

УДК 631.333.52

ОБҐРУНТУВАННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРІЖУЧОГО
РОБОЧОГО ОРГАНУ ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ
ОРАНКИ НА ПЕРЕЗВОЛОЖЕНИХ ҐРУНТАХ

Непочатенко В.В., асп.
Мелентьєв О.Б., к.п.н., доц.
Уманський національний університет садівництва
м. Умань, Україна
Тел.+380964563878
e-mail: melo2009@meta.ua

Анотація: Метою статті є дослідження з обґрунтування геометричних параметрів плоскоріжучого робочого органу для виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

Одним з шляхів зменшення опір руху плуга є встановлення антифрикційних пристосувань. Аналіз конструкцій таких плугів виявив цілий ряд недоліків.

Результати проведених досліджень лягли в основу розробки оригінальних технічних рішень при конструюванні ґрунтообробних знарядь, які захищені патентами.

Впровадження у виробництво удосконаленого корпусу плуга дасть можливість економити паливе при оранці за рахунок менших енергозатрат, використання економічних, менш енергонасичених тракторів, спростити і здешевити технологію виготовлення плугів, усунути недоліки конструкції корпусу плуга за рахунок зміни форми отворів та захисту їх від забивання ґрунтом.

ТЕЛ.06747077357, e-mail: prorab.uman@ukr.net
ТЕЛ.0964563878, e-mail: melo2009@meta.ua

Ключові слова: механіко-технологічні властивості, опір ковзанню, ґрунти, (адгезія) пласта, робочі органи, опір руху плуга.

Постановка проблеми. Академік В.П. Горячкин вважав, що в основу загальної теорії всіх сільськогосподарських машин повинні бути покладені теорія руйнування матеріалів, їх фізико-механічні властивості і теорія клина. Він вважав, що основним видом деформації ґрунту при утворенні стружки є зрушення. На думку Г.М. Сінеокова, середньосуглинисті ґрунту, оптимальної для розпушування вологості, деформуються відривом. Ю.Ф. Новіков встановив, що деформації зсуву і відриву різновірогідні і, в залежності від параметрів клина і стану ґрунту, деформація ґрунту клином має статистичний характер, тим самим підтвердив передбачену В.П. Горячкина вірогідну схему утворення стружки. Найбільшу увагу В.П. Горячкин надавав гранулометричному складу обробленої ґрунту, так як, на його думку, в подальшому підтвердженому Н.А. Качинським, І.Б. Ревуть, В.В. Медведєвим та іншими, ступінь дисперсності ґрунту визначає комплекс фізико-хімічних і агробіологічних процесів, які сприяють підвищенню врожайів.

Метою дослідження є обґрунтування геометричних параметрів плоскоріжучого робочого органу під час виконання технологічної операції оранки на перезволожених ґрунтах.

Аналіз останніх досліджень. Значний внесок у теорію різання ґрунту внесли роботи Г.Н. Сінеокова. На відміну від теорії клина В.П. Горячкина, Г.Н. Сінеоков до

розрахунку загального зусилля різання додатково ввів зусилля динамічного тиску ґрунту на клин, обумовлене інерцією шару, а також привернув увагу до зусилля проникнення ріжучої кромки в ґрунт [4].

Роботами А.Н. Зеленина був уточнений метод розрахунку опору різання ґрунтів, заснований на теорії Кулона-Мора. За А.Н. Зеленину основну частину зусиль різання являє зусилля на проникнення в ґрунт ріжучої кромки леза робочого органу, яке зростає в міру її зношування і освіти на ній ущільненого ядра з оброблюваної ґрунту. [9,10].

Роботами В.І. Виноградова, М.Д. Подскребко, А.С. Кушнарьова, А.Н. Гудкова, Л.В. Погорілого, В.В. Кацигіна і багатьох інших доведено, що на відміну від моделі ґрунту у вигляді суцільного середовища з ізотропним властивостями, прийнятої В.П. Горячкіна, природно складена ґрунт є нелінійна пружно-пластично-в'язке середовище з анізотропними характеристиками, зі статистично розподіленими дефектами у вигляді мікро- і макротріщин, пустот і сторонніх включень. Цей факт значно ускладнює моделювання процесу деформування ґрунту з метою проектування знарядь. Відомі математичні моделі взаємодії робочого органу з ґрунтом, внаслідок значної складності фізичних процесів, які відбуваються в ґрунті під дією робочих органів, пов'язані зі значними спрощеннями, часто моделюють певний тип робочого органу або можуть бути віднесені до моделі типу "чорний ящик", внаслідок чого не розкривають фізичну картину процесу [2,3].

Основна частина. Зацікавлення викликає дослідження Белоусова С. В., Белоусової А. И. Так вони стверджують, що у плугів польова дошка притискається до стінки борозни із зусиллям, рівним поперечної складової опору ґрунту. Пропорційно цьому зусиллю і з'являється опір тертю ковзання. Встановлення ж додаткової плоскоріжучої бритви, як дзеркальне відображення лемеша плуга, викликає поперечний опір по знаку протилежний поперечній складовій опору ґрунту лемеша і відвалу плуга. Це призводить до зменшення результуючої поперечних напрямку руху сил, а так само і до зменшення сил опору тертю польовий дошки по ґрунтовій стінки борозни.



Рисунок 1. Плоскоріжучий робочий орган з прорізами розташовані в області робочого органу.

Так вони наводять результати дослідження. Технічним результатом пропонованої конструкції є плоскоріжучі робочий орган з додатковим кутом атаки, з обґрунтованими ділянками розміщення по всій площі прорізів, що забезпечують зниження тягового опору і якості обробки ґрунту - повноти підрізання ґрунту і поліпшення якісних показників роботи по всій ширині обробки ґрунту до повного зносу плоскоріжучі робочого органу. Вищевказаний технічний результат досягається тим, що прорізи плоскоріжучого робочого органу розташовані в області робочого органу, що враховує знос деталі в процесі її експлуатації, і гранично допустиму загальну площу прорізів, при якій зберігається необхідна міцність конструкції, забезпечується більш висока

стійкість роботи орного агрегату. При цьому технічному рішенні поліпшуються кількісні та якісні показники обробки пересушені ґрунтів, а при обробці вологих або перезволожених ґрунтів обробка відбувається без налипання і як наслідок зниження тягового опору орного агрегату [1].

За висновком А.Кулен і Х.Куіперс залежність характеристик ґрунту і матеріалу з умов налипання ґрунту на диску можна виразити виразом нормальної складової σn загального напруги P .

$$\sigma n < a - c / \operatorname{tg} \varphi - \mu \quad (1)$$

де a - адгезія; c - когезія; φ - кут внутрішнього тертя; μ' - коефіцієнт тертя ґрунту по поверхні плоскоріжучого робочого органу (сталь). Отже, просуванню ґрунту без налипання сприятиме зростання σn . Тому в зв'язку з цим доцільно застосування плоскоріжучого робочого органу з прорізами, які збільшують σn , так як,

$$\sigma n = Pn / S \quad (2)$$

де S - загальна площа контакту ґрунту з поверхнею робочого органу, Pn - нормальна складова загальної напруги P . Тертя ґрунту при ковзанні її по робочій поверхні і прилипання - явища різні, але вони проявляються одночасно. Зауважимо при цьому, що, якщо опір тертю ковзання не залежить від площі їх прилягання один до одного тобто

$F = fN$, то опір ковзанню від прилипання залежить від площі їх контакту S , що викликає ними загальний опір ковзанню T , який характеризується наступним рівнянням [4].

$$T = F + Tnp = fN + po S + pNS \quad (3)$$

де F - опір ковзанню ґрунту по сталі (об поверхню плоскоріжучого робочого органу);

Tnp - опір ковзанню від прилипання; po - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання при відсутності нормального тиску; f - коефіцієнт тертя ковзання; S - площа контакту ґрунту з поверхнею поверхню плоскоріжучого робочого органу; p - коефіцієнт дотичних сил питомого прилипання, що викликається нормальним тиском.

Аналіз виразу (3) теж показує, що загальний опір T можна знизити шляхом зменшення площі можливого прилипання. Тому з точки зору зниження тягового опору необхідно підвищувати площу прорізів поверхні плоскоріжучого робочого органу і при цьому межею збільшення площі вирізу може бути тільки збереження необхідної міцності поверхні робочого органу. Розташування прорізів плоскоріжучого робочого органу з рекомендованими геометричними параметрами забезпечить зниження тягового опору орного агрегату, підвищить його прохідність при обробці ґрунту, знизить тяговий опір, забезпечить стійкий рух пласта ґрунту та підрізання бур'янів по всій ширині обробки, тобто забезпечить досягнення технічного результату [4].

Аналіз робіт свідчить про те, що розробка додаткових робочих органів для вдосконалення процесу основного обробітку ґрунту, дає можливість поліпшити якісні і кількісні показники даної технологічної операції. Дані якості обробки ґрунту підтвердилися при проведенні польових дослідів, а основні конструктивні елементи запатентовані. Використання додаткових органів заявленої конструкції дозволяє виробляти основний обробіток ґрунту з меншими витратами на ПММ і як наслідок домагатися більш якісних показників по вирощуванню сільськогосподарської продукції [6].

З метою досягнення розв'язання поставлених задач нами була розроблена корисна модель «Плоскорізний плуг підвищеної стрілоподібності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту». Для розробки корисна модель «Плоскорізний плуг підвищеної

стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту» нами був проведений патентний пошук з теми дослідження [7,8].

Відомий робочий орган культиватор-плоскоріз, що містить стійку з лапою, яка має крила з ріжучими кромками, виконаними у вигляді пари відрізків логарифмічних спіралей; заокруглень виконані у вигляді кривих з переходом від параболи до прямої SU 1614767, A01B 35/20; 35/26, 1990 р.

Недоліками даного винаходу є відкидання ґрунту в сторону, а це призводить до погіршення просівання ерозійно-небезпечних частинок на дно борозни; ущільнення дна борозни, також таке виконання робочої поверхні не сприяє якісному подрібненню ґрунту.

Найбільш близьким до заявленого об'єкту по технічній сутності є винахід робочого органу знаряддя для безвідвальної обробки ґрунту, що включає стійку і закріплену на ній плоскоріжучу лапу, робоча поверхня якої виконана двома гауссовою опуклістю вгору кривизною: негативною - в зоні різання і позитивною - у зоні кришення, причому головний горизонтальний нарис поверхні має змінну за знаком кривизну з меншим кутом загострення лапи на носку SU 49692, A01B 35/20; 39/20, 1974 р.

Недоліками даного робочого органу є низька якість обробки ґрунту і значна енергоємність розпушування, ущільнення дна борозни, утворення гребенів. Пропонована лапа з такою робочою поверхнею має малу зону деформації ґрунту, а геометрична форма робочої поверхні лапи не спроектована з урахуванням заданих деформацій і фізико-механічних властивостей ґрунту.

Метою створеною нами корисної моделі, є зменшення тертя та налипання ґрунту на поверхні плоскорізного плуга, за рахунок оптимізація його геометричних параметрів, підвищення якості обробки ґрунту на перезволожених ґрунтах та підвищення протиерозійного захисту оранки.

Зазначений технічний результат досягається тим, що плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями (див. рисунок 1.), має плоскоріжучу лапу 3, що закріплена на кованій стійці 1 гвинтами 6 робоча поверхня якої вкрита отворами та зносостійкими наплавленнями 8 і подрібнюючу частину відвала 2 робоча поверхня якої вкрита отворами 4 та зносостійкими наплавленнями 7, закріплену на стійці 1 гвинтами 5.

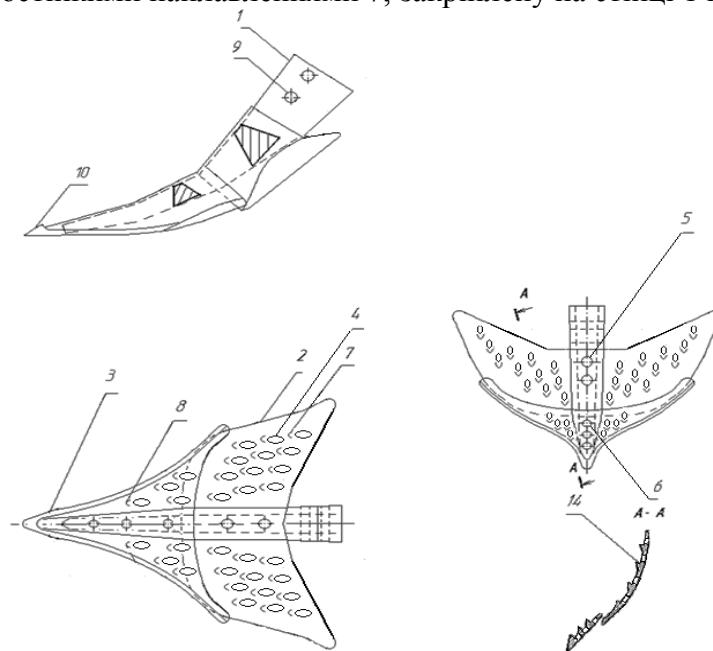


Рисунок 2.

Сам плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями кріпиться до рами (не показано) через отвори 9 у стойці 1.

Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями працює наступним чином:

при русі пласта по поверхні плоскоріжучої лапи 3 з підвищеною стріловидністю та клиновидністю, робоча поверхня якої вкрита отворами 8, виникає мінімальне тертя за рахунок того, що повітря з під наскрізних отворів потрапляє між пластом і плоскоріжучою лапою. Це зменшує силу прилипання (адгезію) пласта і тим самим тертя пласта по поверхні плоскоріжучої лапи. Підвищена стріловидність а також збільшена клиновидність суттєво знижує опір різанню пласта ґрунту, це дозволяє використати подрібнюючу частину відвалу 2, робоча поверхня якого вкрита отворами 4, та зносостійкими наплавленнями 7, для зменшення тертя між пластом і подрібнюючою частиною-відвалу 2. Пласт ґрунту ковзаючи по подрібнюючій частині відвалу 2 падає з певної висоти без обороту пласта у вигляді розламаних смужок і розпадається під час падіння, не утворюючи великих скиб, що підвищує якість обробки ґрунту і знижує енерговитрати машинотракторного агрегату. Крім того така конструкція плоскоріжучої лапи 3 і подрібнюючої частини відвалу 2 є технологічна у виготовлення і виготовляється за один удар штампу, разом із прошивкою отворів.

Підвищена стріловидність та клиновидність суттєво підвищує міцність всього робочого органу. Криволінійна форма ріжучої кромки плоскоріжучої лапи 3, дозволяє працювати їй у передній частині як долото – проникач, а на периферії як плоскоріз із гвинтовими поверхнями, які забезпечують направлення підрізаного пласта на подрібнюючу частину-відвалу 2.

Висновки. Застосування кованої стійки 1 з трапецієвидним перерізом, забезпечує підвищену міцність на згин та збільшує її жорсткість, а закріплення на ній гвинтами 6 плоскоріжучої лапи 3 і гвинтами 5 робочої поверхні відвала 2, дозволяє обслуговувати ці робочі органи (для загострювання, загартування тощо) [7,8].

Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та пристосуваннями для подрібнення ґрунту був впроваджений у виробництво, і показав високі показники зменшення тягового опору машинотракторного агрегату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Белоусов С. В. Конструкція комбінованого лемішного плуга і дослідження його тягового опору в складі машинотракторного агрегату / С. В. Белоусов, А. І. Лепшина // Молодий вчений. - 2015. - № 5. - С. 217-221.
2. Бойко А.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / А.І. Бойко, М.О. Свірень, С.І. Шмат, М.М. Ножнов. – К., 2003. – 203 с.
3. Ветохін В.І. Проектування та результати випробувань робочого органу для глибокого розпушення міжрядь цукрових буряків / В.І. Ветохін, П.О. Кутя // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосп. машин: Загальнодержавний міжвідомчий наук. - техніч. зб. – Кіровоград, 2009. - Вип. 39. – С. 423-433.
4. Ветохин В.И. Тягово-приводные комбинированные почвообрабатывающие машины: Теория, расчет, результаты испытаний: монография / В.И. Ветохин, И.М. Панов, В.А. Шмонин, В.А. Юзбашев. - К.: Феникс, 2009. – 264 с.
5. Кулен А., Куиперс Х., Современная земледельческая механика/ А. Кулен, Х. Куиперс. – М., Агропромиздат, 1986, с. 132–133.

6. Панов И.М. Физические основы механики почв: монография / И.М. Панов, В.И. Ветохин. – К.: Феникс, 2008. - 266 с.
7. Пат. 102878. UA, МПК А01В35/20 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності та клиновидності з антифрикційними пристосуваннями і зубцями для подрібнення ґрунту» / О.Б. Мелентьев, В.В.Непочатенко, О.С. Пушка, А.В. Войтік ; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 201504759; заявл. 18.05.2015; опубл. 25.11.15, бюл. №22
8. Пат. 103875. UA, МПК А01В15/00 «Плоскорізний плуг підвищеної стріловидності із збільшеною клиновидністю і зносостійкими наплавленнями» / О.Б. Мелентьев, С.П.Жорницький, В.В.Непочатенко, О.С. Пушка, А.В. Войтік ; заявник та власник Уманський національний університет садівництва №U 20150692; заявл. 20.04.2015; опубл. 12.01.16, бюл. №1
9. Пастухов В.І. Теоретичне дослідження кінематичного зв'язку між елементами системи «трактор – начіпний пристрій – ґрунтообробна машина» / В.І. Пастухов, В.П. Ольшанський, Г.В. Фесенко, С.М. Скофенко // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2008.– Вип. 75, Т. 2. – С. 5-11.
10. Пастухов В.І. Лабораторно-польові дослідження орного агрегату з різними варіантами начіпки / В.І. Пастухов, С.М. Скофенко, Г.В. Фесенко, О.М. Піскарьов, В.В. Качанов // Механізація сільськогосподарського виробництва: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – Харків, 2010.– Вип. 93. – С. 40-47.

LITERATURA

1. Belousov S.V. Plow blade design combined research and its traction resistance in machine-part unit / S.V. Belousov, A.I. Lepshyna // Young scientists. - 2015. - № 5. - P. 217-221.
2. Boyko A.I. New designs tillage and sowing machines / A.I. Boyko, M.O. Sviren, S.I. Pieces, N.M. Nozhnov. - K., 2003. - 203 p.
3. Vetohin V.I. Design and test results of the working body for deep loosening of rows of sugar beets / V.I. Vetohin, P.A. Kutya // Construction, agricultural production and operation. machines: A national interdepartmental science. - Technical. Coll. - Kirovograd, 2009. - Vol. 39. - P. 423-433.
4. Vetohin V.I. Trailer drive combined tillage machines: theory, calculations, test results: the monograph / V.I. Vetohin, I.M. Panov, V.A. Shmonin, V.A. Yuzbashev. - K.: Phoenix, 2009. - 264 p.
5. Kulen A., H. Kuipers. Modern agricultural mechanics / A. Kulen, H. Kuipers. - M. Agropromizdat, 1986, P. 132-133.
6. Panov I.M. Physical bases of mechanics of soils: a monograph / I.M. Panov, V.I. Vetohin. - K.: Phoenix, 2008. - 266 p.
7. Pat. 102878. UA, IPC A01V35 / 20 "Flat plow powerful sweep and wedge devices against friction and teeth for crushing the soil" / O.B.Melentyev, V.V.Nepochatenko, A.S.Pushka, A.V.Voytik; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 201504759; appl. 05/18/2015; publ. 11.25.15, Bul. №22
8. Pat. 103875. UA, IPC A01V15 / 00 "Flat plow powerful sweep and wedge devices against friction and wear-resistant surfacing" / O.B.Melentyev, S.P.Zhornitsky, V.V.Nepochatenko, A.S.Pushka, A.V.Voytik; the applicant and the owner of Uman National University of Horticulture №U 20150692; appl. 04/20/2015; publ. 01.12.16, Bul. №1
9. Pastukhov V. Theoretical studies kinematic connection between the elements of the "Tractor - mounted device - Tillage Machine" / V.I. Shepherds, V.P. Olshansky, G.V.

Fesenko, S.N.Skofenko // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2008.- Vol. 75, T. 2. - P. 5-11.

10. Shepherds V.I. Laboratory and field studies of the arable unit with different options nachipky / V.I.Shepherds, S.M.Skofenko, G.V.Fesenko, O.M.Piskarev, V.V.Rocking // Mechanization of agricultural production: Journal KNTUA them. Petro Vasilenko. - Kharkiv, 2010.- Vol. 93. - P. 40-47.

BACKGROUND GEOMETRICAL PARAMETERS FLATLY WORKING BODY DURING THE EXECUTION OF MANUFACTURING OPERATIONS PLOWING ON WATERLOGGED SOILS

Nepochatenko V.V., Melentyev O.B.

Summary

The article is a study of study of geometrical parameters of flat working body to carry out manufacturing operations in plowing wetlands soils.

One way to reduce the resistance movement of the plow is the creation of anti-friction devices. In analyzing the plows had identified a number of shortcomings.

The study formed the basis of original technical solutions in the design of tillage implements, which are protected by patents.

The introduction of advanced tools for plowing will save fuel while plowing by reducing energy consumption, use of effective, less power tractors, simplify and reduce the cost of manufacturing technology plows, plowing eliminate disadvantages design by changing the shape of the holes and protect them from killing ground.

Key words: Mechanical and technological properties, slip resistance, soils, (adhesion) layer, working bodies, the resistance movement of the plow.