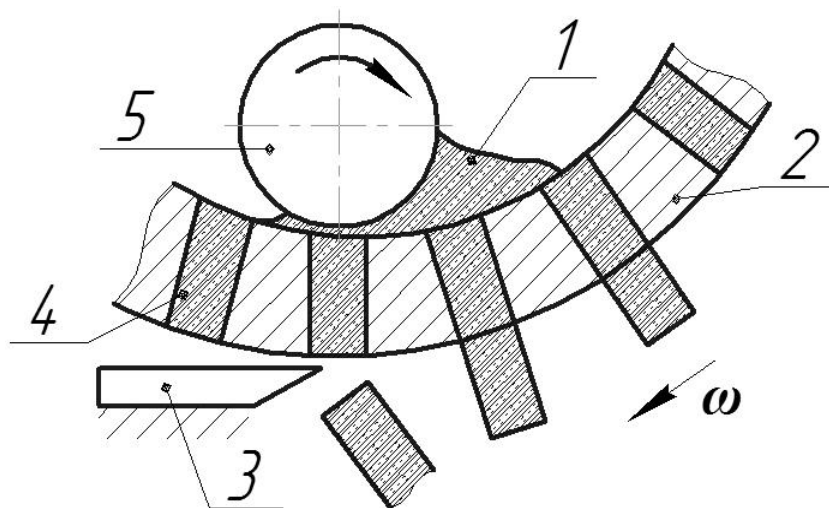


Рис. 3. Технологічна схема матричного преса
 1 – корм; 2 – матриця; 3 – ніж; 4 – канал; 5 – валець

Fig. 3. Technological scheme of matrix press
 1 – feed; 2 – matrix; 3 – knife; 4 – channel; 5 – roller

Процес ущільнення в матричних пресах відбувається таким чином. Матеріал, який подається в робочу зону, утворену внутрішньою поверхнею матриці і зовнішньою поверхнею вальця, спочатку стискається, а потім продавлюється в канали. При цьому зі збільшенням величини заповнення каналів тиск пресування зростає. Як тільки тиск пресування зрівняється з силою тертя спресованого матеріалу по стінках каналів, він виштовхується і нерухомим ножом розділяється на окремі гранули і брикети заданих розмірів [1,11].

Недоліки матричних пресів – висока енергомісткість процесу та підвищені вимоги до підготовки матеріалу як за рівномірністю фракційного складу, так і щодо вологості; складність виготовлення матриць.

Штемпельні преси використовують для середніх обсягів виробництва, невеликих і середніх розмірів брикет які виробляються під високим тиском пресування. Вони випускаються з 1-6 штемпелями.

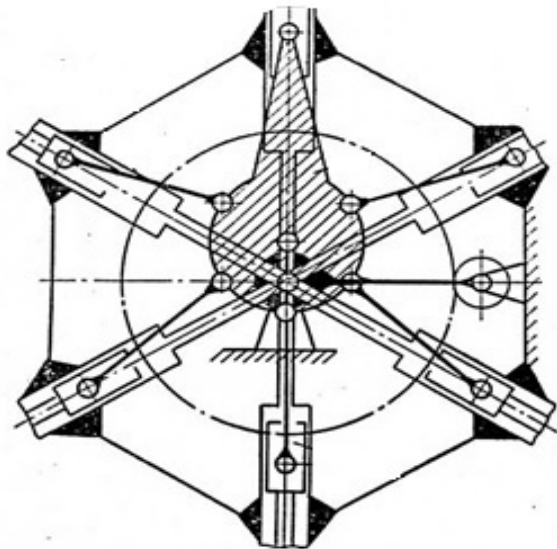


Рис. 4. Схема багатоштемпельного преса [3]

Fig. 4. Scheme of the multi-ram press [3]

Штемпельні робочі органи здійснюють процес ущільнення за принципом порційної подачі. Вони можуть бути з відкритою та закритою робочою камерою. Штемпельні преси з закритою камерою менш енергоємні, ніж з відкритою. Проте забезпечити подачу певної порції корму в пресувальну камеру закритого типу складно. Найбільшого поши-

рення набули штемпельні преси з відкритими камерами та кривошипно-шатунними приводами штемпелів [4,5].

До недоліків одно- та двоштемпельних пресів можна віднести несприятливу форму циклограми, оскільки час пресування становить відносно невелику частину часу одного оберту колінчастого валу та низьку продуктивність при роботі з матеріалами, що сильно ущільнюються [10].

Поршневі преси завдяки простій конструкції набули великого попиту. Ущільнення матеріалу здійснюється за принципом порційної подачі у відкриту камеру, де матеріал підхоплює поршень і видавлює через формувальний канал (рис. 5).

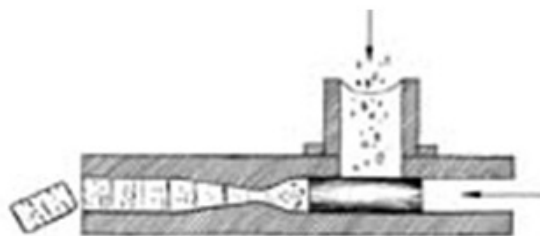


Рис. 5. Принцип роботи поршня

Fig. 5. The working principle of the piston

Недоліки поршневих пресів – це низька продуктивність та великі затрати електроенергії на процес пресування.

Розглянувши різні машини та способи брикетування, зупинимо свою увагу на поршневих брикетних пресах, приводом яких є кривошипно-шатунний механізм.

Різні сільськогосподарські матеріали мають відмінні фізико-механічні, зокрема реологічні властивості [6,10,11]. Для підвищення ефективності процесу взаємодії кривошипно-шатунного механізму з сільськогосподарським матеріалом є доцільним забезпечення таких параметрів механізму, які б повніше відповідали фізико-механічним, зокрема реологічним властивостям оброблюваного матеріалу. Використання в кривошипно-шатунному механізмі для зміни характеру взаємодії матеріалу з робочим органом саме пружного реологічного елемента (далі – ПЕ) у порівнянні з в'язким доцільно з огляду забезпечення вищого значення коефіцієнту корисної дії механізму [7,8].

Для аналізу кінематики кривошипно-шатунного механізму розглянемо найпростішу кінематичну схему, яка складається з кривошипу, шатуну та повзуну – робочого органу (рис. 6), причому вісь обертання кривошипу знаходиться на деякій відстані від лінії руху повзуну. Існує два варіанти розташування ПЕ в цій схемі: на шатуні (рис. 6 а) та на повзуні (рис. 6 б).

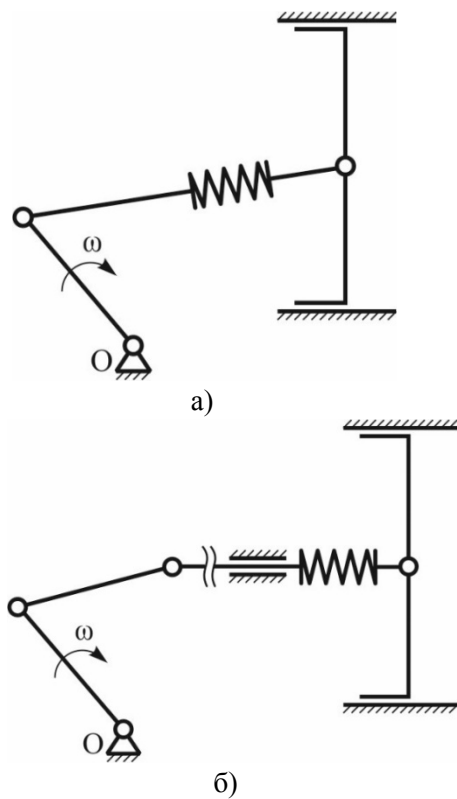


Рис. 6. Схема КШМ із розташуванням ПЕ:
а) на шатуні, б) на повзуні

Fig. 6. The scheme of crank and rod mechanism with element:
a) on the rod, b) on the slider

Бібліографія

1. Ревенко І. І. Машини та обладнання для тваринництва: (підручник)/ Ревенко І. І., Брагінець М. В., Ребенко В. І.; - К.: Кондор, - 2009.-731с.
2. Єременко О. І., Паянок О. В. Перспективи розвитку засобів для виготовлення паливних брикетів. Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. - №11, т. 1, 2012р.
3. Мельников С. В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм. - Л.: Колос, 1978. - 560 с.
4. Особов В. И., Васильев Г. К., Голяновский А. В. Машини и оборудование для уплот-

Одним з недоліків кривошипно-шатунного механізму є наявність значення кута розташування кривошипу, при якому значення крутного моменту приводу механізму може досягати критичних значень для міцності елементів приводу під час початку роботи кривошипно-шатунного механізму. Одним із шляхів уникнення цього явища також є застосування пружних елементів в приводі. Як видно з рис. 6 б, розташування пружного елемента на повзуні приводу не вирішує цієї задачі, тому в подальшому зосередимо увагу на схемі з розташуванням пружного елемента на шатуні приводу (рис. 6 а).

При використанні пружного елемента з постійною пружністю характер його поведінки буде залежати від його довжини, жорсткості та суми сил, що діють на плунжер. Також пружний елемент дозволить знизити пікові навантаження на електродвигун, які виникають під час процесу пресування.

Висновки.

На основі аналізу сучасного стану брикетних пресів встановлено, що удосконалення конструкції брикетних пресів з кривошипно-шатунним механізмом є актуальним тому, що затрати на приготування кормосумішей не перевищують 5% витрат виробництва, але забезпечують підвищення продуктивності тварин на 9-17%.

Одним із доцільних способів зменшення пікових навантажень на електродвигун та зниження енергоємності процесу пресування рослинної маси в брикети являється застосування пружного елемента в кривошипно-шатунному механізмі брикетного преса.

нения сено-соломистых материалов. «Машиностроение». 1974. – 227с.

5. Проектування механізованих технологічних процесів тваринницьких підприємств/ (І. І. Ревенко, В. М. Роговий, В. І.Кравчук та ін.); за ред. І. І. Ревенка. -К.: Урожай, 1999. – 192с.
6. Сельскохозяйственные материалы (виды, состав, свойства). – М.: ИК «Родник», «Аграрная наука», 1998. – 208 с.
7. Гоц А. Н. Кинематика и динамика кривошипно-шатунного механизма поршневых двигателей: учеб. пособие. – Владимир: Редакционно-издательский комплекс ВлГУ, 2005. – 124 с.

8. Патент 36408 України МПК D01B3/00 Технологічний модуль для первинного оброблення вовни / Лиходід В. В., Забудченко В. М.; Заявл. 13.05.2008; Опубл. Бюл. № 20, 2008 р.

9. Бакарджиев Р. А. Обоснование конструктивных параметров и режимов работы пресс-брикетировщика для утилизации растительных материалов. Дисс... канд. техн. наук. - Мелитополь, 1997. - 168 с.

10. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / (Б.П. Шабельник, М. М. Троянов, І. Т. Бойко та ін.); за ред. І. Т. Бойко. - Харків, 2002.

11. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. О. М. Царенко, Д. Г. Войтюк, В. М. Швайко, М. Я. Довжик, С. С. Яцул.

12. **Перспективи фірм (електронний ресурс):** (www.crystal.kiev.ua), Концерн ПромСнабКомплект (www.pskk.ru), (www.presmash.if.ua), (www.briкетmal.kiev.ua), ЗАО «ЭкоЭнергия» (www.eco-en.ru), Жаско (www.jasko.ru), Компания RUF (www.briкет-ruf.ru/briкет.html), (www.bioesurs.com.ua).

References

1. Revenko I. I. Mashini ta obladnannja dlja tvarinnictva: (pidruchnik)/ Revenko I. I., Braginec M. V., Rebenko V. I.; - K.: Kondor, - 2009.-731s.

2. Eremenko O. I., Pajanok O. V. Perspektivi rozvitku zasobiv dlja vigotovlennja palivnih briкетiv. Zbirnik naukovih prac Vinnickogo nacionalnogo agrarnogo universitetu. - №11, t. 1, 2012r.

3. Melnikov S. V. Mehanizacija i avtomatizacija zhivotnovodcheskih ferm. - L.: Kolos, 1978. - 560 s.

4. Osobov V. I., Vasilyev G. K., Goljanovskij A. V. Mashiny i oborudovanie dlja uplotnenija senosolomistyh materialov «Mashinostroenie» 1974. - 227s.

5. Proektuvannja mehanizovanih tehnologichnih procesiv tvarinnickih pidpriemstv/ (I. I. Revenko, V. M., Rogovij, V. I. Kravchuk ta in.); za red. I. I. Revenka. -K.: Urozhaj, 1999. - 192s.

6. Selskohozjajstvennye materialy (vidy, sostav, svojstva). - M.: IK «Rodnik», «Agrarnaja nauka», 1998. - 208 s.

7. Goc A. N. Kinematika i dinamika krivo-shipno-shatunnogo mehanizma porshnevnyh dvigatelej: ucheb. posobie. - Vladimir: Redakcionno-izdatel'skij kompleks VIGU, 2005. - 124 s.

8. Patent 36408 Ukrainy МПК D01B3/00 Tehnologichnij modul dlja pervinnogo obrobлення вовни / Lihodid V. V., Zabudchenko V. M.; Zajavl. 13.05.2008; Opubl. Bjul. № 20, 2008 r.

9. Bakardzhiev R. A. Obosnovanie konstruktivnyh parametrov i rezhimov raboty press-briкетirovshhika dlja utilizacii rastitel'nyh materialov. Diss...kand.tehn.nauk. - Melitopol, 1997. - 168 s.

10. Teorija ta rozrahunok mashin dlja tvarinnictva / (B.P. Shabel'nik, M. M. Trojanov, I. T. Boyko ta in.); za red. I. T. Boyko. - Harkiv, 2002.

11. Mehaniko-tehnologichni vlastivosti silskogospodars'kih materialiv. O. M. Carenko, D. G. Voytjuk. V. M. Shvajko, M. Ja. Dovzhik. S. S. Jacun.

12. Prospekty firm (elektronnij resurs): (www.crystal.kiev.ua), Koncern PromSnabKomplekt (www.pskk.ru), (www.presmash.if.ua), (www.briкетmal.kiev.ua), ЗАО «JekoJenergija» (www.eco-en.ru), Zhasko (www.jasko.ru), Kompanija RUF (www.briкет-ruf.ru/briкет.html), (www.bioesurs.com.ua).

References

1. Revenko I. I. Machines and equipment for livestock breeding: (textbook)/ Revenko, I. I. and Braginets N. W., Rebenko V. I. - K.: Condor, - 2009.-731 p.

2. Eremenko A. I., Panek A. V. Prospects of development of the means for the manufacture of fuel briquettes. Collection of scientific works of Vinnytsia national agrarian University. - No. 11, vol. 1, 2012.

3. Melnikov S. V. Mechanization and automation of livestock farms. - L.: Kolos, 1978. - 560 p.

4. Osobov V. S., Vasiliev G. K., Kolanowski V. A. Machines and equipment for compacting hay-straw materials. "Engineering". - 1974. - 227 p.

5. The design of the mechanized technological processes of livestock enterprises/ (I. I. Revenko, M. V. Horn, V. I. Kravchuk, etc.); under the editorship of I. I. Revenko. - K.: Vintage, 1999. - 192 p.

6. Agricultural materials (types, composition, properties). - M.: IR "Spring". "Agricultural science", 1998. - 208 p.

7. Gots A. N. The kinematics and dynamics of crank mechanism of reciprocating engines: proc. allowance. - Vladimir: publishing complex of Vladimir state University, 2005. - 124 p.

8. . Patent of Ukraine 36408 D01B3 IPC/00-process module for primary processing of wool / Likhodid V. V., Zabuzhenko V. M.; Appl. 13.05.2008; Publ. Bull. No. 20, 2008.

9. Bakargiev G. A. Substantiation of design parameters and operating modes press brigadirovka for the disposal of vegetative materials. Diss...kand.tekhn.Sciences. - Melitopol, 1997. - 168 p.

10. Theory and design of machines for animal husbandry / (B. P. Shabelnik, M. M. Trojanov, I. T. Boyko, etc.); under the editorship of I. T. Boyko. - Kharkov, 2002.

11. Mechanical and technological properties of agricultural materials. A. M. Tsarenko, D. G. Voytyuk, V. M. Shvaiko, N. I. Dovzhik, S. S. Yatsun.

12. Brochures companies (electronic resource): (www.crystal.kiev.ua), Koncern PromSnabKomplekt (www.pskk.ru), (www.presmash.if.ua), (www.briкетmal.kiev.ua), CJSC «Ekoenergiya» (www.eco-en.ru), Zhasko (www.jasko.ru), RUF (www.briкет-ruf.ru/briкет.html), (www.bioesurs.com.ua).

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ВИКОНАВЧІ ОРГАНИ ТА МАШИНИ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

УДК 631.363.285

ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ГВИНТА ГРАНУЛЯТОРА КОРМІВ НА ПОТУЖНІСТЬ ЙОГО ПРИВОДУ

В. В. Братішко, *к.т.н., с.н.с., завідувач відділу;*

e-mail: vbratishko@gmail.com; тел.: +380 (98) 207-92-77

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Мета. Аналітичне встановлення впливу параметрів процесу роботи гвинтового гранулятора кормів на витрати потужності на привід гвинта гранулятора.

Методи. Інтегральне та диференціальне обчислення, планування факторного експерименту та регресійний аналіз.

Результати. В результаті аналітичних досліджень було отримано рівняння регресії у вигляді поліномів другого порядку, що характеризують вплив параметрів процесу роботи гвинтового гранулятора кормів на витрати потужності на привід гвинта гранулятора.

Висновки. Встановлено, що математична модель впливу параметрів процесу гранулювання на витрати потужності на привід гвинта гранулятора кормів не має оптимумів для досліджуваного діапазону геометричних параметрів гвинта, зокрема ширини та глибини каналу. Також встановлено, що збільшення інтенсивності зміни глибини та зменшення інтенсивності зміни ширини каналу гвинта призводять до зростання витрат потужності на привід гвинта гранулятора кормів.

Ключові слова: *гвинт, гранулювання, канал, корми, модель, потужність, тиск.*

UDC 631.363.285

INFLUENCE OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF SCREW FEED GRANULATOR ON SCREW DRIVE

V. V. Bratishko, *Ph.D., Senior Researcher, Head of Department;*

e-mail: vbratishko@gmail.com; tel.: +380 (98) 207-92-77

National scientific center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

The purpose. An analytical exposure setting process parameters of pellet feed screw in spending power to drive the screw granulator.

Methods. Integral and differential calculus, planning factorial and regression analysis.

Results. As a result of analytical studies were obtained regression equation in the form of a second order polynomial characterizing the influence of process parameters of pellet feed screw in spending power to drive the screw granulator.

Conclusions. Established that the mathema-

tical model of the impact of process parameters on granulation power consumption to drive the pellet feed screw has not optimum for the studied range of screw geometric parameters, including the width and depth of the channel. Also found that increasing the intensity changes of the depth and intensity changes of screw bandwidth reduce lead to increased costs of power to drive the screw pellet feed.

Key words: *feed, granulation, model, power, pressure, screw.*

УДК 631.363.285

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВИНТА ГРАНУЛЯТОРА КОРМОВ НА МОЩНОСТЬ ЕГО ПРИВОДА

В. В. Братишко, к.т.н., с.н.с., заведующий отделом;
e-mail: vbratishko@gmail.com; тел.: +380 (98) 207-92-77

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Цель. Аналитическое установление влияния параметров процесса работы винтового гранулятора кормов на затраты мощности на привод винта гранулятора.

Методы. Интегральное и дифференциальное исчисление, планирование факторного эксперимента и регрессионный анализ.

Результаты. В результате аналитических исследований были получены уравнения регрессии в виде полиномов второго порядка, характеризующие влияние параметров процесса работы винтового гранулятора кормов на затраты мощности на привод винта гранулятора.

Проблема.

Повноцінна, збалансована годівля [1] є головною запорукою реалізації генетичного потенціалу сільськогосподарських тварин та птиці. Світові тенденції розвитку тваринництва [2] свідчать про зростання у раціонах тварин питомої частки комбікормів, що згодуються у гранульованому вигляді. Серед основних переваг застосування гранульованих кормів виділяють [3]: краще засвоювання корму тваринами; виключення самосепарації корму при його транспортуванні; виключення вибіркового поїдання окремих компонентів раціону; зменшення втрат корму; зменшення ризику зараження сальмонелозом через теплову обробку; потреба у менших об'ємах для зберігання та транспортування корму; зменшення виділення пилу; можливість автоматизувати процес годівлі; спрощення складання раціонів та скорочення затрат праці.

Також відомо, що одним із шляхів підвищення ефективності застосування гвинто-

Выводы. Установлено, что математическая модель влияния параметров процесса гранулирования на затраты мощности на привод винта гранулятора кормов не имеет оптимумов для исследуемого диапазона геометрических параметров винта, в частности ширины и глубины канала. Также установлено, что увеличение интенсивности изменения глубины и уменьшение интенсивности изменения ширины канала винта приводят к росту затрат мощности на привод винта гранулятора кормов.

Ключевые слова: винт, гранулирование, давление, канал, корма, модель, мощность.

вих робочих органів є використання гвинтів зі змінною за їх довжиною геометрією, зокрема перерізом каналу гвинта [4, 5]. Такі гвинти забезпечують підвищення ефективності технологічного впливу на матеріал робочими органами і використовуються у харчовій та кормовій промисловості [6], зокрема, як робочі органи екструдерів та гвинтових грануляторів кормів. Важливим питанням при проектуванні гвинтових робочих органів такого типу є з'ясування впливу конструкційно-технологічних параметрів грануляторів та властивостей сировини на витрати потужності на привод гвинта гранулятора.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті проведених теоретичних досліджень процесу роботи гвинтових грануляторів кормів було отримано в загальному математичну модель впливу параметрів процесу гранулювання на показник витрат потужності [7] на привод гвинта гранулятора кормів.

$$N = 2\pi n \mu p_m \int_0^{l_{max}} \int_0^{H_0 - k_H l} e^{-A_p \left(\frac{l_{max} - l}{l} \right)} y \frac{\pi (D - H_0 - k_H l) [k_W (D - H_0) - k_H (W_0 + t)]}{(W_0 - k_W l + t)^3 \sqrt{\frac{(D - H_0 - k_H l)^2}{(W_0 - k_W l + t)^2} + \frac{1}{\pi^2}}} dy dl, \quad (1)$$

- де n – частота обертання гвинта, c^{-1} ;
 μ – коефіцієнт бічного тиску,
 p_m – тиск у матриці гранулятора, Па;
 l_{max} – максимальна довжина гвинта, м;
 l – поточне значення довжина гвинта, м;
 H_0 – початкове значення глибини каналу гвинта, м;
 W_0 – початкове значення ширини каналу гвинта, м;
 k_H – коефіцієнт зміни глибини каналу гвинта за його довжиною;
 k_W – коефіцієнт зміни ширини каналу гвинта за його довжиною.
 D – зовнішній діаметр гвинта, м;
 t – товщина крайки гвинта, м;
 A_p – коефіцієнт, що описує характер зміни тиску у каналі гвинта гранулятора за його довжиною;
 y – поточне значення глибини каналу гвинта (рисунок 1), м.

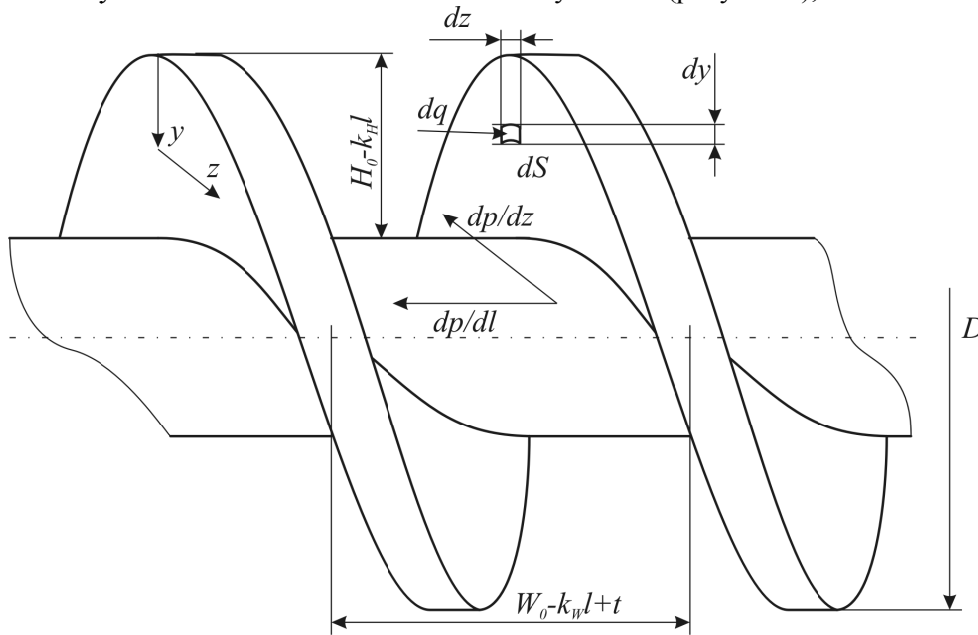


Рис. 1. Схема гвинта гранулятора кормів

Fig. 1. Pellet feed screw scheme

Складність отриманої математичної моделі (1) не дозволяє дослідити вплив параметрів процесу гранулювання на його потужність у загальному вигляді. Проте, розв'язання інтегралу (1) можливе у чисельному вигляді для окремих, визначених значень конструкційно-режимних та технологічних параметрів процесу. Попередній аналіз

залежності (1) також дозволяє зробити висновки про пропорційний вплив на показник потужності параметрів тиску у матриці гранулятора та частоти обертання гвинта.

Мета досліджень – аналітичне дослідження впливу параметрів процесу роботи гвинтового гранулятора кормів на витрати потужності на привід гвинта гранулятора.

Методика досліджень. Основний підхід при виконанні досліджень полягав у реалізації числового факторного експерименту шляхом фіксації частини факторів залежності (1) на визначених рівнях.

Дослідження проводилися з використанням методики планування багатфакторних експериментів [8] із застосуванням варіювання факторів на трьох рівнях. Для аналізу

результатів експериментальних досліджень використовувалась програма RegMod «Методика моделювання нормативів методом регресійного аналізу», розроблена в ННЦ «ІМЕСГ» к.т.н. Босим М.А., яка реалізує відомі методи кореляційного та регресійного аналізу [9].

Перелік та рівні варіювання факторів наведено в таблиці.

Таблиця 1. Досліджувані фактори та рівні їх варіювання

Table 1. Investigated factors and their variation levels

Рівні варіювання факторів	Фактори			
	H_0, x_1	W_0, x_2	k_H, x_3	k_W, x_4
Верхній рівень (+)	0,035	0,035	0,05	0,05
Основний рівень (0)	0,025	0,025	0,04	0,04
Нижній рівень (-)	0,015	0,015	0,03	0,03
Інтервал варіювання	0,01	0,01	0,01	0,01

Іншій складові залежності (1) фіксувалися на рівнях, що відповідали умовам проведення попередніх теоретичних та експериментальних досліджень [10, 11], зокрема: $t = 0,005$ м; $D = 0,08$ м; $l_{max} = 0,2$ м; $\mu = 0,3$; $n = 1$ с⁻¹; $p_m = 3 \cdot 10^6$ Па.

Результати досліджень. Для заданих параметрів процесу гранулювання із застосуванням залежності (1) за допомогою програмного продукту Wolfram Mathematica [12] був реалізований числовий багатфакторний експеримент, після аналізу результатів якого було отримано залежність критерію оптимізації (потужності) від досліджуваних факторів – рівняння регресії у вигляді поліному другого порядку.

Отриманий вираз потужності на привод гвинта $N, Вт$ мав вигляд:

$$N = 402,078 + 357,944x_1 - 455,328x_2 - 389,651x_1x_2 + 103,76x_2^2 - 218,071x_3 - 130,269x_1x_3 + 13,4502x_3^2 + 318,486x_4 + 263,688x_1x_4 - 42,5917x_4^2, \quad (2)$$

у розкодованому вигляді:

$$N = -675,019 + 79839,6H_0 - 3,89651 \cdot 10^6 H_0W_0 - 1,30269 \cdot 10^6 H_0k_H + 2,63688 \cdot 10^6 H_0k_W + 1,0376 \cdot 10^6 W_0^2 + 134502k_H^2 - 425917k_W^2. \quad (3)$$

Для залежності (2), (3), яка є адекватною на 92% рівні довірчої вірогідності, коефіцієнт множинної детермінації становить $D = 0,988953$, коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,994461$. Значення критерію Фішера $F = 127,89$; ймовірність F-критерію $P = 1,0$. Всі коефіцієнти моделі є значущими на рівні довірчої вірогідності не менше 92%.

Для подальшого аналізу отриманих моделей побудуємо поверхні, що відображають характер впливу досліджуваних факторів на потужність приводу гвинта гранулятора кормів (рис. 2, 3).

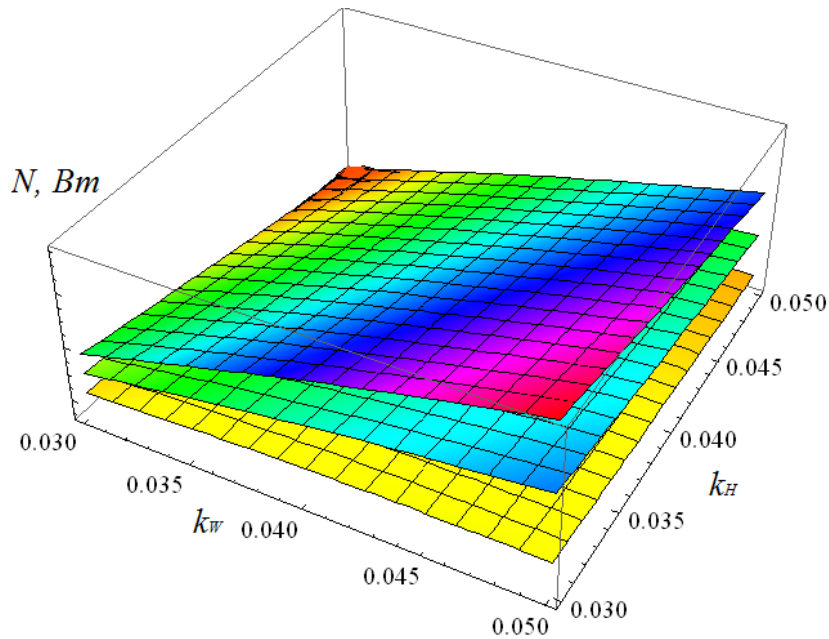


Рис. 2. Вплив коефіцієнтів зміни глибини (k_H , фактор x_3) та довжини (k_W , фактор x_4) каналу гвинта за його довжиною на характер зміни потужності на привод гвинта при фіксації фактора початкової ширини каналу гвинта (W_0 , фактор x_2) на нульовому рівні

Fig. 2. Influence of change of depth (k_H , factor x_3) and width (k_W , factor x_4) feed screw for its length on the power change character on the drive screw with fixation the factor of initial screw channel width (W_0 , factor x_2) at zero level

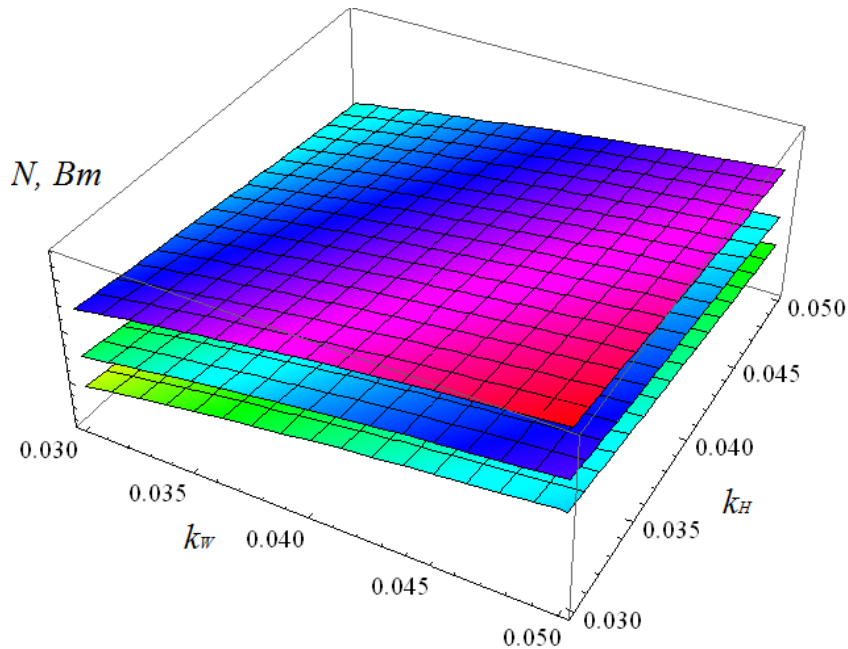


Рис. 3. Вплив коефіцієнтів зміни глибини (k_H , фактор x_3) та ширини (k_W , фактор x_4) каналу гвинта за його довжиною на характер зміни потужності на привод гвинта при фіксації фактора початкової глибини каналу гвинта (H_0 , фактор x_1) на нульовому рівні

Fig. 3. Influence of change of depth (k_H , factor x_3) and width (k_W , factor x_4) feed screw for its length on the power change character on the drive screw with fixation the factor of initial screw channel depth (H_0 , factor x_1) at zero level

Аналіз отриманих залежностей (2)-(3), представлених на рисунках 2-3, дозволяє стверджувати, для визначених умов проведення числового експерименту математична модель витрат потужності на привод гвинта гранулятора кормів не має оптимумів для таких факторів як коефіцієнти зміни глибини (k_H , фактор x_3) та ширини (k_W , фактор x_4) каналу гвинта за його довжиною, а також початкових ширини (H_0 , фактор x_1) та глибини (W_0 , фактор x_2) каналу гвинта. Разом з тим встановлено, що збільшення інтенсивності зміни глибини та зменшення інтенсивності зміни ширини каналу гвинта призводять до зростання витрат потужності на привід

гвинта гранулятора кормів.

Висновки.

1. Математична модель впливу параметрів процесу гранулювання на витрати потужності на привід гвинта гранулятора кормів не має оптимумів для досліджуваного діапазону геометричних параметрів гвинта, зокрема ширини та глибини каналу гвинта, а також коефіцієнтів зміни глибини та ширини каналу гвинта за його довжиною.

2. Збільшення інтенсивності зміни глибини та зменшення інтенсивності зміни ширини каналу гвинта призводять до зростання витрат потужності на привід гвинта гранулятора кормів.

Бібліографія

1. Механизация и автоматизация производства молока / В.В. Адамчук, В.В. Братишко, Р.Б. Кудринецкий и др.; под общ. ред. В.В. Адамчука, А.И. Фененко. – Нежин: Издатель ЧП Лысенко Н.М. – 324 с.: ил.

2. Машини и оборудование для производства комбикормов : [Справочное пособие] / Шаршунов В.А., Червяков А.В., Бортник С.А., Пономаренко Ю.А. – Мн: Экоперспектива, 2005. – 487 с.

3. Мельников С.В., Фарбман Г.Я. Производство травяной муки в гранулах. – Л.: Лениздат, 1975. – 112 с.

4. Люлько, В.Н. Получение геометрии винтовой части роторов винтовых компрессоров с использованием систем САПР [Текст] / В.Н. Люлько // Вісник Сумського державного університету. Серія Технічні науки. – 2005. – №1(73). – С. 140-150.

5. Ревяко, М.М., Касперович О.М. Оборудование и основы проектирования предприятий по переработке пластмасс. – Мн.: БГТУ, 2005. – 344 с.

6. Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability: [edited by Leszek Moscicki]. – Weinheim: WILEY-VCH, 2011. – 234 p.

7. Братишко В.В. Витрати потужності на привод гвинта гранулятора кормів // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. – Вип. 212/2. – К.: НУБіП України, 2015. – С. 53-58.

8. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. – М.: Наука, 1976. – 276 с.

9. Ферстер Э. Ренц Б. Методы корреляционного и регрессионного анализа: Руководство для экономистов / Перев. с нем. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 302 с.

10. Братишко В.В., Тимченко Л.О. Влияние параметров процесса гранулювания на показатели кормов для відгодівлі тварин // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Вип. 1 (100). – Глеваха: ННЦ «ІМЕСГ». – 2015. – С. 127-136.

11. Братишко В.В. Продуктивність та енергоємність процесу гранулювання зерно-стеблової кормосуміші гвинтовим гранулятором// Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету / Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. – Вип. 28. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С. 138-144.

12. Морозов А. А., Таранчук В. Б. Программирование задач численного анализа в системе Mathematica: Учеб. пособие.- Мн.: БГПУ, 2005. – 145 с.

References

1. Mehanizacija i avtomatizacija proizvodstva moloka / V.V. Adamchuk, V.V. Bratishko, R.B. Kudrineckij i dr.; pod obshh. red. V.V. Adamchuka, A.I. Fenenko. – Nezhin: Izdatel ChP Lysenko N.M. – 324 s.: il.

2. Mashiny i oborudovanie dlja proizvodstva kombikormov : [Spravochnoe posobie] / Sharshunov V.A., Chervjakov A.V., Bortnik S.A., Ponomarenko Ju.A. – Mn: Jekoperspektiva, 2005. – 487 s.

3. Mel'nikov S.V., Farbman G.Ja. Proizvodstvo travjanoy muki v granulah. – L.: Lenizdat, 1975. – 112 s.

4. Ljul'ko, V.N. Poluchenie geometrii vintovoj chasti rotorov vintovyh kompressorov s ispol'zovaniem sistem SAPR [Tekst] / V.N. Ljulko // Visnik Sumskogo derzhavnogo universitetu. Serija Tehnichni nauki. – 2005. – №1(73). – S. 140-150.

5. Revjako, M.M., Kasperovich O.M. Oborudovanie i osnovy proektirovanija predpriyatij po pererabotke plastmass. – Mn.: BGTU, 2005. – 344 s.

6. Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability: [edited by Leszek Moscicki]. – Weinheim: WILEY-VCH, 2011. – 234 p.
7. Bratishko V.V. Vytraty potuzhnosti na pryvod hvynta hranuliatora kormiv // Naukovi visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: tekhnika ta enerhetyka APK. – Vyp. 212/2. – K.: NUBiP Ukrainy, 2015. – S. 53-58.
8. Adler Ju.P., Markova E.V., Granovskij Ju.V. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij. – M.: Nauka, 1976. – 276 s.
9. Ferster Je. Renc B. Metody korreljacionnogo i regressionnogo analiza: Rukovodstvo dlja jekonomistov / Perev. s nem. – M.: Finansy i statistika, 1983. – 302 s.
10. Bratishko V.V., Tymchenko L.O. Vplyv parametriv protsesu hranuliuvannya na pokaznyky kormiv dlja vidhodivli tvaryn // Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva. – Vyp. 1 (100). – Hlevakha: NNTs «IMESH». – 2015. – S. 127-136.
11. Bratishko V.V. Produktyvnist ta enerhoiemnist protsesu hranuliuvannya zerno-steblovoi kormosumishi hvyntovym hranuliatorom // Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu / Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannya, avtomatyzatsiia. – Vyp. 28. – Kirovohrad: KNTU, 2015. – S. 138-144.
12. Morozov A. A., Taranchuk V. B. Programirovanie zadach chislennogo analiza v sisteme Mathematica: Ucheb. posobie.- Mn.: BGPU, 2005. – 145 s.
3. Melnikov S., Farbman G. Production of herbal flour granules. – L.: Lenizdat, 1975. – 112 p.
4. Lyulko V. Getting the screw geometry of the rotors of screw compressors using CAD systems [Text] / V. Lyulko // Bulletin of Sumy State University. Series Engineering. – 2005. – №1 (73). – P. 140-150.
5. Ravyaka, M., Kaspiarovich O. Equipment and engineering bases of enterprises for the processing of plastics. – Mn.: BSTU, 2005. – 344 p.
6. Extrusion-Cooking Techniques: Applications, Theory and Sustainability: [edited by Leszek Moscicki]. – Weinheim: WILEY-VCH, 2011. – 234 p.
7. Bratishko V. Spending power to drive the screw pellet feed // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Power equipment and agribusiness. – Vol. 212/2. – K.: NULES of Ukraine, 2015. – P. 53-58.
8. Adler J., Markova E., Granovsky Y. An experiment in the search for optimal conditions. – M.: Science, 1976 – 276 p.
9. Förster E., Renz B. Methods of correlation and regression analysis: A guide for economists / Trans. from germ. – M.: Finance and Statistics, 1983. – 302 p.
10. Bratishko V., Tymchenko L. The influence of process parameters on the performance of granulation of feed for fattening animals // Mechanization and electrification of agriculture. – Vol. 1 (100). – Hlevakha: NSC "IAEE" – 2015. – P. 127-136.
11. Bratishko V. Performance and power consumption of grain-granulation process stem forage mixture screw granulator // Proceedings of Kirovograd National Technical University / Technology in agriculture, industrial engineering, automation. – Vol. 28. – Kirovograd: KNTU, 2015. – P. 138-144.
12. Morozov A., Taranchuk V. Numerical analysis tasks programming in Mathematica: Training manual. – Mn.: BSPU, 2005. – 145 p.

References

1. Automation and mechanization of milk production / V. Adamchuk, V. Bratishko, R. Kudrynetsky et al.; editors: V. Adamchuk, A. Fenenko. – Nizhyn: Publisher Lysenko N. – 324 pp.
2. Machinery and equipment for the production of animal feed: [Handbook] / Sharshunov V., Chervyakov A., Bortnik S., Ponomarenko Y. – Mn.: Ekoperspektiva, 2005. – 487 p.

УДК 637.115

ОБҐРУНТУВАННЯ ПРИНЦИПУ ДІЇ ПРОТОЧНОГО ДАТЧИКА ВИТРАТ МОЛОКА ЄМНІСНОГО ТИПУ

С. В. Ткачук, провідний інженер, e-mail: tsv2@i.ua, тел. +38(095) 780-14-06

В. В. Ткач, канд. техн. наук, с.н.с., e-mail: 3993980@gmail.com, тел. +38(067) 399-39-80

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Мета. Розробка лічильника індивідуальних надоїв шляхом узагальнення та дослідження динамічних проявів водомістких рідин у проточних датчиках ємнісного типу.

Методи. Аналіз світового досвіду створення засобів обліку індивідуальних надоїв. Експериментальні дослідження взаємозв'язків між параметрами проточного датчика ємнісного типу, режимами руху рідини і роботи доїльного апарата та характеристиками сигналу датчика. Синтез алгоритму інтерпретації сигналу.

Результати. Розглянуто деякі аспекти взаємодії пульсуючого потоку водомісткої рідини (молоко) із проточним датчиком ємнісного типу. Описано взаємозв'язки між параметрами потоку та

сигналом датчика. Подано метод інтерпретації сигналу проточного датчика ємнісного типу для визначення витрати молока через молокопровідний шланг доїльного апарата. Дано узагальнені результати лабораторних досліджень датчика.

Висновки. Розроблено алгоритм обробки сигналу і відповідне програмне забезпечення для визначення індивідуального надою та витрати молока через молокопровідний шланг доїльного апарата. У лабораторних умовах похибка вимірювань розробленого датчика не перевищує 5%.

Ключові слова: автоматизація доїння, датчик витрати молока, ємнісний датчик, машинне доїння, лічильник рідини, облік індивідуального надою.

UDC 637.115

SUBSTANTIATION THE PRINCIPLE OF THE MILK FLOW ELECTRIC CAPACITIVE TYPE SENSOR

S. V. Tkachuk, Senior engineer, e-mail: tsv2@i.ua, tel. +38(095) 780-14-06

V. V. Tkach, PhD. tech. sciences, e-mail: 3993980@gmail.com, tel. +38(067) 399-39-80

National Scientific Center «Institute of Agricultural and Electrification» of the NAAS of Ukraine

The purpose. Development of individual milk yield sensor by generalization and research the dynamic manifestations of water-based liquids in electric capacitive type flow sensors. **Methods.** Analysis of world experience in creating of the individual milk yield accounting systems. Experimental research of interlinkages between the parameters of the electric capacitive type flow sensor, regimes of liquid motion and sensor signal parameters. Synthesis of signal interpretation algorithm. **Results.** Described some aspects of interaction pulsating flow of aqueous suspensions (milk) with electric capacitive

type sensor. Described the relationship between the flow parameters and sensor signal. The method of signal interpretation of the electric capacitive type sensor in to the milk flow level of milking machine is given. **Conclusions.** A signal-processing algorithm and software to determine the individual milk yield and milk flow. Measurement uncertainty of the sensor does not exceed 5%.

Keywords: automation of milking, the milk flow sensor, an electric capacitive type sensor, machine milking, fluid counter, Individual milk yield accounting.

УДК 637.115

ОБОСНОВАНИЕ ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ ПРОТОЧНОГО ДАТЧИКА РАСХОДА МОЛОКА ЕМКОСТНОГО ТИПА

С. В. Ткачук, *ведущий инженер, e-mail: tsv2@i.ua, тел. +38(095) 780-14-06*

В. В. Ткач, *канд. техн. наук, с.н.с., e-mail: 3993980@gmail.com, тел. +38(067) 399-39-80*

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Цель. Разработка счетчика индивидуальных надоев путем обобщения и исследования динамических проявлений водосодержащих жидкостей в проточных датчиках емкостного типа.

Методы. Анализ мирового опыта создания средств учета индивидуальных надоев. Экспериментальные исследования взаимосвязей между параметрами проточного датчика емкостного типа, режимами движения жидкости и работы доильного аппарата и характеристиками сигнала датчика. Синтез алгоритма интерпретации сигнала.

Результаты. Рассмотрены некоторые аспекты взаимодействия пульсирующего потока водосодержащей жидкости (молоко) с проточным датчиком емкостного типа. Описаны взаимосвязи между параметрами потока и сигналом датчика.

Проблема. На сучасному етапі розвитку техніко-технологічного забезпечення молочного тваринництва, з метою ефективного впровадження технологій точного тваринництва та створення адаптивної доїльної апаратури, актуальним є питання автоматизації моніторингу індивідуальних надойів. Вирішення цих задач стає можливим за умови створення компактних автономних засобів обліку потоку молока для доїльних апаратів. Задача ускладнюється тим, що необхідно визначати витрату молока, яке рухається по молокопровідному шлангу доїльного апарата у вигляді молокоповітряної суміші, потік неоднорідний, пульсуючий та з нестабільним заповненням перерізу.

Важливою є інформація не лише про кількість молока, але й про швидкість його руху, хімічний склад, температуру, провідність та інше.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. На сьогодні широко використовуються механічні лічильники об'ємного принципу дії (ковшового та поплавкового

Дан метод интерпретации сигнала проточного датчика емкостного типа для определения расхода молока через молокопроводный шланг доильного аппарата. Даны обобщенные результаты лабораторных исследований датчика.

Выводы. Разработан алгоритм обработки сигнала и соответствующее программное обеспечение для определения индивидуального надоя и расхода молока через молокопроводный шланг доильного аппарата. В лабораторных условиях погрешность измерений разработанного датчика не превышает 5%.

Ключевые слова: автоматизация доения, датчик расхода молока, емкостной датчик, машинное доение, счетчик жидкости, учет индивидуального надоя.

типів) та пропорційного відбору, їх недоліками є низький рівень дискретизації вимірювань потоку, значна похибка вимірювань при високій інтенсивності молоковіддачі, низька мобільність та ускладнене інтегрування у автоматичні системи [2, 3, 12, 13]. Також застосовуються датчики інфрачервоного принципу дії та датчики провідності, їх недоліки висока вартість та низька точність вимірювань. Відомий також термоанемометричний вимірювач потоку молока [11], недоліком якого є підвищене енергоспоживання, що важливо при застосуванні автономного енергоживлення.

Разом з тим згадані вище параметри рідини (молока) можливо оцінити непрямыми методами, наприклад, через електричну ємність, електропровідність чи діелектричну сталу. При цьому одними з найпростіших (за конструкцією) є датчики ємнісного типу.

Як приклад, добре відоме використання ємнісних датчиків для контролю вологості матеріалів. Відомі спроби застосування ємнісних датчиків для діагностування маститу тварин [4].

Принцип дії ємнісного датчика полягає у зміні електричної ємності під дією водомісткої рідини, яка знаходиться між обкладинками електричного вимірювального конденсатора (в літературі – «С-комірка») [1]. Проте широкому застосуванню подібних датчиків, перешкоджають складні електрофізичні ефекти, що проявляються під час руху водомісткої рідини. І якщо вплив води на електромагнітні властивості водомістких речовин – в тому числі, молока, відносно добре досліджений та відображений у науковій літературі [8], [9], [10], то прояви цих властивостей у динамічних умовах залишилися невивченими.

Мета досліджень. Розробка лічильника індивідуальних надоїв шляхом узагальнення та дослідження динамічних проявів водомістких рідин у проточних датчиках ємнісного типу.

Результати досліджень.

Ємність плоского електричного конденсатора C , відповідно до елементарної теорії електротехніки, можливо визначити за формулою:

$$C = (\epsilon_0 \epsilon S) / d, \quad (1)$$

де ϵ_0 – абсолютна діелектрична проникність;
 ϵ - відносна діелектрична проникність;
 S - площа пластин, m^2 ;
 d - відстань між пластинами, м.

Цю формулу можливо переписати у формі:

$$C = \epsilon C_0, \quad (2)$$

де C_0 – ємність конденсатора з діелектриком – вакуумом, Ф.

У формулі 2 виділено основний характерний параметр, який буде розглядатися нижче – ϵ діелектрична стала діелектрика конденсатора. Як відомо [6], вода у рідкій формі має діелектричну проникність близько 81 одиниць. Далі за текстом «рідиною» будемо називати водні розчини або водні суміші, в яких електричні властивості визначаються, в основному, наявною в них водою.

На рис. 1 показано конденсатор, що складається із двох обкладинок, закріплених на трубці, яка виготовлена з матеріалу із малим значенням ϵ (для пластмас, це близько 4 одиниць) та характеристика датчика, який використовувався у експериментах.

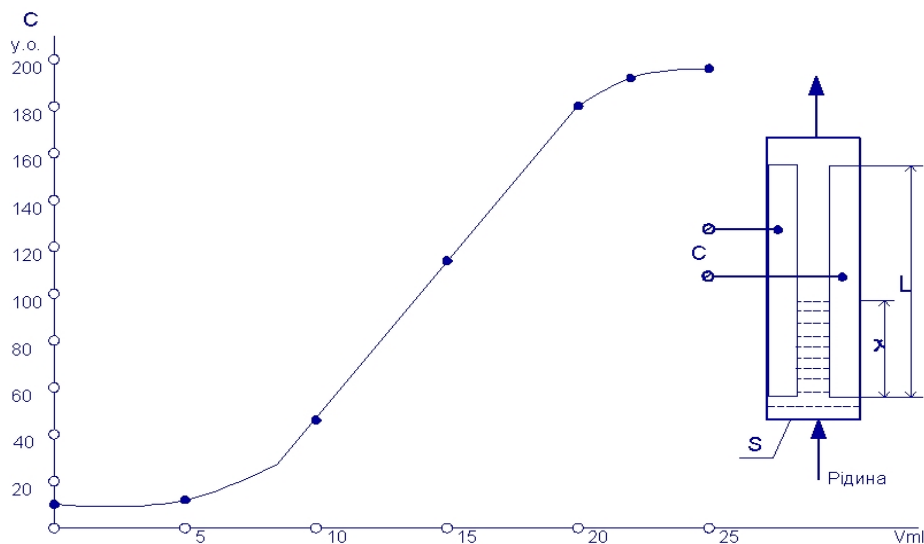


Рис. 1. Схема ємнісного датчика та його характеристики:

S – площа перерізу датчика; L – довжина датчика; χ – ступінь заповнення датчика; V - об'єм рідини у датчику; C - електрична ємність

Fig. 1. The capacitive sensor and its characteristics:

S – sectional area of the sensor; L – length of the sensor; χ - filling degree of the sensor; V - fluid volume in the sensor; C - electric capacity

Якщо конденсатор (рис. 1.) заповнити водою у пропорції χ (далі – «наповненість датчика»), то електрична ємність такого конденсатора складе:

$$C = \varepsilon_0 \varepsilon C_0 \chi + \varepsilon_0 C_0 (1 - \chi) = C_0 (\varepsilon - 1) \chi + C_0, \quad (3)$$

де: χ - наповненість датчика, число від 0 до 1.

Таким чином, вимірюючи ємність C можливо отримати інформацію про кількість рідини, або ступінь заповнення датчика.

Виходячи з поставлених задач, було обрано генераторний метод вимірювання ємності [5]. На рис. 2 наведено схему підключення датчика до електронної обчислювальної машини (ЕОМ).

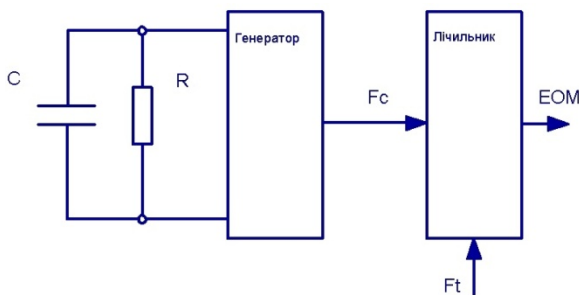


Рис. 2. Схема підключення датчика до мікропроцесора

Fig. 2. Connection diagram sensor to microprocessor

В сучасній фізиці води розрізняють багато її станів [1, 6], проте у даному випадку водний розчин (молоко) перебуває у двох станах – стан об'ємної рідини та стан пов'язаної рідини – «тонкої плівки». Фізичні властивості води у цих двох станах суттєво різняться, тому вихідний сигнал датчика формується під впливом води у цих двох станах.

На рис. 3 показані типові сигнали датчика під час проходження порції води для двох схем генераторів (з позитивним і негативним впливом втрат на частоту).

Розглянемо докладніше сигнал на рис. 3а, він поводить себе так, наче до датчика додавалась від'ємна ємність, що пояснюється впливом діелектричних втрат в рідині і підтверджується характером сигналу на рис. 3б.

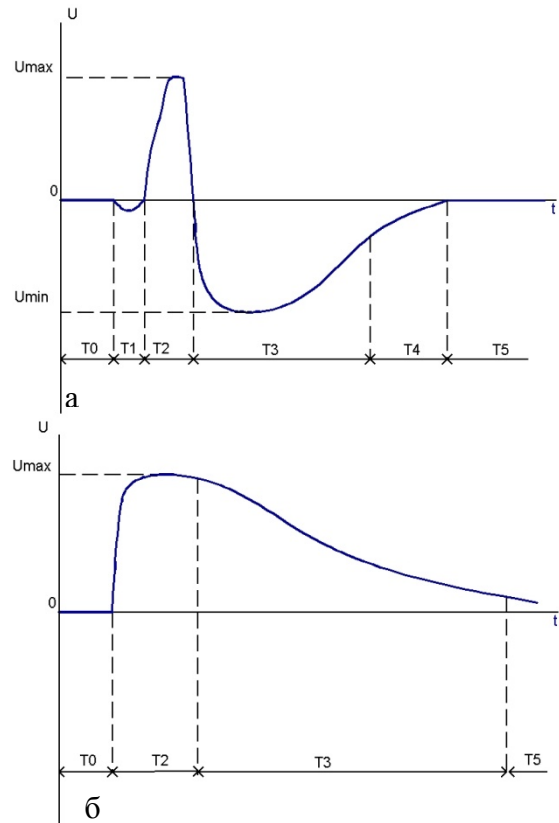


Рис. 3. Сигнал проходження порції води крізь ємнісний датчик:

а - генератор із позитивним впливом втрат на частоту; б - генератор із негативним впливом втрат на частоту

Fig. 3. The signal of portions water passing through the capacitive sensor:

а - generator with a positive impact of losses on the frequency; б - generator with a negative impact of losses on the frequency

Враховуючи доволі тривалу фазу (T3, T4) відновлення сигналу (див. рис.3а) у порівнянні із часовими характеристиками самого сигналу (T2), можна зробити висновок, що дана фаза сигналу відповідає релаксації тонкої плівки рідини на стінках датчика після проходження основної порції рідини.

Для використання ємнісного датчика, як лічильника молока необхідно відділити сигнал рідини в об'ємі від сигналу рідини в поверхневій плівці. Для цього використано схему з позитивним генератором. При цьому файл даних із сигналом проходження рідини записувався в пам'ять ЕОМ та будувалась булівська «строб-функція», яка кожному відліку сигналу ставить у відповідь значення

«0» або «1», що означає «проігнорувати» або «обчислити» відповідно.

Для побудови вказаної строб-функції використовувалась згортка сигналу з вейвлетом Хаара із вікном, що приблизно вдвічі перевищує середню тривалість проходження порцій рідини. Такий спосіб побудови дає надійне розпізнавання позитивного та негативного фронтів сигналу (рис. 4).

Кількість рідини, що проходить крізь датчик за умови сталої швидкості потоку, можливо визначити із залежності:

$$M = v_0 \int_{t_1}^{t_2} p(t) \cdot dt \quad (4)$$

де M – маса рідини, кг;

$p(t)$ – функція наповненості датчика рідиною;

v_0 – поточна швидкість рідини у датчику, м/с;

t_1, t_2 – моменти часу, що задають інтервал виміру, с.

На рис.1 наведено статичну характеристику датчика, коли час між заповненням датчика та зчитуванням його сигналу відносно великий. У реальних умовах, коли крізь датчик рухається пульсуючий потік рідини від доїльного апарата (див. рис. 3), має місце утворення плівки рідини на його внутрішній поверхні. Зважаючи на доволі значний час руйнування плівки, у порівнянні з інтервалом проходження порцій рідини, можна прийняти припущення, що плівка умовно стабільна протягом усього періоду роботи доїльного апарата.

При цьому для визначення динамічної характеристики датчика було проведено низку лабораторних експериментів. Під час експериментів враховано такі фактори, як витрата рідини через молокопровідний шланг доїльного апарата, частота пульсації пульсатора, рівень робочого тиску доїльної установки, температура та тип (вода та молоко) рідини, тривалість доїння. Кількість рідини, що пройшла крізь датчик визначалась за формулою (4) та порівнювалась з фактичною кількістю у мензурі. Похибка вимірювань основної кількості дослідів

знаходилась у межах 1...3% та загалом не перевищувала 5%.

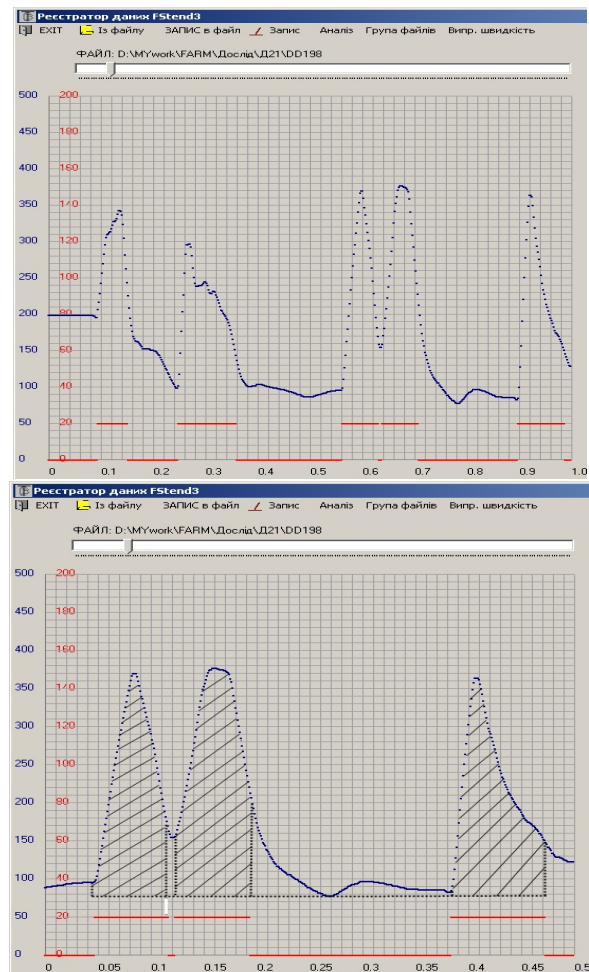


Рис. 4. Фрагменти розгортки сигналу датчика (червоним зображено строб-функцію, синім – сигнал датчика, заштриховано – область інтегрування)

Fig. 4. Fragments of sweep signal of the sensor (red shows a strobe function, blue - sensor signal, shaded - integration area)

Висновки. Встановлено взаємозв'язок між характером сигналу проточного датчика емнісного типу та фізичними проявами потоку молока. Розроблено алгоритм обробки сигналу і відповідне програмне забезпечення для визначення індивідуального надою та витрати молока через молокопровідний шланг доїльного апарата. У лабораторних умовах похибка вимірювань розробленого датчика не перевищує 5%.

Бібліографія

1. Семихина Л.П. Диэлектрические и магнитные свойства воды в водных растворах и биообъектах в слабых электромагнитных полях / Л.П. Семихина. – Тюмень, 2005 г.
2. Патент US 4,231,324. Milk quantity meter / Peter Schletter (США).
3. Патент US 5,016,569. Automatic milk counter of milking unit / G.A. Moskvina (США).
4. Патент WO 01/59449 A1. Method and means of detecting elements in milk / Fisher (Міжнародний).
5. Кукуш В.Д. Электрорадиоизмерения / В.Д. Кукуш. – Радио и связь, 1985 г.
6. Эйзенберг Д. Структура и свойства воды, перевод с англ. / Д. Эйзенберг, В. Кауцман. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1975 г.
7. Патент UA 62387. Спосіб вимірювання величини витрати на основі спектральних характеристик шуму вимірювального середовища / С.І. Мельничук (Україна).
8. То Е.С. Dielectric properties of food materials / Е.С.То, R.E.Mudgett // Journal of Microwave Power. – Edmonton, Canada, 1974.
9. Ghanem T.H. Dielectric properties of liquid foods affected by moisture contents and temperatures / T.H.Ghanem // Process Engineering. – Misr J. Ag. Eng., April 2010.
10. Vijaya G.S. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials / G.S. Vijaya, Raghavan // Biosystems Engineering. – 2004.
11. Дмитрів В.Т. Обґрунтування параметрів вимірювача потоку молока в процесі машинного доїння: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» / В.Т. Дмитрів. – Київ, 1995. – 20 с.
12. Кирсанов В.В. Совершенствование технических средств учета молока на базе микропроцессорной техники / В.В. Кирсанов // Материалы научно-технич. конф. по методам и техническим средствам, применяемым при испытаниях сель-скохозяйственной техники. – М.: АГРОНИИЭТО, 1988 г.
13. Акупиан А.Н. К вопросу обоснования конструкционных параметров счётчика молока / А.Н. Акупиан // Достижения науки и техники АПК №12. – 2008. – С. 56-58.

References

1. Semihina L.P. Dielektricheskie i magnitnie svojstva void v vodnih rastvorah i bioobjektah v slabih

elektromagnitnih poliyh / L.P. Semihina. – Tumen, 2005.

2. Patent US 4,231,324. Milk quantity meter / Peter Schletter (USA).
3. Patent US 5,016,569. Automatic milk counter of milking unit / G.A. Moskvina (USA).
4. Patent WO 01/59449 A1. Method and means of detecting elements in milk / Fisher (International).
5. Kukush V.D. Elektroradioizmereniy / V.D. Kukush. – Radio i sviyz, 1985.
6. Ejzenberg D. Struktura i svojstva void, perevod s angl. / D. Ejzenberg, V. Kaucman. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975.
7. Patent UA 62387. Sposib vimiruvaniy velichini vitrati na osnovi spektralnih karakteristik shumu vimiruvanogo seredovischa / S.I. Melnichuk (Ukaina).
8. To E.C. Dielectric properties of food materials / E.C.To, R.E.Mudgett // Journal of Microwave Power. – Edmonton, Canada, 1974.
9. Ghanem T.H. Dielectric properties of liquid foods affected by moisture contents and temperatures / T.H.Ghanem // Process Engineering. – Misr J. Ag. Eng., April 2010.
10. Vijaya G.S. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials / G.S. Vijaya, Raghavan // Biosystems Engineering. – 2004.
11. Dmitriv V.T. Obgruntuvanny parametriv vimiruvacha potoku moloka v procesi mashinnogo doinyi: avtoref. dis. na zdotuttiy nauk. stupeniy kand. techn. nauk: spec. 05.05.11 «Mashini i zasobi mechanizacii silskogospodarskogo vsrobnictva» / V.T. Dmitriv. – Kiyv, 1995. – 20 s.
12. Kirsanov V.V. Sovershenstvovanie technicheskikh sredstv ucheta moloka na baze mikroproctssornoj tehnik / V.V. Kirsanov // Materiali nauchno-tehnic. konf. po metodam i tehniceskim sredstvam, primenyemim pri ispitaniyh selskhozjstvennoj tehnik. – M.: AGRONIIETO, 1988.
13. Akupian A.N. K voprosu obosnovaniy konstrukcionnih parametrov schetchika moloka / A.N. Akupian // Dostizeniy nauki I tehnik. APK №12. – 2008. – S. 56-58.

References

1. Semihina L.P. The dielectric and magnetic properties of water in aqueous solutions and in biological objects of weak electromagnetic fields / L.P. Semihina. – Tumen, 2005.
2. Patent US 4,231,324. Milk quantity meter / Peter Schletter (USA).
3. Patent US 5,016,569. Automatic milk counter of milking unit / G.A. Moskvina (USA).

4. Patent WO 01/59449 A1. Method and means of detecting elements in milk / Fisher (International).
5. Kukush V.D. Electrical and radio measurement / V.D. Kukush – Radio and Communications, 1985.
6. Ejzenberg D. Structure and properties of water, English translation / D. Ejzenberg, V. Kaucman. – Leningrad: Gidrometeoizdat, 1975.
7. Patent UA 62387. Flow measurement method based on measuring spectral characteristics of the substance noise / S.I. Melnichuk (Ukraine).
8. To E.C. Dielectric properties of food materials / E.C.To, R.E.Mudgett // Journal of Microwave Power. – Edmonton, Canada, 1974.
9. Ghanem T.H. Dielectric properties of liquid foods affected by moisture contents and temperatures / T.H.Ghanem // Process Engineering. – Misr J. Ag. Eng., April 2010.
10. Vijaya G.S. An overview of microwave processing and dielectric properties of agri-food materials / G.S. Vijaya, Raghavan // Biosystems Engineering. – 2004.
11. Dmitriv V.T. Substantiation of milk flow sensor parameters: Thesis. Dis. on competition sciences. degree candidate. technical Sciences: spec. 05.05.11 «Machines and mechanization of agricultural production» / V.T. Dmitriv. – Kiyv, 1995. – 20 p.
12. Kirsanov V.V. Improving of the milk accounting hardware on the basis of microprocessor technology / V.V. Kirsanov // Materials science and tech. Conf. on methods and technical means used in tests of agricultural machinery. – M.: AGRONIIETO, 1988.
13. Akupian A.N. On the question at justification of the design parameters of the milk counter / A.N. Akupian // Advances in science and technology AIC №12. – 2008. – P. 56-58.

УДК 631.3:636

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ МЕХАНІЧНОГО ЗМІШУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ КОМПОСТНОЇ СУМІШІ

Г. А. Голуб, *д.т.н., професор, завідувач кафедри механізації тваринництва*

С. І. Павленко, *к.т.н., доцент, старший науковий співробітник;*

e-mail: life-is-life.08@mail.ru; тел.: +380 (67) 562-89-27

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета. Дослідити процес механічного змішування компонентів компостної суміші, розробити його математичну модель.

Методи. Теоретичні дослідження проводилися із використанням механіко-математичного моделювання, положень теоретичної механіки і методів диференціального та інтегрального обчислення.

Результати. В результаті теоретичних досліджень механічного змішування компонентів компостної суміші з використанням програмного забезпечення Star CCM+, розроблена математична модель, яка включає систему залежностей ступеня зменшення бурта і коефіцієнта варіації змішування

від коефіцієнта завантаження, кінематичного показника режиму роботи.

Висновки. Встановлено, що при низькому значенні кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 16,8$) зі збільшенням коефіцієнта завантаження збільшується і коефіцієнт варіації. На відміну від високого значення кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 251,3$), при якому зі збільшенням коефіцієнта завантаження, коефіцієнт варіації зменшується.

Ключові слова: *аератор, робочий орган, компостна суміш, математична модель, метод дискретних елементів, кінематичний показник, коефіцієнт завантаження, коефіцієнт варіації.*

UDC 631.3:636

MATHEMATICAL MODELS OF MECHANICAL MIXING OF THE COMPONENTS COMPOST MIXTURE

G. A. Golub, *Doctor of Engineering, Professor, Head of the department of animal husbandry mechanization*

S. I. Pavlenko, *PhD, Associate Professor, Senior Researcher*

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The purpose. Explore the process of mechanical mixing compost mixture and to develop its mathematical model.

Methods. Theoretical studies were carried out using mechanical and mathematical modeling, the provisions of theoretical mechanics and methods of differential and integral calculus.

Results. As a result of theoretical studies of the mechanical mixing compost mixture using software Star CCM + developed a mathematical model that includes a system of dependencies extent reduce shoulder and coefficient of variation of the

mixing ratio of the load index and the kinematic mode.

Conclusions. It is found that at low kinematic mode index ($\lambda = 16,8$) increases with increasing load factor and the coefficient of variation. In contrast to the high value of the kinematic parameter mode ($\lambda = 251,3$), wherein with increasing load factor variation coefficient decreases.

Keywords: *aerator, working body, compost mixture, mathematical model, discrete element method, kinematic measure, the load factor, the coefficient of variation.*

УДК 631.3:636

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МЕХАНИЧЕСКОГО СМЕШИВАНИЯ КОМПОНЕНТОВ КОМПОСТНОЙ СМЕСИ

Г. А. Голуб, д.т.н., профессор, заведующий кафедрой механизации животноводства
С. И. Павленко, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

Цель. Исследовать процесс механического смешивания компонентов компостной смеси и разработать его математическую модель.

Методы. Теоретические исследования проводились с использованием механико-математического моделирования, положений теоретической механики и методов дифференциального и интегрального исчисления.

Результаты. В результате теоретических исследований механического смешивания компонентов компостной смеси с использованием программного обеспечения Star CCM+, разработана математическая модель, которая включает систему зависимостей степени уменьшения бурта и коэффициента вариации смешивания от коэффициента

загрузки и кинематического показателя режима работы.

Выводы. Установлено, что при низком значении кинематического показателя режима работы ($\lambda = 16,8$) с увеличением коэффициента загрузки увеличивается и коэффициент вариации. В отличие от высокого значения кинематического показателя режима работы ($\lambda = 251,3$), при котором с увеличением коэффициента загрузки, коэффициент вариации уменьшается.

Ключевые слова: аэратор, рабочий орган, компостная смесь, математическая модель, метод дискретных элементов, кинематический показатель, коэффициент загрузки, коэффициент вариации.

Проблема. У залежності від способу вивантаження гною на майданчик для компостування і його фізико-механічних властивостей, форму бурта компостної суміші, можна апроксимувати, як трикутну, трапецеїдальну і прямокутну. Трикутна і трапецеїдальна форма характеризується висотою H , шириною b і кутом природного ухилу

компостної суміші α (рис. 1). Прямокутна форма має місце при технології компостування в каналах. У зв'язку з різноманітністю форм та фізико-механічних властивостей гною необхідно мати певні типи робочих органів змішувачів-аераторів для здійснення технологічної операції компостування.

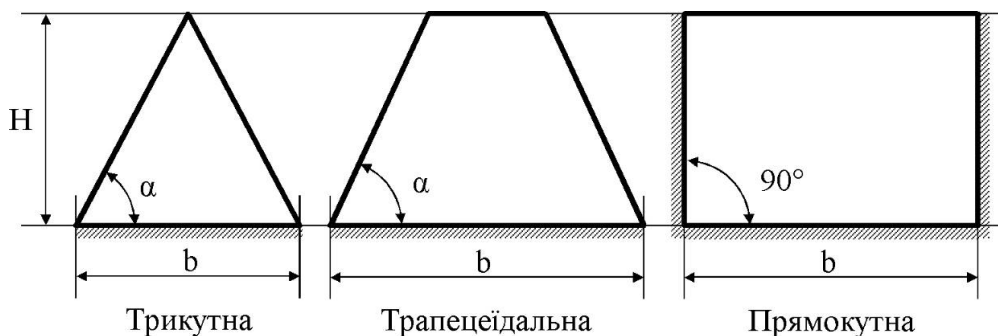


Рис. 1. Форми бурта компостної суміші
Fig. 1. The compost mixture forms of clamp

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Конструкції робочих органів змішувачів-аераторів компостної суміші можна розділити на чотири типи в залежності від виду формованого бурта і фізико-меха-

нічних властивостей гною (рис. 2). Основними конструктивними елементами, яких складаються фрезерно-барабані робочі органи є барабан, лопаті похилі, лопаті прямі або гвинт. Прямі лопаті розташовані радіально по

центру барабана. Похилі лопаті встановлені симетрично, відносно центру барабана (відповідно симетрично, відносно прямих лопатей) і закріплені по гвинтових лініях навивки. Кут атаки похилих лопатей відмінний від кута гвинтової лінії.

Під час роботи фрезерно-барабанний робочий орган здійснює одночасно поступальний рух зі швидкістю v та обертальний рух зі швидкістю ω за рахунок цього, взаємодіє зі забуртованим компостним матеріалом. Похилі лопаті або гвинт, врізаючись в структуру компостного матеріалу, відокремлюють певну частину його й одночасно змішують, розпушують, пересувають і перекидають позаду барабана формуючи новий бурт. Прямі лопаті, які працюють у зоні найбільшої висоти бурту, виконують відокремлення матеріалу з масиву бурту, перекидають його з одноразовим формуванням нового бурта. Важливим параметром є наявність технологічно вільної зони за робочим органом, що обмежує можливість повторного перекидання компостної маси. Під час роботи як прямих, так і похилих лопатей (гвинта) в зоні польоту відокремлених часток, відбувається насичення суміші киснем і звітнення двоокису вугле-

цю, що утворився внаслідок мікробіологічних процесів. Перелопачування буртів, також супроводжується зниженням температури маси, звітненням вологи та інших газоподібних речовин.

Аналіз технологічних операцій, забезпечення механізованого процесу компостування органічних відходів, дозволив виділити дві функції: змішування компонентів та вирівнювання їх температури і формування бурта, органічної суміші заданої геометричної форми (рис. 3).

Однією з головних технологічних задач змішувача-аератора є механічне змішування компонентів компостної суміші та вирівнювання їх за температурою. Аналізуючи конструкцію робочого органу змішувача-аератора, необхідно підібрати математичну модель технологічного процесу змішування з типових моделей. Сам процес моделювання, може здійснюватися за допомогою різних підходів, а в дійсний час їх класифікація включає наступні методи [1]: емпіричні; аналіз структури потоків матеріалу за допомогою функції розподілення часу перебування часток; механіки суцільних середовищ; ентропійно-інформаційні; статистичні.

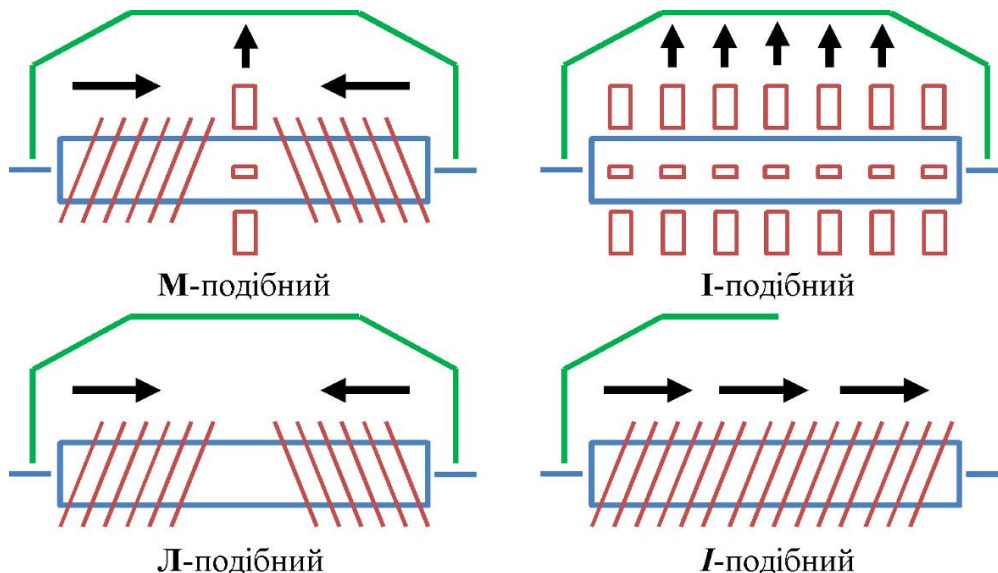


Рис. 2. Типи конструкцій робочих органів змішувачів-аераторів компостної суміші

Fig. 2. The types of construction workers mixers and aerators of compost mixture

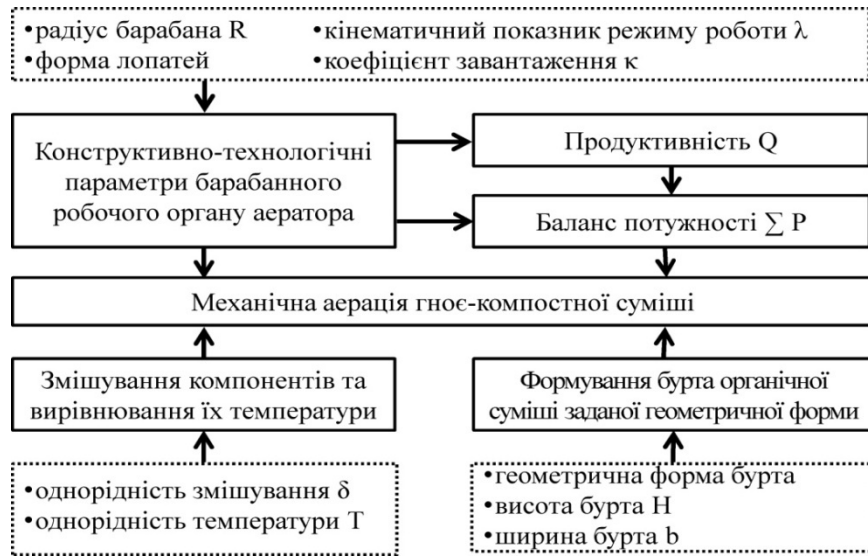


Рис. 3. Взаємозв'язок техніко-технологічних параметрів механізованого процесу компостування органічних відходів

Fig. 3. The relationship of technical and technological parameters of mechanized process of composting organic waste

Широке розповсюдження серед дослідників отримали наступні типові математичні моделі структури потоку матеріалу: моделі ідеального витиснення та ідеального змішування, дифузійна та комбінована моделі [2, 3]. Однак, процес змішування необхідно розглядати, як складну фізико-механічну систему.

Стратегія комплексного системного аналізу фізико-механічної системи передбачає, на початковому етапі, якісний аналіз [4]. При цьому, для процесу змішування виділяються два рівня ієрархії фізико-механічних ефектів і явищ, а саме сукупність фізико-механічних явищ в локальному обсязі (мікрорівень) та в обсязі всього апарату (макрорівень).

Під локальним для процесу змішування, розуміється, деякий елементарний об'єм, в якому міститься досить багато частинок дисперсних фаз. Структурна схема ефектів першого рівня ієрархії фізико-механічної системи для суміщеного процесу змішування-подрібнення, досить докладно розглянута в роботі [5], але вона може бути використана і при аналізі процесу змішування, після внесення відповідних змін. У цій роботі також зазначається, що при якісному аналізі структури процесу змішування, виділяються два аспекти: смисловий і математичний. В рамках

математичного аспекту, проведено якісний аналіз можливих математичних підходів, які можуть бути закладені в основу опису процесу змішування компостної суміші. Для змішувача-аератора можна записати наступний зв'язок між вхідними і вихідними параметрами [6]:

$$C(t)_{вих} = A(C(t)_{вх}), \quad (1)$$

де $C(t)_{вих}$ – миттєве значення концентрації ключового компонента в готовій суміші; $C(t)_{вх}$ – миттєве значення концентрації ключового компонента у вхідному потоці; A – оператор перетворення.

Мета досліджень. Дослідити процес механічного змішування компонентів компостної суміші та розробити його математичну модель.

Результати досліджень. Дифузійна модель процесу змішування компостної суміші відповідає потоку з поршнеvim рухом матеріалу при наявності позовжнього і поперечного перемішування частинок. Основне рівняння має вигляд:

$$\frac{dC}{dt} = -v \frac{dC}{dx} + D_4 \frac{d^2C}{dx^2} + \frac{D_R}{R_{II}} \frac{d}{dR} \left(R \frac{dC}{dR} \right), \quad (2)$$

де C – концентрація ключового компонента; t – час; v – лінійна швидкість потоку; x – координата вздовж потоку; D_4 і D_R –

коефіцієнти подовжнього і поперечного перемішування (аналогі коефіцієнтів дифузії); R_n – радіус поперечного перерізу потоку.

Приведене рівняння (2) для визначення концентрації ключового компонента в суміші, являється досить складним і не може бути вирішеним аналітичним способом. Тому, вирішення задачі перемішування компонентів компостної суміші проведемо з використанням комп'ютерного моделювання з використанням методу дискретних елементів [7, 8].

Метод динаміки частинок полягає у представленні середовища у вигляді сукупності взаємодіючих частинок – матеріальних точок або твердих тіл. Їх рух описується рівняннями класичної механіки. При моделюванні руху частинок за допомогою методу динаміки частинок на кожному кроці ітераційними методами, вирішується задача Коші – інтегруються диференціальні рівняння при заданих початкових умовах [9].

Метод дискретних елементів, може розглядатися, як узагальнення методу кінцевих елементів. При моделюванні процесу цим методом, задаються початкові положення і швидкість частинок. Потім, виходячи з цих початкових даних заданих фізичних законів взаємодії частинок, обчислюються сили, що діють на кожен частинку. Можна враховувати самі різні закони взаємодії; достатньо, щоб для їх опису існували розв'язні рівняння. Для кожної частки обчислюється результуюча сила, а також вирішується задача Коші на вибраному відрізку часу. У результаті виходять початкові дані для наступного кроку [10].

Метод дискретних елементів базується на законах збереження імпульсу і моменту імпульсу для моделей Лагранжа багатофазного середовища [11]. Однак для побудови фізико-математичної моделі необхідно прийняти припущення про те що частинки компонентів уявляються у вигляді кульок з визначеною густиною і ефективним діаметром.

Побудову фізико-математичної моделі процесу змішування компостної суміші робочим органом змішувача-аератора, виконаємо з використанням пакету програмного забезпечення Star CCM+. Компостна суміш представляється у вигляді сферичних частинок радіусом 2,5 мм. При моделюванні процесу, зазначеним методом задаються початкові положення частинок компостної суміші. Потім, виходячи з цих початкових даних заданих фізичних законів контактної взаємодії, обчислюються сили, що діють на кожен частинку в кожному інтервалі часу. Для кожної частинки, обчислюється результуюча сила, а також вирішується задача Коші на вибраному відрізку часу, результатом якої є початкові дані для наступного кроку. У якості фізичних моделей для чисельного моделювання були обрані наступні: поле сили тяжіння, модель дискретних елементів, Лагранжева багатофазність, модель багатофазної взаємодії [12].

Для реалізації чисельного моделювання було складено розрахункову схему процесу змішування компостної суміші лопатевим робочим органом (рис. 4).

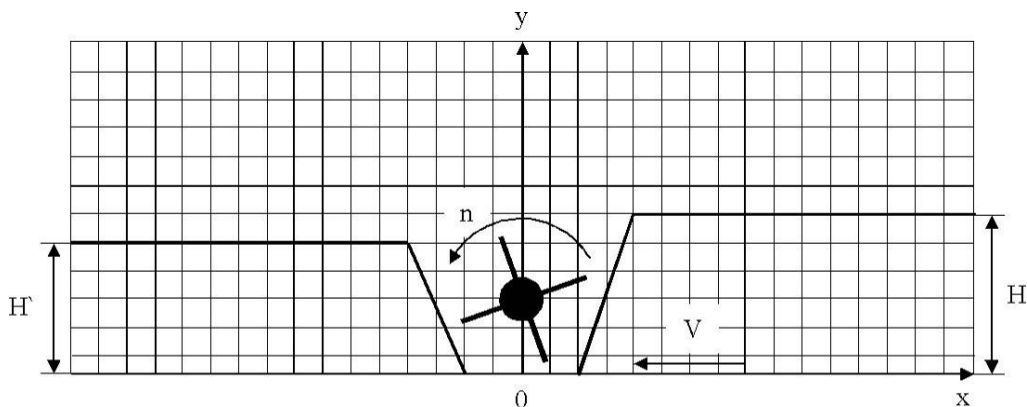


Рис. 4. Розрахункова схема процесу змішування компостної суміші лопатевим робочим органом

Fig. 4. The diagram the process of mixing compost mix by blade working body

Для чисельного моделювання процесу змішування компостної суміші лопатевим робочим органом, були прийняті конструктивно-технологічні параметри, які наведені в табл. 1. За фактори чисельного моделювання, були прийняті наступні конструктивно-технологічні параметри: частота обертання робочого органу n , лінійна швидкість переміщення робочого органу (або компостної суміші) V і висота вихідного бурта H (межі варіювання представлені в табл. 2).

Чисельне моделювання було проведено за повним факторним дослідом із загаль-

ною кількістю дослідів – $3^3 = 27$. В якості критерію, чисельного моделювання, була прийнята висота отриманого бурта компостної суміші і якість її змішування, яка визначалася коефіцієнтом варіації:

$$\delta = 1 - \frac{1}{\bar{C}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n - 1}}; \quad (3)$$

де \bar{C} – середня концентрація матеріалу в бурті; C_i – концентрація матеріалу в i -ої зоні бурта; n – кількість зон в бурті.

Таблиця 1. Конструктивно-технологічні параметри робочого органу змішувача-аератора

Table 1. Structural and technological parameters of the working body of the mixer-aerator

Величина	Позначення	Значення
Зовнішній радіус, м	R	0,2
Радіус валу, м	r	0,05
Товщина лопатей, м	δ	0,01
Висота розташування, м	h	0,22

Таблиця 2. Рівні варіацій факторами чисельного моделювання

Table 2. Levels of variations in factors of numerical simulation

Рівні варіацій факторів	Фактори		
	Частота обертання робочого органу n , об/хв.	Лінійна швидкість переміщення робочого органу (або компостної суміші) V , м/с	Висота вихідного бурта H_0 , м
Верхній рівень (+)	200	0,05	0,3
Основний рівень (0)	400	0,15	0,5
Нижній рівень (-)	600	0,25	0,7
Інтервал варіацій факторів	200	0,1	0,2

Слід зазначити, що бурт був поділений на 10 горизонтальних зон (рис. 5).

В результаті моделювання було отримано візуалізацію технологічного процесу змішування компостної суміші і формування бурта (рис. 6). Як видно з рис. 6, сформований бурт має меншу висоту на відміну від початкового бурта. Окрім цього візуально видно, що для кожного дослідів якість змішування відрізняється. На підставі цього можна проводити кількісну оцінку технологічного процесу змішування.

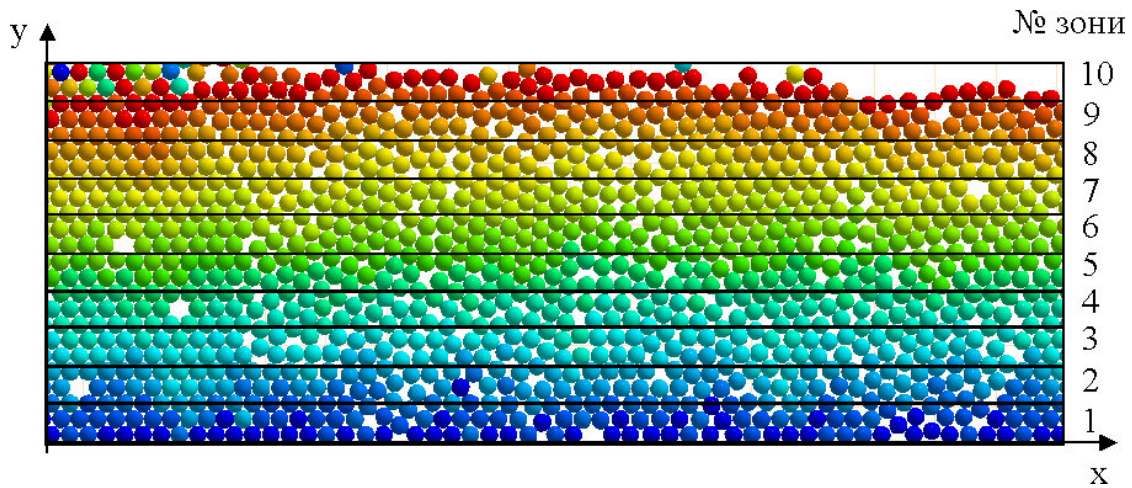


Рис. 5. Схема розміщення зон бурта
Fig. 5. The diagram of placing of clamp zones

Ступінь зменшення висоти бурта після виконання технологічного процесу аерації визначається, як співвідношення висот бурта після та до змішування, за формулою:

$$\chi = \frac{H}{H_0}$$

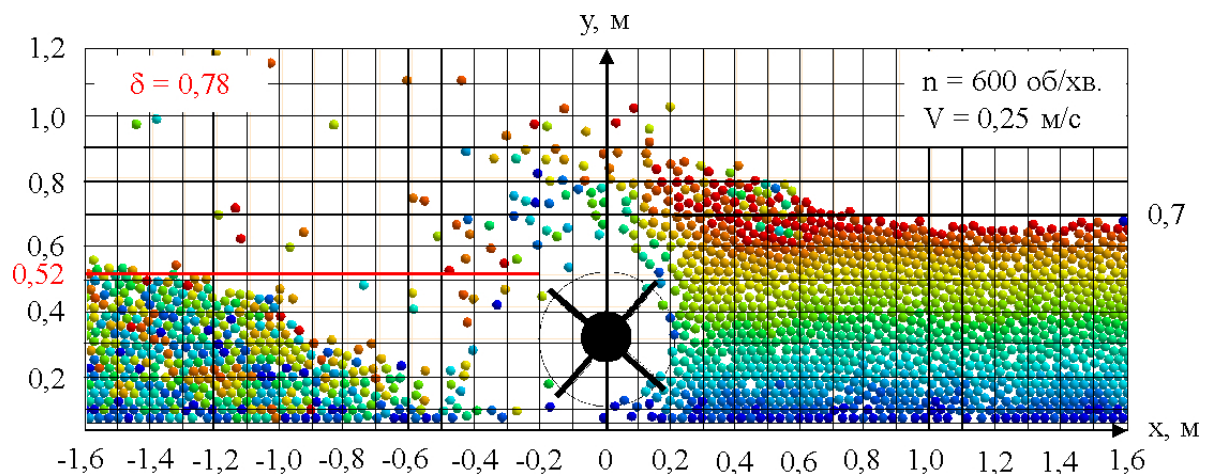


Рис. 6. Візуалізація технологічного процесу змішування компостної суміші і формування бурта
Fig. 6. The visualization of the process of mixing compost mixture and forming clamp

З використанням програмного пакету Mathematica проведено апроксимацію отриманих даних, в результаті якої, встановлено рівняння залежності висоти сформованого бурта від факторів досліджень:

$$H = 0,268866 + 0,296528 H_0 + 0,319444 H_0^2 - 0,00103403 n - 0,000208333 H_0 n + 9,02778 \cdot 10^{-7} n^2 - 1,05417 V + 2,54167 H_0 V + 0,000125 n V + 0,944444 V^2. \quad (4)$$

Графічна інтерпретація залежності (4) представлена на рис. 7.

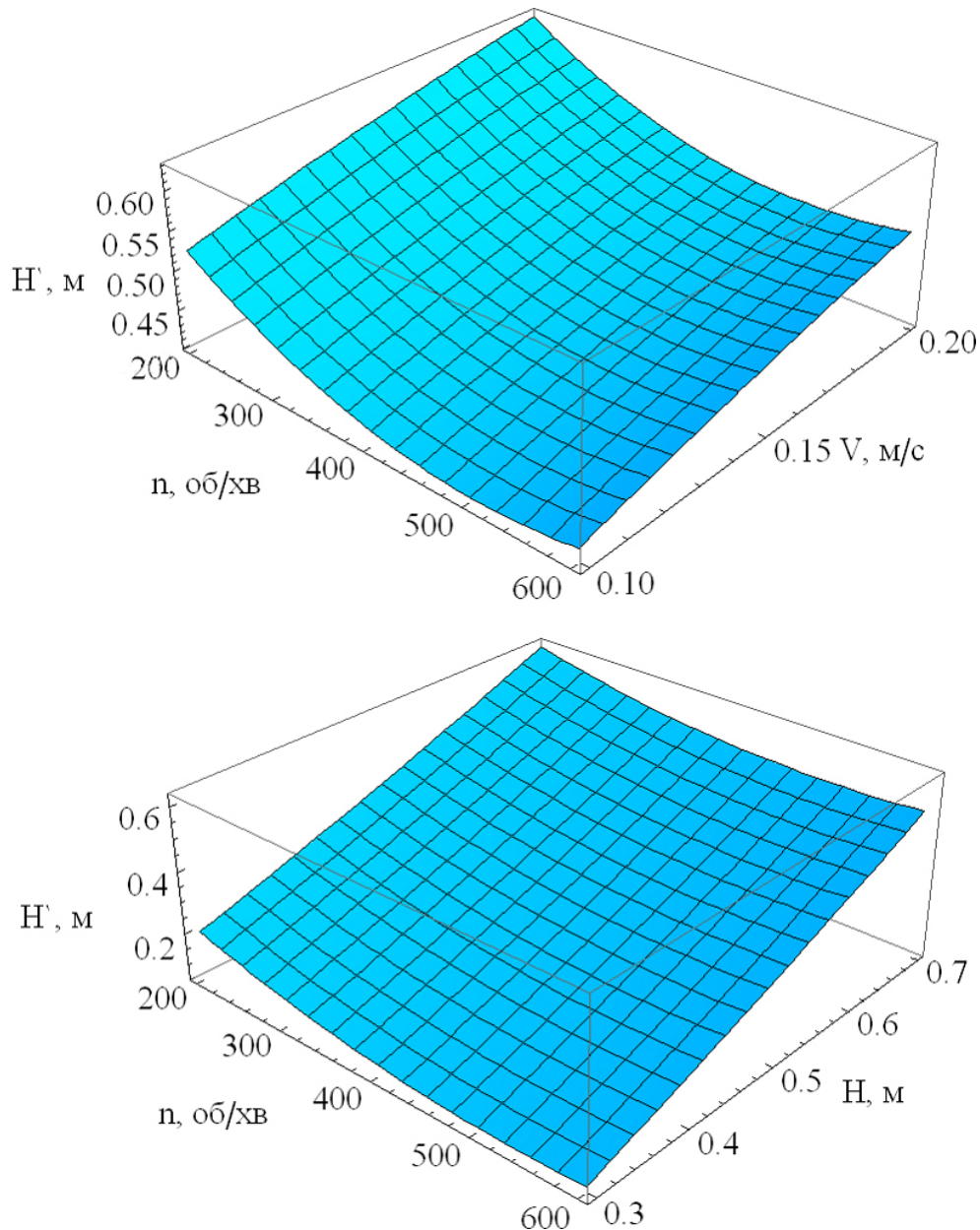


Рис. 7. Залежність висоти сформованого бурта від факторів досліджень
Fig. 7. The dependence of height formed clamp and research factors

Очевидно, що зі збільшенням лінійної швидкості переміщення робочого органу і висоти вихідного бурта збільшується і висота сформованого бурта. Однак для певної частоти обертання ($n = 537$ об/хв.) спостерігається мінімальне значення, висота сформованого бурта. Апроксимація отриманих даних в програмному пакеті Mathematica, дала змогу встановити рівняння залежності коефіцієнта варіації якості змішування від факторів досліджень:

$$\begin{aligned} \delta = & 1,0964 + 0,413927 H_0 - 0,569826 H_0^2 - 0,00161823 n - \\ & - 0,00023426 H_0 n + 1,44573 \cdot 10^{-6} n^2 - 1,94199 V + \\ & + 2,33282 H_0 V + 0,00149216 n V + 1,84121 V^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Графічна інтерпретація залежності (5) представлена на рис. 8.

$H_0 = 0,7$

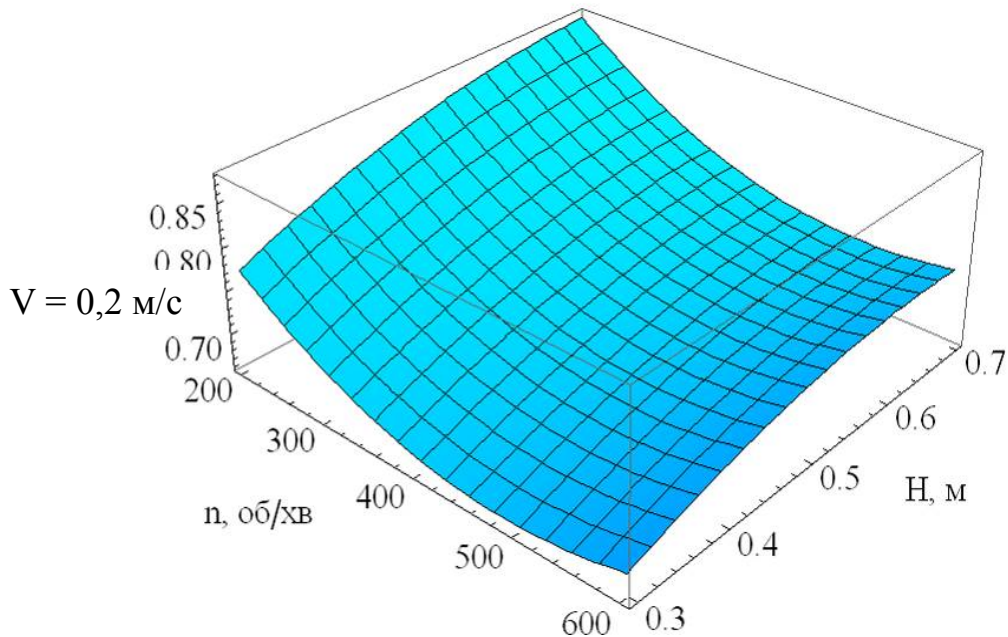
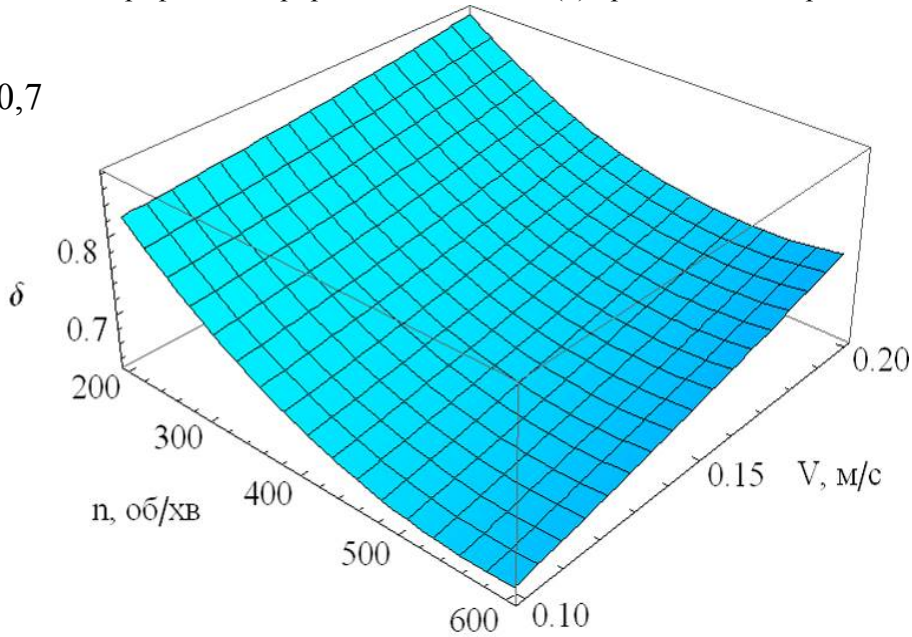


Рис. 8. Залежність коефіцієнта варіації якості змішування від факторів досліджень
Fig. 8. The dependence of quality mixing variation and research factors

Аналіз рис. 8 і рівняння (5) показує, що із поступовим збільшенням лінійної швидкості переміщення робочого органу і висоти вихідного бурта спостерігається збільшення коефіцієнта варіації якості змішування. Оптимальним є значення частоти обертання робочого органу ($n = 518$ об/хв.), при якому коефіцієнта варіації є мінімальним.

З використанням програмного пакету Mathematica складено математичний вираз, який зв'язав коефіцієнт варіації якості змішування δ із коефіцієнтом завантаження κ і кінематичним показником режиму роботи λ :

$$\delta = 0,667428 + 0,298578 \kappa - 0,0911722 \kappa^2 - 0,00112821 \lambda - 0,000888689 \kappa \lambda + 4,88711 \cdot 10^{-6} \lambda^2. \quad (6)$$

Графічна інтерпретація залежності (6) представлена на рис. 9.

Із рис. 9 видно, що при низькому значенні кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 16,8$) із збільшенням коефіцієнта завантаження збільшується і коефіцієнт варіації. На відміну від високого значення кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 251,3$), при якому зі збільшенням коефіцієнта завантаження, коефіцієнт варіації зменшується.

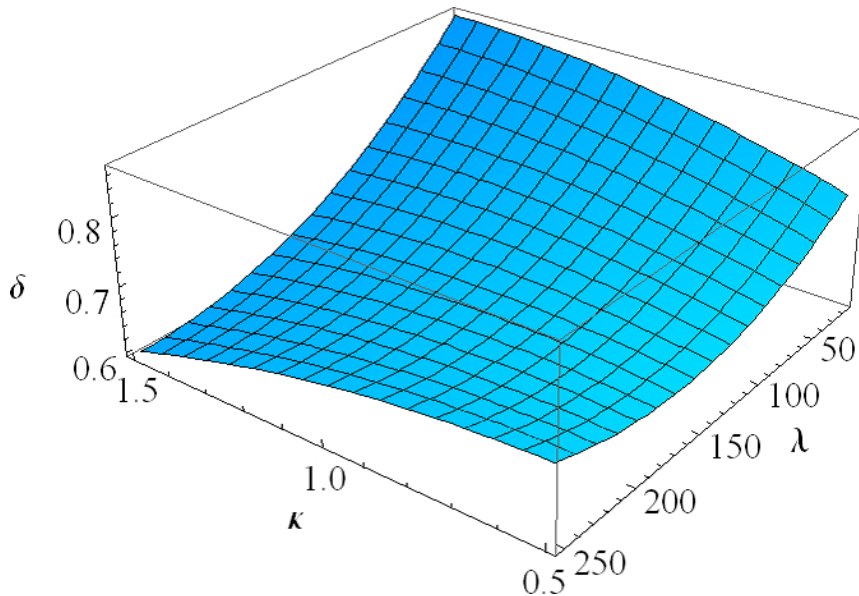


Рис. 9. Залежність коефіцієнта варіації якості змішування δ від коефіцієнта завантаження κ і кінематичного показника режиму роботи λ

Fig. 9. The dependence of quality mixing variation δ , mixing load factor κ and index of the kinematic mode λ

Висновки. В результаті теоретичних досліджень механічного змішування компонентів компостної суміші з використанням програмного забезпечення Star CCM+ розроблена математична модель, яка включає систему залежностей ступеня зменшення бурта та коефіцієнт варіації змішування від коефіцієнта завантаження і кінематичного показника режиму роботи. Встановлено, що при низькому значенні кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 16,8$) зі збільшенням коефіцієнта завантаження збільшується і коефіцієнт варіації. На відміну від високого значення кінематичного показника режиму роботи ($\lambda = 251,3$), при якому зі збільшенням коефіцієнта завантаження, коефіцієнт варіації зменшується.

Бібліографія

1. Ахмадиев Ф.Г. Моделирование и реализация способов приготовления смесей. – Журнал Всесоюзного хим. общества им. Д.И. Менделеева / Ф.Г. Ахмадиев, А.А. Александровский – Т. XXXIII. № 4. 1988.
2. Иванец В.Н. Энтропийный подход к оценке процесса смешивания сыпучих материалов / В.Н. Иванец, И.А. Бакин, Г.Н. Белоусов – Хранение и переработка сельскохозяйственного сырья. – №11. 2002.
3. Бакин И.А. Моделирование процесса смешивания энтропийно - информационным методом / И.А. Бакин, Г.Н. Белоусов, А.И. Саблинский – Новые технологии в научных исследованиях в образовании. Материалы Всероссийской научно - практической конференции. -Ч.1., г. Юрга. 2001.
4. Кафаров В.В. Математическая модель кинетики смешивания бинарных смесей, содержащих твердую фазу / В.В. Кафаров, И.И. Дорохов, А.А. Александровский // Докл. АН СССР. 1975. Т. 24. № 5. -С. 1134 – 1137.

5. Кафаров В.В. Системный анализ процессов химической технологии. Процессы измельчения и смешивания сыпучих материалов / В.В. Кафаров, И.И. Дорохов, С.Ю. Арутюнов. М.: Наука, 1985. 440 с.
6. Конструирование и расчет машин химических производств: Учебник для вузов / Ю.И. Гусев, И.Н. Карасев, Э.Э. Кольман-Иванов, Ю.И. Макаров, М.П. Макевнин, Н.И. Рассказов. М.: Машиностроение, 1985. -406 с.
7. Кривцов А. М. Деформация и разрушение твердых тел с микроструктурой. – М.: Физматлит, 2007.- 304 с.
8. Pertti Broas. Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes. – Trans. VTT Symposium “Virtual prototyping”. – Espoo,

Finland, February 1 st, 2001. – pp. 73–81. (<http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2001/S210.pdf>).

9. Bai, C. 1996. "Modelling of spray impingement processes", Ph.D Thesis, University of London.

10. Johnson K.L. Contact Mechanics / K.L. Johnson // Cambridge University Press. – 1987. – 434 p.

11. Crowe, C.T., Sommerfeld, M., and Tsuji, Y. 1998. Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton.

12. Komiwes V. Simulation of granular flow in a fluid applied to sedimentation / Komiwes V., Mege P., Meimon Y., Herrmann H. // Granular Matter. – 2006. – № 8 (1). – P. 41-54.

References

1. Ahmadiyev F.G. Modelirovanie i realizatsiya sposobov prigotovleniya smesey. – Zhurnal Vsesoyuznogo him. obschestva im. D.I. Mendeleeva / F.G. Ahmadiyev, A.A. Aleksandrovskiy – T. XXXIII. № 4. 1988.

2. Ivanets V.N. Entropiyinyiy podhod k otsenke protsessy smeshivaniya syipuchih materialov / V.N. Ivanets, I.A. Bakin, G.N. Belousov – Hranenie i perarabotka selskohozyaystvennogo syirya. – №11. 2002.

3. Bakin I.A. Modelirovanie protsessy smeshivaniya entropiyno - informatsionnyim metodom / I.A. Bakin, G.N. Belousov, A.I. Sablinskiy – Novyye tehnologii v nauchnyih issledovaniyah v obrazovanii. Materialy Vserossiyskoy nauchno - prakticheskoy konferentsii. Ch.1., g. Yurga. 2001.

4. Kafarov V.V. Matematicheskaya model kinetiki smeshivaniya binarnyih smesey, sodержashih tverduyu fazu / V.V. Kafarov, I.I. Dorokhov, A.A. Aleksandrovskiy // Dokl. AN SSSR. 1975. T. 24. -№ 5. S. 1134 – 1137.

5. Kafarov V.V. Sistemnyiy analiz protsessov himicheskoy tehnologii. Protessy izmelcheniya i smeshivaniya syipuchih materialov / V.V. Kafarov, I.I. Dorokhov, S.Yu. Arutyunov. M.: Nauka, 1985.- 440 s.

6. Konstruirovaniye i raschet mashin himicheskikh proizvodstv: Uchebnik dlya vuzov / Yu.I. Gusev, I.N. Karasev, E.E. Kolman-Ivanov, Yu.I. Makarov, M.P. Makevnyin, N.I. Rasskazov. M.: Mashinostroeniye, 1985. -406 s.

7. Krivtsov A. M. Deformatsiya i razrusheniye tverdyih tel s mikrostrukturoy. – M.: Fizmatlit, 2007. - 304 s.

8. Pertti Broas. Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes. – Trans. VTT Symposium "Virtual prototyping". – Espoo, Finland, February 1 st, 2001. – pp. 73–81. (<http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2001/S210.pdf>).

9. Bai, C. 1996. "Modelling of spray impingement processes", Ph.D Thesis, University of London.

10. Johnson K.L. Contact Mechanics / K.L. Johnson // Cambridge University Press. – 1987. – 434 p.

11. Crowe, C.T., Sommerfeld, M., and Tsuji, Y. 1998. Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton.

12. Komiwes V. Simulation of granular flow in a fluid applied to sedimentation / Komiwes V., Mege P., Meimon Y., Herrmann H. // Granular Matter. – 2006. – № 8 (1). – P. 41-54.

References

1. Ahmadyev F.G. Modeling and implementation ways of cooking mixture. – Journal of Chemical Union. Society them D.I. Mendeleev / F.G. Ahmadyev, A.A. Aleksandrovskiy – T. XXXIII. № 4. 1988.

2. Yvanets V.N. Entropy approach for evaluation of process of mixing loose materials / V.N. Yvanets, I.A. Bakyn, G.N. Belousov – Storage and processing of agricultural raw materials. – №11. 2002.

3. Bakyn I.A. Simulation of the process of mixing entropy - information method / I.A. Bakyn, G.N. Belousov, A.I. Sablinskiy – New technologies for research in education. Proceedings of the scientific and practical conference. p.1., Yurga. 2001.

4. Kafarov V.V. Mathematical model of the kinetics of mixing of binary mixtures containing solids / V.V. Kafarov, I.I. Dorokhov, A.A. Aleksandrovskiy // Reports USSR Academy of Sciences. 1975. T. 24. № 5. -P. 1134 - 1137.

5. Kafarov V. Systems analysis processes chemical technology. Processes of grinding and mixing of bulk materials / V.V. Kafarov, I.I. Dorokhov, S.Y. Arutyunov. M.: Science, 1985.- 440 p.

6. Design and calculation of machines chemical industries: Textbook for Universities / Y.I. Gusev, I.N. Karasev, Э.Э. Colman-Ivanov, Y.I. Makarov, M.P. Makevnyin, N.I. Stories. M.: Engineering, 1985. -406 p.

7. Krivtsov A.M. Deformation and fracture of solids with microstructure. – M.: Fyzmatlyt, 2007. - 304 p.

8. Pertti Broas. Advantages and problems of CAVE-visualisation for design purposes. – Trans. VTT Symposium "Virtual prototyping". - Espoo, Finland, February 1 st, 2001. – pp. 73–81. ([Http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2001/P-210.pdf](http://www.vtt.fi/inf/pdf/symposiums/2001/P-210.pdf)).

9. Bai, C. 1996. "Modelling of spray impingement processes", Ph.D Thesis, University of London.

10. Johnson K.L. Contact Mechanics / K.L. Johnson // Cambridge University Press. – 1987. – 434 p.

11. Crowe, C.T., Sommerfeld, M., and Tsuji, Y. 1998. Multiphase Flows with Droplets and Particles. CRC Press, Boca Raton.

1. Komiwes V. Simulation of granular flow in a fluid applied to sedimentation / Komiwes V., Mege P., Meimon Y., Herrmann H. // Granular Matter. - 2006. – № 8 (1). – P. 41-54.

УДК 631. 352

ОСОБЛИВОСТІ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ РОТАЦІЙНОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА З ГОРИЗОНТАЛЬНОЮ ВІССЮ ОБЕРТАННЯ

М. К. Лінник, *д. с.-г. н, академік НААН*

О. Ф. Говоров, *к.т.н., с.н.с , mail: Aleksandr_Govorov@ukr.net*

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН

Мета. Розробити аналітичні залежності для опису складного руху різальних кромek шарнірно закріплених ножів в параметричному вигляді та мінімально допустимої кутової швидкості різального апарата, при якій забезпечується гарантоване скошування усіх рослин в зоні переміщення різального апарата.

Методика. Математичний аналіз з використання положень механіки і математики.

Результати. Уточнений робочий процес різального апарата з горизонтальною віссю обертання і шарнірним закріпленням ножів, обґрунтовані і уточнені математичні залежності для опису складного руху різальних кромek ножів і міні-

мально допустима кутова швидкість різального апарата, при якій скошуються усі рослини, що знаходяться в зоні переміщення різального апарата.

Висновки. Обґрунтовані і уточнені формули для опису складного руху різальних кромek ножів в параметричному вигляді і мінімально допустимої кутової швидкості ротаційного різального апарата, при якій скошується 100% рослин.

Ключові слова: стебла рослин, барабанний подрібнювач, горизонтальна вісь, ніж, кут відхилення, шарнір, висота стерні.

UDC 631.352

FEATURES WORKFLOW ROTARY CUTTING MACHINE WITH HORIZONTAL AXIS OF ROTATION

M. K. Linnik, *Doctor of Agricultural Sciences, Academician NAAN*

O. F. Govorov, *PhD, Senior Researcher, e-mail: Aleksandr_Govorov@ukr.net*

National Scientific Center «Institute of Engineering and Electrification of Agriculture» of the NAAN of Ukraine, e-mail: nnc-imesg@ukr.net

The Purpose. Develop analytical dependences for the description of complex motion of the cutting edges of the blades are hinged in parametric form and the minimum permissible angular velocity of the cutting unit, which provides a guaranteed mowing all the plants in the area of the cutting unit.

Methods. Mathematical analysis with the provisions of the mechanics and mathematics.

Results. Clarifies the working process the cutting system with the mathematical relationships to describe the complex movement of the cutting edges

of knives and minimum allowable speed rotary cutting system horizontal axis of rotation and swivel fixing knives, justified and clarified at which mowed all the plants that are in range of the cutting unit.

Conclusions. Substantiated and refined the formula to describe the complex movement of the cutting edges of knives in parametric form and the minimum allowable, the angular speed of the rotary cutting device in which cutting 100% of the plants.

Key words: rotary cutting machine, knife, axis of rotation, stem, angular velocity, plant cutting angle of deviation, edge.

ОСОБЕННОСТИ РАБОЧЕГО ПРОЦЕССА РОТАЦИОННОГО РЕЖУЩЕГО АППАРАТА С ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ

Н. К. Линник, д.с.-х.н, академик НААН

А. Ф. Говоров, к.т.н., с.н.с., -mail: Aleksandr_Govorov@ukr.net

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН

Цель. Разработать аналитические зависимости для описания сложного движения режущих кромок шарнирно закрепленных ножей в параметрическом виде и минимально допустимой угловой скорости режущего аппарата, при которой обеспечивается гарантированное скашивание всех растений в зоне перемещения режущего аппарата.

Методика. Математический анализ с использованием положений механики и математики.

Результаты. Уточнен рабочий процесс режущего аппарата с горизонтальной осью вращения и шарнирным закреплением ножей, обоснованы и уточнены математические зависимости для описания сложного движения режущих кро-

мок ножей и минимально допустимой скорости ротационного режущего аппарата, при которой скашиваются все растения, которые находятся в зоне действия режущего аппарата.

Выводы. Обоснованы и уточнены формулы для описания сложного движения режущих кромок ножей в параметрическом виде и минимально допустимой угловой скорости ротационного режущего аппарата, при которой скашивается 100% растений.

Ключевые слова: стебли растений, барабанный измельчитель, горизонтальная ось, нож, угол отклонения, шарнир, высота стерни.

Проблема. При роботі ротаційного різального апарата з шарнірним закріпленням ножів при скошуванні низькорослих рослин та стерні відбувається безпідпірне скошування рослин. Згідно з роботою [1] для безпідпідного скошування сухих стебел пшениці швидкість ножа повинна становити не менше 1,3 м/с, в роботі [2] відповідно при скошуванні трав 40-45 м/с, в роботі [3] при скошуванні люпину 25 м/с, в роботах [4, 5] при скошуванні кукурудзи 20 м/с і в роботах [6, 7] сухих стебел бур'янів 80 м/с.

Багато дослідників робочого процесу ротаційних різальних апаратів вважають, що при його приведенні в обертальний рух ножі встановлюються в радіальні положення і зберігають таке положення при виконанні робочого процесу [8, 9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Однак, аналіз взаємодії шарнірно закріпленого ножа такого різального апарата зі стеблами рослин показує, що коли не враховувати незначний момент сил тертя між шарніром закріплення ножа і його отвором, то зусилля, з яким цей ніж діє на стебло при радіальному розміщенні близьке до нуля і тільки після відхилення ножа від радіального положення на кут α , відцентрова сила, що діє

на ніж, розкладається на радіальну і дотичну складові і саме дотична складова протидіє подальшому повороту ножа і забезпечує перерізування стебел рослин.

При роботі ротаційного різального апарата ніж відхиляється від радіального положення, незаперечно підтверджують експериментальні дослідження з використанням реокордних датчиків [10].

Однак, згідно з роботою [8], робочий процес такого різального апарата при скошуванні високорослих рослин здійснюється наступним чином. При русі агрегату передньою частиною кожуха, рослини нахилиються вперед і ножі подрібнювального барабана, різальні кромки яких рухаються з великою швидкістю, захоплюють рослини і притискують їх до протирізального упора і подрібнюють нахилені вперед стебла рослин.

Щоб унеможливити забивання різального апарата зазор між упором і ножем повинен бути не менше 12 мм. Стебла при проходженні через цей зазор попадають під повторні удари інших ножів, і подрібнюються.

Причому, скошування високостебельних рослин в роботі [8] розглядається, як безпідпідне. Тому, для забезпечення перерізування стебел рослин, лінійна швидкість

різальних кромок ножів повинна перевищувати критичну для даної культури швидкість, тобто $v_n > v_{кр}$, а через параметри різального барабана:

$$v_{кр} < \frac{\pi n R}{30}, \quad (1)$$

де $v_{кр}$ – критична швидкість безпідпiрного скошування рослин даної культури, м/с;

n – частота обертання різального барабана, об/хв.⁻¹;

R – радіус кола обертання різальної кромки ножа, м;

В цій же роботі наведено рівняння руху різальної кромки ножа в параметричному вигляді:

$$\begin{aligned} x &= v_a t + R \sin \omega t, \\ y &= R \cos \omega t, \end{aligned} \quad (2)$$

де x і y – відповідно абсциса і ордината різальної кромки ножа, м;

v_a – швидкість руху агрегату, м/с;

t – час від початку роботи ножа подрiбноувального барабана, с.

Однак аналіз показує, що описаний робочий процес ротаційного різального апарата з горизонтальною віссю обертання не повністю відповідає його суті.

1. При нахиленні рослин передньою частиною кожуха, вони притискуються кожухом до попереду розміщених стебел. Тому, при перерізуванні цих затиснутих стебел ножами їм нікуди відхилитися і скошування не є безпідпiрним.

2. Стебла перерізуються в нахиленому положенні, а тому відбувається не поперечне перерізування стебел, а під гострим кутом до осі стебла, тобто відбувається їх косий зріз.

3. Ніякого забивання зазору між проти-різальним упором і ножем не може бути взагалі, оскільки ножі з тримачами з'єднані шарнірно і можуть відхилитися від цього упора.

4. В рівнянні (2) руху різальних кромок ножів не враховано відхилення ножів різального апарата від радіального положення при його роботі.

В роботі [8] взагалі не досліджувалась залежність висоти стерні і довжина подрiб-них частинок стебел від параметрів і режимів роботи різального апарата.

Тому, приведені в роботі [8] результати досліджень не дають можливості визначити оптимальні параметри ротаційного різального апарата з горизонтальною віссю обертання.

Мета досліджень. Уточнення робочого процесу ротаційного різального апарата з горизонтальною віссю обертання і визначення його оптимальних параметрів.

Результати досліджень. Робочий процес ротаційного різального апарата з горизонтальною віссю обертання здійснюється по-іншому (рис. 1).

Нахилені і притиснуті до попереду розміщених рослин, передньою частиною кожуха різального апарата стебла рослин скошуюються його ножами, зрізані кінці стебел піднімаються ножами уверх, притискуючись до леза протирізального упора і перерізуються, а відрізані частинки стебел подаються ножами уверх на внутрішню поверхню кожуха і під тиском ножів продовжують рух по ній, а після закінчення циліндричної поверхні кожуха частинки стебел під дією відцентрових сил віддаляються від різального барабана і щитом 7 спрямовуються на поверхню ґрунту.

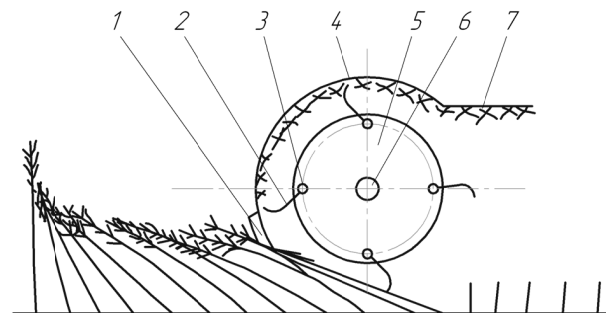


Рис. 1. Технологічна схема подрiбноувача-розподілювача рослин і їх решток з горизонтальною віссю обертання при подрiбненні високорослих рослин: 1 - протирізальний упор; 2 - ніж; 3 - вісь ножа; 4 - кожух; 5 - дисковий тримач; 6 - вал барабана; 7 - щиток

Fig. 1. Technological scheme of distributor-shredder plants and their remains with horizontal axis of rotation during the grinding of tall plants: 1 - cutting against the stop; 2 - knife; 3 - axis knife; 4 - cover; 5 - disc holder; 6 - drum shaft; 7 - shield

Причому ножами різального барабана захоплюються не тільки скошені ним стебла рослин, а й скошені та обрізані, або тільки обрізані попередніми ножами стебла, які також піднімаються ножами уверх, притискуються лезами ножів до різальної кромки протирізального упора, обрізуються і також рухаються по циліндричній частині кожуха до її закінчення, а потім розподіляються по поверхні ґрунту.

Згідно з роботою [8], ножі ротаційного різального апарата з горизонтальною віссю

обертання постійно знаходяться в радіальному положенні (рис. 2, а) і тому висота зрізу рослин дорівнює h_o .

Однак при роботі такого різального апарата, на робочій ділянці ножів, яка має найбільше практичне значення, вони, за рахунок опору рослин перерізуванню та транспортуванню по кожуху барабана, відхиляються від радіального положення на кут α (рис. 2, б).

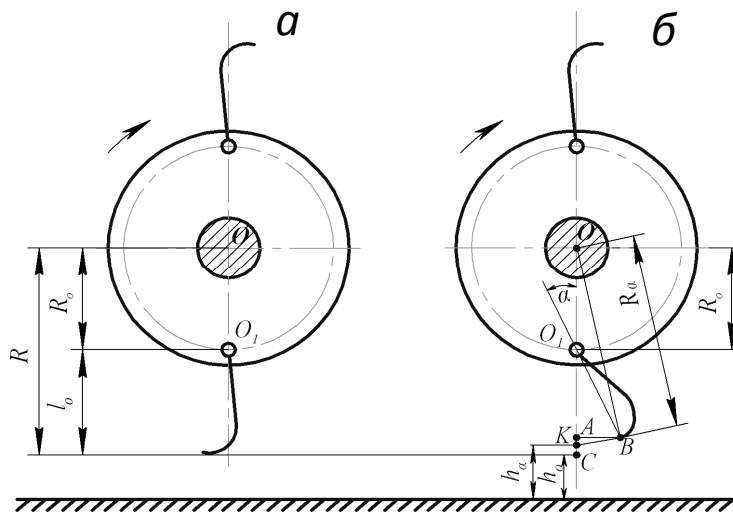


Рис. 2. Схема для визначення фактичних висоти зрізу рослин і рівняння руху різальних кромek ножів у параметричному вигляді: а) висота зрізування рослин; б) відхилення барабана від радіального положення на кут

Fig. 2. Scheme for the determination of factual height of the cut of plants and equations of motion cutting edges of knives in parametric form.

При цьому радіус кола обертання різальних кромek ножів при радіальному їх положенні дорівнює:

$$R = R_o + l_o, \quad (3)$$

де R – радіус кола обертання різальних кромek радіально розміщених ножів, м;

R_o – радіус кола обертання осей шарнірів закріплення ножів, м;

l_o – робоча довжина ножа при його радіальному положенні, м.

При відхиленні ножа від радіального положення на кут α (рис. 2, б) радіус обертання різальної кромки ножа зменшиться і буде дорівнювати:

$$R_\alpha = OB, \quad (4)$$

де R_α – радіус кола обертання різальних кромek ножів, при їх відхиленні від радіального положення на кут α .

Для визначення радіуса R_α розглянемо трикутники ABO і ABO_1 (рис. 4, б).

Із трикутника ABO :

$$R_\alpha = OB = \sqrt{AB^2 + AO^2}. \quad (5)$$

Із трикутника ABO_1 :

$$AB = O_1B \sin \alpha = l_o \sin \alpha. \quad (6)$$

Із трикутника ABO :

$$AO = R_o + AO_1. \quad (7)$$

Із трикутника ABO_1 :

$$AO_1 = O_1B \cos \alpha = l_o \cos \alpha. \quad (8)$$

Після підстановки у вираз (5) значень AB із виразу (6) і AO_1 із виразів (7) і (8) одержимо:

$$R_\alpha = OB = \sqrt{(l_o \sin \alpha)^2 + (R_o + l_o \cos \alpha)^2}. \quad (9)$$

Як видно із рис. 2, б при відхиленні ножа від радіального положення на кут α радіус R_α кола обертання різальних кромek

ножів зменшується, а оскільки при цьому відстань від осі різального барабана до поверхні ґрунту не змінюється, то висота перерізування стебел від поверхні ґрунту відповідно збільшиться і буде дорівнювати:

$$h_{\alpha} = h_o + KC, \quad (10)$$

де h_{α} – висота перерізування стебел рослин при відхиленні ножа від радіального положення на кут α ;

h_o – висота перерізування стебел рослин при радіальному розміщенні ножів.

Із рисунка 2, б маємо:

$$KC = R - R_{\alpha} = R_o + l_o - \sqrt{(l_o \sin \alpha)^2 + (R_o + l_o \cos \alpha)^2}, \quad (11)$$

Після підстановки значення відрізка KC із залежності (11) в залежність (10) матимемо:

$$h_{\alpha} = h_o + R_o + l_o - \sqrt{(l_o \sin \alpha)^2 + (R_o + l_o \cos \alpha)^2}. \quad (12)$$

Необхідно відмітити, що при роботі барабанного різального апарата між висотою перерізування стебел рослин від поверхні ґрунту і висотою стерні є суттєва різниця. Причина в тому, що при роботі машини з таким різальним апаратом, передньою частиною його кожуха, стебла рослин нахиляються і якщо рослини низькорослі, або невисока стерня сільськогосподарських культур, то після їх попадання в кожух барабана вони випрямляються і тому скошуються безпідпирним способом у вертикальному положенні. В цьому випадку висота, зрізування рослин дорівнює висоті стерні. Якщо ж рослини, що скошуються високорослі, то їх стебла перерізуються в нахиленому стані, а після їх перерізування прикореневі частини стебел випрямляються і тому висота стерні стає вищою висоти перерізування стебел від поверхні ґрунту.

Необхідно також відмітити, що оскільки висота перерізування стебел рослин залежить від кута відхилення ножів барабана від радіального положення, то при використанні машин з такими різальними апаратами на полях зі строкатою урожайністю, висота стерні не буде однаковою по усьому полю, а там де урожайність більша, стерня буде вищою, оскільки на цій ділянці ножі будуть відхилятися на більший кут α від радіального положення, а на ділянках з нижчою урожай-

ністю, навпаки висота стерні буде нижчою, оскільки ножі будуть менше відхилятися від радіального положення.

З урахуванням кута α відхилення ножів від радіального положення і відповідного зменшення радіуса R_{α} кола обертання різальних кромоч ножів рівняння (2) зміниться і буде мати вид:

$$\begin{aligned} x &= v_a t + R_{\alpha} \sin \omega t; \\ y &= R_{\alpha} \cos \omega t. \end{aligned} \quad (13)$$

Або після підстановки значення R_{α} із рівняння (9) одержимо:

$$\begin{aligned} x &= v_a t + \sqrt{(l_o \sin \alpha)^2 + (R_o + l_o \cos \alpha)^2} \sin \omega t; \\ y &= \sqrt{(l_o \sin \alpha)^2 + (R_o + l_o \cos \alpha)^2} \cos \omega t. \end{aligned} \quad (14)$$

При роботі машини з барабанним різальним апаратом на полях з високостебельними рослинами їх стебла нахиляються передньою частиною кожуха барабана та розміщуються під кутом β до горизонту і в такому положенні скошуються.

При визначенні довжини стерні, яка залишається після роботи подрібнювача-розподільовача і довжини подрібнених частинок стебел допускаємо, що при нахиленні стебел рослин, передньою частиною кожуха барабана вони зберігають пряmolінійність (рис. 3) на ділянці від поверхні ґрунту (точка B) до протиризального упора (точка A), різальний барабан обертається з постійною кутовою швидкістю ω і подрібнювальний агрегат рухається рівномірно з швидкістю v_a .

При визначенні довжини стерні, яка залишається після роботи подрібнювача-розподільовача і довжини подрібнених частинок стебел допускаємо, що при нахиленні стебел рослин, передньою частиною кожуха барабана вони зберігають пряmolінійність (рис. 3) на ділянці від поверхні ґрунту (точка B) до протиризального упора (точка A), різальний барабан обертається з постійною кутовою швидкістю ω і подрібнювальний агрегат рухається рівномірно з швидкістю v_a .

Довжину стерні $A'B$ при висоті розміщення різальної кромки ножа від поверхні ґрунту h_o (рис. 5) визначаємо із трикутника $A'BC'$:

$$A'B = \frac{A'C'}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{h_o}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (15)$$

Тангенс β визначаємо із трикутника $A'BC'$:

$$tg\beta = \frac{AD}{A'D}, \quad (16)$$

де AD – відстань від різальної кромки протирізального упора до горизонтальної площини, що проходить через різальну

кромку ножа, який знаходиться на мінімальній відстані від поверхні ґрунту;

Після підстановки значення $tg\beta$ із залежності (16) в залежність (15) одержимо:

$$A'B = \frac{h_o A'D}{AD}, \quad (17)$$

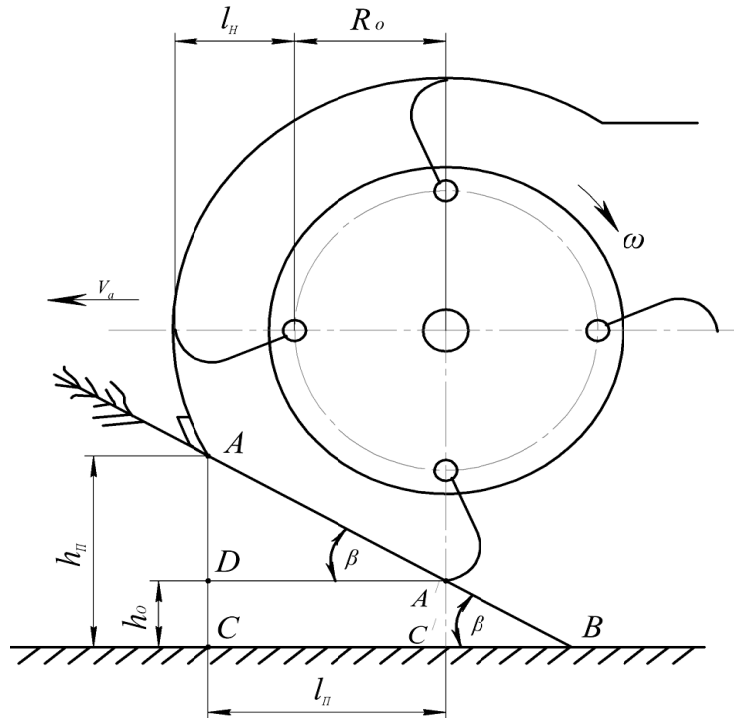


Рис. 3. Схема для визначення довжини стерні та подрібнених частинок стебел при скошуванні високостебельних рослин

Fig. 3. Scheme to determine the length of stubble and fine particles of cutting tall stalks of plants

Необхідно зауважити, що h_o , $A'D$ і AD є параметрами подрібнювача-розподільвача, а $A'B$ довжина стернини. Причому після проходження агрегату, стернини, які нахилились кожухом барабана за рахунок пружної деформації, займають вертикальне положення і висота стерні буде дорівнювати її довжині, а ті, що згинались за рахунок пластичної деформації залишаються в похилому стані і висота стерні буде меншою її довжини.

Довжина частинок подрібнених стебел визначається із трикутника $AA'D$ (рис. 3):

де l_n – довжина частинок подрібнених стебел, м;

v_a – швидкість руху подрібнювального агрегату, м/с;

Z_p – кількість рядів ножів подрібнювального барабана.

Висновки

1. Уточнене рівняння складного руху різальних кромek ножів в параметричному вигляді наведено в залежностях (14).

2. При роботі подрібнювального барабана з горизонтальною віссю обертання, висота стерні залежить від кута відхилення ножів від радіального положення, тобто від опору стебел рослин різанню.

3. Довжина подрібнених різальним барабаном з горизонтальною віссю обертання частинок стебел рослин, пропорційно залежить від швидкості руху подрібнювального агрегату і обернено пропорційно кутовій швидкості барабана.

Бібліографія

1. Карпенко А.Н. Экспериментальные исследования режущего аппарата уборочных машин // Теория, конструкция и производство сельскохозяйственных машин. – М. – Л.: Сельхозгиз. – 1936. – С. 194 – 234.

2. Фомин В.И. Исследование бесподпорного среза трав // Труды ВИСХОМ. – М.: ОНТИ, 1962. – вып. 39. – С. 3 – 56.

3. Штомпель Б.Н. Исследование технологического процесса кошения трав ротационными косилками // Издательство Академии сельскохозяйственных наук БССР. – Минск. – 1961. – С. 3 – 18.

4. Шевцов Е.В. Анализ работы режущих аппаратов на уборке грубостебельных культур // Научные труды ВИЭСХ. – М.: ОНТИ, 1954. – Том XIII. – С. 141–156.

5. Шевцов В.В. Изыскание, исследование и расчет режущего аппарата несплошного среза для уборки грубостебельных культур: Автореф. ... канд. техн. наук. – М.: ВИМ, 1965 – 27с.

6. Bann T., Ogawa T. Studies on the gutting every of the rotay mover. // I. Soc. Agr. Mach.. – Japan. – 1989. – №4. – P. 524–529 (англ.).

7. Randal D. Nulty P. Imakt cutting behavior of Forage Irops // Iournal of Agricultural Engineering Research, 1990, №3, – P. 313-338 (англ.).

8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Машини для заготівлі кормів. – Харків: ОКО, 2003. – Том II (частина 1). – 360 с.

9. Новиков Ю.Ф. Теория и расчет режущего аппарата для уборки грубостебельных лубяных культур // Сборник научно - исследовательских работ ВИСХОМ. – М.: ОНТИ, 1957. – Вып. 2. – С. 3–34.

10. Тудель Н.В., Кузьмич Я.А. Определение энергии резания при малых ее значениях и больших скоростях // Механизация и электрификации социалистического сельского хозяйства. – 1976. – №1. – С. 42.

References

1. Karpenko A.N. Eksperimentalnyye issledovaniya rezhushchego aparata uborochnykh mashin // Teoriya, konstruktsiya i proizvodstvo sel'skokhozyaystvennykh mashin. – M. – L.: Selkhozgiz. – 1936. – S. 194 – 234.

2. Fomin V.I. Issledovaniye bespodpornogo sreza trav // Trudy VISKHOM. – M.: ONTI, 1962. – vyp. 39. – S. 3 – 56.

3. Shtompel B.N. Issledovaniye tekhnologicheskogo protsessa kosheniya trav rotatsionnymi kosilkami // Izdatelstvo Akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk BSSR. – Minsk. – 1961. – S. 3 – 18.

4. Shevtsov Ye.V. Analiz raboty rezhushchikh apparatov na uborke grubostebelnykh kultur // Nauchnyye trudy VIESH. – M.: ONTI, 1954. – Tom III. – S. 141–156.

5. Shevtsov V.V. Izyskaniye, issledovaniye i

raschet rezhushchego apparata nesploshnogo sreza dlya uborki grubostebelnykh kultur: Avtoref. ... kand. tekhn. nauk. – M.: VIM, 1965 – 27 s.

6. Bann T., Ogawa T. Studies on the gutting every of the rotay mover. // I. Soc. Agr. Mach.. – Japan. – 1989. – №4. – P. 524–529 (англ.).

7. Randal D. Nulty P. Imakt cutting behavior of Forage Irops // Iournal of Agricultural Engineering Research, 1990, №3, – P. 313-338 (англ.).

8. Zaika P.M. Teoriya sil'skogospodarskikh mashin. Mashini dlya zagotivli kormiv. – Kharkiv: OKO, 2003. – Tom II (chastuna 1). – 360 s.

9. Novikov YU.F. Teoriya i raschet rezhushchego apparata dlya uborki grubostebelnykh lubyanykh kultur // Sbornik nauchno - issledovatel'skikh rabot VISKHOM. – M.: ONTI, 1957. – Vyp. 2. – S. 3–34.

10. Tudel N.V., Kuzmich YA.A. Opredeleniye energii rezaniya pri malykh yeye znacheniyakh i bolshikh skorostyakh // Mekhanizatsiya i elektrifikatsii sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva. – 1976. – №1. – S. 42.

References

1. Karpenko A.N. Experimental studies of the cutting harvesters // Theory, design and manufacture of agricultural machinery. - M. - L. : Selkhozgiz. - 1936. - P. 194 - 234.

2. Fomin V.I. Research cut grass // Proceedings VISKhOM. - M. : ONTI, 1962. - Vol. 39. - P - 3 - 56.

3. Shtompel B.N. The study of the process of mowing grass rotary mowers // Publisher BSSR Academy of Agricultural Sciences. - Minsk. - 1961. - P. 3 - 18.

4. Shevtsov E.V. Analysis of the cutting devices on harvesting rough-stemmed crops // Proceedings VIESH. - M. : ONTI, 1954. - Volume XIII. - P. 141-156.

5. V.V. Shevtsov Research, investigation and calculation of the cutting unit discontinuous cut for rough-stemmed crops harvesting: Author. ... Cand. tehn. Sciences. - M. : VIM, 1965. – 27p.

6. Bann T., Ogawa T. Studies on the gutting every of the rotay mover. // I. Soc. Agr. Mach .. - Japan. - 1989. - №4. - P. 524-529 (Eng.).

7. Randal D. Nulty P. Imakt cutting behavior of Forage Irops // Iournal of Agricultural Engineering Research, 1990, №3, - P. 313-338 (Eng.).

8. Zaika P.M. Theory of agricultural machines. Machines .. - Kharkiv: OKO, 2003 - Volume II (Chastina 1). – 360 p.

9. Novikov Yu. Theory and Design of the cutting unit for cleaning rough-stemmed fiber crops // Collection of scientific - research works VISKhOM. - M. : ONTI, 1957. - Vol. 2. - P. 3-34.

10. Tudela N.V., Kuzmich J.A. Determination of cutting energy at low values and its high speeds // Mechanization and electrification of socialist agriculture. - 1976. - №1. - P. 42.

УДК 631.3:636

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ ЛОПАТИ РОБОЧОГО ОРГАНУ АЕРАТОРА З ГНОЄКОМПОСТНОЮ СУМІШШЮ

С. І. Павленко, *к.т.н., доцент, завідувач лабораторії; e-mail: life-is-life.08@mail.ru; тел.: +38-067-562-89-27*

Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Мета. Дослідити процес взаємодії лопати робочого органу аератора з гноєкомпостною сумішшю.

Методи. Теоретичні дослідження проводилися із використанням механіко-математичного моделювання, положень теоретичної механіки і методів диференціального та інтегрального числення.

Результати. Розглянуто процес відділення часток гноєкомпостної суміші від основного

масиву і переміщення їх у задану зону під дією робочого органу аератора.

Висновки. В результаті теоретичних досліджень процесу взаємодії лопати робочого органу аератора із гноєкомпостною сумішшю встановлено розрахункову формулу для визначення загальної потужності, що витрачається робочим органом аератора в процесі його роботи.

Ключові слова: аератор, робочий орган, гноєкомпостна суміш, потужність, стиснення, відділення, переміщення.

UDC 631.3:636

THEORETICAL STUDY OF THE BLADES OF THE BODY INTERACTION AERATOR FROM THE COMPOST MIXTURE

S. I. Pavlenko, *Ph.D., docent, Head of Department; e-mail: life-is-life.08@mail.ru; tel.: +38-067-562-89-27*

Zaporizhia Research Center for Mechanization Animal Husbandry National scientific center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

The purpose. Explore the interaction of the working body of the blade aerator with compost mixture.

Methods. Theoretical studies were carried out using mechanical and mathematical modeling, the provisions of theoretical mechanics and techniques of differential and integral calculus.

Results. Consider the process of separating particles pus-compost mixture from the main body and moving them to a specified area under the influence of the working body of the aerator.

Conclusions. As a result of theoretical studies of the interaction between the blades of the working body of the aerator with pus-compost mixture is set formulas for calculating the total power consumed by the working body of the aerator in the course of his work.

Key words: aerator, working body, pus-compost mixture, power, compression, separation, displacement.

УДК 631.3:636

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛОПАСТЕЙ РАБОЧЕГО ОРГАНА АЭРАТОРА С НАВОЗОКОМПОСТНОЙ СМЕСЬЮ

С. И. Павленко, к.т.н., доцент, заведующий лабораторией;

e-mail: life-is-life.08@mail.ru; тел.: +38-067-562-89-27

Запорожский научно-исследовательский центр по механизации животноводства Национального научного центра «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

Цель. Исследовать процесс взаимодействия лопасти рабочего органа аэратора с навозокомпостной смесью.

Методы. Теоретические исследования проводились с использованием механико-математического моделирования, положений теоретической механики и методов дифференциального и интегрального исчисления.

Результаты. Рассмотрены процесс отделения частиц навозокомпостной смеси от основного

массива и перемещение их в заданную зону под действием рабочего органа аэратора.

Выводы. В результате теоретических исследований процесса взаимодействия лопасти рабочего органа аэратора с навозокомпостной смесью установлено расчетную формулу для определения общей мощности, расходуемой рабочим органом аэратора в процессе его работы.

Ключевые слова: аэратор, рабочий орган, навозокомпостная смесь, мощность, сжатия, отделение, перемещения.

Проблема. Фізико-математичне описання процесу стиснення об'єму гноєкомпостної суміші із подальшим його руйнуванням є достатньо складним, тому що воно охоплює математичний апарат дискретного середовища із неоднорідними та анізотропними фізико-механічними і реологічними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питання переробки відходів тваринництва, зокрема виробництва якісних органічних добрив, не втрачають своєї актуальності [1]. Проведені дослідження [2-8] напруженого стану об'єму гноєкомпостної суміші під дією робочих органів не призвели до отримання практичних результатів. На жаль, у всьому світі мало приділяється уваги дослідженням зміни властивостей гноєкомпостної суміші при механічній обробці.

Мета досліджень – дослідити процес взаємодії лопаті робочого органу аератора із гноєкомпостною сумішшю.

Результати досліджень. При роботі робочого органу (лопатевого, гвинтового) аератора виконується процес відділення часток гноєкомпостної суміші від основного масиву і переміщення їх у задану зону. У відповідності з цим на лопаті можна виділити дві робочі зони (див. рис.): відділення і переміщення.

Сумарне зусилля, яке необхідно для переміщення лопаті, є суперпозицією зусиль, які витрачаються на переміщення і відділення часток гноєкомпостної суміші:

$$\Sigma F = F_U + F_S, \quad (1)$$

де F_U – зусилля відділення, Н;

F_S – зусилля переміщення, Н.

Розглянемо взаємодію лопаті із частками гноєкомпостної суміші в зонах відділення і переміщення. Відділення лопаті виконує передньою кромкою. Розглянемо елементарний об'єм гноєкомпостної суміші dV , який знаходиться в момент відділення на передній кромці (див. рис.). У загальному випадку елемент об'єму dV знаходиться у складнонапруженому стані. Елементарний об'єм dV стискається силами тиску маси верхніх елементів dF_{σ}^u і релаксації нижніх елементів dF_{σ}^d , а також утримується силами бокового зчеплення з масивом dF_{σ}^s . З боку кромки лопаті на елемент гноєкомпостної суміші діє на площу $dh \cdot db$ сила dF_U . Їй перешкоджає сила опору відділення dF_r . Таким чином, сила опору відділення, що залежить від фізико-механічних властивостей гноєкомпостної суміші, є основним силовим фактором, що перешкоджає відділенню гною від основного масиву.

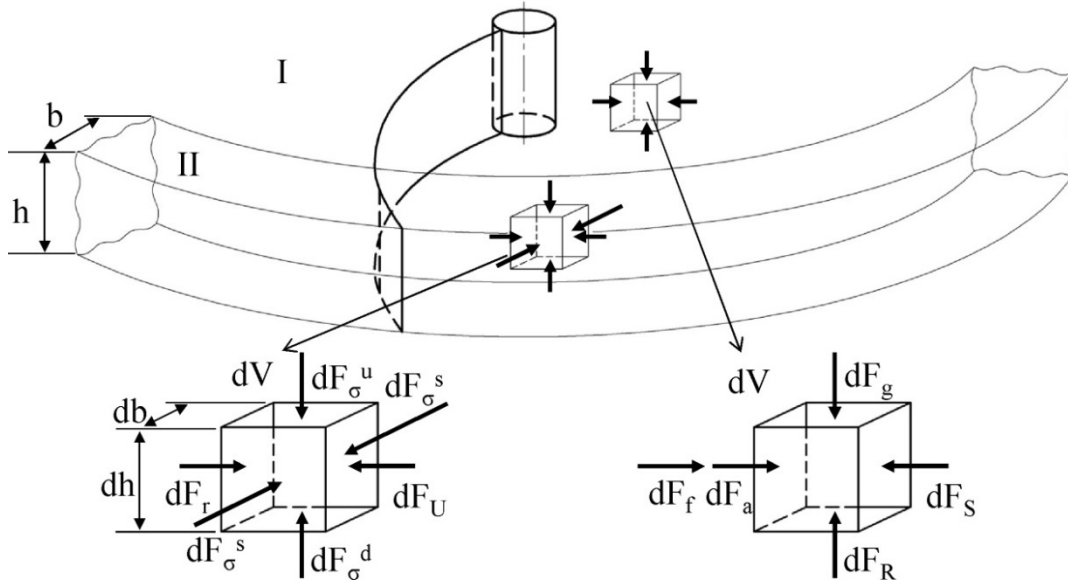


Рис. Схема сил, що діють на частки гноєкомпостної суміші
 Fig. Scheme forces acting on the particles compost mixture

Елементарна сила опору визначається виразом

$$dF_r = \tau_r \cdot dh \cdot db, \quad (2)$$

де τ_r – опір зсуву різання гною, Па;
 dh, db – ширина і висота елементарної частки гноєкомпостної суміші, м.

Відповідно до рівняння Кулона-Мора, опір зсуву по визначеній поверхні руйнування лінійно залежить від нормального напруження гноєкомпостної суміші [9]:

$$\tau_r = C_0 + \sigma_n \operatorname{tg} \psi, \quad (3)$$

де σ_n – нормальне миттєве напруження опору гноєкомпостної суміші, Па;
 C_0 – коефіцієнт зчеплення гноєкомпостної суміші, Па;
 ψ – кут внутрішнього тертя гноєкомпостної суміші, рад.

Нормальне миттєве напруження опору гноєкомпостної суміші визначається з наступного рівняння [9]:

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_n &= \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) - \cos \varphi \sqrt{\frac{1}{4}(\sigma_x - \sigma_y)^2 + \tau_{xy}^2}, \\ \frac{\partial \sigma_x}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} &= \gamma, \\ \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial x} - \frac{\partial \sigma_y}{\partial y} &= 0, \\ \frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2}{(\sigma_x + \sigma_y + 2C_0 \operatorname{ctg} \varphi)^2} &= \sin^2 \varphi, \end{aligned} \right. \quad (4)$$

де τ_{xy} – дотичне напруження, Па;
 σ_x, σ_y – нормальне напруження вздовж осей Ox і Oy відповідно, Па;
 γ – об'ємна вага гноєкомпостної суміші, H/M^3 ;

$$\gamma = \rho \cdot g; \quad (5)$$

ρ – густина гноєкомпостної суміші, $\text{кг}/\text{M}^3$;
 g – прискорення вільного падіння, $\text{м}/\text{с}^2$.
 Згідно з третім законом Ньютона:

$$\left\{ \begin{aligned} dF_U &= dF_r, \\ dF_\sigma^u &= dF_\sigma^d, \\ dF_\sigma^{s1} &= dF_\sigma^{s2}. \end{aligned} \right. \quad (6)$$

Об'єднуючи рівняння (2)-(4), отримуємо вираз для визначення зусилля відділення:

$$F_U = \int_b \int_h (C_0 + \sigma_n t g \psi) dh \cdot db = (C_0 + \sigma_n t g \psi) hb. \quad (7)$$

Для визначення зусилля переміщення розглянемо елементарний об'єм dV (рисунок). У зоні переміщення об'єм гноєкомпостної суміші переміщається лопаттю по кривій з миттєвим радіусом $r(t)$. Згідно проведених теоретичних досліджень процесу формування бурта гноєкомпостної суміші при її механічній аерації [10] встановлено миттєвий радіус $r(t)$:

$$\begin{aligned} r(t) = & \frac{1}{2(1+f^2)\omega^2} e^{-\omega t f + \sqrt{1+f^2}} 2(1+f^2)\omega^2 C_1 + C_2 e^{-2\omega t \sqrt{1+f^2}} + \\ & + 2e^{\omega t f + \sqrt{1+f^2}} fg \cos(\omega t + \varphi_0) - e^{\omega t f + \sqrt{1+f^2}} (f^2 - 1)g \sin(\omega t + \varphi_0), \\ C_1 = & \frac{1}{\omega^3 (1+f^2)^{\frac{3}{2}}} 0,5 \left(r\omega^2 \left(-f\omega - f^3\omega + \omega\sqrt{1+f^2} + f^2\omega\sqrt{1+f^2} \right) + \right. \\ & \left. + g \left(0,5\omega(1+f^2) - f\omega\sqrt{1+f^2} \right) \cos \varphi_0 + \right. \\ & \left. + 0,5g \left(-f\omega - f^3\omega - \omega\sqrt{1+f^2} + f^2\omega\sqrt{1+f^2} \right) \sin \varphi_0 \right), \\ C_2 = & \frac{1}{\omega\sqrt{1+f^2}} 0,5 \frac{g \left(0,5(1-f^2) \cos \varphi_0 - f \sin \varphi_0 \right)}{(1+f^2)\omega} + \\ & + \omega \left(f + -\sqrt{1+f^2} \right) - r + \frac{fg \cos \varphi_0}{(1+f^2)\omega^2} - \frac{0,5(f^2 - 1)g \sin \varphi_0}{(1+f^2)\omega^2}. \end{aligned} \quad (8)$$

де f – коефіцієнт тертя компосту об матеріал лопаті;

ω – кутова швидкість обертання лопаті робочого органу, c^{-1} ;

t – час, c ;

φ_0 – кут початку розвантаження компосту з лопаті робочого органу.

Об'єм dV знаходиться під дією наступних сил: верхня і нижня грань під дією відповідно сили тяжіння dF_g з боку верхніх часток гноєкомпостної суміші і реакції dF_R з боку нижніх; бічні грані – під дією нормальної складової сили інерції dF_a^s і сили тертя частки по лопаті dF_f^s ; на передню грань діють дві основні сили тертя dF_f і сила інерції dF_a (тангенціальна складова), сила Коріоліса dF_k , а також складова сили тяжіння F_g , пов'язана з кутом нахилу α плити до горизонтальної площини. На задню грань діє сила з боку лопаті. Крім зазначених, діють і інші сили: підпору наступних відокремлених частин гноєкомпостної суміші на попередні; внутрішнього тертя при зміщенні частин одна відносно іншої та ін., проте їх величиною можна знехтувати з урахуванням їх скомпенсованості.

Оскільки всі сили, що діють на передню і задню грані, направлені уздовж однієї осі, то, використовуючи принцип Д'Аламбера і переводячи в алгебраїчну форму, можна записати:

$$dF_S = dF_a + dF_f + dF_g \sin \alpha. \quad (9)$$

Сила інерції в даному випадку є відцентрова сила, яка визначається:

$$dF_a = \omega^2 r(t) \cdot dm, \quad (10)$$

де m – маса частки компосту, kg ;

$r(t)$ – радіус переміщення частки компосту, м;
 ω – кутова швидкість обертання лопаті робочого органу, c^{-1} .

Сила тертя визначається за виразом

$$dF_f = f \cdot dN, \quad (11)$$

де dN – нормальна реакція поверхні лопаті, Н:

$$dN = dF_g + dF_k, \quad (12)$$

dF_k – сила Кориоліса, Н:

$$dF_k = 2\omega \dot{r} dm, \quad (13)$$

dF_g – сила тяжіння, Н:

$$dF_g = g \cdot dm, \quad (14)$$

Враховуючи (13) і (14), перетворимо (12) у вигляді

$$dN = dF_g + dF_k = g \cdot dm + 2\omega \dot{r} \cdot dm. \quad (15)$$

Підставивши (10)-(15) у (9), отримуємо:

$$dF_S = (\omega^2 r(t) + fg + 2\omega \dot{r}(t)f + g \sin \alpha) dm. \quad (16)$$

Проінтегрувавши вираз (16) по всьому об'єму зони переміщення, отримуємо:

$$F_S = m(\omega^2 r(t) + fg + 2\omega \dot{r}(t)f + g \sin \alpha). \quad (17)$$

Підставляючи (7) і (17) в (1), маємо:

$$\Sigma F = (C_0 + \sigma_n tg \psi) hb + m(\omega^2 r(t) + fg + 2\omega \dot{r}(t)f + g \sin \alpha). \quad (18)$$

Загальна потужність, що витрачається робочим органом аератора в процесі перелопачування гноєкомпостної суміші, визначається наступним чином:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \quad (19)$$

де P_i – потужність, що витрачається на переміщення лопаті, Вт;

n – кількість лопатей.

Потужність, яка витрачається на переміщення і відділення часток гноєкомпостної суміші під дією однієї лопаті, можна представити у вигляді:

$$P_i = \omega R \Sigma F = (C_0 + \sigma_n tg \psi) hb \omega R + m \omega R (\omega^2 r(t) + fg + 2\omega \dot{r}(t)f + g \sin \alpha). \quad (20)$$

При умові однакових геометричних розмірів лопатей вираз (19) набуває вигляду:

$$P = n \cdot P_i = hb \omega R n (C_0 + \sigma_n tg \psi) + m \omega R n (\omega^2 r(t) + fg + 2\omega \dot{r}(t)f + g \sin \alpha). \quad (21)$$

Висновки. В результаті теоретичних досліджень процесу взаємодії лопаті робочого органу аератора із гноєкомпостною сумішшю встановлено розрахункову формулу для визначення загальної потужності, що витрачається робочим органом аератора в процесі його роботи.

Бібліографія

1. Механізація і автоматизація виробництва молока / В.В. Адамчук, В.В. Братишко, Р.Б. Кудринський і др.; под общ. ред. В.В. Адамчука, А.И. Фененко. – Нежин: Издатель ЧП Лысенко Н.М. – 324 с.: ил.
2. Шевченко І.А., Ковязин О.С., Харитонов В.І. / Механіко-математична модель процесу розвантажування барабанного робочого органу для змішування компостних матеріалів та механічної

аерації/ Збірник наукових праць ІМТ НААН «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві». – Запоріжжя, ІМТ НААН, 2010. – Вип. 1 (5,6). – С. 248 - 265.

3. Шевченко І.А., Ковязин А.С., Харитонов В.І., Величко Г.І. / Теоретическое обоснование аэратора компостных смесей. / Збірник наукових праць ІМТ НААН «Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві». – Запоріжжя, ІМТ НААН, 2012. – Вип. 2 (10). – С. 192-209.

4. Павленко С.І., Ляшенко О.О., Науменко М.М./ Визначення кінематичних характеристик фрезерно-барабанного робочого органу для змішування і механічної аерації компостних матеріалів / Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Технічний сервіс машин для рослинництва». – Х., 2013. – Вип. 134. – С. 130-137

5. Павленко С.І., Ляшенко О.О., Поголоцький А.А., Філоненко Ю.А. / Новітні технічні засоби переробки органічних відходів / Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка «Технічні системи і технології тваринництва». – Х., 2013. – Вип. 132. – С. 458-467.

6. Павленко С.І., Ляшенко О.О., Поголоцький А.А. / Обґрунтування основних параметрів фрезерно-барабанного робочого органу для змішування та механічної аерації компостних матеріалів./ Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». – Глеваха, 2013 – Вип. 97, Т. 1. – С. 628-637.

7. Павленко С.І. / Теоретичні дослідження процесу формування бурта гноєкомпостної суміші при її механічній аерації / Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2014. – Вип. №2 (85). – С. 81-91.

8. Павленко С.І. / Механіко-математична модель процесу розвантаження лопаті барабанного робочого органу аератора гноєкомпостної суміші. / Вісник Львівського національного аграрного університету: агроінженерні дослідження. – Львів. нац. аграр. університет. – 2014. – № 18. – С. 152-160.

9. Соколовский В.В. Статика сыпучей среды / В.В. Соколовский. – М.: Гостехиздат, 1954.– 243 с.

10. Павленко С.І. Теоретичні дослідження процесу формування бурта гноєкомпостної суміші при її механічній аерації / С.І. Павленко // 36. наук. праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки – Вінниця. – 2014. – № 2 (85). – С. 81-91.

References

1. Mekhanyzatsiya y avtomatyzatsiya proyzvodstva moloka / V.V. Adamchuk, V.V. Bratyshko, R.B. Kudrynetskiy y dr.; pod obshch. red. V.V. Adamchuka, A.Y. Fenenko. – Nezhyn: Yzdatel ChP Lysenko N.M. – 324 s.: yl.

2. Shevchenko I.A., Koviayyn O.S., Kharytonov V.I. / Mekhaniko-matematychna model protsesu rozvantazhuvannya barabannoho robochoho orhanu dlia zmishuvannya kompostnykh materialiv ta mekhanichnoi aeratsii/ Zbirnyk naukovykh prats IMTUNAAN «Mekhanizatsiia, ekolohizatsiia ta konvertatsiia biosyrovyny u tvarynnystvii», - vyp. 1 (5,6), - Zaporizhzhia, IMT NAAN, 2010, - S. 248 - 265.

3. Shevchenko Y.A., Koviayyn A.S., Kharytonov V.Y., Velychko H.Y. / Teoretycheskoe

obosnovanye aeratora kompostnykh smesei. / Zbirnyk naukovykh prats IMTUNAAN «Mekhanizatsiia, ekolohizatsiia ta konvertatsiia biosyrovyny u tvarynnystvii», - vyp. 2 (10), - Zaporizhzhia, IMT NAAN, 2012, - S. 192-209.

4. Pavlenko S.I., Liashenko O.O., Naumenko M.M./ Vyznachennia kinematychnykh kharakterystyk frezerno-barabannoho robochoho orhanu dlia zmishuvannya i mekhanichnoi aeratsii kompostnykh materialiv / Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka «Tekhnichniy servis mashyn dlia roslynnytstva». – Vyp. 134, Kharkiv. 2013. – S. 130-137

5. Pavlenko S.I., Liashenko O.O., Povolotskiy A.A., Filonenko Yu.A. / Novitni tekhnichni zasoby pererobky orhanichnykh vidkhodiv / Visnyk KhNTUSH im. P. Vasylenka «Tekhnichni systemy i tekhnolohii tvarynnytstva». – Vyp. 132, Kharkiv. – 2013. – S. 458-467.

6. Pavlenko S.I., Liashenko O.O., Povolotskiy A.A. / Obgruntuvannya osnovnykh parametriv frezerno-barabannoho robochoho orhanu dlia zmishuvannya ta mekhanichnoi aeratsii kompostnykh materialiv./ Mizhvidomchyi tematychni naukovyi zbirnyk «Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva». – Hlevakha, vypusk 97, tom 1, 2013 – S. 628-637.

7. Pavlenko S.I./ Teoretychni doslidzhennia protsesu formuvannya burta hnoiekompostnoi sumishi pry yii mekhanichnii aeratsii/ Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky. – vypusk №2 (85). – Vinnytsia. 2014. - S. 81-91.

8. Pavlenko S.I. / Mekhaniko-matematychna model protsesu rozvantazhennia lopati barabannoho robochoho orhanu aeratora hnoie-kompostnoi sumishi. / Visnyk Lvivskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu: ahroinzhenerni doslidzhennia. – Lviv. nats. ahrar. Universytet, 2014. - №18, - S. 152-160.

9. Sokolovskiy V.V. Statika sypuchey sredy / V.V. Sokolovskiy. – М.: Gostekhizdat, 1954.– 243 s.

10. Pavlenko S.I. Teoretychni doslidzhennia protsesu formuvannya burta hnoiekompostnoi sumishi pry yii mekhanichnii aeratsii / S.I. Pavlenko // Zb. nauk. prats Vinnytskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu. Serii: Tekhnichni nauky – Vinnytsia, 2014. – № 2 (85). – S. 81-91.

References

1. Automation and mechanization of milk production / V.V. Adamchuk, V.V. Bratyshko, R.B. Kudrynetskiy et al. ; Pod Society. Ed. V.V. Adamchuka, A.I. Fenenko. - Nezhyn: Publisher PE Lysenko N.M. - 324 pp. : ill.

2. Shevchenko I.A., Kovyayyn O.S., V.I. Kharytonov / Mechanical mathematical model of unloading drum of the working body for mixing compost materials and mechanical aeration / Proceedings of BMI NAAS "Mechanization, greening and biosyrovyny conversion in cattle." - Zaporozhye, BMI NAAS, 2010. - Vol. 1 (5.6). - P. 248 - 265.

3. Irina Shevchenko, Kovyazin A.S., Kharitonov V.I., Velichko G.I. / Theoretical substantiation compost aerator mixes.. / Proceedings of BMI NAAS "Mechanization, greening and biosyrovny conversion in cattle." - Zaporozhye, BMI NAAS, 2012. - Vol. 2 (10). - P. 192-209.
4. Pavlenko S.I., E.A. Lyashenko, Naumenko M.M. / Determination of kinematic characteristics milling drum working body for mechanical mixing and aeration compost materials / Bulletin KNTUA them. P. Vasilenko "Technical service machines Plant". - H. 2013 - Vol. 134. - P. 130-137
5. Pavlenko S.I., E.A. Lyashenko, Povolotskii A., Y. Filonenko / New hardware processing organic waste / Bulletin KNTUA them. P. Vasilenko "Technical livestock systems and technologies." - H. 2013 - Vol. 132. - P. 458-467.
6. Pavlenko S.I., E.A. Lyashenko, A.A. Povolotskii / Justification of the main parameters of milling drum working body for mechanical mixing and aeration compost materials. / Mizhvid. temat. Science. Coll. "Mechanization and electrification of agriculture." - Glevaha, 2013 - Vol. 97, T. 1. - P. 628-637.
7. Pavlenko S.I. / Theoretical studies of the process of forming collar hnoyekompostnoyi mixture at its mechanical aeration / Scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Engineering. - Vinnitsa, 2014 - Vol. №2 (85). - P. 81-91.
8. Pavlenko S.I. / Mechanical mathematical model of the blade drum unloading working body aerator hnoyekompostnoyi mixture. / Bulletin of Lviv National Agrarian University: Ag Engineering studies. - Lviv. nat. Agrar. university. - 2014. - № 18. - P. 152-160.
9. V. Sokolovsky Static syruchey environment / VV Sokolovsky. - M.: Hostehyzdat, 1954.- 243 p.
10. Pavlenko S.I. Theoretical studies of the process of forming collar hnoyekompostnoyi mixture at its mechanical aeration / SI Pavlenko // Coll. Science. works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Engineering - Vinnytsia. - 2014. - № 2 (85). - P. 81-91.

УДК 631.3:628.8

КІНЕТИКА ВОЛОГОВІСТУ І ВІДНОСНОЇ ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯНОГО СЕРЕДОВИЩА ТВАРИНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ ПРИ ЗАСТОСУВАННІ ТЕПЛОУТИЛІЗАТОРІВ ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ВИКИДІВ

Ю. В. Герасимчук, к. т. н., с. н. с., e-mail: ger_yuri@mail.ru – Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН

РЕЗЮМЕ

Мета. Отримати кінетику вологовмісту і відносної вологості повітряного середовища тваринницьких приміщень при застосуванні в холодний і перехідні пори року, теплоутилізаторів вентиляційних викидів для забезпечення нормативного температурного режиму.

Методи. Аналіз взаємозв'язків між температурою, вологовмістом і відотною вологістю повітряного середовища в тваринних і птичних приміщеннях, їх синтез у вигляді матеріального балансу водяної пари в цих приміщеннях.

Результати. Отримані аналітичні вирази кінетики вологовмісту і відносної вологості повітряного середовища в тваринних і птичних приміщеннях при застосуванні в холодні і перехідні пори року, рекуперативних теплоутилізаторів вентиляційних викидів з захистом від обмерзання теплообмінної поверхні.

Висновки. Кінетика вологовмісту і відносної вологості повітря в тваринних і птичних приміщеннях при використанні рекуперативних теплоутилізаторів з захистом від обмерзання теплообмінної поверхні в системах припливної вентиляції має експоненціальний характер, а їх величина може збільшуватись або зменшуватись в залежності від початкового значення вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні. При температурах зовнішнього повітря, менших за температури обмерзання теплообмінної поверхні рекуперативних теплоутилізаторів, усталене значення вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні збільшується, що необхідно враховувати при проектуванні систем припливної вентиляції з утилізацією теплоти викидного повітря.

Ключові слова: рекуперативні теплоутилізатори, тваринні приміщення, повітряне середовище, відносна вологість, кінетика вологовмісту.

UDC 631.3:628.8

KINETICS OF MOISTURE CONTENT AND RELATIVE HUMIDITY AIR ENVIRONMENT IN LIVESTOCK BUILDINGS IN USE OF VENTILATION EXHAUSTS HEAT RECOVERY UNITS

Y. V. GERASYMCHUK, PhD, Senior Researcher, e-mail: ger_yuri@mail.ru – National Scientific Center «Institute of Engineering and Electrification of Agriculture» of the NAAS

SUMMARY

Purpose. To get the kinetics of moisture content and relative humidity of the air environment for livestock buildings when used in the cold and transitional seasons ventilation emissions heat recovery units for normative temperature mode.

Methods. Analysis of the relationship between temperature, moisture content and relative humidity of the air environment livestock and poultry premises and their synthesis in the form of material balance the water vapor in these areas.

Results. Obtained analytical expressions of kinetics of moisture content and relative humidity of the air environment in livestock and poultry premises when used in the cold and transitional seasons recuperative heat recovery units with ventilation exhausts with icing protection of heat exchange surface.

Conclusions. Kinetics of moisture content and relative humidity of air in the livestock and poultry premises when using recuperative heat recovery units with protection from heat exchange surface icing systems ventilators has exponential character and their size may increase or decrease depending on the initial value of the moisture content and relative humidity in the room. With outdoor temperatures lower temperature of icing of the heat exchanging surfaces recuperative heat recovery units constant value of moisture content and relative humidity of air indoors increases that must be considered while designing of systems of the tidal ventilation with heat recycling miscarriages air.

Key words: recuperative heat utilizers, livestock premises, the air environment, relative humidity, moisture kinetics.

УДК 631.3:628.8

КИНЕТИКА ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ И ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ И ПТИЦЕВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ВЫБРОСОВ

Ю. В. ГЕРАСИМЧУК, к. т. н., с. н. с., e-mail: ger_yuri@mail.ru – Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН

РЕЗЮМЕ

Цель. Получить кинетику влагосодержания и относительной влажности воздушной среды животноводческих помещений при применении в холодный и переходный сезоны года, теплоутилизаторов вентиляционных выбросов для обеспечения нормативного температурного режима.

Методы. Анализ взаимосвязей между температурой, влагосодержанием и относительной влажностью воздушной среды животноводческих и птицеводческих помещений и их синтез в виде материального баланса водяного пара в этих помещениях.

Результаты. Получены аналитические выражения для кинетики влагосодержания и относительной влажности воздушной среды в животноводческих и птицеводческих помещениях при применении в холодный и переходный сезоны года, рекуперативных теплоутилизаторов вентиляционных выбросов с защитой от обмерзания теплообменной поверхности.

Выводы. Кинетика влагосодержания и относительной влажности воздуха в животноводческих и птицеводческих помещениях при использовании рекуперативных теплоутилизаторов с защитой от обмерзания теплообменной поверхности в системах приточной вентиляции имеет экспоненциальный характер, а их величина может увеличиваться или уменьшаться в зависимости от начального значения влагосодержания и относительной влажности воздуха в помещении. При температурах наружного воздуха меньших от температуры обмерзания теплообменной поверхности рекуперативных теплоутилизаторов устоявшееся значение влагосодержания и относительной влажности воздуха в помещении увеличивается, что необходимо учитывать при проектировании систем приточной вентиляции с утилизацией теплоты удаляемого воздуха.

Ключевые слова: рекуперативные теплоутилизаторы, животноводческие помещения, воздушная среда, относительная влажность, кинетика влагосодержания.

ПРОБЛЕМА

В розвинутих країнах світу, в тому числі і в Україні, домінує промислове виробництво продукції тваринництва, що зумовлює концентрацію поголів'я худоби і птиці у виробничих приміщеннях. Для попередження захворювання тварин і птиці, забезпечення прояву в повній мірі їх генетичної продуктивності в умовах промислового виробництва, найбільш важливим є підтримання оптимальних параметрів повітряного середовища виробничих приміщень. Витрати на підтримання таких параметрів у приміщеннях для утримання тварин і птиці в перехідний і холодний періоди року, можуть сягати до 60% загальних енергозатрат [1 - 3]. Зважаючи на технологічне відставання галузі тваринництва від рівня розвинених країн, в тому числі і щодо забезпечення нормативних параметрів повітряного середовища виробничих приміщень, це негативно впливає на енергоефек-

тивність виробництва тваринницької продукції.

За показником енергоемності, валовий внутрішній продукт України, в тому числі і сільськогосподарської продукції, в декілька разів перевищує показники країн Західної і Східної Європи [4, 5]. В переліку заходів, направлених на збільшення енергоефективності, передбачено широке використання вторинних джерел енергії. Вторинна енергія утворюється із первинної в результаті неповного її використання в технологічних процесах. У тваринництві – це теплова енергія, яка видаляється в навколишнє середовище з викидним вентиляційним повітрям, яка витрачається разом з екскрементами і із продуктами горіння палива в системах опалення виробничих приміщень [6]. Досвід використання теплової енергії вентиляційних викидів для підігріву припливного повітря, яке поступає в тваринницькі приміщення в перехідний і холодний періоди року показав, що при

забезпеченні необхідних параметрів повітряного середовища, згідно вимог нормативних документів [7 - 9], доцільно застосовувати рекуперативні теплоутилізатори з зустрічним рухом повітряних потоків [10, 11]. Але на ефективність їх використання суттєво впливають специфічні умови експлуатації в тваринницьких приміщеннях [12 - 14]. При цьому кінетика вологовмісту і відносної вологості повітряного середовища у приміщеннях для утримання тварин і птиці необхідна для оцінки досконалості процесу створення нормативного повітряного середовища та при обґрунтуванні систем керування режимами роботи рекуперативних теплоутилізаторів і захистом від обмерзання теплообмінної поверхні.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ.

Проектування систем припливної вентиляції тваринних і пташиних приміщень з утилізацією теплоти викидного повітря допускається згідно вимог нормативних документів [7 - 9] за умови обладнання рекуперативних теплоутилізаторів пристроями для захисту від обмерзання теплообмінної поверхні. Для захисту теплообмінної поверхні рекуперативних теплоутилізаторів від обмерзання використовують періодичний режим роботи, байпасний канал для подачі припливного повітря в обхід теплоутилізатора і попередній підігрів припливного повітря [11 - 13]. Такі способи захисту не мають суттєвого впливу на кінетику вологовмісту і відносної вологості повітря у тваринницьких приміщеннях, а їх усталені значення і вплив зміни параметрів стану визначаються з використанням рівняння балансу вологи і J-d діаграми [15, 16]. Разом з тим, на сьогоднішній день перспективним є енергоощадний спосіб створення нормативних параметрів повітряного середовища в тваринницьких і птахівничих приміщеннях [17, 18], в якому захист від обмерзання теплообмінної поверхні рекуперативного теплоутилізатора відбувається за рахунок теплової енергії вентиляційних викидів при будь якій температурі зовнішнього повітря. При цьому використовується рециркуляція викидного повітря, яка впливає на кінетику вологовмісту і відносної вологості повітря у тваринницькому приміщенні. Тому виникла необхідність отримання аналітичного вигляду кінетики вологовмісту в тваринницькому приміщенні з урахуванням параметрів і режимів

роботи рекуперативного теплоутилізатора для енергоощадного способу створення нормативного повітряного середовища.

Мета досліджень. Отримати кінетику вологовмісту і відносної вологості повітряного середовища тваринницьких приміщень при застосуванні в холодний і перехідний пори року теплоутилізаторів вентиляційних викидів для забезпечення нормативного температурного режиму.

Результати досліджень. Розроблений енергоощадний спосіб створення нормативного повітряного середовища тваринницьких приміщень у холодний і перехідний пори року [17, 18] базується на комплексному використанні утилізації теплоти вентиляційних викидів та зменшення подачі припливного повітря в залежності від його температури. При цьому, скорочення енерговитрат досягається як за рахунок використання теплоти вентиляційних викидів, так і за рахунок рециркуляції викидного повітря. Захист від обмерзання теплообмінної поверхні рекуперативного теплоутилізатора здійснюється шляхом подачі відповідної частини підігрітого припливного повітря на вхід припливних каналів. Така ж частина викидного повітряного потоку після теплоутилізатора направляється в приміщення. Величина цих частин залежить від температури зовнішнього повітря і теплотехнічних параметрів рекуперативного теплоутилізатора. Тому, при незмінній подачі повітря через припливні і викидні канали теплоутилізатора, подача холодного припливного повітря зменшується при зниженні температури зовнішнього повітря, а потік рециркуляційного повітря з виходу викидних каналів збільшується, що спричиняє зміну вологовмісту і відносної вологості повітря в тваринницькому чи птахівничому приміщенні.

Водяна пара в різній кількості присутня у всіх потоках повітря від рекуперативного теплоутилізатора і до нього. З урахуванням джерел надходження і напрямів цих повітряних потоків розроблена схема руху водяної пари, яка приведена на рис. 1. Як впливає з рисунка, водяна пара поступає у приміщення від тварин чи птиці і змоченої поверхні приміщення, m_1 , з припливним повітрям, m_2 , та з потоком рециркуляційного повітря, m_3 , а видаляється з приміщення через викидні канали теплоутилізатора, m_4 . Аналіз надходжень і видалень водяної пари при реалізації енергоощадного способу створення

нормативного повітряного середовища показує, що її вологовміст в тваринницькому приміщенні залежить від температури і вологовмісту припливного повітря, параметрів теплоутилізатора та інтенсивності надходжень від тварин чи птиці і змоченої поверхні. Тому для отримання кінетики вологовмісту повітря в тваринницькому приміщенні необхідно скласти диференційне рівняння матеріального балансу надходжень і видалень водяної пари. Для схеми, приведеної на рис. 1, за елементарний проміжок часу $d\tau$, год, матеріальний баланс водяної пари має такий вигляд:

$$dm_{II} = dm_1 + dm_2 + dm_3 - dm_4, \quad (1)$$

де dm_{II} – зміна кількості водяної пари у тваринницькому чи птахівничому приміщенні, кг;

dm_1 – зміна кількості водяної пари, що надходить у приміщення від тварин чи птиці і інших джерел, кг;

dm_2 – зміна кількості водяної пари, що надходить у приміщення з припливним повітрям, кг;

dm_3 – зміна кількості водяної пари, що направляється у приміщення з потоком рециркуляційного повітря, кг;

dm_4 – зміна кількості водяної пари, що видалається з приміщення через викидні канали теплоутилізатора, кг.

Зміни кількості водяної пари у тваринницькому чи птахівничому приміщенні; що надходить у приміщення від тварин чи птиці і інших джерел, що надходить у приміщення з припливним повітрям, що направляється у приміщення з потоком рециркуляційного повітря, що видалається з приміщення через викидні канали теплоутилізатора визначаються за формулами:

$$dm_{II} = V \cdot \rho_{сп} \cdot dx_{II}, \quad (2)$$

$$dm_1 = \Pi_B \cdot d\tau, \quad (3)$$

$$dm_2 = \frac{(1-K) \cdot G \cdot x_2}{1+x_2} \cdot d\tau \quad (4)$$

$$dm_3 = \frac{K \cdot G \cdot x_1}{1+x_1} \cdot d\tau, \quad (5)$$

$$dm_4 = \frac{G \cdot x_{II}}{1+x_{II}} \cdot d\tau, \quad (6)$$

де V – об'єм тваринних і пташиних приміщень, м³;

$\rho_{сп}$ – густина сухого повітря, кг/м³;

x_{II} – вологовміст повітря в приміщенні, кг_в/кг_{сп};

Π_B – потік водяної пари в приміщення від тварин і інших джерел, кг_в/год;

K – частка підігрітого потоку припливного повітря яка подається на вхід припливних каналів теплоутилізатора для захисту від обмерзання теплообмінної поверхні. Визначається за формулою приведеною в [17];

G – подача повітря через припливні і викидні канали теплоутилізатора, кг/год;

x_1 – вологовміст потоку повітря на виході викидних каналів теплоутилізатора K та частина якого подається в приміщення, кг_в/кг_{сп};

x_2 – вологовміст потоку повітря на виході припливних каналів теплоутилізатора (вологовміст повітря зовнішнього середовища), кг_в/кг_{сп};

З урахуванням формул (2) – (6) диференційне рівняння (1) матеріального балансу надходжень і видалень водяної пари з тваринних чи пташиних приміщень, має такий вигляд:

$$V \cdot \rho_{сп} \cdot dx_{II} = \Pi_B \cdot d\tau + \frac{K \cdot G \cdot x_1}{1+x_1} \cdot d\tau + \frac{(1-K) \cdot G \cdot x_2}{1+x_2} \cdot d\tau - \frac{G \cdot x_{II}}{1+x_{II}} \cdot d\tau \quad (7)$$

Згідно вимог нормативних документів [7 - 9] в холодний і перехідний періоди року температура повітря в приміщеннях для утримання тварин і птиці в залежності від призначення приміщення, може знаходитись в межах від 3 °С до 33 °С, а відносна вологість повітря від 40% до 85%. При цьому вологовміст повітря може приймати значення 0,005 – 0,0343 кг_в/кг_{сп}. Тому, числові значення знаменників в правій частині формули (7) близькі до одиниці і їх можна не враховувати.

Аналіз результатів вимірювання температури і відносної вологості зовнішнього повітря показує, що швидкість зміни цих параметрів, протягом тривалих періодів не значна, тому вологовміст потоку повітря на виході припливних каналів теплоутилізатора в формулі (7) можна вважати постійно величиною і визначати за формулою [19]:

$$x_2 = \frac{0,622 \cdot \varphi_{II2} \cdot P_0 \cdot \exp\left(\frac{\alpha \cdot t_{II2}}{\beta + t_{II2}}\right)}{P_a - \varphi_{II2} \cdot P_0 \cdot \exp\left(\frac{\alpha \cdot t_{II2}}{\beta + t_{II2}}\right)}, \quad (8)$$

де $\varphi_{п2}$ – відносна вологість повітря на вході припливних каналів теплоутилізатора (відносна вологість зовнішнього повітря), %;

$t_{п2}$ – температура повітря на вході припливних каналів теплоутилізатора (температура зовнішнього повітря), °С;

P_a – атмосферний тиск, Па;

P_0 , α і β – постійні коефіцієнти, згідно [19] $P_0 = 6,1121$ гПа, $\alpha = 17,5045$, $\beta = 241,2$ °С.

Згідно з рис.1, як наслідок реалізації захисту від обмерзання теплообмінної поверхні, при температурах зовнішнього повітря менших температури обмерзання теплообмінної поверхні [20], в приміщення поступає К-та частина повітряного потоку викидних каналів теплоутилізатора з відносною вологістю 100%. Вологовміст цього повітряного потоку визначається за формулою:

$$x_1 = \frac{62,2 \cdot P_0 \cdot \exp\left(\frac{\alpha \cdot t_{к1}}{\beta + t_{к1}}\right)}{P_a - 100 \cdot P_0 \cdot \exp\left(\frac{\alpha \cdot t_{к1}}{\beta + t_{к1}}\right)}, \quad (9)$$

де $t_{к1}$ – температура К-тої частина повітряного потоку з викидних каналів теплоутилізатора, яка поступає в приміщення, °С. Ця температура визначається з використанням рівнянь математичної моделі рекуперативного теплоутилізатора [21] з урахуванням показників його призначення і параметрів повітря в приміщенні і зовнішнього середовища.

Отже, при постійних параметрах зовнішнього повітря і температури в приміщенні та з урахуванням вище викладених міркувань диференційне рівняння (7) можна подати в такому вигляді:

$$\frac{dx_{п}}{\frac{P_B + K \cdot G \cdot x_1 + (1-K) \cdot G \cdot x_2}{V \cdot \rho_{сп}} - \frac{G}{V \cdot \rho_{сп}} \cdot x_{п}} = d\tau \quad (10)$$

Рішення диференційного рівняння (10), яке отримане при початкових умовах $\tau = 0$, $x_{п} = x_0$, є аналітичним виразом кінетики вологовмісту повітря в тваринницькому чи птахівничому приміщенні при використанні рекуперативних теплоутилізаторів з захистом від обмерзання теплообмінної поверхні в системах припливної вентиляції:

$$x_{п} = \frac{P_B}{G} + K \cdot x_1 + (1-K) \cdot x_2 - \left(\frac{P_B}{G} + K \cdot x_1 + (1-K) \cdot x_2 - x_0\right) \cdot \exp\left(-\frac{G \cdot \tau}{V \cdot \rho_{сп}}\right) \quad (11)$$

При $\tau = \infty$ вологовміст повітря в приміщенні має усталене значення $x_{пв}$, кг_в/кг_{сп}. Для цього випадку з формули (11) знаходимо:

$$x_{пв} = \frac{P_B}{G} + K \cdot x_1 + (1-K) \cdot x_2 \quad (12)$$

При температурах зовнішнього повітря більших температури обмерзання теплообмінної поверхні, тобто при $K = 0$, залежність (12) аналогічна рівнянню балансу вологовмісту в повітрі тваринних чи пташиних приміщень з [15]. Цим підтверджується те, що отримана залежність (11) є узагальнюючим рівнянням взаємозв'язку кінетики вологовмісту повітряного середовища тваринницького чи птахівничого приміщення, температури і відносної вологості в приміщенні і зовнішнього середовища, та показників призначення рекуперативного теплоутилізатора з захистом від обмерзання згідно [17] системи припливної вентиляції.

Відносна вологість повітря в приміщенні залежить від вологовмісту повітря, його температури і атмосферного тиску. З урахуванням взаємозв'язку цих параметрів повітряного середовища та кінетики вологовмісту (11) і його усталеного значення (12), аналітичний вираз кінетики відносної вологості повітря в тваринних чи пташиних приміщеннях $\varphi_{п}$, %, має вигляд такої залежності:

$$\varphi_{п} = \frac{\left[x_{пв} - (x_{пв} - x_0) \cdot \exp\left(-\frac{G \cdot \tau}{V \cdot \rho_{сп}}\right) \right] \cdot P_a}{\left[x_{пв} - (x_{пв} - x_0) \cdot \exp\left(-\frac{G \cdot \tau}{V \cdot \rho_{сп}}\right) + 0,622 \right] \cdot P_0 \cdot \exp\left(\frac{\alpha \cdot t_{п1}}{\beta + t_{п1}}\right)} \quad (13)$$

де $t_{п1}$ – температура повітря в приміщенні, °С.

Аналіз отриманих залежностей показує, що кінетика вологовмісту і відносної вологості повітря в тваринних і пташиних приміщеннях при використанні рекуперативних теплоутилізаторів з захистом від обмерзання теплообмінної поверхні в системах припливної вентиляції має експоненціальний характер, а їх величина може збільшуватись або зменшуватись в залежності від початкового значення вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні. При температурах зовнішнього повітря менших температури обмерзання теплообмінної поверхні рекупе-

ративних теплоутилізаторів усталене значення вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні збільшується, що необхідно враховувати при проектуванні систем припливної вентиляції з утилізацією теплоти викидного повітря.

ВИСНОВКИ

Методичний підхід щодо аналізу взаємозв'язків між вологовмістом повітряного середовища тваринних і пташиних приміщень з параметрами потоків повітря на входах і виходах припливних і викидних каналів рекуперативного теплоутилізатора з захистом від обмерзання теплообмінної поверхні та їх

синтезу в вигляді матеріального балансу водяної пари забезпечили отримання аналітичних залежностей кінетики вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні. Кінетика вологовмісту і відносної вологості повітря в тваринних і пташиних приміщеннях при використанні рекуперативних теплоутилізаторів в системах припливної вентиляції має експоненціальний характер, а їх величина може збільшуватись або зменшуватись в залежності від початкового значення вологовмісту і відносної вологості повітря в приміщенні.

Бібліографія

1. Корчемний М. О. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. О. Корчемний, В. С. Федорейко, В. П. Щербань. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
2. Болтянська Н. І. Шляхи енергозбереження при забезпеченні мікроклімату на птахівничих фермах / Н. І. Болтянська, О. В. Болтянський // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2001. – Вип. 13. Т. 3 – С.18 – 25.
3. Гладка А. Б. Технології як основа підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва / А. Б. Гладка // Птахівництво: Міжвідомч. темат. наук. зб./ ІП УААН. – Харків, 2008. – Вип. 62. 425 с.
4. Енергетична стратегія України на період до 2030 року / Схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 № 1071-р. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://document.ua/energetichna-strategija-ukrayini-na-period-do-2030-r.-doc195024.html>.
5. Адамчук В. В. Наукове забезпечення ефективного застосування електричної енергії в технологічних процесах агропромислового виробництва / В. В. Адамчук, В. Ф. Петриченко, В. Г. Мироненко, Ю. В. Герасимчук // Механізація та електрифікація сільського господарства // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Глеваха, 2014. – Вип. 99. Т.1 – С. 14 – 33.
6. Адамовски Р. Использование вторичной теплоты вентиляционного воздуха для обогрева помещений в животноводстве / Р. Адамовски, Д. Адамовски // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2004. – №6. – С.16,17.
7. Відомчі норми технологічного проектування. Скотарські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми): ВНТП-АПК-01.05. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 112 с.
8. Відомчі норми технологічного проектування. Свилярські підприємства (комплекси, ферми, малі ферми): ВНТП-АПК-02.05. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 98 с.
9. Відомчі норми технологічного проекту-

вання. Підприємства птахівництва: ВНТП-АПК-04.05. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 90 с.

10. Мишуров Н.П. Энергосберегающее оборудование для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях / Н.П. Мишуров, Т. Н. Кузьмина // Научно -аналитический обзор. – М.: ФГНУ „Росинформагротех“, 2004. – 106 с.

11. Раяк М. Б. Анализ результатов испытаний рекуперативных теплообменников / М. Б. Раяк, В. А. Шмидт, Е. Е. Карпис, В. И. Прохоров, Б. И. Макаров // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981.–№4. – С.20 – 23.

12. Харитонович М. В. Энергетическая оценка теплообменников в системах вентиляции ферм / М. В. Харитонович // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1980. – №9. – С. 15 – 18.

13. Соколов А. Г. Работоспособность рекуперативных теплообменников при низких наружных температурах / А. Г. Соколов // Исследование машин и оборудования для механизации свиноводства. Сборник научных трудов. / Всероссийский научно – исследовательский и проектно-технологический институт животноводства. Подольск. – 1988. – С.99 – 103.

14. Ходченко Н. К. Утилизация теплоты удаляемого воздуха на фермах / Н. К. Ходченко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1981. – №4. – С. 18 – 20.

15. Рекомендации по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих и птицеводческих зданий при новом строительстве и реконструкции с учетом экономии топливно-энергетических ресурсов. – К.: УкрНИИагропроект. 1986. – 82 с.

16. Рекомендации по расчету и проектированию систем обеспечения микроклимата животноводческих помещений с утилизацией теплоты выбросного воздуха [Електронний ресурс]. – Режим доступу: // <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293845/4293845766.htm>.

17. Патент на винахід 86504 Україна. Спосіб утилізації теплоти вентиляційних викидів тварин-

ницьких приміщень в холодний період року/ Герасимчук Ю. В., Гірченко М. Т., Довбненко О. Ф.; Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». - №200708648, заявл. 27.07.2007, опубл. 27.04.2009, бюл. №8.

18. Герасимчук Ю. В. Енергоощадний спосіб створення нормативного повітряного середовища в тваринницьких і птахівничих приміщеннях / Ю. В. Герасимчук, О. Ф. Довбненко // Механізація та електрифікація сільського господарства // Міжвідомчий тематичний науковий збірник. – Глеваха, 2009. – Вип. 93 – С. 310-318.

19. Таблицы психрометрические. Построение, содержание, расчетные соотношения: ГОСТ 8.524-85. – [Чинний від 1986-07-01]. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1985. – 34 с.

20. Герасимчук Ю. В. Визначення температури обмерзання теплообмінної поверхні рекуперативних теплоутилізаторів вентиляційних викидів тваринницьких приміщень / Ю. В. Герасимчук // Механізація та електрифікація сільського господарства: [загальнодержавний збірник]. – 2015. – Випуск №1 (100)/[ННЦ «ІМЕСГ»]. – Глеваха, С.137 – 145.

21. Герасимчук Ю. В. Математична модель рекуперативного теплоутилізатора вентиляційних викидів тваринницьких приміщень / Ю. В. Герасимчук // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК» / Редкол.: Д. О. Мельничук (відп. ред.) та ін. – К.: ВЦ НУБіП України, 2014. – Вип. 194. ч.2 – С. 93. – 100.

References

1. Korchemny M. O. Enerhozberezhennya v ahropromyslovomu kompleksi / M. O. Korchemny, V. S. Fedoreyko, V. P. Shcherban. – Ternopil': Pidruchnyky i posibnyky, 2001. – 984 s.

2. Boltyanska N. I. Shlyakhy enerhozberezhennya pry zabezpechenni mikroklimatu na ptakhivnychkykh fermakh / N. I. Boltyanska, O. V. Boltyansky // Pratsi TDATU. – Melitopo, 2001. – Vyp. 13. T. 3 – S.18 – 25.

3. Hladka A. B. Tekhnolohiyi yak osnova pidvyshchennya efektyvnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva / A. B. Hladka // Ptakhivnytstvo: Mizhvidomch. temat. nauk. zb./ IP UAAN. – Kharkiv, 2008. – Vyp. 62.- 425 s.

4. Enerhetychna stratehiya Ukrainy na period do 2030 roku / Skhvalena rozporядzhennyam Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 24 lypnya 2013 № 1071-r. [Elektronnyy resurs].– Rezhym dostupu: // <http://dotsument.ua/energetichna-strategija-ukrayini-na-period-do-2030-r.-dots195024.html>.

5. Adamchuk V. V. Naukove zabezpechennya efektyvnoho zastosuvannya elektrychnoyi enerhiyi v tekhnolohichnykh protsesakh ahropromyslovoho vyrobnytstva / V. V. Adamchuk, V. F. Petrychenko, V.

H. Myronenko, Yu. V. Herasymchuk // Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva // Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk. – Hlevakha, 2014. – Vyp. 99. T.1 – S. 14 – 33.

6. Adamovsky R. Yspolzovanye vtorychnoy teploty ventilyatsyonnoho vozdukha dlya obohreva pomeshcheny v zhyvotnovodstve / R. Adamovsky, D. Adamovsky // Mekhanyzatsyya y elektryfikatsyya sel'skoho khozyaystva. – 2004. – №6. – S. 16-17.

7. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Skotarski pidpryyemstva (kompleksy, fermy, mali fermy): VNTP-APK-01.05. – K.: Minahropolityky Ukrainy, 2005. – 112 s.

8. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Svnarski pidpryyemstva (kompleksy, fermy, mali fermy): VNTP-APK-02.05. – K.: Minahropolityky Ukrainy, 2005. – 98 s.

9. Vidomchi normy tekhnolohichnoho proektuvannya. Pidpryyemstva ptakhivnytstva: VNTP-APK-04.05. – K.: Minahropolityky Ukrainy, 2005. – 90 s.

10. Myshurov N.P. Enerhosberehayushchee oborudovanye dlya obespechenyya mykroklymata v zhyvotnovodcheskykh pomeshchenyakh / N.P. Myshurov, T. N. Kuz'myna // Nauchno -analytycheskyy obzor. – M.: FHNU „Rosynformahrotekh“, 2004. – 106 s.

11. Rayak M. B. Analiz rezultatov yspytanyy rekuperatyvnykh teploobmennykov / M. B. Rayak, V. A. Shmydt, E. E. Karpys, V. Y. Prokhorov, B. Y. Makarov // Mekhanyzatsyya y elektryfikatsyya sel'skoho khozyaystva. – 1981.– №4. – S.20 – 23.

12. Kharytonovych M. V. Enerhetycheskaya otsenka teploobmennykov v systemakh ventilyatsyy ferm / M. V. Kharytonovych // Mekhanyzatsyya y elektryfikatsyya sel'skoho khozyaystva. – 1980. – №9. – S. 15 – 18.

13. Sokolov A. H. Rabotosposobnost rekuperatyvnykh teploobmennykov pry nyzkykh naruzhnykh temperaturakh / A. H. Sokolov // Yssledovanye mashyn y oborudovannya dlya mekhanyzatsyy svynovodstva. Sbornyk nauchnykh trudov. / Vserossyyskyy nauchno – yssledovatel'skyy y proektno-tekhnolohycheskyy ynstytut zhyvotnovodstva. Podolsk. – 1988. – S.99 – 103.

14. Khodchenko N. K. Utylyzatsyya teplotu udalyaemoho vozdukha na fermakh / N. K. Khodchenko // Mekhanyzatsyya y elektryfikatsyya sel'skoho khozyaystva. – 1981. – №4. – S. 18 – 20.

15. Rekomendatsyy po raschetu y proektyrovanyyu system obespechenyya mykroklymata zhyvotnovodcheskykh y pytsevodcheskykh zdanyy pry novom stroytelstve y rekonstruktsyy s uchetom ekonomyy toplivno-enerhetycheskykh resursov. – K.: UkrNYYahroproekt. 1986. – 82 s.

16. Rekomendatsyy po raschetu y proektyrovanyyu system obespechenyya mykroklymata zhyvotnovodcheskykh pomeshcheny s utylyzatsyyey teploty vybrosnoho vozdukha [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: // <http://www.gostrf.tsom/normadata/1/4293845/4293845766.htm>.

17. Patent na vynakhid 86504 Ukrayina. Sposib utylizatsiyi teploty ventilyatsiynykh vykydiv tvarynnytskykh prymishchen v kholodnyy period roku/ Herasymchuk Yu. V, Hirchenko M. T., Dovbnenko O. F.; Natsionalnyy naukovyy tsentr «Instytut mekhanizatsiyi ta elektryfikatsiyi silskoho hospodarstva». - №200708648, zayavl. 27.07.2007, opubl. 27.04.2009, byul. №8.

18. Herasymchuk Yu. V. Enerhooshchadnyy sposib stvorenyya normatyvnoho povitryanoho seredovyshcha v tvarynnytskykh i ptakhivnychykh prymishchennyakh / Yu. V. Herasymchuk, O. F. Dovbnenko // Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva // Mizhvidomchyy tematychnyy naukovyy zbirnyk. – Hlevakha, 2009. – Vyp. 93 – S. 310-318.

19. Tablytsy psikhrometrycheskye. Postroyeny, sodержanye, raschetnye sootnosheniya: HOST 8.524-85. – [Chynnyy vid 1986-07-01]. – M.: Hosudarstvennyy komitet SSSR po standartam, 1985. – 34 s.

20. Herasymchuk Yu. V. Vyznachennya temperatury obmerzannya teploobminnoyi poverkhni rekuperatyvnykh teploutylizatoriv ventilyatsiynykh vykydiv tvarynnytskykh prymishchen / Yu. V. Herasymchuk // Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva: [zahalnodержavnyy zbirnyk]. – 2015. – Vypusk №1 (100)/[NNT «IMESH»]. – Hlevakha, - S.137 – 145.

21. Herasymchuk Yu. V. Matematychna model rekuperatyvnoho teploutylizatora ventilyatsiynykh vykydiv tvarynnytskykh prymishchen / Yu. V. Herasymchuk // Naukovyy visnyk Natsionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrayiny. Seriya «Tekhnika ta enerhetyka APK» / Redkol.: D. O. Melnychuk (vidp. red.) ta in. – K.: VTs NUBiP Ukrayiny, 2014. – Vyp. 194. Ch.2 – S. 93. – 100.

References

1. Korchemnyy M.O. Energy conservation in agriculture / MO Korchemnyy, VS Fedoreyko, VP Shcherban. - Ternopil: Textbooks and manuals, 2001. - 984 p.

2. Boltyanska N.I. Ways energy savings while ensuring the microclimate in poultry farms / N.I. Boltyanska, A.V. Boltyanskyy // Proceedings Livestock State Agrotechnology University. - Melitopol, 2001. - Vol. 13. T. 3 - P.18 - 25.

3. Smooth Technology A.B. as a basis for improving the efficiency of agricultural production / A.B. Smooth // Poultry, interagency. temat. Science. Coll. / IP UAAS. - Kharkiv, 2008. - Vol. 62. - 425 p.

4. Energy Strategy of Ukraine until 2030 / Approved by Cabinet Ministers of Ukraine dated July 24, 2013 № 1071-p. [Electronic resource] .- Access: // <http://document.ua/energetichna-strategija-ukrayini-na-period-do-2030-r.-doc195024.html>.

5. V. Adamchuk Scientific ensure efficient use of electricity in manufacturing processes agroindustrial production / V.V. Adamchuk, Petrychenko V.F., V.G. Mironenko, Yu. Gerasymchuk // Mechanization and electrification of agriculture // Interdepartmental thematic

scientific collection. - Glevakha, 2014. - Vol. 99. Vol.1 - P. 14 - 33.

6. Adamovskaya R. Using a secondary heat ventilation air for heating in animal / P. Adamova, D. Adamovskaya // Mechanization and electrification of agriculture. - 2004. - №6. - P.16-17.

7. Departmental rules technological design. Ranching enterprise (buildings, farms, small farms): VNTP-AIC-01.05. - K.: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2005. - 112 p.

8. Ddepartmental rules technological design. Pig-breeding enterprises (buildings, farms, small farms): VNTP-AIC-02.05. - K.: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2005. - 98 p.

9. Departmental rules technological design. Poultry Enterprises: VNTP-AIC-04.05. - K.: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine, 2005. - 90 p.

10. Mishurov N.P. Energy-saving equipment to provide the microclimate in livestock buildings / N.P. Tinsel, T.N. Kuzmin // Scientific an analytic review. - M.: Federal State "Rosinformagroteh", 2004. - 106 p.

10. Mishurov N.P. Energy-saving equipment to provide the microclimate in livestock buildings / N.P. Tinsel, T.N. Kuzmin // Scientific an analytic review. - M.: Federal State "Rosinformagroteh", 2004. - 106 p.

11. Rayak M.B. Analysis of test results recuperative heat exchanger / M.B. Rayak, V.A. Schmidt, E.E. Karpis, Prokhorov V.I., B.I. Makarov // Mechanization and electrification of agriculture. - 1981. - №4. - P.20 - 23.

12. Kharitonovich M.V. Power estimation of heat exchangers in the ventilation systems of farms / MV Kharitonovich // Mechanization and electrification of agriculture. - 1980. - №9. - P. 15 - 18.

13. Sokolov A.G. Efficiency recuperative heat exchanger at low outdoor temperatures / A.G. Sokolov // Study of machines and equipment for mechanization of pig. Collection of scientific papers. / All - Russian Scientific Research and Design and Technology Institute of Animal Husbandry. Podolsk. - 1988. - P.99 - 103.

14. Khodchenko N.K. Heat recovery exhaust air in the Farms / N.K. Khodchenko // Mechanization and electrification of agriculture. - 1981. - №4. - P. 18 - 20.

15. Recommendations for the calculation and design of software systems microclimate of livestock and poultry buildings in new construction and renovation, taking into account the saving of fuel and energy resources. - K.: UkrNIiAgroproekt. 1986. - 82 p.

16. Guidelines for calculation and design software microclimate of livestock buildings with heat recovery exhaust air systems [Electron resource]. - Access mode: // <http://www.gostrf.com/normadata/1/4293845/4293845766.html>

17. A patent for invention 86504 Ukraine. The method of recycling heat ventilation exhausts livestock buildings in the cold season / Gerasymchuk Yu, Hirchenko M.T, Dovbnenko A. F.; National Scientific Center "Institute of mechanization and electrification of

agriculture." - №200708648, appl. 27.07.2007, publ. 27.04.2009, Bull. №8.

18. Gerasymchuk Yu. Energy-saving way to create a regulatory environment air in livestock and poultry premises / V. Gerasymchuk, A.F. Dovbnenko // Mechanization and electrification of agriculture // Interdepartmental thematic scientific collection. - Glevakha, 2009. - Vol. 93 - P. 310-318.

19. Psychrometric tables. Construction, maintenance, design relations: to GOST 8.524-85. - [Chinny od 07.01.1986]. - M.: USSR State Committee on Standards, 1985. - 34 p.

20. Gerasymchuk V. Definition icing heat transfer

surface temperature recuperative heat recovery units ventilation exhausts livestock buildings / V. Gerasymchuk // Mechanization and electrification of agriculture [nationwide collection]. - 2015. - Issue №1 (100) / [NSC "IAEE"]. - Glevakha, -P.137 - 145.

21. Gerasymchuk V. Mathematical model of regenerative heat utilizers ventilation exhausts livestock buildings / Gerasymchuk V. // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. A series of "Technology and Energy APC" / Redkol.: D.A. Melnychuk (ed. Ed.) And others. - K.: CC NUBiP Ukraine, 2014. - Vol. 194. Part 2 - S. 93 - 100.

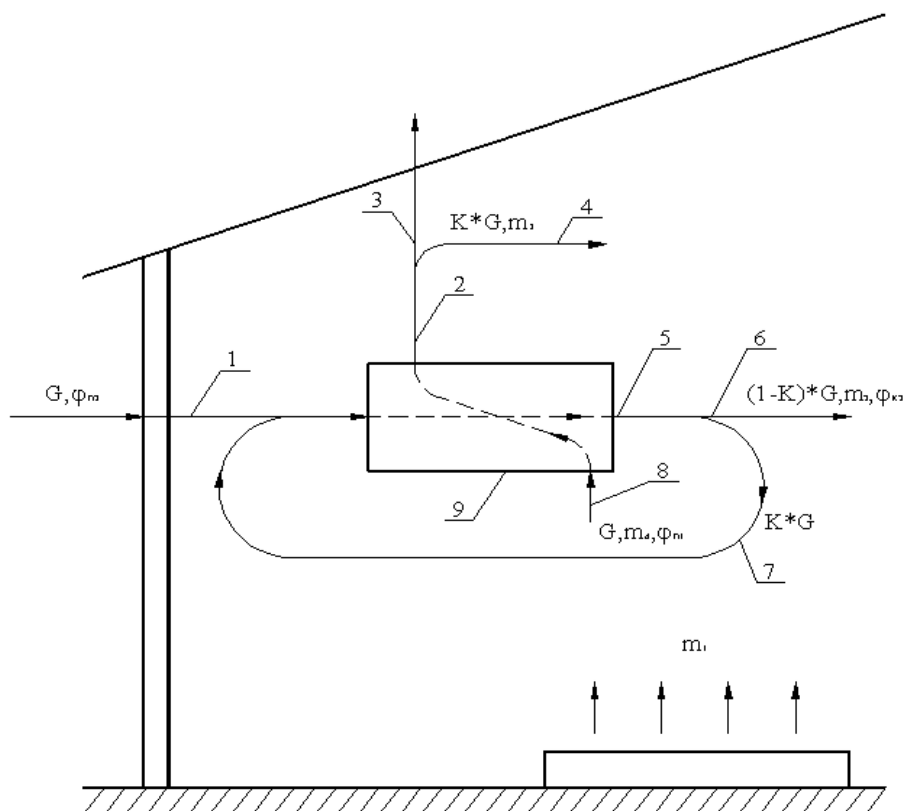


Рис.1. Потоки повітря і водяних парів в тваринницькому приміщенні при застосуванні рекуперативних теплоутилізаторів вентиляційних викидів з захистом від обмерзання теплообмінної поверх:

1 – в припливні канали теплоутилізатора; 2 – з викидних каналів теплоутилізатора; 3 – з викидних каналів в зовнішнє середовище; 4 – з викидних каналів на рециркуляцію; 5 – з припливних каналів; 6 – з припливних каналів в приміщення; 7 – з виходу припливних каналів для підігріву припливного повітря; 8 – з приміщення у викидні канали; 9 – рекуперативний теплоутилізатор

Fig. 1. The flows of air and water vapor in the livestock buildings when using recuperative heat recovery units with ventilation exhausts heat exchange with protection from icing heat exchange floor:

1 - in tidal channels of the heat utilizers; 2 - with exhaust heat utilizers channels; 3 - from exhaust channels into the environment; 4 - with the exhaust channels for recycling; 5 - with tidal channels; 6 - with tidal channels in the room; 7 - from output of tidal channels for heating the supply air; 8 - with room in miscarriages channels; 9 - recuperative heat recovery units

ЕНЕРГЕТИКА, ЕНЕРГЕТИЧНІ ЗАСОБИ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ

УДК 631.3:528.8:681.518

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНА СХЕМА ТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ ЛОКАЛЬНОГО МОНІТОРИНГУ ЕЛЕКТРОПРОВІДНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРУНТОВОГО СЕРЕДОВИЩА

В. Г. Мироненко, *д.т.н., проф.* E-mail: mironenko1952@ukr.net тел: +380973344198
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського
господарства» НААН України

О. О. Броварець, *к.т.н.* - Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Мета. Технічне забезпечення локально-стрічкового диференційованого внесення мінеральних добрив на основі оперативного моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля.

Методи. Аналіз сучасних методів моніторингу стану ґрунту. Синтез технічних засобів для оперативного моніторингу ґрунту на основі даних реєстрації електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами. Математичне моделювання процесу аналого-цифрового перетворення сигналу сенсор-електродів щодо електропровідних властивостей ґрунту.

Результати. Модель технічної системи оперативного моніторингу електропровідних влас-

тностей ґрунтового середовища. Класифікація аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів інформації.

Висновки. Технічні засоби диференційного внесення мінеральних добрив на основі даних моніторингу фізико-механічного та агробіологічного стану ґрунтового та рослинного середовища дозволяють зекономити 10-25% технологічного матеріалу за умови підвищення урожайності сільськогосподарських культур.

Ключові слова: агротехнології, диференційне внесення добрив, оперативний моніторинг, перетворювачі сигналів, технічні системи.

UDC 631.3:528.8:681.518

STRUCTURAL-FUNCTIONAL SCHEME OF THE MONITORING SYSTEM OF ELECTRO- TECHNICAL PROPERTIES OF THE LOCAL SOIL ENVIRONMENT

V. G. Mironenko, *Doc. tech. Sciences, Prof.* E-mail: mironenko1952@ukr.net
tel: +380973344198

NSC «IAEE» of NAAS of Ukraine

O. O. Brovarec, *PhD. tech. Sciences - National University of Life and Environmental
sciences of Ukraine*

SUMMARY

The purpose. Technical support of locally-belt differentiated fertilization based on on-line monitoring parameters variability of an agricultural field.

Methods. Analysis of modern methods of monitoring the condition of the soil. The synthesis of technical means for operational monitoring of soils based on soil properties of conducting the registration

sensor-electrodes. Mathematical modeling of the process of analog-to-digital conversion of the signal sensor electrodes for electro-soil properties.

Results. Model of technical system for operational monitoring of electrically conductive properties of the soil environment. Classification of analog-to-digital and digital-to-analog converters.

Conclusions. Technical means of differentiated fertilization based on the monitoring data of

physical-mechanical and agro biological the condition of soil and plant environments allow you to save 10-25% of technological material subject to increase productivity of agricultural crops.

Key words: *agricultural technologies, the differential application of fertilizers, operational monitoring, signal converters, technical systems.*

УДК 631.3:528.8:681.518

СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ЛОКАЛЬНОГО МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОПРОВОДНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ

В. Г. Мироненко д.т.н., проф. . E-mail: mironenko1952@ukr.net - Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

А. А. Броварец к.т.н - Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины

РЕЗЮМЕ

Цель. Техническое обеспечение локально-полосного дифференцированного внесения минеральных удобрений на основе оперативного мониторинга изменчивости параметров сельскохозяйственного поля.

Методы. Анализ современных методов мониторинга состояния почвы. Синтез технических средств для оперативного мониторинга почв на основе данных регистрации электропроводных свойств почвы сенсор-электродами. Математическое моделирование процесса аналого-цифрового преобразования сигнала сенсор - электродов относительно электропроводных свойств почвы.

Результаты. Модель технической системы для оперативного контроля электропроводных

свойств почвенной среды. Классификация аналого-цифровых и цифро-аналоговых преобразователей информации.

Выводы. Технические средства дифференцированного внесения минеральных удобрений на основе данных мониторинга физико-механического и агробиологического состояния почвенной и растительной среды позволяют экономить 10-25% технологических материалов при условии повышения урожайности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: *агротехнологии, дифференцированное внесение удобрений, оперативный мониторинг, преобразователи сигналов, технические системы.*

Проблема. Істотне підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва можливе за рахунок оперативного та ціленаправленого керування якістю виконання технологічних операцій у рослинництві. Важливе значення при вирішенні цієї задачі має моніторинг стану сільськогосподарських угідь. Сучасна альтернатива традиційному агрохімічному обстеженню – контактні та безконтактні методи на основі електромагнітних явищ.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Одним з перспективних напрямків використання опосередкованої інформації про стан ґрунту з надійним алгоритмом перерахунку такої інформації в об'єктивно необхідні дані являються показники електричної провідності ґрунту та магнітні властивості.

Найчастіше це вимірювання, реєстрація, обробка, аналіз і тлумачення електропровідних та електромагнітних властивостей ґрунту, що дає

можливість визначити гранулометричний (механічний) склад ґрунту, вміст органічної речовини, солей, вологість, виділити ґрунтові контури і оцінити неоднорідність ґрунтових властивостей в цілому [1-7].

Недоліком існуючих способів моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища є значна похибка при визначенні, яка обумовлена складом робочого обладнання.

Мета дослідження. Технічне забезпечення локально-стрічкового диференційованого внесення мінеральних добрив на основі оперативного моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля.

Результати досліджень. Локально-стрічкове диференційоване внесення мінеральних добрив може бути здійснене за допомогою спеціального індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення

мінеральних добрив з використанням пристроїв для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля. На основі даних вимірювання вмісту поживних речовин у ґрунті (реєстрація електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами, які розміщуються спереду на транспортному засобі під час виконання технологічної операції), забезпечується раціональна норма внесення поживних речовин у ґрунт.

Це можливо шляхом отримання достовірних даних про стан ґрунтового середовища шляхом зменшення похибки при визначенні величини електропровідних властивостей ґрунту та зменшення інтенсивності руйнування структури ґрунту, забезпечення стабільності електричного контакту електрода з ґрунтом, використання інтегруючих аналого-цифрових перетворювачів технічних системи локального моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища

Поставлене завдання досягається шляхом використання електродної пари, яка розміщується на рухомому транспортному засобі та постійно занурена у ґрунт (рис. 1).

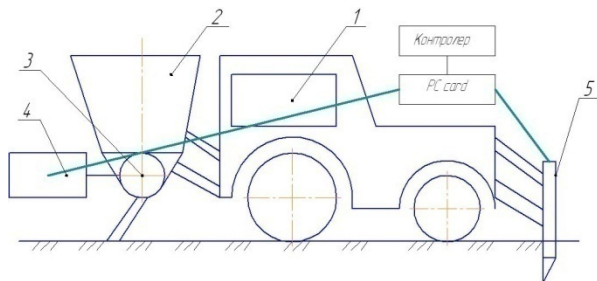


Рис.1. Схема машини для локально-стрічкового диференційованого внесення мінеральних добрив з пристроєм для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського.

1 - транспортний засіб; 2 - машина для внесення мінеральних добрив; 3 - пристрій для внесення технологічного матеріалу; 4 – індивідуальний привід; 5 – електродна пара

Fig. 1. General view of the machine locally-belt differentiated fertilization with a device for monitoring the variability of agricultural options. 1 - transport vehicle; 2 - machine for entering mineral fertilizers; 3 - a device for introducing of technological material; 4 - individual drive; 5 - electrode pair

Пристрій складається з транспортного засобу 1, машини для внесення мінеральних

добрив 2, що розміщується позаду транспортного засобу 1, пристрою для внесення технологічного матеріалу 3, спеціального пристрою індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив 4 та електродної пари 5, які розміщуються спереду на транспортному засобу 1, контролера, PC card з магнітним носієм.

Пристрій працює наступним чином: при переміщенні транспортного засобу 1 з машиною для внесення мінеральних добрив 2, що розміщується позаду транспортного засобу 1, відбувається локально-стрічкове диференційоване внесення мінеральних добрив за допомогою пристрою для внесення технологічного матеріалу 3 та спеціального пристрою індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив 4 з використанням даних від пристрою для моніторингу електропровідних властивостей ґрунтового середовища 5. Пристрій для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля працює шляхом вимірювання вмісту поживних речовин у ґрунті – реєстрацією електропровідних властивостей ґрунту сенсор-електродами. Контролер отримує дані від пристроїв для моніторингу варіабельності параметрів сільськогосподарського поля та керує спеціальним пристроєм індивідуального приводу робочих елементів машини для внесення мінеральних добрив. Дані отримані від пристроїв для моніторингу записуються у вигляді електронної карти на PC card з магнітним носієм з прив'язкою до координат місцезнаходження за допомогою системи DGPS. На PC card з магнітним носієм електронної карти можливий запис даних від пристроїв для моніторингу (картограма завдання) та реалізації змінних норм внесення мінеральних добрив (технологічного матеріалу) – електронна карта (картограма реалізація).

Важливою складовою є контролер, основою якого є аналого-цифрові підсилювачі-перетворювачі. Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) це пристрої, які приймають вхідні аналогові сигнали та генерують відповідні до них цифрові сигнали, які придатні для обробки мікропроцесорами та іншими цифровими пристроями.

Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) це пристрої, котрі приймають вхідні аналогові сигнали та генерують відповідні до них цифрові сигнали, які придатні для обробки мікропроцесорами та іншими цифровими пристроями.

Принципово не виключена можливість безпосереднього перетворення різних фізичних величин в цифрову форму, однак це завдання вдається розв'язати рідко, через складність таких перетворювачів. Тому, зараз найраціональнішим вважається спосіб перетворення різних за фізичною природою величин спочатку в функціонально пов'язані з ними електричні, а потім уже за допомогою перетворювачів напруга – код – в цифрові. Саме ці перетворювачі і мають на увазі, коли говорять про АЦП.

Процедура аналого-цифрового перетворення неперервних сигналів, яку реалізують за допомогою АЦП, це перетворення неперервної функції часу $U(t)$, яка описує вхідний сигнал, у послідовність чисел $\{U(t_j)\}$, $j = 0, 1, 2, \dots$, що віднесені до деяких фіксованих моментів часу. Цю процедуру можна розділити на дві самостійні операції: дискретизацію і квантування.

Найпоширенішою формою дискретизації, як зазначалось, є рівномірна дискретизація, в основі якої лежить теорема відліків. Згідно з цією теоремою, як коефіцієнти a_j потрібно використовувати миттєві значення сигналу $U(t_j)$ в дискретні моменти часу $t_j = j\omega t$, а період дискретизації вибирати з умови:

$$t = 1/2F_m \quad (1)$$

де F_m – максимальна частота спектра сигналу, що перетворюється.

Тоді отримаємо відомий вираз теореми відліків:

$$U(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} U(j\omega\Delta t) \frac{\sin[2\pi F_m(t - j\Delta t)]}{2\pi F_m(t - j\Delta t)} \quad (2)$$

Для сигналів із суворо обмеженим спектром цей вираз є тотожністю. Однак

спектри реальних сигналів прямують до нуля тільки асимптотично. Застосування рівномірної дискретизації до таких сигналів викликає виникнення в системах обробки інформації специфічних високочастотних спотворень, які зумовлені вибіркою. Для зменшення цих спотворень необхідно або збільшувати частоту дискретизації, або використовувати перед АЦП додатковий фільтр нижніх частот, який обмежуватиме спектр вхідного сигналу перед його аналого-цифровим перетворенням.

У загальному випадку вибір частоти дискретизації буде залежати від вигляду функції $f_j(t)$, що використовується в першій формулі розділу та допустимого рівня похибок, які виникають при відновленні початкового сигналу за його відліками. Усе це необхідно враховувати при виборі частоти дискретизації, яка визначає необхідну швидкодію АЦП. Часто цей параметр задають розробнику АЦП.

Розглянемо докладніше місце АЦП при виконанні операції дискретизації.

Для досить вузькосмугових сигналів операцію дискретизації можна виконувати за допомогою самих АЦП і суміщати таким чином з операцією квантування. Основною закономірністю такої дискретизації є те, що за рахунок скінченного часу одного перетворення та невизначеності моменту його закінчення, який, у загальному випадку, залежить від параметрів вхідного сигналу, не вдається отримати однозначної відповідності між значеннями відліків та моментами часу, до яких їх потрібно віднести. В результаті при роботі із сигналами, які змінюються в часі, виникають специфічні похибки, динамічні за своєю природою, для оцінки яких вводять поняття апертурної невизначеності, яка переважно характеризується апертурним часом.

Апертурним часом t_a називають час, протягом якого зберігається невизначеність між значенням вибірки та часом, до якого вона відноситься. Ефект апертурної невизначеності проявляється або як похибка миттєвого значення сигналу при заданих моментах вимірювання, або як похибка моменту часу, в який проводиться вимірю-

вання при заданому миттєвому значенні сигналу. При рівномірній дискретизації наслідком апертурної невизначеності є виникнення амплітудних похибок, які називаються апертурними та чисельно рівні приростові сигналу протягом апертурного часу.

Якщо використовувати іншу інтерпретацію ефекту апертурної невизначеності, то її наявність викликає "тремтіння" істинних моментів часу, в які беруться відліки сигналу, відносно моментів, які рівновіддалені на осі часу. В результаті замість рівномірної дискретизації зі строго постійним періодом проводиться дискретизація з флюктуючим періодом повторення. Це викликає порушення умов теореми відліків та появи уже розглянутих апертурних похибок в системах цифрової обробки інформації.

Таке значення апертурної похибки можна визначити, розклавши вираз для вхідного сигналу в ряд Тейлора в околі точок відліку, який для t_j точки має вигляд:

$$U(t) = U(t_j) + t_a U'(t_j) + \frac{t_a^2}{2} U''(t_a) + \dots \quad (3)$$

та в першому наближенні дає апертурну похибку:

$$\Delta U_a(t_j) \approx t_a U'(t_j) \quad (4)$$

де t_a – апертурний час, який для розглянутого випадку в першому наближенні є часом перетворення АЦП.

Зазвичай для оцінки апертурних похибок використовують синусоїдальний випробувальний сигнал $U(t) = U_m \sin \omega t$.

Якщо прийняти, що для N-розрядного АЦП з роздільною здатністю 2^{-N} апертурна похибка не повинна перевищувати кроку квантування (рис. 2), то залежність між частотою сигналу ω , апертурним часом t_a та відносною апертурною похибкою буде такою:

$$\left(\frac{1}{2}\right)^N = \omega t_a.$$

Для забезпечення дискретизації синусоїдального сигналу частота якого 100 кГц з похибкою 1%, час перетворення АЦП повинен бути рівним 25 нс. У той же час за допомогою такого швидкодіючого АЦП

принципово можна дискретизувати сигнали, які мають ширину спектра біля 20 МГц. Таким чином, дискретизація за допомогою АЦП викликає суттєве розходження вимог між швидкодією АЦП та періодом дискретизації. Це розходження досягає 2...3 порядків та дуже ускладнює і здорожує процес дискретизації, оскільки навіть для порівняно вузькополосних сигналів потребує досить швидкодіючих АЦП.

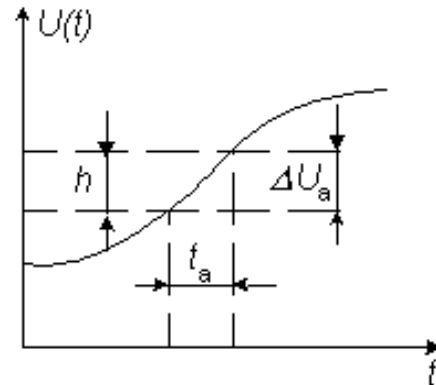


Рис. 2. Утворення апертурної похибки для випадку, коли вона дорівнює крокові квантування

Fig. 2. Formation Aperture of error when it is motors quantized

Результатами попередніх досліджень та проведених розрахунків встановлено, що перехід від суцільного до локально-дозованого або диференційованого внесення мінеральних добрив на основі оперативно отриманої інформації (в режимі on-line, коли дані збираються одночасно з виконанням технологічної операції) про агрофізичний та біологічний стан поля дозволяє зменшити на 10-25% витрати добрив при підвищенні урожайності сільськогосподарських культур.

Висновки

Запропонована технічна система дозволяє забезпечити диференційне внесення мінеральних добрив на основі даних моніторингу фізико-механічного та агробіологічного стану ґрунтового і рослинного середовища шляхом вимірювання електропровідних властивостей ґрунту, а також вимірювання спектрів відбиття рослинного покриву.

Забезпечення підбору оптимальної площі живлення рослин з врахування просторової

неоднорідності ґрунтового покриву дозволяє зекономити 10-25% технологічного матеріалу

і сприяє підвищенню урожайності сільсько-господарських культур.

Бібліографія

1. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. Lund ED ; Wolcott MC ; Hanson GP, Thescientificworldjournal [Scientific WorldJournal] 2001 Oct 16; Vol. 1 Suppl 2, pp. 767-76. Date of Electronic Publication: 2001 Oct 16.

2. Масло І.П., Мироненко В.Г. Автоматизована система моніторингу родючості ґрунту та локально-дозоване використання хімпрепаратів // Вісник сільськогосподарської науки.-1998.-№5, с.56-58.

3. Пастушенко С.И. Оптимизация сельскохозяйственных технических систем // Техніка АПК. – 1999. - №8. – С. 12-15.

4. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г. Техніка для землеробства майбутнього. / В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ „ІМЕСГ”. – 2002. – Вип.86. – С. 20-32.

5. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 398 с.

6. Мироненко В.Г. Технічні засоби забезпечення якості виконання технологічних процесів у рослинництві. Монографія, НАУ – К., 2005. – 271с.

7. Броварець О.О. Модель реалізації прогностично - компенсаційної технології змінних норм внесення технологічного матеріалу з використанням інформаційно-технічних систем моніторингу стану сільськогосподарських угідь // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. – К., 2014. – Ч.2, Вип. 196. – С. 111–122.

References

1. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. Lund ED ; Wolcott MC; Hanson GP, The scientific world journal [ScientificWorldJournal] 2001 Oct 16; Vol. 1 Suppl 2, pp. 767-76. Date of Electronic Publication: 2001 Oct 16.

2. Maslo I.P., Mironenko V.G. The automated system of monitoring of the fertility of the soil and locally-dosed use himpreparativ//Bulletin of agricultural science. -1998. -No. 5. – P. 56-58.

3. Pastuchenko S.I. Optimizacya sel'skohozyajstvennyh technical systems // AGRICULTURAL Equipment. – 1999. - №8. – P. 12-15.

4. Adamchuk V.V., Moiseyenko V.K., Kravchuk V.I., Voytyuk D.G. texnika dlya zemlerobstva majbutnogo. / V zb.: Mexanizaciya ta elektryfikaciya sil'skogo gospodarstva. – Glevakha: NNC „IMESG”. – 2002. – Vyp.86. – P. 20-32.

5. Modern trends in the development of the structures of agricultural machinery/ ed. V. I. Kravchuk, M. Gricishina, S. M. Kovalya. – K.: Agricultural Science, 2004. – 398 S.

6. Mironenko V.G. Texnichni zasoby zabezpechennya yakosti vykonannya texnologichnyx procesiv u roslynnosti. Monografiya.- K.: NAU, 2005. – 202 s.

7. Brovarecz O.O. Model implementation of prognostic variables-technology category norms making technological material with the use of information technology systems, monitoring of agricultural lands//scientific Bulletin of National University of life and environmental sciences of Ukraine. -K., 2014. - Part 2, issue 196.- pp. 111-122.

References

1. Applying nitrogen site-specifically using soil electrical conductivity maps and precision agriculture technology. Lund ED ; Wolcott MC ; Hanson GP, Thescientificworldjournal [Scientific WorldJournal] 2001 Oct 16; Vol. 1 Suppl 2, pp. 767-76. Date of Electronic Publication: 2001 Oct 16.

2. Maslo I.P., V.G. Mironenko Automated system monitoring soil fertility and the use of locally-dosed himpreparativ // Journal of Agricultural nauky.- 1998.-№5, s.56-58.

3. Pastushenko S.I. Optimization of agricultural technical systems // Tehnika agriculture. - 1999. - №8. - S. 12-15.

4. Adamchuk V.V., Moiseenko V.K., Kravchuk V.I., D.G. Voytyuk Machinery for agriculture of the future. / In Sat .: mechanization and electrification of agriculture. - Glevakha: NSC "IEAA" - 2002. - Pub.86. - Pp. 20-32.

5. Modern trends in agricultural machinery construction / Ed. V.I. Kravchuk, M.I. Grytsyshyn, S.M. Koval. - K .: Agricultural Science, 2004. - 398 p.

6. V.G. Mironenko Technical means of ensuring quality of performance in plant processes. The book, NAU - K., 2005. – 271p.

7. O.O. Brovarets Model prognostic implementation - variable compensation technology standards making process material using information technology systems for monitoring of agricultural land // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. - K., 2014. - Part 2, Vol. 196. - P. 111-122.

УДК 681.785.55 :681.3.07

ФОРМУВАННЯ БАЗИ ВИХІДНИХ ДАНИХ ДЛЯ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ РОСЛИННИЦТВА

В. Г. Мироненко, *д. т. н. проф.*, E-mail: mironenko1952@ukr.net тел. 0973344198

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААН України

Резюме

Мета. Методологічні підходи до формалізації бази даних щодо сучасних вимог виконання основних робочих процесів у рослинництві.

Методи. Аналіз особливостей технологічних операцій рослинництва, що визначають біологічні та енергетичні показники розвитку рослин. Синтез бази даних якісних показників обробітку поля.

Результати. Структура та параметри складових бази даних якісних показників виконання основних робочих процесів рослинництва. Функції систем автоматичного управління робочими процесами.

Висновки.

Принципове збільшення виходу сільськогосподарської продукції з одиниці оброблюваної площі можливе при впровадженні нових інтелектуальних технологій виробництва. Першочерговою задачею створення інтелектуальних систем управління технологічними процесами сільськогосподарського виробництва є формалізація бази вихідних даних. База даних у значній мірі визначає функції та структуру систем автоматизованого управління робочими процесами рослинництва.

Ключові слова: технологічні операції, якісні показники виконання, база даних, функції систем управління, автоматичне управління.

UDC 681.785.55: 681.3.07

PRECONDITIONS AND FEATURES CREATION OF THE ARTIFICIAL INTELLIGENCE ELEMENTS IN THE SYSTEMS OF OPERATIONAL CONTROL OF AGROINDUSTRIAL MANUFACTURE

V. G. Myronenko, *PhD., prof.* E-mail: mironenko1952@ukr.net tel: 0973344198

National Scientific Center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

Purpose. Formalize the basic provisions and determine the prospects of development of intelligent systems of automatic control of technological processes agricultural production.

Methods. Analysis of possibilities to improve the efficiency of the agricultural production and question state on the creation of artificial intelligence for the management of technology systems. Synthesis of the overall structure of neuronlike network of integrated system of operational administration of agricultural by technological processes and principles of formation of the database for his support.

Results. The structure of the intellectual component a system of automatic controlling the technological process. Architecture technical of

neuronlike network. Principles of Construction of algorithm for automatic generation of control action of technological process based on renewable knowledge base.

Conclusions. Principal of increase in the yield agricultural production from a unit of cultivated area is possible with the implementation of new smart technologies. The level of artificial intelligence in the systems for technological processes of agricultural production can be restricted using theories of computation and logic. A key object of the the development of intelligent systems of technological processes of agricultural production for today is formalizing of knowledge base.

Keywords: technological operations, system of integrated control, elements of artificial intelligence, knowledge base.

УДК 681.785.55:681.3.07

ФОРМИРОВАНИЕ БАЗЫ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

В. Г. Мироненко, *д.т.н. проф.*, E-mail: mironenko1952@ukr.net

тел: 0973344198

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

РЕЗЮМЕ

Цель. Методологические подходы к формализации базы данных для современных требований основных рабочих процессов в растениеводстве.

Методы. Анализ особенностей технологических операций растениеводства, которые определяют биологические и энергетические показатели развития растений. Синтез базы данных качественных показателей возделывания поля.

Результаты. Структура и параметры компонентов базы данных качественных показателей выполнения основных рабочих процессов растениеводства. Функции систем автоматического управления рабочими процессами.

Проблема. Конкурентоспроможне агропромислове виробництво України в найближчій перспективі буде можливе лише за умови створення новітнього машинно-технологічного забезпечення для досягнення оптимального фазового стану об'єкта, що обробляється. Основою створення таких систем оперативного управління технологічними процесами є формування та формалізація бази даних, що пов'язані з цілим комплексом агрономічних, технічних, меліоративних, економічних, організаційних та інших факторів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Управління виробництвом сільськогосподарської продукції – це цілеспрямований вплив на ґрунт, навколишнє середовище, рослину чи тварину за допомогою виконання певних робіт та технологічних операцій з метою отримання найбільшого економічного ефекту від реалізації вирощеної продукції [1-3].

Стан, наприклад, поля, як об'єкта управління, може бути представлено у вигляді таких складових характеристик: фізичний та

Выводы. Существенное увеличение производства сельскохозяйственной продукции с единицы площади посева возможно при внедрении новых интеллектуальных технологий производства. Первоочередной задачей при создании интеллектуальных систем управления технологическими процессами сельскохозяйственного производства является формализация базы исходных данных. База данных в значительной степени определяет функции и структуру систем автоматического управления рабочими процессами растениеводства.

Ключевые слова: технологические операции, качественные показатели работы, база данных, функции систем, автоматическое управление.

хімічний стан ґрунту; розвиток, засміченість і захворюваність посівів; зараженість поля шкідниками; стан виконання запланованих робіт та ін. Розвиток аграрної науки на сучасному етапі характеризується зосередженістю на розробленні машинних технологій, які дають можливість зберегти біологічну та екологічну рівновагу в природі. На зміну хіміко-техногенній системі землеробства приходять енергоощадні екологічно безпечні технології обробітку ґрунту. При цьому важливе значення має рівень інтеграції систем автоматичного управління роботою машинно-тракторних агрегатів з інформаційно-технічними системами, у тому числі, засобами оперативного моніторингу стану сільськогосподарських угідь для визначення цілеспрямованої дії.

На основі попередніх досліджень і проведеного огляду літературних джерел [4-9] визначено існуючі методи і технічні засоби нового покоління для моніторингу й забезпечення якості виконання технологічних процесів у сучасних технологіях рослинництва.

Мета дослідження. Методологічні підходи до формалізації бази даних щодо сучасних вимог виконання основних робочих процесів у рослинництві.

Результати досліджень. Інтегральною функцією рослинництва є його економічна ефективність за рахунок створення найсприятливіших умов розвитку рослини через ефективне управління робочими процесами. Всю гамму факторів, що визначають умови розвитку рослини, а відповідно управлінські дії технічних засобів для їх забезпечення, умовно, можна розділити на прямі та опосередковані. До прямих відносяться: виконання технологічних операцій в найкращі часові терміни, у тому числі, за рахунок високої експлуатаційної надійності технічних засобів; прямолінійність і плавність ходу машинно-тракторного агрегату; положення та частота обертання робочих органів у процесі

виконання відповідних операцій; норма висіву (внесення) технологічних матеріалів та інші. Серед опосередкованих факторів можна назвати: вид культури та її попередник; якість попереднього обробітку поля та обробки насіння; стан і динаміку зміни вологості та температури ґрунту з урахуванням короткострокового та довгострокового прогнозу погоди та інші.

Основу бази даних для оперативного управління виконанням технологічних процесів у рослинництві складають агротехнічні вимоги до якості обробітку поля на всіх етапах виробництва сільськогосподарської продукції [1,3].

Узагальнені показники якості виконання основних технологічних операцій та найбільш важливі фактори оперативного впливу на них при вирощуванні сільськогосподарських культур приведені в табл.1.

Таблиця 1. Система показників якості виконання основних технологічних операцій
Table 1. The of quality indicators implementation of the basic manufacturing operations

Технологічні операції	Основні вимоги до якості виконання операцій	Фактори оперативного впливу на якість виконання операцій
1	2	3
Подрібнення решток попередньої культури.	Величина різання - до 25 см. Висота стерні - до 15 см.	Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$).
Лущення стерні	Загортання насіння бур'янів у шар ґрунту - 2-5 см. Підрізання сходів бур'янів-до 100%	Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$).
Полицевий обробіток ґрунту на 20-32 см з обертанням скиби	Відхилення глибини-до 2 см. Кришення на фракції до 50 мм-85%. Розуцільнення - до 1,3 г/см ³ . Загортання - до 100%. Гребенистість - до 5 см.	Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$). Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{зад.}$).
Боронування	Глибина розпушення – понад 3 см. Гребенистість – не більше 3 см. Грудок 50 мм – не більше 20%. Знищення бур'янів - не менше 90%. Знищення посівів- не більше 10%.	Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$). Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{зад.}$).
Культивація і прикочування ґрунту, комбінований обробіток	Знищення посівів - не більше 10%. Кришення на фракції до 10 мм - 80%. Підрізання бур'янів – 100%. Відхилення глибини - ± 1 см. Щільність ґрунту - 1,1–1,3 г/см ³ . Гребенистість не більше 2 см.	Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{зад.}$). Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$).
Безполицеве розпушення ґрунту з мульчуванням та підрізанням бур'янів	Нерівномірність глибини $\pm 1,5$ см. Грудочок до 50 мм – 80-100%. Гребенистість – до 3 см. Пожнивні рештки на поверхні ґрунту – 30- 40 %.	Підтримання положення робочих органів ($H_{зад.}$). Контроль швидкості руху ($V_{зад.}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{зад.}$).

Продовження таблиці 1		
1	2	3
Внесення мінеральних добрив	Нерівномірність внесення по: ширині захвату – 20-30%; за напрямком руху – 10%.	Регулювання дози внесення ($D_{\text{вн.}}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{\text{зад.}}$).
Внесення органічних добрив	Нерівномірність - по ширині та довжині – до 25%. Відхилення від заданої дози – до 10%.	Регулювання дози внесення ($R_{\text{вн.}}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{\text{зад.}}$).
Компостування	Підтримування температури: - мікробіологічної ферментації - 20 °С - мезофільних процесів - 20–30 °С - термофільних процесів - 40–55 °С. Оптимальна вологість – 70%. Відношення вуглецю до азоту – 20:1 - 30:1; Кислотність (рН) – 6,0 – 8,0.	Регулювання температури ($T_{\text{пер.}}$). Регулювання вологості ($W_{\text{пер.}}$). Дозування компонентів ($D_{\text{доз.}}$).
Інкустування	Відхилення від заданої норми обробки насінини – до 10%. Нерівномірність протруювання всього насіння – до 10%. Підвищення вологості насіння – до 1%. Температура проведення – плюсова.	Дозування компонентів ($D_{\text{доз.}}$). Регулювання температури ($T_{\text{пер.}}$). Регулювання вологості ($W_{\text{пер.}}$). Регулювання режимів процесу нанесення ($R_{\text{нн.}}$).
Обприскування	Допустиме покриття краплинами не менше: - 20 шт/см ² - для інсектицидів і системних гербіцидів - 30 шт/см ² - для контактних гербіцидів - 50 шт/см ² - для фунгіцидів. Допустиме відхилення від заданої норми - не більше ± 5 %. Нерівномірність розподілу робочої рідини за шириною захвату - не більше 25%. Відхил виліву рідини через окремий розпилювач від середнього всіх розпилювачів - не більше ± 5 %. Відхил концентрації робочої рідини при спорожненні бака - не більше ± 5 % від заданої. Механічні пошкодження рослин - не більше 0,5%.	Регулювання режимів процесу нанесення ($R_{\text{нн.}}$) Регулювання дози внесення ($R_{\text{вн.}}$). Дозування компонентів ($D_{\text{доз.}}$). Контроль швидкості руху ($V_{\text{зад.}}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{\text{зад.}}$).
Збір урожаю	Обмолот і виділення 98,5 % зерна. Втрати зерна за жаткою: - при полеглих хлібів до 20 % - не більше 0,5%; - при збиранні полеглих хлібів - не більше 1,5%. Втрати зерна за платформою-підбирачем - не більше 0,5%. Втрати зерна за молотаркою при збиранні хлібів з вологістю до 18 % і соломистості 1:1,5 – 0,5 %. Дроблення зерна: - зернових колосових культур - не більше 2,0 %; - кукурудзи - не більше 3,0%; - соняшнику - не більше 3,0%. Вміст сміттєвих домішок у зерновій масі бункера - не більше 3,0%.	Контроль швидкості руху ($V_{\text{зад.}}$). Забезпечення прямолінійності руху ($\alpha_{\text{зад.}}$). Підтримання положення робочих органів ($H_{\text{зад.}}$). Регулювання режимів роботи ($S_{\text{пр.}}$)

Узагальнення результатів досліджень [2, 4, 7] дозволили визначити можливі рівні ефективності застосування технічних засобів керованого впливу на якість виконання відповідних технологічних операцій: збільшення урожайності – до 15%, зменшення витратних матеріалів – на 50-70%, зменшення втрат зерна – до 25%, зменшення витрат пального – на 5-30%, зменшення загальних затрат на 10-30%. Вагомість впливу основних факторів оперативного управління роботою автоматизованих технічних засобів на відповідні показники ефективності приведені в табл. 2.

Таблиця 2. Коефіцієнти вагомості впливу факторів оперативного управління роботою автоматизованих технічних засобів на кінцеві показники ефективності рослинництва
Table 2. Coefficients of importance factors influence of the operational management of automated technical devices on final performance metrics of plant growing

Фактори, що впливають на якість виконання робочих процесів	Групи машин			
	грунто-обробні	посівні	для внесення технологічних матеріалів	для збору урожаю
Відхилення від заданого напрямку руху агрегату ($\alpha_{зад.}$)	0,23	0,09	0,32	0,08
Відхилення від заданої норми внесення робочих матеріалів ($D_{вн.}, R_{вн.}, R_{нн.}$)	-	0,45	0,37	-
Відхилення від заданого положення робочого органу ($H_{зад.}$)	0,51	0,24	-	0,16
Відхилення від заданих режимів роботи вузлів і агрегатів ($V_{зад.}, T_{рег.}, W_{рег.}, S_{pp.}$)	-	0,22	0,31	0,73

Аналіз даних табл. 2 показує, що для забезпечення необхідної якості виконання основних технологічних процесів рослинництва необхідні чотири основні контури автоматичного керування, причому обов'язковим є контур підтримання заданого напрямку руху, а найбільш різноплановим - контур підтримання заданих режимів роботи.

Висновки

1. Принципове збільшення виходу сільськогосподарської продукції з одиниці оброблюваної площі можливе при впровадженні нових інтелектуальних технологій виробництва.
2. Першочерговою задачею створення інтелектуальних систем управління технологічними процесами сільськогосподарського виробництва є формалізація бази вихідних даних.
3. База даних у значній мірі визначає функції та структуру систем автоматизованого управління робочими процесами рослинництва.

Бібліографія

1. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В.В. Адамчука, М.І. Грицишина. – К.: Аграр. Наука, 2012. – 416 с.
2. Адамчук В.В., Мойсеєнко В.К., Кравчук В.І., Войтюк Д.Г. Техніка для землеробства майбутнього. / В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ „ІМЕСГ”. – 2002. – Вип.86. – С. 20-32.
3. Сільськогосподарські машини / за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Агроосвіта, 2015. – 678 с.
4. Мироненко В.Г. Технічні засоби забезпечення якості виконання технологічних процесів у рослинності. Монографія.- К.: НАУ, 2005. – 202 с.
5. Мироненко В.Г., Броварець О.О. Інтегровані системи автоматичного управління технологічними процесами у рослинництві. / Механізація та електрифікація сільського господарства. Вип. №1 (100). -2015.-С.31-40.
6. Броварець О.О. Прогностично-компенсаційна технологія змінних норм внесення технологічного матеріалу на основі уточнених даних ґрунту. / Сільськогосподарські машини: збірник

наукових статей. – Вип. 27. - Луцьк: РВВ Луцького НТУ, 2014. – С. 3-15.

7. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. – 398 с.

8. Бакурадзе Л.А., Луценко Е.В. Теория, технология и практика автоматизации оперативного управления уборочно-заготовительными кампаниями в АПК: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И. Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008. – 550 с.

9. Тымочко В.О., Падюка Р.И. Идентификация машинно-тракторного агрегата с использованием нейронных сетей/ Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: N34 материалы Междунар. науч. техн. конф. (Минск, 22–23 октября 2014 г.). С. 233-238.

References

1. Systema techniko-technologichnogo zabezpechennya vyrobniczva produkcii roslynnosti / za red. V. Adamchuka, M. Gricishina. – K.: Agrar. Nauka, 2012. - 416 s.

2. Adamchuk V.V., Mojseyenko, V. K., Kravchuk V.I., Voytyuk D.G./ Texnika dlya zemlerobstva majbutnogo. /V zb.: Mexanizaciya ta electrolyfikaciya silskogo gospodarstva. – Glevakha: NNCz "IMESG." – 2002. Vyp.№ 86.- S. 20-32.

3. Silskogospodarski machyny /za red. D. G. Voytyuk. – K.: Agroosvita, 2015. – 678 -s.

4. Myronenko V.G. Texnichni zasoby zabezpechennya yakosti vykonannya technologichnyx procesiv u roslynnosti. Monografiya – K.: NAU, 2005. -202 s.

5. Myronenko V. G., Brovarecz O.O. Integrovani systemy avtomatichnogo upravlinnja technologichnyx procesiv u roslynnosti. / Mexanizaciya ta electrolyfikaciya silskogo gospodarstva. – Glevakha: NNC "IMESG." – 2015. Vyp. 1 (100). - S. 31-40.

6. Brovarecz O.O. Prognostychno-kompensacijna технологиya zminnyx norm vnesennya technologichnogo material na osnovi utochnenyx danyx gruntu. / O.O. Brovarecz // Silskogospodarski machyny: zbirny'k naukovyx statej.–Vyp. 27.-Luczk: RVV Luczkogo NTU, 2014. – S. 3-15.

7. Suchasni tendencyi rozvytku silskogospodarskoy texniki / za red. V. I. Kravchuka, M.I. Gricihina, S. M. Kovalya. – K.: Agrar. Nauka, 2004. – 398 s.

8. Bakuradze L.A., Lyczenko E.V. Teorya, tehnologiya i praktika avtomatichnogo upravlinnja uborochno-zagotovelnymi kampanijami v APK: za red. V.I. Loiko. Monografiya. – Krasnodar: KubGAU, 2008.–550 s.

9. Tymochko V. A., Padjuka R. K. Identifikacija machine-traktornogo agregatu s ispolzovaniem nejronnyx setyj / Nauchno-tehnicheskij progress v selskoxozjajstvennom proizvodstve: N34 mater. Mejdunar. nauch. tehn. konfer. (Minsk, 22-23 Ortjaber 2014). - S. 233-238.

References

1. The technical and technological support crop production / Ed. V.V .

Adamchuky, M.I. Grytsyshyn. - K .: Agrar. Science, 2012. - 416 p.

2. Adamchuk V.V., Moiseenko V.K., Kravchuk V.I., D.G. Voytyuk Machinery for agriculture of the future. / In Sat .: mechanization and electrification of agriculture. - Glevakha: NSC "IEAA." - 2002. - Vyp.86. - P. 20-32.

3. Agricultural vehicles / ed. D.G. Voytyuk. - K .: Ahroosvita, 2015. - 678 p.

4. V.G. Mironenko Means of quality assurance of technological processes in vegetation. Monografiya.- K .: NAU, 2005. - 202 p.

5. V.G. Mironenko, Brovarets A.A. Integrated automatic process control in the crop. / Mechanization and electrification of agriculture. Vol. №1 (100). - 2015.-P.31-40.

6. O.O. Brovarets. Prognostically variable-compensation technology standards making process material based on revised data of soil. / Farm Machinery: collection of scientific articles. - Vol. 27. - Lutsk Lutsk RIO NTU, 2014. - P. 3-15.

7. Modern trends in agricultural machinery construction / Ed. V.I. Kravchuk, M.I. Grytsyshyn, S.M. Koval. - K .: Agricultural Science, 2004. - 398 p.

8. Bakuradze L.A., Lutsenko E.V. The theory, technology and practice of harvesting the automation of operational management, procurement campaign in the AIC: Under scientific. Ed. prof. IN AND. Loikaw. Monograph (scientific publication). - Krasnodar: KubGAU, 2008. - 550 p.

9. Tymochko V.O. Padyuka R.I. Identification of machine-tractor unit using neural networks / Scientific and technological progress in agriculture: N34 Materials Intern. scientific. tehn. Conf. (Minsk, 22-23 October 2014). –P.233-238.

INVESTIGATION THE PARAMETERS OF REVERSIBLE LABORATORY HEAT PUMP INSTALLATION IN "COOLING" WORKING REGIME

Zhivko Kolev

"Angel Kanchev" University of Ruse, Bulgaria

The purpose of this work is to investigate the influence of the velocity of airflow wrapping the outer surface of the convector's heat exchange apparatus on some of the parameters of laboratory reversible heat pump installation working in "cooling" regime. For this purpose the average values of the heat convection coefficients, heat transfer coefficient, convector's heat flow, coefficient of performance, duration of heat pump work, have been determined at the different values of airflow velocity. When the installation works in "cooling" regime, the heat pump heat exchanger in the outer circle is a condenser, and that the inner circle is an evaporator. In the evaporator the refrigerant takes heat energy from the cold water, circulating in the inner circle, and in the condenser the refrigerant gives heat energy to the hot water, circulating in the outer circle. The convector takes heat energy from the ambient air in the room and decreases its temperature. In "cooling" working

regime the water in the buffer represents the low temperature heat source, to which the installation gives heat energy by the heat pump condenser, required to the heat pump work. In order the laboratory installation works for a long time without increasing considerably the temperature of the buffer water (the laboratory installation simulates work of a heat pump installation, giving heat energy to an underground water source), it is necessary to achieve a stratification of the water in the buffer. Nowadays, improving the quality of life requires thermal comfort and air quality accommodation, regardless of external conditions. To achieve these goals using heat pump air conditioning systems.

Keywords: "cooling" working regime, airflow velocity, heat convection coefficients, heat transfer coefficient, convector's heat flow, coefficient of performance, duration of working heat pump.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВОЗВРАТНО-ПОСТУПАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ТЕПЛООВОГО НАСОСА, РАБОТАЮЩЕЙ В РЕЖИМЕ «ОХЛАЖДЕНИЕ»

Живко Димитров Колев

Русенский университет им. А. Кынчева, г. Русе, Болгария

Цель данной работы является изучение влияния скорости потока воздуха обертывания наружной поверхности теплообменных аппаратов конвектора, на некоторые параметры возвратно-поступательной лабораторной установки теплового насоса, работающей в режиме "охлаждение". Для этого, средние значения коэффициента тепловой конвекции, коэффициента теплопередачи, поток теплообмена между воздухом и окружающей средой конвектора, коэффициент трансформации, продолжительности работы теплового насоса, были определены на различных значениях скорости воздушного потока. При эксплуатации установки в режиме "охлаждение", теплообменник теплового насоса во внешнем круге представляет конденсатор, внутренний круг – испаритель. В испаритель, хладагент принимает тепло от циркулирующей во внутренний круг холодной воды, в то время как хладагент конденсатор дает приготовление горячей воды, циркулирующей во внешний круг. Конвектор берет тепло из воздуха в комнате и уменьшается его температуру. При

работе установки в режиме "охлаждение", вода является источником тепла, который дается при работе теплового насоса. В лабораторной установке для того, чтобы работать в течение длительного времени без значительного повышения температуры воды в буферной (моделируемой эксплуатации установки теплового насоса, что дает тепло с источника подземных вод), это необходимо для достижения стратификацию воды в буфере. В настоящее время, улучшение качества жизни требует теплового комфорта и качества воздуха, независимо от внешних условий. Для достижения этих целей с помощью систем кондиционирования воздуха с системами тепловым насосом.

Ключевые слова: режим "охлаждение", скорость потока воздуха, коэффициент тепловой конвекции, коэффициент теплопередачи, тепловой поток теплообмена между воздухом и окружающей средой конвектора, коэффициент трансформации, продолжительность работы теплового насоса.

Introduction

In this article the influence of the set operating parameters of water-air convector in laboratory reversible heat pump installation, working in “cooling” regime, on some of the installation parameters has been investigated. For this purpose, the next parameters have been determined at different values of the airflow velocity, generated by the convector’s fan: the average values of the heat convection coefficients of the convector; average value of the heat transfer coefficient of the convector; average value of the heat flow, exchanged between the ambient air and the convector; average value of the heat pump coefficient of performance; average value of the heat pump work duration.

Objectives

The purpose of this work is to investigate the influence of the velocity of airflow, wrapping the outer surface of the convector’s heat exchange apparatus, on some of the parameters of laboratory reversible heat pump installation, working in "cooling" regime.

Procedure

1. Principal schemes and description of the laboratory heat pump installation in “cooling” working regime

The principal scheme of the laboratory installation is shown on Figure 1 [1, 5, 6].

The heat pump is water-water type, brand CEAT, model Aurea 20.

The convector is brand BUMYANG, model FVC20MLL2.

When the installation works in "cooling" regime, the heat pump heat exchanger in the outer circle is a condenser, and that the inner circle is an evaporator. In the evaporator the refrigerant takes heat energy from the cold water, circulating in the inner circle, and in the condenser the refrigerant gives heat energy to the hot water, circulating in the outer circle. The convector takes heat energy from the ambient air in the room and decreases its temperature [1, 2, 3, 5, 6].

In “cooling” working regime the water in the buffer represents the low temperature heat source, to which the installation gives heat energy by the heat pump condenser, required to the heat pump work. In order the laboratory installation works for a long time without increasing considerably the temperature of the buffer water (the laboratory installation simulates work of a heat pump installation, giving heat energy to an underground water source), it is necessary to achieve a stratification of the water in the buffer. Therefore, in "cooling" working regime the principal scheme shown on Figure 2 has been used.

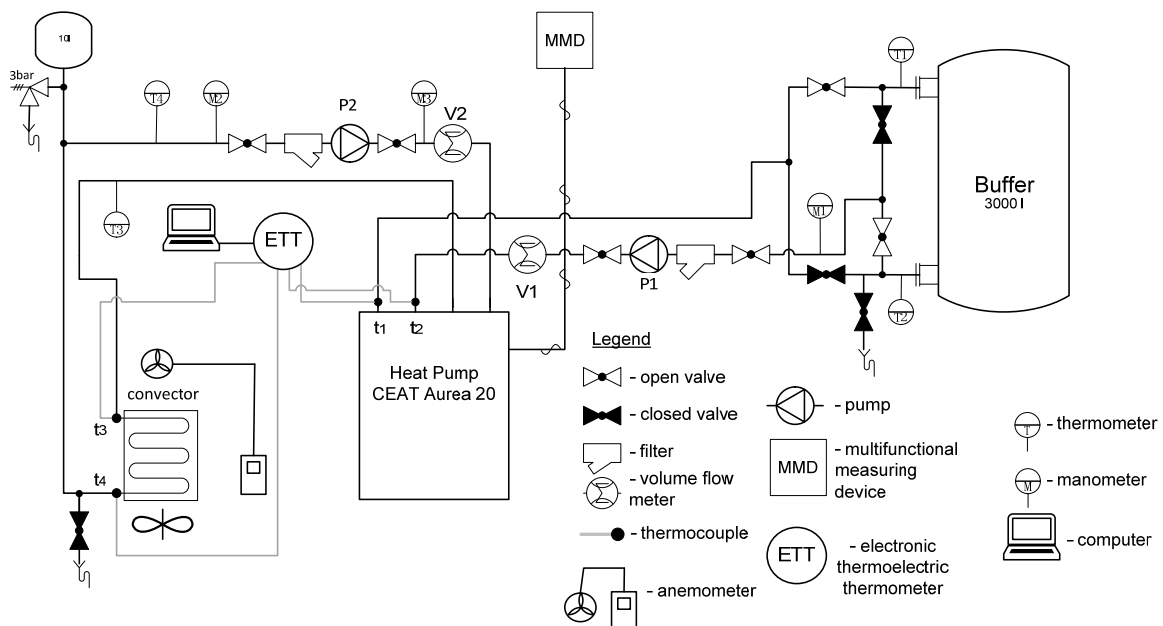


Fig. 1. Principal scheme of the laboratory installation

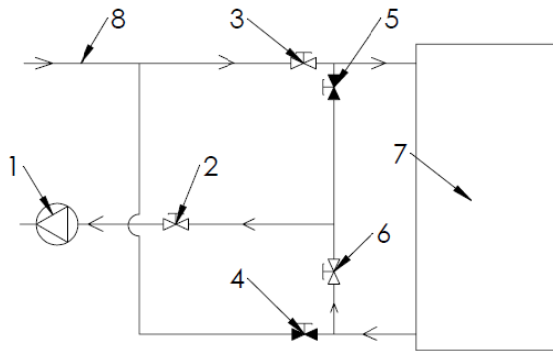


Figure 2. Principal work scheme of the outer installation circle

The positions of the elements on Figure 2 are as follows: 1 - circulation pump; 2, 3 and 6 - open valves; 4 and 5 - closed valves; 7 – water buffer; 8 – from the heat pump.

2. Input parameters of the installation of the investigated “cooling” working regime

Table 1. Input parameters in “cooling” working regime

Setting of the convector’s fan	Settings of the heat pump	Setting of the circulating pump in the inner installation circle	Setting of the circulating pump in the outer installation circle	Temperature of the ambient air	Velocity of the airflow in the narrowest section of the outer surface of the heat exchange apparatus
degree “LOW”	temperature of heat pump switch $t_4 = 10,7\text{ }^\circ\text{C}$; temperature of heat pump shutdown $t_4 = 7,2\text{ }^\circ\text{C}$	$\dot{V}_1 = 0,000255\text{ m}^3/\text{s}$	$\dot{V}_2 = 0,000319\text{ m}^3/\text{s}$	$t_{\text{ambient air}} = 23,3\text{ }^\circ\text{C}$	$w_2 = 0,92\text{ m/s}$
degree “MID”				$t_{\text{ambient air}} = 23,3\text{ }^\circ\text{C}$	$w_2 = 2,51\text{ m/s}$
degree “HIGH”				$t_{\text{ambient air}} = 23,3\text{ }^\circ\text{C}$	$w_2 = 5,06\text{ m/s}$

Since, as the laboratory in which is located the installation has a relatively large volume, and because, that experiments haven’t been very long, it has been assumed that the ambient temperature $t_{\text{ambient air}}$ remains constant within the respective experiment.

The average temperature of the water in the buffer remains approximately equal to $t_{\text{ambient air}}$ within the respective experiment.

Results and discussion

1. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the heat convection coefficient α_1 between the water in the convector tubes and their inner surface

The heat convection coefficient α_1 has been determined by a criterion equation [1, 4, 5, 6].

The change of the coefficient α_1 when there is a change of the velocity w_2 of the airflow in the narrowest section of the outer surface of the heat exchange apparatus, is shown on Figure 3.

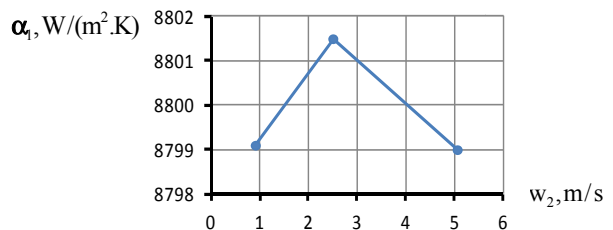


Fig. 3. Graphical dependence between α_1 and w_2

The heat convection coefficient α_1 changes in many small limits. For the change of airflow velocity from 2,51 to 5,06 m/s, it can be made the conclusion that the increase of the heat

flow \dot{Q}_{con} and the decrease of the temperature difference between the temperature of the inner tubes surface and the water temperature in the central cross sectional area of tubes, have been compensated. On the other hand, according to the method for determination the heat convection coefficient by a criterion equation, it can be made the conclusion that due to the small change of the average water temperature in the convector tubes, there is a small change of the water physical parameters and hence of the criterions Re and Nu

2. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the heat convection coefficient α_2 between the outer surface of the convector and the airflow

The heat convection coefficient α_2 has been determined by a criterion equation [1, 4, 5, 6].

The change of the coefficient α_2 when there is a change of the airflow velocity w_2 , is shown on Figure 4.

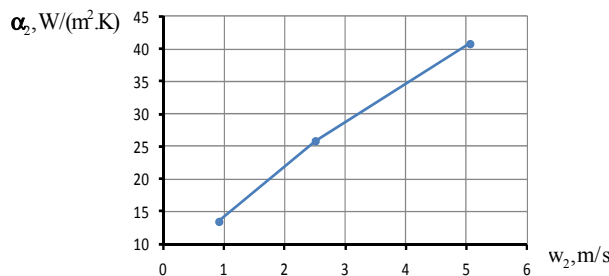


Figure 4. Graphical dependence between α_2 and w_2

The reason for the increase of the heat convection coefficient α_2 is the significant increase of the criterion of Reynolds with the increase of the airflow velocity. On the other hand, the air temperature in the convector increases and its kinematic viscosity increases too, but it has less influence.

3. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the heat transfer coefficient U between the water in the convector tubes and the airflow, wrapping the convector's outer surface

The heat transfer coefficient U has been determined by the equation for single layer flat wall, ignoring the thermal resistance of the tubes and ribs [1, 4, 5, 6].

The change of the coefficient U when there is a change of the airflow velocity w_2 , is shown on Figure 5.

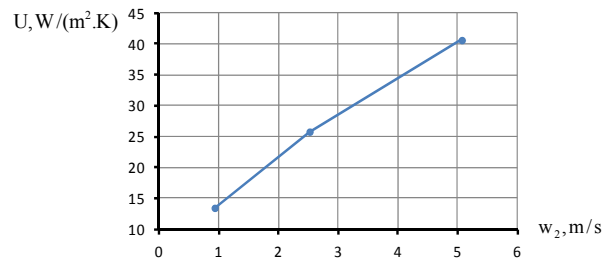


Figure 5. Graphical dependence between U and w_2

A reason for the increase of the heat transfer coefficient U by increasing the airflow velocity w_2 is the increase of the external heat convection coefficient α_2 , which has a much greater influence on U than the reducing internal heat transfer coefficient α_1 . As can be seen, the values of U have been almost similar to those of α_2 [the differences are of the order of tenths and hundredths of 1 W/(m².K)].

4. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the heat flow \dot{Q}_{eva} , exchanged in the inner installation circle (in the heat pump evaporator and by the convector)

The heat flow \dot{Q}_{eva} has been determined by the basic calorimetric equation [1].

The change of the heat flow \dot{Q}_{eva} when there is a change of the airflow velocity w_2 , is shown on Figure 6.

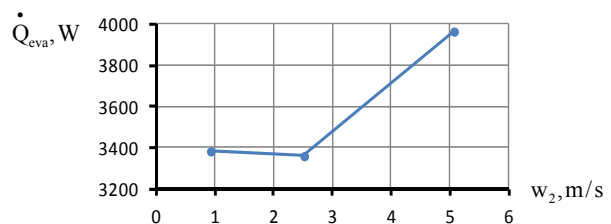


Figure 6. Graphical dependence between \dot{Q}_{con} and w_2

The data for the first two velocities are comparatively close.

For the increase of the airflow velocity from 2,51 to 5,06 m/s, the change of \dot{Q}_{eva} can be explained in the following ways:

► From the perspective of the basic calorimetric equation, the heat flow in the convector has increased by increasing the airflow velocity, because the temperature difference " $t_3(\text{convector output}) - t_4(\text{convector input})$ " increases. On the other hand, the water temperature in the inner circle almost not changes.

► In terms of the "Newton – Rikhman" law by the process of heat convection between the inner surface of tubes and the water, larger influence turns the increase of the temperature difference "(average temperature of the inner tubes surface) - (average water temperature in the central section of tubes)" than the change of the internal heat convection coefficient α_1 .

► From the perspective of the "Newton – Rikhman" law by the process of heat convection between the airflow and the outer surface of heat exchange apparatus, an influence turns the significant increase of the outer heat convection coefficient α_2 .

► In terms of the heat transfer process in the convector, an influence turns the significant increase of the heat transfer coefficient U.

5. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the average coefficient of performance $COP|_s$, in "cooling" working regime (summer regime)

The coefficient of performance $COP|_s$ has been determined on the base of the heat flow \dot{Q}_{eva} , exchanged between the ambient air and the convector, and the consumed by the heat pump electric power [1, 3, 7].

The change of the coefficient of performance $COP|_s$ when there is a change of the airflow velocity w_2 , is shown on Figure 7.

The data for the first two velocities are comparatively close.

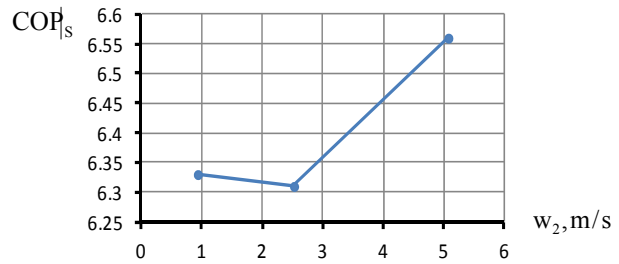


Figure 7. Graphical dependence between $COP|_s$ and w_2

For the increase of the airflow velocity from 2,51 to 5,06 m/s, the coefficient of performance $COP|_s$ increases, because larger influence on it turns the increase of the heat flow through the convector than the change of the average electrical power, consumed by the heat pump.

6. Investigation the influence of the airflow velocity w_2 on the average duration of heat pump work $\tau_{\text{working heat pump}}$

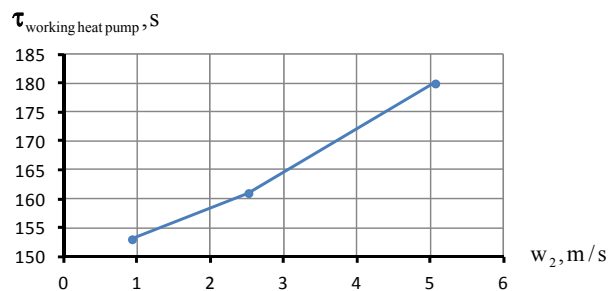


Figure 8. Graphical dependence between $\tau_{\text{working heat pump}}$ and w_2

The data for the first two velocities are comparatively close.

For the increase of the airflow velocity from 2,51 to 5,06 m/s, the average duration of heat pump work increases, because at a bigger airflow velocity, the convector gives a large amount of heat to the water in the tubes (the heat flow \dot{Q}_{eva}) and the heat pump requires more time to reach its temperature of shutdown (t_4).

Conclusion

The change of the airflow velocity w_2 in the narrowest section of the outer surface of the convector's heat exchange apparatus, leads to a significant rate of change of the external heat

convection coefficient α_2 and respectively of the heat transfer coefficient U , while the internal heat convection coefficient α_1 almost not changes.

A feature of the heat convection process between the convector's outer surface and the wrapped it airflow is that if the temperature of this surface reaches the dew point, there will be obtained a condensation process of a water vapor on the surface. Therefore, when there is a

determination of the coefficient of heat convection α_2 , it is necessary to take into account the process of heat convection at condensation.

The relatively short periods of work of the heat pump due to lack of a buffer vessel in the inner circle of the installation, as well as the relatively low heat power of the convector, compared with the power of the heat pump.

References

1. Bobilov, V., G. Genchev, P. Mushakov, P. Zlatev, Z. Kolev. Methodology for investigation the coefficient of performance of reversible heat pump "water-water". Proceedings of University of Ruse, 2011, volume 50, series 1.2, p. 8-12.

2. Chua K. J. and others. Advances in heat pump systems: A review. Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, Singapore, 2010.

3. Eder, V., F. Mozer. Heat pumps. Techniques, Sofia, 1984.

4. Iliev, I., V. Bobilov, V. Kambourova, Z. Kolev, P. Zlatev, P. Mushakov. Collection of calculation examples for heat exchange processes and heat exchange apparatuses. Ruse, Engineering and

researches in agriculture, 2015, ISBN 978-619-7135-07-7.

5. Kolev, Z., P. Zlatev, P. Mushakov, V. Bobilov. Investigation the heat exchange parameters of water-air convector in laboratory heat pump installation. Proceedings of University of Ruse, 2015.

6. Kolev, Z., P. Zlatev, P. Mushakov, V. Bobilov. Methodology for determination the heat exchange parameters of water-air convector in laboratory heat pump installation. Proceedings of University of Ruse, 2015.

7. Renedo C. J. and others. Optimum design for reversible water-water heat pumps. Department of Electrical and Energy Engineering, University of Cantabria, Spain, 2006.

INVESTIGATION THE HEAT TRANSFER COEFFICIENT OF WATER-AIR CONVECTOR

Zhivko Kolev

“Angel Kanchev” University of Ruse, Bulgaria

The purpose of this work is to investigate the heat transfer coefficient of a convector's heat exchange apparatus. For this purpose a methodology for determination the coefficients of heat convection and the heat transfer coefficient have been presented. Using the presented methodology the heat exchange parameters of the convector have been investigated in cooling regime of the installation. The laboratory installation simulates the work of heat pump system for heating and cooling buildings by the heat pump works with a heat source - water from an underground water source (well or river). In the convector's tubes running water, which is heated or cooled by the heat pump, depending on the installation regime of work. The pipe bundle is wrapped cross by airflow, generated by an axial fan. Because such tubes and rabs of the convector's heat exchange apparatus are made of copper alloy and have very small thickness, their thermal resistance is ignored, that is neglected and the temperature difference between the water in the tubes and the temperature of the outside surface of

the heat exchanger. It gives the impression the unstable work of the heat pump due to: the lack of buffer vessel in the inner installation circle and the low heat power of the convector compared to the power of the heat pump. The determination of the momentary values (every second) of the investigated parameters and the presentation of their change over time, making it possible to analyze more clearly the de-pendence between them in the particular investigation. Heat pump systems offer economic alternatives for extracting heat from various sources and use it for various industrial, commercial and residential applications. Because, as the price of energy continues to grow, it is imperative to reduce energy consumption and improve overall energy efficiency. Heat pump systems offer one of the best solutions to reduce the amount of harmful emissions into the atmosphere.

Keywords: *methodology, water-air convector, coefficients of heat convection, heat transfer coefficient.*

ИССЛЕДОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ КОНВЕКТОР «ВОДА-ВОЗДУХ»

Живко Димитров Колев

Русенский университет им. А. Кынчева, г. Русе, Болгария

Цель данной работы является исследование коэффициента теплопередачи в конвектор теплообменника аппарата. Для этого была представлена методология для определения коэффициента тепловой конвекции и теплопередачи. С помощью этой методики теплообменные параметры конвектора были исследованы в режим установки – „охлаждение”. Лабораторная установка имитирует работу системы теплового насоса для отопления и охлаждения здания, когда тепловой насос работает с источником тепла - водой из подземного колодца (реки). В трубы конвектора течет вода, которая нагревается или охлаждается тепловым насосом в зависимости от режима работы установки. Трубный пучок проходит через воздушный поток, образуемый осевым вентилятором. Так, как трубы и ребра выполнены из меди и имеют очень небольшую толщину, их тепловое сопротивление игнорируется, как пренебрегается и разность температур между водой в трубах и внешней поверхностью теплообменника. Стоит отметить, нестабильная работа теплового насоса из-за

отсутствия буфера во внутреннем круге установки и низкая тепловая мощность конвектора, по сравнению с мощностью теплового насоса. Определение мгновенных значений (каждый второй) из изученных параметров и их изменений во времени, это делает возможным анализировать более четко взаимосвязь между ними в данном конкретном исследовании. Системы тепловых насосов предлагают экономически альтернативные решения для извлечения тепла из различных источников и использования его для различных промышленных, коммерческих и жилых помещений. Потому как цены на энергоносители продолжают расти, крайне важно снизить энергопотребление и повысить общую энергоэффективность. Системы тепловых насосов предлагают один из лучших решений, чтобы уменьшить количество вредных выбросов в атмосферу.

Ключевые слова: *методология, конвектор «вода-воздух», коэффициент тепловой конвекции, коэффициент теплопередачи.*

Introduction

In this article the heat transfer coefficient of water-air convector in laboratory reversible heat pump installation, working in “cooling” regime, has been investigated. The laboratory installation type water-water works without a buffer vessel in the inner circle. The heat consumer (the convector) has low heat power, compared with the power of heat pump, which is a prerequisite for investigations of strong non stable processes. The heat pump aggregate works with compressor without possibility for regulations of the rotation speed. The water-air convector is brand BUMYANG, model FVC20MLL2. The convector’s heat exchange apparatus has been made as a two-pipe staggered ribbed tube sheaf. The tubes and ribs have been produced from a copper alloy.

Objectives

The purpose of this work is to investigate the heat transfer of the convector’s heat exchange apparatus by determination the heat convection coefficient between the water in tubes and the inner tubes surface, and the heat convection coefficient between the outer surface of the heat exchanger and the airflow.

Procedure

1. Principal scheme and description of the laboratory heat pump installation [1, 5, 6]

The principal scheme of the laboratory installation is shown on Figure 1.

The laboratory installation allows carry out a number of laboratory and investigation activities. The installation simulates the work of heat pump system for heating and cooling buildings by the heat pump works with a heat source - water from an underground water source (well or river) [1, 2, 3, 7]. For measure the water temperatures (input and output of the convector) and the ambient temperature, a digital thermoelectric thermometer "Thermologger K204" has been used. For continuous monitoring of the measured temperatures in a certain interval of time, graphical and tabular visualization of obtained results, a computer program "TestLink SE-309" has been used. The velocity of the airflow, created by the convector’s fan, has been measured by a digital anemometer "Mastech" [5].

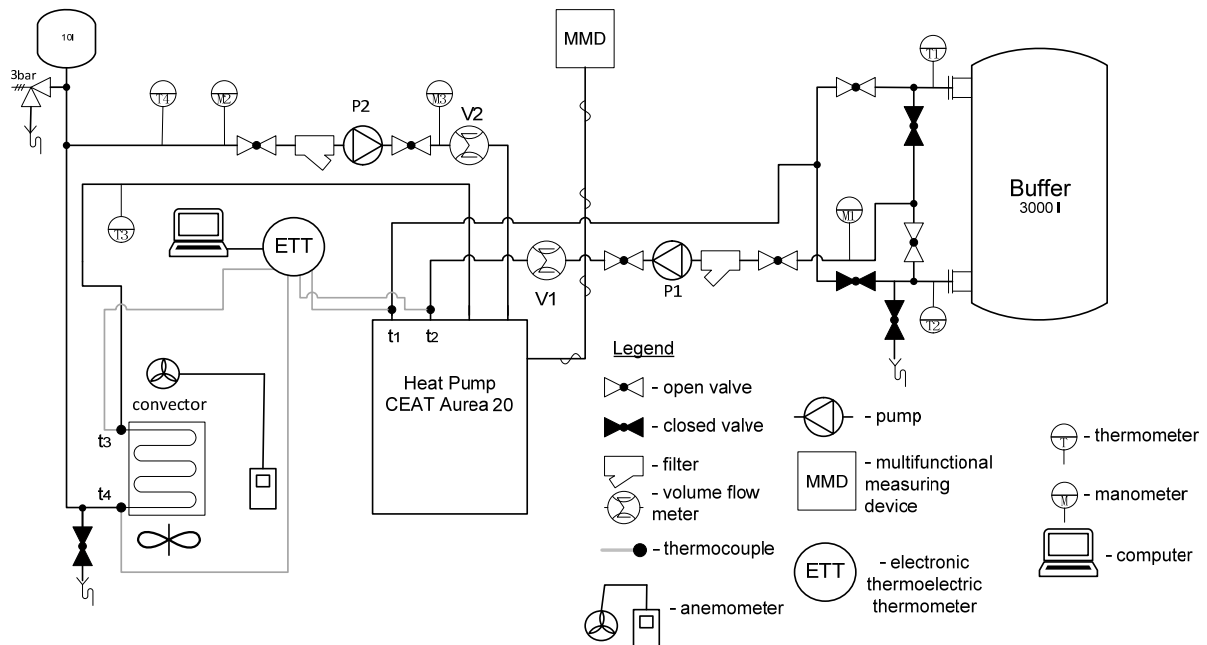


Fig. 1. Principal scheme of the laboratory installation

2. Methodology for determination the heat convection coefficients and the heat transfer coefficient of the convector [5, 6]

2.1. Principal scheme of the heat exchange apparatus

The principal scheme of the convector’s heat exchange apparatus is shown on Figure 2.

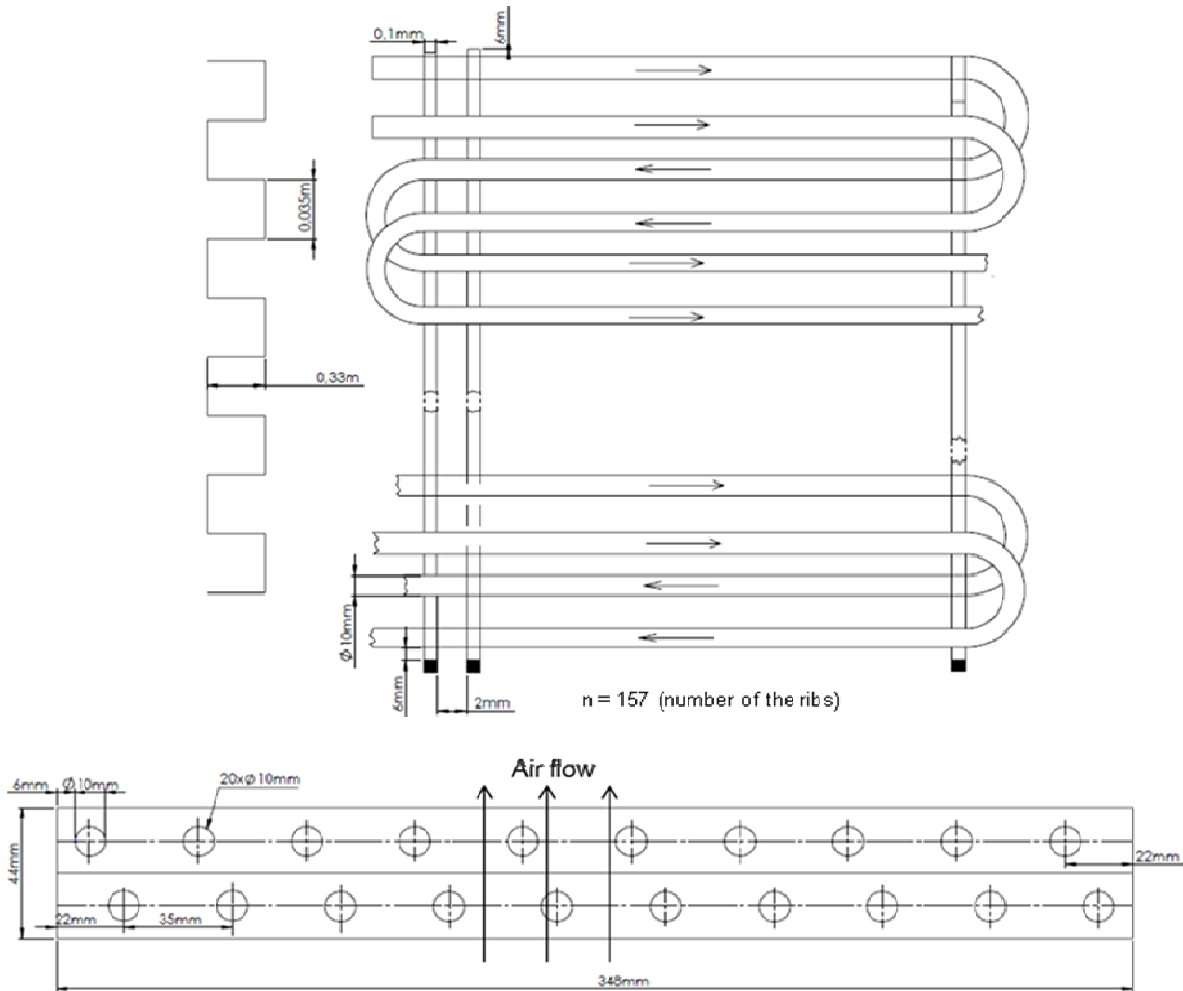


Fig. 2. Principal scheme of the convector's heat exchange apparatus

In the convector's tubes running water, which is heated or cooled by the heat pump, depending on the installation regime of work. The pipe bundle is wrapped cross by an airflow, generated by an axial fan.

2.2. Methodology for determination the heat convection coefficient between the water in tubes and the inner tubes surface (α_1) [5, 6]

2.2.1. Determination the water volume flow in the inner installation circle (through convector's tubes) \dot{V}_1 [m³ / s] by the volume flow meter.

2.2.2. Calculation the water velocity through the convector:

$$w_1 = \frac{\dot{V}_1}{S_{\text{tubel}}} = \frac{\dot{V}_1}{\frac{\pi \cdot d_{\text{tubel}}^2}{4}}, \text{ m/s} \quad (1)$$

where $d_{\text{tubel}} = 8 \text{ mm}$ is the inner tubes diameter.

2.2.3. Calculation the average temperature of the water, circulating in the inner circle of the installation:

$$\bar{t}_{\text{water}} = \frac{t_3 + t_4}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

where t_3 and t_4 are respectively the temperatures of the water inlet and outlet of the convector, $^\circ\text{C}$. These temperatures have been measured on the outer surface of the tubes. Because such tubes and ribs are made of copper alloy and have a very small thickness, their thermal resistance is ignored,

that is neglected and the temperature difference between the water in the tubes and the temperature of the outside surface of the heat exchanger.

2.2.4. Definition the tabular values of the following water parameters (according \bar{t}_{water}):

kinematic viscosity ($\mathbf{v}_1, \text{m}^2/\text{s}$), thermal conductivity coefficient ($\lambda_1, \text{W}/\text{m.K}$) and criterion of Prandtl (Pr_1).

2.2.5. Calculation of the criterion of Reynolds:

$$\text{Re}_1 = \frac{w_1 \cdot d_{\text{tube1}}}{\mathbf{v}_1} \quad (3)$$

2.2.6. Selection of a criterion equation for calculation the criterion of Nuselt (Nu_1), according to the obtained values of Re_1 and Pr_1 .

2.2.7. Calculation the heat convection coefficient α_1 :

$$\alpha_1 = \frac{\text{Nu}_1 \cdot \lambda_1}{d_{\text{tube1}}}, \text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}). \quad (4)$$

2.3. Methodology for determination the heat convection coefficient between the outer surface of the heat exchanger and the airflow (α_2) [5, 6]

2.3.1. Measurement the airflow velocity $w_{\text{measured-2}} [\text{m}/\text{s}]$ generated by the convector's fan, at the convector output.

2.3.2. Calculation the average actual velocity of the airflow in the narrowest section of the outer surface of the heat exchange apparatus:

$$w_2 = w_{\text{measured-2}} \cdot \frac{S_2}{S_{\text{narrowest section-2}}}, \text{m}/\text{s} \quad (5)$$

where: $S_2 = 0,115 \text{ m}^2$ is the cross-sectional area of the heat exchanger, wrapped by the airflow;

$S_{\text{narrowest section-2}} = 0,041 \text{ m}^2$ is the cross-sectional area of the air gap between the tubes and rabses.

2.3.3. Calculation the average temperature of the airflow, wrapping the outer surface of the heat exchanger:

$$\bar{t}_{\text{air flow}} = \frac{\bar{t}_{\text{water}} + t_{\text{ambient air}}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (6)$$

where: $t_{\text{ambient air}}$ is the determinant temperature of the ambient air (measured at an enough distance from the convector), $^\circ\text{C}$;

$\bar{t}_{\text{water}} [^\circ\text{C}]$ is assumed to be the average temperature of the outer surface of the heat exchange apparatus.

2.3.4. Definition the tabular values of the following air parameters (according $\bar{t}_{\text{air flow}}$):

kinematic viscosity ($\mathbf{v}_2, \text{m}^2/\text{s}$), thermal conductivity coefficient ($\lambda_2, \text{W}/\text{m.K}$) and criterion of Prandtl (Pr_2).

2.3.5. Calculation of the criterion of Reynolds:

$$\text{Re}_2 = \frac{w_2 \cdot d_{\text{tube2}}}{\mathbf{v}_2}, \quad (7)$$

where $d_{\text{tube2}} = 10 \text{ mm}$ is the outer tubes diameter.

2.2.6. Selection of a criterion equation for calculation the criterion of Nuselt (Nu_2), according to the obtained values of Re_2 and Pr_2 .

2.2.7. Calculation the heat convection coefficient α_2 :

$$\alpha_2 = \frac{Nu_2 \cdot \lambda_2}{d_{\text{tube}2}}, W/(m^2 \cdot K). \quad (8)$$

2.4. Methodology for determination the heat transfer coefficient between the water in tubes and the air flow (U) [5, 6]

For determination the heat transfer coefficient the equation for single-layer flat wall has been used, neglecting the thermal resistance ($\delta_{\text{wall}}/\lambda_{\text{wall}}$) of tubes and ribs:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{\text{wall}}}{\lambda_{\text{wall}}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{ but } \frac{\delta_{\text{wall}}}{\lambda_{\text{wall}}} \approx 0 \Rightarrow U \approx \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2}}, W/(m^2 \cdot K). \quad (9)$$

Results and discussion

1. Set operating parameters of the installation:

- ▶ heat pump settings – temperature of heat pump switch $t_4 = 10,7 \text{ }^\circ\text{C}$ (the temperature of the output convector water), temperature of heat pump shutdown $t_4 = 7,2 \text{ }^\circ\text{C}$;
- ▶ convector's fan setting - maximum air flow rate (degree „HIGH“);
- ▶ setting of the circulation pump in the inner circle of the installation $\dot{V}_1 = 0,000148 \text{ m}^3 / \text{s}$.

2. Measured parameters:

- ▶ temperature of the ambient air $t_{\text{ambient air}} = 23,3 \text{ }^\circ\text{C}$;
- ▶ average air flow velocity at the convector output $w_{\text{measured}_2} = 1,86 \text{ m/s}$.

3. Investigation the heat convection coefficient between the water in tubes and the inner tubes surface (α_1)

Calculation the velocity of the water in the convector tubes:

$$w_1 = \frac{\dot{V}_1}{2} \cdot S_{\text{tube}1} = \frac{\dot{V}_1}{2} \cdot \frac{\pi \cdot d_{\text{tube}1}^2}{4} = \frac{0,000148}{2} \cdot \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} = 1,472 \text{ m/s}. \quad (10)$$

On Figure 3 it is shown the change of the temperature of the water in the two circles of installation (the temperature measurements are in 1 s).

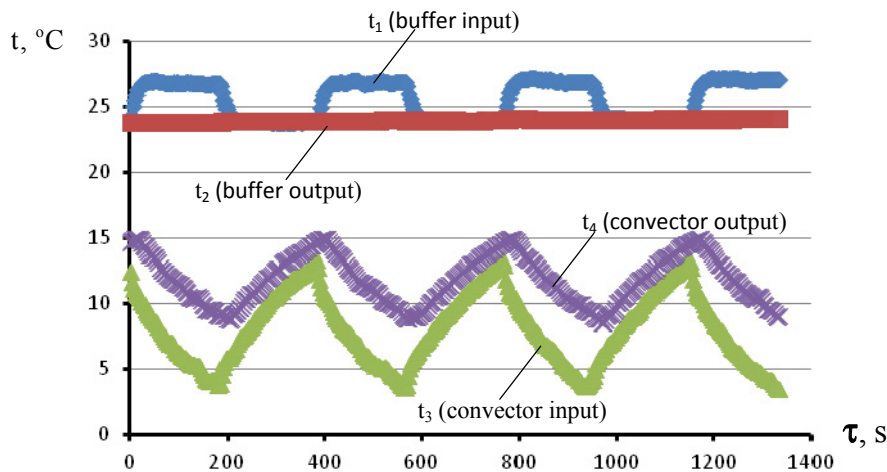


Fig. 3. Change of the water temperatures in the two circles of the installation

It gives the impression the unstable work of the heat pump due to: the lack of buffer vessel in the inner installation circle and the low heat power of the convector compared to the power of the heat pump. The differences between the values of t_4 , regarding the heat pump settings (measured by the heat pump temperature sensor) and the measured values of this temperature by the thermoelectric

thermometer on the convector, due to: the specifics of the temperature measurement by the heat pump temperature sensor and the thermoelectric thermometer on the convector, the distance between them, the inertia in changing the temperature during the heat pump switch and shutdown.

On Figure 4 it is shown the change of the average water temperature in the convector tubes

\bar{t}_{water}

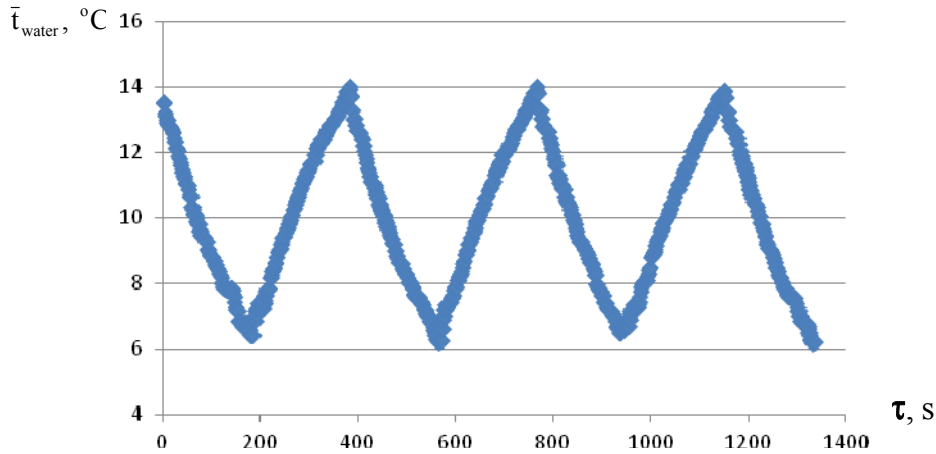


Fig. 4. Change of the average water temperature in the convector tubes

Based on the resulting limits of \bar{t}_{water} , using tabular data, equations for determination the momentary values of the water kinematic viscosity ($\nu_1, \text{m}^2/\text{s}$), coefficient of thermal conductivity ($\lambda_1, \text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$) and criterion of Prandtl (Pr_1), have been composed.

On Figure 5 it is shown the change of the Reynolds criterion Re_1 .

The change of Re_1 is due to the change of ν_1 when there is a change of \bar{t}_{water} . The figure shows that the maximum values of Re_1 have been about 1640 and the minimum - about 1300.

On Figure 6 it is shown the change of the Prandtl criterion Pr_1 .

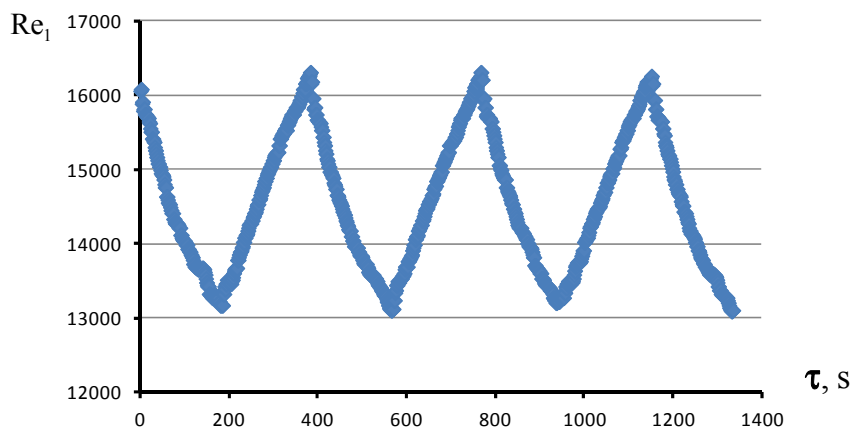


Fig. 5. Change of the Reynolds criterion of the water in the convector tubes

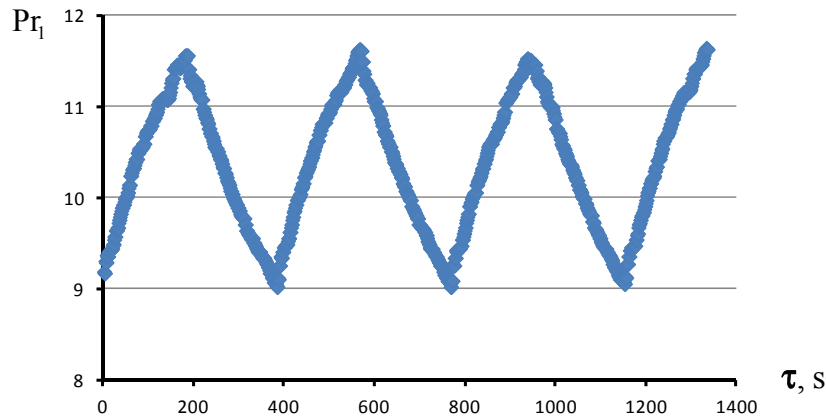


Fig. 6. Change of the Prandtl coefficient of the water in the convector tubes

It can be seen that the maximum values of Pr_1 have been about 11,7 and the minimum - about 8,9.

Based on the received results for Re_1 and Pr_1 , it follows that it can be used the criterion equation (11) for determination the criterion of Nuselt [4]:

$$Nu_1 = 0,021 \cdot Re_1^{0,8} \cdot Pr_1^{0,43} \quad (11)$$

The next step is calculation the heat convection coefficient α_1 .

On Figure 7 it is shown the change the coefficient α_1 in time.

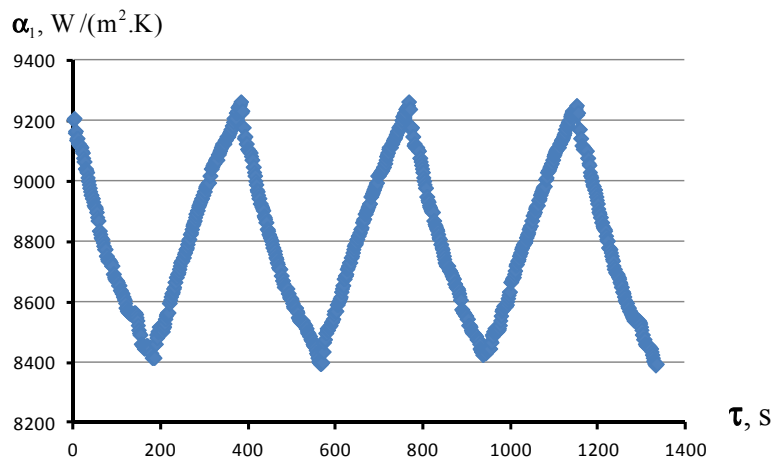


Fig. 7. Change of the heat convection coefficient α_1

The average value of the heat convection coefficient within the experiment is $\bar{\alpha}_1 = 8799 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

4. Investigation the heat convection coefficient between the outer surface of the heat exchanger and the airflow (α_2)

The first step is calculation the average actual velocity of the airflow in the narrowest section of the outer surface of the heat exchange apparatus:

$$w_2 = w_{\text{measured}-2} \cdot \frac{S_2}{S_{\text{narrowest section}-2}} = 1,86 \cdot \frac{0,115}{0,041} = 5,06 \text{ m/s} \quad (12)$$

Similarly to the determination of α_1 , the second step is calculation the momentary values of the average temperature $\bar{t}_{\text{air flow}}$ of the air, wrapping the outer surface of the heat exchanger.

The next step is determination the momentary values of the air physical parameters ν_2 , λ_2 and Pr_2 .

The momentary values of Re_2 have been calculated. The resulting maximum values of Re_2 have been around 3420 and the minimum - around 3369.

Based on the results for Re_2 and the ratio (d/t) , it follows that it can be used the criterion equation (13) for determination the criterion of Nuselt [4]:

$$Nu_2 = 0,25 \cdot \left(\frac{d}{t}\right)^{-0,54} \cdot \left(\frac{D-d}{2 \cdot t}\right)^{-0,14} \cdot Re_2^{0,65} \cdot Pr_2^{0,4}, \quad (13)$$

where the geometric parameters of the ribbed tube sheaf are respectively: $D = 22$ mm, $d = 10$ mm and $t = 2,1$ mm (figures 2 and 8).

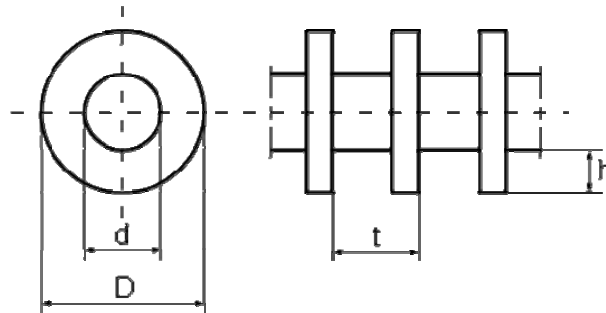


Fig. 8. Geometric parameters of ribbed tubes [4]

The next step is calculation the heat convection coefficient α_2 , the change of which is shown on Figure 9.

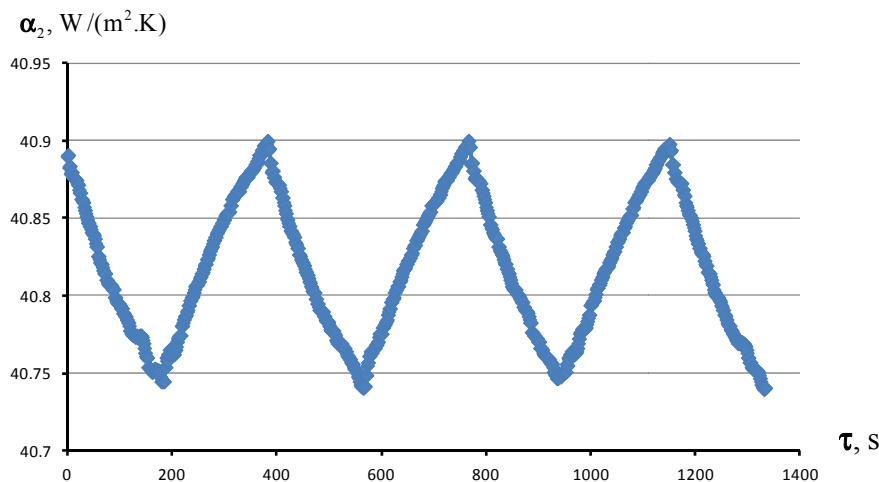


Fig. 9. Change of the heat convection coefficient α_2

The average value of the heat convection coefficient within the experiment is $\bar{\alpha}_2 = 40,82$ W/(m².K).

5. Investigation the heat transfer coefficient between the water in tubes and the air flow (U)

For calculation the momentary values of the heat transfer coefficient, equation (9) has been used.

On Figure 10 it is shown the change the coefficient U in time.

The average value of the heat transfer coefficient within the experiment is $\bar{U} = 40,63$ W/(m².K).

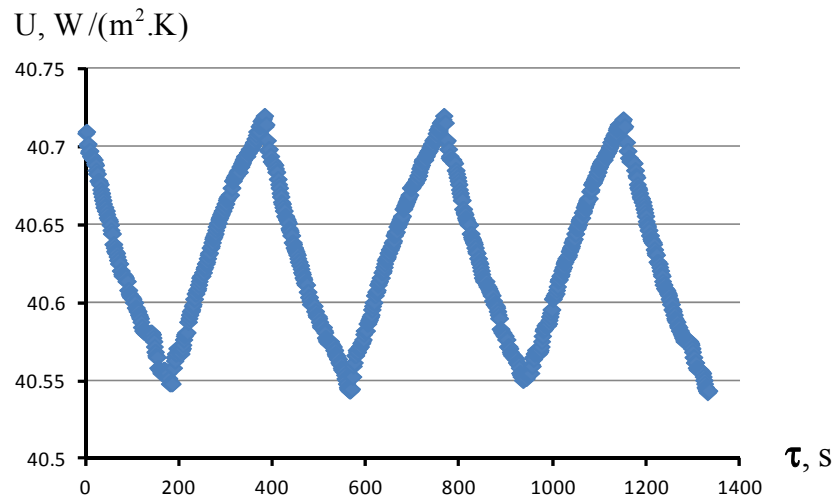


Fig. 10. Change of the heat transfer coefficient

Conclusion

The presented methodology allows investigation the momentary and average values of the coefficients of heat convection and the heat transfer coefficient of a convector's heat exchange apparatus in the laboratory installation work in different modes and setting various operating parameters.

The determination of the momentary values (every second) of the investigated parameters and the presentation of their change over time, making it possible to analyze more clearly the dependence between them in the particular investigation.

The internal heat convection coefficient α_1 has changed in larger percentages than the coefficient α_2 , due to the larger range of variation of the average water temperature \bar{t}_{water} than the average temperature of the air flow $\bar{t}_{\text{air flow}}$ and the larger range of variation of the water Nuselt criterion Nu_1 than the air flow Nuselt criterion Nu_2 .

The heat transfer coefficient U depends in a much greater degree of the heat convection coefficient α_2 than of the coefficient α_1 . Therefore an intensification of the heat exchange process should be performed with respect to the coefficient α_2 .

References

1. Bobilov, V., G. Genchev, P. Mushakov, P. Zlatev, Z. Kolev. Methodology for investigation the coefficient of performance of reversible heat pump "water-water". Proceedings of University of Ruse, 2011, volume 50, series 1.2, p. 8-12.
2. Chua K. J. and others. Advances in heat pump systems: A review. Department of Mechanical Engineering, National University of Singapore, Singapore, 2010.
3. Eder, V., F. Mozer. Heat pumps. Techniques, Sofia, 1984.
4. Iliev, I., V. Bobilov, V. Kambourova, Z. Kolev, P. Zlatev, P. Mushakov. Collection of calculation examples for heat exchange processes and heat exchange apparatuses. Ruse, Engineering and researches in agriculture, 2015, ISBN 978-619-7135-07-7.
5. Kolev, Z., P. Zlatev, P. Mushakov, V. Bobilov. Investigation the heat exchange parameters of water-air convector in laboratory heat pump installation. Proceedings of University of Ruse, 2015.
6. Kolev, Z., P. Zlatev, P. Mushakov, V. Bobilov. Methodology for determination the heat exchange parameters of water-air convector in laboratory heat pump installation. Proceedings of University of Ruse, 2015.
7. Renedo C. J. and others. Optimum design for reversible water-water heat pumps. Department of Electrical and Energy Engineering, University of Cantabria, Spain, 2006.

УДК 631.365

АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧНОЇ ІДЕНТИФІКАЦІЇ АНАЛІТИЧНОГО МАТЕМАТИЧНОГО ОПИСУ ДИНАМІКИ НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНОГО СУШІННЯ ЗЕРНОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Р. А. Калініченко, к. т. н., доцент, e-mail: rkalinichenko@ukr.net

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Мета. Розробити алгоритм визначення кінетичних коефіцієнтів в розв'язках аналітичних рівнянь тепло- і масопереносу (для випадку низькотемпературного конвекційного сушіння) безпосередньо з експериментальних досліджень параметрів кінетики сушіння зернових матеріалів, що з достатньою точністю дозволить здійснити параметричну ідентифікацію математичного опису зневоднення зерноматеріалів.

Методи. Аналіз аналітичних математичних моделей теорії тепло- масообміну, математико-статистичні методи теорії планування експерименту.

Результати. Обґрунтована послідовність експериментально-розрахункових дій для визначення чисельних значень кінетичних масообмінних коефіцієнтів в аналітичному математичному

описі динаміки низькотемпературного сушіння конкретного зернового матеріалу.

Висновки. Розроблений алгоритм параметричної ідентифікації математичних моделей тепло- і масопереносу для адекватного аналітичного математичного опису динаміки низькотемпературного сушіння досліджуваного зерноматеріалу. Визначені масообмінні коефіцієнти математичних моделей зневоднення зернівки дозволяють аналітично визначати розвиток поля вологовмісту зернівки в процесі сушіння, що необхідно для обґрунтування раціональних режимів активного вентилявання і енергозберігаючого прийому відлежування зерна.

Ключові слова. Ідентифікація, сушіння зерна, кінетичні коефіцієнти, математичний опис.

UDC 631.365

ALGORITHM OF PARAMETRIC IDENTIFICATION ANALYTICAL MATHEMATICAL DESCRIPTION OF THE DYNAMICS LOW TEMPERATURE DRYING OF GRAIN MATERIALS

R. A. Kalinichenko, PhD, associate professor, e-mail: rkalinichenko@ukr.net

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

The purpose. Develop an algorithm to determine the kinetic coefficients analytic solutions of the equations of heat and mass transfer (in the case of low-convection drying) directly from experimental studies of the kinetics parameters of dry grain materials with sufficient accuracy to allow for parametric identification of the mathematical description grain materials dehydration.

Methods. Analysis of analytical mathematical models of thermal mass transfer theory, mathematical methods of experiment planning theory.

Results. Grounded sequence of experimental and calculated actions to determine the numerical values of kinetic mass transfer coefficients in

analytical mathematical description of the dynamics of low grain drying concrete material.

Conclusions. The algorithm of parametric identification of mathematical models of heat and mass transfer for adequate analytical mathematical description of the dynamics of low-temperature drying zernomaterialu investigated. Defined mass transfer coefficients of mathematical models allow dehydration grains analytically determine the right moisture content in grains drying process that is needed to study the active ventilation mode and power saving reception softened grain.

Keywords. Identification, grain drying, kinetic coefficients, mathematical description.

УДК 631.365

АЛГОРИТМ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ АНАЛИТИЧЕСКОГО МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ СУШКИ ЗЕРНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ**Р. А. Калининченко**, к. т. н., доцент, e-mail: rkalinichenko@ukr.net*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины*

Цель. Разработать алгоритм определения кинетических коэффициентов в решениях аналитических уравнений тепло- и массопереноса (для случая низкотемпературной конвекционной сушки) непосредственно из экспериментальных исследований параметров кинетики сушки зерновых материалов, что с достаточной точностью позволит осуществить параметрическую идентификацию математического описания обезвоживания зерноматериалов.

Методы. Анализ аналитических математических моделей теории тепло- массообмена, математико-статистические методы теории планирования эксперимента.

Результаты. Обоснована последовательность экспериментально-расчетных действий для определения численных значений кинетических массообменных коэффициентов в аналитическом математическом описании динамики низкотемпе-

ратурного сушки конкретного зернового материала.

Выводы. Разработанный алгоритм параметрической идентификации математических моделей тепло- и массопереноса для адекватного аналитического математического описания динамики низкотемпературной сушки исследуемого зерноматериала. Определенные, в такой способ, массообменные коэффициенты математических моделей обезвоживания зерновки позволяют аналитически определять развитие поля влагосодержания зерновки в процессе сушки, что необходимо для обоснования рациональных режимов активного вентилирования и энергосберегающего приема отлеживания зерна.

Ключевые слова. Идентификация, сушка зерна, кинетические коэффициенты, математическое описание.

Проблема. На сьогодні в Україні термічне сушіння основний метод підготовки свіжозібраного зерна до консервації. На сушіння зерна витрачається до 50% енергії, що йде на отримання готово продукту – кондиційного зерна. Зменшення енерговитрат на сушіння зернових матеріалів – актуальна проблема, яка вирішується двома основними шляхами, технічною модернізацією наявного сушильного обладнання і розробкою нових енергозберігаючих прийомів і режимів кондиціювання зерна та їх реалізації на наявних в господарствах установках. І перший і другий шлях вирішення проблеми енергозбереження ґрунтується на математичному описі процесів тепло- і масообміну. Підвищення достовірності результатів математичного моделювання можна досягти правильним вибором математичних структур моделей або підвищенням достовірності кінетичних коефіцієнтів, що входять у вибрані математичні моделі[1]. Визначення ж тепло- масообмінних коефіцієнтів в більшості випадків пов'язано з труднощами методичного характеру і з

труднощами, пов'язаними з тим, що ці величини іноді не можуть бути виміряні безпосередньо і про них можна судити лише за результатами вимірювань інших фізичних параметрів, які тим чи іншим способом пов'язані із шуканими коефіцієнтами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемі математичного опису процесу конвекційного сушіння зерна присвячені роботи багатьох дослідників, результати яких приведені в роботах [8, 10,12,15]. Загальний метод аналізу процесу сушіння зернового матеріалу базується на аналітичному рішенні диференціальних рівнянь тепло- і масопереносу всередині зернівки з урахуванням змінних параметрів сушильного агента.

Для використання в інженерних розрахунках розв'язків диференціальних рівнянь тепломасопереносу необхідно знати значення тепломасообмінних характеристик зернового матеріалу і його взаємодії з сушильним агентом.

Наявні в літературі [2,3,4, 7] небагато-числені дані про коефіцієнти тепло- і масо-переносу зерноматеріалів можуть суттєво відрізнятись, оскільки, як показали експериментальні дослідження, всі кінетичні коефіцієнти при зміні температури і вологовмісту змінюються доволі суттєво. Визначення коефіцієнтів тепло- і масопровідності ускладнюється також термоградієнтним переносом вологи і можливими внутрішніми фазовими перетвореннями. Розрахунки ж процесів тепло масообміну за аналітичними математичними моделями, можливі лише при наявності всіх коефіцієнтів, що входять у диференціальні рівняння. Це завдання параметричної ідентифікації математичних моделей може бути вирішене з використанням методів обернених задач на основі експериментальної інформації про об'єкт [5, 9].

Тому **метою** наших досліджень було розробити алгоритм визначення кінетичних коефіцієнтів в розв'язках аналітичних рівнянь тепло- і масопереносу (для випадку низькотемпературного конвекційного сушіння) безпосередньо з експериментальних досліджень параметрів кінетики сушіння зернових матеріалів, що з достатньою точністю дозволить здійснити параметричну ідентифікацію математичного опису зневоднення зерноматеріалів.

Результати дослідження. Нестационарні поля вологовмісту і температури всередині капілярно-пористого вологого тілі визначаються системою диференціальних рівнянь збереження маси і теплоти, які при постійних коефіцієнтах переносу мають вид:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a_m (\nabla^2 U + \delta \nabla^2 \theta) \quad (1)$$

$$U(r, \tau) - U_p = (U_0 - U_p) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{2(\sin(\mu_n) - \mu_n \cos(\mu_n))}{\mu_n - \sin(\mu_n) \cos(\mu_n)} \cdot \frac{\sin(\mu_n \frac{r}{R})}{r \cdot \mu_n} e^{-\mu_n^2 \frac{a_m \cdot \tau}{R^2}} \quad (5)$$

μ_n визначається з характеристичного рівняння:

$$\operatorname{tg}(\mu) = -\frac{1}{Bi_m - 1} \cdot \mu \quad (6)$$

де Bi_m – масообмінний критерій Біо, що характеризує співвідношення між інтенсивністю внутрішнього і зовнішнього масообміну і який рівний:

$$\frac{\partial \theta}{\partial \tau} = a \nabla^2 \theta + \varepsilon_* \frac{r_c}{c_m} \frac{\partial U}{\partial \tau} \quad (2)$$

Розрахунок процесу сушіння за рівняннями (1-2) надзвичайно складний із-за зв'язаного тепло- і масопереносу в об'єктах сушіння. Взаємозв'язок обумовлений тим, що масообмінні коефіцієнти залежать від температури, а теплові від кількості вологи в матеріалі.

У зв'язку з цим, відповідно до [13], процес низькотемпературного сушіння доцільно розглядати як чисто масообмінний процес і розглядати лише одне кінетичне рівняння (1). Зауважимо, що низькотемпературне сушіння і досушування зерна є одним з найбільш енергоефективних способів доведення зерна до кондиційного стану за вологістю і температурою. За умов низькотемпературного сушіння зерна термодифузиею в рівнянні (1) можна знехтувати, тоді рівняння (1) для тіла у формі кулі запишеться так:

$$\frac{\partial U}{\partial \tau} = a_m \cdot \frac{\partial^2 U}{\partial r^2} \quad (3)$$

Для розв'язку рівняння (3) потрібно задати крайові умови. Граничну умову для конвекційного сушіння можна задати балансом потоків вологи, що підводиться до поверхні тіла і відводиться від неї в повітряне середовище:

$$a_m \cdot \rho_0 \cdot (\nabla U) + \beta \cdot (U_n - U_c) = 0 \quad (4)$$

де β – коефіцієнт зовнішнього вологообміну; ρ_0 – густина сухої речовини матеріалу.

При початковому розподілі вологовмісту $U(r, 0) = f(r)$, $U(r, 0) = U_0 = \text{const}$ загальний розв'язок рівняння (3) при умові (4) буде мати вигляд [15]:

$$Bi_m = \frac{\beta}{a_m} R \quad (7)$$

де a_m – коефіцієнт вологопровідності матеріалу; R – еквівалентний радіус; β – коефіцієнт вологообміну між матеріалом і сушильним агентом.

Зміна середнього вологовмісту зернівки визначається із залежності:

$$\bar{U}(\tau) = \frac{3}{R^3} \int_0^R r^2 U(r, \tau) dr \quad (8)$$

Якщо підставити (5) в (8) і тригонометричні функції замінити через μ_n і масообмінний критерій Біо з характеристичного рівняння (6) і проінтегрувати отриманий вираз то відповідно до [11], отримаємо:

$$\bar{U}(\tau) = U_p + (U_0 - U_p) \sum_{n=1}^{\infty} \frac{6Bi_m^2}{\mu_n^2 (\mu_n^2 + Bi_m^2 - Bi_m)} e^{-\mu_n^2 \cdot \frac{a_m \cdot \tau}{R^2}} \quad (9)$$

Невідомий коефіцієнт a_m можна оціночно визначити за відомою формулою для ізотермічної дифузії [2]:

$$a_m = \frac{\lambda_m}{\rho_z \cdot C_m} \quad (10)$$

де C_m – ізотермічна масоємність зернівки; ρ_z – густина зернівки; λ_m – коефіцієнт масопровідності зернівки.

Значення ізотермічної масоємності визначаємо з формули, яка отримана апроксимацією даних з таблиць [7]:

$$C_m = 2.094 + 0.822 \cdot 10^{-3} \cdot T - 36.45 \cdot U + 191.082 \cdot U^2 - 195.68 \cdot U^3 \quad (11)$$

Формула (11) отримана в пакеті Statistica (рівень множинної кореляції $R=0.99$).

Коефіцієнт масопровідності зернівки λ_m визначається із залежності [6]:

$$\lambda_m = \frac{109.7 \cdot 10^{-8} \cdot H_0^{2.05}}{\varphi \cdot (2.856 + H_0^{2.05})} \left[1 - 0.1901 \cdot H_0 + 0.0304 \cdot H_0^2 \right] \cdot \exp \left(0.96 \cdot H_0 + 12 \cdot \frac{T}{293} - 1 \right) \quad (12)$$

де H_0 – ширина еквівалентної пори для вологовмісту U в зернівці, кг/кг; T – температура зернівки, $^{\circ}\text{K}$; φ – відносна вологість сушильного агента.

Взаємозв'язок між U та H_0 для пшениці можна визначити у вигляді співвідношення:

$$H_0 = -0.05287 + 4.33447 \cdot U - 4.0027 \cdot U^2 \quad (13)$$

Набагато складніше оцінити значення масообмінного критерію Біо, оскільки β – коефіцієнт зовнішнього вологообміну залежить від багатьох факторів і прямими вимірами його визначити неможливо, його величину можна оцінити лише за результатами вимірювань інших фізичних параметрів, які пов'язані із шуканим коефіцієнтом. Тому для оцінки масообмінного критерію Біо використовують критеріальні залежності, зокрема, відповідно до [14] для сушіння зернівки з початковою вологістю $U=0.239-0.502$ кг/кг:

$$Nu_m = 3.80 \cdot 10^{-3} Fo_m^{-0.78} Re^{0.44} \quad (14)$$

$$\text{де } Nu_m = \frac{2 \cdot \beta \cdot R}{D}; Fo_m = \frac{a_m \cdot \tau}{R^2}; Re = \frac{2 \cdot v \cdot R}{\nu};$$

D – коефіцієнт дифузії пару в сушильному агенті, m^2/c ; ν – коефіцієнт динамічної в'язкості сушильного агента, m^2/c ; v – швидкість фільтрації сушильного агента, m/c .

Рівняння (14) справедливе при $100 \leq Re \leq 440$; $0,005 \leq Fo_m \leq 0,15$ з відносною похибкою 22,8%, тому для визначення масообмінних коефіцієнтів з більшою точністю доцільно провести

нескладні експериментальні дослідження, а саме дослідити кінетику сушіння зернівки і методом зворотних задач уточнити масообмінні коефіцієнти.

Для того, щоб зменшити вплив випадкових і систематичних похибок, які виникають при проведенні експерименту на результат визначення кінетичних коефіцієнтів, експериментальні дані перед їх використанням у вирішенні зворотної задачі масообміну, доцільно попередньо обробити (згладити, апроксимувати) і в подальших розрахунках використовувати масиви даних, що визначені за емпіричною залежністю.

Використовуватимемо дробово-лінійну функцію Н.Ф.Докучаєва і М.С.Сажина залежності вологовмісту матеріалу від часу для апроксимації експериментальних даних:

$$\bar{U}(\tau) = U_0 - \frac{\tau}{b_0 + b_1\tau} \quad (15)$$

де b_0 і b_1 – шукані коефіцієнти.

Графічна ілюстрація експериментальних точок і проведеної апроксимації в математичному пакеті Statistika представлена на рис. 1

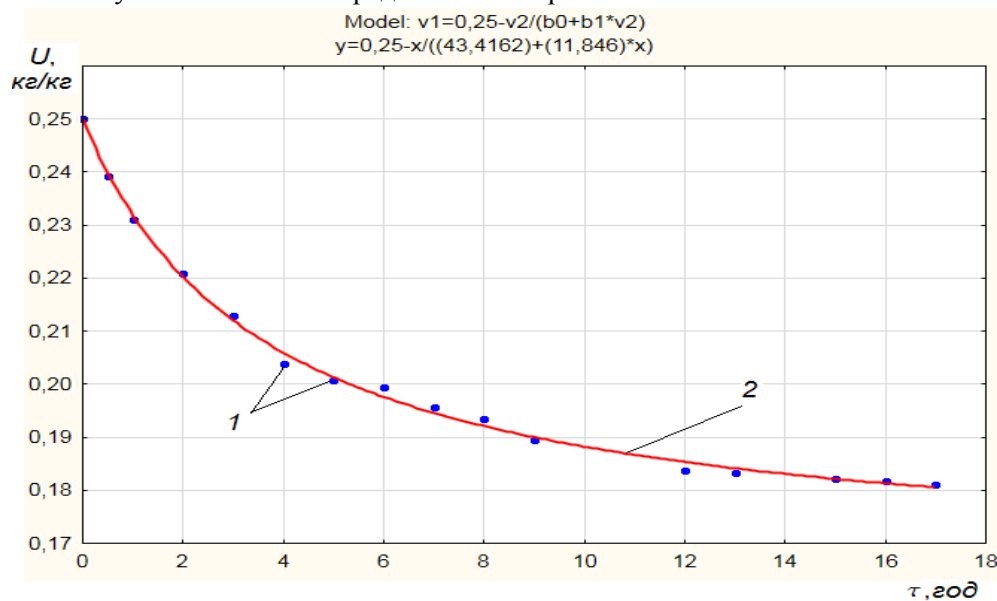


Рис.1. Експериментальні точки зміни вологовмісту зернівки за часом і теоретична залежність визначена за рівняння (15) (рівень кореляції R=0.999)

Fig.1. Experimental changes in moisture content weevil point in time and the theoretical curve defined by the formula (15) (level of correlation R = 0.999)

Для використання алгоритму Левенберга-Макварда для пошуку невідомих масообмінних коефіцієнтів (a_m – дифузії вологи і масообмінного критерію Біо– Bi_m) в рівнянні (9) за даними отриманими із емпіричної залежності, спочатку апроксимуємо розв’язки μ_1 – μ_6 трансцендентного рівняння (6).

Для μ_1 після проведених числових експериментів з різними апроксимуючими математичними структурами в пакеті Statistica визначена емпірична залежність з найвищим рівнем множинної кореляції виду:

$$\mu_1 = b_0 + b_1 Bi_m + b_2 Bi_m^{b3} \quad (16)$$

Для μ_2 – μ_6 апроксимуючі залежності від критерію Біо визначимо у вигляді поліному другого степеня:

$$\mu = b_0 + b_1 Bi_m + b_2 Bi_m^2 \quad (17)$$

Визначені залежності μ_1 – μ_6 від Bi_m підставимо в залежність (9) і за допомогою вбудованої функції genfit у математичному пакеті Mathcad, що реалізовує алгоритм Левенберга-Макварда,

визначимо значення Bi_m та a_m при яких залежність (9) буде найбільш точно описувати набір визначених масивів даних за залежністю (15). Початкові апріорні приблизні значення a_m і Bi_m визначали за залежностями (10)–(14). Екранна форма прикладу розрахунку представлена на рис.2.

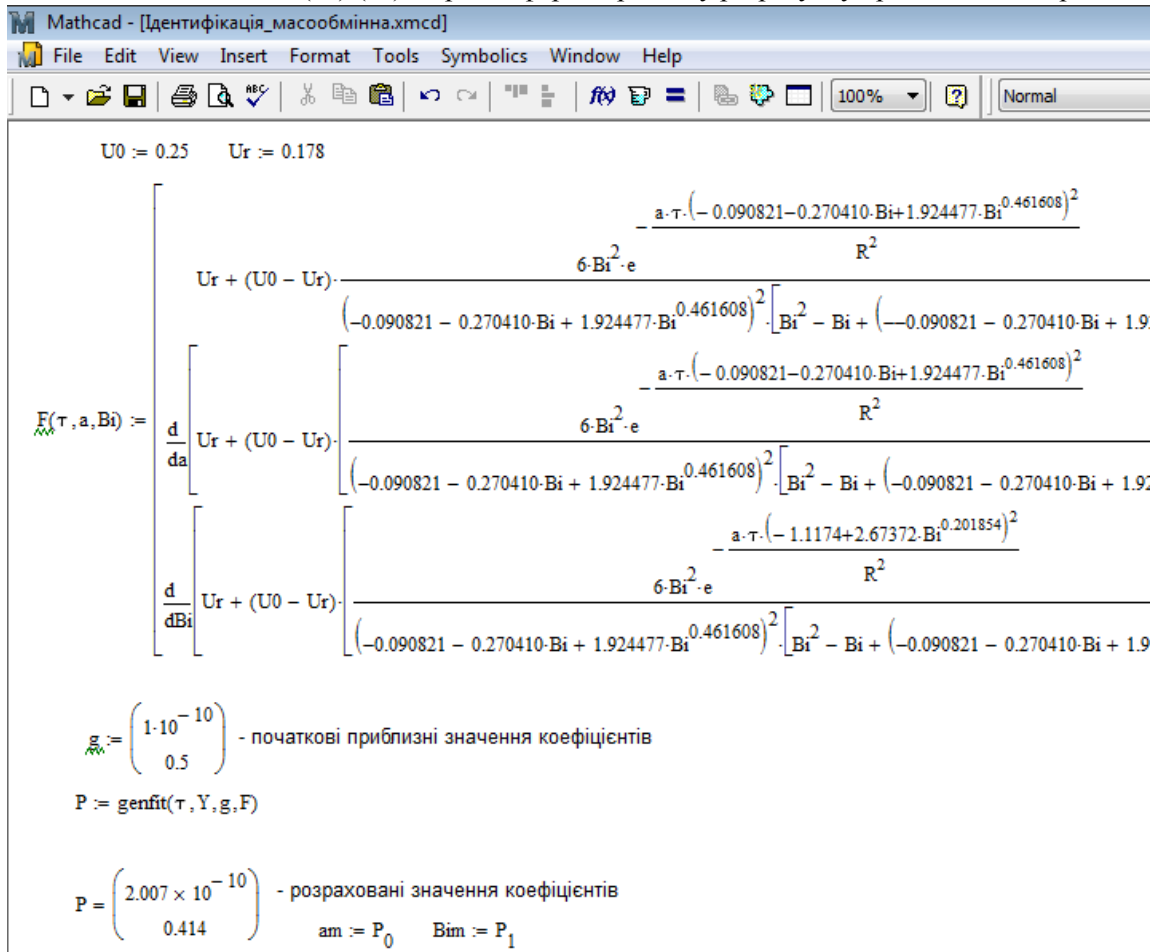


Рис.2. Екранна форма визначення коефіцієнтів у математичному пакеті Mathcad

Fig.2. Screenshot determining factors in the mathematical package Mathcad

На рис.3.представлені експериментальні точки і крива отримана за аналітичною залежністю (9) (a_m і Bi_m визначені функцією genfit в Mathcad).

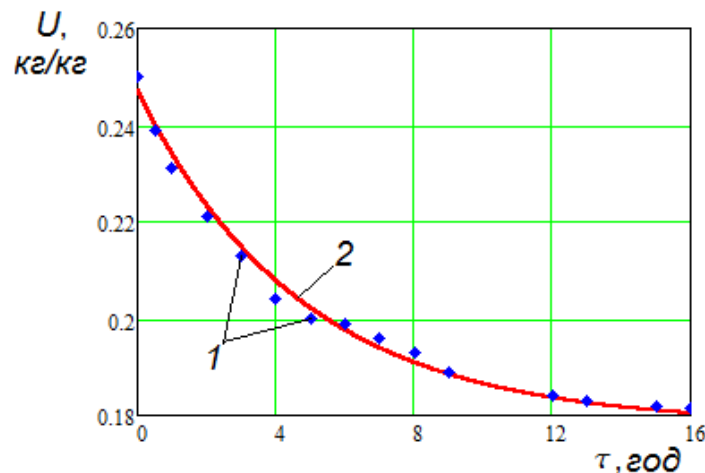


Рис.3. Кінетика сушіння (1– експериментальні точки, 2–крива за аналітичною залежністю (9))

Fig. 3. Kinetics of drying (1– experimental point, 2–analytical curve by the formula (9))

На рис.4. представлений розвиток поля вологовмісту зернівки в процесі низькотемпературного сушіння, розрахований за залежностями (5), (16), (17) із визначеними коефіцієнтами функцією genfit.

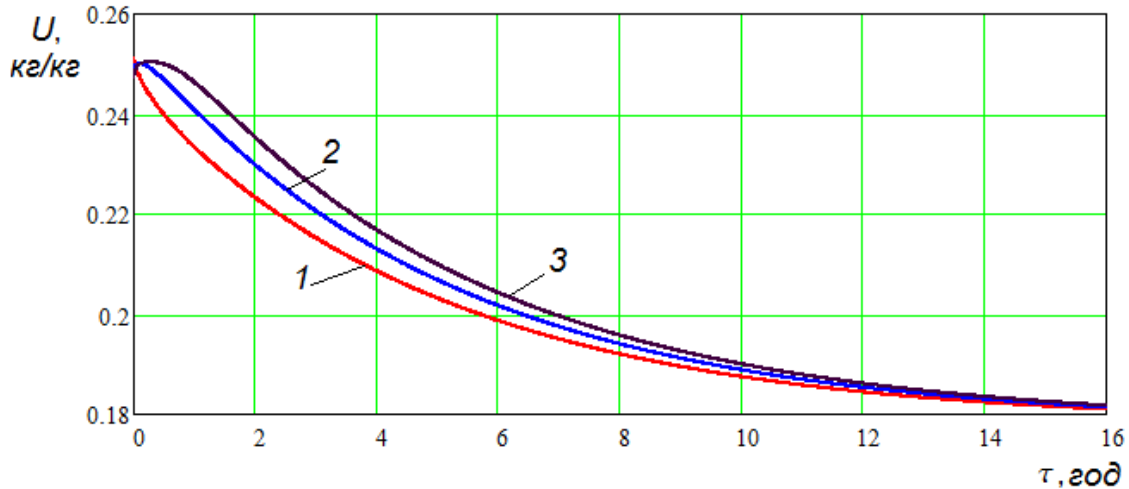


Рис.4. Розвиток поля вологовмісту зернівки в процесі низькотемпературного сушіння (1 – $r = 0.95R$; 2 – $r = 0.65R$; 3 – $r = 0.1R$)

Fig. 4. Development of the field moisture content of grains in the low-temperature drying (1 – $r = 0.95R$; 2 – $r = 0.65R$; 3 – $r = 0.1R$)

Висновки. Розроблений алгоритм параметричної ідентифікації математичних моделей тепло- і масопереносу для адекватного аналітичного математичного опису динаміки низькотемпературного сушіння досліджуваного зерноматеріалу.

Визначені масообмінні коефіцієнти математичних моделей зневоднення зернівки дозволяють аналітично визначати розвиток поля вологовмісту зернівки в процесі низькотемпературного сушіння, що необхідно для обґрунтування раціональних режимів активного вентилявання і енергозберігаючого прийому відлежування зерна.

Бібліографія

1. Алифанов О.М. Обратные задачи в исследовании сложного теплообмена/ О.М.Алифанов, А.В.Ненарокомов, Е.А.Артюхин – М. : Янус-К, 2009. - 299 с.
2. Гинзбург А.С. Массовлагообменные характеристики пищевых продуктов / А.С.Гинзбург, И.М.Савина – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.–280с.
3. Гинзбург А.С. Теплофизические свойства зерна, муки и крупы /А.С.Гинзбург, М.А.Громов – М.: Колос, 1984.–304с.
4. Дубровский В.П. Исследование теплопроводности зерна пшеницы в процессе сушки // Автореф. дис. канд. техн. наук.–М.: 1967.–19с.
5. Драганов Б.Х. Метод расчетно-экспериментального исследования теплоэнергетических систем / Б. Х. Драганов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2014. - Вип. 194(2). - С. 31-35.
6. Загоруйко В.А. Термодинамика и теплофизика влажных материалов/ В.А. Загоруйко, А.А.Голыков, А.Г.Слынько. - К.: Наукова думка, 1995. - 342с.
7. Згоруйко В.А. Определение влагосодержания гигроскопических грузов для их сохранной перевозки / В.А. Згоруйко, Ю.И. Кривошеев, А.Г.Слынько -М.: Транспорт,1988. -496с.
8. Котов Б.И. Технологічні і теплоенергетичні основи підвищення ефективності сушіння рослинної продукції. Автореф. дис. ... д-ра. техн. наук. - смт. Глеваха, 1994. -40с.
9. Круковский П.Г. Обратные задачи теплопереноса (общий инженерный подход) / П.Г. Круковский. – К.: Ин-т технической теплофизики НАН Украины, 1998. – 224 с.
10. Лыков А.В. Теория сушки/А.В.Лыков – М.: Энергия, 1968. –472с.
11. Лыков А.В. Теория теплопроводности / А.В.Лыков -М.: Высшая школа, 1967. –599с.
12. Муштаев В.И. Сушка дисперсных материалов/В.И.Муштаев, В.М.Ульянов –М.: Химия, 1988.–352с.
13. Плановский А.Н. ТОХТ / А.Н.Плановский, С.П.Рудобашта, Г.С.Кормильцин – 1972, Т.6.№3. С459-462.
14. Сорочинский В.Ф. Повышение эффективности конвективной сушки и охлаждение на

основе интенсификации тепломассообменных процессов. Автореферат дис. докт. техн. наук. - М.: МГУПП, 2003. - 39 с.

15. Фролов В.Ф. Моделирование сушки дисперсных материалов/ В.Ф.Фролов – Л.: Химия, 1987.– 208с.

References

1. Alifanov O.M. Obratnye zadachi v issledovanii slozhnogo teploobmena / O.M.Alifanov, A.V.Nenarokomov, E.A.Artyuhin - M.: Janus-K, 2009. - 299 s.

2. Ginzburg A.S. Massovlagoobmennye haracteristicy pishtevykh productov / A.S.Ginzburg, I.M.Savina - M.: Legkaya i pishtevaya prom-sty, 1982.-280s.

3. Ginzburg AS Teplofizicheskie svoystva zerna, muky i krupy /A.S.Ginzburg, M.A.Gromov - M.: Kolos, 1984.-304 s.

4. Dubrovskiy V.P. Issledovaniye vlagoprovodnosti zerna pshenitsy v protsesse sushki // Avtoref. dis. kand. teh. nauk.– M.: 1967-19 s.

5. Draganov B.H. Method raschetno-eksperimentalnogo issledovaniya teploenergeticheskikh system / B.H. Draganov // Naukoviy visnik Natsionalnogo universitetu bioresursiv i prirodozoristuvannya Ukrainy. Seriya: Tehnika ta energetika APK. - 2014. - Vyp. 194 (2). - S. 31-35.

6. Zagoruyko V.A. Thermodynamica i teplofizika vlazhnykh materialov / V.A. Zagoruyko, A.A.Golikov, A.G.Slynko. - K.: Naukova dumka, 1995. – 342 s.

7. Zagoruyko V.A. Opredeleniye vlagosoderzhaniya gigroskopicheskikh gruzov dlya ih sohrannoy perevozki / V.A. Zagoruyko, YU.I. Krivosheev, A.G.Slynko –M.: Transport, 1988. -496 s.

8. Kotov B.I. Tehnologichni i teploenergetichni osnovy pidvishchennya effektivnosti sushinnya roslinnoi produktsii. Avtoref. dis. ... d-ra. teh. nauk. - smt. Glewaha, 1994. -40 s.

9. Krukovskiy P.G. Obratnye zadachi teplomassoperenosa (obschiy inzhenernyi podhod) / P.G. Krukovskiy. - K.: In-t tehnichekooy teplofiziki NAN Ukrainy, 1998. - 224 s.

10. Lykov A.V. Teoriya sushki / A.V.Lykov M.: Energiya, 1968. -472 s.

11. Lykov A.V. Teoriya teploprovodnosti / A.V.Lykov M.: Vysshaya shkola, 1967. -599 s.

12. Mushtaev V.I. Sushka dispersnykh materialov / V.I.Mushtaev, V.M.Ulyyanov –M.: Chemistry, 1988.-352 s.

13. Planovskiy A.N. TOHT / A.N.Planovskiy, S.P.Rudobashta, G.S.Kormilytsin - 1972 T.6.№3.- S. 459-462.

14. Sorochinskiy V.F. Povysheniye effektivnosti konvektivnoy sushki i ohlazhdeniye na osnove intensifikatsii teplomassoobmennyykh protsessov. Avtoreft dis. doct. teh. nauk. - M.: MGUPP, 2003. - 39 s.

15. Frolov V.F. Modelirovaniye sushki dispersnykh materialov / V.F.Frolov - L.: Himiya, 1987.- 208 s.

References

1. O.M. Alifanov Inverse problems in the study of complex heat exchange / O.M. Alifanov, A.V. Nenarokomov, E.A. Artyuhin - M.: Janus-K 2009. - 299 p.

2. Ginzburg A.S. Massov characteristics of food / A.S. Ginzburg, I.M. Savina - M.: Light and food prom-st, 1982.-280 p.

3. Ginzburg A.S. Thermal properties of grain, flour and cereals /A.S. Ginzburg, M.A. Gromov - M.: Kolos, 1984.-304 p.

4. V.P. Dubrovsky The study of hydraulic conductivity of wheat grain during drying // Abstract. Dis. cand. tehn. nauk. M.: 1967. -19 p.

5. Draganov B.H. Method of settlement and experimental research of heat and power systems / B.H. Draganov // Naukova News Ukraine. Seriya: Tehnika Energetics is the APC. - 2014. - Vip. 194 (2). - P. 31-35.

6. Zagoruiko V.A. Thermodynamics and Thermal Physics wet materials / V.A. Zagoruiko, A.A. Golikov, Slynko AG. - K.: Naukova Dumka, 1995. – 342 p.

7. Zgoruyko V.A. Determination of the moisture content of hygroscopic goods for their safe carriage / V.A. Zgoruyko, Y.I. Krivosheev, A.G. Slynko-M.: Transport, 1988. -496 p.

8. Cats BI Tehnologichni i teploenergetichni Basics of produktion. Author. Dis. ... Dr. tehn. Sciences. - CMT. Glevakha, 1994.- 40 p.

9. P.G. Krukovskiy Inverse problems of heat and mass transfer (total engineering approach) / PG Krukovskiy. - K.: Institute of Engineering Thermophysics, NAS of Ukraine, 1998. - 224 p.

10. A.V. Lykov Drying Theory / A.V. Lykov-M.: Energia, 1968. -472 p.

11. A.V. Lykov The theory of thermal conductivity / A.V. Lykov-M.: Higher School, 1967. -599 p.

12. Mushtaev V.I. Drying of disperse materials / V.I. Mushtaev, V.M. Ulyanov-M.: Chemistry, 1988.-352 p.

13. AN Planovskiy Tohti / A.N.Planovskiy, S.P.Rudobashta, G.S.Kormiltsin - 1972, T.6.№3. – P459-462.

14. VF Sorochinskiy Improving the efficiency of convective drying and cooling based on the intensification of heat and mass transfer processes. Abstract dis. Doctor. tehn. Sciences. – M.: MGUPP, 2003. – 39 p.

15. Frolov VF Modeling drying dispersed materials / V.F.Frolov – L.: Chemistry, 1987.– 208 p.

УДК 631.563

СТАН ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ, ЗЕРНОБОБОВИХ ТА ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ЇХ СУШІННІ

М. І. Липунов с.н.с.,

М. М. Берлінець, н.с., e-mail:berlinec_nick@ukr.net, тел.:+38-097-853-20-29 –

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»,

О. В. Кразьба, аспірант – Національний науковий центр «Інститут землеробства»

Резюме

Мета. Аналіз стану вирощування зернових, зернобобових та олійних культур, визначення факторів які впливають на умови його сушіння.

Методи. Аналіз отриманих у попередні роки результатів досліджень проводилось з використанням дедуктивного методу на основі вивчення науково-технічної інформації у галузі зберігання та переробки продукції рослинництва. На основі аналізу науково-технічної інформації була сформульована робоча гіпотеза енергозбереження при сушінні зерна.

Результати. Проаналізовано стан вирощування зернових, зернобобових і олійних культур та визначено фактори які впливають на умови їх

сушіння. Встановлено, що стан виробництва продукції зернових та зернобобових збільшилась з 2011 по 2015 роки на 5,96%, олійних культур на 36,19%.

Висновки. Енергозбереження в процесі сушіння продукції зернових, зернобобових та олійних культур, досягається шляхом створення адаптивних систем моніторингу технологічних параметрів для управління процесами тепло-масообміну в діючих шахтних зерносушарках, що забезпечить зменшення пересушення зерна на 0,2 – 0,3% і складає економію до 30 тис. грн за сезон на одну систему.

Ключові слова: зерно, зберігання зерна, сушіння, сушарки, зернові культури, зернобобові культури, олійні культури.

UDC 631.563

STATE GROWING OF GRAIN CROPS, LEGUMES AND OILSEEDS FACTORS AND ANALYSIS OF ENERGY SAVING OF DRYING

M. I. Lipunov, Senior Researcher,

M. M. Berlinec, research fellow, e – mail: berlinec_nick@ukr.net; tel.:+380978532029,

National Scientific Center «Institute for Agricultural Engineering and Electrification » ,

O. V. Krazba, post – graduate student, National Scientific Center « Institute of Agriculture »

The purpose. Analysis of grain crops, legumes and oilseeds determine the factors that affect the conditions for its drying.

Methods. Analysis of the received results in a previous years research was conducted using the deductive method based on the study of scientific and technical information in the field of storage and processing of of crop production. Based on analysis of scientific and technical information has been formulated working hypothesis energy saving drying grain.

Results. The analysis condition of grain crops, legumes and oilseeds and the factors that affect the

conditions of drying. Established that the state of production of grain crops, legumes and oilseeds increased from 2011 to 2015 to 5.96% and 36.19%.

Conclusions. Energy saving in the drying process of production of grain groups, legumes and oilseeds is achieved through the creation of adaptive systems for monitoring process parameters for process control heat and mass transfer in existing mine dryers, which will reduce grain overdrying on 0.2 - 0.3% and is saving up to 30 thousand UAH per season per system.

Key words: grain, grain storage, drying, dryers, grain crops, legumes, oilseeds.

УДК 631.563

СОСТОЯНИЕ ВЫРАЩИВАНИЯ ЗЕРНОВЫХ, ЗЕРНОБОБОВЫХ И МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР И АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ИХ СУШКИ

Н. И. Липунов, с.н.с.,

Н. Н. Берлинец, н.с., е – mail: berlinec_nick@ukr.net, тел.: + 38-097-853-20-29 -
Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»,

О. В. Кразьба, аспирант – Национальный научный центр «Институт земледелия»

РЕЗЮМЕ

Цель. Анализ выращивания зерновых, зернобобовых и масличных культур, определение факторов влияющих на условия его сушки.

Методы. Анализ полученных в предыдущие годы результатов исследований проводилось с использованием дедуктивного метода на основе изучения научно-технической информации в области хранения и переработки продукции растениеводства. На основе анализа научно-технической информации была сформулирована рабочая гипотеза энергосбережения при сушке зерна.

Результаты. Проанализировано состояние выращивания зерновых, зернобобовых и масличных культур и определены факторы влияющие на условия их сушки. Установлено, что состояние

производства продукции зерновых и зернобобовых увеличилось с 2011 по 2015 годы на 5,96%, масличных культур на 36,19%.

Выводы. Энергосбережение в процессе сушки продукции зерновых, зернобобовых и масличных культур, достигается путем создания адаптивных систем мониторинга технологических параметров для управления процессами тепло-массообмена в действующих шахтных зерносушилках, что обеспечит уменьшение пересушивания зерна на 0,2 - 0,3% и составляет экономию до 30 тыс. грн за сезон на одну систему.

Ключевые слова: зерно, хранения зерна, сушка, сушилки, зерновые культуры, зернобобовые культуры, масличные культуры.

Проблема. Зберігання продукції зернових, зернобобових та олійних культур без втрат має важливе державне значення і покликане вирішити ряд стратегічних завдань – гарантувати продовольчу безпеку країни, забезпечувати сировиною переробну галузь, зміцнювати кормову базу тваринництва, створювати належні умови ефективного експорту – імпорту. Без сумніву, зберігання зерна є одним з визначальних факторів стабілізації і збільшення зерновиробництва в Україні[2].

Збільшення виробництва зерна вимагає постійного удосконалення технології проведення базових операцій післязбиральної обробки, яка включає очищення, сушіння і зберігання. Сушіння визначає якість готового продукту, тривалість зберігання та запобігає його втратам [3]. Різниця у вологості окремих партій зерна, що надходить до сушарки, залежить від погодних умов та може перевищувати 5%. Вологість, температура нагріву та експозиція сушіння зерна взаємопов'язані технологічні параметри. Вони в комплексі

впливають на якість готового продукту [1]. Зміна погодних умов під час жнив призводить не тільки до зміни початкової вологості і температури зерна, але і до зміни інтенсивності тепло-масообміну в сушильній камері за рахунок зміни вологовмісту сушильного агента. Це потребує адекватних змін режиму сушіння зерна, що не враховано в системах регулювання існуючих шахтних сушарок, тому призводить до пересушення або недосушення готового продукту.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

В літературних джерелах наявна значна кількість досліджень, присвячених проблемі врахування факторів, які впливають на процес сушіння [4, 5, 6, 7]. У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що основними факторами, які впливають на процес сушіння, є температура і швидкість сушильного агента, режими його подачі, початкова вологість, розмірні характеристики насінин та інші фактори. Отримані результати

вказують на те, що зазначені параметри є визначальними при розробці і застосуванні енергозберігаючих засобів та методів сушіння. В літературних джерелах наведено велику кількість способів сушіння зернових, зернобобових та олійних культур [11, 12, 13, 14]. Недоліком всіх цих способів є те, що в процесі сушіння вони не враховують температуру і вологість оточуючого середовища. Але це питання потребує додаткових досліджень, оскільки початкова температура і вологість сушильного агента впливають на енергозбереження в процесі сушіння зерна.

Мета роботи. Аналіз стану вирощування зернових, зернобобових та олійних

культур, визначення факторів які впливають на умови його сушіння.

Виклад основного матеріалу. Зернові та зернобобові культури в Україні займають найбільшу посівну площу серед усіх сільськогосподарських культур. За останні два роки їх площа значно зменшилась. Так за даними Державної служби статистики України посівні площі зернових та зернобобових культур зменшились з 15681,6 тис. га в 2013 році до 14738,4 тис. га в 2015 році.

Динаміка зміни посівної площі зернових та зернобобових культур за 2011-2015 роки наведена на рис. 1.

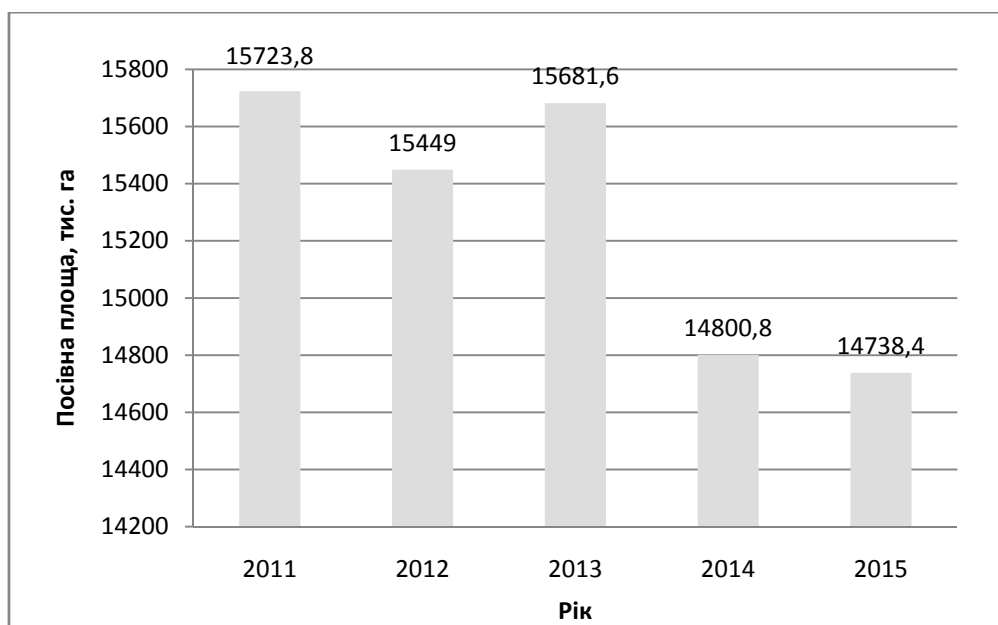


Рис.1. Динаміка зміни посівної площі зернових та зернобобових культур протягом 2011 – 2015 років

Fig.1. Dynamics of change sown area of grain and leguminous crops by 2011-2015 years

Посівні площі олійних культур за останні п'ять років мають тенденцію до зростання. Це зумовлено розвитком переробних потужностей олійної сировини, а також стабільним попитом з боку європейських покупців. Динаміка зміни посівної площі олійних культур за 2011 – 2015 роки наведена на рис. 2.

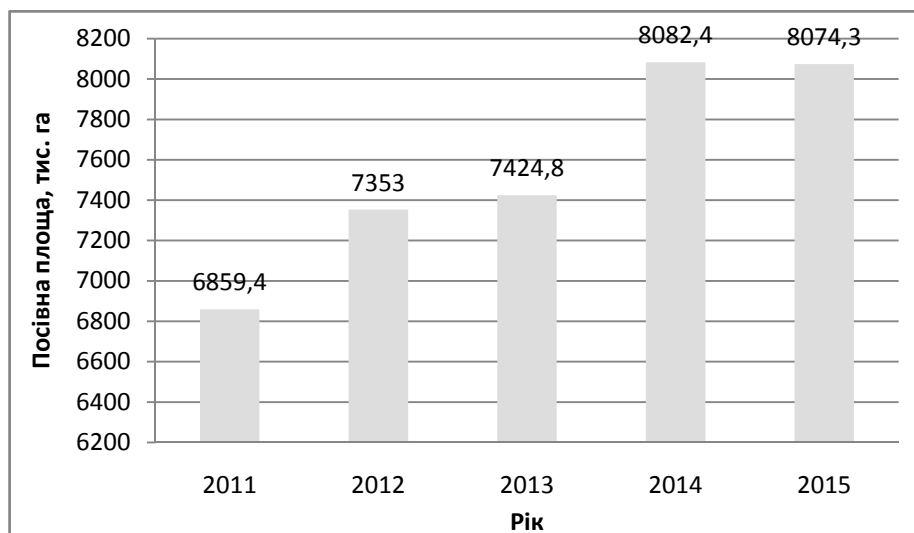


Рис.2. Динаміка зміни посівної площі олійних культур за 2011 – 2015 роки
Fig.2. Dynamics of change sown area of oil crops by 2011 - 2015 years

Динаміка виробництва зернових та зернобобових культур показана на рис.3.

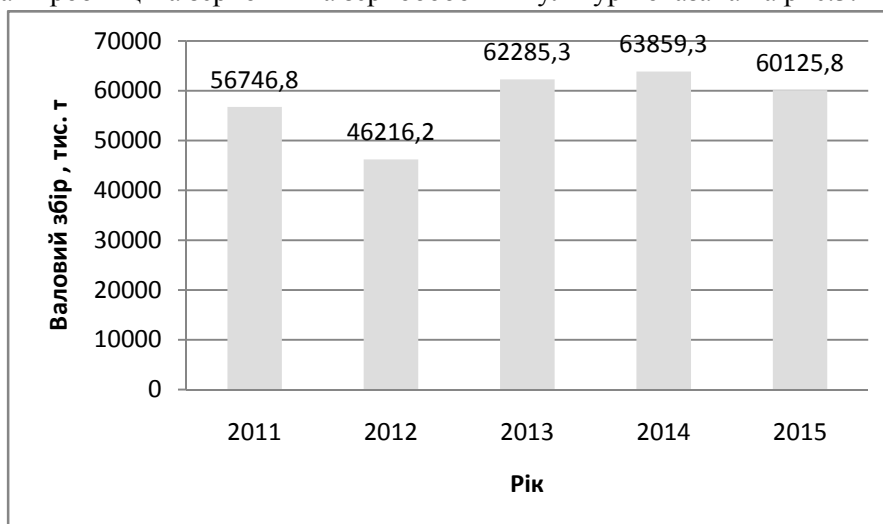


Рис.3. Динаміка виробництва зернових та зернобобових культур за 2011 –2015 роки
Fig.3. Dynamics of production grain and leguminous crops by 2011 – 2015 years

Урожайність сільськогосподарських культур залежить від багатьох факторів, таких як: сорт культури, якість ґрунту, погодні умови, дози внесення добрив, технологія виробництва, застосування стимуляторів росту та мікродобрив.

Що стосується олійних культур, то динаміка виробництва залежить від посівних площ, тобто при зростанні посівних площ зростає і валовий збір (рис.4). Однак, тут не слід відкидати вплив інших факторів які впливають на урожайність сільськогосподарських культур. Так дослідження, які проводились в ННЦ «Інститут землеробства»

НААН України на посівах льону олійного показали, що застосування позакореневого підживлення мікродобривами на фоні внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}K_{120}$ позитивно вплинуло на показники врожайності насіння льону олійного, забезпечивши приріст врожаю від 9,7 % (1,81 т/га) до 32,7 % (2,19 т/га) порівняно із варіантом де мікродобрива не застосовували (1,65 т/га). На варіантах оброблення посівів у суміші мікродобривами з фітогормоном урожайність становила від 2,09 т /га до 2,27 т/га, що на 26,6 % та 37,5 % більше порівняно до контролю.

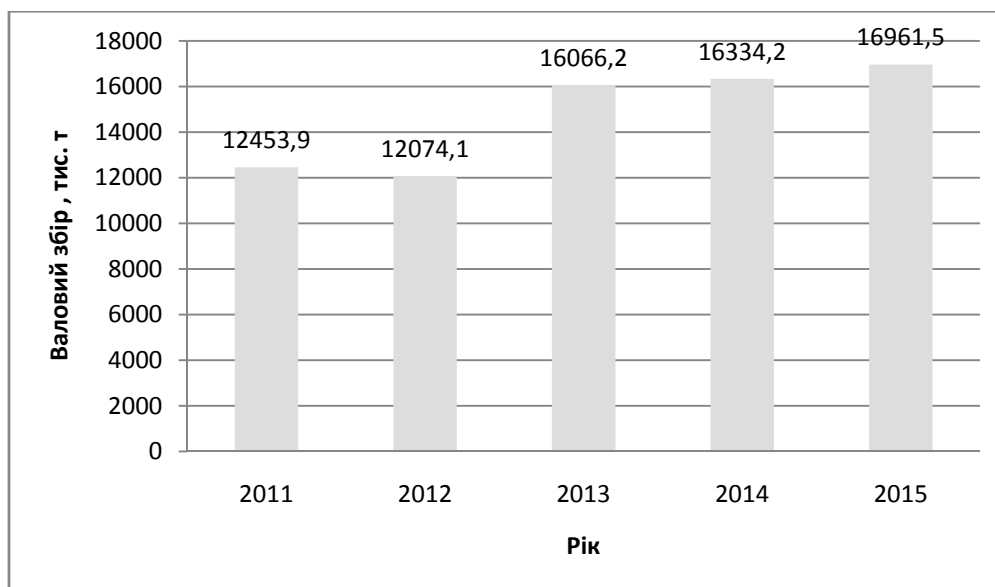


Рис.4. Динаміка виробництва олійних культур протягом 2011 –2015 років

Fig.4. Dynamics of production oil crops by 2011 – 2015 years

В умовах збільшення виробництва зернових, зернобобових та олійних культур зростає і кількість продукції яку потрібно зберігати. Для цього потрібно збільшувати потужність зерносховищ. В свою чергу, сховища повинні забезпечувати надійне зберігання зернової продукції за рахунок впровадження методів та способів з врахуванням культури, категорії вологості і призначення зерна [2, 9].

Способи та методи зберігання зерна в зерносховищах наведені в табл. 1.

З таблиці видно, що способи та методи зберігання зерна різняться між собою в залежності від категорії вологості продукції [8,10].

Відповідну категорію вологості зерна забезпечують при післязбиральній обробці зерна, а саме при сушінні. Для сушіння зерна і насіння застосовують конвекційний, радіаційний і сублимаційний способи сушіння [15].

Серед усіх способів найпоширенішим є конвекційний. Він забезпечує передачу теплоти від рухомого теплоносія (підігрітого

повітря або суміші повітря з продуктами згоряння палива) до зернового матеріалу. Теплоносій одночасно з передачею теплоти є агентом сушіння, тобто вбирає вологу із зерна. Цей спосіб широко застосовують в зерносушарках. Класифікація сушильних установок наведена в табл. 2 [15, 16].

Табл. 1. Способи та методи зберігання зерна
Table 1. Ways and methods of grain storage

Категорія вологості	Спосіб	Метод
Сухе (вологість не перевищує норму стандарту)	Відкритий, обмежений, герметичний	Аерація, вентилявання, охолодження, знезараження, консервування
Вологе (перевищення вологості на 2 – 3%)	Обмежений, герметичний	Вентилювання, охолодження, консервування (хімічне)
Сире (перевищення вологості більш як на 3 %)	Герметичний	консервування (природне, хімічне)

Табл. 2. Класифікація сушильних установок
Table 2. Classification of grain dryers

Показник	Тип сушильної установки	Показник	Тип сушильної установки
1	2	1	2
Вид палива, що використовується для сушіння	На твердому, рідкому або газоподібному паливі	Характер процесу сушіння	Періодичної або безперервної дії
Вид теплоносія	Повітря, суміш повітря з топковими газами	Мобільність	Стационарні або пересувні
Напрямок руху теплоносія відносно зернового потоку	Прямопотокові, протипотокові, з поперечним потоком, із змішаним потоком	Стан зернового шару	Нерухомим, рухомим, псевдозрідженим, зваженим
Конструкція	Шахтні, барабанні, вібраційні, силосні, колонкові, карусельні, конвеєрні, камерні	Спосіб циркуляції теплоносія	Природна та примусова

Зерносушарки з рухомим зерновим шаром найпоширеніші. Цей принцип покладений в основу роботи шахтних, барабанних, вібраційних, колонкових, конвеєрних та карусельних зерносушарок. В Україні найбільшого поширення набули шахтні зерносушарки.

Шахтна зерносушарка є складним об'єктом управління з розподіленими параметрами тепло- масообмінних процесів, що є причиною зміни величини запізнення в каналах регулювання температури і вологості зерна. Широкі діапазони зміни вологості, температури зерна і сушильного агента визначають інтенсивність координатних та параметричних збурень. Якщо в сушильній камері одночасно знаходяться маси зерна із значною різницею початкової вологості, то відповідна частина готового продукту може бути або недосушена, або пересушена.

На теперішній час в Україні експлуатуються тисячі шахтних зерносушарок, які потребують оснащення системою автоматич-

ного управління технологічними параметрами в залежності від режиму сушіння, що полягає у адаптації режиму сушіння зерна до змін температури і вологості оточуючого повітря, що забезпечить зменшення дисбалансу збурюючих впливів на технологічні властивості об'єкта управління та дозволить підвищити точність регулювання вологості і температури зерна.

Висновки. Аналіз динаміки виробництва зернових та зернобобових культур показав, що валовий збір, при зменшенні посівних площ на 6,27% з 2011 по 2015 роки, зріс на 5,96%. Виробництво продукції олійних культур, при зростанні посівних площ з 2011 по 2015 роки на 17,71%, збільшилось на 36,19%. Створення адаптивних систем моніторингу технологічних параметрів для управління процесами тепло-масообміну в діючих шахтних зерносушарках забезпечить зменшення пересушення зерна на 0,2 – 0,3%, що складає економію до 30 *тис. грн* за сезон на одну систему.

Бібліографія

1. В.В. Адамчук, В.Ф. Петриченко, В.Г. Мироненко, Ю.В. Герасимчук. Наукове забезпечення ефективного застосування електричної енергії в технологічних процесах промислового виробництва/ В.В. Адамчук, В.Ф. Петриченко, В.Г. Мироненко, Ю.В. Герасимчук // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвід. темат. наук. зб. – Глеваха, 2014. – Вип. 99. – Т.1. – С. 14–33.

2. Кирпа М. Я. Зберігання зерна – стан і перспектива розвитку в зв'язку зі збільшенням обсягів виробництва зерна в Україні / М. Я. Кирпа // Бюлетень Інституту сільського господарства степової зони. - 2011. - № 1. - С. 9-15.

3. Матківська І. Я. Кінетика сушіння зерна пшениці фільтраційним методом / І. Я. Матківська, В. М. Атаманюк, І. Р. Барна // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Нові рішення в сучасних технологіях. - 2014. - № 17. - С. 130-138.

4. Минайленко Р. М. Визначення класифікаційних структурних факторів, які впливають на технологічний процес сушіння зерна в баштових сушарках / Р. М. Минайленко, О. Г. Собінов, К. В. Буравченко // Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. - 2015. - Вип. 28. - С. 295-301.

5. Панасюк С. Г. Дослідження впливу температури та методів попередньої обробки сировини на процес сушіння / С. Г. Панасюк, О. В. Лисик // Сільськогосподарські машини. - 2014. - Вип. 27. - С. 85-89.

6. Пазюк О. Д. Оптимізація процесу сушіння зерна. Задачі та шляхи вирішення / О. Д. Пазюк, І. П. Паламарчук, В. М. Пазюк // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія : Технічні науки. - 2011. - Вип. 9. - С. 164-172.

7. Пидляк А. М. Визначення впливу швидкості повітряного потоку на інтенсивність вентиляції насінневого матеріалу / А. М. Пидляк, Л. Ю. Забродоцька // Сільськогосподарські машини. - 2014. - Вип. 27. - С. 90-94.

8. Кирпа М. Я. Наукові принципи і методи збереження якості насіння зернових культур / М. Я. Кирпа, Н. О. Пашченко, С. О. Скотар, М. О. Стурко // Зрошуване землеробство. - 2013. - Вип. 60. - С. 93-97.

9. Кирпа М. Я. Наукове обґрунтування інноваційних промислових технологій зберігання зерна / М. Я. Кирпа // Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони. - 2013. - № 5. - С. 93-98.

10. Кирпа Н. Я. Хранение зерна и факторы его долговечности / Н. Я. Кирпа // Хранение и переработка зерна. – Днепропетровск, 2008. – № 3 (105). – С. 31–33.

11. Станкевич Г.М. Техніка та технологія сушіння зерна у фермерських господарствах / Г.М. Станкевич // Зернові продукти і комбікорми. - 2011. - № 3. - С. 9-13.

12. Цуркан О. В. Сучасні способи сушіння зернових матеріалів / О. В. Цуркан, С. А. Нечепоренко, М. Я. Близнюк // Вібрації в техніці та технологіях. - 2013. - № 1. - С. 130-134.

13. Спосіб сушіння зернових матеріалів. Заявка на патент України (корисну модель) у 2013 06638, від 28.05.2013 р., заявники - винахідники: Павленко В.С., Цуркан О.В., Близнюк М.Я., Нечепоренко С.А.

14. Спосіб сушіння зернових матеріалів. Заявка на патент України (корисну модель) у 2013 06626, від 28.05.2013 р., заявники - винахідники: Павленко В.С., Цуркан О.В., Близнюк М.Я., Нечепоренко С.А.

15. Станкевич Г.М. Сушіння зерна: Підручник / Г.М. Станкевич, Т.В.Страхова, В.І. Атаназевич – К.: Либідь, 1997. – 352 с.

16. Пазюк В. М. Сучасні зерносушарки та заходи з їх енергетичного вдосконалення / В. М. Пазюк, О. Д. Пазюк, В. В. Савчук // Техніка, енергетика, транспорт АПК. - 2015. - № 2. - С. 57-61.

References

1. V.V. Adamchuk, V.F. Petrychenko, V.H. Myronenko, Yu.V. Herasymchuk. Naukove zabezpechennya efektyvnoho zastosuvannya elektrychnoyi enerhiyi v tekhnolohichnykh protsesakh promysloвого vyrobnytstva/ V.V. Adamchuk, V.F. Petrychenko, V.H. Myronenko, Yu.V. Herasymchuk // Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva: mizhvid. temat. nauk. zb. – Hlevakha, 2014. – Vyp. 99. – Т.1. – S. 14–33.

2. Кирпа М. Я. Zberihannya zerna – stan i perspektyva rozvytku v zvyazku zi zbilshenniam obshchiv vyrobnytstva zerna v Ukrayini / М. Я. Кирпа // Byuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony. - 2011. - № 1. - S. 9-15.

3. Matkivska I. Ya. Kinetyka sushynnya zerna pshenytsi filtratsiynym metodom / I. Ya. Matkivska, V. M. Atamanyuk, I. R. Barna // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu "KPI". Ser. : Novi rishennya v suchasnykh tekhnolohiyakh. - 2014. - № 17. - S. 130-138.

4. Mynaylenko R. M. Vyznachennya klasyfikatsiynykh strukturnykh faktoriv, yaki vplyvayut na tekhnolohichnyy protses sushynnya zerna v bashtovykh susharkakh / R. M. Mynaylenko, O. H. Sobinov, K. V. Buravchenko // Zbirnyk naukovykh prats Kirovohradskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu. Tekhnika v silskohospodarskomu vyrobnytstvi, haluzeve mashynobuduvannya, avtomatyzatsiya. - 2015. - Vyp. 28. - S. 295-301.

5. Panasyuk S. H. Doslidzhennya vplyvu temperatury ta metodiv poperednoyi obrobky syrovyny na protses sushynnya / S. H. Panasyuk, O. V. Lysyk // Silskohospodarski mashyny. - 2014. - Vyp. 27. - S. 85-89.

6. Pazyuk O. D. Optymizatsiya protsesu sushynnya zerna. Zadachi ta shlyakhy vyrishennya / O. D. Pazyuk, I. P. Palamarchuk, V. M. Pazyuk // Zbirnyk naukovykh prats Vinnytskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Seriya : Tekhnichni nauky. - 2011. - Vyp. 9. - S. 164-172.

7. Pydlyak A. M. Vyznachennya vplyvu shvydkosti povitryanoho potoku na intensyvnysh ventylyuvannya nasinnyevoho materialu / A. M. Pydlyak, L. Yu. Zabrodotska // Silskohospodarski mashyny. - 2014. - Vyp. 27. - S. 90-94.

8. Кирпа М. Я. Naukovi pryntsyipy i metody zberezhennya yakosti nasynnya zernovykh kultur / М. Я. Кирпа, Н. О. Pashchenko, С. О. Скотар, М. О. Стурко // Zroshuvane zemlerobstvo. - 2013. - Vyp. 60. - S. 93-97.

9. Кирпа М. Я. Naukove obhruntuvannya innovatsiynykh promyslovykh tekhnolohiy zberihannya zerna / М. Я. Кирпа // Byuletyn'

Instytutu silskoho hospodarstva stepovoyi zony. - 2013. - № 5. - S. 93-98.

10. Kyrpa N. Ya. Khraneny zerna y faktory eho dolhovechnosti / N. Ya. Kyrpa // Khraneny y pererobka zerna. – Dnepropetrovsk, 2008. – № 3 (105). – S. 31–33.

11. Stankevych H.M. Tekhnika ta tekhnolohiya sushynny zerna u fermerskykh hospodarstvakh / H.M. Stankevych // Zernovi produkty i kombikormy. - 2011. - № 3. - S. 9-13.

12. Tsurkan O. V. Suchasni sposoby sushynny zernovykh materialiv / O. V. Tsurkan, S. A. Necheporenko, M. Ya. Blyznyuk // Vibratsiyi v tekhnysyi ta tekhnolohiyakh. - 2013. - № 1. - S. 130-134.

13. Sposib sushynny zernovykh materialiv. Zayavka na patent Ukrainy (korysnu model) u 2013 06638, vid 28.05.2013 r., zayavnyky - vynakhidnyky: Pavlenko V.S., Tsurkan O.V., Blyznyuk M.Ya., Necheporenko S.A.

14. Sposib sushynny zernovykh materialiv. Zayavka na patent Ukrainy (korysnu model) u 2013 06626, vid 28.05.2013 r., zayavnyky - vynakhidnyky: Pavlenko V.S., Tsurkan O.V., Blyznyuk M.Ya., Necheporenko S.A.

15. Stankevych H.M. Sushynny zerna: Pidruchnyk / H.M. Stankevych, T.V.Strakhova, V.I. Atanazevych – K.: Lybid, 1997. – 352 s.

16. Pazyuk V. M. Suchasni zernosusharky ta zakhody z yikh enerhetychnoho vdoskonalennya / V. M. Pazyuk, O. D. Pazyuk, V. V. Savchuk // Tekhnika, enerhetyka, transport APK. - 2015. - № 2. - S. 57-61.

References

1. V.V. Adamchuk, V.F. Petrychenko, V.G. Mironenko, Y.V. Gerasymchuk. Scientific support efficient use of electricity in industrial processes industrial / V.V. Adamchuk, V.F. Petrychenko, V.G. Mironenko, Y.V. Gerasymchuk // Mechanization and electrification of agriculture: mizhvid. temat. Science. Coll. - Glevakha, 2014. - Vol. 99. - Vol.1. - P. 14 -33.

2. Kirpa M.J. Grain - state and development prospects due to the increase in grain production in Ukraine / M.J. Kirpa // Bulletin of the Institute of Agriculture steppe zone. - 2011. - № 1. - P. 9-15.

3. Matkiwsky I. Kinetics of drying wheat filtration method / I. Matkiwsky, V.N. Atamanyuk, I.G. Bar // Proceedings of the National Technical University "KPI". Avg. : New solutions in modern technologies. - 2014. - № 17. - P. 130-138.

4. Mynaylenko R.M. Determining the classification of structural factors that affect the manufacturing process of drying grain dryer tower /

R.M. Mynaylenko, O.G. Sobinov, K.V. Buravchenko // Proceedings of Kirovograd National Technical University. Technology in agriculture, industrial engineering, automation. - 2015. - Vol. 28. - P. 295-301.

5. Panasiuk S.G. The influence of temperature and methods of pre-treatment of raw materials in the drying process / S.G. Panasiuk, A. // Agricultural Machinery Lysyk. - 2014 - Vol. 27. - P. 85-89.

6. Pazyuk O.D. Optimization of drying grain. Challenges and Solutions / A.D. Pazyuk, I.P. Palamarchuk V.M. Pazyuk // Scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Engineering. - 2011. - Vol. 9. - P. 164-172.

7. Pydlyak A. Determining the impact of airflow in ventilation intensity seed / A.M. Pydlyak, L.Y. Zabrodotska // Agricultural Machinery. - 2014 - Vol. 27. - P. 90-94.

8. Kirpa M.J. scientific principles and methods of preserving the quality of cereal seeds / M.J. Kirpa, Paschenko N.A., S.A. Pastoralists, M.O. Styurko // irrigated agriculture. - 2013 - Vol. 60. - P. 93-97.

9. Kirpa M.J. Scientific substantiation of innovative industrial technologies of grain storage / M.J. Kirpa // Bulletin of the Institute of Agriculture steppe zone. - 2013. - № 5. - P. 93-98.

10. Kirpa N.J. grain storage and factors ego Durability / NJ Kirpa // REFINING storage and grain. - Dnepropetrovsk, 2008. - № 3 (105). - P. 31-33.

11. G. Stankevich Technology drying grain farms / G.M. Stankevich // Cereal products and animal feed. - 2011. - № 3. - P. 9-13.

12. Tsurkan O.V. Modern methods of drying grain materials / A.V. Turcan, S.A. Necheporenko, M.J. Twin // Vibrations in technics and technologies. - 2013. - № 1. - P. 130-134.

13. The method of drying grain materials. An application for a patent of Ukraine (utility model) u 2 013 06 638 from 28.05.2013 g., The applicants - inventors Pavlenko V.S., Tsurkan O.V., Twin M.J., S.A. Necheporenko.

14. The method of drying grain materials. An application for a patent of Ukraine (utility model) u 2 013 06 626 from 28.05.2013 g., The applicants - inventors Pavlenko V.S., Tsurkan O.V., Twin M.J., S.A. Necheporenko.

15. G. Stankevich Drying: Textbook / G.M. Stankevich, T.V.Strakhova, V.I. Atanazevych - K. : Lybid, 1997. - 352 p.

16. Pazyuk V.M. Modern dryers and measures to improve their energy / V.M. Pazyuk, O.D. Pazyuk, Vladimir Savchuk // engineering, energy, transport, agribusiness. - 2015. - № 2. - P. 57-61.

СТВОРЕННЯ, ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ, РЕМОНТ ТА НАДІЙНІСТЬ МАШИН

УДК 631.371: 620.92

МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ ДИЗЕЛЬНОГО БІОПАЛИВА МТА

Г. А. Голуб, д.т.н., проф., e-mail: gagolub@mail.ru, тел.: +38-095-311-50-50

В. В. Чуба, к.т.н., e-mail: slovs@mail.ru, тел.: +38-095-277-71-10

Національний університет біоресурсів і природокористування України

РЕЗЮМЕ

Метою досліджень є удосконалення математичної моделі для визначення витрати дизельного біопалива з урахуванням його властивостей, параметрів МТА та агротехнологічного середовища.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження виконані на основі аналізу властивостей дизельного біопалива, показників роботи двигуна енергозасобу, взаємодії робочого агрегату МТА із агротехнологічним середовищем.

Результати досліджень. Отримано вираз для визначення годинної витрати палива МТА, виходячи із потужності, крутного моменту та швидкісного режиму роботи двигуна енергозасобу; виходячи із властивостей агротехнологічного середовища, параметрів робочої машини та вимог до технологічних операцій, а також коефіцієнта зменшення ефективності використання дизельного біопалива. Виконано уточнення математичної

моделі для визначення годинної витрати палива при використанні дизельного біопалива.

Виконано експериментальні дослідження впливу ширини захвату робочого агрегату на витрату палива МТА при виконанні технологічної операції оранки з використанням дизельного палива та дизельного біопалива, а також проведено порівняння отриманих експериментальних даних та теоретичних залежностей.

Висновки. Порівняльні дослідження дозволяють стверджувати про адекватність отриманої математичної моделі для визначення годинної витрати палива, виходячи із параметрів агротехнологічного середовища, робочої машини МТА, параметрів двигуна та типу палива, що застосовується.

Ключові слова: дизельне біопаливо, машинно-тракторний агрегат, ефективний коефіцієнт корисної дії, ефективна потужність двигуна, крутний момент двигуна, годинна витрата палива.

UDC 631.371: 620.92

MODEL FOR DETERMINATION OF DIESEL BIOFUEL MTU

G. A. Golub, Doctor of Technical Sciences, Prof., e-mail: gagolub@mail.ru,

Phone: + 38-095-311-50-50,

V. V. Chuba, Candidate of Engineering Sciences, e-mail: slovs@mail.ru,

Phone: +38-095-277-71-10

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

SUMMARY

The purpose of research is to improve the mathematical model to determine of biodiesel consumption on the basis of its features, MTU settings and agrotechnological environment.

Research Methods. Theoretical studies performed is based on analyzing the properties of biodiesel, performance of engine power means, interaction implement MTU with the agrotechnological environment.

The results of research. An expression to determine the hourly fuel consumption MTU based on power, torque and speed, limits engine power means, based on the properties agrotechnological environment, working machine parameters and requirements for technical operations and the coefficient reduce of efficiency of biodiesel. The mathematical model to determine the hourly fuel consumption with using biodiesel is refined.

Experimental study of the effect the implement width on fuel consumption when performing MTU technological plowing operations using diesel fuel and biodiesel, and shows the comparison of the experimental data and theoretical dependencies.

Conclusions. Comparative studies suggest the adequacy of the obtained mathematical model to

determine the hourly fuel consumption based on parameters agrotechnological environment, MTU working machine, engine parameters and the type of fuel used.

Key words: *biodiesel, machine-tractor unit, effective coefficient of performance, efficient engine power, torque, hourly fuel consumption.*

УДК 631.371: 620.92

МОДЕЛЬ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСХОДА ДИЗЕЛЬНОГО БИОТОПЛИВА МТА

Г. А. Голуб, д.т.н., проф., e-mail: gagolub@mail.ru, тел. : + 38-095-311-50-50

В. В. Чуба, к.т.н., e-mail: slovs@mail.ru, тел. : + 38-095-277-71-10

Національний університет біоресурсів і природопольовання України

РЕЗЮМЕ

Целью исследований является совершенствование математической модели для определения расхода дизельного биотоплива с учетом его свойств, параметров МТА и агротехнологической среды.

Методы исследований. Теоретические исследования выполнены на основе анализа свойств дизельного биотоплива, показателей работы двигателя энергосредства, взаимодействия рабочего агрегата МТА с агротехнологической средой.

Результаты исследований. Получено выражение для определения часового расхода топлива МТА, исходя из мощности, крутящего момента и скоростного режима работы двигателя энергосредства, исходя из свойств агротехнологической среды, параметров рабочей машины и требований к технологическим операциям, а также коэффициента уменьшения эффективности использования дизельного биотоплива. Выполнено уточнения математической модели для опре-

деления часового расхода топлива при использовании дизельного биотоплива.

Выполнены экспериментальные исследования влияния ширины захвата рабочего агрегата на расход топлива МТА при выполнении технологической операции вспашки с использованием дизельного топлива и дизельного биотоплива, а также приведены сравнения полученных экспериментальных данных и теоретических зависимостей.

Выводы. Сравнительные исследования позволяют утверждать об адекватности полученной математической модели для определения часового расхода топлива, исходя из параметров агротехнологической среды, рабочей машины МТА, параметров двигателя и типа используемого топлива.

Ключевые слова: *дизельное биотопливо, машинно-тракторный агрегат, эффективный коэффициент полезного действия, эффективная мощность двигателя, крутящий момент двигателя, часовой расход топлива.*

ПРОБЛЕМА

Уведення в енергетичний баланс агропромислового виробництва біологічних видів палива, які за своєю природою є поновлюваними ресурсами акумульованої сонячної енергії – одне з актуальних завдань сьогодення. Це дає змогу зменшити використання викопних не поновлюваних джерел енергії, забруднення природного середовища токсичними речовинами та парниковими газами та зменшить енергозалежність від імпорту нафтопродуктів [1, 2]. Під вирішення основних проблем з виробництва дизельного біопалива, досить актуально постає питання

правильної експлуатації МТА використанні, адже відмінності даного типу палива суттєво впливають на експлуатаційні параметри МТА. Експлуатаційні параметри машинно-тракторного агрегату (МТА) складаються із суми параметрів робочих машин та енергетичних засобів і досить жорстко пов'язані між собою. Експлуатаційні властивості МТА впливають із виконуваних ними задач, розділяються на енергетичні, техніко-економічні та агротехнологічні. При виконанні технологічних операцій МТА повинен насамперед забезпечувати агротехнологічні вимоги до якості виконаної операції, здебільшого це стосується

сільськогосподарського знаряддя, проте енергетичний засіб також повинен забезпечити виконання відповідних умов. Енергетичні властивості із самого початку закладені конструкцією робочої машини, проте при її взаємодії з робочим середовищем, при виконанні технологічної операції, змінюються в досить широких межах, що своєю чергою відображається на техніко-економічних параметрах енергетичного засобу, насамперед потужності, витраті палива, металоємності. Всі перераховані властивості відіграють важливу роль при оцінюванні роботи МТА та взаємопов'язані між собою, проте на сьогодні відсутня математична модель, яка б пов'язувала властивості агротехнологічного середовища, параметри робочої машини та енергозасобу, тип палива, що застосовується, та давала б змогу виконати розрахунки витрати палива МТА при виконанні тієї чи іншої технологічної операції сільськогосподарського виробництва.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

У працях Б. С. Свірщевського [3] та Ю. К. Киртбая [4] розглянуто МТА як систему твердих тіл, що пов'язані між собою як жорсткими, так і пружними елементами. При виконанні роботи вся система тіл здійснює поступальний рух, при цьому деякі елементи системи здійснюють також і обертовий рух. Учені розглядали рівняння руху МТА як баланси сил та затраченої потужності. Даний підхід дає змогу визначити миттєвий розподіл потужності, проаналізувати дію сил в системі, визначити об'єкти, за рахунок яких можна зменшити енергозатрати, але не вирішує задачу визначення ефективних режимів роботи МТА.

У дослідженнях Л. В. Погорілого [5], І. Й. Натанзона [6], Е. А. Фінна [7], І. І. Мельника [8] та інших приділено значну увагу комплектуванню складу МТА та обґрунтуванню оптимальних комплексів машин і машинного парку. Дані дослідження при врахуванні наявного на сьогодні різноманіття ринку сільськогосподарських машин та енергозасобів потребують проведення великих об'ємів експериментальних досліджень

для визначення експлуатаційних параметрів та виявлення їх оптимальних режимів роботи та характеристик.

При дослідженні тягово-енергетичних параметрів МТА також розглядався як багатовимірний система із змінними параметрами стану, проте даний підхід досить складний для практичного застосування та обмежений відсутністю чіткого взаємозв'язку між властивостями агротехнологічного середовища, параметрами МТА та властивостями типу палива, що використовується [9, 10].

При застосуванні дизельного біопалива на основі метилових ефірів жирних кислот у порівнянні з дизельним паливом при однаковому навантаженні спостерігається збільшення годинної витрати палива, що пов'язано із відмінностями фізико-хімічних властивостей даного палива та повноти згорання даного типу палива [11, 12].

Проведений аналіз показав, що наявні математичні моделі МТА дають можливість визначати їх параметри при роботі на дизельному паливі, водночас існує потреба встановити параметри МТА при роботі на дизельному біопаливі при виконанні відповідних технологічних операцій сільськогосподарського виробництва.

Мета дослідження. Удосконалити математичну модель для визначення витрати дизельного біопалива з урахуванням його властивостей, параметрів МТА та агротехнологічного середовища.

Результати досліджень. Загальновідомо, що ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна η_E визначається, як кількість теплоти, яка перетворена в роботу на колінчастому валу двигуна, до кількості теплоти, яка підведена за цикл:

$$\eta_E = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{G_{\text{ГОД}} Q_H} = \frac{1}{g_E Q_H}, \quad (1)$$

де η_E – ефективний коефіцієнт корисної дії, від. од.; N_E – ефективна потужність двигуна, Вт; $G_{\text{ГОД}}$ – годинна витрата палива, кг/год; g_E – питома витрата палива при ефективній потужності двигуна, кг/(Вт с), Q_H – нижча теплота згорання палива, Дж/кг.

Ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна змінюється в залежності від

швидкісного режиму роботи двигуна в досить широких межах. Для отримання достовірних даних коефіцієнт корисної дії двигуна слід розглядати, як залежність від кутової швидкості обертання колінчастого вала. З достатнім рівнем адекватності було встановлено, що для двигуна Д-245.7Е2, експериментальної зовнішньої швидкісної характеристики, коефіцієнт корисної дії змінюється за квадратичним законом:

$$\eta_{ЕДП} = \alpha\omega^2 + \beta\omega + \gamma, \quad (2)$$

де $\alpha = -0,00000617$, $\beta = 0,001781$, $\gamma = 0,271482$ – коефіцієнти апроксимації.

Згідно проведених досліджень [13, 14], співвідношення витрат дизельного палива та дизельного біопалива, перебуває у обернено пропорційній залежності від їх нижчих теплотворних здатностей та ефективних коефіцієнтів корисної дії двигуна на відповідному виді палива. При повному згоранні палива у циліндрі двигуна, максимальне значення ефективного коефіцієнта корисної дії двигуна буде визначатися фактичним співвідношенням нижчих теплотворних здатностей дизельного біопалива та дизельного палива. З урахуванням цього, коефіцієнт зменшення ефективності використання дизельного біопалива порівняно з дизельним паливом можна визначити за таким виразом:

$$k_{ЗМДБП} = \frac{\eta_{ЕДБП}}{\eta_{ЕДП}} = \frac{Q_{НДП}G_{ДП}}{Q_{НДБП}G_{ДПБ}}, \quad (3)$$

де $k_{ЗМДБП}$ – коефіцієнт зменшення ефективності використання дизельного біопалива у порівнянні з дизельним паливом, відн. од.; $\eta_{ЕДП}$ – ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна на дизельному паливі, відн. од.; $\eta_{ЕДБП}$ – ефективний коефіцієнт корисної дії двигуна на дизельному біопаливі, відн. од.; $Q_{НДП}$ – нижча теплотворна здатність дизельного палива, Дж/кг; $G_{ДП}$ – годинна витрата дизельного палива, кг/год; $G_{ДПБ}$ – годинна витрата дизельного біопалива, кг/год.

Враховуючи значення ефективного коефіцієнта корисної дії двигуна та коефіцієнта зменшення ефективності використання дизельного біопалива, витрату дизельного

біопалива МТА можна записати наступним чином:

$$G_{ДБП} = \frac{3,6 \cdot 10^3 N_E}{(\alpha\omega^2 + \beta\omega + \gamma)k_{ЗМДБП}Q_H} = \frac{3,6 \cdot 10^3 \omega M_K}{(\alpha\omega^2 + \beta\omega + \gamma)k_{ЗМДБП}Q_H}, \quad (4)$$

де M_K – крутний момент на валу двигуна, Н м.

Згідно проведених раніше досліджень [15, 16, 17], вираз для визначення крутного моменту двигуна, виходячи з параметрів агротехнологічного середовища, робочої машини та типу палива:

$$M_K = \frac{(C\omega^2 + H + I)}{(1 - \delta_B)\eta_{ТРВК}i_{ТРВК}}, \quad (5)$$

де δ_B – коефіцієнт буксування ведучих коліс, відн. од.; $\eta_{ТРВК}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії енергозасобу, відн. од.; $i_{ТРВК}$ – передаточне число трансмісії від двигуна до ведучих коліс, од.;

$$C = \frac{(k_{ОП}S_{ЛОБ} + \theta ab)r_{ВК}^3(1 - \delta_B)^2}{i_{ТРВК}^2}$$

вплив лобового опору повітря та кінетичної енергії при переміщенні пласта ґрунту, Н с² м; $k_{ОП}$ – коефіцієнт опору повітря, Н с²/м⁴; $S_{ЛОБ}$ – площа лобового опору МТА, м²; θ – коефіцієнт, який враховує співвідношення швидкості відкидання пласта та швидкості плуга, Н с²/м⁴; a – ширина оброблюваного пласта, м; b – глибина оброблювального пласта, м; $r_{ВК}$ – діаметр ведучого колеса, м;

$$H = \frac{M_{ВВП}}{i_{ТРВВП}\eta_{ТРВВП}}(1 - \delta_B)\eta_{ТРВК}i_{ТРВК} -$$

момент опору на валу відбору потужності, Н м; $M_{ВВП}$ – крутний момент робочої машини на валу відбору потужності, Н м; $\eta_{ТРВВП}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії вала відбору потужності, відн. од.; $i_{ТРВВП}$ – передаточне число трансмісії від двигуна до вала відбору потужності, од.;

$I = r_{ВК}(fm_Tg + f'm_{PM}g + kab)$ – суму моментів опору перекочування трактора, опору тертя при переміщенні агрегату та опору деформації пласта ґрунту, Н м; f – коефіцієнт опору кочення коліс, відн. од.; m_T –

маса трактора, кг; f' – сумарний коефіцієнт тертя, який складається з тертя зняття об ґрунт та тертя кочення опорного колеса плуга, відн. од.; m_{PM} – маса робочої машини, кг; k – питомий опір деформації ґрунту, Н/м².

Враховуючи вище вказане, годинна витрата палива МТА, при використанні дизельного біопалива та відомих параметрах агротехнологічного середовища, робочої машини, може бути визначена наступним чином:

$$G_{ДБП} = \frac{3600\alpha(C\omega^2 + H + I)}{Q_{НДБП}k_{ЗМДБП}(\alpha\omega^2 + \beta\omega + \gamma)(1 - \delta_B)\eta_{ТРВК}i_{ТРВК}} \quad (6)$$

Для перевірки даної залежності, виконано експериментальні дослідження впливу ширини захвату робочого агрегату на витрату палива МТА при виконанні технологічної операції оранки з використанням дизельного палива та дизельного біопалива. При

виконанні експериментальних досліджень використовували МТА у складі трактора Кий-14102 та оборотного плуга Pro-3, паливну систему трактора, було попередньо модернізовано згідно схеми, приведеної на рис. 1. Для підвищення ефективності згорання дизельного біопалива [18, 19] було встановлено систему двоступеневого підігріву, а для підвищення точності вимірювання витрати палива [20] порційний витратомір.

Під час проведення експериментальних досліджень, зміну ширини захвату робочого агрегату здійснювали за рахунок зміни кількості корпусів плуга, задіяних у роботі. В результаті досліджень отримано експериментальні значення годинної витрати палива для відповідної ширини захвату агрегату. Порівняння експериментальних та теоретичних залежностей зміни годинної витрати палива при зміні ширини захвату робочого агрегату приведені на рис. 2.

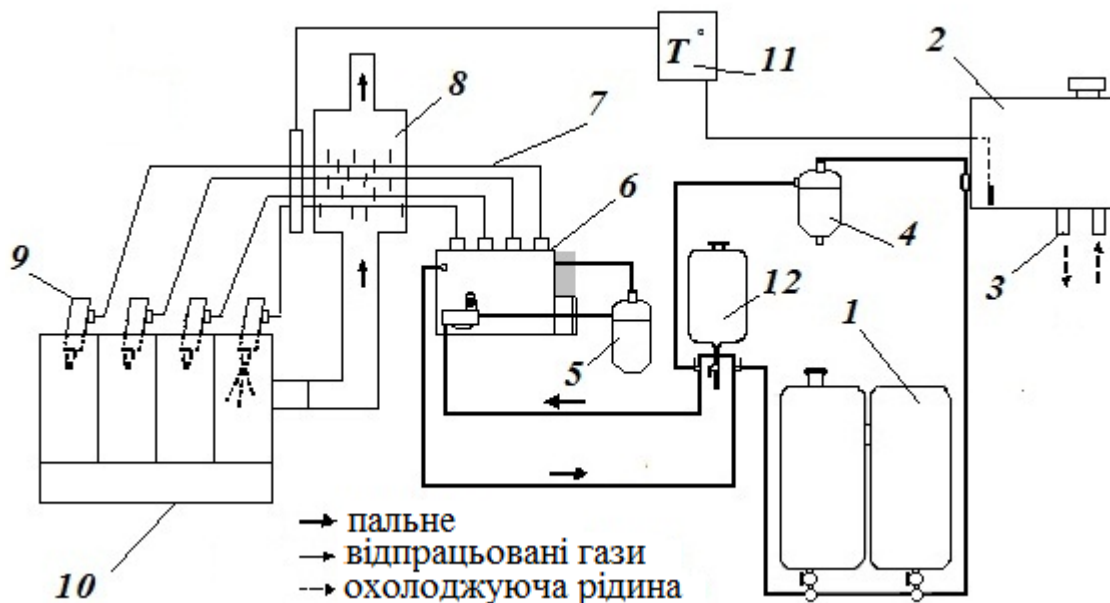


Рис. 1. Схема модернізованої паливної системи КИЙ-14102

Fig. 1. The scheme upgraded fuel system of KYJ-14102

1 – бак дизельного палива; 2 – бак дизельного біопалива; 3 – теплообмінник; 4 – фільтр грубого очищення; 5 – фільтр тонкого очищення; 6 – паливний насос високого тиску; 7 – паливопроводи високого тиску; 8 – нагрівальна камера; 9 – форсунки двигуна; 10 – двигун; 11 – блок контролю температури; 12 – порційний витратомір палива

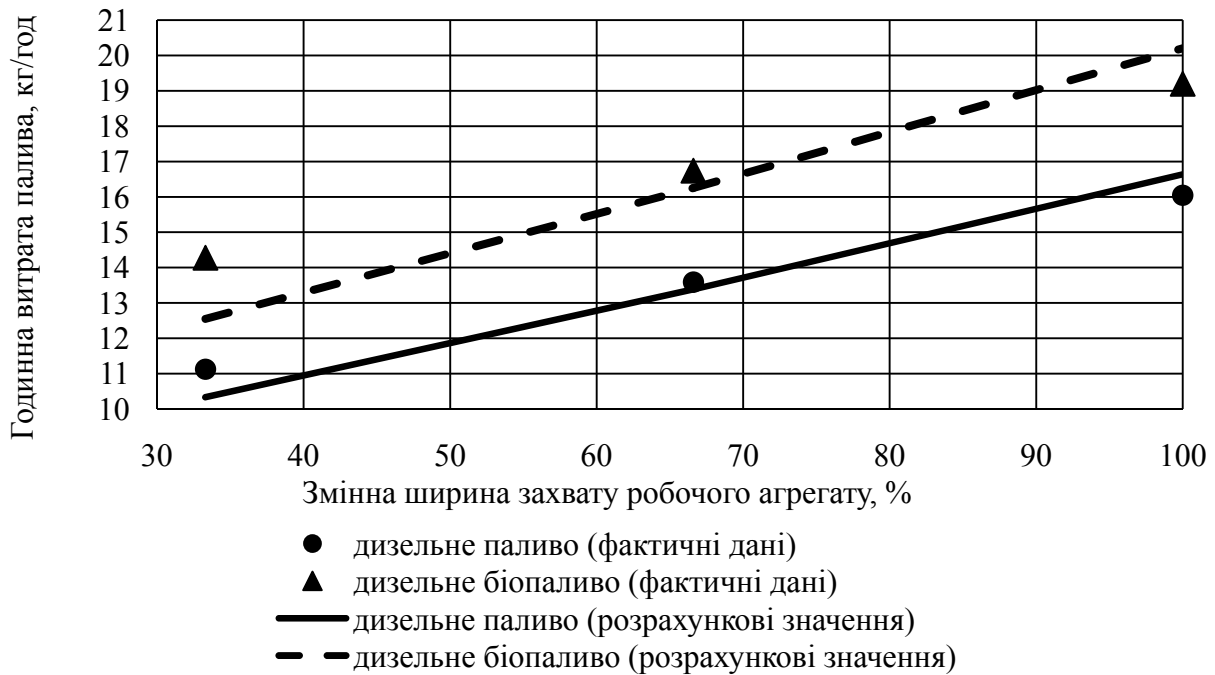


Рис. 2. Залежність годинної витрати палива від ширини захвату робочого агрегату при роботі МТА на дизельному паливі та дизельному біопаливі

Fig. 2. Dependence hourly fuel consumption and the implement width when MTU works on diesel fuel and biodiesel

Індекс детермінації, який характеризує рівень наближення теоретичних та експериментальних даних [21], при роботі МТА на дизельному паливі, становить $\eta^2 = 0,95$, а на дизельному біопаливі – $\eta^2 = 0,92$. Отримані результати дозволяють стверджувати про можливість застосування отриманої залежності (6) для виконання теоретичного моделювання витрат палива МТА при виконанні ним технологічних операцій сільськогосподарського виробництва.

Висновок. Порівняльні дослідження дозволяють стверджувати, що отримана математична модель для визначення годинної витрати, палива виходячи із параметрів агротехнологічного середовища, робочої машини МТА, параметрів двигуна та типу палива, що застосовується.

Бібліографія

1. Голуб Г. А. Проблеми техніко-технологічного забезпечення енергетичної автономності агроecosystem / Г. А. Голуб // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Вінниця, 2011. – Вип. 7. – С. 59-66.

2. Голуб Г. А. Техніко-технологічне забезпечення енергетичної автономності агроecosystem / Г. А. Голуб // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК / Редколегія: Д. О. Мельничук (відповідальний редактор) та інші – К., 2010. – Вип. 144, Ч. 4. – С. 303-312.

3. Свищевский Б. С. Эксплуатация машинно-тракторного парка: учебн. [для ин-тов и фак. Механизации и электрификации с.-х.] / Б. С. Свищевский ;. – М.: Сельхозгиз, 1958. – 660 с.

4. Киртбая Ю. К. Основы теории использования машин в сельском хозяйстве / Ю. К. Киртбая. – М.: Машгиз, 1959. – 232 с.

5. Погорельый Л. В. Применение методов системного анализа при испытаниях сельскохозяйственной техники / Л. В. Погорельый, В. В. Брей // Обзорная информация ЦНИИТЭИ В/О “Сельхозтехника”. – М.: ЦНИИТЭИ В/О “Сельхозтехника”, 1976. – 68 с.

6. Натанзон І. Й. Комплектування машинно-тракторного парку колгоспів і радгоспів різних

зон УРСР. / І. Й. Натанзон – К.: Вид-во Укр. акад. с.-г. наук, 1961. – 104с.

7. Губко В. Р. Питання методики і результати розрахунків машинно-тракторного парку на ЕОМ / В. Р. Губко, Е. А. Фінн, Л. М. Козакова // Застосування математичних методів у дослідженнях складних процесів сільськогосподарського виробництва / голов. ред. В. С. Крамаров. – К. : Урожай, 1972. – С. 10–17.

8. Мельник І. І. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу : навчальний посібник / І. І. Мельник, В. Д. Гречкосій, В. В. Марченко – К.: ВВЦ НАУ, 2004.– 151с.

9. В. Л. Вейц. Динамические расчёты приводов машин / В. Л. Вейц, А. Е. Качура, А. Н. Мартыненко. – Л.: Машиностроение, 1971. – 352с.

10. Лебедев А. Т. Энергозберігаючий режим руху тракторного агрегату на гоні / А. Т. Лебедев, С. А. Лебедев, В. В. Погорілий // Механізація сільського виробництва. Вісник ХНТУСГ – 2011. – Вип. 107. – Т. 2. – С. 5–11.

11. Голуб Г. А. Експлуатаційні параметри МТА при роботі на дизельному біопаливі / Г. А. Голуб, В. В. Чуба // Механізація, екологізація та конвертація біосировини у тваринництві // Збірник наукових праць Інституту механізації тваринництва Національної академії аграрних наук України. – 2012.– Вип.2 (10). – С. 23–31.

12. Черненко С. М. Економічні та енергетичні показники роботи дизельного двигуна при використанні біопалива з ріпаку / С. М. Черненко, А. Г. Атамась // Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету ім. М. Остроградського. – 2007. – Вип. 2. Ч. 2. – С.85–89.

13. Голуб Г. А. Оцінка витрати пального при застосуванні дизельного біопалива / Г. А. Голуб, В. В. Чуба // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник / НААНУ. ННЦ «ІМЕСГ». – 2014. – Вип. 99.– Т. 2. – С. 76–83.

14. Голуб Г. А. Експлуатаційні параметри роботи двигуна при застосуванні дизельного біопалива / Г. А. Голуб, В. В. Чуба // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2014. – Вип. 196. Ч. 1. – С. 23–31.

15. Голуб Г. А. Визначення тягової сили енергосасобів при роботі на дизельному біопаливі / Г. А. Голуб, В. В. Чуба // Механізація та електрифікація сільського господарства: міжвідомчий тематичний науковий збірник / НААНУ. ННЦ «ІМЕСГ». – 2013. – Вип. 98.– Т. 2. – С. 135–145.

16. Голуб Г. А. Рівняння динаміки машино-тракторного агрегату / Г. А. Голуб, В. В. Чуба // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Техніка та енергетика АПК. - 2013. - Вип. 185(3). - С. 280-287.

17. Golub G. Моделирование эксплуатационных показателей работы МТА на дизельном биотопливе / Gennadii Golub, Vyacheslav Chuba // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin, 2014. – Vol. 16, № 3. – С. 66–73.

18. Голуб Г. А. Напрямки удосконалення виробництва і використання дизельного біопалива / Г. А. Голуб, В. В. Чуба, М. Ю. Павленко // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. – 2012. – Вип. 10.– Т. 1 (58). – С. 20–23.

19. Scientific bases of production and use of biofuel in agroecosystems / G. Golub, V. Dubrovin, S. Kukharets, O. Marus, M. Pavlenko, V. Chuba [Електронний ресурс] // Міжнародний електронний журнал. Біоресурси планети і якість життя. – 2013. – Вип. 4. – Режим доступу: <http://gcheraejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>

20. Голуб Г. А. Визначення витрати палива машинно-тракторним агрегатом при польових випробуваннях / Г. А. Голуб, В. В. Чуба, О. М. Марус // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія «Техніка та енергетика АПК». – 2015. – Вип. 224. Ч. 2. – С. 303–309.

21. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Golub G. A. Problemy tehniko-tehnologichnogo zabezpechennja energetychnoi avtonomnosti agroekosystem/ G. A. Golub // Zbirnyk naukovykh prac Vinnyckogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Serija: Tehnichni nauky. – Vinnycja, 2011. – Vyp. 7.– S. 59-66.

2. Golub G.A. Tehniko-tehnologichne zabezpechennja energetychnoi avtonomnosti agroekosystem / G.A. Golub // Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannja Ukrainy. Serija: Tehnika ta energetyka APK / Redkolegija: D.O. Melnychuk (vidpovidalnyj redaktor) ta inshi – K., 2010. – Vyp. 144, ch. 4. – S. 303-312.

3. Svirshhevskij B.S. Jekspluatacija mashinno-traktornogo parka: uchebn. [dlja in-tov i fak. Mehanizacii i jelektrifikacii s.h.] / B.S. Svirshhevskij ;. – M., Selhozgiz, 1958. – 660 s.

4. Kirtbaja Ju. K. Osnovy teorii ispolzovanija mashin v selskom hozjajstve / Ju. K. Kirtbaja. – M.: Mashgiz, 1959. – 232 s.

5. Pogorelyj L. V. Primenenie metodov sistemnogo analiza pri ispytaniyah selskohozjajstvennoj tehniki / L. V. Pogorelyj, V. V. Brej // Obzornaja informacija CNITJeI V/O “Selhoztehnika”. – M.: CNITJeI V/O “Selhoztehnika”, 1976. – 68 s.

6. Natanzon I. J. Komplektuvannya mashynno-traktornogo parku kolgospiv i radgospiv riznyh zon URSR. / I. J. Natanzon – K.: Vyd-vo Ukr. akad. s.g. nauk, 1961. – 104s.

7. Gubko V. R. Pytannya metodyky i rezultaty rozrahunkiv mashynno-traktornogo parku na EOM / V. R. Gubko, E. A. Finn, L. M. Kozakova // Zastosuvannya matematychnykh metodiv u doslidzhennjah skladnykh procesiv silskogospodarskogo vyrobnytva / golov. red. V. S. Kramarov. – K. : Urozhaj, 1972. – S. 10–17.

8. Melnyk I. I. Optyimizacija kompleksiv mashyn i struktury mashynno parku ta planuvannya tehničnogo servisu : navchalnyj posibnyk / I. I. Melnyk, V. D. Grechkosij, V. V. Marchenko – K.: VVC NAU, 2004.– 151s.

9. V. L. Vejc Dinamicheskie raschjoty privodov mashin / V. L. Vejc, A. E. Kachura, A. N. Martynenko. – L.: Mashinostroenie, 1971. – 352s.

10. Lebedev A. T. Energozberigajuchij rezhim ruhu traktornogo agregatu na goni / A. T. Lebedev, S. A. Lebedev, V. V. Pogorilij // Mehanizacija sil'skogo virobnytva. Visnik HNTUSG – 2011. – Vip. 107. – T. 2. – S. 5–11.

11. Golub G. A. Ekspluatacijni parametry MTA pry roboti na dyzelnomu biopalyvi / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mehanizacija, ekologizacija ta konvertacija biosyrovyny u tvarynnyctvi // Zbirnyk naukovykh prac Instytutu mehanizaciji tvarynnyctva Nacionalnoi akademii agrarnykh nauk Ukrainy. – 2012.– Vyp.2 (10). – S. 23–31.

12. Chernenko S. M. Ekonomichni ga energetychni pokaznyky roboty dyzelnoho dvyguna pry vykorystanni biopalyva z ripaku / S. M. Chernenko, A. G. Atamas // Visnyk Kremenčuckogo derzhavnogo politehničnogo universytetu im. M. Ostrogradskogo. – 2007. – Vyp. 2, Ch. 2. – S.85–89.

13. Golub G. A. Ocinka vytraty pального pry zastosuvanni dyzelnoho biopalyva / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mehanizacija ta elektryfikacija sil'skogo gospodarstva: mizhvidomchij tematychnyj naukovyj zbirnyk / NAANU. NNC «IMESG». – 2014. – Vyp. 99.– T. 2. – S. 76–83.

14. Golub G. A. Ekspluatacijni parametry roboty dvyguna pry zastosuvanni dyzelnoho biopalyva / G. A. Golub, V. V. Chuba // Naukovyj visnyk Nacionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrai'ny. Serija «Tehnika ta energetyka APK». – 2014. – Vyp. 196, Ch. 1. – S. 23–31.

15. Golub G. A. Vyznachennja tjagovoi syly energozasobiv pry roboti na dyzelnomu biopalyvi / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mehanizacija ta elektryfikacija sil'skogo gospodarstva: mizhvidomchij tematychnyj naukovyj zbirnyk / NAANU. NNC «IMESG». – 2013. – Vyp. 98.– T. 2. – S. 135–145.

16. Rivnjannja dynamiky mashyno-traktornogo agregatu / G. A. Golub, V. V. Chuba // Naukovyj visnyk Nacionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Serija : Tehnika ta energetyka APK. - 2013. - Vyp. 185(3). - S. 280-287.

17. Golub G. Modelirovanie jekspluatacionnykh pokazatelej raboty MTA na dizelnom biotoplive / Gennadii Golub, Vyacheslav Chuba // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. - Lublin, 2014. - Vol. 16, № 3. - S. 66–73.

18. Golub G. A. Naprjamky udoskonalennja vyrobnytva i vykorystannja dyzelnoho biopalyva / G. A. Golub, V. V. Chuba, M. Ju. Pavlenko // Zbirnyk naukovykh prac Vinnyckogo nacionalnoho agrarnogo universytetu. – 2012. – Vyp. 10.– T. 1 (58). – S. 20–23.

19. Scientific bases of production and use of biofuel in agroecosystems / G. Golub, V. Dubrovin, S. Kukharets, O. Marus, M. Pavlenko, V. Chuba [Elektronnyj resurs] // Mizhnarodnyj elektronnyj zhurnal Bioresursy planety i jakist zhyttja. – 2013. – Vyp. 4. – Rezhym dostupu: <http://gcheraejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>

20. Golub G.A. Vyznachennja vytraty palyva mashynno-traktornym agregatom pry polovykh vyprobuvannjah / G. A. Golub, V. V. Chuba, O. M. Marus // Naukovyj visnyk Nacionalnoho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Serija «Tehnika ta energetyka APK». – 2015. – Vyp. 224, Ch. 2. – S. 303–309.

21. Dosphehov B. A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezultatov issledovanij) / Dosphehov B.A. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.

References

12. Golub G. A. Technical and technological problems of ensuring energy autonomy of agricultural ecosystems / G. A. Golub // Scientific works of Vinnytsia National Agrarian University. Series: Engineering. – Vinnytsia, 2011. – Vol. 7. – P. 59-66.

13. Golub G.A. Technical and technological ensure energy autonomy of agricultural ecosystems / G.A. Golub // Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Engineering and Energy APC / Editors: D.O. Melnychuk (editor) and others – - K., 2010. - Vol. 144, Part 4. - P. 303-312.

14. Svirshhevskij B .S. Operation of the machine and tractor: Textbook. [for the institutes and departments of mechanization and electrification of agricultural] / BS Svirshchevsky;. - M .: Selkhozgiz, 1958. - 660 p.

15. Kirtbaya J.K. Fundamentals of the theory of using machines in agriculture / Y. K. Kirtbaya. - M .: Mashgiz, 1959. - 232 p.

16. Pogorelyi L.V. Application of system analysis in tests of agricultural machinery / L. V. Pogorelyi, V. V. Brey // Overview TSNIITEI V/O “Sel'hoztehnika”. - M .: TSNIITEI V/O “Sel'hoztehnika”, 1976. - 68 p.

17. Natanzon I. J. Manning tractor fleet collective and state farms of different zones of the

USSR. / I. J. Natanzon - K. : Publishing Ukr. Acad. Agricultural Science, 1961. – 104 p.

18. Gubko V. R. Question the methodology and results of calculations tractor fleet in computer / V. R. Gubko, E. A. Finn, L. M. Kozakova // Application of mathematical methods in the study of complex processes agriculture / heads. Ed. V.S. Kramarov. - K: Urozhaj, 1972. - P. 10-17.

19. Melnyk I. I. Complexes optimization of machines and machine structures and park planning technical service: Tutorial / I. I. Melnyk V. D. Grechkosij, V. V. Marchenko, - K. : VVC NAU, 2004.- 151p.

20. V. L. Vejč Dynamic computing machinery drives. / V. L. Vejč, A. E. Kachura, A. N. Martynenko. –L.: Mashinostroenie, 1971. – 352 p.

21. T. Lebedev Power saving mode movement of the tractor unit in the detachment / A. T. Lebedev, S. A. Lebedev, V. V. Pogorilij // Mechanization of agricultural production. Bulletin HNTUSG - 2011 - Vol. 107 - T. 2. - P. 5-11.

22. Golub G. A. Operational parameters MTA when operating on biodiesel / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mechanization, greening and convert in animal // Proceedings of the Institute of animal husbandry of mechanization of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. - 2012.- Vyp.2 (10). - P. 23-31.

23. Chernenko S. M. Economic ha energy performance of the diesel engine using biofuel from rapeseed / S. M. Chernenko, A. G. Atamas // Bulletin of the Kremenchug state polytechnic university. M. Ostrogradskii. - 2007. - Vol. 2. Section 2. - P.85-89.

24. Golub G. A. Evaluation of fuel consumption when using biodiesel / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mechanization and electrification of agriculture, interdepartmental thematic scientific collection / NAANU. NSC "IAEE." - 2014 - Vol. 99.- T. 2. - P. 76-83.

25. Golub G. A. Operating parameters of the engine when using biodiesel / G. A. Golub, V. V. Chuba // Scientific bulletin of National university of life and environmental sciences of Ukraine. Series

«Technology agribusiness and energy." - 2014 - Vol. 196. Part 1. - P. 23-31.

26. Golub G. A. Definition traction force power means when working on biodiesel / G. A. Golub, V. V. Chuba // Mechanization and electrification of agriculture, interdepartmental thematic scientific collection / NAANU. NNC "IMESH." - 2013 - Vol. 98.- T. 2. - P. 135-145.

27. Golub G. A. Equation of dynamics of machine-tractor unit / G. A. Golub, V. V. Chuba // Scientific bulletin of national university of life and environmental sciences of Ukraine. Series: «Engineering and Energy APC». - 2013 - Vol. 185 (3). - P. 280-287.

28. Golub G. Simulation of operational performance of the machine and tractor units on diesel biofuel/ Gennadii Golub, Vyacheslav Chuba // MOTROL. Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublin, 2014. – Vol. 16, № 3. – P. 66–73.

29. Golub G. A. Directions improving production and use of biodiesel / G. Golub, V. Chuba, M. Pavlenko // Scientific works of Vinnytsia national agrarian university. - 2012. - Vol. 10.- T. 1 (58). - P. 20-23.

30. Scientific bases of production and use of biofuel in agroecosystems / G. Golub, V. Dubrovin, S. Kukharets, O. Marus, M. Pavlenko, V. Chuba [Electronic resource] // International e-magazine. Bioresources planet and quality of life. - 2013 - Vol. 4. - Access mode: <http://gchera-ejournal.nubip.edu.ua/index.php/ebql/article/view/146/112>

31. Golub G. A. Determining fuel consumption tractor unit in field trials / G. A. Golub, V. V. Chuba, O. A. Marus // Scientific bulletin of National university of life and environmental sciences of Ukraine. Series "Technology and Energy APC" .- 2015. - Vol. 224. Part 2. - P. 303-309.

Dosphehov B. A. Methods of field experience (with the fundamentals of statistical processing of the results of research) / B. A. Dosphehov - M. : Agropromizdat, 1985. - 351 p.

УДК 005.8 : 631

БАЗА ЗНАНЬ ТА ЕТАПИ УПРАВЛІННЯ ДЕРЖАВНИМИ ЦІЛЬОВИМИ ПРОГРАМАМИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЧНО ІНТЕГРОВАНИХ СИСТЕМ ВИРОБНИЦТВА МОЛОЧНОЇ ПРОДУКЦІЇ

О. В. Сидорчук, чл.-кор. НААН, д.т.н., проф., заступник директора з наукової роботи, e-mail: sydov@ukr.net

А. М. Тригуба, к.т.н., доц., e-mail: trianamik@mail.ru, тел.: (032)-22-43-960 – Львівський національний аграрний університет

РЕЗЮМЕ

Методи. Для обґрунтування бази знань та етапів управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції використано методи комбінаторики, дедукції та індукції, системного підходу, теорію управління проектами та програмами.

Результати. На підставі виконаного аналізу, стан виробництва молочних продуктів, виявлено існуючі суперечності між їх учасниками та відсутність регулятора взаємовідносин між ними. Проведений аналіз інструментарію розроблення державних цільових програм розвитку виробництва молочних продуктів, дав можливість виявити їх недоліки. Обґрунтовано потребу удосконалення інструментарію для управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції. Встановлено, що для ефективного управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід мати знання із чотирьох взаємопов'язаних сфер – моделювання систем, управління інтегрованими проектами та програмами, системотехніки та синергетики. Між зазначеними сферами знань існують взаємозв'язки, без урахування яких неможливо створити та реалізувати ефективні державні цільові програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції. Для реалізації державних цільових програм розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід виконувати п'ять укрупнених етапів, кожен із яких потребує розроблення специфічного управлін-

ського інструментарію. Управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції стосується тринадцять груп управлінських процесів.

Висновки. На даний момент виробництво молочних продуктів в Україні деградує. Причинами цього є наявність суперечностей між учасниками цього виробництва та відсутність регулятора взаємовідносин між ними. Для вирішення існуючої проблеми, слід реалізовувати державні цільові програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції, чинний інструментарій розроблення яких має низку недоліків. Першочерговим етапом розроблення науково-методичних засад управління державними цільовими програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції є обґрунтування бази знань та етапів цього управління. Обґрунтовано, що для реалізації державних цільових програм розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід мати знання із чотирьох взаємодіючих прикладних сфер (молочарства, моделювання систем, управління інтегрованими проектами та програмами, системотехніки та синергетики), між якими існують взаємозв'язки. Для реалізації державних цільових програм розвитку молочарства слід виконувати п'ять укрупнених етапів, кожен із яких потребує розроблення специфічного управлінського інструментарію для їх виконання.

Ключові слова: управління, державна цільова програма, база знань, інтегрована система, виробництво молочної продукції.

UDK 005.8 : 631

KNOWLEDGE BASES AND STAGES OF MANAGEMENT BY STATE TARGET PROGRAM OF DEVELOPMENT OF THE TECHNOLOGICAL INTEGRATED SYSTEMS OF DAIRY PRODUCTION

O. V. Sydorчук, *Corr. NAAS, Dr. Sc., Deputy Director of Research, e-mail: sydov@ukr.net*

A. M. Tryguba, *Ph.D., Associate Professor, e-mail: trianamik@mail.ru, tel.: (032) -22-43-960 – Lviv National Agrarian University*

SUMMARY

The purpose. To ground the knowledge base and stages of management by the state target programs of development of the technological integrated systems of dairy production the combinatorics methods are used, as well the methods of induction and deduction, systematic approach, theory and applications of project management.

The results. On the basis of analysis of dairy products state the existing contradictions are found among such products parties and the absence of a regulator of relationships among them. The analysis of tool for work out the state programs of dairy products development made it possible to identify the weaknesses of state programs. The need of improvement the tools for management by state target programs of integrated technology of dairy products is grounded. It is revealed that for the effective management by state target programs of integrated technology of dairy products the knowledge is needed of four interrelated areas - modeling systems, integrated management of projects and programs, systems engineering and synergy. Among these areas of knowledge are relationships, without which it is impossible to create and implement effective national programs of development of the targeted technologically integrated systems of dairy products. To implement the state programs of integrated technology of dairy products one should perform enlarged five stages, each of which requires the development of tools for their

implementation. To control the state target program of integrated technology of dairy products one should carry thirteen groups of administrative processes.

Conclusions. For today the production of dairy products in Ukraine is degraded and reasons for this is the existence of contradictions between the parties of this production and the absence of a regulator of relationships between them. To resolve the issue, the state target program of integrated technology of dairy products should be implemented. For today the current tools for state program development has a number of drawbacks. The primary stage of development of scientific and methodological bases of the State Target Program of technologically integrated systems of dairy products is the knowledge base grounding and as well the stages of management. It is proved that the implementation of state programs of integrated technology of dairy products should have knowledge of four interacting spheres of application (dairy production, modeling of systems, integrated management by projects and programs, engineering systems). Between four interacting spheres of application are some relationships. To implement the state programs of dairy production the five enlarged stages should be performed. Each of stages requires the development of specific instruments for their implementation.

Key words: *management, state target program, knowledge base, integrated system, production of milk products.*

УДК 005.8 : 631

БАЗА ЗНАНИЙ И ЭТАПЫ УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫМИ ЦЕЛЕВЫМИ ПРОГРАММАМИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРОИЗВОДСТВА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

А. В. Сидорчук, *чл.-корр. НААН, д.т.н., проф., заместитель директора по научной работе, sydov@ukr.net*

А. Н. Тригуба, *к.т.н., доц., e-mail: trianamik@mail.ru, тел.: (032) -22-43-960 – Львовский национальный аграрный университет*

РЕЗЮМЕ

Методы исследования. Для обоснования базы знаний и этапов управления государственными целевыми программами развития технологически

интегрированных систем производства молочной продукции используются методы комбинаторики, дедукции и индукции, системного подхода, теории управления проектами и программами.

Результати дослідження. На основі виконаного аналізу стану виробництва молочних продуктів виявлені існуючі суперечності між їх учасниками та відсутність регулятора взаємодій між ними. Проведений аналіз інструментарію розробки державних цільових програм розвитку виробництва молочних продуктів дозволив виявити їх недоліки. Обґрунтовано необхідність удосконалення інструментарію для управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції. Встановлено, що для ефективного управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід мати знання з чотирьох взаємопов'язаних сфер – моделювання систем, управління інтегрованими проектами та програмами, системотехніки та синергетики. Між вказаними сферами знань існують зв'язки, без урахування яких неможливо створити та реалізувати ефективні державні цільові програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції. Для реалізації державних цільових програм розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід виконувати п'ять укрупнених етапів, кожен з яких потребує розробки інструментарію для їх виконання. Для управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної

Вступ. На даний час в Україні існує проблема виробництва якісних молочних продуктів [10, 14, 15, 19]. Вона зумовлена низкою суперечностей між учасниками цього виробництва та відсутністю регулятора взаємовідносин між ними. У теперішніх умовах таким регулятором має стати держава. Для виходу галузі молочної тваринництва з існуючої кризи слід реалізувати державні цільові програми її розвитку [13, 15, 16]. Особливістю реалізації цих програм є те, що розвиток технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції відбувається без призупинення функціонування існуючих систем. Крім того, вони реалізуються у мінливому проектному середовищі. Це потребує розроблення специфічного інструментарію для управління їх реалізацією. Одним із важливих етапів розроблення такого інструментарію є обґрунтування бази знань та етапів

виробництва слід виконувати тринадцять груп управлінських процесів.

Висновки. В даний час виробництво молочних продуктів в Україні деградує, причиною цього є наявність суперечностей між учасниками цього виробництва та відсутність регулятора взаємодій між ними. Для вирішення існуючої проблеми слід реалізувати державні цільові програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції, діяльність інструментарію розробки яких має ряд недоліків. Першочередним етапом розробки науково-методичних основ управління державними цільовими програмами технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції є обґрунтування бази знань та етапів цього управління. Обґрунтовано, що для реалізації державних цільових програм розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід мати знання з чотирьох взаємопов'язаних прикладних сфер (молочне скотарство, моделювання систем, управління інтегрованими проектами та програмами, системотехніка), між якими існують зв'язки. Для реалізації державних цільових програм розвитку молочної скотарства слід виконувати п'ять укрупнених етапів, кожен з яких потребує розробки специфічного інструментарію для їх виконання.

Ключові слова: управління, державна цільова програма, база знань, інтегрована система, виробництво молочної продукції.

управління державними цільовими програмами розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції (ПРІСВ).

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Щодо виходу з кризи галузі молочної тваринництва, держава робила деякі кроки. Зокрема, розроблялися як державні, так галузеві програми розвитку молочної тваринництва. Їх розроблення базувалося на нормативно-правових актах [1-3], які є важливим інструментом для розроблення державних цільових програм, однак у них є низка недоліків [4].

Національна академія аграрних наук України спільно з Міністерством аграрної політики та продовольства України розробили Національний проект «Відроджене скотарство» (програма) [10]. Крім того, Міністерство аграрної політики та продовольства

України розробило проект «Єдина комплексна стратегія та план дій розвитку сільського господарства та сільських територій в Україні на 2015-2020 роки» [11], у якому виділено напрям розвитку (п. 6.5) малих сільськогосподарських виробників (фермерських господарств сімейного типу, малих сільськогосподарських виробників) молока. На підставі аналізу завдань зазначених документів, можна сказати, що вони задекларовані без профілювання місії програм, а лише відображають існуючі потреби молочного тваринництва. Окрім того, сценарії розвитку молочного тваринництва вибрано без обґрунтування конфігурації технологічно інтегрованих систем у бажаному стані, що унеможливило отримання системної цінності для їх учасників.

Також до недоліків чинного інструментарію розроблення державних цільових програм розвитку виробництва молочної продукції слід відмітити те, що вони не передбачають розгляд їх складових як окремих проектів та програм, які є технологічно інтегровані між собою [12-20]. За умови спільної їх реалізації виникає синергія та отримується синергетична цінність для учасників даних програм [16].

Існуючі методології управління проектами та програмами [4-9] не усувають вище зазначені недоліки. Отже, існуючий інструментарій розроблення державних цільових програм розвитку виробництва молочної продукції має низку недоліків і його слід удосконалювати.

Мета дослідження. Обґрунтувати базу знань та етапи, які лежать в основі ефективного управління державними цільовими ПРІСВ.

Результати дослідження. Для створення та реалізації державних цільових ПРІСВ слід мати знання із чотирьох взаємодіючих прикладних сфер: молочного тваринництва; моделювання систем; управління інтегрованими проектами та програмами; системотехніки та синергетики (рис. 1). Між зазначеними сферами знань існують взаємозв'язки, без врахування яких неможливо створити та реалізувати ефективні державні цільові ПРІСВ.



Рис. 1. Взаємозв'язки між сферами знань для створення та реалізації державних цільових ПРІСВ

Fig. 1. The relationship among the spheres of knowledge for creation and implementation of state target programs of development of the technological integrated systems of dairy production (PDTIS)

Зокрема, неможливо ідентифікувати конфігурацію продуктів проектів та програм без моделювання функціонування їх продукту та знань щодо особливостей їх функціонування, зокрема, виконання технологічних та виробничих процесів у молочному тваринництві. Водночас, для управління державними цільовими ПРІСВ слід мати знання стосовно обґрунтування ефективної конфігурації продуктів їх проектів та програм, які лежать в основі формування стратегічного шляху розвитку виробництва молочних продуктів та обґрунтування цінностей для їх учасників. Враховуючи те, що розвиток виробництва молочних продуктів здійснюється без припинення функціонування окремих його систем, існує постійний зв'язок між сферами знань молочного тваринництва та управління державними цільовими ПРІСВ.

Для створення та реалізації державних цільових ПРІСВ усі вище зазначені сфери знань розглядаються системно, що потребує мати знання з системотехніки та синергетики, які системно їх об'єднують.

Основою управління державними цільовими ПРІСВ, є державне ринкове

регулювання функціонування і розвитку виробництва молочних продуктів, яке скероване на усунення суперечностей (C_y) у

цій галузі. Для ідентифікації C_y здійснюється аналіз стану систем виробництва молочних продуктів (рис. 2).

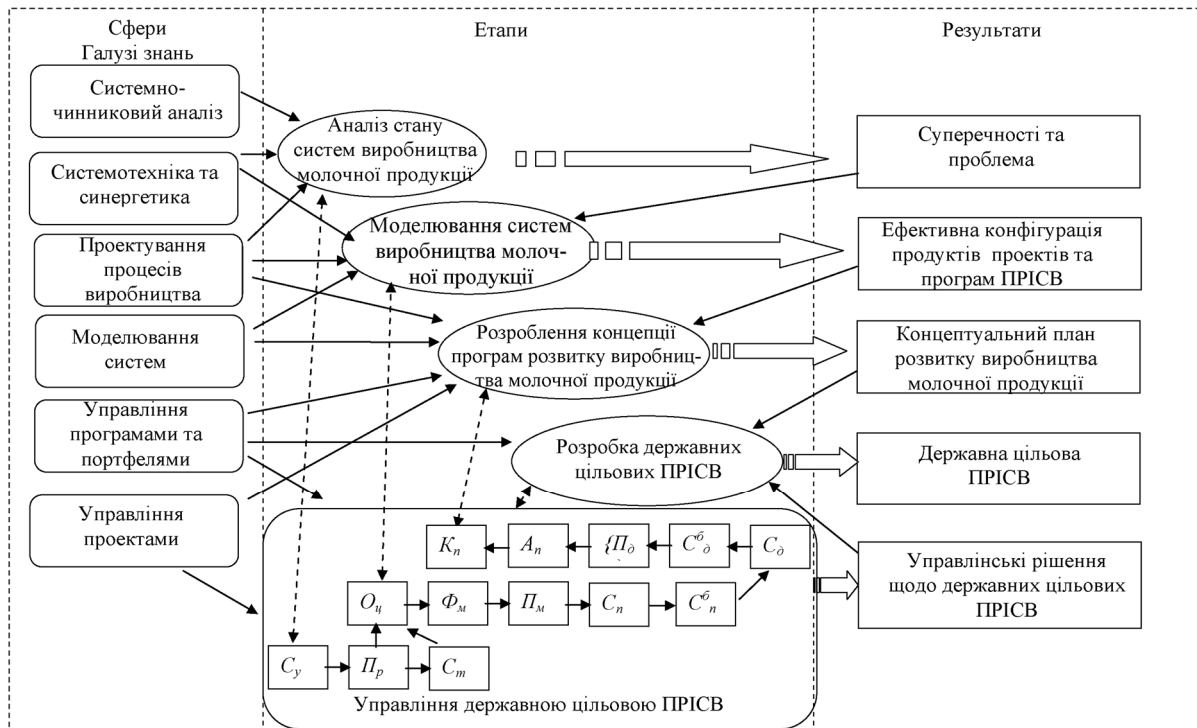


Рис. 2. Етапи реалізації державних цільових ПРІСВ та інструментарій для їх створення
 Fig. 2. Stages of realization of state targeted PDTIS and tools for creation of them

Чинникова модель цінності окремих систем виробництва молочних продуктів на території повітів та регіонів дає змогу аналізувати особливості дії окремих груп чинників та причинно-наслідкові зв'язки між ними. Це є основою чинникового підходу до визначення C_y , їх функціонування та проектів і програм ефективних перетворень із існуючого стану у бажаний. Усунення кожної визначеної C_y вимагає реалізації відповідних проектів та програм, які поділяються на функціональні, що забезпечують виконання поточних функцій, та розвитку, що змінюють стан окремих систем виробництва молочних продуктів.

Переведення окремих систем виробництва молочних продуктів із існуючого у бажаний стан і отримання відповідної цінності (Π) відбувається завдяки процесам формулювання (Φ_m) та профілювання (Π_m) місії відповідних ПРІСВ. Ці процеси лежать в основі формування варіантів сценаріїв (C_n),

можливих перетворень окремих систем виробництва молочних продуктів із існуючого у бажаний стан. Водночас, в основі Π_m також лежать C_y , які слід вирішити стосовно відповідних систем.

Завжди існує декілька сценаріїв стратегії (C_m) (стратегічних шляхів), кожен із яких має свою цінність Π . Вибір з-поміж них ефективної C_m за сценарієм C_n , що дає можливість отримати найбільшу цінність Π за заданих тривалості реалізації ПРІСВ та витрат ресурсів, є основою для виконання наступних управлінських процесів.

З огляду на те, що в рамках однієї програми (Π_o), можуть здійснюватися декілька дій, число проектів, що входять до цієї програми не завжди збігається з числом множини дій. Визначення множини програм $\{P_o\}$, що забезпечують здійснення множини дій у рамках цієї програми, належить до процесу управління його архітектурою (A_n). Водночас, основною задачею, що розв'язу-

ється у процесі управління архітектурою A_n , є встановлення концептуального (K_n) плану програми.

На підставі вирішення наявних суперечностей C_y у виробництві молочних продуктів, здійснюється розроблення відповідних стратегічних планів удосконалення окремих систем, які отримуються у результаті реалізації ПРІСВ. Цими планами передбачається переведення систем-продуктів із існуючого стану у бажаний. Іншими словами, стратегія C_m (стратегічний шлях) зорієнтована на вирішення наявних суперечностей за допомогою зміни стану окремих систем виробництва молочних продуктів. Разом з тим, усунення суперечностей дає змогу отримати цінність C від функціонування окремих систем виробництва молочних продуктів у бажаному їх стані.

Процес управління оцінюванням ПРІСВ, стосується не лише оцінювання сценаріїв та планів, але й визначення цінності C від усунення суперечностей C_y , що зумовлюють проблему P_p виробництва молочних продуктів за існуючого їх стану. Для оцінювання (прогнозування) показників цінності (C) використовується імітаційне моделювання систем-продуктів проектів та програм, що дає можливість здійснити визначення суперечностей C_y характерних для цих систем, за існуючого та бажаного їх стану. При цьому процес визначення суперечностей C_y у системах виробництва молочних продуктів певною мірою випереджує процес встановлення бажаного стану. Між цими процесами знаходиться процес означення стратегії C_m (стратегічного шляху). Процес визначення суперечностей C_y не може дати результат (цінності C) без змін стану систем виробництва молочних продуктів та встановлення їх бажаного стану.

На основі оцінювання показників цінності виконується такий управлінський процес, який називається формулювання Φ_m місії ПРІСВ. Цей процес дає змогу означити шлях зміни стану систем виробництва молочних продуктів із існуючого у бажаний. Процес профілювання P_m місії, як уже згадувалося, дає змогу сформулювати альтернативні сценарії C_n можливих перетворень, що забезпечує

реалізація ПРІСВ. У цьому разі, управлінські процеси P_m та C_n базуються на технологічних знаннях про функціонування систем-продуктів проектів та програм, що входять до складу ПРІСВ, а визначення базового сценарію потребує оцінювання ефективності альтернативних варіантів сценаріїв перетворень систем із існуючого у бажаний стан, за якого досягається максимальна системна цінність $C_{сис}$.

Ефективний сценарій дій стає концептуальним K_n планом державних цільових ПРІСВ за умови, що визначений сценарій C_n перетворень розподілений стосовно множини програм $\{P_{oj}\}$, які плануються у відповідних ПРІСВ. Це досягається завдяки процесу управління архітектурою A_n ПРІСВ.

Отже, управлінський процес визначення концептуального K_n плану державних цільових ПРІСВ складається із множини управлінських операцій, виконання кожної з яких уможливує отримання певного результату. На основі концептуального плану K_n окремих програм, формується стратегічний план державних цільових ПРІСВ. Для цього виконується управлінський процес під назвою управління стратегією C_m . У цьому разі із концептуального плану визначається таке число пріоритетних програм P_o , сумарна вартість яких не перевищує бюджету, виділеного на державну цільову ПРІСВ.

Управління окремими програмами, що входять до державної цільової ПРІСВ, повинно бути системним. Для цього на кожному із рівнів вирішується низка специфічних управлінських задач стосовно узгодження інтересів між їх учасниками.

Висновки

На даний момент виробництво молочних продуктів в Україні деградує. Причинами цього є наявність суперечностей між учасниками цього виробництва та відсутність регулятора взаємовідносин між ними. 2. Для вирішення існуючої проблеми слід реалізувати державні цільові програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції, чинний інструментарій розроблення яких має низку недоліків. 3. Першочерговим етапом розроблення науково-методичних засад управління

державними цільовими програми розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції є обґрунтування бази знань та етапів цього управління. 4. Обґрунтовано, що для реалізації державних цільових програм розвитку технологічно інтегрованих систем виробництва молочної продукції слід мати знання із чотирьох взаємодіючих прикладних сфер (молочарства,

моделювання систем, управління інтегрованими проектами та програмами, системною технікою та синергетики), між якими існують взаємозв'язки. 5. Для реалізації державних цільових програм розвитку молочарства слід виконувати п'ять укрупнених етапів, кожен із яких потребує розроблення специфічного управлінського інструментарію для їх виконання.

Бібліографія

1. Закон України «Про державне прогнозування та розроблення програм економічного і соціального розвитку України» // Відомості Верховної Ради України. – 2000. – №25. – 38 с.
2. Про державні цільові програми [Електронний ресурс] : Закон України від 18.03.2004 № 1621-IV // Електронна система «Нормативні акти України». – 46 с.
3. Про затвердження тимчасових методичних рекомендацій щодо розроблення державних цільових програм [Електронний ресурс] : наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України від 08.05.2003 р. № 114 // Електронна система «Нормативні акти України». – 68 с.
4. The Standard for portfolio management. Second edition, Project management institute, 2006. - 65 p.
5. The Standard for program management. Second edition, Project management institute, 2006.- 65 p.
6. Руководство по управлению инновационными проектами и программами P2M: т. 1, версия 1.2 / пер. на рус. язык под ред. С.Д. Бушуева. – К. : Наук. Світ, 2009. – 173 с.
7. Креативные технологии управления проектами и программами : Монография [Бушуев С.Д., Бушуева Н.С., Бабаев И.А. и др.] – К. : «Саммит-Книга», 2010. – 768 с.
8. Бушуев С.Д. Механизмы формирования ценности в деятельности проектно-управляемых организаций / С.Д. Бушуев, Н.С. Бушуева // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – № ½ (43). – Харьков, 2010. – С. 4-9.
9. Рач В.А. Методи оцінки альтернативних проектів стратегій регіонального розвитку / В.А. Рач // Матеріали конференції «Управління проектами: стан та перспективи». – Миколаїв, 2009. – С. 4-6.
10. Смоляр В. Національний проект «Відроджене скотарство» і важелі його реалізації: конкретні рішення колеги Мінагрополітики України / В. Смоляр // Техніка і технології АПК. – 2011. – № 10. – С. 4-5.
11. Єдина комплексна стратегія та план дій розвитку сільського господарства та сільських

територій в Україні на 2015-2020 роки. – Проект 26 жовтня 2015 р. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://minagro.gov.ua/node/16025>.

12. Сидорчук О. В. Обґрунтування структури процесу визначення концептуального плану програм (портфелів) проектів / Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Сидорчук Л. Л., Бондаренко В. В. // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2013. – №17. – С.3-10.

13. Сидорчук О. В. Методика формування державних цільових програм розвитку сільськогосподарського виробництва / Сидорчук О. В., Тригуба А. М. // Міжвід. темат. наук.зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». Випуск 99, Том 2. – Глеваха, 2014. – С.452-462.

14. Тригуба А.М. Системно-ціннісні засади управління інтегрованими програмами розвитку молочарства на основі моделювання / Тригуба А.М., Шолудько П.В., Сидорчук Л.Л., Боярчук О.В.// Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами – 2016. – №2(1174). – С.103-107.

15. Сидорчук О. В. Метод визначення концептуального плану програм розвитку молочарства / Сидорчук О. В., Тригуба А. М. // Управління розвитком складних систем : зб. наук. праць КНУБА. – К.: 2014. – Вип. 17. – С. 65-70.

16. Сидорчук О. В. Чинникова модель цінності систем-продуктів державних цільових програм розвитку сільськогосподарського виробництва / Сидорчук О. В., Тригуба А. М. // Науковий журнал НТУ: Управління проектами, системний аналіз і логістика. – 2014. – №13. – С.156-162.

17. Сидорчук О. В. Управління проектами та програмами: означення наукових основ / Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Ратушний Р.Т., Сидорчук Л.Л. // Вісник ЛДУ БЖД : зб. наук. праць. №10 (2014). – Львів: ЛДУБЖД, 2014.– С. 112-117.

18. Тригуба А.М. Узгодження конфігурацій інтегрованих проектів аграрного виробництва / Тригуба А. М., Шелега О.В., Пукас В.Л., Михалюк В.М. // Вісник НТУ «ХПІ». Серія:

Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. : НТУ «ХПІ», 2015. – №2 (1111). – С. 135-140.

19. Тригуба А.М. Структура системи управління технологічно інтегрованими програмами молочарства / А.М. Тригуба // Науковий журнал ЛНТУ: Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво. – 2014. – №14. – С.193-196.

20. Узгодження конфігурацій систем-продуктів та їх проектів / Сидорчук О.В., Ратушний Р.Т., Щербаченко О.М. та ін. // Управління розвитком складних систем. Зб. наук. праць. – Вип. 25. КНУБА - 2016 - С.58 – 65.

References

1. Zakon Ukrainy «Pro derzhavne prohnouvan'nya ta rozroblennya prohram ekonomichnoho i sotsialnoho rozvytku Ukrainy» // Vidomosti Verkhovnoyi Rady Ukrainy. – 2000. – №25. – 38 s.

2. Pro derzhavni tsilovi prohramy [Elektronnyy resurs] : Zakon Ukrainy vid 18.03.2004 № 1621-IV // Elektronna systema «Normatyvni akty Ukrainy». – 46 s.

3. Pro zatverdzhennya tymchasovykh metodykhnykh rekomendatsiy shchodo rozroblennya derzhavnykh tsilovykh prohram [Elektronnyy resurs] : nakaz Ministerstva ekonomiky ta z pytan yevropeyskoyi intehratsiyi Ukrainy vid 08.05.2003 r. № 114 // Elektronna systema «Normatyvni akty Ukrainy». – 68 s.

4. The Standard for portfolio management. Second edition, Project management institute, 2006. 65 p.

5. The Standard for program management. Second edition, Project management institute, 2006. 65 p.

6. Rukovodstvo po upravleniyu innovatsionnyimi proyektami i programami R2M: t. 1, versiya 1.2 / per. na rus. yazyk pod red. S.D. Bushuyeva. – K. : Nauk. Svít, 2009. – 173 s.

7. Kreativnyye tekhnologii upravleniya proyektami i programmami : Monografiya [Bushuyev S.D., Bushuyeva N.S., Babayev I.A. i dr.] – K. : «Sammit-Kniga», 2010. – 768 s.

8. Bushuyev S.D. Mekhanizmy formirovaniya tsennosti v deyatel'nosti proyektno-upravlyayemykh organizatsiy / S.D. Bushuyev, N.S. Bushuyeva // Vostochno-yevropeyskiy zhurnalпередovykh tekhnologiy. – № (43). – Kharkov, 2010. – S. 4-9.

9. Rach V.A. Metody otsinky alternatyvnykh proyektiv stratehiy rehionalnoho rozvytku / V.A. Rach // Materialy konferentsiyi «Upravlinnya proyektamy: stan ta perspektyvy». – Mykolayiv, 2009. – S. 4-6.

10. Smolyar V. Natsionalnyy projekt «Vidrodzhene skotarstvo» i vazheli yoho realizatsiyi: konkretni rishennya kolehy Minahropolityky Ukrainy / V. Smolyar // Tekhnika i tekhnolohiyi APK. – 2011. – № 10. – S. 4-5.

11. Yedyna kompleksna stratehiya ta plan diy rozvytku silskoho hospodarstva ta silskykh terytoriy v Ukraini na 2015-2020 roky. – Proekt 26 zhovtnya 2015 r. [Elektronnyy resurs]. – Rezhym dostupu: <http://minagro.gov.ua/node/16025>.

12. Sydorchuk O. V. Obruntuvannya struktury protsesu vyznachennya kontseptualnoho planu prohram (portfeliv) proyektiv / Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M., Sydorchuk L. L., Bondarenko V. V. // Visnyk L'vivs'koho derzhavnoho aharnooho universytetu: Ahroinzhenerni doslidzhennya. – 2013. – №17. – S.3-10.

13. Sydorchuk O. V. Metodyka formuvannya derzhavnykh tsilovykh prohram rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva / Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M. // Mizhvid. temat. nauk.zb. «Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya silskoho hospodarstva». Vypusk 99, Tom 2. – Hlevakha, 2014. – S.452-462.

14. Tryhuba A.M. Systemno-tsinnisni zasady upravlinnya intehrovanyimi prohramami rozvytku molocharstva na osnovi modelyuvannya / Tryhuba A.M., Sholudko P.V., Sydorchuk L.L., Boyarchuk O.V. // Visnyk Natsionalnoho tekhnichnoho universytetu «KHPI». Zbirnyk naukovykh prats. Seriya: Stratehichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy, prohramami ta proyektamy – 2016. – №2(1174). – S.103-107.

15. Sydorchuk O. V. Metod vyznachennya kontseptualnoho planu programm rozvytku molocharstva / Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M. // Upravlinnya rozvytkom skladnykh system : zb. nauk. prats KNUBA. – K.: 2014. – Vyp. 17. – S. 65-70.

16. Sydorchuk O. V. Chynnykova model tsinnosti system-produktiv derzhavnykh tsilovykh prohram rozvytku silskohospodarskoho vyrobnytstva / Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M. // Naukovyy zhurnal NTU: Upravlinnya proyektamy, systemnyy analiz i lohistyka. – 2014. – №13. – S.156-162.

17. Sydorchuk O. V. Upravlinnya proyektamy ta prohramami: oznachennya naukovykh osnov / Sydorchuk O. V., Tryhuba A. M., Ratushnyy R.T., Sydorchuk L.L. // Visnyk LDU BZHD : zb. nauk. prats. №10 (2014). – Lviv: LDUBZHD, 2014.– S. 112-117.

18. Tryhuba A.M. Uzhodzhennya konfiguracyi intehrovanykh proyektiv aharnooho vyrobnytstva / Tryhuba A. M., Sheleha O.V., Pukas V.L., Mykhalyuk V.M. // Visnyk NTU «KHPI». Seriya: Stratehichne upravlinnya, upravlinnya portfelyamy, prohramami ta proyektamy. – KH. : NTU «KHPI», 2015. – №2 (1111). – S. 135-140.

19. Tryhuba A.M. Struktura systemy upravlinnya tekhnolohichno intehrovanyimi prohramami molocharstva / A.M. Tryhuba // Naukovyy zhurnal LNTU: Kompyuterno-intehrovani tekhnolohiyi: osvita, nauka, vyrobnytstvo. – 2014. – №14. – S.193-196.

20. Uzhodzhennya konfiguracyi system-produktiv ta yikh proyektiv / Sydorchuk O.V.,

Ratushnyy R.T., Shcherbachenko O.M. ta in. // *Upravlinnyia rozvytkom skladnykh system. Zb. nauk. prats. - Vyp. 25. KNUBA - 2016 - S. 58–65.*

References

1. Law of Ukraine "The state forecasting and programs elaboration of economic i social development of Ukraine" // *Information of Verkhovna Rada in Ukraine. – 2000. – №. 25. – 38 p.*
2. The state special purpose programs [electronic resource]: Law of Ukraine from 18.03.2004 number 1621-IV // *Electronic "Statutory acts of Ukraine". – 46 p.*
3. Approval of temporary develop guidelines to state special purpose programs [electronic resource]: Order of the Ministry of Economy and European Integration of Ukraine of 08.05.2003 p. 114 // *Electronic system "Statutory acts of Ukraine". – 68 p.*
4. The Standard for portfolio management. Second edition, Project management institute, 2006. – 65 p.
5. The Standard for program management. Second edition, Project management institute, 2006. – 65 p.
6. Guidelines for the innovative projects management and the program's P2M: Vol. 1, Version 1.2 / per. in Russian. language, ed. S.D. Bushueva. – K.: Science Word, 2009. – 173 p.
7. Creative project and program management technology: Monograph [Bushuyev S.D., Bushueva N.S., Babayev I.A. etc.]. – K. : "Summit Book", 2010. – 768 p.
8. Bushuyev S.D. Mechanisms of values formation in the activities of project-driven enterprises / S.D. Bushuyev, N.S. Bushueva // *Eastern European Journal of advanced technologies. - № ½ (43). – Kharkiv, 2010. – p. 4-9.*
9. Rach V.A. Methods for assessing alternative strategies for regional development projects / V.A. Rach // *Materials of the conference "Project Management: Status and Prospects." – Mykolaiv, 2009. – P. 4-6.*
10. Smolyar V. National project "Revival of stock-raising" and leverage of its implementation : specific solutions colleagues Agrarian Policy of Ukraine / V. Smolyar // *Engineering and Technology APC. – 2011. – № 10. - P. 4-5.*
11. The only comprehensive strategy and action plan for the development of agriculture and rural areas in Ukraine for 2015-2020 years. – Project 26 October 2015 [electronic resource]. - Access mode: <http://minagro.gov.ua/node/16025>.
12. Sydorchuk A.V. Justification structure determination process of conceptual plan of programs (portfolios) projects / Sydorchuk O.V., Tryguba A. M., Sydorchuk L.L., Bondarenko V.V. // *Bulletin of Lviv State Agrarian University: Agro engineering studies. – 2013. – №.17. – P. 3-10.*
13. Sydorchuk O.V. Methods state programs of agricultural production forming / Sydorchuk O.V., Tryguba A.M. // *Interdepart. thematic scientif. collectio "Mechanization and electrification of agriculture." № 99, Vol. 2. – Glevaha, 2014. – P. 452-462.*
14. Tryguba A.M. System-value management principles of integrated programs development in milk production on modeling based / Tryguba A.M., Sholudko P.V., Sydorchuk L.L., Boyarchuk A.V. // *National Technical University "KPI". Works Series: Strategic management, portfolio, program and project management. – 2016. – №2 (1174). – P.103-107.*
15. Sydorchuk O.V. The determining method of conceptual plan development programs in milk production / Sydorchuk O.V., Tryguba A.M. // *The development managing of the complex systems: Science works of KNUBA. – K. : 2014. - Vol. 17. – P. 65-70.*
16. Sydorchuk O.V. The factors values model of the agricultural production state programs / Sydorchuk O.V., Tryguba A.M. // *Scientific Journal of NTU, Project management, systems analysis and logistics. – 2014. – №13. – P.156-162.*
17. Sydorchuk O.V. The project and program management : determination of scientific bases / Sydorchuk O.V., Tryguba A.M., Ratushny R.T., Sydorchuk L.L. // *Magazine LSU LS: Science. works. №.10 (2014). – Lviv: LDULS, 2014. – P. 112-117.*
18. Tryguba A.M. Concordance configurations of integrated projects of agriculture / Tryguba A.M., Sheleha O.V., Pukas V.L., Mykhalyuk V.N. // *NTU "KPI". Series: Strategic management, portfolio, programs and projects management. – X: NTU "KPI», 2015. – № 2 (1111). – P. 135-140.*
19. Tryguba A.M. The structure of the integrated programs control system in milk production / A.M. Tryguba // *Science journal LNTU: computer-integrated technologies: education, science and industry. – 2014. – № 14. – P.193-196.*
1. Concordance of system-products configurations and their projects / Sydorchuk O.V., Ratushny R.T., Shcherbachenko A.M. // *Managing the development of complex systems. Science. works. – Vol. 25. KNUBA. – 2016. – P. 58 - 65.*

УДК 631.36

СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИН ПОПЕРЕДНЬОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНА

Л. Л. Сидорчук, к.т.н., асистент, email: leonid42@ukr.net

Львівський національний аграрний університет

В. І. Днесь, к.т.н., пров. наук. співроб., email: vik31@ua.fm

В. І. Скібчик, наук. співроб.,

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

РЕЗЮМЕ

Мета. Розкрити причинно-наслідкові зв'язки між технічною продуктивністю машин попереднього очищення зерна та основними функціональними показниками їх ефективності, які є підґрунтям обґрунтування раціональних параметрів зерноочисних пунктів.

Методи. Причинно-наслідкові зв'язки між продуктивністю машин попереднього очищення зерна та функціональними показниками їх ефективності, розкрито за допомогою методу кореляційно-регресійного аналізу.

Для дослідження і порівняння значень технічної продуктивності та функціональних показників ефективності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників, використано методи теорії ймовірності та описової статистики, а також прикладну комп'ютерну програму STATISTICA V10.

Результати. Досліджено та побудовано діаграми діапазонів розподілів питомої матеріало- і енергоємності, технічної продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників та встановлено тенденції зміни цих розподілів.

Встановлено кореляційні залежності питомих матеріало- і енергоємності площі робочої (очисної) поверхні та площі, яку займають машин попереднього очищення зерна різних класифікаційних груп та виробників, від їх технічної продуктивності. Виявлені

відміни цих залежностей стосовно типів машин та світових фірм-виробників.

Висновки.

1. Статистичний аналіз технічних параметрів машин попереднього очищення зерна, дав змогу встановити, що, у розрізі таких класифікаційних ознак, як країна-виробник, фірма-виробник, тип робочого органу, існують регресійні залежності між їх технічною продуктивністю та основними питомими функціональними показниками ефективності, які, здебільшого, характеризуються високим коефіцієнтом детермінації.

2. Найнижчими показниками енерго- і матеріалоємності характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами, однак за значенням питомої площі, яку вони займають, ці машини поступаються машинам з плоскими циліндричними пневмо-решітними робочими органами.

3. Встановлено, що найнижчими значеннями питомої енергоємності (0,084 – 0,049 кВт/(т/год)) та матеріалоємності (7,5 – 4,58 кг/(т/год)) характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами фірми «RIELA».

4. Найнижчими значеннями питомої площі робочої поверхні (0,06 – 0,03 м²/(т/год)) та площі, яку вони займають (0,069 – 0,014 м²/(т/год)) характеризуються машини концерну «Buhler».

Ключові слова: попереднє очищення зерна, машини, виробники, технічні характеристики, показники ефективності.

UDC 631.36

STATISTICAL ANALYSIS TECHNICAL PARAMETERS MACHINE OF PRE-TREATMENT GRAIN

L. L. Sydorчук, *Ph.D., Assistant Professor, email: leonid 42@ukr.net*

Lviv National Agrarian University

V. I. Dnes, *Ph.D., Senior Research*

V. I. Skibchuk, *Research*

National Scientific Centre "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

The purpose. Reveal causal relationships between technical performance machines pre-treatment of grain and basic functional indicators of their performance, which is the basis of rational justification options winnowing points.

Methods. Causal links between the performance characteristics machines pre-treatment of grain and functional indicators of their performance revealed by the method of correlation and regression analysis.

To study and comparison of technical performance and functional performance machines pre-treatment of various grain-producing countries used methods of probability theory and descriptive statistics and applied computer program STATISTICA V10.

Results. Researched and built a chart ranges specific distribution of material and energy, technical performance machines pre-treatment of grain producers from different countries and established trends in these distributions.

Established correlations material and energy intensity per unit area of working (sweeping) and surface area occupied by machines pre-treatment of grain classification of various groups and producers of their technical performance. Identified cancellation of

these relationships regarding types of machines and world manufacturers.

Conclusions. 1. Statistical analysis of technical parameters of machines pre-treatment of grain made it possible to establish that in the context of such classifications as the country of manufacture, manufacturer, type of working body are regressive relationship between their technical performance and functional specific key performance indicators, which are mostly characterized by a high coefficient of determination.

2. The lowest rates of energy and material consumption characterized by inertia machine with pneumatic working bodies, but on the value of the specific area they occupy, these inferior machines flat cylindrical stump- lattice working bodies.

3. Established that the lowest specific energy (0,084 – 0,049 W/(t/h)) and material (7,5 – 4,58 kg/(t/h)) are characterized by inertia machine with pneumatic working bodies of the company «RIELA».

4. The lowest values of specific surface area (0,06 – 0,03 m²/(t/h)) and the area they occupy (0,069 – 0,014 m²/(t/h)) characterized Machinery Concern «Buhler».

Key words: *pretreatment of grain, machine manufacturers, specifications, performance.*

УДК 631.36

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ МАШИН ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНА

Л. Л. Сидорчук, *к.т.н., ассистент, email: leonid 42@ukr.net*

Львовский национальный аграрный университет

В. И. Днес, *к.т.н., ведущий науч. сотрудник.*

В. И. Скибчик, *науч. сотрудник.*

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

РЕЗЮМЕ

Цель. Раскрыть причинно-следственные связи между технической производительностью машин предварительной очистки зерна и основными функциональными показателями их эффективности, которые являются основой обоснования

рациональных параметров зерноочистительных пунктов.

Методы. Причинно-следственные связи между производительностью машин предварительной очистки зерна и функциональными показателями их эффективности раскрыто с

помощью метода корреляционно-регрессионного анализа.

Для исследования и сравнения значений технической производительности и функциональных показателей эффективности машин предварительной очистки зерна различных стран – производителей использованы методы теории вероятности и описательной статистики, а также прикладная компьютерная программа STATISTICA V10.

Результаты. Исследованы и построены диаграммы диапазонов распределений удельных материалоемкости и энергоемкости, технической производительности машин предварительной очистки зерна различных стран-производителей и установлено тенденции изменения этих распределений.

Установлены корреляционные зависимости удельных материалоемкости, площади рабочей (очистной) поверхности и площади, занимаемой машинами предварительной очистки зерна различных классификационных групп и производителей, от их технической производительности. Обнаружены отмены этих зависимостей по типам машин, а также и мировым фирмам-производителям.

Выводы. 1. Статистический анализ технических параметров машин предварительной очистки зерна позволил установить, что в разрезе таких классификационных признаков, как страна-произ-

водитель, фирма-производитель, тип рабочего органа существуют регрессионные зависимости между их технической производительностью и основными удельными функциональными показателями эффективности, которые, как правило, характеризуются высоким коэффициентом детерминации.

2. Низкими показателями энерго- и материалоемкости характеризуются машины с пневматическими инерционными рабочими органами, однако, по значению удельной площади, которую они занимают, эти машины уступают машинам с плоскими цилиндрическими пневмо-решетчатыми рабочими органами.

3. Установлено, что низким значениями удельной энергоемкости (0,084 - 0,049 кВт/(т/ч)) и материалоемкости (7,5 - 4,58 кг/(т/ч)) характеризуются машины с пневматическими инерционными рабочими органами фирмы «RIELA».

4. низкими значениями удельной площади рабочей поверхности (0,06 - 0,03 м²/(т/ч)) и площади, которую они занимают (0,069 - 0,014 м²/(т/ч)) характеризуются машины концерна «Buhler».

Ключевые слова: предварительная очистка зерна, машины, производители, характеристики, показатели эффективности.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

На ринку техніки та обладнання для післязбиральної обробки зерна України, існує чимало пропозицій щодо машин попереднього очищення зерна, як вітчизняних, так і зарубіжних виробників. Ці машини відрізняються між собою конструкційними, технологічними, енергетичними та вартісними параметрами (показниками), що ускладнює вибір їх марок для зерноочисних комплексів.

Тому, постає необхідність провести статистичний аналіз параметрів машин попереднього очищення зерна різних виробників, що наявні на українському ринку техніки та розкрити причинно-наслідкові зв'язки між цими параметрами. Відсутність відповідних даних, унеможливило створення ефективних методів проектування зерноочисних пунктів.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Розвиток сільськогосподарського машинобудування в Україні та закордоном зумовив появу великої кількості різнотипних машин, зокрема, машин попереднього очи-

щення зерна. Однак, відсутність узагальненої інформації про сучасні зерноочисні машини, не дає змоги розробити ефективні методи їх вибору [1, 2] та проектування систем післязбиральної обробки зерна. Параметри сучасних машин попереднього очищення зерна, частково проаналізовані у роботі [3]. Проте, увага тут зосереджена на конструкційних особливостях та принципах їх роботи. Наведені технічні характеристики, лише вітчизняних агрегатів і комплексів для післязбиральної обробки зерна не дають змоги об'єктивно розкрити доцільність вибору машин на засадах бережливості.

У праці [4] наведені узагальнені результати досліджень технічних характеристик закордонних і вітчизняних машин та обладнання для післязбиральної обробки зерна. Авторами встановлено слабку кореляційну залежність між продуктивністю та материалоемністю машин попереднього очищення зерна. Дані щодо дослідження інших параметрів цих машин відсутні.

Мета досліджень. Розкрити причинно-наслідкові зв'язки між технічною продуктивністю машин попереднього очищення

зерна та основними функціональними показниками їх ефективності, які є підґрунтям обґрунтування раціональних параметрів зерноочисних пунктів.

Результати досліджень. Технічні параметри (паспортна продуктивність, площа робочої поверхні, маса, сумарна потужність електродвигунів, площа, яку займає кожна машина) близько ста тридцяти вітчизняних та зарубіжних машин попереднього очищення зерна були взяті із паспортів.

Частку українських машин попереднього очищення зерна на внутрішньому ринку техніки презентують такі виробники: ВАТ «Вібросепаратор» [5], «Хорольський механічний завод» [6] та ТзОВ «АЛІМА» [7]. Відомими виробниками машин попереднього очищення зерна країнах близького зарубіжжя являються: ВАТ «Воронежсільмаш» [8], «Зерноочистка» [9], «Тверьсільмаш» [10], завод «ROMAX» (Росія) [11]; ТзОВ «Елзєр» (Республіка Білорусь) [12]; фірма «ARAJ» (Польща) [13]. У Центральній та Східній Європі світовими брендами зерноочисних машин є фірми «Zmaj» (Сербія), «Westrup» [14], «Cimbria» [15], «Damas» (Данія), «Heid» (Австрія) [16], «Ab Linde Maschinez», «Camas» (Швеція), «Buhler» (Швейцарія) [17], «Petkus» [18], «RIELA» (Німеччина) [19]. У Північній Америці потужними виробниками машин попереднього очищення є фірма «Carter Day International» (США) [20].

Для дослідження і порівняння показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників було застосовано методи описової статистики [21, 22].

Для оцінки та порівняння величини центральної тенденції матеріало-енергоємності та продуктивності зерноочисних машин окремих країн-виробників, що відображають найбільш типові значення для означених вибірок, було визначено медіану (Me) значень відповідної характеристики машин.

Для оцінки та порівняння величини розкиду значень характеристик машин попереднього очищення зерна було визначено інтерпроцентильний та інтерквартильний розмах (інтервали) значень показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна окремих країн-виробників.

Результати опрацювання даних про функціональні показники ефективності та технічну продуктивність машин попереднього очищення різних країн-виробників методами описової статистики представлені у вигляді діаграм діапазонів розподілів (так званих коробчастих графіків «Box-whisker») (рис. 1), які наглядно демонструють відразу кілька параметрів розподілу: центральні тенденції (медіану) та характеристики розкиду об'єктів дослідження (25-й та 75-й процентиля, а також 10-й та 90-й процентиля) [22].

Відхилення медіан відносно середніх значень (центрів інтерквартильних розмахів) показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна свідчить, що розподіли цих показників є відмінними від нормального. Аналізуючи розкид значень характеристик даних машин, слід відмітити, що найширший діапазон за питомою матеріалоємністю становлять машини виробництва Росії і Данії, а найвужчий – США та Польщі. За значенням питомої енергоємності, найширшим розкидом характеризуються машини, що виготовляються у Росії, Данії та Німеччині, а найвужчим – США та Республіки Білорусь. Найширшим розкидом значень продуктивності характеризуються швейцарські зерноочисні машини, а найвужчим – білоруські.

Аналіз параметрів розподілів показників ефективності та продуктивності машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників свідчить, що найменша питома матеріалоємність характерна для американських машин (9,62 - 21,88 кг/(т/год)), а найбільша – білоруських (22 - 50 кг/(т/год)) (рис. 1, в). Стосовно питомої енергоємності (рис. 1, б) – найменшим значенням характеризуються зерноочисні машини Швейцарії (0,02 - 0,06 кВт/(т/год)) та України (0,02 - 0,09 кВт/(т/год)), а найбільшим – машини Росії (0,10 - 0,23 кВт/(т/год)). Якщо аналізувати дані про продуктивність машин попереднього очищення зерна (рис. 1, а), слід відмітити, що найширший модельний ряд за продуктивністю становлять машини Швейцарії (50 - 200 т/год), Польщі (40 - 180 т/год) та США (42,7 - 170 т/год). Параметричний ряд машин низької та середньої продуктивності становлять машини Данії (20-90 т/год) та України (25-175 т/год).

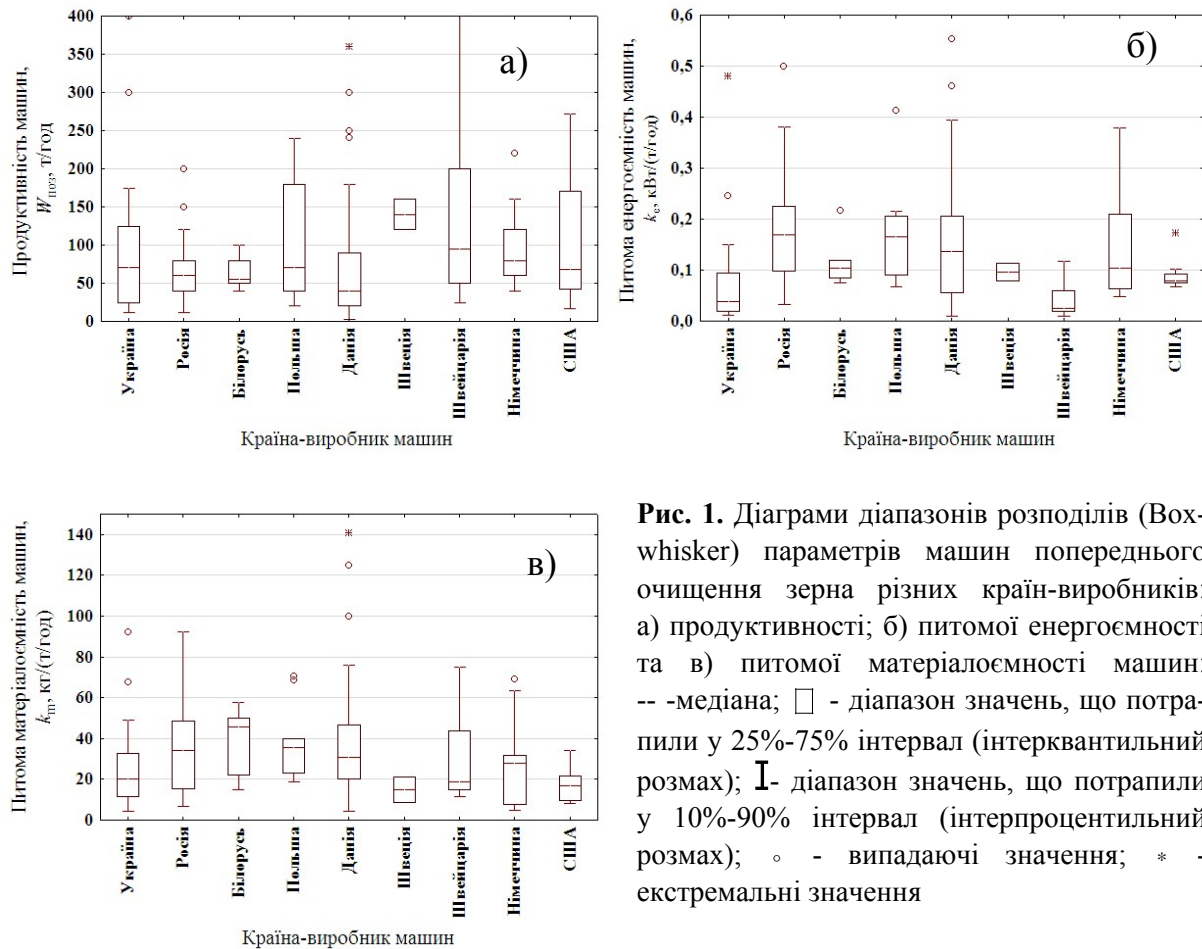


Рис. 1. Діаграми діапазонів розподілів (Box-whisker) параметрів машин попереднього очищення зерна різних країн-виробників: а) продуктивності; б) питомої енергоємності та в) питомої матеріалоємності машин: -- -медіана; \square - діапазон значень, що потрапили у 25%-75% інтервал (інтерквантильний розмах); I - діапазон значень, що потрапили у 10%-90% інтервал (інтерпроцентильний розмах); \circ - випадуючі значення; * - екстремальні значення

Fig. 1. Figures bands distributions (Box-whisker) parameters pre-treatment grain machines of different producing countries: a) performance; b) specific energy and c) the proportion of material vehicles:-- - mediana; \square - the range of values that were in 25% -75% range (interquartile scope); I - range of values fell 10% -90% range (interprotsental scope); \circ - drop-down value; * - extreme values

Слід відмітити, що машини попереднього очищення вітчизняного виробництва характеризуються досить низькими значеннями питомої матеріало- (11,33 - 32,6 кг/(т/год)) (рис. 1, в) та енергоємності (0,09 - 0,01 кВт/(т/год)) (рис. 1, б) у порівнянні із зарубіжними машинами, а за продуктивністю здатні задовільнити споживчу потребу у межах 12-175 т/год (рис. 1, а).

Згідно з класифікацією машин попереднього очищення зерна [3] за способом виконання технологічного процесу вони поділяються на три групи: решітні, пневморешітні та пневматичні. За конструктивними особливостями та типом робочих органів машин попереднього очищення зерна, зазначені групи об'єднують наступні підгрупи:

решітні та пневморешітні – самотічні, плоскі та циліндричні; пневматичні – інерційні, турбінні, з похилими та вертикальними каналами.

На підставі результатів аналізу, наявних на ринку техніки України машин попереднього очищення зерна з'ясовано, що в основному вони належать до групи пневморешітних з плоскими і циліндричними робочими органами, а також пневматичних інерційних машин. Відповідно до цього було сформовано вибірку з даних про технічні параметри машин кожної із зазначеної класифікаційної групи.

У результаті математичного опрацювання даних про технічні параметри цих машин стосовно кожної групи було визначено

функціональні показники їх ефективності, зокрема, питомо матеріало- та енергоємність, питомо площу робочої поверхні (для пневморешітних машин) та питомо площу, яку займає машина.

У результаті кореляційно-регресійного аналізу [21] було встановлено залежності питомої енергоємності машин та їх технічної продуктивності (рис. 2), питомої їх матеріалоємності (рис. 3), а також питомої площі робочої поверхні (рис. 4) і питомої площі, яку займає машина (рис. 5) від технічної продуктивності.

Залежність питомих функціональних показників ефективності від технічної продуктивності машин попереднього очищення зерна, здебільшого, характеризується від'ємною кореляцією (окрім пневматичних машин виробництва ТзОВ «АЛМА») та описується степенною регресією:

$$(k_e, k_m, k_{sd}, k_{si}) = a(W_{i\zeta})^b, \quad (1)$$

де $k_e, k_m, k_{sd}, k_{si}, W_{i\zeta}$ – відповідно питомі енерго- і матеріалоємність, площа робочої поверхні, площа, яку займає та продуктивність машини попереднього очищення зерна; a, b – коефіцієнти рівняння регресії (табл. 3).

Більшими значеннями показників енергоємності характеризуються машини низької продуктивності (до 50 т/год). Проте, машини з плоскими пневморешітними робочими органами виробництва ВАТ «Хорольський механічний завод» продуктивністю 12 – 80 т/год (рис. 2, а), характеризуються досить низькими показниками енергоємності 0,063 – 0,019 кВт/(т/год) у порівнянні з аналогами за продуктивністю.

Машини з пневматичними інерційними робочими органами (рис. 2, в) характеризуються найнижчими показниками енергоємності. Зокрема для низькопродуктивних машин (ТзОВ «АЛМА») цей показник становить 0,11 – 0,16 кВт/(т/год). Щодо зерноочисних машин ТзОВ «АЛМА», то на відміну від інших машин, для яких характерне зменшення питомої енергоємності зі зростанням продуктивності, для них спостерігається зворотна тенденція (рис. 2, в). Однак, коефіцієнт детермінації ($R^2=0,53$)

вказує, що більше половини значень вибірки, описуються отриманим рівнянням регресії.

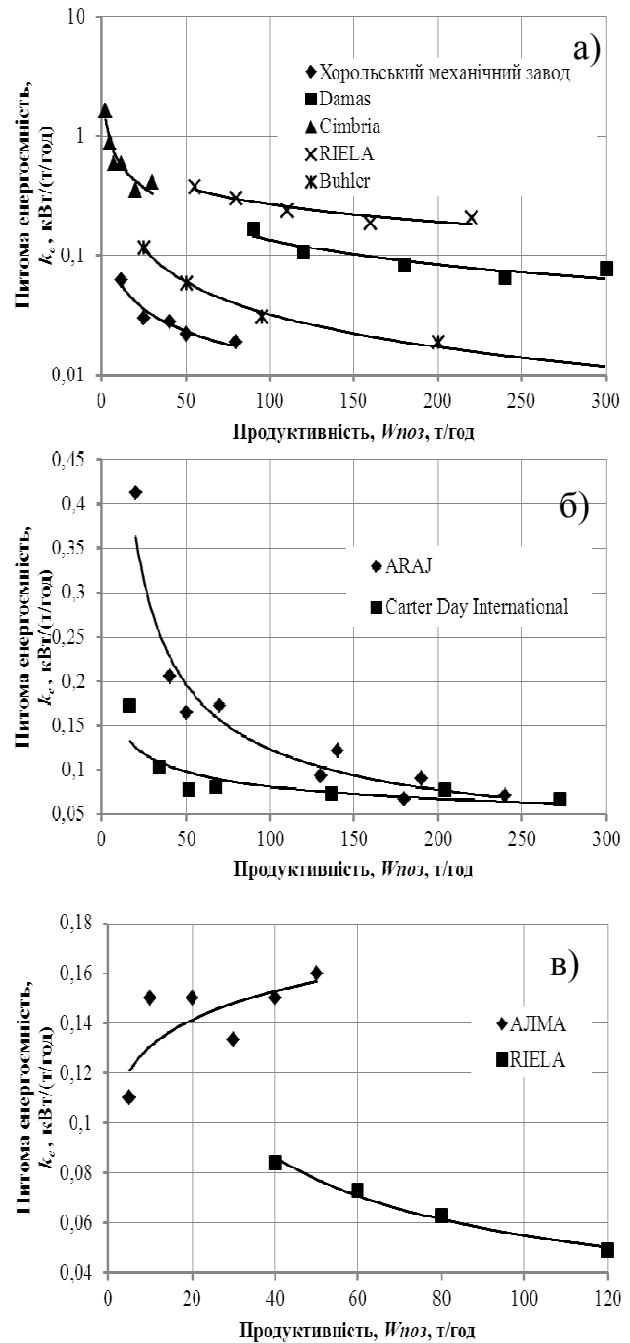


Рис. 2. Залежність енергоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневморешітними, б) з циліндричними пневморешітними та в) з пневматичними інерційними робочими органами

Fig. 2. Dependence the energy intensity machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate; c) with pneumatic inertial working bodies

Аналіз показників питомої енергоємності зерноочисних машин різних класифікаційних груп, свідчить що найвищі показники притаманні машинам з плоским пневмо-решітними робочими органами (рис. 2, а). Для низькопродуктивних машин (до 50 т/год), цей показник знаходиться в межах 0,02 – 1,6 кВт/(т/год). Для високопродуктивних машин – 0,02 – 0,2 кВт/(т/год).

Таблиця 3. Значення коефіцієнтів рівнянь регресії та коефіцієнтів детермінації залежностей показників ефективності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності

Table 3. The coefficients regression equations and coefficients determination of dependencies performance machines pre-treatment grain on their performance

Підприємство - виробник	k_m			$k_{\dot{a}}$			$k_{S\dot{\sigma}}$			$k_{S\dot{i}}$		
	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2	a	b	R^2
Пневмо-решітні плоскі машини												
ВАТ «Хорольський механічний завод»	145,53	-0,45	0,93	0,26	-0,62	0,93	0,37	-0,13	0,54	0,26	-0,29	0,86
Фірма «Damas»	1754,7	-0,81	0,99	3,01	-0,67	0,83	0,1	1	1	2,53	-0,78	0,99
Фірма «Cimbria»	254,56	-0,51	0,96	2,35	-0,57	0,89	1,73	-0,19	0,59	3,43	-0,75	0,98
Фірма «RIELA»	128,56	-0,31	0,58	2,48	-0,48	0,87	-	-	-	11,77	-1,29	0,92
Концерн «Buhler»	-	-	-	2,09	-0,91	0,99	0,19	-0,30	0,73	0,22	-0,31	0,97
Пневмо-решітні циліндричні машини												
Фірма «ARAJ»	259,78	-0,48	0,93	2,72	-0,67	0,93	0,84	-0,39	0,96	0,80	-0,46	0,97
Фірма «Carter Day International»	155,66	-0,53	0,97	0,28	-0,27	0,72	0,09	-0,28	0,66	0,78	-0,46	0,96
Пневматичні машини												
ТзОВ «АЛІМА»	90,48	-0,62	0,96	0,10	0,11	0,53	-	-	-	1,17	-0,91	0,99
Фірма «RIELA»	35,53	-0,43	0,96	0,53	-0,49	0,98	-	-	-	-	-	-

Залежність питомої матеріалоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності (рис. 3) характеризується від'ємною кореляцією і також відображається ступеневою регресією. Високі значення коефіцієнтів детермінації R^2 (табл. 3), отриманих регресійних моделей, вказують на їх адекватність.

Аналізуючи регресійні моделі залежностей питомої матеріалоємності від продуктивності (рис. 3), слід відмітити, що для зерноочисних машин низької продуктивності (до 50 т/год) («Cimbria», «АЛІМА»), характерною є висока матеріалоємність, а її зміна від продуктивності машин носить стрімкий характер, на відміну від середньо- та високопродуктивних машин.

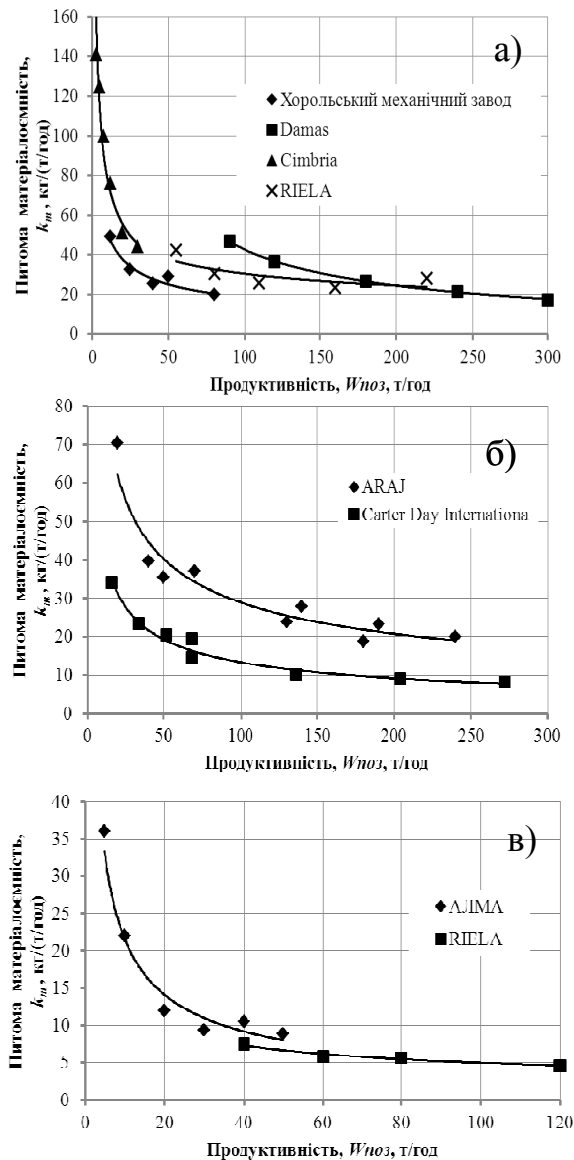


Рис. 3. Залежність матеріалоємності машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневморешітними, б) з циліндричними пневморешітними та в) з пневматичними інерційними робочими органами

Fig. 3. Dependence of material machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate; c) with pneumatic inertial working bodies

Машини з плоскими пневморешітними робочими органами низької продуктивності (рис. 3, а) характеризуються найвищими показниками матеріалоємності – 40-140 кг/(т/год). Для машин високої продуктивності

цей показник є суттєво нижчим – 18-20 кг/(т/год).

Найнижчі показники матеріалоємності притаманні для пневматичних зерноочисних машин (рис. 3, в), які для машин низької продуктивності, коливаються в межах 9- 36 кг/(т/год), а для машин високої – 4-5 кг/(т/год). Це зумовлено конструкційними особливостями машин різних класифікаційних груп. Найбільш складними у цьому відношенні є машини з плоскими пневморешітними робочими органами, а простими – з пневматичними інерційними.

Залежність питомої площі робочої поверхні машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності, здебільшого, також характеризується від'ємними кореляціями та відображається степеневим рівнянням регресії (рис. 4).

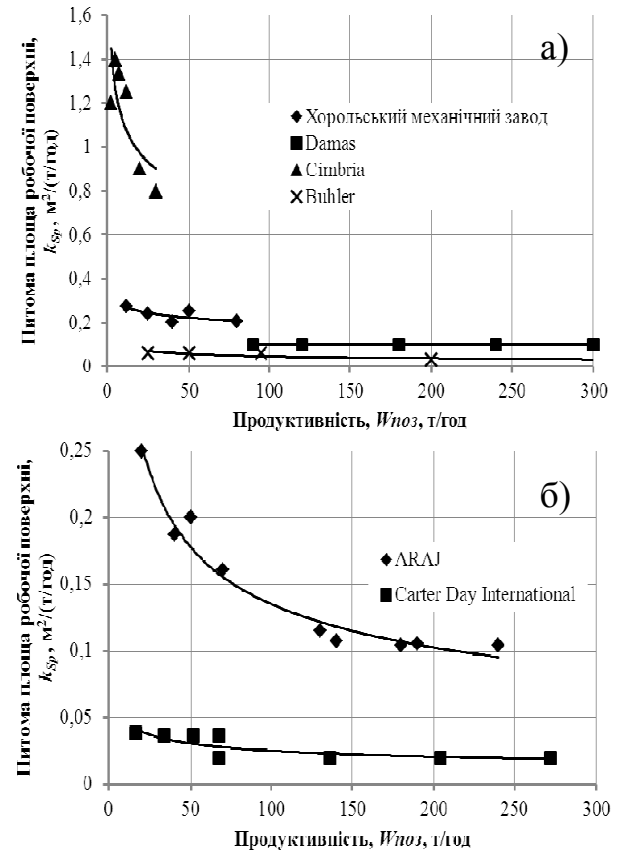


Рис. 4. Залежність питомої площі робочої поверхні машин попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневморешітними та б) циліндричними пневморешітними робочими органами

Fig. 4. Dependence of specific surface area machines of pre-treatment grain to their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate working bodies

Аналіз кореляційних зв'язків між питомою площею робочої поверхні машин та їх продуктивністю свідчить, що для більшості машин представлених груп та виробників, існує слабкий обернений зв'язок. Зі зміною (збільшенням) продуктивності зерноочисних машин, значення їх питомої площі робочої поверхні міняється (зменшується) не суттєво. Так, для ряду машин з плоскими пневмо-решітними робочими органами концерну «Buhler» (рис. 4, а), продуктивність яких становить 25 – 400 т/год цей показник змінюється від 0,06 до 0,03 м²/(т/год). Для ряду пневмо-решітних циліндричних машин фірми «Carter Day International» (рис. 4, б) продуктивністю 16,3 – 272 т/год він зменшується від 0,038 до 0,02 м²/(т/год). Для ряду машин фірм «Cimbria» (рис. 4, а) та «ARAJ» (рис. 4, б) спостерігається суттєвий степеневий обернений зв'язок між зазначеними показниками.

Залежність питомої площі, яку займають машини попереднього очищення зерна від їх продуктивності, як і у попередніх випадках, характеризується від'ємною кореляцією та відображають степеневу регресію (рис. 5).

Слід зауважити, що найбільший розмах цього показника притаманний машинам з плоскими пневмо-решітними робочими органами, який коливається від 1,54 м²/(т/год) («Cimbria») до 0,013 м²/(т/год) («RIELA») (рис. 5, а). А для машин з циліндричними пневмо-решітними робочими органами фірм «ARAJ» та «Carter Day International» (рис. 5, б) криві регресії співпадають.

Машини з плоскими пневмо-решітними робочими органами попереднього очищення зерна характеризуються найменшими значеннями питомої площі k_{Si} (за винятком машин «Cimbria»), які варіюють у межах 0,13 - 0,013 м²/(т/год) (рис. 5, а).

Слід також відмітити, що низькопродуктивні машини характеризуються високими значеннями показника питомої площі. Наприклад, для пневмо-решітних плоских машин фірми «RIELA» продуктивністю 55 т/год даний показник становить 0,069 м²/(т/год), а для машини 220 т/год – 0,014 м²/(т/год) (рис. 5, а).

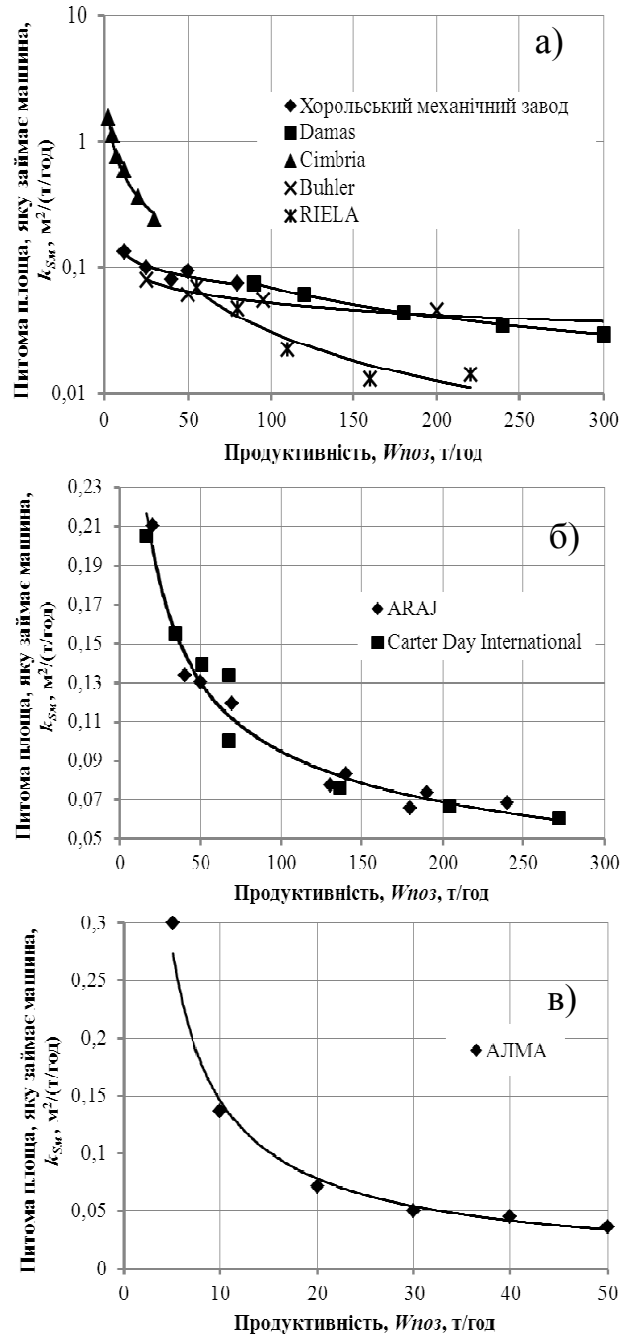


Рис. 5. Залежність питомої площі, яку займають машини попереднього очищення зерна від їх продуктивності: а) з плоскими пневмо-решітними, б) циліндричними пневмо-решітними; в) інерційними робочими органами

Fig. 5. Dependence of specific areas occupied by machines of pre-treatment grain on their performance: a) flat pneumatic grate; b) with cylindrical pneumatic grate; c) with inertial working bodies

ВИСНОВКИ

1. Статистичний аналіз технічних параметрів машин попереднього очищення зерна дав змогу встановити, що у розрізі таких класифікаційних ознак, як країна-виробник, фірма-виробник, тип робочого органу існують регресійні залежності між їх технічною продуктивністю та основними питомими функціональними показниками ефективності, котрі характеризуються високим коефіцієнтом детермінації.

2. Найнижчими показниками енерго- і матеріалоємності характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами, однак за значенням питомої площі, яку вони займають, ці машини поступаються машинам з плоским циліндричними пневморешітними робочими органами.

3. Встановлено, що найнижчими значеннями питомої енергоємності (0,084 – 0,049 кВт/(т/год)) та матеріалоємності (7,5 – 4,58 кг/(т/год)) характеризуються машини з пневматичними інерційними робочими органами фірми «RIELA».

4. Найнижчими значеннями питомої площі робочої поверхні (0,06 – 0,03 м²/(т/год)) та площі, яку вони займають (0,069 – 0,014 м²/(т/год)) характеризуються машини концерну «Buhler».

Бібліографія

1. Сидорчук О.В. Системні засади дослідження машин / Сидорчук О.В., Гадзало Я.М./ Механізація та електрифікація сільського господарства. Міжвідомчий тематичний науковий збірник - Глеваха: ННЦ "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства", 2013. – Випуск №98, Т.2 – С. 344 – 353.

2. Тригуба А.М. Функціональна модель технологічної системи аграрного виробництва / А.М. Тригуба, П.В. Шолудько // Вісник Львівського державного аграрного університету: Агроінженерні дослідження. – 2012. – №16. – С.25–30.

3. Ямпілов С.С. Технологическое и техническое обеспечение ресурсо-энергосберегающих процессов очистки и сортирования зерна и семян / С.С. Ямпілов. - Улан-Удэ: ВСГТУ, 2003. - 262с.

4. Розробити статистичні імітаційні моделі технологічних систем обслуговування багатонomenclатурних потоків зернових і кормових культур під час збирання урожаю, дослідити їх та обґрунтувати раціональні параметри за заданих

виробничих умов / С. Степаненко [та ін.]. – НААН, ННЦ «ІМЕСГ». – Глеваха, 2015. – 227 с. – Деп. в УкрІНТЕІ 24.12.15., №ДР 0111U003615.

5. Стационарное оборудование [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixe-equipment.html>.

6. Сепараторы зерноочистительные [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Зерноочистительные машины ALMA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://vselmash.ru/catalog/fixe_treatment_equipme/#content.

9. Машины зерноочистительные [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zernoochistka.ru/oborudovanie/zernoochistka>.

10. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Зерноочистительные машины ALFA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12. Зерноочистительная техника [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elezer.by/products.html>.

13. Сепараторы [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. Машины предварительной очистки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Решения по обработке семян [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#_VyUyUhCFDHUc.

18. PETKUS Продукция [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Зерноочисні машини [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.riela.com.ua/proposal/zernoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.carterday.com/>.

21. Василенко О. А. Математично-статистичні методи аналізу у прикладних дослідженнях: навч.

посіб. / О. А. Василенко, І. А. Сенча. – Одеса: ОНАЗ ім. О. С. Попова, 2011. – 166 с.

22. Вентцель Е.С. Теория вероятностей / Е.С. Вентцель. - 4-е изд. - М.: Высш. шк., 1969. - 576 с.

23. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. - М.: Медиасфера, 2006. - 312 с.

References

1. Sydorhuk O.V. Systemni zasady doslidzhennia mashyn / Sydorhuk O.V., Hadzalo Ia.M./ Mekhanizatsiia ta elektryfikatsiia silskoho hospodarstva. Mizhvidomchyi tematychnyi naukovyi zbirnyk - Hlevakha: NNTS “Instytut mekhanizatsii ta elektryfikatsii silskoho hospodarstva”, 2013. – Vypusk №98, T.2 –S.344 – 353.

2. Tryhuba A.M. Funktsionalna model tekhnolohichnoi systemy aharnoho vyrobnytstva / A.M. Tryhuba, P.V. Sholudko // Visnyk Lvivskoho derzhavnogo aharnoho universytetu: Ahroinzhenerni doslidzhennia. – 2012. – №16. – S.25–30.

3. Yampylov S.S. Tekhnolohycheskoe y tekhnicheskoe obespechenye resurso-enerhosberehaiushchykh protsessov ochystky y sortyrovaniya zerna y semian / S.S. Yampylov. - Ulan-Ude: VSHTU, 2003. - 262s.

4. Rozrobyty statystychni imitatsiini modeli tekhnolohichnykh system obsluhovuvannia bahatonomenklaturnykh potokiv zernovykh i kormovykh kultur pid chas zbyrannia urozhaiu, doslidyty yikh ta obruntovaty ratsionalni parametry za zadanykh vyrobnychykh umov / S. Stepanenko [ta in.]. – NAAN, NNTs «IMESH». – Hlevakha, 2015. – 227 s. – Dep. v UkrINTEI 24.12.15., №DR 0111U003615.

5. Statsyonarnoe oborudovanye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixe-equipment.html>.

6. Separatory zernoochystytelnye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Zernoochystytelnye mashyny ALMA [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://vselmash.ru/catalog/fixe-treatment-equipment/#content>.

9. Mashyny zernoochystytelnye [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.zernoochistka.ru/oborudovanie/zernoochistka>.

10. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Zernoochystytelnye mashyny ALFA [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12. Zernoochystytelnaia tekhnika [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://elezer.by/products.html>.

13. Separatory [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. Mashyny predvartelnoi ochystky [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Resheniia po obrabotke semian [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#VyyUhCFDHUc>.

18. PETKUS Produktsiia [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Zernoochysni mashyny [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.riela.com.ua/proposal/zernoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [Elektronnyi resurs]. – Rezhym dostupu: <http://www.carterday.com/>.

21. Vasylenko O. A. Matemachno-statystychni metody analizu u prykladnykh doslidzhenniakh: navch. posib. / O. A. Vasylenko, I. A. Sencha. – Odesa: ONAZ im. O. S. Popova, 2011. – 166 s.

22. Venttsel E.S. Teoriia veroiatnostei / E.S. Venttsel. - 4-e yzd. - М.: Выssh. shk., 1969. - 576 с.

23. Rebrova O.Iu. Statystycheskyi analiz medytynskykh dannykh. Prymeneniye paketa prykladnykh prohram STATISTICA / O.Iu. Rebrova. - М.: Medyasfera, 2006. - 312 s.

References

1. Sydorhuk O.V. System research foundations machines/ Sydorhuk O.V., Hadzalo Ya.M./ Mechanization and electrification of agriculture. Interdepartmental thematic scientific collection – Hlevakha: NSC “ Institute for Agricultural Engineering and Electrification”, 2013. – Issue No.98, vol.2 – P. 344 - 353.

2. Tryhuba A.M. Technological system functional model of agriculture / A.M. Tryhuba, P.V. Sholudko // Bulletin of Lviv State Agrarian University: Ag Engineering studies. - 2012. - №16. – P. 25-30.

3. Yampylov S.S. Technological and technical support resource-energy-saving treatment processes

and sortstion of grain and seeds / S.S. Yampylov. - Ulan-Ude: ESSTU, 2003. – 262 p.

4. Develop statistical simulation models of technological systems a multiple service flows of grain and forage crops during harvesting, explore them and justify rational parameters for a given production conditions / S. Stepanenko [et al.]. – NAAS, NSC "IAEE." - Glevakha, 2015. – 227p. - Dep. UkrISTEI in 24.12.15., №SR 0111U003615.

5. Stationary equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.vibroseparator.ua/productions/grain-treatment-equipment/fixed-equipment.html>.

6. Grain separators [Electron resource]. - Access mode: <http://mehzavod.com.ua/catalog/>.

7. Grain-treatment machines ALMA [Electron resource]. - Access mode: <http://www.alma-separator.com/>.

8. Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: http://vselmash.ru/catalog/fixed_treatment_equipment/content.

9. Grain-treatment machines [Electron resource]. - Access mode: <http://www.zernoochistka.ru/oborudovanie/zernoochistka>.

10 Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.tsm.tvcom.ru/>.

11. Grain cleaners ALFA [Electron resource]. - Access mode: <http://www.zavodromax.com/products/>.

12 Grain treatment equipment [Electron resource]. - Access mode: <http://elezer.by/products.html>.

13. Separators [Electron resource]. - Access mode: <http://www.araj.pl/ru/oferta/13/cjeparator.html>.

14. The pre-treatment machines [Electron resource]. - Access mode: <http://russian.westrup.com/index.php/2015-05-26-12-59-51>.

15. Decisions on the seed treatment [Electron resource]. - Access mode: <http://www.cimbria.ru>.

16. Maschinenfabrik HEID Aktiengesellschaft [Electron resource]. - Access mode: <http://www.heid.info/index.htm>.

17. Products [Electron resource]. - Access mode: <http://www.buhlergroup.com/northamerica/en/home.htm#VyyUhCFDHUc>.

18. PETKUS products [Electron resource]. - Access mode: <http://russian.petkus.de/produkte>.

19. Crop treatment machines [electronic resource]. - Access: <http://www.riela.com.ua/proposal/zernoochysni-mashyny>.

20. Carter Day Petrochemical Products [electronic resource]. - Access: <http://www.carterday.com/>.

21. Vasylenko O. A. Mathematical and statistical methods of analysis in applied research: teach. guidances. / O. A. Vasylenko, I. A. Sencha. – Odesa: ONAT im. O. S. Popova, 2011. – 166 p.

22. Venttsel E.S. Probability Theory / E.S. Venttsel. - 4th ed. - M.: High Society, 1969. – 576 p.

23. Rebrova O.Yu. Statistical analysis of medical data. Application package of applied programs STATISTICA/ O.Yu. Rebrova. - M.: Mediasphere, 2006. – 312 p.

УДК 631.12

ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ ЗАКОРДОННОГО ВИРОБНИЦТВА

В. О. Шейченко, *д. т. н., завідувач відділу,*
e-mail: vsheychenko@mail.ru, тел.: +38-050-383-95-32

М. М. Анеляк, *к.т.н.,*

А. Я. Кузьмич, *к.т.н.*

Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

РЕЗЮМЕ

Мета досліджень – підвищення ефективності функціонування вітчизняного сільськогосподарського виробництва зернової продукції завдяки зменшенню витрат на забезпечення імпортних зернозбиральних комбайнів запасними частинами, вузлами і агрегатами, виготовленими в Україні.

Методика дослідження. Методика проведення досліджень включала збір та обробку інформації, яка стосувалася виходу з ладу запасних частин, збір інформації здійснювали в умовах виробничої експлуатації зернозбиральних комбайнів. Спостереження за технікою виконували у відповідності з планом [NMT_i], який регламентовано ДСТУ 3004-95. Деталі, які виходили із ладу в процесі експлуатації комбайна, об'єднано за структурною приналежністю в окремі групи. Завдяки цьому певна їх кількість була структурована за агрегатною ознакою (жниварка, молотарка, подрібнювач, двигун, гідросистема тощо), інша група деталей – за характерними ознаками, специфікою використання та особливостями виготовлення. Згідно розробленої нами методики досліджено залежності собівартості збирання зернових та технічних культур комбайнами закордонного виробництва від витрат на їх ремонт і технічне обслуговування.

Результати. Визначено основні виробники найбільш вживаних зернозбиральних комбайнів

на ринку України. Визначено сумарні витрати запасних частин на ремонт і технічне обслуговування комбайнів фірми John Deere моделі 9600 і її модифікації 9610 за період експлуатації із 2009 р. по 2014 р. Отримані залежності собівартості збирання зернових та технічних культур комбайнами закордонного виробництва від витрат на їх ремонт і технічне обслуговування з урахуванням сезонного навантаження, їх ринкової вартості, терміну експлуатації вживаної техніки і можливості імпортозаміщення певної частки деталей та вузлів.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено номенклатуру найбільш вживаних запасних деталей і вузлів до зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва. Визначено основні виробники запасних частин, які є на ринку України. Відзначено можливість підвищення ефективності функціонування вітчизняного сільськогосподарського виробництва зернової продукції завдяки зменшенню витрат на забезпечення імпортних зернозбиральних комбайнів запасними частинами, вузлами і агрегатами, виготовленими в Україні.

Ключові слова: *зернозбиральні комбайни, ринок техніки, собівартість робіт, витрати на ремонт, технічне обслуговування, імпортозаміна, номенклатура.*

UDC 631.12

STUDY ON EFFECTIVE USE OF IMPORTED COMBINE HARVESTERS

V. O. Sheychenko, *PhD*

e-mail: vsheychenko@mail.ru, Tel.: +38-050-383-95-32,

M. M. Anelyak, *candidates of Engineering science,*

A. Ya. Kuzmych, *candidates of Engineering science*

National Scientific Center " Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

SUMMARY

Purpose. The purpose of research is improving the functioning of domestic agricultural production by

reducing the cost of the spare parts, components and assemblies which manufactured in Ukraine for the import combines.

Methods. The methodology of the research includes the collection and processing of information about the spare parts failure. The collection of information was carried out in a manufacturing operation of combine harvesters.

Monitoring the technique was performed in accordance with the plan [NMTi], which regulated DSTU 3004-95. Parts, which have been broken down during the operation of combine, were united with structural accessories in separate groups.

As a result the certain quantity of them has been structured for the modular accessory (header, thresher, chopper, engine, hydraulic, etc.). Another group of parts has been structured for the characteristic features, the specifics of the use and production features. According to the study, we developed a technique depending on the cost of harvesting of grain crops by imported combine harvesters of their repair and maintenance costs.

Results. The main manufacturers of the most common combine harvesters in Ukraine has been detected. Has been determined the total cost of spare

parts for repair and maintenance of the combines John Deere model 9600 and its modifications 9610 for the period of operation from 2009 to 2014. The dependences of the harvesting cost of grain crops from the cost of repair and maintenance of imported combine harvesters has obtained, taking into account seasonal load their market value, the life of the used equipment and the possibility of a certain part of the import substitution of parts and assemblies

Conclusions. The results of the study established nomenclature of the most common spare parts and units for imported combine harvesters. The main producers of spare parts, which are in Ukraine, are defined. The possibility of increasing the efficiency of domestic grain production by reducing costs to ensure the import combine harvesters by spare parts, components and assemblies manufactured in Ukraine.

Key words: combine harvesters, market of equipment, harvesting cost, repair cost, maintenance, import substitution, nomenclature.

УДК 631.12

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ЗАГРАНИЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В. А. Шейченко, д. т. н, заведующий отделом,
e-mail: vsheychenko@mail.ru, тел.: +38-050-383-95-32,

М. М. Анеляк, к.т.н.,

А. Я Кузьмич, к.т.н.

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

РЕЗЮМЕ

Цель исследований - повышение эффективности функционирования отечественного сельскохозяйственного производства зерновой продукции благодаря уменьшению расходов на обеспечение импортных зерноуборочных комбайнов запасными частями, узлами и агрегатами, изготовленными в Украине.

Методика исследования. Методика проведения исследований включала сбор и обработку информации, которая касалась выхода из строя запасных частей, сбор информации осуществляли в условиях производственной эксплуатации зерноуборочных комбайнов. Наблюдение за техникой выполняли в соответствии с планом [NMTi], который регламентировано ДСТУ 3004-95. Детали, которые выходили из строя в процессе эксплуатации комбайна, объединено по структурной принадлежности в отдельные группы. Благодаря этому определенное их количество было структурировано за агрегатным признаком (жатка, моло-

тилка, измельчитель, двигатель, гидросистема и т.п.), другая группа деталей – за характерными признаками, спецификой использования и особенностями изготовления. Согласно разработанной нами методики исследованы зависимости себестоимости уборки зерновых и технических культур комбайнами заграничного производства от расходов на их ремонт и техническое обслуживание.

Результаты. Определены основные производители наиболее распространенных зерноуборочных комбайнов на рынке Украины. Определены суммарные расходы запасных частей на ремонт и техническое обслуживание комбайнов фирмы John Deere модели 9600 и ее модификации 9610 за период эксплуатации с 2009 г. по 2014 г. Получены зависимости себестоимости уборки зерновых и технических культур комбайнами заграничного производства от расходов на их ремонт и техническое обслуживание с учетом сезонной нагрузки, их рыночной стоимости, срока эксплуатации бывшей в употреблении техники и

возможности импортозамещения определенной части деталей и узлов.

Выводы. По результатам проведенных исследований установлены номенклатура наиболее распространенных запасных деталей и узлов к зерноуборочным комбайнам заграничного производства. Определены основные производители запасных частей, которые есть на рынке Украины. Отмечена возможность повышения эффективности функционирования отечественного сельскохозяй-

Проблема. Фінансово-економічна ситуація в Україні, коливання курсу національної валюти, зменшення світових цін на зернові – це не повний перелік викликів, які долають вітчизняні аграрії. Поряд з тим, технічне забезпечення технологічних процесів збирання зернових культур структурно і кількісно змінюються, що є наслідком притаманних останньому десятиріччю перебудов. Техніко-технологічні новації мають глобальний незворотній характер. Не залишили осторонь ці процеси і конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів, які в повній мірі відображають передові досягнення людства. Без перебільшення зернозбиральний комбайн сьогодення – це технічно досконалий об'єкт, надзвичайно інтелектуалізований, високопродуктивний, енергетично потужний. Природно, що за таких умов відбувається поступове зменшення загальної кількості комбайнів. За період із 1990 – 2015 рр. їх кількість у сільськогосподарських підприємствах нашої держави зменшилася майже на 72% і досягла свого критичного рівня 32,6 тис. шт. [1-5]. За таких умов сезонне навантаження на один комбайн тільки на збиранні ранніх зернових в Україні збільшилося до 240 га, тоді як в країнах ЄС воно складає 80 га, а в Росії 120 га. Поповнення парку зернозбиральних комбайнів відбувається переважно завдяки надходженню на наш ринок вживаної іноземної техніки. Обсяги виробництва вітчизняних комбайнів недостатні для задоволення потреб аграріїв.

Вартість техніки іноземного виробництва постійно зростає. Збільшуються витрати на підтримання її у роботоздатному стані. Щорічно тільки на забезпечення роботоздатності комбайнів вітчизняні товаровиробники зернових витрачають близько 425-

ственного производства зерновой продукции благодаря уменьшению затрат на обеспечение импортных зерноуборочных комбайнов запасными частями, узлами и агрегатами, изготовленными в Украине.

Ключевые слова: зерноуборочные комбайны, рынок техники, себестоимость работ, затраты на ремонт, техническое обслуживание, импортозамена, номенклатура.

450 млн. дол. США. І ці витрати постійно зростають.

Актуальність даної роботи зумовлена необхідністю підвищення ефективності виробництва зернових в Україні завдяки зменшенню витрат на ремонт зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва. Розширення елементної бази та освоєння випуску запасних частин до імпортних зернозбиральних комбайнів вітчизняними підприємствами створять більш сприятливі конкурентні умови сільськогосподарській продукції, вирощеній на ланах України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні роки значно змінилась структура парку зернозбиральних комбайнів України. Вона характеризується значним різноманіттям комбайнів як за моделями, так і за терміном їх експлуатації. Ринок техніки характеризується значним переважанням кількості комбайнів, що були у вжитку над новими зернозбиральними комбайнами. Спостерігається тенденція збільшення кількості комбайнів за рахунок комбайнів закордонного виробництва. Разом з цим зростає актуальність економічної оцінки ефективності використання техніки закордонного виробництва. Особливо це стосується витрат на ремонт і технічне обслуговування зернозбиральних комбайнів у залежності від їх річного завантаження і початкової ринкової ціни.

Наявні дослідження не дають відповіді на питання, які пов'язані з річним завантаженням і початковою ринковою ціною зернозбирального комбайна, впливом вартості ремонту та технічного обслуговування на собівартість виконаних робіт, та можливості самоокупності зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва [6-9].

Мета досліджень – підвищення ефективності функціонування вітчизняного

сільськогосподарського виробництва зернової продукції завдяки зменшенню витрат на забезпечення імпортних зернозбиральних комбайнів запасними частинами, вузлами і агрегатами, виготовленими в Україні.

Результати досліджень За результатами проведених в ННЦ «ІМЕСГ» дослідженнями визначено основні виробники найбільш вживаних зернозбиральних комбайнів на ринку України, а також їх марки. Відзначено, що на сьогодні український споживач орієнтується переважно на пропозиції іноземних фірм (рис. 1). Основним потенційно конкурентоспроможним виробником зернозбиральних комбайнів у нас в державі залишається ВАТ «Херсонський машинобудівний завод», який протягом 2006-2008 рр. випустив близько 450 комбайнів КЗС-9-1 «Славутич».

Проте виробнича програма цього підприємства в останні роки суттєво скоротилася і обмежується цифрою близько тридцяти комбайнів щорічно, що зовсім не впливає на загальнодержавні показники комбайнобудування.

Ринок зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва представлений у нашій державі переважно брендами восьми провідних фірм. У загальному обсязі реалізації комбайнів їх частка складає близько 85%. Провідні місця займають фірми «Claas» (обсяг продаж на рівні 21,4 – 26,6%) та «John Deere» – обсяги в межах 17,4- 23,9% відповідно. Питома вага в сегменті ринку зернозбиральних комбайнів вживаної техніки залишається досить вагомою (в межах 45-55%) та має стійку тенденцію до зростання.

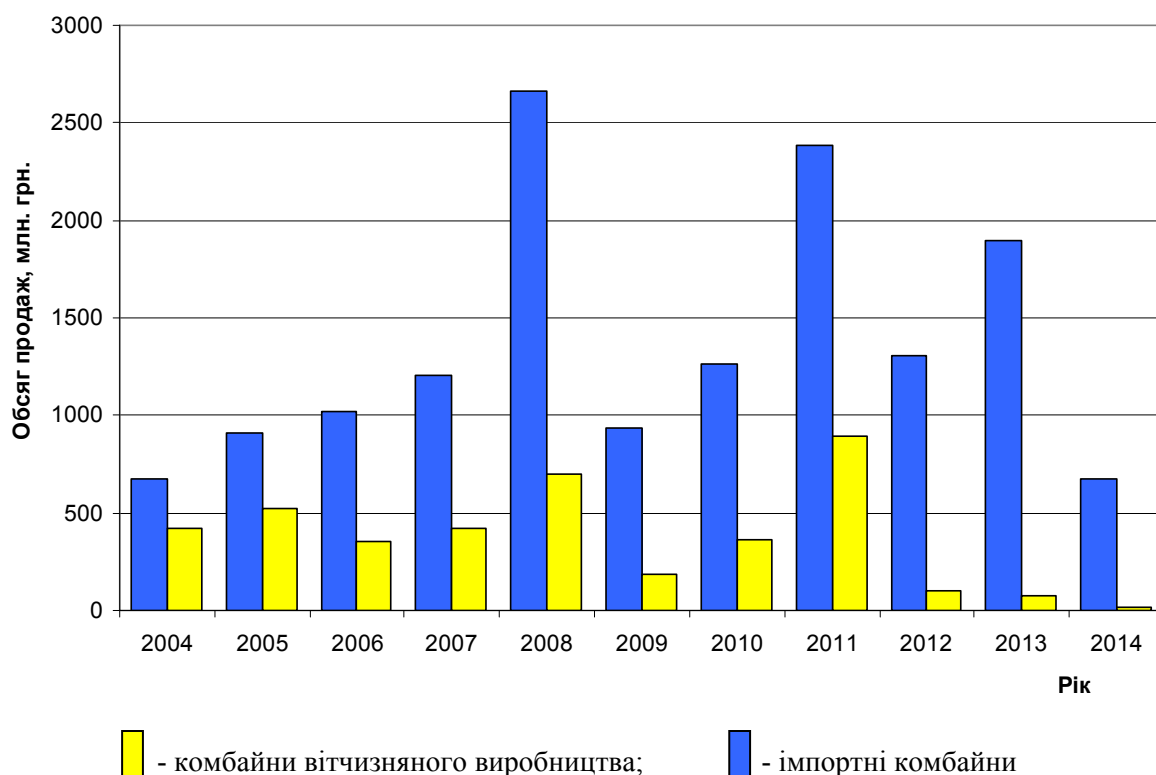


Рис. 1. Обсяги продаж зернозбиральних комбайнів в Україні

Fig. 1. Sales of combine harvesters in Ukraine

В сучасних умовах господарювання значно зростає актуальність економічної оцінки ефективності використання техніки закордонного виробництва. Особливо це стосується витрат на ремонт і технічне обслуговування зернозбиральних комбайнів у залежності від їх річного завантаження і початкової ринкової ціни.

Враховуючи результати аналізу структури ринку зернозбиральних комбайнів в Україні, а також існуючий попит на комбайни фірми John Deere моделі 9600 і їх модифікації 9610, проведено дослідження витрат на запасні частини за умов експлуатації цих комбайнів в Україні за період із 2009 р. по

2014 р. Під спостереженням перебували комбайни з терміном експлуатації від 10 років в кількості 22 шт.

Програма експериментальних досліджень передбачала спостереження за роботою зернозбиральних комбайнів у реальних умовах експлуатації та накопичення інформаційних матеріалів стосовно відмов [10-12]. Збирання інформації відносно фактичних витрат запасних частин здійснювали на підставі аналізу книг обліку та лімітно-забірних карток на отримання запасних частин зі складів.

Збирання та оброблення інформації, яка стосувалася виходу з ладу запасних частин, здійснювали в умовах виробничої експлуатації зернозбиральних комбайнів. Спостереження за технікою виконували у відповідності з планом [NMT_i], який регламентовано ДСТУ 3004-95 [11].

Найменування деталей, які виходили із ладу в процесі експлуатації комбайна, об'єднано за структурною приналежністю в окремі групи. Завдяки цьому певна їх кількість була структуризована за агрегатною ознакою (жниварка, молотарка, подрібнювач, двигун, гідросистема тощо), інша група деталей – за характерними ознаками, специфікою використання та особливостями виготов-

лення. Сумарні витрати запасних частин та їх частка в кожній окремій групі за період 2009 – 2014 роки експлуатації комбайнів наведено на рис. 2. Найвагомішу частку витрат мають такі групи запасних частин: підшипники - 9,14%, паси - 4,71%, вали приводні – 6,96%, зірочки і шестерні – 3,77%, деталі молотарки - 8,22%, шнеки – 5,11%, шини – 9,6%.

За результатами проведених досліджень встановлено номенклатуру найбільш вживаних запасних деталей і вузлів до зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва. Визначено основні виробники запасних частин, які є на ринку України. Розроблено у електронному вигляді форму, згідно якої збирають інформацію відносно підприємств-виробників запасних частин в Україні. Створено базу даних підприємств, які виготовляють запасні частини в Україні. В кожній групі визначено частку запасних частин власного виробництва. Проведено аналіз можливості збільшення виробництва запасних деталей і вузлів до зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва в Україні. Проведено виробничі випробування експериментальних зразків деталей власного виробництва, виготовлених до зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва.

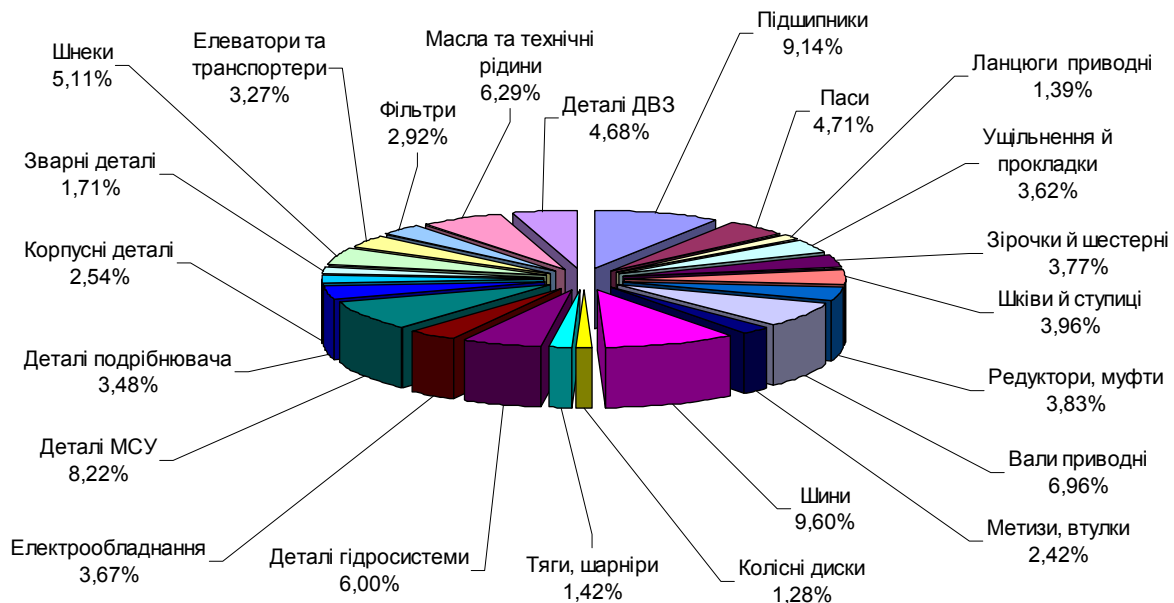


Рис. 2. Сумарні витрати запасних частин і їх частка в кожній окремій групі за період експлуатації комбайнів

Fig. 2. The total cost of spare parts and their proportion in each group during the period of combines operation

За результатами випробувань встановлено високу ефективність функціонування експериментальних зразків деталей та економічну доцільність їх використання за умов ремонту і технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва. Основним джерелом економічного ефекту є менша відносно вартість власного виробу у порівнянні із іноземним аналогом.

Згідно розробленої нами методики [13] досліджено залежність собівартості збирання зернових та технічних культур комбайнами закордонного виробництва від витрат на їх ремонт і технічне обслуговування. Дослідження проводили з урахуванням можливості імпортозаміщення певної частки деталей та вузлів, виготовлених на вітчизняних підприємствах (рис. 3).

Проаналізувавши залежності (рис. 1-3), відзначимо, що завдяки використанню деталей та вузлів вітчизняного виробництва можливо зменшити частку імпортованих запасних частин у ремонтних і відновлювальних роботах. Такий план дій створить сприятливі умови вітчизняному сільгоспвиробнику, що дасть змогу суттєво зменшити собівартість робіт при збиранні зернових та технічних культур зернозбиральними комбайнами зарубіжного виробництва. Зазначимо, що за умов заміщення до 40% запасних деталей закордонного виробництва вітчизняними зразками, собівартість робіт на збиранні 1га зернових та технічних культур зменшиться на 5-6 доларів.

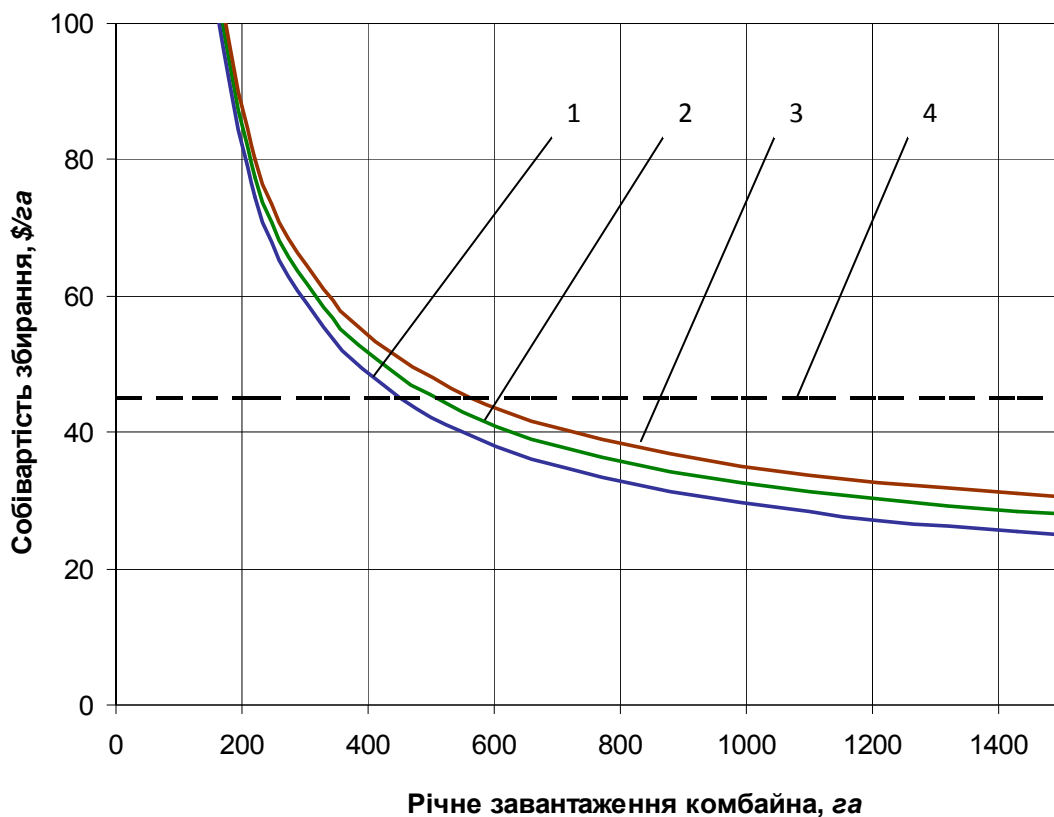


Рис. 3. Залежність собівартості збирання 1 га зернових культур від річного завантаження комбайна та витрат на ремонт і ТО: 1 – зменшення витрат ТО і ремонту на 1 мотогодину роботи на 40%; 2 – зменшення на 20%; 3 – використання 100% імпортованих запчастин під час ТО та ремонту; 4 – середнє значення вартості послуг збирання зернових

Fig. 3. The dependences of the cost of 1 ha of grain crops harvesting from the annual load combine and repair and maintenance costs: 1 - reducing maintenance costs and repairs on the 1 hours of work by 40%; 2 - a reduction of 20%; 3 - using 100% imported parts during service and repair; 4 - average cost of grain harvesting services

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено номенклатуру найбільш вживаних запасних деталей і вузлів до зернозбиральних комбайнів закордонного виробництва. Визначено основні виробники запасних частин, які є на ринку України. Зазначено можливість підвищення ефективності функціонування вітчизняного сільськогосподарського виробництва зернової продукції завдяки зменшенню витрат на забезпечення імпортних зернозбиральних комбайнів запасними частинами, вузлами і агрегатами, виготовленими в Україні.

Бібліографія

1. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2014 році: статистичний бюлетень / відповідальний за випуск: О.М. Прокопенко. К.: ДССУ, 2015. – 44 с.
2. Метёлкин В. Украинский рынок зерноуборочных комбайнов по итогам 2013 года: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://runo-agro.com/ru/исследования/>.
3. Максимова Л. О технике, лизинге, аграриях / Л.Максимова // Агроперспектива. – 2014. – № 5 (167). – С. 40 – 43.
4. Моніторинг кількості зернозбиральних комбайнів, що працюють на жнивях, станом на 24.07.2012: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.agroexpert.ua/detail/article/monitoring-kilkosti-zernozbiralnikh-kombainiv-shcho-pr.html/>.
5. Войтюк Д. Аналіз ринку зернозбиральних комбайнів України / Д. Войтюк, О. Надточій, В. Войтюк, А. Демко, О. Демко // Пропозиція. – 2010. – № 12. – С. 104 – 110.
6. Соловей Д.Ю. Аналіз кон'юктури ринку сільськогосподарської техніки в Україні / Д.Ю. Соловей, Я.К. Білоусько // Економіка АПК. – 2014. – № 1. – С. 40 – 42.
7. Могилова М.М. Матеріально-технічне забезпечення аграрної галузі / М.М. Могилова, Я.К. Білоусько, Г.М. Підлісецький // Економіка АПК. – 2013. – № 2. – С. 61 – 67.
8. Пронин В.М. Экономическая оценка сельскохозяйственных машин и технологий по методике часовых эксплуатационных затрат / В.М. Пронин, В.А. Прокопенко // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России : сб. науч. докл. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 145-летию со дня рожд. основоположника земледел. механики акад. В. П. Горячкина (Москва, 17-18 сентября 2013 г.). Москва : ВИМ, 2013. – Ч.1. – С. 246-251.

9. Шепелев С.Д. Обоснование границ использования зерноуборочных комбайнов с различным сроком службы / Весник ЧГГА. 2013. – Т. 64. – С. 93-96.

10. Смашнюк О.В. Дослідження відмов зернозбиральних комбайнів та визначення основних показників надійності // Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства "Підвищення надійності відновлюваних деталей машин". - Харків: ХДТУСГ, 2001. – Вип. 8, Т. 2. - С. 37-40.

11. ДСТУ 3004-95 «Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. – 1995. – 30 с.

12. Cross T. Machinery cost calculation methods // Agricultural Extension servicethe University of Tennessee Institute of Agriculture, AE&RD, 1998. – № 13. – P. 8.

13. Шейченко В.О. Дослідження впливу терміну експлуатації зернозбиральних комбайнів на їх ефективність / М.М. Анеляк, А.Я. Кузьмич, С.О. Кустов // Міжвід. темат. наук. зб. «Механізація та електрифікація сільського господарства». Вип. 1(100)-Глеваха, 2015. – С.242-249.

References

1. Nayavnist silskogospodarskoyi tehniky ta energetichnih potuzhnostey u silskomu gospodarstvi u 2014 rotsi: statistichniy byuletен / vidpovidalniy za випуск: О.М. Prokopenko. К.: DSSU, 2015. – 44 s.
2. Metelkin V. Ukrainskiy rynek zernoubo-rochnyh kombaynov po itogam 2013 goda: [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://runo-agro.com/ru/issledovaniya/>.
3. Maksimova L. O tehnike, lizinge, agrariyah / L.Maksimova // Agroperspektiva. – 2014. – № 5 (167). – S. 40 – 43.
4. Monitoring kilkosti zernozbiralnih kombayniv, shcho pratsyuyut na zhnyvah, stanom na 24.07.2012: [Elektronniy resurs]. – Rezhim dostupu: <http://www.agroexpert.ua/detail/article/monitoring-kilkosti-zernozbiralnikh-kombainiv-shcho-pr.html/>.
5. Voytyuk D. Analiz rinku zernozbiralnih kombayniv Ukrayini / D. Voytyuk, O. Nadtochiy, V. Voytyuk, A. Demko, O. Demko // Propozitsiya. – 2010. – № 12. – S. 104 – 110.
6. Solovey D.Yu. Analiz konyuktury rinku silskogospodarskoyi tehniky v Ukrayini / D.Yu. Solovey, Ya.K. Bilousko // Ekonomika APK. – 2014. – № 1. – S. 40 – 42.
7. Mogilova M.M. Materialno-tehnichne zabezpechennya agrarnoyi galuzi / M.M. Mogilova, Ya.K. Bilousko, G.M. Pidlisetskiy // Ekonomika APK. – 2013. – № 2. – S. 61 – 67.
8. Pronin V.M. Ekonomicheskaya otsenka selskohozyaystvennyh mashin i tehnologiy po metodike chasovoy ekspluatatsionnyh zatrat / V.M. Pronin, V.A. Prokopenko // Sistema tehnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii : sb. nauch. dokl. mezhduнар. nauch.-техн. конф., посвящ. 145-летию со дня рожд. основоположника земледел. механики акад. В. П. Горячкина (Москва, 17-18 сентября 2013 г.). Москва : ВИМ, 2013. – Ч.1. – С. 246-251.

sb. nauch. dokl. mezhdunar. nauch.-tehn. konf., posvyashch. 145-letiyu so dnya rozhd. osnovopolozhnika zemledel. mehaniki akad. V. P. Goryachkina (Moskva, 17-18 sentyabrya 2013 g.). Moskva : VIM, 2013. – Ch.1. – S. 246-251.

9. Shepelev S.D. Obosnovanie granits ispolzovaniya zernouborochnykh kombaynov s razlichnym srokom sluzhby / Vesnik ChGGA. 2013. – Tom 64. – S. 93-96.

10. Smashnyuk O.V. Doslidzhennya vidmov zernozbiralnih kombayniv ta viznachennya osnovnih pokaznikov nadiynosti // Visnik Harkivskogo derzhavnogo tehnicznego universitetu silskogo gospodarstva "Pidvishchennya nadiynosti vidnovlyuvanih detaley mashin". - Harkiv: HDTUSG, 2001. – Vip. 8, T. 2. - S. 37-40.

11. DSTU 3004-95 «Nadiynist tehniki. Metodi otsinki pokaznikov nadiynosti za eksperimentalnimi danimi. – 1995. – 30 s.

12. Cross T. Machinery cost calculation methods // Agricultural Extension servicethe University of Tennessee Institute of Agriculture, AE&RD, 1998. – No. 13. – P. 8.

13. Sheychenko V.O. Doslidzhennya vplivu terminu ekspluatatsiyi zernozbiralnih kombayniv na yih efektyvnist / M.M. Anelyak, A.Ya Kuzmich, S.O Kustov // Mizhvid. temat. nauk. zb. «Mehanzatsiya ta elektrifikatsiya silskogo gospodarstva». Vip. 1(100).- Glevaha, 2015. – S.242-249.

References

1. Availability of agricultural machinery and power capacities in agriculture in 2014: statistical bulletin / responsible for issue O.M. Prokopenko. K.: DSSU, 2015. – 44 p.

2. Metelkin V. Ukrainian marketplace combines results for 2013 manuscript: [electronic resource]. - Access: <http://runo-agro.com/ru/studies/>.

3. Maksimova L. About technology, leasing, agrarians / L. Maksimova // Agroperspektiva. – 2014. – № 5 (167). – P. 40 – 43.

4. Monitoring the number of combine harvesters working on the harvest as of 24.07.2012 [electronic resource]. - Access mode: <http://www.agroexpert.ua/detail/article/monitoring-kilkosti-zernozbiralnikh-kombainiv-shcho-pr.html/>.

5. Voytyuk D. Market analysis of combine harvesters in Ukraine / D. Voytyuk, O. Nadtochiy, V. Voytyuk, A. Demko, O. Demko // Propozitsiya. – 2010. – № 12. – P. 104 – 110.

6. Solovey D. Analysis of market conditions of agricultural machinery in Ukraine / D.Y. Solovey, Y.K. Bilousko // Ekonomika APK. – 2014. – № 1. – P. 40 – 42.

7. Mogilova M. Logistical support of agricultural sector / M.M. Mogilova, Y.K. Bilousko, G.M. Pidlisetskiy //Ekonomika APK. – 2013. – № 2. – P. 61 – 67.

8. Pronin V. Economic evaluation of agricultural machinery and technology for the procedure time operating costs / V.M. Pronin, V.A. Prokopenko // Technology and machinery system for innovative development of agribusiness in Russia: Proc. scientific. rep. intern. scientific and engineering. conf., is dedicated. 145th anniversary of birth. founder of agriculture mechanics of Acad. V. P. Goryachkin (Moscow, 17-18 September 2013). Moscow: VIM, 2013 - Part 1. - P. 246-251.

9. Shepelev S. Rationale for the use of borders of combine harvesters with different service life / Bulletin CHGGA. 2013 - Volume 64 - P. 93-96.

10. Smashnyuk O. Research failures combine harvesters and determining key indicators of reliability // Bulletin of Kharkiv State Technical University of Agriculture "Improving the reliability of renewable machine parts." - Kharkiv: HDTUSH, 2001. - Vol. 8, T. 2. - P. 37-40.

11. DSTU 3004-95 "Reliability engineering. Methods for assessing the reliability indices for the experimental data. - 1995. - 30 p.

12. Cross T. Machinery cost calculation methods // Agricultural Extension service the University of Tennessee Institute of Agriculture, AE&RD, 1998. – No. 13. – P. 8.

13. Sheychenko V. The influence of the life of the combine harvesters to their effectiveness / M.M. Anelyak, A.Y. Kuzmich, S.O. Kustov // Collected papers. "Mechanization and electrification of agriculture." Vol. 1 (100). - Glevakha, 2015. - P. 242-249.

УДК 631.15:633/635

МЕТОДИЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОЦІНКИ ТЕХНОЛОГІЙ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

С. С. Котенко, інженер, E-mail: sskotenko@gmail.com

*Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації
сільського господарства» НААН України*

Мета. Вдосконалення методичних положень щодо розрахунку прямих та повних витрат енергії на виконання технологічних операцій у сільському господарстві.

Методи. Аналізу і синтезу, монографічний, абстрактно-логічний.

Результати. Приріст врожайності у сільському господарстві забезпечується здебільшого за рахунок енергооснащеності виробництва, зростаючих вкладень енергії. При використанні ресурсо- та енергозберігаючих технологій необхідна їх комплексна оцінка. Енергетична оцінка дає можливість, дати порівняльну оцінку витратам в різних фізичних величинах при використанні тієї чи іншої технології, зокрема, витрати пального (л), органічних добрив (т), пестицидів (кг), людської праці (люд.-год.), техніки (мото-год., умов. га) в єдиних енергетичних показниках – МДж. Інтелектуалізація технічних засобів потребує висококваліфікованих механізаторів та працівників сервісних служб для їх обслуговування. При розрахунку енергетичної оцінки живої праці, додатково враховується наступні пункти енерговитрат

минулих років: отримання освіти, на створення прийнятних соціальних умов, утримання непрацездатних членів родини, споживчий кошик та інше. Тому енергетична оцінка живої праці зі складу прямих витрат виключаються, як такі, що не мають прямого впливу. У статті викладено методичні особливості визначення прямих та повних витрат енергії на виконання технологічних операцій в сільському господарстві.

Висновки. Запропонована методика дає можливість об'єктивно визначати величину прямих та повних витрат енергії на виконання технологічних операцій сільському господарстві. Новий методичний підхід до визначення енергоємності технологій та структури прямих витрат енергії на виконання технологічних операцій в сільському господарстві дозволяє більш об'єктивно аналізувати та порівнювати різні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Ключові слова: енергоємність, енергетична оцінка, енергозбереження, прями витрати, технології рослинництва, техніка, жива праця.

UDC 631.15:633/635

METHODOLOGICAL PECULIARITIES OF ENERGY ASSESSMENT TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

S. S. Kotenko, engineer, E-mail: sskotenko@gmail.com

National Scientific Center "Institute for Agricultural Engineering and Electrification"

Purpose. Improvement of methodological provisions concerning calculating direct and full costs of energy in pursuance technological operations in agriculture. **Methods.** Analysis and synthesis, monographic, abstract and logical. **Results.** The growth of crop capacity in agriculture is ensured by mainly due to energy equipment production, growing investments of energy. While using energy saving technologies needed their complex assessment. Energy assessment provides an opportunity to give comparative assessment of costs in different physical quantities when using this or that technology, in particular, fuel consumption (l) organic fertilizers ,

pesticides (kg), human labor (man-hours.), technology (operating hours., conventional hectares) in the common energy indicators - MJ. Intellectualization of the technical means in need of highly skilled mechanics and employees of service departments for their service. When calculating energy assessment of live work is included in addition energy costs of previous years: getting education, the creation of suitable social conditions, retention incapacitated members of the family, consumer basket and other . Therefore, energy assessment of live work from the direct expenditure are included, as having have no direct influence. The article presents methodological

features of determining the direct and full costs of energy in pursuance technological operations in agriculture. **Conclusions.** The proposed method gives an opportunity objectively to definite the size of direct and full costs of energy in pursuance technological operations in agriculture. The new methodological approach to determination of energy intensity

technology and structure of direct expenditure energy in pursuance technological operations in agriculture allows more objectively analyze and compare of different technologies growing crops.

Keywords: *energy intensity, energy assessment, energy saving, direct expenses, technologies of plant growing, machinery, living labor.*

УДК 631.15:633/635

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОЛОГИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

С. С. Котенко, инженер, E-mail: sskotenko@gmail.com

Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» НААН Украины

Цель. Усовершенствование методических положений расчета прямых и полных затрат энергии на производство технологических операций в сельском хозяйстве.

Методы. Анализа и синтеза, монографический, абстрактно-логический.

Результаты. Прирост урожая в сельском хозяйстве обеспечивается за счет энергообеспеченности производства, увеличивающихся вложений энергии. При использовании ресурсо- и энергосберегающих технологий необходима их комплексная оценка. Энергетические показатели позволяют дать сравнительную оценку затратам в разных физических единицах при использовании той или иной технологии, в частности, расход топлива (л), органических удобрений (т), пестицидов (кг), живого труда чел.-час., техники (мото-час., усл.га) в единых энергетических показателях – МДж.

Интеллектуализация технических средств требует высококвалифицированных механизаторов и работников сервисных служб для обслуживания. При расчете энергетической оценки живого труда дополнительно учитываются следующие

пункты энергорасходов прошлых лет: получение образования, создание приемлемых социальных условий, содержание нетрудоспособных членов семей, потребительская корзина и ряд других. Поэтому энергетическая оценка живого труда исключается из состава прямых затрат, поскольку не имеет прямого влияния. В статье изложены методические особенности определения прямых и полных затрат энергии на выполнение технологических операций в сельском хозяйстве.

Выводы. Предложенная методика дает возможность объективно определять значения прямых и полных энергетических затрат на выполнение технологических операций в сельском хозяйстве. Новый методический подход к определению структуры прямых затрат позволяет более достоверно анализировать и сравнивать разные технологии выращивания сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: *энергоёмкость, энергетическая оценка, энергосохранение, прямые затраты, технологии растениеводства, техника, живой труд.*

Проблема. Землеробство – унікальна галузь народного господарства, в якій завдяки сонячній енергії, родючості ґрунту та фотосинтезу рослин утворюється додаткова енергія. При впровадженні технологій вирощування сільськогосподарських культур використовується також антропогенна (не поновлювана) енергія у вигляді техніки, живої праці, енергоносіїв та інше. Проте, надлишкове енергонавантаження ґрунту антропогенною енергією призводить до негативного впливу, зокрема, знищення живих корисних

мікроорганізмів ґрунту та деградації екосистеми в цілому.

Інтенсифікація сільського господарства нерозривно пов'язана з необхідністю оцінки наслідків інтенсивних технологічних процесів, їх впливом на навколишнє середовище. Перевагу слід віддавати екологічно-безпечним ресурсо – та енергозберігаючим технологіям. Серед головних цілей, які визначені «Стратегією розвитку аграрного сектору економіки на період до 2020 року» зазначені цілі енергозбереження та еколо-

гічної безпеки, а саме: збереження довкілля, відродження, охорона та підвищення родючості ґрунту; зменшення техногенного навантаження аграрного сектору на довкілля, раціональне використання та збереження земельних ресурсів. Проблеми енергозбереження сьогодні стоять, як ніколи, гостро [1,2].

Приріст врожайності у рослинництві забезпечується здебільшого за рахунок енергооснащеності виробництва, зростаючих вкладень енергії. При використанні ресурсо- та енергозберігаючих технологій необхідна комплексна оцінка цих технологій. Енергетична оцінка надає можливість дати порівняльну оцінку витратам в різних фізичних величинах при використанні тієї чи іншої технології, зокрема, витрати пального (л), органічних добрив (т), пестицидів (кг), людської праці (люд.-год.), техніки (мото-год., умов.га) в єдиних енергетичних показниках – МДж.

Широке застосування енергетичної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур стримує відсутність єдиної методики визначення повних енергетичних витрат.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Переваги методів енергетичної оцінки при розрахунку і аналізі виробничих витрат у рослинництві досліджені у працях Медведовського О. К. [3], Жученко А. А. [4,5], Севернева М. М. и Токарева В. А. [6], Пастухова В. І. [7], Тараріко Ю. О. [8]. Ці методи дозволяють більш об'єктивно аналізувати та порівнювати різні технології, оцінювати їх енергоощадність та екологічну безпечність. Особливо це актуально останні роки, коли широкого використання набула хіміко-технологічна інтенсифікації землеробства, зокрема, використання енерго- та ресурсоитратних, екологічно небезпечних технологій. Зокрема у роботі [8] відмічають «... зростання урожайності у 2-3 рази супроводжувалось розширенням затрат на одиницю продукції енергії непоновлюваних ресурсів у 10-15 разів».

Проте при проведенні енергетичної оцінки технологій певним стримуючим фактором є відсутність єдиної термінології, зокрема понять «енергоємність» та «енерго-

місткість», які різні автори трактують по-різному [10-18]. Більшість авторів, в т.ч. автори перших методик, трактують енергоємність, як витрати енергії на проведення технологічного процесу «енергоємність технологічного процесу» або на отримання одиниці продукції «енергоємність сільськогосподарської продукції», а енергомісткість, як накопичену енергію – «енергомісткість сільськогосподарської продукції». Ще у 1986 році М. М. Севернев та В. А. Токарев запропонували методику енергетичної оцінки технологій та комплексів машин [6], яка потім була доопрацьована, затверджена ВАСГНІЛ та Держкомсільгосптехнікою і видана у вигляді методичних рекомендацій [9]. Вони ввели терміни «энергоемкость», «энергосодержание», «энергетический эквивалент» та використовували для оцінки технологій виробництва сільськогосподарської продукції показник енергетичної ефективності, який визначається співвідношенням енергії виходу, (яка міститься в кінцевому продукті) до енергії входу, (яка витрачена на отримання цього урожаю).

Енерговитрати у сільському господарстві дослідники поділяють на прямі та непрямі. До прямих деякі автори [7] відносять живу працю, насіння, органічні добрива. До непрямих – енерговитрати на виробництво технічних засобів, мінеральних добрив, пестицидів та інше. Інші автори [6,9,12,13] до прямих витрат відносять лише витрати палива, електричної і теплової енергії, що безпосередньо витрачається в технологічному процесі, що було б більш доцільно використовувати для оцінки промислових технологій.

Слід відзначити великі розбіжності в енергетичних еквівалентах живої праці однакових категорій працівників за різними дослідженнями. В одних випадках [8] ця оцінка ґрунтується на калорійності спожитої їжі, яка необхідна для виконання роботи на протязі 1 люд. – год. (0,6 – 2,52 МДж/люд.– год.), в інших – додатково враховується створення прийнятних соціальних умов, отримання освіти, утримання непрацездатних членів родини, споживчий кошик та інше. І тоді енергетичний еквівалент становить 60 – 152 МДж/люд. – год. [3,12]. Але, з іншої

сторони, витрати минулих років при енергетичній оцінці живої праці недопустимо відносити до прямих витрат [15].

Виникає необхідність у перегляді методичних підходів до оцінки прямих та повних витрат енергії на виконання технологічних операцій.

Мета досліджень. Метою даної статті є вдосконалення методичних положень щодо розрахунку прямих та повних витрат енергії на виконання технологічних операцій в рослинництві.

Результати. Аналіз витрат енергії дозволяє визначити економічну доцільність і екологічну безпечність при виробництві сільськогосподарських культур. Повні витрати енергії на виконання технологічних операцій необхідно визначати за формулою:

$$E_{\Pi} = E_{\text{ПР}} + E_{\text{ЖП}} + E_{\text{ОВФ}}, \quad (1)$$

де E_{Π} – повні витрати антропогенної енергії на 1га при виконанні технологічної операції, МДж/га;

$E_{\text{ПР}}$ – прямі витрати енергії на 1 га при виконанні технологічної операції, (пального, насіння, добрив, пестицидів, води), що віддають енергію впродовж одного виробничого циклу, МДж/га;

$E_{\text{ЖП}}$ – енергоємність живої праці на 1га при виконанні технологічної операції, МДж/га;

$E_{\text{ОВФ}}$ – енергоємність основних виробничих фондів, які включають технічні засоби (машинні агрегати та обладнання для їх технічного сервісу) та виробничі будівлі, що використовуються при виконанні технологічної операції, МДж/га.

Прямі витрати енергії складаються з двох груп витрат: енергоємність енергоносіїв (енергоресурсів) та енергоємність насіння, добрив, пестицидів, води:

$$E_{\text{ПР}} = E_{\text{ЕР}} + E_{\text{НДП}}, \quad (2)$$

де $E_{\text{ЕР}}$ – енергоємність енергоресурсів, МДж/га,

$E_{\text{НДП}}$ – енергоємність насіння, добрив, пестицидів, води, МДж/га.

В загальному випадку повна енергоємність енергоресурсів визначається за формулою:

$$E_{\text{ЕР}} = E_{\text{Е}} + E_{\text{Т}} + E_{\text{ПМ}}, \quad (3)$$

де $E_{\text{Е}}$ – сукупні витрати електроенергії, МДж/га,

$E_{\text{Т}}$ – сукупні витрати теплової енергії, МДж/га,

$E_{\text{ПМ}}$ – сукупні витрати паливомастильних матеріалів МДж/га.

Сукупні витрати електроенергії та теплової енергії мають місце в стаціонарних процесах – теплицях, переробці продукції, технічному сервісу машин та ін. В технологіях вирощування сільськогосподарських культур у польових умовах при визначенні енергонавантаження на 1 га мають місце лише сукупні витрати паливомастильних матеріалів, які визначаються за формулою:

$$E_{\text{ПМ}} = \sum_{i=1}^n H_{\text{ПМ}i} e_{\text{ПМ}i}, \quad (4)$$

Де $H_{\text{ПМ}i}$ – витрата i -го палива (мастила) на одиницю роботи (норма), л;

$e_{\text{ПМ}i}$ – енергетичний еквівалент i -го палива (мастила), МДж/л.

Енергоємність насіння, добрив, пестицидів, меліорантів, визначається наступним чином:

$$E_{\text{НДП}} = \sum_{i=1}^n M_{\text{НДП}i} e_{\text{НДП}i}, \quad (5)$$

де $M_{\text{НДП}i}$ – маса насіння, добрив, пестицидів, меліорантів i -го виду, кг;

$e_{\text{НДП}i}$ – енергетичний еквівалент i -го виду насіння, добрив, пестицидів, води, меліорантів, МДж/кг.

Енергоємність води для поливу чи зрошення приймається 2,0 МДж/т.

Витрати енергії живої праці на виконання технологічної операції визначаються наступним чином:

$$E_{\text{ЖП}} = \sum_{i=1}^n H_{\text{ЖП}i} e_{\text{ЖП}i}, \quad (6)$$

де $H_{жПi}$ – трудовитрати на виконання роботи і-го працівника, люд.-год.;

$e_{жПi}$ – нормативна енергоемність (енергетичний еквівалент) трудових витрат і-го працівника (виду роботи), МДж/люд.-год.

Доля живої праці в енергоемності продукції визначена за різними методиками відрізняється на порядок. За даними Тараріко Ю. О. [8] доля живої праці 0,05%- 0,2%, а за даними Медведовського О. К. [3] вона становить від 2,38 % до 8,5%. В той же час інші складові – прямі витрати, уречевлена праця (техніка) мають близькі значення.

На нашу думку, необхідно враховувати енерговитрати живої праці в повній мірі, оскільки інтелектуалізація технічних засобів потребує висококваліфікованих механізаторів та працівників сервісних служб для їх обслуговування. Тому енергетичний еквівалент живої праці має враховувати освіту, кваліфікацію, створення відповідних соціальних умов та інше. Аналіз структури енерговитрат, з однієї сторони, та використання величини прямих витрат для оцінки екологічної безпечності технологій, з іншої сторони, дають незаперечні підстави вважати, що виведення витрат живої праці з структури прямих витрат є методично вірним кроком та суттєво поліпшить результати оцінки технологій.

В загальному випадку енергоемність основних виробничих фондів на 1 га угідь визначається [11], як енергоемність машинних агрегатів, транспортних засобів, а також енергоемність будівель, споруд машинного двору разом з енергоемністю обладнання для обслуговування машинних агрегатів, амортизовані під час вирощування сільськогосподарських культур та віднесені до площі сільськогосподарських угідь:

$$E_{ОВФ} = \sum_{i=1}^n E_{MAi} + \sum_{j=1}^m E_{Tpj} + \frac{\sum_{u=1}^p E_{Cu} + \sum_{y=1}^r E_{Oy}}{S} \quad (7)$$

де E_{MAi} – енергоемність і-х машинних агрегатів та окремих машин, МДж/га ;

E_{Tpj} – енергоемність j-х транспортних засобів МДж/га;

E_{Cu} - енергоемність u-х споруд, будівель, МДж;

E_{Oy} - енергоемність у-го обладнання, яке використовується для технічного сервісу, МДж;

S – площа земельних угідь господарства, га.

В даному випадку (для технологій рослинництва) розглянемо лише частину уречевлених витрат енергії, а саме на створення та утримання машинних агрегатів (енергоемність енергетичних засобів – тракторів та сільськогосподарських машин, які розраховуються окремо по кожній складовій машинного агрегату). Загальна енергоемність буде визначатися за формулою:

$$E_{MA} = \sum_{k=1}^d e_{MAk} \quad (8)$$

де – E_{MA} енергоемність машинних агрегатів, МДж/га

e_{MAk} – енергоемність k-ї складової машинного агрегату (трактора, с/г. машини) із загальної їх кількості d в складі агрегату, МДж/га .

Енергоемність кожної складової машинного агрегату на 1 га площі обробітку складає:

$$e_{MA} = \sum_{i=1}^n \frac{M_i e_i + e_{TCi}}{T_i H_i} \quad (9)$$

де M_i - маса і-ї складової машинного агрегату (трактора, с/г. машини), кг;

e_i - енергетичний еквівалент одиниці маси і-ї складової машинного агрегату (трактора, с/г. машини), МДж/кг;

e_{TCi} – енергоемність технічного сервісу (технічного обслуговування, ремонтів, заміненних комплектуючих та запасних частин) за строк служби і-ї складової агрегату;

T_i – строк служби і-ї складової машинного агрегату, роки;

H_i – річний наробіток і-ї складової машинного агрегату, га .

Аналіз досліджень енерговитрат показує, що прямі енерговитрати є основними і складають 70-88% повних енерговитрат. Деякі технології, наприклад, вирощування цукрових буряків, за різними методиками визначення енерговитрат є екологічно небезпечними і не можуть застосовуватися щорічно на одних і тих же полях без сівозміни.

Висновок. Запропонована методика дає можливість об'єктивно визначати величину повних витрат енергії на виконання технологічних операцій в рослинництві. Новий методичний підхід до визначення енергоемності технологій та структури прямих витрат енергії на виконання технологічних операцій в рослинництві, дозволяє більш об'єктивно аналізувати та порівнювати різні технології вирощування сільськогосподарських культур.

Бібліографія

1. Адамчук В. В. Фактор зменшення енергетичної залежності України. / В. В. Адамчук, В. О. Шейченко. - Аграрний тиждень. - 2014. - № 14. - С. 19-21.
2. Адамчук В. В. Трактори заправляємо кіловатами / В. В. Адамчук. Діалог із депутатом. - 2015. - №1. - с.20 - 22.
3. Медведовський О. К. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві / О. К. Медведовський, П. І. Іваненко // - К.: Урожай, - 1988. - 208 с.
4. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. - Кишинев: «Штиинца», - 1990. - 432 с.
5. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) теория и практика, т.1 / А. А. Жученко // М.: «Издательство Агрорус», - 2008. - 814 с.
6. Севернев М. М., Токарев В. А. Методика энергетической оценки технологий и комплексов машин / М. М. Севернев, В. А. Токарев. - Механизация и электрификация сельского хозяйства, - 1986. - № 9. - С.3-5.
7. Пастухов В. І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати / В.І.Пастухов. - Харків: «Ранок-НТ». - 2003. - 100 с.
8. Біоенергетична оцінка сільськогосподарського виробництва: (Науково-методичне забезпечення) / Ю. О. Тараріко, О.Ю. Несмашна, О.М. Берд-ніков [та ін.] ; за наук. ред. Ю. О. Тараріко. - К.: Аграрна наука. - 2005. - 200 с.
9. Методические рекомендации по топливно-энергетической оценке сельскохозяйственной

техники, технологических процессов и технологий в растениеводстве.- М.: ВИМ. - 1989. - 59 с.

10. Сысуев В. А. Экологические аспекты энергосберегающей технологии и технические средства для поверхностного улучшения кормовых угодий. / В. А. Сысуев, А. Д. Кормщиков, Р.Ф. Курбанов. - Техніка АПК. - 2000. - С.10-11.

11. Стандарт Мінагрополітики України. Енергоощадність. Методика визначення повної енергоемності виробництва сільськогосподарської продукції. СОУ 01.1-37 - 412:2006. -К.: Мінагрополітики України. - 2006. - 34 с.

12. Наукове обґрунтування повної енергоемності робіт при вирощуванні сільськогосподарських культур./ В.В. Вітвіцький, А.О. Полешук, М.Ф. Кисляченко, В.М. Полешук// - К.: НДІ «Укראгропродуктивність». - 2006. - 50 с.

13. Нормативи повної енергоемності ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур / І.М.Демчак, А.О. Полешук, М.Ф. Кисля-ченко, В.В. Кононенко // - К.: НДІ «Укראгропромпродуктивність», - 2011. - 160 с.

14. Котенко С.С. До аналізу енергетичної оцінки технологій вирощування сільськогосподарських культур. / С.С. Котенко // II Міжнародна науково-практична конференція «Проблеми та перспективи розвитку енергетики, електротехнологій та автоматики в АПК». Тези доповідей. - К.: ТОВ «ЦП «Компринт», - 2014. - С. 70-72

15. Котенко С. С. Методичні особливості енергетичної оцінки технологій в овочівництві та баштанництві / С.С. Котенко // Овочівництво і баштанництво: історичні аспекти, сучасний стан, проблеми і перспективи розвитку: Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції (у рамках I-го наукового форуму «Науковий тиждень у Крутах - 2016», 21-22 березня 2016 р., с. Крути, Чернігівська обл.) / ДС «Маяк» ІОБ НААН: у 2 т. - Ніжин: Видавець Лисенко М.М., 2016. - Т.1. - С. 91-96

16. Каверин А.В. Экологическая валюта земледелия /А.В. Каверин. - Энергия, экономика, техника, экология. -1985, №8, - 2 с.

17. Осадчий В.К. Энергетическая и экологическая оценки технологий земледелия- Техника в сельском хозяйстве / В.К. Осадчий - 1989, №3, - С.11-12.

18. Калініченко О.В. Енергетична оцінка ефективності виробництва гібридів цукрових буряків / О.В. Калініченко. -Цукрові буряки. - 2013. №6. - с. 8-10

References

1. Adamchuk V.V. Faktor zmeshennya energetychnoyi zalezhnosti Ukrayiny. / V. V. Adamchuk, V. O. Shejchenko. - Agrarnyj tyzhden. - 2014. - №14. -S. 19-21.
2. Adamchuk V.V. Traktory zapravlyayemo kilovatamy / V. V. Adamchuk. Dialog iz deputatom. - 2015. - №1. - S.20 - 22.

3. Medvedovskiy O.K. Energetychnyj analiz intensyvnix tehnologij v silskogospodarskomu vyrobnyctvi / O. K. Medvedovskiy, P.I. Ivanenko // – K.: Urozhaj, - 1988. – 208 s.

4. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenyevodstvo (ekologo-genetycheskiye osnovy) / A. A. Zhuchenko. – Kyshynev: «Shtyynca», - 1990. - 432 s.

5. Zhuchenko A.A. Adaptivnoe rastenyevodstvo (ekologo-genetycheskiye osnovy) teoriya y praktyka, t.1 / A. A. Zhuchenko // M.: «Yzdatelstvo Agrorus», - 2008. - 814 s.

6. Severnev M.M., Tokarev V.A. Metodyka energetycheskoj ocenky tehnologij y kompleksov mashyn / M. M. Severnev, V.A. Tokarev. – Mexanyzacya y elektryfikacya selskogo pozajstva, - 1986. - № 9. - S.3-5.

7. Pastuhov V.I. Energetychna ocinka mexanizovanyx tehnologij roslynnycztva. Metody i rezultaty / V.I.Pastuxov. - Xarkiv: «Ranok-NT». – 2003. - 100 s.

8. Bioenergetychna ocinka silskogospodarskogo vyrobnyctva: (Naukovo-metodychne zabezpechennya) / Yu. O. Tarariko, O.Yu. Nesmashna, O.M. Berd-nikov [ta in.] ; za nauk. red. Yu. O. Tarariko. – K.: Agrarna nauka. - 2005. – 200 s.

9. Metodycheskiye rekomendacyy po toplyvno-energetycheskoj ocenke selskoxozyajstvennoj texnyke, tehnologycheskyx processov y tehnologij v rastenyevodstve.- M.: VYM. - 1989. - 59 s.

10. Sysuev V.A. Ekologycheskiye aspekty energosberegayushhej texnologyy y texnycheskiye sredstva dlya poverhnostnogo uluchshennya kormovyx ugodyj. / V. A. Sysuev, A. D. Kormshhykov, R.F. Kurbanov. - Texnika APK. - 2000. – S.10-11.

11. Standart Minagropolityky Ukrayiny. Energooshhadnist. Metodyka vyzna-chennya povnoyi energomistkosti vyrobnyctva silskogospodarskoyi produkciyi. SOU 01.1-37 – 412:2006. –K.: Minagropolityky Ukrayiny. - 2006. - 34 s.

12. Naukove obgruntuvannya povnoyi energoymnosti robit pry vyroshhuvanni silskogospodarskyh kultur./ V.V. Vitviczkyj, A.O. Poleshuk, M.F. Kyslyachenko, V.M. Poleshhuk // - K.: NDI «Ukragroproduktivnist». - 2006. - 50 s.

13. Normatyvy povnoyi energomistkosti resursiv dlya vyroshhuvannya osnovnyh silskogospodarskyh kultur / I.M.Demchak, A.O. Poleshuk, M.F. Kyslyachenko, V.V. Kononenko // . – K.: NDI «Ukragropromproduktivnist», - 2011. - 160 s.

14. Kotenko S.S. Do analizu energetychnoyi ocenky tehnologij vyroshhuvannya silskogospodarskyh kultur. / S.S. Kotenko // II Mizhnarodna naukovopraktychna konferenciya «Problemy ta perspektyvy rozvytku energetyky, elektrotexnologij ta avtomatyky v APK». Tezy dopovidej. - K.: TOV «CzP «Komprynt», - 2014. - S. 70-72

15. Kotenko S. S. Metodychni osoblyvosti energetychnoyi ocenky tehnologij v ovochivnyctvi ta bashtannycztvi / S.S. Kotenko // Ovochivnyctvo i

bashtannycztvo: istorychni aspekty, suchasnyj stan, problemy i perspektyvy rozvytku: Materialy II Mizhnarodnoyi naukovo-praktychnoyi konferenciyi (u ramkax I-go naukovo forumu «Naukovyj tyzhden u Krutax – 2016», 21-22 bereznya 2016 r., s. Kruty, Chernigivska obl.) / DS «Mayak» IOB NAAN: u 2 t. – Nizhyn: Vydavecz Lysenko M.M., 2016. – T.1. – S. 91-96

16. Kaveryn A.V. Ekologycheskaya valyuta zemledelya /A.V. Kaveryn. - Energya, ekonomyka, texnyka, ekologyya. -1985, № 8, - 2 s.

17. Osadchij V.K. Energetycheskaya y ekologycheskaya ocenky tehnologij zemledelya - Texnyka v selskom hozyajstve /V.K. Osadchij - 1989, №3, -S.11-12.

18. Kalinichenko O.V. Energetychna ocinka efektyvnosti vyrobnyctva gibrydiv czukrovyx buryakiv / O.V. Kalinichenko. - Czukrovi buryaky. - 2013. №6. - S. 8-10

References

1. Adamchuk V.V. Factor reducing energy dependence of Ukraine. / V. Adamchuk, V.A. Sheychenko. - Agricultural week. - 2014. - № 14. - P. 19-21.

2. Adamchuk V. Tractors dressed kilowatt / V.V. Adamchuk. Dialogue with a deputy. - 2015. - №1. - P.20 - 22.

3. Medvedovskaya D.C. Power analysis intensive technologies in agriculture / D.C. Medvedovskaya, P.I. Ivanenko // - K. : Harvest - 1988. - 208 p.

4. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (ecological and genetic basis) / A.A. Zhuchenko. - Chisinau "Shtiintsu" - 1990. - 432 p.

5. Zhuchenko A.A. Adaptive crop production (ecological and genetic bases) Theory and Practice, Volume 1 / A.A. Zhuchenko // M. : "Publisher Agrorus" - 2008. - 814 p.

6. Severnev M., Tokarev V.A. Methods of energy technology assessment and systems of machines / M. Severn, V.A. Tokarev. - Mechanization and electrification of agriculture, - 1986. - № 9. - P.3-5.

7. Pastukhov V. Power rating mechanized crop production technologies. Methods and results / V.I.Pastuhov. - Kharkov: "Morning-HT." - 2003. - 100 p.

8. Bioenergy assessment of agricultural production: (Scientific and methodological support) / Y.O. Tarariko, A. Nesmashna, O.N. Birdnick [et al.] for science. Ed. Y.O. Tarariko. - K. : Agricultural Science. - 2005. - 200 p.

9. Guidelines for the fuel and energy evaluation of agricultural machinery, processes and technologies in rastenyevodstve. - M. : VIM. - 1989. - 59 p.

10. Sysuev V.A. Ecological aspects of energy-saving technologies and technical means for surface improvement of forage land. / V.A. Sysuev, A.D.

Kormshchikov, R.F. Kurbanov. - Tehnika agriculture. - 2000 - P.10-11.

11. Standard Agrarian Policy of Ukraine. Energy-saving. Methods determined chenie full energy intensity of agricultural production. JMA 01.1-37 - 412: 2006. K. : Ministry of Agrarian Policy of Ukraine. - 2006. - 34 p.

12. Scientific substantiation full energy intensity of work in growing crops. / V.V. Vitvitsky, S.A. Poleshuk, M.F. Kyslyachenko, V.M. Poleschuk // - K. : RI "Ukrahroproduktivnist." - 2006. - 50 p.

13. The rates of complete energy intensity of resources for growing basic crops / I.M.Demchak, S.A. Poleshuk, M.F. Sheichenko //V.V. Kononenko. - K. : RI "Ukrahropromproduktivnist" - 2011. - 160 p.

14. Kotenko S.S. Analysis of energy technology assessment growing crops. / S.S. Kotenko // II International scientific conference "Problems and prospects of energy electrotechnologies and automation in agriculture." Abstracts. - K. : of "securities" Komprynt "- 2014. - P. 70-72

15. Kotenko S.S. Methodical features energy technology assessment in vegetable and melon / S.S. Kotenko // Vegetable and melon, historical aspects,

current status, problems and development prospects: Proceedings of the Second International Scientific Conference (as part of the first scientific forum "Science week in a steep - 2016", 21-22 March 2016, c. abruptly, Chernihiv region.) / DS "Lighthouse" IOB NAAS: in 2 t. - Nizhin: Publisher Lysenko M., 2016. - Vol.1. - P. 91-96

16. A.V. Kaveryn Environmental currency /A.V. Kaveryn. - Energy, Economy, Technique, ecology. -1985, №8, - 2 p.

17. Osadchy V.K. And environmental technologies - Technique in the agricultural sector. V.K. Osadchy - 1989, №3, -p.11-12.

18. Kalinichenko O.V. Energy efficiency rating sugar beet hybrid / E.V. Kalinichenko. - Beets. - 2013. №6. - p. 8-10. 16. Kaverin A.V. Ecological agriculture /A.V. currency. Kaverin. - Energy, the economy, technology, ecology. -1985, №8, - 2.

17. Osadchy V.K. Energy and environmental technology assessment technique in agriculture /V.K. Osadchy - 1989, №3, -P.11-12.

18. Kalinichenko O.V. Energy efficiency rating sugar beet hybrid / E.V. Kalinichenko. - Beets. - 2013. №6. - P. 8-10

НОВИНИ

УДК 001:93/94

СПРАВЖНЄ СВЯТО АГРОІНЖЕНЕРІЇ

В. М. Булгаков, академік НААН, професор НУБіП України,
e-mail: vbulgakov@meta.ua, тел.: +38-097-228-89-05 – Національний університет
біоресурсів та природокористування України

Резюме

Мета. Висвітлюються етапи розвитку та наукові здобутки вчених Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» протягом 85-ти років з часу заснування.

Методи. Аналітично-описовий, історико-логістичний.

Результати. Виконано огляд найважливіших наукових розробок з часу заснування Центру. Акцентовано увагу на потужному кадровому потенціалі, який протягом 85-ти років виконував і продовжує виконувати важливі для країни загальнодержавні проблеми сільськогосподарського виробництва, забезпечуючи продовольчу безпеку України.

Висновки. Оригінальні розробки вчених Центру протягом 85-ти років внесли вагомий вклад у розвиток вітчизняної інженерної аграрної науки. Окремі наукові розробки вчених Центру широко

відомі не лише в Україні та на теренах колишнього Радянського Союзу, а й за кордоном. Деякі з них відзначені Державною премією України в галузі науки і техніки. Нині вчені ННЦ «ІМЕСГ» свої наукові зусилля спрямовують на те, щоб інтегруватися в загальноєвропейський простір.

В статті перераховані відомі директори інститутів аграрного профілю, директори крупних машинобудівних заводів, зарубіжні гості, які брали участь в ювілейних заходах.

Зокрема, Народний депутат України Альона Іванівна Шкрум вручила директору Центру, академіку НААН В.В. Адамчуку Грамоту за № 1539 від 06 листопада 2015 р. «За заслуги перед Українським народом», якою Верховна Рада України, нагородила трудовий колектив інституту за успіхи в роботі.

Ключові слова: ювілейне свято, аграрна інженерна наука, науковий колектив, сільськогосподарське виробництво, розробки, впровадження.

УДК 001: 93/94

НАСТОЯЩИЙ ПРАЗДНИК АГРОИНЖЕНЕРИИ

В. М. Булгаков, академик НААН, профессор НАУ Украины,
e-mail: vbulgakov@meta.ua, тел. : + 38-097-228-89-05 - Национальный университет
биоресурсов и природопользования Украины

Резюме

Цель. Освещаются этапы развития и научные достижения ученых Национального научного центра «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства» в течение 85-ти лет с момента основания.

Методы. Аналитически-описательный, историко-логистический.

Результаты. Выполнен обзор важнейших научных разработок с момента основания Центра. Акцентируется внимание на мощном кадровом потенциале, который в течение 85-ти лет выполнял и продолжает выполнять важные для страны общегосударственные проблемы сельскохозяйственного производства, обеспечивая продовольственную безопасность Украины.

Выводы. Оригинальные разработки ученых Центра в течение 85-ти лет внесли весомый вклад в развитие отечественной инженерной аграрной науки. Отдельные научные разработки ученых Центра широко известны не только в Украине и на территории бывшего Советского Союза, но и за границей. Отдельные из них отмечены Государственной премией Украины в отрасли науки и техники. Сейчас ученые ННЦ «ИМЭСХ» свои научные усилия направляют на то, чтобы интегрироваться в общеевропейское пространство.

В статье перечислены известные директора институтов аграрного профиля, директора крупных машиностроительных заводов, зарубежные гости, которые принимали участие в юбилейных мероприятиях.

В частности, народный депутат Украины Алена Ивановна Шкрум вручили директору Центра, академику НААН В.В. Адамчуку Грамоту за № 1539 от 6 ноября 2015 «За заслуги перед Украинским народом», которой Верховная Рада Украины, наградила трудовой коллектив института за успехи в работе.

У листопаді 2015 року численна аграрна наукова спільнота, інженери, техніки та конструктори, виробничники, викладачі, молодь і ветерани галузі механізації та електрифікації сільського господарства урочисто відсвяткували 85-річчя від дня заснування Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» Національної академії аграрних наук України.

Пік знаменної дати випав на 27 листопада, коли в Інституті відбувся урочистий прийом та офіційне святкування цієї події (напередодні протягом двох днів тут проходила чергова Міжнародна науково-практична конференція «Технічний прогрес у сільському господарстві»). Спочатку окремо слід підкреслити, що до цих урочистих свят Інститут наче знову народився. Яскраво оновлені фасад та внутрішній інтер'єр інституту, відремонтовані лабораторії та службові приміщення, встановлене новітнє комп'ютерне та наукове обладнання, зручні нові меблі, сучасне енергозберігаюче опалення та освітлення. Таких масштабних перетворень в Інституті не було більш ніж 40 років.

Дев'ять година ранку. В фойє Інституту запрошених гостей привітно зустрічає його директор, академік НААН, доктор технічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України Валерій Васильович Адамчук. Видатний вчений і організатор науки, безсумнівний лідер в галузі землеробської механіки, механізації та електрифікації сільського господарства, все наукове життя якого фактично пройшло в цих стінах, він зараз має багато чого без будь-яких гордощів, показати гостям. Це завдяки його прагненню, волі та величезним зусиллям, незважаючи на скрутні часи, Інститут зараз фактично став сучасним європейським центром агроінженерної науки.

А завітали на свято агроінженерії багато відомих політичних та державних діячів

Ключевые слова: юбилейный праздник, аграрная инженерная наука, научный коллектив, сельскохозяйственное производство, разработки, внедрения.

України сьогодні, керівників науки, виробництва, громадських організацій, ветеранів, іноземних гостей. Так, офіційні поздоровлення на святі висловила присутня Народний депутат України, Голова підкомітету з питань державної служби та служби в органах місцевого самоврядування Комітету Верховної Ради України з питань державного будівництва, регіональної політики та місцевого самоврядування А.І. Шкрум (політична партія Всеукраїнське об'єднання «Батьківщина»). Національну академію аграрних наук України офіційно представляли віце-президент – головний вчений секретар, академік НААН А.С. Заришняк та академік-секретар Відділення землеробства, меліорації та механізації Л.А. Пилипенко.



Фото 1. Народний депутат України А.І. Шкрум вручила директору Центру академіку НААН В.В. Адамчуку Грамоту Верховної Ради України «За заслуги перед Українським народом», якою нагороджено трудовий колектив Центру з нагоди ювілею

Photo 1. National Deputy Ukraine A.I. Shkrum handed the Director of the Centre academician NAAS V.V. Adamchuky Diploma of Verkhovna Rada of Ukraine "For Service to the Ukrainian people", which was awarded the labor collective of the Center on the occasion of the anniversary

Серед почесних гостей свята були відомі державні діячі країни, за фахом інженери-механіки сільськогосподарського виробництва: Мороз Олександр Олександрович, Народний депутат України 5-ти скликань, двічі Голова Верховної Ради України та Калетнік Григорій Миколайович, Народний депутат України 7-го скликання, академік НААН. Був присутній на святі також Шпак Василь Федорович, Народний депутат України 4 та 6 скликань, Президент української асоціації аграрних інженерів.



Фото 2. Вітання від Президії НААН. Зліва направо академік – секретар Відділення землеробства, меліорації та механізації Л.А. Пилипенко, директор Центру академік НААН В.В. Адамчук та віце-президент, головний учений секретар академік НААН А.С. Заришняк

Photo 2. Congratulations from NAAS Presidium. From left to right academician - assistant department of agriculture, irrigation and mechanization L.A. Pylypenko, Director of Academician V.V. NAAS Adamchuk and Vice President, Chief Scientific Secretary academician NAAS A.S. Zaryshnyak

Численний загін науковців Національної академії аграрних наук України на святі представляли директори її науково-дослідних установ: Гриник Ігор Володимирович – директор Інституту садівництва НААН, академік НААН, Камінський Віктор Францевич – директор Національного наукового центру “Інститут землеробства НААН”, член-кореспондент НААН, Вожегова Раїса Анатоліївна – директор Інституту зрошуваного землеробства НААН, Лупенко Юрій Олексійович – директор Національного наукового центру “Інститут аграрної економіки”, академік НААН, Вергунов Віктор Анатолійович – директор Державної наукової сільськогос-

подарської бібліотеки НААН, член-кореспондент НААН, Бондарчук Анатолій Андрійович – директор Інституту картоплярства НААН, Володін Сергій Анатолійович – директор ЗАТ “Інститут інноваційного провайдингу”, академік-секретар Відділення трансферу інновацій НААН, член-кореспондент НААН.

Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого представляли його директор член-кореспондент НААН Кравчук В.І. та заступник головного редактора науково-виробничого журналу “Техніка і технології АПК” канд. техн. наук Ясенецький В.А.

Міністерство аграрної політики та продовольства України було представлено на святкуванні заступником директора Департаменту – начальником управління технічної політики в АПК Гриньком П.В.

Київська обласна адміністрація направила для привітань делегацію у складі: Кривенко О.М. – заступника директора Департаменту агропромислового розвитку Київської ОДА та Баришевої К.О. – голови обласного профспілкового комітету.

Васильківська районна адміністрація, на території якого і розміщується зараз ННЦ “ІМЕСГ”, була представлена на святі: Одинцем В.І. – головою Васильківської райдержадміністрації, Любарською Т.Ю. – головою райкому профспілки працівників АПК та Жеребцовим В.В. – головою Глевахівської селищної ради. Був також присутній Ємеляненко К.О. – керівник Всеукраїнської асоціації селищних та сільських рад.

Виробнича спільнота сільськогосподарської техніки відрядила для привітань ювілярів своїх представників у складі голів асоціацій: Резніка М.Б. – Асоціація автомобілебудівників України “Укравтопром” (колишній український дипломат: Надзвичайний та Повноважний Посол України в США, Кореї, Китаї, Монголії, Антигуа і Барбуда); Штутмана П.Л. – Асоціація “Украгромаш”; Кульгавого В.Ф. – виконавчого директора Української асоціації аграрних інженерів. Заводи по випуску тракторної та сільськогосподарської техніки в Україні, які плідно співпрацюють з Інститутом, були представ-

лені: Аносовим В.І. – директором Харківського тракторного заводу ім. С. Орджонікідзе, Гармашом В.М. – заступником директора Дніпропетровського тракторного заводу ДП “ВО ПМЗ ім. А.М. Макарова”, Чабаном В.В. – генеральним директором Тракторного заводу ТОВ “Укравтозапчастина”, Михайленком П.М. – директором та Дриго В.О. – головним конструктором ВАТ “Брацлав”, Пономарьом Ю.В. – директором ТОВ “Краснянське СП “Агроماش”.

Багато вищих аграрних навчальних закладів України також делегували своїх представників на це величне свято. Найбільш потужною була делегація Національного університету біоресурсів і природокористування України на чолі з проректором з навчальної та виховної роботи, академіком НААН Квашою С.М. Щиро привітати друзів та співвиконавців багатьох наукових досліджень приїхали: Кюрчев В.М. – ректор Таврійського державного агротехнологічного університету, доктор технічних наук, професор та проректор з наукової роботи цього ВУЗу, член-кореспондент Надикто В.Т.; Черновол М.І. – ректор Кіровоградського національного технічного університету, член-кореспондент НААН, та завідувач кафедри сільськогосподарського машинобудування, д.т.н., проф. Свірень М.О.; Іванішин В.В. – ректор Подільського державного аграрно-технічного університету, д.е.н.,

професор. Були також представники Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка, Львівського національного аграрного університету, Вінницького національного аграрного університету тощо. Завітали до ювілярів представники інших науково-дослідних установ НААН: Інституту агроєкології і природокористування (академік НААН Бойко А.Л.), Національного наукового центру “Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова” (зав. відділу механізації Кувшинов А.О.) та ін.

На свято приїхали також закордонні гості, партнери ННЦ “ІМЕСГ” по багаторічній співпраці, по виконанню наукових досліджень та конструкторських розробок. Це колишній науковий співробітник інституту доктор філософії Маслович О. – (Ізраїль); проф. Комлач Д.І. – заступник директора та к.т.н. Пунько А.І. – завідувач лабораторії механізації приготування концентрованих кормів Білоруського науково-дослідного Інституту механізації сільського господарства, проф. Алтибаєв А. – завідувач лабораторії Інформаційних систем і технологій в АПК Казахського науково-дослідного інституту механізації та електрифікації сільського господарства та проф. Жук О.Ф. – завідувач лабораторії (ВІМ).



Фото 3. Лауреат премії Уряду РФ О.Ф. Жук вручає директору Центру академіку НААН В.В. Адамчуку ікону Володимирської Божої Матері, яка символізує мир і спокій у державі

Photo 3. Laureate of RF Government A.F. Juk hands Center Director Academician NAAS V.V. Adamchuky icon of the Vladimir Mother of God, which symbolizes peace and tranquility in the country

Завітали на свято агроінженерів й шановні ветерани на чолі з видатним аграрієм України Клюєм Василем Семеновичем, почесним академіком НААН д.т.н., проф. НУБіП України Головач І.В., директор виробничого об'єднання “Агрохімія” на Житомирщині Немашкало Я.П. та ін.

Після реєстрації та отримання подарункових супровідних матеріалів: ювілейний проспект, збірники інституту, ручки, значки всіх гостей свята гостинно запрошували до виставкової зали нещодавно створеного

музею ННЦ “ІМЕСГ”. Тут з великою любов'ю зібрані та розміщені перші експонати, які стосуються створення Інституту, основних його досягнень за цей історичний період, макети і стенди, присвячені основним яскравим науково-технічним розробкам та їх впровадженню у виробництво. Величезну роботу по створенню музею провели насамперед співробітники науково-організаційного відділу на чолі з завідувачем Сергеевою Н.В., та провідним інженером Лучаніною Л.В.



Фото 4. Академік Міжнародної Інформатизації А.Н. Алтибаєв вручає директору Центру академіку НААН В.В. Адамчуку пам'ятний подарунок – копію в мініатюрі монумента Незалежності Республіки Казахстан

Photo 4. Academician of the International Informatization A.N. Altybayev presents the Center Director Academician NAAS V.V. Adamchuky a memorable gift - a miniature copy of the monument of Independence of Kazakhstan

А починалась історія цього наукового закладу з того, що 12 липня 1930 р. в системі Наркомзему УСРР був створений Український науково-дослідний інститут механізації і електрифікації сільського господарства (УНДІМЕСГ) з розташуванням у м. Харкові (Наказ НКЗС УСРР за №222/2910 від 12.07.30 р.).

Перед інститутом тоді були поставлені основні завдання по дослідженню, обґрунтуванню та розробці сільськогосподарських машин і обладнання для тракторної тяги: плугів, борін, сівалок, комбайнів, культи-

ваторів, снопов'язалок, молотарок, посівних машин; проведення порівняльних випробувань тракторів іноземного виробництва та ін. Спочатку свого існування інститут був розміщений у невеличкому приміщенні, але вже через рік він був переведений у більший будинок, а чисельність співробітників досягла 112 чоловік, для експериментальних польових досліджень було надано земельну ділянку біля Харкова, площею 1500 га. Згодом в структуру УНДІМЕСГу були включені багато філіалів і опорних пунктів, в тому числі Якимівська дослідна станція механізації

сільського господарства у селищі Якимівка Запорізької обл. (заснована ще у 1912 р. як базовий пункт Бюро сільськогосподарської механіки Вченого Комітету Департаменту Землеробства) та Запорізька станція електри-

фікації сільського господарства, відкрита на острові Хортиця. У 1931 р. Інститут увійшов у структуру новоствореної Всеукраїнської академії сільськогосподарських наук.



Фото 5. Білоруські гості зліва направо доценти Д.І. Комляч та А.І. Пунько вітають директора Центру академіка НААН В.В. Адамчука сувенірним подарунком – набором горілки «Біловезька Пуща»

Photo 5. Belarusian guests associate from left to right D.I. Komlach and A.I. Punko congratulate director of the Center academician NAAS V.V. Adamchuky souvenir gift - a set of vodka "Belovezhskaya Pushcha"

Основними досягненнями Інституту у 30-і роки минулого століття була розробка ряду технічних засобів для агрегативання тракторів, узагальнення і пропаганда досвіду передовиків-механізаторів, розроблення і виготовлення вітродвигунів.

За період до 1941 року в Інституті було виконано ряд актуальних досліджень, які вивели Інститут в число кращих наукових установ Наркомзему УРСР. Інститут двічі у 1939 р. і 1940 р. брав активну участь у Всесоюзній сільськогосподарській виставці, демонструючи власні конкретні розробки.

Так, до визнаних розробок Інституту у 1937-1938 рр. був спроектований і виготовлений науковцем-конструктором Перлі С.Б. вітродвигун Д-3 «УНДІМ», який показав високі результати випробувань і почав успішно застосовуватись і був навіть використаний на дрейфуючій станції «Північний полюс-1», де керівником експедиції, як відомо, був

видатний полярник І.Д. Папанін.

З початку Великої Вітчизняної війни у 1941 р. Інститут був евакуйований у Саратовську область, де продовжував проводити дослідження в галузі механізації та електрифікації сільського господарства.

Згідно Постанови РНК УРСР №545 від 13 грудня 1943 р. УНДІМ (таку назву тоді мав Інститут) 3 червня 1944 р. було переведено в Україну, але вже в місто Київ і розміщено у збудованому в Голосієво приміщенні поблизу Київського сільськогосподарського інституту.

Після повернення з евакуації наукові дослідження почали спрямовуватись на створення більш ефективних технічних засобів для механізації трудомістких процесів у рослинництві та тваринництві. У цей період у виконанні досліджень з землеробської механіки, механізації та електрифікації сільського господарства почали брати участь відомі українські вчені: А.А. Василенко,

П.М. Василенко, М.І. Медведєв, В.К. Заморський, П.І. Андрусенко, В.Г. Кузьмінський, О.О. Омельченко та інші.

Якщо визначати найбільш суттєві наукові та конструкторські досягнення Інституту у той час, то слід підкреслити, що за результатами досліджень були розроблені перші в державі культиватори для міжрядного обробітку ґрунту в посівах просапних культур, догляду за парами, удосконалено робочі органи картоплесаджалки та сівалок для роботи на підвищених швидкостях, було науково обґрунтовано ряд нових пропозицій із удосконалення технічних засобів для збирання зернових і кормових культур, які були використані при створенні нових та модернізації машин, що почали випускатись промисловістю.

Саме у цей час, у 1949 р., розробки Інституту мали перше високе державне визнання, оскільки за створення картоплесаджалки та впровадження технології напівгребеневого садіння і вирощування картоплі провідному науковцю інституту П.М. Настенку була присуджена Державна премія СРСР в галузі науки і техніки. Напівгребневий спосіб вирощування картоплі застосовувався тоді в Україні на площі близько 700 тис. га.

У п'ятдесяті роки минулого століття тематика Інституту була спрямована на завершення комплексної механізації вирощування сільськогосподарських культур та виробничих процесів у тваринництві.

Отримані співробітниками інституту результати нових досліджень були вдало впроваджені у виробництво нових та модернізованих технічних засобів для основного, передпосівного і міжрядного обробітку ґрунту, внесення мінеральних та органічних добрив, сівки зернових і просапних культур з механічним перенесенням мірного дроту (при квадратно-гніздовому посіві), жнивarki для збирання зернових культур, нові технічні засоби для збирання цукрових буряків, картоплі, кукурудзи і соняшнику, післязбирального очищення зерна.

У 1952 р. на державному рівні було затверджено першу Всесоюзну систему машин для комплексної механізації сільськогоспо-

дарського виробництва, розроблену саме за методикою УНДІМу.

Згідно постанови Ради Міністрів УРСР від 17.07.1964 р. на інститут було покладено обов'язки головного інституту в республіці в галузі механізації та електрифікації сільського господарства; Якимівська, Харківська і Львівська дослідні станції механізації сільського господарства були реорганізовані у відділення інституту – Південне, Східне та Західне.

У 1974 р. науково-дослідний заклад переїхав до нової будівлі в смт Глеваха Васильківського району Київської області, де функціонує і донині. Поруч з будівлею інституту з'явилися просторі цехи експериментального заводу. Згідно Указу Президента України від 12.04.2000 р. інституту надано статус Національного наукового центру з виконанням функцій головного інституту країни в галузі механізації та електрифікації сільського господарства і він отримав назву Національний науковий центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" Національної академії аграрних наук України.

Після знайомства з такою вражаючою історичною інформацією почесні гості Національного наукового центру "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства" були запрошені до актові зали, яка також була оновлена і сяяла яскравими барвами величного свята.

З хвилюванням директор Інституту оголосив про початок урочистого свята, присвяченого 85-річчю Центру. Пролунав гімн України і урочистості вважаються відкритими.

Після представлення гостей слово надається Народному депутату України Альоні Іванівні Шкрум, яка тепло вітає колектив Центру зі святом та урочисто вручає трудовому колективу ННЦ "ІМЕСГ" Грамоту Верховної Ради України "За заслуги перед Українським народом", якою він нагороджується за вагомий внесок у розвиток аграрної науки та впровадження її результатів в агропромислове виробництво, багаторічну плідну працю, сумлінне ставлення до роботи та з нагоди 85-річчя від дня заснування.

Почесними грамотами Верховної Ради України урочисто нагороджуються завідувачі відділів Василенко М.О. та Герасимчук Ю.В. Грамотами Комітету з питань аграрної політики та земельних відносин Верховної Ради України нагороджуються провідний науковий співробітник, академік НААН Лінник М.К., головний науковий співробітник Грицишин М.І. та провідний редактор Сірий В.О. Учасники ювілейного зібрання з піднесенням сприймають вітання від лідера політичної партії Всеукраїнське об'єднання "Батьківщина" Ю.В. Тимошенко, яке оголосила А.І. Шкрум, та просять передати їй власні вітання з днем народження, що припав якраз на цей день.

Далі привітання, нагороди та подарунки були вручені ювілярам від Президії НААН, які оголосила та вручила А.С. Заришняк та

Л.А. Пилипенко. Зокрема, Почесною відзнакою НААН було нагороджено провідного наукового співробітника Мойсеєнка В.К., Почесними грамотами НААН нагороджено головних, провідних та старших наукових співробітників, завідувачів відділами: Вожика Ю.Г., Корнюшина В.М., Липунова М.І., Мельника Р.В., Недовесова В.І., Савченка І.Ф. та Шейченка В.О.

Далі, чисельними відомчими нагородами була відзначена самовіддана багаторічна праця багатьох співробітників Центру. Так, Почесними грамотами Міністерства аграрної політики та продовольства України нагороджені заступник директора Центру О.В. Сидорчук, а також завідувачі відділів: Братішко В.В. та Третяк В.М., провідні наукові співробітники: Кузьменко В.Ф. та Ткач В.В.



Фото 6. Справа наліво заступник директора Департаменту землеробства та технічної політики в АПК П.В. Гринько вручає Почесну грамоту Мінагрополітики України заступнику директора Центру д.т.н., професору члену-кореспонденту НААН О.В. Сидорчуку

Photo 6. Right to left, Deputy Director of Agriculture and Technology Policy in AIC P.V. Grinko presents the Diploma Agrarian Policy of Ukraine, Deputy Director of the Center Dr., Professor Corresponding Member of NAAS O.V. Sydorchuk

Почесними Грамотами Київської обласної ради відзначено: головного бухгалтера Центру Коваленко Л.Л., завідувача сектора Сідога М.О., а Почесними Грамотами Київської обласної державної адміністрації: начальника відділу Желяка О.П., заступника директора з наукової роботи Мироненка В.Г.,

головного наукового співробітника Фененка А.І.

Грамотою Київського обласного профспілкового комітету працівників АПК був нагороджений Василенко М.О.

Багато нагород було і від Васильківських районних державних установ. Так,

Почесною грамотою Васильківської районної державної адміністрації було нагороджено Кудринецького Р.Б. – завідувача відділу, Пономарьову Л.А. – помічника директора з економічних питань, Сергєєву Н.В. – завідувача науково-організаційного відділу. Грамотою Васильківської районної ради було нагороджено Гузика І.М. – провідного інже-

нера, Кислого О.М. – провідного інженера, Українець О.Й. – завідувача відділу. Грамотами Васильківського районного комітету профспілки працівників АПК були нагороджені: Присяжний В.Г. – провідний науковий співробітник, Півень А.С. – провідний інженер та Ластівка Т.Я. – інженер з охорони праці.



Фото 7. Зліва направо заступник директора Центру д.т.н., професор В.Г. Мироненко, завідувач науково-організаційного відділу Н.В. Сергєєва, д.т.н. А.Н. Алтибаєв та вчений секретар інституту к.т.н. С.П. Погорілий

Photo 7. From left to right, Deputy Director of the Center Dr., Professor V.G. Mironenko, head of the scientific and organizational department N.V. Sergeeva, Ph.D. A.N. Altybayev and scientific secretary of the Institute Ph.D. S.P. Pogorily

Напередодні свята в Інституті було введено та затверджено власну почесну нагороду: відомчу заохочувальну відзнаку ННЦ “ІМЕСГ”. Першими нагородженими цією почесною відзнакою стали ветерани Інституту: Адаменко О.І. – головний науковий співробітник Центру, Гончаров Є.С. – пенсіонер, колишній завідувач лабораторії ННЦ “ІМЕСГ”, Заслужений винахідник УРСР, Соколов В.М. – пенсіонер, колишній заступник директора ННЦ “ІМЕСГ”, Заслужений інженер УРСР.

Почесними грамотами ННЦ “ІМЕСГ” було нагороджено 11 співробітників Центру. Зокрема, Грека В.І. – директора ДП “ДГ “Оленівське”, Погорілого С.П. – ученого секретаря Центру, Білоконь О.Б. – завідувача науково-технічної бібліотеки, Калугу І.М. – техніка та ін. Десять співробітників наго-

роджено Грамотами ННЦ “ІМЕСГ”. Зокрема Анеляка М.М. – провідного наукового співробітника, Крупник Л.Р. – інженера, Гордієнка Г.М. – техніка та ін. Були оголошені подяки 13 співробітникам. Зокрема, Борису А.М. – завідувачу відділу, Мартичу А.Р. – провідному економісту, Садовничій С.М. – провідному інженеру, Перепелиці Н.М. – завідувачу аспірантури та ін.

Далі перед учасниками урочистих зборів виступив колишній Голова Верховної Ради України Мороз О.О. Він згадав яскраві особисті моменти плідної співпраці з науковцями ННЦ “ІМЕСГ”, коли він ще в молоді роки працював у Таращанському технікумі механізації сільського господарства. Він також окреслив сучасні проблеми сільського господарства в країні, зокрема в галузі механізації та електрифікації сільського

господарства та шляхи їх вирішення. Під бурхливі оплески присутніх Олександр Олександрович подарував ювілярам власні книги.

Яскравими на урочистостях були також виступи Шпака В.Ф., Калетніка Г.М., Кюрчева В.М. Останній, до речі, щиро привітав також особисто директора Центру академіка Адамчука В.В., урочисто вручивши йому атестат почесного професора Таврійського державного агротехнологічного університету, яким він був удостоєний за багаторічну невтомну співпрацю та одягнувши на нього професорську мантию. Урочисто пролунали на честь ювілярів вірші талановитого поета з півдня України – чл.-кор. НААН, професора Надикта В.Т.

Безліч яскравих подарунків, теплих вітань та побажань було висловлено ювілярам з усіх куточків України, від усіх запрошених на свято гостей.

Після перерви для присутніх був даний святковий концерт. Ювілярів щиро вітали піснями й танцями аматори з Національного університету біоресурсів і природокористування України. Яскраві, проникливі, патріотичні власні вірші пролунали з вуст видатного поета-пісняра сучасності, Народного артиста України Крищенка В.Д., який також був гостем цього величного свята.

А далі всі присутні були запрошені за святковий стіл, який зібрав всіх гостей та господарів, що й завершив величезну подію в житті Національного наукового центру “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України, єдиної зараз в країні науково-дослідної установи в галузі агроінженерії.

А що ж зумовило такі яскраві святкові події зараз, які ж суттєві здобутки мав Інститут у минулому і які в нього перспективи та плани на майбутнє?

Якщо зараз ретельно проаналізувати суттєві наукові та конструкторські розробки Інституту за означений історичний період, то слід підкреслити, що ще у шістдесяті роки минулого століття колектив науковців разом з галузевими науково-дослідними установами розробив понад 50 нових та вдосконалених

технологічних процесів механізованого виробництва продукції рослинництва і тваринництва в різних ґрунтово-кліматичних зонах України, у т.ч. внесення добрив та захисту рослин, технологічні процеси терасування схилів і виросування багаторічних насаджень на терасах.

Заводи України освоїли серійний випуск розроблених Інститутом обладнання до картоплесаджалок, для хімічного знезаражування бульб картоплі, протруювач для обробки насіння озимої пшениці, цукрових буряків, кукурудзи, ячменю, пневматичних обприскувачів ОП-2000 та ОНШ-600 тощо.

До ґрунтовних науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт науковців інституту, які одержали загальне визнання та широке впровадження у виробництво, відноситься технологія потокового збирання зернових культур, яка вперше стала широко впроваджуватися в країні з 1965 року. Ця технологія збирання зернових та зернобобових культур одержала назву “української”. В колишньому СРСР вона щорічно застосовувалася на площі 12 млн. га, а в Україні – на 50% посівних площ.

У 1971 р. за розробку і впровадження у виробництво технології потокового збирання зернових і зернобобових культур з одночасним подрібненням та вивезенням соломи з поля співробітникам інституту М.Д. Галенку, І.М. Капліну, І.Т. Нікитенку та Ю.М. Шидловському у складі колективу виконавців була присуджена Державна премія УРСР в галузі науки і техніки.

У кінці 60-х років минулого століття Інститут брав активну участь у створенні тракторів Т-150К та Т-150 і шлейфу сільськогосподарських машин для їх агрегування. В більш пізній період вчені Інституту були активними учасниками створення сімейства універсальних просапних тракторів марки ЛТЗ, розроблення пневматично-гумових гусеничних рушіїв та інших типів рушіїв, які зменшували техногенний вплив на ґрунт.

У 1970-х роках виконано ґрунтовні теоретичні та експериментальні дослідження нових технологій і створено нові технічні засоби для виробництва зерна кукурудзи,

соняшнику і сої. Так, у 1982 р. за участь у створенні і впровадженні у виробництво приставки ППК-4 для збирання кукурудзи співробітники інституту М.В. Тудель, В.Ю. Поєдинок і В.І. Кифоренко також були удостоєні Державної премії УРСР в галузі науки і техніки.

У співавторстві з вченими Українського інституту кормів співробітниками УНДІМЕСГ було розроблено та впроваджено у виробництво нову технологію і технічні засоби для збирання, подрібнення і зберігання зерна кукурудзи у вологому стані. Ці розробки у 1986 р. відзначені Премією Ради Міністрів СРСР. Лауреатами її стали співробітники Інституту М.В. Тудель, В.І. Кифоренко, М.І. Єсепчук.

На початку 1980-х років в Інституті було досліджено та обґрунтовано параметри технічних засобів для сепарації, сушіння та зберігання зерна. Результати досліджень передані і впроваджені на Житомирському заводі “Вібросепаратор”, який розпочав серійний випуск сімейства віброцентрових сепараторів типу БЦС продуктивністю від 25 до 100 т/год. Ці розробки захищені майже 50 патентами (в т.ч. і за кордоном) та авторськими свідоцтвами на винаходи. Інститут і зараз плідно співпрацює з ВАТ “Вібросепаратор” зі створення нових технічних засобів для післязбиральної обробки врожаю.

Колективом науковців Інституту розроблено та впроваджено у виробництво сімейство ярусних плугів ПНЯ-4-40, ПНЯ-6-40 зі змінними робочими органами до тракторів класу 3 і 5 та машини для безвідвального обробітку і глибокого розпушування ґрунту ПЩН-2,5, ЩП-3-70 та ЯР-70.

У 1993 р. за участь у розробці базової моделі і впровадження у виробництво ґрунтозахисної системи землеробства з контурно-меліоративною організацією території співробітнику Інституту М.Н. Нагорному у складі колективу виконавців була присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

В Інституті виконано комплексні дослідження із застосування енергії стиснутого повітря для транспортування, підготовки до внесення та внесення мінеральних добрив і

хіммеліорантів, які були використані при проектуванні складів силосного типу для зберігання хіммеліорантів та при створенні конструкцій машин з пневматичними робочими органами: АВМ-8 – для внесення добрив у ґрунт та ПШ-21,6 – для їх розсівання на поверхню ґрунту тощо. Окрім того, Інститут був співучасником створення машини СТТ-10, а протягом наступного періоду створив машини для внесення твердих мінеральних добрив МВД-0,5; МВД-900; МВУ-5СПРО; МВД-9; МВД-5; МВД-4; МРД-4.

Традиційно в Інституті ведуться дослідження з механізації технологічних процесів у тваринництві. До серійного виробництва доведена доїльна установка МВС-12, основою якої став новий доїльний апарат ДА-50. У 1983 р. було виготовлено 15 тис. пульсоколекторів ДА 50.00.00, що забезпечило модернізацію майже півтори тисячі доїльних установок в Україні.

У 1997 р. згідно рішення Президії НААН при спеціалізованому підприємстві ВАТ “Брацлав” створено лабораторію з проектування і виробництва техніки для доїння і первинної обробки молока, яка підпорядкована Інституту.

У 2000 р. за розробку наукових основ, створення і освоєння виробництва комплексу машин і обладнання для доїння та первинної обробки молока співробітникам Інституту А.І. Фененку, І.П. Маслу, М.А. Остапенку в складі творчого колективу з інших установ присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

У 1990-х роках розроблені і впроваджені у виробництво нові комбіновані агрегати для обробітку ґрунту АМО-7,2, АМО-3,6.

У 1992 р. на замовлення Уряду України співробітники інституту спільно із спеціалістами Міністерств і відомств розробили концепцію розвитку вітчизняного машинобудування для агропромислового комплексу і Програму виробництва технологічних комплексів машин та обладнання для сільського господарства, харчової і переробної промисловості, яка була затверджена Постановою Ради Міністрів та отримала статус Національної. За короткий період було освоєно

виробництво більше 500 найменувань нових та модернізованих технічних засобів, які раніше в Україні не виготовлялися.

У 2001 р. за створення та освоєння виробництва вітчизняних зернозбиральних комбайнів КЗС-9-1 “Славутич” та КЗС-1580 “Лан” співробітнику Інституту В.І. Недовесову у складі колективу розробників присуджена Державна премія України в галузі науки і техніки.

У 2006 році співробітниками Інституту розроблено Концепцію та Програму реалізації

державної технічної політики в агропромисловому комплексі та ряд інших нормативно-правових актів, які затверджені постановами Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України.

Розробки інституту регулярно демонструвалися в тематичних експозиціях ВДНГ СРСР та ВДНГ УРСР і були відзначені золотими, срібними і бронзовими медалями ВДНГ СРСР та дипломами ВДНГ УРСР. Було отримано 814 авторських свідоцтв на винаходи та 481 патент України.



Фото 7. Зліва направо директор Центру академік НААН В.В. Адамчук, заступник директора д.т.н., професор В.Г. Мироненко знайомлять зарубіжних гостей О.Ф. Жука та Д.І. Комлача із експозицією музею інституту

Photo 7. From left director of the Center academician NAAS V.V. Adamchuk, Deputy Director, Ph.D., professor V.G. Mironenko introduce foreign visitors A.F. Juka and D.I. Komlacha of exposition Institute

В різні роки співробітникам Інституту за високі показники наукової діяльності, за розробки, які мали суттєве впровадження, були присвоєні високі почесні звання: “Заслужений інженер сільського господарства Української РСР” – В.М. Соколову та М.Д. Галенку; “Заслужений працівник сільського господарства Української РСР” – М.В. Туделю та В.Р. Губку; “Заслужений працівник сільського господарства України” – І.П. Маслу, І.С. Деревцю, М.В. Молодику та В.А. Насонову.

Зараз в Інституті працює 254 співробітники, з них 128 науковців; серед них – 9 докторів та 35 кандидатів наук, У тому числі 2 академіки НААН (Адамчук В.В., Лінник М.К.), 1 член-кореспондент НААН (Сидорчук О.В.), 2 науковці мають високе звання “Заслужений діяч науки і техніки України” (Адамчук В.В., Лінник М.К.), 2 – “Заслужений працівник сільського господарства України” (Грицишин М.І., Насонов В.А.), 3 – лауреати Державної премії України в галузі науки і техніки (Недовесов В.І., Мироненко В.Г., Фененко А.І.).

Зараз до мережі ННЦ “ІМЕСГ” входять Запорізький науково-дослідний центр з механізації тваринництва, Державне підприємство “Дослідне господарство “Оленівське”” (Фастівський р-н Київської обл.) та експериментальний завод ДП “Агромаш”, який розташований в смт Глеваха.

У Центрі створено 13 потужних наукових відділів, які практично охоплюють усі перспективні галузі сільського господарства, зокрема:

– відділ науково-технічного забезпечення застосування добрив та засобів захисту рослин;

– відділ механізації диференційованого обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур;

– відділ перспективних технологій і технічних засобів для збирання, обробки та зберігання врожаю зернових і олійних культур;

– відділ науково-технічного забезпечення виробництва біоенергетичних культур та овочів;

– відділ мобільних енергетичних засобів та біоенергетики;

– відділ електрифікації та автоматизації агропромислового виробництва;

– відділ проектування науково-експериментальних зразків техніки та обладнання;

– відділ біотехнічних систем у тваринництві та заготівлі кормів;

– відділ моделювання технологічних систем і ринку технічного сервісу в АПВ;

– відділ моделювання та забезпечення работоздатності техніки в АПВ;

– відділ проектно-вишукувальних робіт та конструкційного моделювання;

– науково-методичний відділ;

– науково-організаційний відділ;

– відділ забезпечення експериментальних досліджень;

– випробувальний центр;

– відділ апробації наукових розробок.

Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України був нагороджений Почесною грамотою Президії Верховної Ради Української РСР (1980 р.) та Почесною грамотою

Кабінету Міністрів України (2005 р.).

Протягом останніх років науковцями Центру підготовлено і видано 36 монографій, 27 рекомендацій, опубліковано 780 статей, з них 745 у виданнях України, 34 у виданнях інших держав та отримано 436 патентів України на винаходи. За участю провідних вчених розроблено 2 Закони України, 5 концепцій і 4 Державні цільові програми розвитку АПК. Науковими підрозділами впроваджено у виробництво 52 найменування нових технічних засобів та обладнання, які виробляються на 19 машинобудівних заводах України.

Зараз у Центрі функціонують докторантура та аспірантура, діє спеціалізована вчена рада із захисту докторських і кандидатських дисертаційних робіт. В останні роки співробітниками Інституту були успішно захищені 3 докторські та 18 кандидатських дисертаційних робіт. В Інституті діяли і діють декілька потужних наукових шкіл, широко відомих за межами країни. Інститут має потужну наукову бібліотеку в галузі агроінженерії, та багато років видає загальнодержавний збірник наукових праць “Механізація та електрифікація сільського господарства”, який подано для номінації на входження до Європейської бази цитування Scopus.

ННЦ “ІМЕСГ” багато років плідно співпрацює зі спорідненими Інститутами зарубіжних країн, зокрема ВІМ, ВНДІМЖ, ВНДІЕСГ, РУП “НВЦ Білорусі з механізації сільського господарства”, Університетом сільського господарства імені А. Стульгінскіса (Литва), Трансільванським аграрним університетом (Румунія), Естонським університетом природничих наук (Естонія), Латвійським сільськогосподарським університетом (Латвія), Русенським університетом “Ангел Кънчев” (Болгарія), Вищою школою агробізнесу в Ломже та Інститутом агрофізики ім. Б. Добжанського (Польща). В останні роки вчені Інституту видали за кордоном численні наукові праці англійською та іншими іноземними мовами з сучасних теоретичних та експериментальних розробок.

Сьогодні, незважаючи на важкі часи перетворень в країні, реформування науки та складнощів у фінансуванні, ННЦ “ІМЕСГ”

НААН переживає етап творчого підйому, завдяки невтомній, організаційній праці його директора Валерія Васильовича Адамчука. Він докладає чималі зусилля по отриманню результатів наукових досліджень, які сприятимуть створенню технічних засобів нового покоління для виробництва сільсько-господарської продукції за енергоощадними, екологічно безпечними технологіями. За обов'язковою вимогою академіка Адамчука В.В. майже всі розробки науковців Центру повинні мати світовий рівень і обов'язково мають бути надруковані в провідних європейських та американських журналах з агроінженерії.

Але головним є те, що директор сам блискуче володіє новітніми фундаментальними знаннями та вмінням їх успішно застосовувати в галузі аграрної науки. Якщо поєднати до цього його видатні організаційські здібності, управлінський талант, тверді, а головне вольові та гнучкі якості його характеру, що здатні не тільки забезпечити, в

цей важкий час, розробку та впровадження наукових досліджень у виробництво, а також яскравий хист відчувати принципово нові, перспективні наукові задачі та спроможність застосовувати методи та засоби досягнення їх успішного розв'язання, то є всі підстави стверджувати, що академік Валерій Адамчук впевнено тримає штурвал величезного човна, що зветься ННЦ "ІМЕСГ" у бурхливому морі сьогодення.

Директор, та його найближчі помічники, заступники директора з наукової роботи: д.т.н., проф., чл.-кор. НААН Сидорчук О.В. та д.т.н., проф. Мироненко В.Г. постійно удосконалюють методи наукових досліджень кожного з підрозділів Центру, намагаються системними підходами вирішувати забезпечення проведення досліджень, які б мали світовий пріоритет, спрямовувати тематику досліджень на розвиток сучасних світових напрямів – мехатроніки, робототехніки, автоматизованих систем управління тощо.



Фото 8. Зліва направо О.О. Мороз (Голова Верховної Ради України двох скликань) обговорює питання інженерної аграрної політики з академіком НААН В.М. Булгаковим та членом-кореспондентом НААН В.Т. Надиктом

Photo 8. From left to right O.O. Moroz (Chairman of the Verkhovna Rada of Ukraine two convocations) discusses engineering Agricultural Policy Academician NAAS V.M. Bulgakov and Corresponding Member of NAAS V.T. Nadyktom

Сьогодні Національний науковий центр “Інститут механізації та електрифікації сільськогосподарства” Національної академії аграрних наук України плідно працює на вирішення таких нагальних для сільськогосподарства країни проблем: розроблення ресурсу, – енергоощадних технологічних процесів і створення для них нових технічних засобів та модернізацію існуючої техніки. Зокрема, це технічні засоби для обробітки ґрунту, внесення добрив та сівби за технологією смугового обробітки ґрунту (масове виробництво яких, за розробленою ННЦ конструкторською документацією, успішно освоїло ТОВ “Краснянське СП “Агромаш”); системи для комплектування ґрунтообробно-удобрювально-посівних комплексів на базі одноопераційних машин вітчизняного виробництва; пунктів підготовки насіння сільськогосподарських культур з використання нового покоління протруювачів, робочі органи яких не травмують насіння; новий технологічний комплекс для виробництва коренебульбоплодів без затрат ручної праці. На особливу увагу заслуговують розробки вчених ННЦ щодо переведення тракторів ХТЗ-2511 на електроакумуляторну тягу. Не менш вдалою є розробка електронного регулятора, яка забезпечила можливість переобладнання тракторів ХТЗ-2511 з двигуном Мерз-307, у результаті чого трактор може експлуатуватись з використанням бензину або пропан-бутану, або біоетанолу. Доцільно відзначити, що робота трактора на пропан-бутані забезпечує зменшення витрат на пальне у порівнянні з дизельним паливом на 30%. Зараз у Центрі започатковані науково-конструкторські роботи зі створення гібридної трансмісії до окремих типів мобільних енергозасобів. Також вчені ННЦ “ІМЕСГ” значну увагу приділяють новітнім дослідженням й конструкторським напрацюванням зі створення техніки для виробництва палива з місцевої сировини для теплозабезпечення будівель у селах.

Основними напрямками перспективних наукових досліджень у галузі механізації, електрифікації та автоматизації сільськогосподарства на найближчий період вчені

Центру, разом зі своїми партнерами з провідних аграрних університетів країни, вважають наступні:

- підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку шляхом формування вітчизняної Системи машин. Передумовою вирішення цієї проблеми є створення нового типу тракторів на основі колісних і гусеничних енергетичних засобів українського виробництва. Практична реалізація цих заходів є не деклараційною, а дійсно реальною, ефективною підтримкою сільгоспвиробників України;

- суттєве зменшення енергетичних витрат за рахунок впровадження у виробництво розроблених науковцями нових широкозахватних та комбінованих машинно-тракторних агрегатів за схемою “push-pull” (“штовхай-тягни”). Застосування таких агрегатів, розроблених на основі нових енергетичних засобів Харківського тракторного заводу, є запорукою суттєвого зменшення питомих витрат пального і техногенного навантаження на ґрунти, скорочення строків виконання сільськогосподарських робіт тощо;

- підвищення урожайності сільськогосподарських культур, зменшення енергетичних витрат і збереження родючості ґрунтів за рахунок впровадження принципово нових колійної та мостової систем землеробства;

- розроблення технологій та технічних засобів нового покоління для збирання сільськогосподарських культур з одночасним розв’язанням проблем використання різних частин врожаю;

- розроблення технічних засобів для реалізації технології збереження і накопичення вологи під час обробітки парів. За наявності суттєвих проблем зі штучним зрошенням практична реалізація цієї технології забезпечить гарантоване отримання дружних сходів і запланованої урожайності озимих культур в умовах недостатньої вологозабезпеченості ґрунтів;

- розроблення ресурсоенергоощадних технологій передачі і перетворення електричної енергії у агропромисловому комплексі. На сучасному етапі такий напрям наукової діяльності є важливою диверси-

фікаційною концепцією забезпечення енергетичної незалежності сільськогосподарського виробництва країни.

Таким чином, реалізація намічених перспективних напрямів в галузі агроінженерії служитиме запорукою успішної подальшої діяльності Національного наукового центру “Інститут механізації та електрифікації сільського господарства” Національної академії аграрних наук України, як флагмана вітчизняної аграрної науки, вчені,

конструктори та інженери якого матимуть суттєві досягнення, що збагатять світову науку, а головне сприятимуть розробці нових теорій, конструкцій та технологій високотехнологічного сільського господарства України.

академік НААН
Булгаков В.М.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ НАУКОВИХ СТАТЕЙ

Статті разом із іншими супроводжувальними документами, надані для публікації в збірнику, в обов'язковому порядку проходять процедуру попереднього розгляду.

Текст статті подається в електронній формі на адресу: nnc-imesg@ukr.net.

Текст статті повинен бути ретельно відредагований та перевірений автором (надсилання матеріалу є підтвердженням того, що авторська редакція тексту є остаточною). За фактичні та історичні помилки у статтях відповідає автор.

При наявності у членів редколегії — наукових редакторів за відповідними напрямками або літературних редакторів, — запитань до автора відносно певних положень статті, вона повертається автору на доробку або виправлення.

Вимоги до текстового файлу:

- файл має бути створений у редакторі Word і збережений у форматі *.doc ;
- назва файлу має містити прізвище автора статті і її назву. Ім'я файлу набирається латинськими літерами (наприклад, `Butko_Doslidzennya_tvarunного_sectora.doc`).

Список супроводжувальних документів.

До статті додається рецензія фахівця (докто-ра наук) або наукового керівника згідно з наказом МОН України від 17.10.2012 № 1111. Прізвище рецензента вказується наприкінці статті і засвідчується за місцем його роботи. Рецензія може бути надіслана у відсканованому вигляді (формати файлів *.jpg, *.pdf).

До статті додається анкета відомостей про автора та співавторів, що долучається до текстового файлу після тексту статті та анотацій.

Заява (за наявності співавторів — спільна, за підписами усіх співавторів) про те, що автор (автори) дають письмову згоду на публікацію матеріалу у виданні ННЦ «ІМЕСГ» та про те, що стаття є власною розробкою автора (авторів), ніде раніше не друкувалася і не знаходиться на розгляді в інших виданнях. Заява може бути написаною від руки та надісланою разом із матеріалами статті у відсканованому вигляді (формати файлів *.jpg, *.pdf).

Подальша робота над статтею. Стаття приймається на розгляд та передається на внутрішню рецензію тільки за наявності повного пакету документів, підготовлених відповідним чином, та оформлених згідно з вимогами до статті та супроводжувальних документів.

Редколегія залишає за собою право на редагування та скорочення, зберігаючи при цьому головні результати та авторську стилістику.

Загальні вимоги до статті та графічних матеріалів.

Послідовність структурних елементів та вимоги до набору статті:

1. Ім'я, по-батькові та прізвище автора. Друкуються ліворуч жирним шрифтом.
2. Науковий ступінь, вчене звання, почесне звання чи, за їхньої відсутності, фах дослідника, та відомості про місце роботи й посаду автора. Друкується ліворуч звичайним шрифтом.
3. Назва статті. Друкується ліворуч звичайним шрифтом. Не слід робити всі літери великими.
4. Текст статті. Відповідно до постанови президії ВАК України від 15.01.2003 № 7-05/1 змістове оформлення статті має містити такі елементи (виділяються жирним шрифтом):
 - а) постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями;
 - б) аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спирається автор, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячена означена стаття;
 - в) формулювання цілей статті (постановка завдання);
 - г) викладення основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів;
 - д) висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку.

5. Список літератури. Перед списком використаної літератури пишеться слово «Бібліографія» звичайним шрифтом. Список літератури не повинен містити авторські примітки. За наявності приміток вони формуються підсторінково.

Кожне джерело починається з абзацу. Оформлення бібліографії — згідно з «Бюлетенем ВАК України», 2008, № 3.

Бібліографія подається в 3-х варіантах: мовою оригіналу, латинницею, англійською мовою.

5. Анотації та ключові слова:

- подаються українською, російською, англійською мовами;
- перед кожною анотацією наводяться прізвище й ініціали автора та назва статті відповідною мовою;

- до анотацій додаються 7–10 ключових слів;

- текст анотації друкується звичайним шрифтом;

7. До статті можна долучати графічні матеріали — рисунки, фотографії (надавати окремими файлами, кожен з яких повинен мати назву, вказану у переліку ілюстрацій), таблиці, схеми та ін.

Фотоілюстрації, рисунки та схеми приймаються лише у форматах *jpg чи *tif (як виключення допускається *pdf). Роздільна здатність растрових зображень має бути не нижча за 300 dpi, при цьому розмір сторони зображення не менше 5–7 см (або 600–800 pixels).

Перелік графічних матеріалів подається після анотацій у форматі: назва файлу ілюстрації, підпис до неї.

Вимоги до форматування статті

Обсяг статті — 15 - 20 ст, включаючи анотації і список літератури;

Англомовний переклад назви, анотації та ключових слів статті має бути виконаний на належному професійному рівні з урахуванням галузевої специфіки і термінології.

Текст набирається з інтервалом 1,5; шрифт Times New Roman, 14 пт.

Текст вирівнюється по ширині.

Не допускається заміна тире знаком дефіса і навпаки.

Виділення фрагмента тексту можливе напівжирним шрифтом та курсивом (підкреслення не допускається).

Існують наступні вимоги до структури та змісту анотації:

Інформативність і змістовність. Анотація повинна в узагальненому вигляді представляти зміст статті. У тексті анотації не варто використовувати загальні фрази, а також вказувати несуттєві деталі й загальновідомі положення. Передісторія (історія питання) може бути наведена тільки в тому випадку, якщо вона прямо пов'язана з розкриттям мети дослідження.

Оригінальність. Слід уникати прямих повторів будь-яких фрагментів роботи. Назва статті не повинна дублюватися в тексті анотації.

Чіткість, логічність і зв'язність викладу.

Компактність. Обсяг анотацій до статей, що подаються в журнал, повинен становити від 100 до 250 слів.

В анотації повинні бути представлені наступні аспекти змісту статті:

- предмет, тема, мета роботи (вказуються в тому випадку, якщо вони не ясні з заголовка статті);

- метод або методологія (їх доцільно описувати в тому випадку, якщо вони відрізняються новизною або представляють інтерес з точки зору даної роботи);

- результати роботи (перевага віддається новим результатам і даними довгострокового значення, важливих відкриттів, висновків, які спростовують існуючі теорії, а також даними, які, на думку автора, мають практичне значення);

- висновки (вони можуть супроводжуватися рекомендаціями, оцінками, пропозиціями, гіпотезами, описаними в статті).

Не рекомендується:

- включати в анотацію таблиці, малюнки, схеми, діаграми і формули;

- наводити посилання на номери публікацій з пристатейного списку літератури;

- використовувати скорочення та умовні позначення, крім загальноновживаних. Якщо скорочення все ж вводяться, то при першому вживанні необхідно дати їх розшифровку.

RULES FOR SCIENTIFIC ARTICLES

Article together with other supporting documents provided for publication in the collection, necessarily are in the process preliminary review.

The article is submitted in an electronic form to the address: nnc-imesg@ukr.net.

The article should be thoroughly edited and checked by the author (sending material is proof that the author is the final edition of the text). According to the factual and historical errors in articles corresponds the author.

In the presence of the members of the editorial board - editors in the relevant spheres or literary editors - issues to the author regarding certain provisions of the article, she returned to the author for revision or amendment.

Requirements to the text file:

- File must be created in Microsoft Word and saved as * .doc ;
- The name of the file should contain the name of the author of the article and its title. The file name is typed in Latin letters (eg, Butko_Doslidzennya_tvarunnogo_sectora.doc).

List of accompanying documents.

To the article is added review expert (Ph.D.) or scientific leader according to the order of Ukraine from 17.10.2012 № 1111.

Surname of the reviewer indicates the end of the article and certified at the place of work. Review may be sent in a scanned format (file format * jpg, * pdf).

Article is added to profile information about the author and co-authors which is attached to a text file after the text articles and abstracts.

The statement (if co - joint, signed by all the co-authors) that the author (s) give written consent to the publication of the material in the publication of NSC "IEAA" and that the article is a proprietary author (s) have not been previously printed and is not pending in other publications. The application can be written by hand and sent with the materials of the articles in scanned form (file format * jpg, * pdf).

Subsequent work on the article. Article is taken for consideration and is transferred to internal review only with the full package of documents prepared accordingly and issued in accordance with the requirements of the article and of accompanying documents.

Editorial Board reserves the right to edit and cuts while keeping the results and the author's style.

General requirements for articles and graphics.

The sequence of structural elements and requirements for a set of article:

1. Name, patronymic and last name. Prints left in bold.
2. Degree, title, the title or, in their absence, the profession of researcher, and information about the job and the position of the author. Reprinted left in plain type.
3. Name of the article. Reprinted left in plain type. Do not make all the letters big.
4. The text of the article. According to the Presidium of HAC Ukraine from 15.01.2003 № 7-05 / 1 meaningful decoration article should include the following (in bold):
 - a) problem definition definition and its relationship with other important scientific and practical tasks;
 - b) analysis of recent research and publications in where the solution the problem and relied upon by the author still is pointed unresolved parts of the general problem, which is dedicated to the article;
 - c) formulation of the objectives of article (problem);
 - d) presenting basic research material with full justification of scientific results;
 - e) the findings of this study and further research in this direction.
5. References. Before list of references is written the word "References" plain type. References should not contain copyright note. If the notes are formatted when paged.

Each source begins with the paragraph. Registration bibliography - according to the "Bulletin of VAK Ukraine", 2008, № 3.

The bibliography is supplied in 3 versions: original language, latynian, English.

6. The annotations and keywords:
- be submitted Ukrainian, Russian, English;
 - before the each annotation given name and initials of the author and title of the article in that language;
 - annotations added to 7-10 keywords;
 - annotation text is printed in plain type;
7. The article can to attach graphics - figures, photographs (provide separate files, each of which must have a name specified in the list of illustrations), tables, charts, and others.
- Figures and schemes are only accepted in the format * jpg or * tif (as an exception allowed * pdf). Resolution of raster images should not be lower than 300 dpi, while the size of the picture at least 5-7 cm (or rixels 600-800).
- List of graphic material submitted after the annotation format: filename artwork caption.

Requirements for formatting articles

- The paper - 15 - 20 pages, including annotation and list of references;
- The English translation of the title, abstract and keywords in the article should be made at the appropriate professional level, taking into account industry specifics and terminology.
- Text typed at intervals of 1.5; font Times New Roman, 14 pt.
- Text is aligned on width.
- Do not replace with the hyphen signs dash and vice versa.
2. To bold your piece of text can be bold typeface and italics (underlining not allowed).

There are the following requirements for the structure and content of annotation:

- Informative and content. Annotation should in general show the contents of the article. The text of annotation should not use common phrases and to specify the minor details and known position.
- Prehistory (history of the problem) can be given only if it is directly related with the opening the purpose of the study.
- Originality. Should avoid direct repeats of any piece of work. Title of the article should not be duplicated in the text annotations.
- Clarity, consistency and coherence of presentation.
- Compactness. The volume of of annotation for articles be submitted to the journal should be between 100 to 250 words.
- The abstract should be submitted to the following aspects of the content of the article:
- The subject, the subject, the purpose of work (indicated in the event that they are not clear from the title of the article);
 - Method or methodology (they should be described in the event that they are different or the novelty interest from the standpoint of the work);
 - The results of the (preferred new results and data for long-term meaning important discoveries, findings that refute existing theories and data, which, according to the author, have practical);
 - Conclusions (which may be accompanied by recommendations, estimates, proposals, hypotheses described in the article).
- Not recommended:
- Include an annotation tables, figures, charts, diagrams and formulas;
 - give the reference numbers of the bibliography of publications;
 - Use abbreviations and symbols, except common. If the reduction is still imposed, it should use the first date of their transcript.

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

Статьи вместе с другими сопроводительными документами, предоставленными для публикации в сборнике, в обязательном порядке проходят процедуру предварительного рассмотрения.

Текст статьи подается в электронной форме по адресу: nmc-imesg@ukr.net.

Текст статьи должен быть тщательно отредактирован и проверен автором (отправка материала является подтверждением того, что авторская редакция текста является окончательной). За фактические и исторические ошибки в статьях отвечает автор.

При наличии у членов редколлегии - научных редакторов по соответствующим направлениям или литературных редакторов, - вопросов к автору относительно определенных положений статьи, она возвращается автору на доработку или исправления.

Требования к текстовому файлу:

- Файл должен быть создан в редакторе Word и сохранен в формате * .doc ;
- Название файла должно содержать фамилию автора статьи и ее название. Имя файла набирается латинскими буквами (например, Butko_Doslidzennya_tvarunnogo_sectora.doc).

Список сопроводительных документов.

К статье прилагается рецензия специалиста (докт-ра наук) или научного руководителя в соответствии с приказом МОН Украины от 17.10.2012 № 1111. Фамилия рецензента указывается в конце статьи и удостоверяется по месту его работы. Рецензия может быть направлена в отсканированном виде (форматы файлов * jpg, * pdf).

К статье прилагается анкета сведений об авторе и соавторов, что присоединяется к текстового файла после текста статьи и аннотаций.

Заявление (при наличии соавторов - общая, с подписями всех соавторов) о том, что автор (авторы) дают письменное согласие на публикацию материала в издании ННЦ «ИМЕСГ» и о том, что статья является собственной разработкой автора (авторов), нигде раньше не печаталась и не находится на рассмотрении в других изданиях. Заявление может быть написана от руки и направленным вместе с материалами статьи в отсканированном виде (форматы файлов * jpg, * pdf).

Дальнейшая работа над статьей. Статья принимается на рассмотрение и передается на внутреннюю рецензию только при наличии полного пакета документов, подготовленных соответствующим образом, и оформленных в соответствии с требованиями статьи и сопроводительных документов.

Редколлегия оставляет за собой право на редактирование и сокращение, сохраняя при этом главные результаты и авторскую стилистику.

Общие требования к статье и графическим материалам.

Последовательность структурных элементов и требования к набору статьи:

1. Имя, отчество и фамилия автора. Печатаются слева жирным шрифтом.
2. Научная степень, ученое звание, почетное звание или, при их отсутствии, специальность исследователя, и сведения о месте работы и должность автора. Печатается слева обычным шрифтом.
3. Название статьи. Печатается слева обычным шрифтом. Не следует делать все буквы большими.
4. Текст статьи. В соответствии с постановлением президиума ВАК Украины от 15.01.2003 № 7-05 /1 содержательное оформление статьи должна содержать следующие элементы (выделены жирным шрифтом):
 - а) постановка проблемы в общем виде и ее связь с важными научными и практическими задачами;
 - б) анализ последних исследований и публикаций, в которых начато решение данной проблемы и на которые опирается автор, выделение нерешенных ранее частей общей проблемы, которым посвящена статья;
 - в) формулировка целей статьи (постановка задачи);
 - г) изложение основного материала исследования с полным обоснованием полученных научных результатов;
 - д) выводы из данного исследования и перспективы дальнейших исследований в данном направлении.
5. Список литературы. Перед списком использованной литературы пишется слово «Библиография» обычным шрифтом. Список литературы не должен содержать авторские примечания. При наличии замечаний они формируются под странично.

Каждый источник начинается с абзаца. Оформление библиографии - по «Бюллетень ВАК Украины», 2008, № 3.

Библиография подается в 3-х вариантах: на языке оригинала, латиницей, на английском языке.

6. Аннотации и ключевые слова:

- подаются на украинском, русском, английском языках;
- перед каждой аннотацией приводятся фамилия и инициалы автора и название статьи на соответствующем языке;
- до аннотаций добавляются 7-10 ключевых слов;
- текст аннотации печатается обычным шрифтом;

7. К статье можно прикреплять графические материалы - рисунки, фотографии (предоставлять отдельными файлами, каждый из которых должен иметь название, указанное в перечне иллюстраций), таблицы, схемы и др.

Фотоиллюстрации, рисунки и схемы принимаются только в форматах * jpg или * tif (как исключение допускается * pdf). Разрешение растровых изображений должно быть не ниже 300 dpi, при этом размер стороны изображения не менее 5-7 см (или 600-800 pixels).

Перечень графических материалов подается после аннотаций в формате: название файла иллюстрации, подпись к ней.

Требования к форматированию статьи

Объем статьи - 15 - 20 страниц, включая аннотации и список литературы;

Англоязычный перевод названия, аннотации и ключевых слов статьи должен быть выполнен на должном профессиональном уровне с учетом отраслевой специфики и терминологии.

Текст набирается с интервалом 1,5; шрифт Times New Roman, 14 пт.

Текст выравнивается по ширине.

Не допускается замена тире знаком дефиса и наоборот.

2 Выделение фрагмента текста возможно полужирным шрифтом и курсивом (подчеркивание не допускается).

Существуют следующие требования к структуре и содержанию аннотации:

Информативность и содержательность. Аннотация должна в общем виде показывать содержание статьи. В тексте аннотации не стоит использовать общие фразы, а также указывать существенные детали и общеизвестные положения. Предыстория (история вопроса) может быть приведена только в том случае, если она напрямую связана с раскрытием цели исследования.

Оригинальность. Следует избегать прямых повторов любых фрагментов работы. Название статьи не должна дублироваться в тексте инструкции.

Четкость, логичность и связность изложения.

Компактность. Объем аннотаций к статьям, которые подаются в журнал, должен составлять от 100 до 250 слов.

В аннотации должны быть представлены следующие аспекты содержания статьи:

- Предмет, тема, цель работы (указываются в том случае, если они не ясны из заголовка статьи);

- Метод или методология (их целесообразно описывать в том случае, если они отличаются новизной или представляют интерес с точки зрения данной работы);

- Результаты работы (предпочтение отдается новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данными, которые, по мнению автора, имеют практическое значение)

- Выводы (они могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье).

Не рекомендуется:

- Включать в аннотацию таблицы, рисунки, схемы, диаграммы и формулы;
- Приводить ссылки на номера публикаций по предметной области литературы;
- Использовать сокращения и условные обозначения, кроме общепринятых. Если сокращение все же вводится, то при первом употреблении необходимо дать его расшифровку.

В.О. Шейченку – 60



26 липня 2016 року виповнюється 60 років відомому вченому в галузі аграрної інженерії, доктору технічних наук Віктору Олександровичу Шейченку.

Народився В.О. Шейченко у місті Кіровограді. Закінчив Київський ордена Леніна політехнічний інститут, де отримав спеціальність інженер-механік-дослідник. Трудову діяльність розпочав у 1979 році у Всесоюзному науково-дослідному інституті з випробувань машин і обладнання для тваринництва і кормовиробництва (нині – Державна установа «Український науково-дослідний інститут випробування техніки та технологій для сільськогосподарського виробництва імені Леоніда Погорілого»), працював на посадах молодшого наукового співробітника відділу механіки сільськогосподарських машин,

завідувачем відділу організації та впровадження науково-технічної продукції, ученим секретарем, завідувачем відділу науково-інформаційних досліджень, маркетингу, зарубіжного співробітництва та патентування. З 2008 року Шейченко В.О працює у ННЦ «ІМЕСГ» на посадах провідного наукового співробітника в лабораторії системи машин і технологій, завідувача науково-організаційного відділу, вченого секретаря з виконанням обов'язків завідувача науково-організаційного відділу, завідувача відділу перспективних технологій і технічних засобів для збирання, обробки та зберігання врожаю зернових та олійних культур.

Шейченко В.О. більше п'яти років був головним редактором науково-технічного журналу «Техніка АПК» (2003-2008 рр.).

Докторську дисертацію на тему «Механіко-технологічні основи приготування трести льону-довгунця» Шейченко В.О. захистив у 2013 році.

Шейченко В.О. є відомим вченим у галузі механізованого збирання льону-довгунця, вніс значний внесок у розвиток механіко-технологічних основ приготування трести льону-довгунця. Сучасні наукові інтереси вченого спрямовані на розроблення перспективних технологій і технічних засобів для збирання, обробки та зберігання врожаю зернових і олійних культур, оптимізації технологічних комплексів машин і обладнання для механізації процесів у рослинництві.

Наукові праці Шейченка В.О. присвячені теоретичним і прикладним проблемам аграрної інженерії, льонарства та коноплярства, він вніс значний внесок у розвиток технологій і техніки збирального циклу, в тому числі і апаратів для підбирання та обертання стебел льону. Вчений є автором більше 160 наукових праць, 30 авторських свідоцтв та патентів на винаходи, співавтор двох монографій.

Він є членом двох спеціалізованих вчених рад із захисту кандидатських та докторських дисертацій, редколегії кількох журналів і збірників наукових праць.

Шейченко В.О. нагороджений трудовою відзнакою «Знак пошани» Міністерства аграрної політики та продовольства України (2006 р.), лауреатським дипломом «Золота фортуна» за вагомий внесок у розбудову держави та високу журналістську майстерність (2008 р.), Почесною грамотою Президії НААН (2015 р.).

Щиро вітаємо Віктора Олександровича з ювілеєм! Бажаємо міцного здоров'я та подальших творчих успіхів на благо розквіту України.

За дорученням колективу ННЦ «ІМЕСГ»,
директор, академік НААН

В.В. Адамчук

Наукове видання

МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

ВИПУСК №3 (102)

Міжвідомчий тематичний науковий збірник заснований у 1965 році.
Перереєстрований 17.06.2015 року як загальнодержавний збірник Національного наукового центру «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

Відповідальний за випуск – Н.В. Сергєєва
Редактор – І.В. Власюк
Комп'ютерна верстка – Наталія Парецька

За автентичність перекладу резюме англійською мовою
відповідальність несуть автори

Підписано до друку 25.06.2016 р. Формат 60x84/8 Папір офсетний.
Гарнітура Times Ум. друк арк. 33,25 Обл. вид. арк. 30,92
Тираж 300 прим. Зам № 1215

Видавець ПП Лисенко М. М.
м. Ніжин, вул. Шевченка, 20
Тел. (04631) 9-09-95, (067) 4412124
E-mail: 909952010@mail.ru

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції
серія ДК № 2776 від 26.02.2007 р.