МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра машиновикористання
та сервісу технологічних систем

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Готьє Богдан Олександрович

УДК 621.43: 631.31

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ КУЛЬТИВАТОРІВ ТА ПІДВИЩЕННЯ ЇХ ДОВГОВІЧНОСТІ

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Б.О. Готьє

Керівник роботи
Білецький Віктор Романович
к.т.н., доцент

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Готьє Б.О. Обґрунтування параметрів робочих органів культиваторів та підвищення їх довговічності. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

В кваліфікаційній роботі, на основі аналізу сучасного стану досліджуваного питання, проведено обґрунтування взаємозв'язку між властивостями базового матеріалу поверхні лапи та локального зміцнення, швидкісного режиму і величиною абсолютного зносу. Визначено геометричну форму леза лапи культиватора при зношуванні, також вплив цих параметрів на довговічність робочих органів.

Ключові слова: обґрунтування, робочий орган, лапа культиватора, довговічність, зміцнення, випробування, ґрунтове середовище.

SUMMARY

Gauthier B.O. Substantiation of parameters of working bodies of cultivators and increase of their durability. – Qualification work on the rights of the manuscript. Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – agroengineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2020.

In the qualification work, based on the analysis of the current state of the research question, the substantiation of the relationship between the properties of the base material of the paw surface and local hardening, speed and the amount of absolute wear. The geometric shape of the blade of the cultivator paw during wear is determined, as well as the influence of these parameters on the durability of the working bodies.

Key words: justification, working body, cultivator paw, durability, strengthening, testing, soil environment.

ЗМІСТ

стор.

Вступ……4

Розділ 1. Огляд літературних джерел з досліджуваного питання……6

1.1. Аналіз впливу конструкційних параметрів лап культиваторів на їх зношування……..7

1.2. Умови взаємодії культиваторної лапи з ґрунтом……..8

Розділ 2. Програма експериментальних досліджень……...10

2.1. Програма та методика експериментальних досліджень……10

2.2. Методи визначення основних характеристик та властивостей ґрунту…….11

2.3. Лабораторна установка дослідження тягового опору робочих органів культиваторів в ґрунтовому каналі……..17

2.4. Умови проведення досліджень робочих органів в ґрунтовому каналі…….19

Розділ 3. Виробничі дослідження зміцнених лап культиваторів……..20

3.1. Основні вимоги до випробування культиваторних лап……...20

3.2. Виробничі випробування культиваторних лап……23

Висновки……26

Список використаних джерел……..27

ВСТУП

Актуальність теми. З огляду на важливість якісного поверхневого обробітку ґрунту, перспективним напрямком розвитку ґрунтообробної сільськогосподарської техніки, є створення ефективних і надійних робочих органів. Забезпечення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин на науковому рівні, базується на традиційних статистичних моделях надійності, при цьому важливим є використання випадкових процесів, які відповідають певному виду пошкодження або руйнування робочих органів при виконанні агротехнологічних завдань.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження являється обґрунтування форми і параметрів зміцнення ріжучого леза лапи культиватора для підвищення їх довговічності. Виходячи з мети, сформульовані завдання дослідження:

- проаналізувати конструкції, умови експлуатації і характер зношування лап культиваторів та визначити ефективні напрямки підвищення їхньої довговічності;

- обґрунтувати раціональну форму лапи культиватора для забезпечення мінімальної швидкості зношування;

- провести випробування зміцнених культиваторних лап, та визначити вплив їхньої форми на характер зносу при взаємодії з ґрунтом.

Об’єкт дослідження – особливості зношування робочих органів культиваторів при їх взаємодії з ґрунтовим середовищем.

Предмет дослідження – зміцнені лапи культиваторів підвищеної довговічності.

Методи дослідження. Дослідження взаємодії лап культиваторів з ґрунтовим середовищем, проводилися виходячи з основних положень теорії зношування, фізики твердого та деформованого тіла. Зміна геометрії поверхні робочих органів, розглядалась з точки зору фізики пружно-пластичних деформацій твердого тіла. Експериментальні дослідження виконувались виходячи з теорії планування експерименту та теорії ймовірності. Лабораторні

дослідження виконані на розробленому обладнанні за допомогою експериментальних зразків. Обробіток отриманих результатів, проведено статистичними методами оцінки експериментальних даних, за допомогою стандартних комп'ютерних програм.

Перелік публікацій автора за темою дослідження. 1. Білецький В.Р., Готьє Б.О., Чорнолоз Б.П. До питання підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин / Наукові читання–2020: Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики, 5-6 березня 2020р. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. – С. 8-9. 2. Готьє Б.О., Чорнолоз Б.П. Підвищення надійності та довговічності робочих органів ґрунтообробних машин / Біоенергетичні системи: Матеріали 4 міжнародної науково-практичної конференції «Біоенергетичні системи». Частина 2, 29 травня 2020р. – Житомир: Поліський національний університет, 2020. – С. 93-94. 3. Чорнолоз Б.П., Готьє Б.О. Відновлення і зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин / Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020р. Житомир: Поліський національний університет, 2020. – С. 324-326.

Практичне значення отриманих результатів. Проведено обґрунтування взаємозв'язку між властивостями базового матеріалу поверхні лапи та локального зміцнення, швидкісного режиму і величиною абсолютного зносу. Отримані результати, дають можливість визначити геометричну форму леза лапи культиватора при зношуванні, також вплив цих параметрів на довговічність робочих органів.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів. Кваліфікаційна робота виконана на 30 сторінках, містить 1 таблицю, 11 рисунків. Список використаних джерел містить 34 праці.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ З ДОСЛІДЖУВАНОГО ПИТАННЯ

За різноманітністю робочих органів, що використовують у сільськогосподарському виробництві України, провідне місце займають культиватори, які використовують для рихлення ґрунту і знищення бур'янів, призначені для передпосівного обробітку та догляду за міжряддями сільськогосподарських культур [31].

Найбільшого розповсюдження в агропромисловому комплексі України отримали культиватори для міжрядного та суцільного обробітку ґрунту, що комплектують робочими органами, в залежності від призначення. Найбільш поширеними є робочі органи у вигляді стрілчастих лап, основні параметри яких регламентовані ОСТ 23.2.164-87 «Лапы и стойки» [27].

Робочі органи культиваторів працюють у досить важких умовах, саме тому з часом вони досягають граничного стану за значеннями основних параметрів. Серед основних із яких є, зростає кут загострювання, зменшується товщина леза лап та інше, що в свою чергу призводить до неповного підрізання бур'янів, порушення стійкості ходу по глибині та як наслідок збільшення тягового опору, а також перевитрату паливно-мастильних матеріалів.

Як свідчить аналіз результатів польових випробувань [20], строк служби стрілчастих лап культиваторів, залежно від умов експлуатації до вибракування, складає в межах 15...30га на одну деталь. При цьому, граничний лінійний знос леза до заточування, в середньому, складає 2...5мм. Суттєвою ознакою вибракування для стрілчастих лап також є зменшення ширини крил в середній частині до 36...38мм. При подальшому зменшенні цих розмірів відбувається різке зниження міцності і деформація лап, що є неприпустимим. Лапи можуть мати непрацездатний стан також і через зменшення ширини захвату, зносу хвостовика і поломок, але частка відмов із цих причин є незначною, у порівнянні з основними впливовими характеристиками [21].

Інтенсивність процесу зношування робочих органів культиваторів залежить від режимів зношування, абразивних властивостей ґрунту, властивостей зношуваної поверхні та інших факторів, що впливають на розвиток процесів зношування. Зміна розмірів і форми робочих поверхонь у більшості випадків погіршує функціонування робочих органів культиваторів, призводить до зниження їх працездатності [19].

Зміна інтенсивності зношування поверхонь робочих органів культиваторів, в залежності від напрацювання, відбувається, як правило, в результаті зміни умов тертя та питомого тиску. Отже, найбільше зношуються ті ділянки лап культиваторів, які піддаються тиску ґрунту.

1.1. Аналіз впливу конструкційних параметрів лап культиваторів на їх зношування.

Аналізуючи конструкції робочих органів культиваторів, можна сказати про досить широкий спектр їх конструкційного виконання в залежності від вимог та умов застосування. При цьому інтенсивність зношування суттєво залежить від параметрів культиваторних лап, форми та геометричних параметрів леза (кута заточування, товщини тощо). Крім того, значний вплив на зношування має конструкційне виконання – однорідність матеріалу лапи або наявність зміцнюючого твердосплавного шару або локального зміцнення [9].

Не зважаючи на велику кількість досліджень у напрямку підвищення ефективності використання ґрунтообробних робочих органів [1, 3, 5, 7, 8, 10, 11, 17, 19, 20, 21 та ін.], форма і геометрія леза поки що не отримали значного теоретичного і експериментального обґрунтування з точки зору зносу і агротехнічних вимог, що пред’являються до лап. Цим ускладняється вибір оптимальних значень параметрів при створенні нових робочих органів. Геометрична форма лапи має суттєвий вплив на знос та тяговий опір культиватора.

Проведений аналіз конструкцій робочих органів культиваторів та досліджень в напрямку підвищення їх довговічності дозволяє виділити ряд

теоретичних і практичних проблем, які на сьогодні є невирішеними і потребують ретельного пошуку інноваційних рішень в цьому напрямку. Насамперед, це стосується пошуку раціональних форм та ефективних методів зміцнення робочих поверхонь, що контактують з ґрунтом.

1.2. Умови взаємодії культиваторної лапи з ґрунтом.

Ґрунти України характеризуються основними фізико-механічними властивостями, а саме: механічний склад, густина ґрунту, вологість, шпаруватість, липкість, опір ґрунту зсуву тощо [4]. Перераховані властивості ґрунту, є чинником втрати працездатності робочих органів ґрунтообробних машин.

Культивація являється технологічною операцією, яка входить практично в усі технологічні процеси з передпосівного обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур, а також є досить важливим видом обробітку ґрунту при догляді за просапними культурами.

Підвищення довговічності робочих органів культиваторів, є важливим завданням при їх конструюванні та виготовленні, а також при виконанні технологічних процесів обробітку ґрунту.

Залежно від технологій та ґрунтово-кліматичних умов культиватори обладнують плоскорізальними чи розпушувальними лапами, а також спеціальними робочими органами. [24]. Затрати механічної енергії на обробіток ґрунту визначаються, видом руйнівних деформацій, який залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, геометричних і технологічних параметрів, кінематики робочих органів, їх розміщення, характеру зміцнення та інших показників [20].

Дослідженнями багатьох вчених встановлено, що форма, параметри та режими роботи ґрунтообробних робочих органів, в тому числі й культиваторів, визначають якісні показники і енергоємність процесу. Обґрунтуванню форми і параметрів ґрунтообробних робочих органів на сьогодні присвячені роботи

Л.Ф. Бабицького, Я.С. Гукова, А.С. Кушнарьова, І.А. Шевченка, А.І. Бойка, В.В. Ауліна, В.Ф. Пащенка, Б.А. Шелудченка та ін.

На думку А.С. Кушнарьова, від геометрії робочого органу залежить розподіл тиску на границі «робочий орган-ґрунт» і, як наслідок, полів напружень і деформації [22]. Розподілення тиску ґрунтового середовища на елементи робочої поверхні зумовлюють характер їх зношування, що виявляється у зміні початкових розмірних характеристик робочих органів ґрунтообробних машин. Реальне ґрунтове середовище являє собою дисперсну систему із нескінченного числа твердих ґрунтових часток і ґрунтових агрегатів, пов’язаних між собою міжагрегатними зв’язками різної природи [2]. Механічна міцність скелета ґрунту визначається кількістю площинок контакту між агрегатами. Відомо, що взаємодія ґрунтообробного робочого органу з ґрунтовим середовищем призводить до порушення початкової структури, спостерігається зміна його стану та фізико-механічних властивостей. Зокрема, зміна щільності ґрунту впливає не тільки на зміну показників агротехнічних вимог, але й на характер зношування [11].

Аналіз наукових робіт в яких висвітлені питання взаємодії робочих органів з ґрунтовим середовищем, зменшення зношування та підвищення енергетичних характеристик, свідчить про необхідність пошуку перспективних підходів, які дозволяють знизити зношування робочих поверхонь ґрунтообробних робочих органів, підвищити їхню довговічність, зменшити енергетичні витрати, що забезпечить покращення якісних показників обробітку ґрунту [1, 7, 8, 9, 15, 17, та ін.].

РОЗДІЛ 2 ПРОГРАМА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експериментальні дослідження стосовно тематики кваліфікаційної роботи, спрямовані на доповнення і перевірку адекватності математичної моделі процесу зношування леза лапи культиватора, з певними ділянками зміцнення, при їх взаємодії з ґрунтом та визначення оптимальних конструкційних та режимних параметрів.

У відповідності із програмою цих досліджень було потрібно:

- дослідити процес зношування поверхні локально зміцненого леза при взаємодії з абразивним ґрунтовим середовищем;
- провести дослідження конструкційних та режимних параметрів розробленої поверхні леза лапи культиватора.

Лабораторні випробування розроблених робочих органів культиваторів проводили з використанням відомих та розроблених методичних підходів.

2.1. Програма та методика експериментальних досліджень.

Програмою експериментальних досліджень передбачалося вирішення наступних завдань:

- проаналізувати вплив форми леза, параметрів локального зміцнення та режимів роботи на інтенсивність зношування ґрунтообробних робочих органів;
- встановити вплив конструкційних та режимних параметрів на величину зносу та тяговий опір зразків робочих органів за напрацюванням;
- виконати лабораторні дослідження впливу форми лапи з локальним зміцненням леза та режимів роботи на тяговий опір у порівнянні із серійною конструкцією стрілчастої лапи культиватора.

Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних умовах, отримана в результаті проведення експериментальних досліджень статистична інформація оброблялася аналітичними, графічними та графоаналітичними методами з використанням обчислювальної техніки та відповідних комп’ютерних програм.

2.2. Методи визначення основних характеристик та властивостей ґрунту.

Для визначення агрегатного складу ґрунту по діагоналі обробленої ділянки брали п'ять проб ґрунту масою не менше 2,5кг з шару, товщина якого дорівнює глибині ходу робочих органів культиватора. Відібрані проби ґрунту висушували до легко-сухого стану і просіювали через набір сит №20,25…0,5 по ГОСТ 3584—73 з круглими отворами 10; 7,5; 3; 2; 1; 0,5 і 0,25мм без струшування, нахиляючи їх в різні боки, поступово знімаючи сита одне за іншим, у міру проходу через кожне сито всіх дрібних ґрунтових агрегатів. Грудки ґрунту10 мм і більше з верхнього решета розподіляли вручну на три фракції: дрібні брили 30…50мм, брили – 50,1…100мм, великі брили – більше 100мм (рис. 2.1).

Рис. 2.1. Визначення структурно-агрегатного складу ґрунту.

Структурно-агрегатний склад ґрунту визначали для трьох варіантів: перший – до початку обробітку (контроль); другий – після обробітку серійними лапами з прямолінійною формою лез; третій – після обробітку експериментальними культиваторними лапами з криволінійною формою та локальним зміцненням леза.

Усі фракції зважували і підраховували їх відсоток відносно до маси зразка.

Відносну масу кожної фракції визначали за формулою (2.1):

$$\Phi = \frac{m}{M} \cdot 100\%, \qquad (2.1)$$

де m – маса ґрунту на кожному ситі;

M – загальна маса зразка.

Повне уявлення щодо співвідношення в ґрунті агрегатів різних фракцій неоднакової агрономічної цінності дає коефіцієнт структурності, який визначався відношенням агрономічно цінних агрегатів до суми фракцій макро- та мікро агрегатів за формулою (2.2):

$$K_{\text{стр}} = \frac{K_{0,25-10}}{K_{<0,25} + K_{>10}}, \tag{2.2}$$

де $K_{0,25-10}$ – відсоток вмісту агрономічно цінних фракцій ґрунту в пробі;

$K_{<0,25}$, $K_{>10}$ – відсоток вмісту фракцій ґрунту в пробі, відповідно менше 0,25мм та більше 10мм.

Проби на вологість відбирали буром в місцях, розташованих по діагоналі ділянки в п’ятикратній повторності. Глибина відбирання проб встановлювалася відповідно глибині обробітку ґрунту культиваторними лапами. Зразки ґрунту з відповідного шару висипали на спеціальний металевий лист, перемішували та засипали в два алюмінієвих стаканчики. Відібрані проби ґрунту масою 30…40г зважували і сушили в шафі на протязі восьми годин при температурі 105С°.

Зразки з пробами після сушіння через 15…20хв. зважували і визначали вологість ґрунту за формулою (2.3):

$$W_{\text{с}} = \frac{m_{в} - m_{\text{с}}}{m_{\text{с}}} \cdot 100\%, \tag{2.3}$$

де $m_{в}$ і $m_{с}$ – маса, відповідно, вологого та абсолютно сухого ґрунту , кг.

Твердість ґрунту визначали в місцях визначення вологості за допомогою ґрунтового твердоміра системи Ревякіна (рис. 2.2).

Рис. 2.2. Визначення твердості ґрунту на досліджуваній ділянці.

Проби на щільність ґрунту відбирали в зоні місць визначення твердості та вологості ґрунту. Глибина визначення щільності ґрунту встановлювалася в залежності від глибини обробітку ґрунту. Проби відбирали спеціальним буром. Стакан буру з ґрунтом зважували, після чого ґрунт висипали, перемішували і відбирали зразки для визначення вологості. Зразок ґрунту зважували, висушували при температурі 105°С до постійної маси. По масі проби до висушування та масі абсолютно сухого ґрунту після сушки визначали масу абсолютно сухого ґрунту в об’ємі всього стакану буру. Об’єм взятого зразка ґрунту визначали множенням площі ріжучої частини бура на його висоту. Розділивши масу абсолютно сухого ґрунту на об’єм зразка отримали об’ємну масу в г/см^3 (2.4):

$$\rho = \frac{b}{V}, \text{ г/см}^3, \qquad (2.4)$$

де b – маса абсолютно сухого ґрунту, г;

V – об’єм зразка взятої проби, см^3.

Глибину обробітку ґрунту вимірювали бороздоміром по борозні, утвореній робочими органами культиватора або по сліду проходу його стійки, для цього у місцях вимірювання борозну очищали від насипу. Кількість вимірювань по кожному обліковому проходу не менше 50. Похибка вимірювання глибини не більш ± 1,0см. Дані вимірювань обробляли методом математичної статистики.

Для дослідження зношування зразків робочих органів культиваторів в ґрунтовому абразивному середовищі, в залежності від параметрів леза та локального зміцнення, використовували розроблений лабораторний стенд, загальний вид якого представлено на рис. 2.3.

За допомогою розробленого лабораторного стенду, створюється швидкісний режим лапи, подібно до реальних умов експлуатації. При цьому, з’являється можливість отримання достовірних результатів дослідження зношування та формоутворення профілю локально зміцненої поверхні леза, зміни тягового опору при зношуванні та змінних показниках глибини обробітку ґрунту.

Рис. 2.3. Загальний вид лабораторного стенду для випробування робочих органів ґрунтообробних машин.

Схема розробленого лабораторного стенду наведена на рис. 2.4. Використання лабораторного стенду, дає змогу імітувати реальні умови роботи досліджуваного зразка робочого органу, оскільки якісний обробіток ґрунтів суттєво залежить від стану робочих органів ґрунтообробних машин. Отримані при цьому результати дають можливість правильно підійти до вибору методів зміцнення ріжучих лез культиваторів, провести вибір та обґрунтування технологічних режимів обробітку ґрунту.

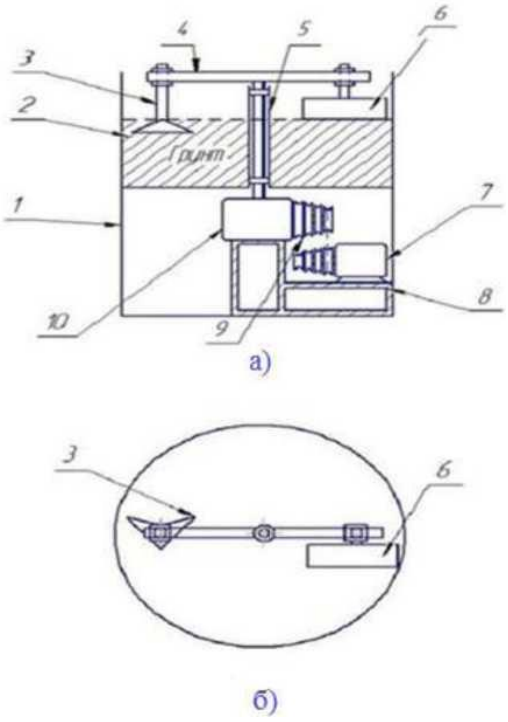


Рис. 2.4. Стенд для випробування робочих органів ґрунтообробних машин: а) – вид збоку; б) – вид зверху.

1 – рама; 2 – ґрунтовий канал; 3 – дослідний робочий орган; 4 – напрямна; 5 – вихідний вал; 6 – ущільнюючий каток (вирівнювач); 7 – електродвигун; 8 – напрямні; 9 – варіатор; 10 – редуктор.

Технічна характеристика стенду наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

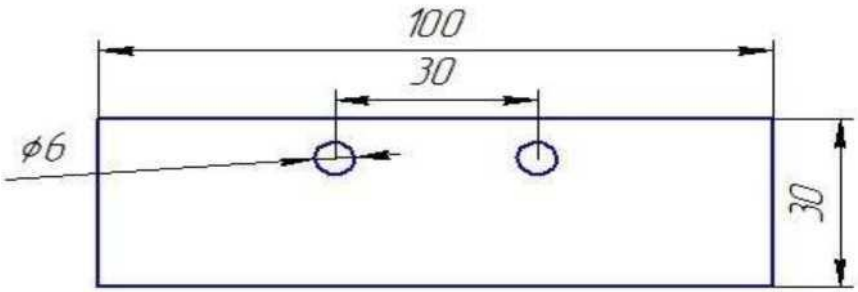
Технічна характеристика стенду для дослідження зразків робочих органів ґрунтообробних машин

№ п/п	Параметри	Значення
1.	Зовнішній діаметр ґрунтового каналу, м	1,0
2.	Глибина шару ґрунту в каналі, м	0,35...0,40
3.	Швидкість руху напрямної, м/с	0,5...1,5
4.	Потужність електродвигуна, кВт	4,0
5.	Число обертів двигуна, об/хв	700

Для виконання лабораторних досліджень, підібрали монометалеві зразки розміром 30х100мм та товщиною 6мм зі сталі 65Г (ГОСТ 14959) (рис. 2.5).

Дослідження експериментальних зразків з сталі 65Г проводили для шляхів тертя до настання граничного зносу леза. Контрольні вимірювання поточних значень зносу зразків проводили через кожні 20км шляху тертя. Контролювали: ваговий знос, лінійний знос по осі локального зміцнення по відношенню до базової поверхні зразка, зміну загострення та форми леза при зношуванні.

Значення зносу дослідних зразків контролювали ваговим методом за допомогою електронних ваг з точністю вимірювання до 0,5г, а значення зносу локальних областей зміцнення – лінійним методом за допомогою електронного штангенциркуля – точність вимірювання до 0,5мм та електронного мікрометра з точністю вимірювання 0,001мм.



а)

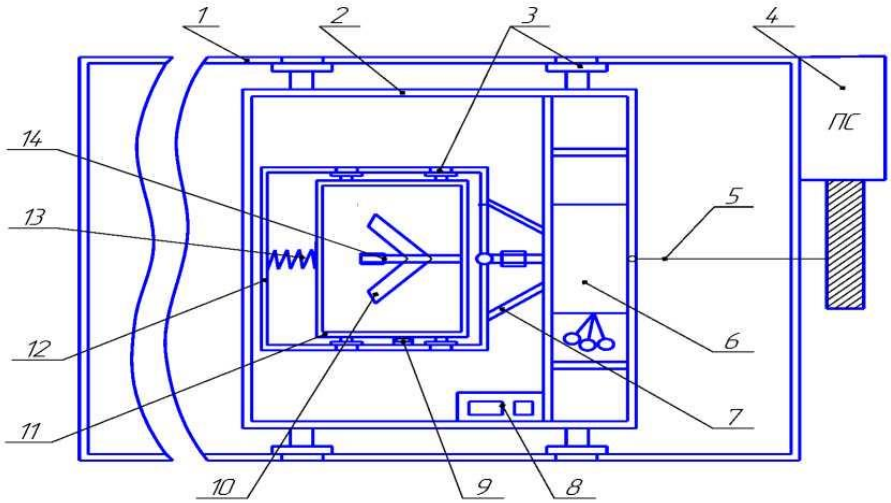
б)

Рис. 2.5. Зразки для проведення досліджень на зношування в абразивному середовищі: а – схема зразку різального елементу; б – загальний вид зразку різального елементу лапи.

В якості абразивного робочого середовища в ґрунтовому каналі лабораторного стенду використовували кварцовий пісок вологістю 5...7%.

2.3. Лабораторна установка дослідження тягового опору робочих органів культиваторів в ґрунтовому каналі.

Лабораторні дослідження розроблених та серійних конструкцій культиваторних лап проводилися у переобладнаному ґрунтовому каналі спеціальної лабораторії. Загальний вид ґрунтового каналу для випробувань ґрунтообробних робочих органів представлено на рис. 2.6.



а)

б)

Рис. 2.6. Експериментальна установка в ґрунтовому каналі для проведення випробувань ґрунтообробних робочих органів: а) схема каналу; б) загальний вигляд. 1 – рейкові напрямні; 2 – основна рама; 3 – опорні ролики; 4 – приводна станція; 5 – канат; 6 – система керування; 7 – начіпна система; 8 – вимірювальна система; 9 – датчик фіксації лінійних переміщень; 10 – робочий орган, що досліджується; 11 – начіпна рухома рама; 12 – нерухома рама; 13 – пружина; 14 – гряділь.

Рама 2, на напрямних роликах 3, привідною станцією 4 та канатом 5, має можливість переміщатися в повздовжньому напрямку з реверсуванням. Приводна станція 4 забезпечує зміну робочої швидкості руху каретки з встановленими на ній робочими органами, що досліджуються, в межах від 0,5 до 2,6м/с при змінній глибині ходу робочих органів в ґрунтовому середовищі. Глибина ходу дослідних робочих органів встановлюється аналогічно до серійних культиваторів – переміщенням стійки лапи та фіксації в певному положенні відносно грядиля.

Під час руху пересувного візка експериментальної установки 2, заглиблена на визначену глибину культиваторна лапа 10 сприймала силу опору від дії ґрунту, яка фіксувалося тензодатчиками, що встановлювалися на стійці лапи (рис. 2.7). Сигнали від тензодатчиків поступали на вхід вимірювального комплексу 8 з наступною обробкою статистичної інформації за досліджуваними варіантами.

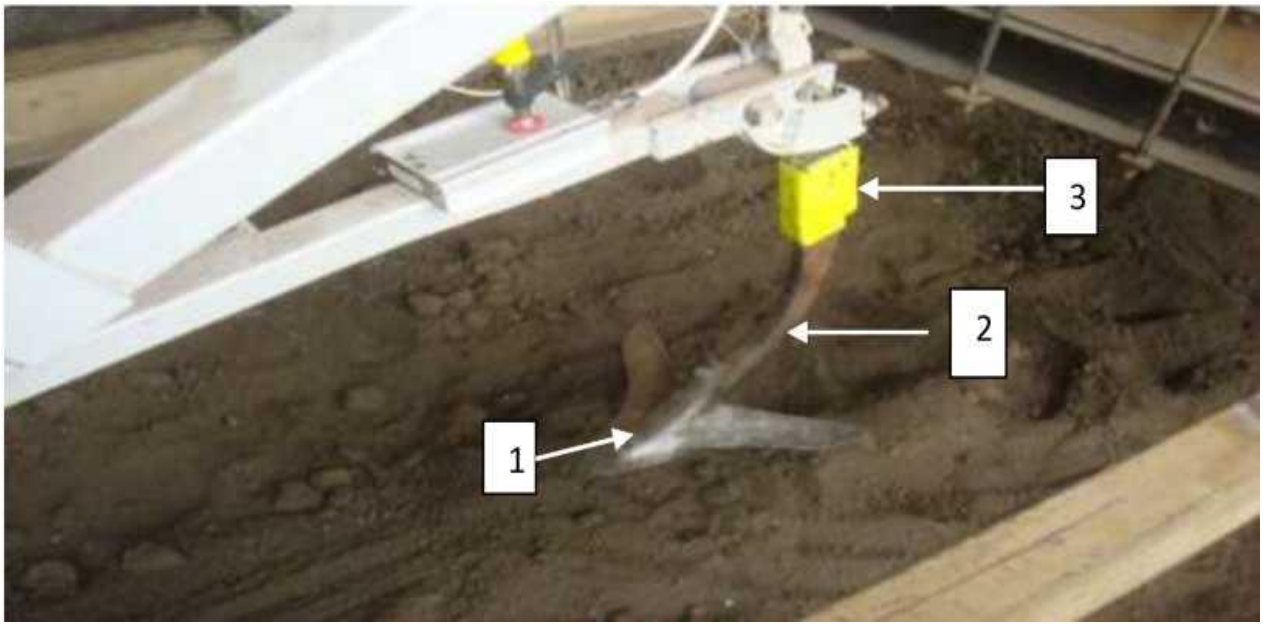


Рис. 2.7. Тензометрична стійка лапи культиватора для вимірювання витрат на тертя: 1 – лапа; 2 – стійка; 3 – тензодатчики.

2.4. Умови проведення досліджень робочих органів.

Перед проведенням досліджень тягового опору дослідних лап культиваторів ґрунт в каналі перекопувався, вирівнювався і заливався водою з наступною витримкою протягом двох тижнів для доведення ґрунту до вологості 20…22%, що рекомендовано агротехнічними вимогами для проведення культивації. Дослідна ділянка ґрунтового каналу поділялася на 3 частини. Реєстрація значень тягового опору робочих органів культиваторів визначалася на середній ділянці – ділянці сталого руху. Крайні ділянки використовувалися для усунення похибки впливу нерівномірності швидкості руху, коли відбувається розгін та гальмування експериментальної установки. При цьому робоча швидкість установки була прийнята 0,5; 0,75 і 1,0м/с. Глибина обробітку ґрунту при проведенні досліджень складала 0,06; 0,09 і 0,12м.

За результатами проведених експериментів визначалися наступні показники:

- тяговий опір культиваторних лап, Н;
- середнє та середнє квадратичне відхилення за варіантами;
- похибку експерименту.

Повторюваність експериментів для отримання вірогідних результатів дорівнювала трьом.

РОЗДІЛ 3. ВИРОБНИЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІЦНЕНИХ ЛАП КУЛЬТИВАТОРІВ

3.1. Основні вимоги до випробування культиваторних лап.

Вимоги до виконання технологічного процесу культивації в останні роки суттєво зросли. Окрім того, що ставляться високі вимоги до якості кришіння структурних елементів ґрунту, важливими є і вимоги дотримання агрономічно обґрунтованої глибини обробітку. Тобто наведені вимоги, досить важливі для отримання дружних сходів сільськогосподарських культур.

Культивація залишається основним способом передпосівної підготовки ґрунту, за винятком тих випадків, коли в аграрних господарствах сповідується філософія No-till, де домінують інші процеси розущільнення і структуризації ґрунту, побудовані на природних механізмах.

Дослідження робочих органів культиваторів, були проведені з метою встановлення закономірностей зношування лап, леза яких піддавались локальному зміцненню твердосплавним матеріалом, електродом Т-590 спеціально призначеному для зміцнення лез, які виконують певну роботу в абразивному середовищі, розроблені Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України [29, 34].

Порівняльні дослідження робочих органів культиваторів, проводились протягом 2019-2020 років у аграрних господарствах різних форм власності Житомирської області. Проводились порівняння культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту типу УСМК-5,4 та культиваторів для суцільного обробітку ґрунту типу КПС-4, що агрегатувались з трактором МТЗ-1221. Визначався знос дослідних зразків культиваторних лап в польових умовах.

При проведенні досліджень на культиваторі для міжрядного обробітку ґрунту, лапи встановлювали в певній послідовності (рис. 3.1).

На культиваторі КПС-4, робочі органи різних видів встановлювали полосами для рівномірного обробітку та аналізу.

Рис. 3.1. Встановлення експериментальних та серійних лап на культиваторі УСМК-5,4.

Для виробничих випробувань вибрано важкооброблювані ґрунти з великою щільністю. Досліджувані машинно-тракторні агрегати, рухались з різними швидкостями, відповідно агротехнічних вимог до певного виду обробітку ґрунту. Культивація проводиться, зазвичай на глибину до 12см та зі швидкістю руху від 7 до 10км/год. Інші показники ґрунту, оцінювались у відповідності нормативних вимог.

Контроль величини зносу дослідних зразків культиваторних лап проводився через певне напрацювання. Для якісного обробітку ґрунту, забезпечення виконання всіх вимог які ставляться до робочих органів, проведенні необхідні обстеження і заміри різальних лез.

Визначення лінійного зносу виконувалось за відомою методикою, застосовувалось відповідне обладнання рис. 3.2 [24].

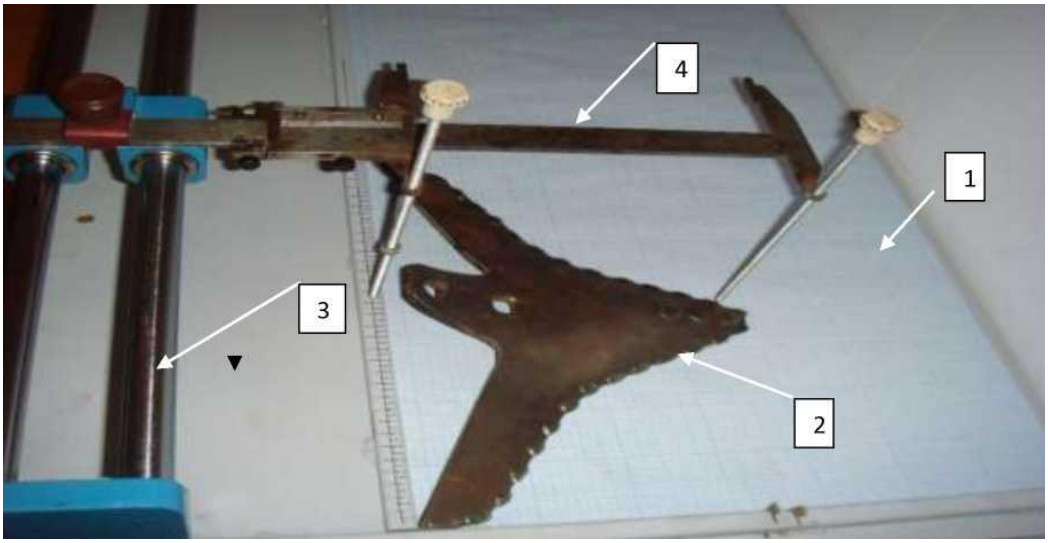


Рис. 3.2. Обладнання вимірювання зносу леза лап:
1 – основа; 2 – експериментальна лапа; 3 – направляюча; 4 – вимірювальний пристрій.

Вимірювання проводили в наступній послідовності:

- для орієнтиру, вимірювали серійну лапу культиватора;

- проводимо порівняння показників після відповідного обробітку ґрунту.

Провівши аналіз, можна зробити висновок, що зміцнена лапа менше піддається зношуванню ніж серійна.

Виробничі дослідження проведено у відповідності СОУ 74.3-37-155:2004. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для обробітку ґрунту. Методи випробовувань [32]. Визначались основні показники:

- глибина обробітку, см;

- якість рихлення,%;

- підрізання рослин бур’янів,%.

Отримані результати використані для побудови графіка який показує динаміку зміни зносу, а також форми лап культиватора в процесі виробничих випробувань (рис. 3.3).

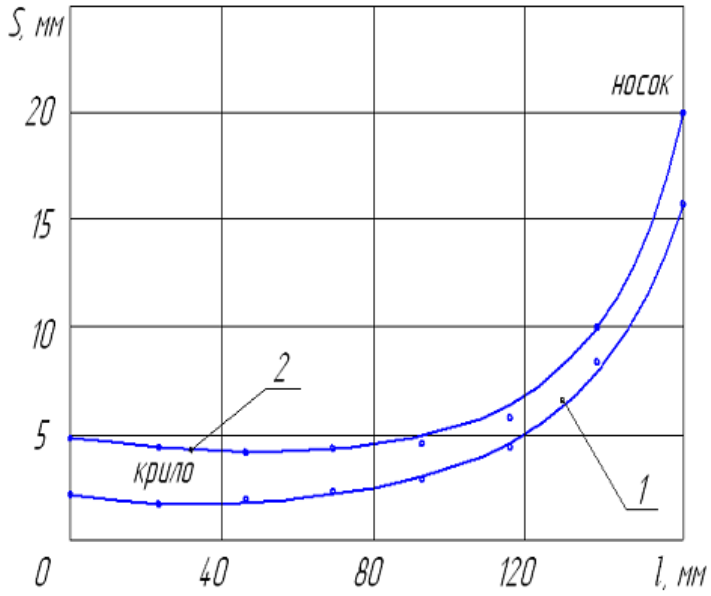


Рис. 3.3. Динаміка зміни лінійного зносу культиваторних лап по довжині леза: 1- експериментальна лапа; 2 – серійна стрілчаста лапа.

Отримані результати вказують на правильність обраного напряму та методики проведення досліджень. Вимоги до проведення культивації, чи то спрямованої на суцільний обробіток ґрунту, чи на міжрядний, були і залишаються високими, а виробничі випробування засвідчили високу ефективність.

3.2. Виробничі випробування культиваторних лап.

Виробничі випробування якості виконання технологічного процесу обробітку ґрунту серійними та експериментальними лапами проводили застосуванням культиваторного агрегату у складі трактора МТЗ-1221 та культиватора для суцільного обробітку ґрунту КПС-4.

Агротехнічну оцінку роботи експериментальних культиваторних лап з криволінійним профілем та локальним зміцненням леза проводили згідно розробленої програми та методики випробувань.

При визначенні ефективності роботи культиваторних лап, важливим показником є ступінь кришіння поверхневого шару ґрунту, що обумовлює формування оптимальних умов для розвитку культурних рослин. При

проведенні досліджень якісні показники роботи культиваторних лап оцінювали коефіцієнтом структурності ґрунту, який дає повне уявлення про співвідношення в ґрунті агрегатів різних фракцій неоднакової агрономічної цінності.

За результатами проведених досліджень було встановлено склад агрономічно цінних агрегатів чорнозему в залежності від обробітку ґрунту експериментальними та серійними робочими органами культиватора. Так, кількість частинок розміром від 0,25 до10мм, які забезпечують повноцінний розвиток рослин після обробітку серійними лапами склала 59,37%, а після обробітку експериментальними – 73,46%, що більше в 1,24 рази у порівнянні із стандартними лапами. Загальний аналіз даних за коефіцієнтом структурності ґрунту показав, що після обробітку ґрунту експериментальними лапами коефіцієнт структурності ґрунту збільшується в 1,44 рази у порівнянні з обробітком ґрунту серійними лапами.

Визначали якість підрізання бур'янів. Результати досліджень вказують на те, що експериментальні культиваторні лапи мають більший відсоток знищених бур'янів 89…98%, у порівнянні з серійними лапами 85,9%, в діапазоні швидкостей руху культиваторного агрегату від 0,5 до 2,0м/с.

Залежність ступеня підрізання бур'янів експериментальними культиваторними лапами від швидкості руху представлена на рис. 3.4.

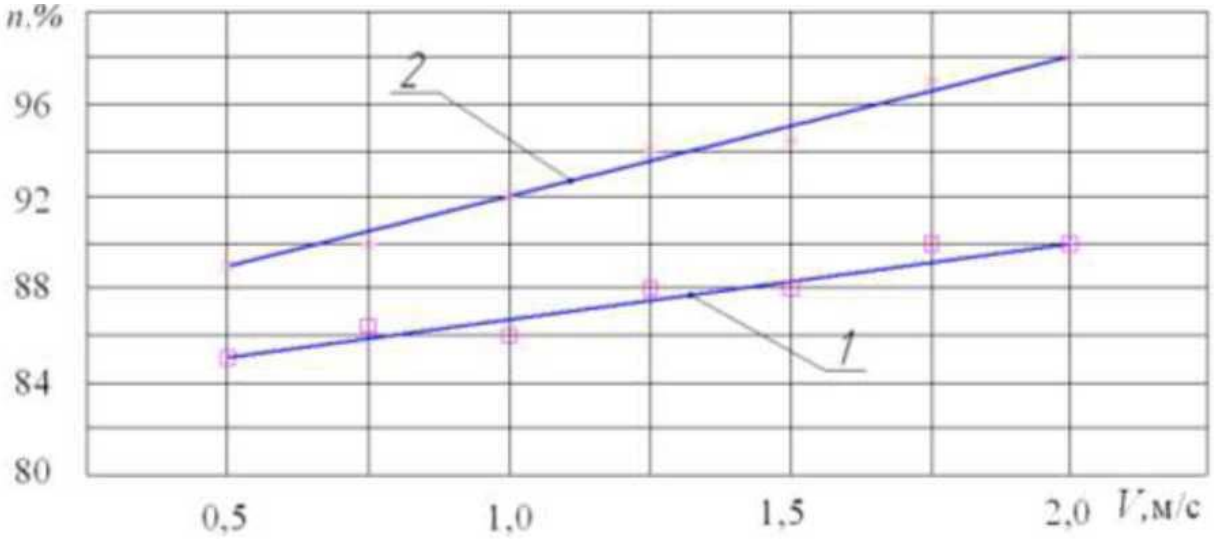


Рис. 3.4. Залежність ступеня підрізання бур'янів від швидкості руху культиватора: 1 – серійна стрілчаста лапа; 2 – експериментальна лапа.

Отримані результати досліджень, за основними показниками, вказують на перевагу зміцнених лап культиваторів. При цьому, ефективність роботи експериментальних лап у порівнянні із серійними, спостерігається на всіх досліджуваних робочих швидкостях культиватора.

Дослідженнями встановлено, що рівномірність руху по глибині експериментальних культиваторних лап краща у порівнянні з серійними робочими органами в середньому в 1,4 рази, що можна пояснити головним чином завдяки раціональній геометричній формі леза лапи. Залипання культиваторних лап ґрунтом не спостерігалося.

Для отримання достовірних результатів комплекти робочих органів серійних та експериментальних лап, встановлювали на один і той же культиватор та виконувався певний вид обробітку, в залежності від типу культиватора, на однакових ділянках поля.

ВИСНОВКИ

1. Проведено огляд навчальної та наукової літератури за темою кваліфікаційної роботи та за результатами, сформульовано актуальність, мету та задачі досліджень, визначено предмет і об’єкт досліджень.

2. Розроблено програму та методику лабораторних та виробничих досліджень лап культиваторів, з метою оцінки їхньої зносостійкості та довговічності.

3. Методика прискорених випробувань різальних зразків культиваторних лап дозволяє скоротити час на проведення досліджень, а використані вимірювальні прилади дозволяють встановити закономірність процесу зношування лап.

4. При проведенні лабораторних досліджень на зношування, запропоновано використати розроблений стенд випробування робочих органів ґрунтообробних машин.

5. Виробничі дослідження, які виконані в умовах аграрних підприємств з використанням серійних культиваторів, повністю підтвердили запропоновану для проведених досліджень гіпотезу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Алфьоров О.І. Динамічні характеристики пружної підвіски робочих органів ґрунтообробних агрегатів. Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Харків, 2015. Вип. 163: Проблеми надійності машин та засобів механізації с.-г. вир-ва. С. 174–177.

2. Алфьоров О.І. Прогнозування і управління надійністю систем при пуассонівському потоці навантажень. Крамаровські читання: збірник тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. 2019 р., м. Київ. Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. С. 329–331.

3. Алфьоров О.І., Антощенков Р.В., Юр'єва Г.П. Експериментальне дослідження коливань робочих органів культиватора на пружній стійці. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 9. № 2. P. 129–132.

4. Алфьоров О.І., Гринченко О.С. Прогнозування показників механічної надійності за результатами прискорених випробувань. Вісник Харків. нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Харків, 2013. Вип. 133: Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному вир-ві. – С. 255–261.

5. Аулін В.В. Самозагострювання різальних елементів ґрунтообробних і землерийних машин в умовах зміцнення їх робочих поверхонь / В.В. Аулін, С.О. Карпушин, А.А. Тихий // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: Сборник научных трудов. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Вып. 57 – С. 188-194.

6. Аулін В.В. Стан питання зносу композиційних матеріалів і покриттів. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. – Харків: ХНТУ, 2005. – Вип. 40. – С. 82–86.

7. Бернштейн Д.Б. Оцінка можливості самозагострювання ґрунторіжучих елементів при абразивному зношуванні / Д.Б. Бернштейн // Трактори та сільгоспмашини. – 1985. – № 6. – С. 15–19.

8. Бойко А.И. Упрочнение лезвий, как метод управления их геометрической формой при изнашивании / А.И. Бойко, А.В. Балабуха // Вісник Харківського технічного університету сільського господарства. – Харків: ХДТУСГ. – 2000. – Вип. 4. – С. 49-56.

9. Василенко М. Перспективи застосування локального зміцнення при виготовленні і відновленні робочих органів / М. Василенко // Техніка АПК – К., 2008. – №1. – С. 29-31.

10. Василенко М. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.propozitsiya.com/?page=146&itemid=4063.

11. Василенко М.О. Підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних сільськогосподарських агрегатів / М.О. Василенко // Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму «Теорія і практика розвитку АПК». – Львів, 2006. С. 324–328.

12. Василенко П.М. Введение в земледельческую механику. – Киев: Сільгоспосвіта, 1996. – 252с.

13. Горячкин В.П. Земледельческая механика. Собрание сочинений. – М.: Колос, 1968. – Т.1. – 720с.

14. Гринченко А.С. Механическая надежность мобильных машин: Оценка, моделирование, контроль. – Харків: Віровець А.П. «Апостроф», 2012. – 259с.

15. Гринченко А.С. Модели прогнозирования прочностной надежности элементов машин при однократном разрушении. Вісник Харківського держ. техн. ун-ту сіл. госп-ва. Харків, 2000. – Вип. 4: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. – С. 21–27.

16. Гринченко О.С., Алфьоров О.І. Прогнозування показників механічної надійності за результатами прискорених випробувань. Вісник Харківського нац. техн. ун-ту сіл. госп-ва ім. П. Василенка. Харків, 2013. – Вип. 133: Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному вир-ві. – С. 255–261.

17. Кобець А.С., Пугач А.М. Методи і способи підвищення зносостійкості робочих органів культиваторів. Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. №1, 2010. – С. 61–63.

18. Ковальчук Ю.О. Застосування лазерного зміцнення сталі 65Г для підвищення зносостійкості робочих органів ґрунтообробних знарядь / Ю.О. Ковальчук, В.В. Кравченко // Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація, 2012. – Вип. 25. – ч. І. – С. 74-80.

19. Козаченко О.В. Обґрунтування режимів роботи культиватора з удосконаленими робочими органами / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип 103. – С.279-284.

20. Козаченко О.В. Дослідження конструкцій і режимів роботи робочих органів культиваторів / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль // Техніка і енергетика АПК: Науковий вісник НУБіП України. – Київ: НУБіП, 2010. – Вип. 144, ч. 4. – С. 122-127.

21. Козаченко О.В., Зміна форми леза ґрунтообробних знарядь при зношуванні / О.В. Козаченко, О.М. Шкрегаль, В.С. Каденко/ Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 45, ч. І. – Кіровоград: КНТУ, 2015. – С.21-26.

22. Кушнарев А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. Киев: Урожай, 1989. – 144с.

23. Легкодух Н. Надійність техніки для обробітку ґрунту / Н. Легкодух, В. Кучеренко, О. Савицька // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць. – Випуск 11 (25). – Дослідницьке, 2008. –С. 248 – 255.

24. Легкодух Н.Ф. Аналіз показників надійності техніки вітчизняного виробництва для обробітку ґрунту / Легкодух Н.Ф., Кучеренко В.Г., Савицька О.М. // Вісник Харківського НТУСГ ім. П. Василенка: Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва – Випуск 80. – Харків, 2009. – С. 46 – 52.

25. Методичні вказівки щодо виконання та захисту випускних кваліфікаційних робіт для здобувачів вищої освіти зі спеціальності 208 «Агроінженерія». – Житомир: ЖНАЕУ, 2020. – 46с.

26. Міцність та надійність машин / В.Я. Анілович та ін. Київ: Урожай, 1996. – 288с.

27. ОСТ 23.2.164-87 Лапы и стойки культиваторов. Общие технические условия. [введен в действие 01.07.88]. – 35с.

28. Положення про кваліфікаційні роботи у ЖНАЕУ. – Житомир: ЖНАЕУ, 2019. – 10с.

29. Пугач А.М. Обґрунтування параметрів культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Пугач А.М. – Вінниця, 2010. – 20с.

30. Сідашенко О.І. Ремонт машин та обладнання: Підручник. / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Агроосвіта, 2014. –665с.

31. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: «Агроосвіта», 2015. – 679с.

32. СОУ 74.3-37-155:2004. Випробування сільськогосподарської техніки. Машини і знаряддя для обробітку ґрунту. Методи випробовувань. [введ. 24.12.2004 р.] Київ Мінагрополітики України 2006 – 105с.

33. Черновол М.І. Надійність сільськогосподарської техніки: підруч. / М.І. Черновол, В.Ю. Чекун, В.В. Аулін та ін. – Кіровоград: КОД, 2010. –320с.

34. Шкрегаль О.М. Обґрунтування параметрів процесу і енергозберігаючих робочих органів культиваторів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Шкрегаль О.М. – Харків, 2011. – 19с.