

А.І. Бойко, проф., д-р техн. наук

Національний університет біоресурсів і природокористування України

М.О. Свірень, проф., канд. техн. наук, І.О. Лісовий, інж.

Кіровоградський національний технічний університет

Дослідження енергетичних показників і встановлення раціональних параметрів зубчатого робочого органу сошника прямого посіву

В статті розглянута взаємодія зуба з ґрунтом, встановлена залежність впливу кута установки зуба на енергетичні показники руйнування ґрунту при різних рівнях заглиблення і радіусах обертання зуба.

прямий посів, сошник, рослинні рештки, робота, потужність, зубчастий диск-очисник

Реалізація технології прямого посіву передбачає необхідність попереднього прокладення перед посівом по полю смуги для подальшого проходження сошника. В якості такого робочого органу запропоновано зубчастий диск-очисник [1, 2]. Ефективності його роботи багато в чому залежить від геометричних і кінематичних параметрів взаємодії з необробленим ґрунтом.

Метою даної роботи є експериментальне дослідження впливу кута установки зуба, глибини його заглиблення і радіуса розташування на енергетичні показники виконання технологічного процесу.

Дослідження проводились у ґрунтовому каналі на спеціально розробленій лабораторній установці (рис. 1).

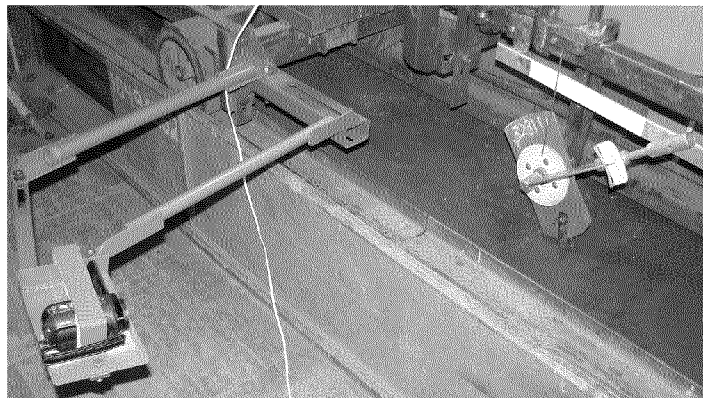
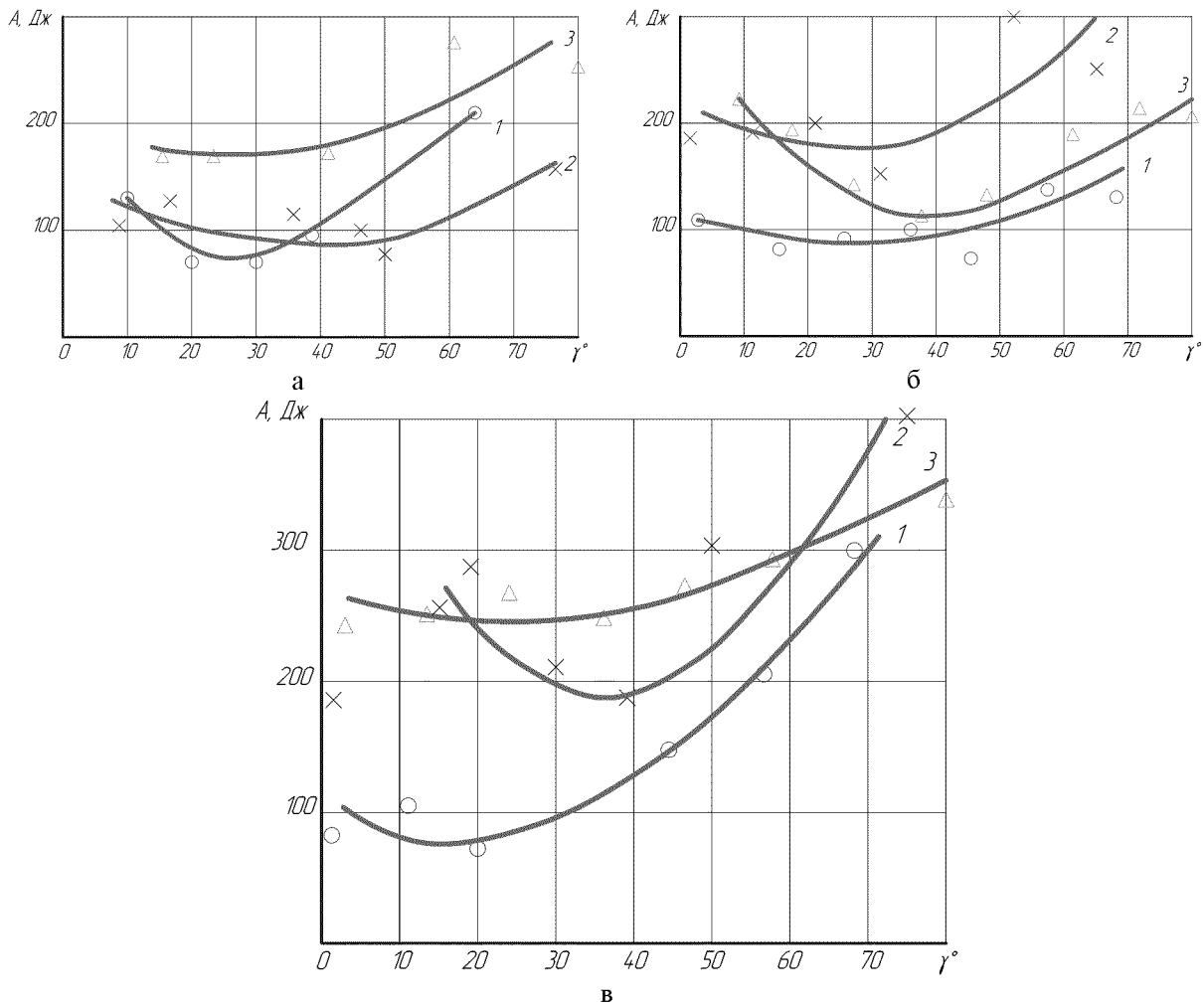


Рисунок 1 – Загальний вигляд лабораторної установки для проведення досліджень зубчатого робочого органу

Дослідженням встановлено вплив кута установки зуба γ на величину роботи, яка виконується при руйнуванні моноліту ґрунту і прокладанні в ньому смуги. Отримані графічні залежності представлені на (рис. 2). Як видно з графіків, залежності носять нелінійний характер і для усіх досліджених рівнів заглиблень мають екстремум-мінімум. Найменші значення витрачаємої зубом роботи на руйнування ґрунту знаходиться при кутах установки зуба в межах $25^\circ \dots 45^\circ$. При менших величинах кута установки γ величина роботи збільшується. Особливо це проявляється для заглиблення

$h_1 = 35\text{ мм}$. При кутах установки більших за оптимальні величина роботи також збільшується, але дещо повільніше. Суттєвий приріст витраченої роботи спостерігається на глибині в 65 мм . Це відповідає фізичній сутності виконуемого процесу взаємодії робочого органу з ґрунтом більшого об'єму.



а) $R=R_1=170\text{ мм}$; б) $R=R_2=195\text{ мм}$; в) $R=R_3=220\text{ мм}$;
 1- $h_1=35\text{ мм}$;
 2- $h_2=50\text{ мм}$;
 3- $h_3=65\text{ мм}$

Рисунок 2 - Вплив кута установки зуба (γ) диска-очисника на величину роботи (A) по руйнуванню ґрунту при різних рівнях заглиблення

Важливою енергетичною характеристикою роботи зубчастого диска-очисника є потужність, яка ним витрачається на прокладання смуги.

Враховуючи, що час взаємодії зуба з ґрунтом залежить від довжини дуги проходу в ґрунті, а значить від кута входження і до кута виходу з ґрунту, потужність в деякій мірі може вступати, як відносна величина, яка краще характеризує досконалість конструктивного рішення робочого органу. По результатам відеозйомки визначені періоди проходу зуба в ґрунті у всіх режимах випробувань. Це дало змогу розрахувати усереднені значення потужності, як відношення величини роботи до часу взаємодії зуба з ґрунтом. По отриманим даним побудовані відповідні залежності, що представлені на (рис. 3).

З залежностей видно, що для всіх значень глибини h зі збільшенням кута установки зуба потужність зростає. Причому інтенсивніше зростання відбувається для невеликої глибини проникнення зуба у ґрунт $h_1 = 35\text{ мм}$. При заглибленні на більші глибини вплив кута установки на потужність суттєво зменшуються.

Таким чином можна вважати, що при радіусі дискового зубчатого робочого органу $R=R_1=170\text{мм}$ раціональні значення кута установки знаходяться в інтервалі $25^\circ \dots 45^\circ$.

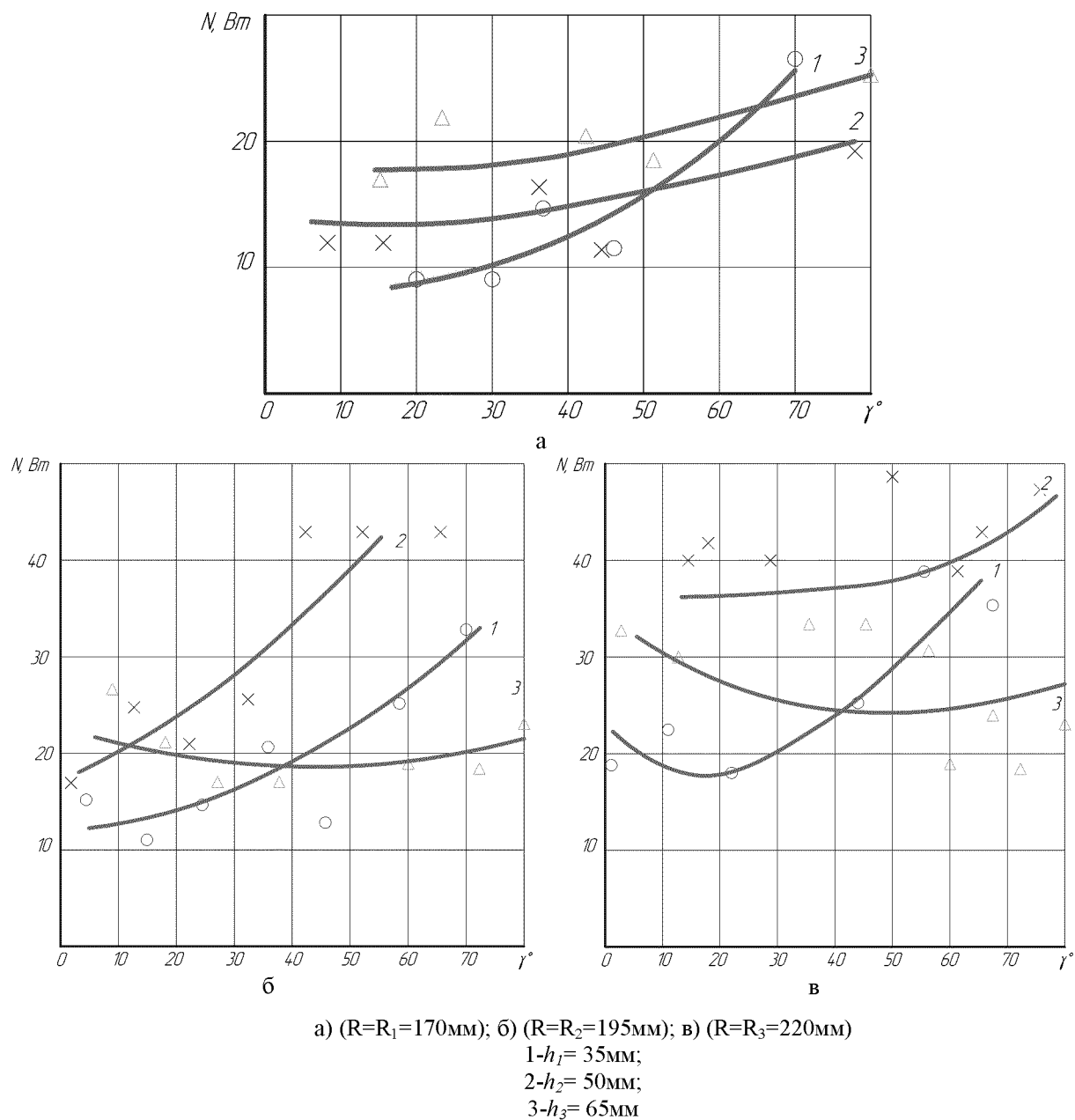


Рисунок 3 - Зміна потужності N в залежності від кута установки зуба γ при різних рівнях заглиблення

На (рис. 2, б) показані графіки впливу кута установки γ на величину роботи, що виконується зубом розташованим на радіусі $R=R_2=195\text{мм}$ від центра свого обертання.

Характер кривих порівняно з попереднім дослідженням $R=R_1=170\text{мм}$ не змінився, що підкреслює узагальненість отриманих результатів. Для всіх рівнів заглиблень криві мають мінімум. Зона оптимальних (мінімальних) значень кута установки зуба практично мало змінилися, але дещо звузились до інтервалу $25^\circ \dots 42^\circ$.

Для двох досліджених глибин потужність зі збільшення кута установки поступово зростає і тільки для глибини $h_3=65\text{мм}$ вона має мінімум в районі $\gamma = 50^\circ$.

Подальше вивчення впливу збільшення діаметра зубчатого диска на енергетичні показники його роботи проведено при розташуванні робочого зуба на радіусі обертання $R=R_3=220\text{мм}$. Величини досліджених радіусів обертання вибрані виходячи з

доцільності конструктивного вирішення робочого органу, а вивчення їх впливу необхідне для енергетичної оцінки його роботи. Дані отриманих результатів досліджень представлені на (рис. 2, в).

Збільшення радіуса обертання кривки зуба до $R=R_3=220\text{мм}$ не привело до суттєвих принципів змін в характеру розподілу величини роботи. Як видно з отриманих залежностей (рис. 2, в) вони, як і в попередніх випадках носять екстремальний характер з мінімумами для кожного заглиблення зуба. В цілому мінімуми робіт знаходяться в інтервалі значень кутів установки зуба, що знаходиться в межах $18^\circ \dots 38^\circ$.

Результат досліджень зміни потужності на зубі при руйнуванні ґрунту в залежності від кута його установки представлені на рис. 3, в).

На малій глибині занурення зуба потужність спочатку спадає досягаючи мінімуму при куті встановлення $\gamma \approx 20^\circ$, а потім достатньо швидко починає збільшуватись. Подібний характер зміни потужності спостерігається і при збільшенні глибини до $h_2=50\text{мм}$, але екстремум значення кута установки стає не виразним, а краї кривої більш пологі. Дещо відрізняються від попередніх крива отримана на самій великій глибині $h_3=65\text{мм}$. Вона має достатньо широку зону значень кута встановлення зуба при якій спостерігається мінімум потужності на виконання процесу підкопування ґрунту.

Проведенні дослідження зі всією очевидністю показують, що кут установки зуба на робочому органі для прокладання первинної смуги в необробленому ґрунті суттєво впливає як технологію виконання роботи, так і на енергетичні параметри цього процесу. Згідно з результатами отриманих експериментів раціональні значення кута установки з урахуванням різних глибин нарізання смуги знаходяться в межах $25^\circ \dots 45^\circ$.

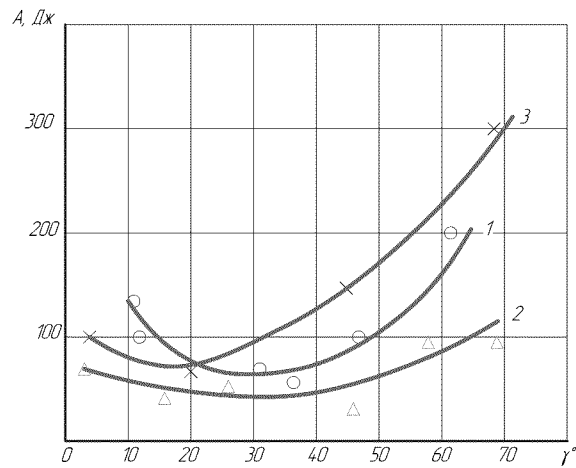
Отримані експериментальні значення дещо відрізняються від теоретичних підрахованих по формулам (18) або (20) [3] на верхній межі експериментальних значень кута установки зуба похибка не перевищує 10%. Це допустима розбіжність, що може бути обумовлена погрішністю експерименту і труднощами врахування фізико-механічних властивостей ґрунту, які, безумовно, впливають на розподілення вертикальної і горизонтальної складових швидкості переміщення зуба в ґрунті.

В цілому слід вважати, що експериментальні дані підтвердили теоретичні передумови визначення кута установки і виявили його вплив на енергетичні показники робочого органу.

Доцільним слід вважати окреме виявлення впливу радіуса обертання зуба (діаметра робочого органу) на величину роботи, що їм витрачається на руйнування ґрунту при прокладанні смуги. Виділяючи з отриманих залежностей (рис. 2; а, б, в) побудовано ряд графіків, що характеризують вплив радіуса на енергетичні показники роботи зуба (рис. 4).

Аналіз залежності показує, що для всього інтервалу вибраних значень радіусів раціональна величина кута встановлення зуба знаходиться в межах $17^\circ \dots 38^\circ$. Причому найменше абсолютне значення роботи, що витрачається зубом на руйнування ґрунту відповідає радіусу $R=R_2=195\text{мм}$. Більш того, при цьому значенні радіусу вплив кута установки на роботу, що виконується, менш інтенсивний, а зона раціональних значень кута найбільш широка. Це відкриває можливість реалізації конструктивних рішень прорізних робочих органів сівалок прямого посіву в більш ширшому діапазоні творчих можливостей розробників.

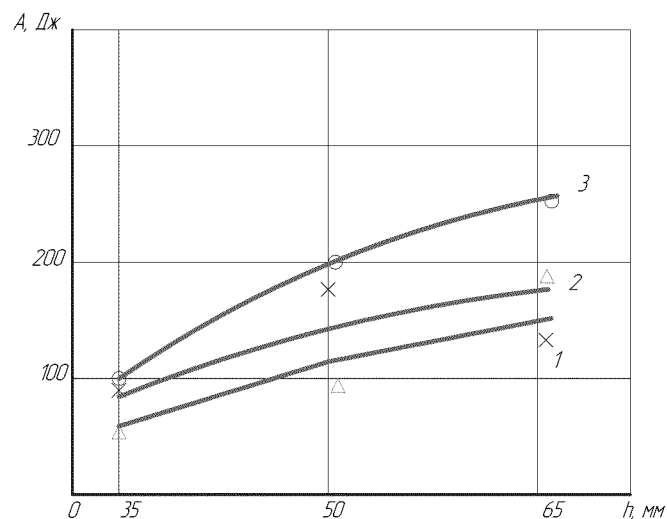
Важливим для подальшого раціонального вирішення конструкції прорізного робочого органу є уточнення і підтвердження доцільних їх основних параметрів, таких як діаметр диска-очисника (радіус обертання зуба) і глибина ходу для отримання прорізної смуги.



1- $R_1=170\text{мм}$; 2- $R_2=195\text{мм}$; 3- $R_3=220\text{мм}$; ($h=35\text{мм}$)

Рисунок 4- Вплив кута установки зуба (γ) диска-очисника на величину виконаної роботи (A) по руйнуванню ґрунту при різних радіусах обертання зуба

Науковий і практичний інтерес для побудови зубчатих робочих органів представляють також дослідження впливу глибини прокладання смуги на виконану роботу при різних діаметрах диску (радіусу обертання зуба). Такі залежності представлені на (рис. 5).



1- $R_1=170\text{мм}$; 2- $R_2=195\text{мм}$; 3- $R_3=220\text{мм}$; ($\gamma=30^\circ$)

Рисунок 5 - Залежність роботи, що витрачається на прокладання смуги зубом від її глибини при радіусах обертання зуба

Для всіх радіусів обертання зуба характерним є збільшення величини роботи при підвищенні глибини прорізання смуги. Результат відповідає фізичній сутності виконуємого процесу. Залежності розташовані достатньо щільною групою, але найменші значення роботи, що витрачається, відповідають і найменшому радіусу робочого органу. Пояснюється це тим, що зуб розташований на меншому радіусі обертання проходить і менший шлях у ґрунті при його рихленні. Зі збільшенням глибини прорізання робота зуба відповідно збільшується (рис. 6). Її величина зростає з підвищення радіуса, але не настільки як це при збільшенні глибини прорізання смуги.

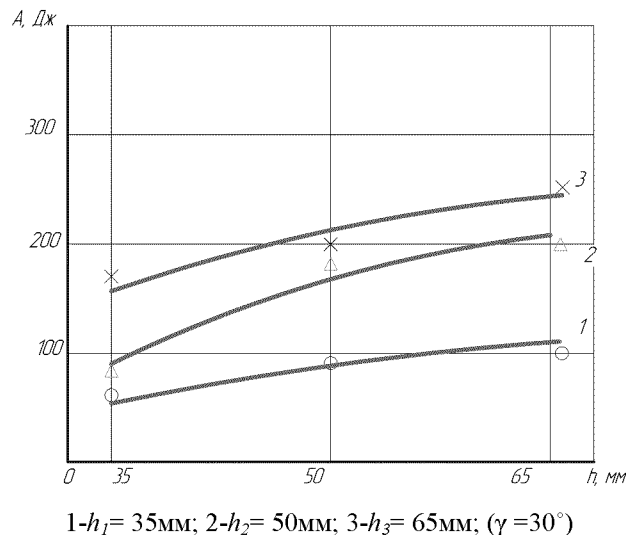


Рисунок 6 - Залежність роботи, що витрачається на прокладання смуги від радіуса обертання зуба при глибинах

Таким чином проведеним дослідженням встановлено:

1. Запропоноване конструктивне рішення прорізного робочого органу у вигляді диска з закріпленими зубами ефективно працює по прокладанню прорізної смуги в необробленому ґрунті.
2. Рациональні значення кута установки зуба знаходиться в межах $25^\circ \dots 42^\circ$ при яких забезпечується мінімальні енерговитрати на виконання прокладання суги.
3. Енергетичні витрати суттєво збільшуються зі збільшенням глибини руху робочого органу у ґрунті.

Список літератури

1. Сошник: Пат. № 17214 У Україна, А01С7/00 / Сисолін П.В., Свірень М.О., Лісовий І.О. Сисоліна І.П. (Україна); КДТУ; Заявл. 24.03.2006; Вийшла з друку 15.09.2006, Бюл. № 9.
2. Бойко А.І. Функціонування сошника прямого посіву як відкритої технічної системи / А.І. Бойко, І.О. Лісовий, В.В. Тасенко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка „Механізація сільськогосподарського виробництва”. – Харків, 2008. – Вип. 75. – Т. 1. – С. 256-258.
3. Лісовий І.О. Аналіз кінематики руху і обґрунтування конструктивних параметрів зубчастого диска-очисника для прямого посіву / І.О. Лісовий // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. „Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин”. – КНТУ, 2008. – Вип. 38. – С. 191-198.

А. Бойко, Н. Свирень, І. Лисовий

Исследование энергетических показателей и установления рациональных параметров зубчатого рабочего органа сошника прямого посева

В статье рассмотрено взаимодействие зуба с почвой, установлена зависимость влияния угла установки зуба на энергетические показатели разрушения почвы при разных уровнях углубления и радиусах вращения зуба.

A. Bojko, N. Sviren, I. Lisovij

The study of energy performance and establishing rational parameters gear working body Shovel direct seeding

The article discloses interaction of a tooth with soil. The dependence of the influence of the corner of a tooth on energy indicators of soil destruction in different levels of deepening and the radius of tooth rotation has been established.

Одержано 27.09.11

