

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінженерії та автомобільного транспорту

ЗВІТ

Про роботу проблемної лабораторії (на громадських засадах)

«Дослідження робочих органів за біонічною подібністю ресурсозберігаючих
грунтообробних та посівних сільськогосподарських машин»

на тему: «Дослідження впливу конструкційно-експлуатаційних параметрів
лемішного підгортача із стрілчастою лапою на тяговий опір робочого органу»

Виконавці: здобувачі вищої освіти
за ОПП Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
спеціальності 208 Агроінженерія
освітнього ступеня «магістр»

Керівник: к.т.н., доцент Сергій ЛЯШЕНКО

Полтава – 2023 року

РЕФЕРАТ

Робота виконана на тему: «Дослідження впливу конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою на тяговий опір робочого органу».

Метою проведеної роботи є дослідження впливу конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою на тяговий опір робочого органу.

Об'єктом дослідження роботи є конструкційно-експлуатаційні параметри лемішного підгортача із стрілчастою лапою.

Предметом досліджень є технологічний процес вирощування картоплі на присадибних ділянках.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження шляхом визначення питомого опору ґрунтообробного знаряддя. Практичні способи вирощування культури в умовах присадибної ділянки. Встановлення норм та технічного забезпечення процесів з використанням відомих методів моделювання на підставі основних положень вищої математики та землеробської механіки.

Звіт містить аналіз стану питання, методику та основні методи обґрунтування впливу конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою на тяговий опір робочого органу, результати теоретичних досліджень технології вирощування картоплі, рекомендації щодо практичної реалізації розробки, загальних висновків і пропозиції, список використаних джерел [1].

Ключові слова: ЛЕМІШНИЙ ПІДГОРТАЧ, КОНСТРУКЦІЙНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПАРАМЕТРИ, ТЕХНОЛОГІЯ, КАРТОПЛЯ, МЕХАНІЗОВАНИЙ КОМПЛЕКС, МОТОКУЛЬТИВАТОР.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Аналіз агротехнічних умови вирощування картоплі	10
1.2. Аналіз технології вирощування картоплі	12
1.3. Аналіз моделей засобів малої механізації для виконання технологічних операцій в умовах присадибної ділянки	13
1.4. Аналіз начіпного обладнання для рядкового пригортання картоплі.....	16
1.5. . Висновки за розділом 1	19
2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
2.1. Програма досліджень.....	20
2.2. Методика лабораторних досліджень по визначенню оптимальних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою	21
2.3. Планування експерименту	25
2.4. Методика визначення якісних показників при проведенні лабораторних досліджень.....	29
2.5. Методика визначення характеристик стану та умов проведення польових досліджень.....	32
2.6. Висновки за розділом 2	32
3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	33
3.1. Складання технологічної карти на садіння картоплі	33
3.2 Результати лабораторних досліджень лемішного підгортача із стрілчастою лапою.....	35
3.3. Результати перевірки адекватності експериментальної моделі процесу рядкового підгортання картоплі дослідним лемішним підгортачем із стрілчастою лапою	39
3.4. Результати лабораторних досліджень з визначення якісних показників роботи лемішного підгортача із стрілчастою лапою.....	40
3.5. Висновки за розділом 3.....	42

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	43
4.1. Рекомендації щодо практичної реалізації результатів досліджень	43
4.2. Екологічна експертиза	44
4.3 Охорона праці	48
4.4. Техніко-економічне обґрунтування результатів досліджень	54
4.5. Висновки за розділом 4	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	63
ДОДАТКИ.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. Картопля – одна з найбільш продуктивних сільськогосподарських культур, характерних для вирощування в помірній зоні. В агропромислових і фермерських господарствах, на городах і дачних ділянках України щороку вирощується близько 19,5 млн тон картоплі. Проте, знаходячись за показником валового виробництва на третьому місці в Європі, за урожайністю Україна посідає одне з останніх місць. Основними факторами, що призвели до такого стану – є невміле та неефективне використання сортового потенціалу картоплі. На значних площах під картоплею переважають старі сорти, районовані понад 20 років тому, або картопля масової репродукції.

Основне виробництво картоплі знаходиться у господарствах населення. Минулого року частка виробленої картоплі в сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах становила 3% від загального обсягу продукції. Як наслідок, натуральне господарство не дозволяє застосовувати інноваційні технології виробництва. Якщо в сільськогосподарських підприємствах урожайність бульби становила 17,5 т/га, то в особистих селянських господарствах – лише 14,3 т/га. Проте посівні площі в агроформуваннях нинішнього сезону зменшилися. Цього року підприємства вирощують картоплю на площі 29,8 тис. га, що на третину менше від минулорічної.

Метою роботи є дослідження впливу конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою на тяговий опір робочого органу.

У відповідності до поставленої мети необхідно вирішити наступні основні задачі:

1. Дослідним шляхом встановити тяговий опір робочого органу для рядкового пригортання картоплі;
2. Розробити операційну технологію рядкового пригортання картоплі та адаптувати її в технологічну карту на вирощування картоплі в умовах присадибної ділянки застосувавши лемішний підгортач із стрілчастою лапою;

3. Провести техніко-економічне обґрунтування доцільності використання запропонованого лемішного підгортача із стрілчастою лапою.

Об'єктом дослідження роботи є конструкційно-експлуатаційні параметри лемішного підгортача із стрілчастою лапою.

Предметом досліджень роботи є технологічний процес вирощування картоплі на присадибних ділянках.

Методи досліджень. Теоретичні дослідження шляхом визначення тягового опору робочого органу для рядкового пригортання картоплі методом статистичного оцінювання. Практичні способи вирощування культури в умовах присадибної ділянки. Встановлення норм та технічного забезпечення процесів з використанням відомих методів моделювання на підставі основних положень вищої математики та землеробської механіки.

Наукова новизна роботи полягає у наступному:

- розроблена методика визначення залежності тягового опору робочого органу від глибини обробітку та швидкості руху із застосуванням методів статистичної оцінки;
- розроблена класифікація малолітражних засобів малої механізації в сільському господарстві та запропонована методика обґрунтування їх використання;
- отримано технологічну карту на вирощування картоплі із застосуванням малолітражної техніки.

Практичне значення роботи полягає в розробленні методики застосування малолітражної техніки при вирощуванні картоплі та методики застосування існуючих засобів малої механізації з навісним обладнанням. Розроблені рекомендації щодо налаштування конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою на виконання технологічного процесу рядкового пригортання картоплі з наменшим тяговим опороом без зміни якісних показників обробітку.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Аналіз агротехнічних умови вирощування картоплі

У першу чергу, приділіть увагу вибору місця під посадку картоплі. Найпоширенішою помилкою більшості дачників є те, що картопля висаджується багато років поспіль на одних і тих же грядках, а всі ми прекрасно знаємо, що місце періодично потрібно змінювати.

Перед тим як готувати ґрунт вносяться добрива: 13 г/м² аміачної селітри або 10 г/м² сечовини, 10 – 13 г/м² 30 – 40% калійної солі, 15 г/м² подвійного гранульованого суперфосфату [2].

Найбільш сприятливим періодом для висаджування картоплі є приблизно той час, коли на березах починають розпускатися листочки. У цей час ґрунт повинен прогрітися на глибині близько десяти сантиметрів до 9 °C. До речі, існує і народна прикмета, згідно з якою починати висаджувати картоплю потрібно тоді, коли березові листочки стануть розміром з копійку [3].

Картоплю слід висаджувати на глибину 8 – 10 см, при цьому грядки слід розташовувати з півночі на південь, рекомендована схема посадки – 80х35см.

Оптимальним варіантом є посадка картоплі з міжряддям 90 см між рядками. У цьому випадку, підгортати простіше і бадилля працює на врожай краще. Яку б схему посадки ви не вибрали, картопляні бульби потрібно висаджувати на одну і ту ж глибину, посадку виконувати рівними рядками, залишаючи під бульбами шар пухкого ґрунту. Все це сприяє утворенню оптимального режиму для росту рослин [4].

Кожен із сортів, занесених до Реєстру сортів рослин України, рекомендований для вирощування в тій, чи іншій кліматичній зоні, оскільки кожен з них по-різному реагує на погодні умови, температурний режим, ґрунтові та інші показники. А ще, сорти, за своєю природою, бувають екологічно пластичні та мало пластичні. Деякі здатні давати високий урожай у різних зонах при різних екологічних обставинах, інші – лише в окремих зонах, що пояснює їх реакцію на зміну зовнішніх умов. Тому,

потрібно підбирати сорт відповідно до всіх сприятливих та не сприятливих факторах [5].

Щоб забезпечити найвибагливішого споживача, вирощуючи картоплю в господарстві, слід мати в асортименті по декілька сортів різних груп стиглості. Це дасть змогу отримувати стабільні врожаї не зважаючи на агро кліматичні умови року. Проте, необхідно пам'ятати, що для отримання високого врожаю підбір відповідного сорту – це тільки початок. Головне щоб цей сорт був справжнім, тобто еліта дійсно була елітою.

1.2. Аналіз технології вирощування картоплі

Технологія вирощування картоплі включає в себе багато елементів, кожному з яких потрібно приділяти особливу увагу.

В умовах присадибних ділянок особистих селянських господарств найпоширенішим методом вирощування картоплі є гребеневий метод.

Тому вирощування картоплі включає в себе наступні заходи [3, 4]:

- вибір ділянки та підготовка ґрунту під посадку ;
- підготовка насіннєвого матеріалу;
- посадка картоплі;
- догляд за рослинами;
- захист від хвороб і шкідників;
- збирання картоплі;
- зберігання картоплі в зимовий період.

Суть гребеневої технології вирощування картоплі.

Вибір ділянки та підготовка ґрунту під посадку.

З осені необхідно підготувати ґрунт – прибрати бур'яни, розкидати добрива, скопати або зорати ділянку на глибину 25 – 27 см. Навесні необхідно провести технологічну операцію вологозатримання, щоб з верхнього шару ґрунту не випаровувалася волога.

Підготовка насіннєвого матеріалу.

Для того, щоб картопля швидко і дружно зійшла, необхідно провести операцію пророщування бульб. Пророщування проводиться в теплом приміщенні при температурі від 15 °С до 20 °С. Дуже важливим є наявність світла в приміщенні.

Посадка картоплі.

Коли ґрунт добре прогріється до температури 9 – 10 °С; картоплю необхідно висаджувати в ґрунт. Схема посадки вибирається з цільового використання картоплі – якщо це ранні сорти і вони не будуть зберігатися, посадку виконують густіше, якщо сорти призначені для зберігання – тоді рідше. Найбільш поширені схеми для ранньої картоплі – 50х30 см., або 60х25 см., для пізнього 60х30 см., або 75х25 см. Існує квадратно – гніздовий спосіб посадки картоплі, при цьому відстань в ряду і міжряддя однакові 40х40 см., або 45х45 см. Глибина посадки бульб дуже важлива, слід садити неглибоко на 6 – 8 см [3, 4].

Догляд за рослинами.

Високий урожай картоплі можна отримати лише при ретельному догляді за картоплею. При появі сходів необхідно провести підгортання бульб, при цьому висота гребня може бути до 30 см у висоту – чим вище гребінь, тим краще. При вирощуванні картоплі ґрунт потрібно постійно тримати в розпушеному стані не допускати пересихання або перезволоження. Також важлива боротьба з бур'янами, їх краще всього знищувати на початку вегетації, так 3 – 4 рази за сезон бур'яни на ділянці потрібно знищувати [3, 4].

Захист від хвороби і шкідників.

Використання агрохімікатів при вирощуванні картоплі особиста справа, а при сучасній інтенсивності технології вирощування стає обов'язковим. Хвороби картоплі, такі як фітофтороз, альтернаріоз контролюють препарати фунгіциди. Високий урожай картоплі можна отримати при проведенні 4 – 5 обробок за весь період вирощування. Основним шкідником на картоплі є колорадський жук, його кількість можна контролювати або вручну (якщо це не великий ділянка), або за допомогою хімічних засобів. Сучасний ринок пестицидів пропонує дуже великий вибір, важливо використовувати фірмові препарати і остерігатися підробок.

Збирання картоплі.

Коли копати картоплю? Коли бадилля зів'яне, а шкірка перестане обдиратися, слід розпочинати збирання. Важливо, щоб бадилля було напівсухим, так як у м'ясистому бадиллі залишаються важливі елементи, які надходять в бульби. Картоплю необхідно прибирати дбайливо, уникаючи пошкоджень бульби, в іншому випадку зберігатися вона буде погано. Відразу після збирання урожаю його необхідно просушити на сонці протягом декількох годин [3].

Зберігання картоплі в зимовий період.

Перед закладанням картоплі на зберігання, її необхідно перебрати. Потрібно виключити хворі, порізані, уражені шкідниками бульби. Перед закладанням необхідно продезінфікувати і підготувати сховище для картоплі, там має бути сухо і чисто. Оптимальна температура зберігання картоплі становить 5 – 10 °С.

1.3. Аналіз моделей засобів малої механізації для виконання технологічних операцій в умовах присадибної ділянки

Запровадження механізованих технологій в рослинництві на порівняно невеликих площах, потребує аналізу засобів механізації, які поширені в Україні. Для можливості орієнтації в існуючих моделях та марках, використавши рекламну продукцію компаній та технічну документацію фірм-виробників, запропоновано наступну класифікацію.

Класифікація мотоблоків.

Серед садової техніки, покликаної полегшити важку працю людей, дуже популярні культиватори та мотоблоки. Це агрегати, що здатні взяти на себе найскладнішу аграрну роботу. Але, якщо культиватори – вузькоспеціалізовані помічники, діяльність яких спрямована виключно на культивацію земельної ділянки, то мотоблоки – більш функціональні. Після обробки культиватором земля стає м'якою і знищується коріння бур'янів (подрібнюються). Культиватори бувають на базі електричного або двигуна внутрішнього згоряння. Слід відзначити, що дані машини не виконують інших операцій окрім культивування.

Мотоблоки здатні працювати в комплексі з величезною кількістю навісного обладнання: плугом, бороною, фрезою, пригортачем, снігоприбиральним відвалом, вантажним причепом і т. д. Один мотоблок в господарстві замінює собою практично всю садову техніку. Але, вирішивши придбати такий енергетичний засіб, господар неминуче зіткнеться з проблемою вибору, тому що моделей різних мотоблоків на ринку дуже багато. Рядовий покупець просто не знає, як вибрати мотоблок, яким навісним обладнанням скористатися, якому виробнику віддати перевагу.

Враховуючи дані питання, розробляємо класифікацію мотоблоків:

Основною характеристикою мотоблока є потужність. Чим вона більша, тим більшу площу ділянки і більш важкий ґрунт здатна обробити обрана техніка. В залежності від потужності і ваги, всі мотоблоки поділяються на 3 категорії [6]:

– легкий клас – це агрегати потужністю до 5,5 к. с., вагою – до 50 – 70 кг. Їх функціональність дуже мала, кількість застосовуваного навісного обладнання невелика. Найчастіше використовується тільки пасивна ґрунтофреза. Виходячи з цього, виробники часто відносять ці мотоблоки до групи мотокультиваторів. Дана техніка використовується для розпушування верхніх шарів ґрунту на невеликій площі – до 20 – 30 соток. Глибоку оранку і обробіток цілинних ґрунтів мотоблоки цієї групи не виконують.

– середній клас – це мотоблоки потужністю 4 – 8 к. с. і вагою 80 – 120 кг. Це вже справжні мотоблоки, до яких підходить більшість навісного обладнання: плуг, окучники, полільні лапи, картоплекопалки, щітки і т. п. Велика вага дозволяє цій техніці впевнено проводити оранку важких ґрунтів на глибину 15 – 20 см. Потужність достатня для безпроблемної обробки ділянки площею 1 га.

– важкий клас – важкі агрегати – це вже професійні мотоблоки з потужністю від 6 до 12 к. с. Їх вага іноді доходить до 300 кг – справжні міні-трактори. З їх допомогою можна обробляти цілинні ґрунти, створювати газони, прибирати сніг, перевозити вантажі. Якщо площа городу 1 – 3 га, то вибирайте мотоблок серед професійних моделей. Саме вони використовуються фермерами та комунальними службами, тому і кількість навісного обладнання для цієї групи відрізняється найбільшою різноманітністю.

В залежності від виду двигуна мотоблоки поділяються на:

- дизельні – вони більш надійні і довговічні: у деяких моделей моторесурс досягає 3000 годин. Вони відрізняються економічною витратою палива, низьким зносом деталей під час роботи. До недоліків дизельних двигунів можна віднести масивність, великі розміри, деякі протипоказання при роботі «на холостому ходу». І останнє, дизельні двигуни відрізняються високою вартістю, що впливає на вартість самого мотоблока.

- бензинові – бензиновий двигун, при однаковій потужності з дизельним аналогом, часто має менший розмір. Працювати з ним легко, для цього не потрібні спеціальні навички. Недолік бензинових двигунів в меншому запасі ресурсу і продуктивності, проте все це цілком компенсується їх порівняно невисокою вартістю.

За системою запуску двигуна: двигун мотоблока може запускатися за допомогою електростартера або ручного запуску. Електростартер полегшує запуск агрегату, особливо взимку, коли мастило, внаслідок від'ємних температур, має підвищену в'язкість. Однак, електричний запуск вимагає наявності акумуляторної батареї, яка потребує періодичної підзарядки. Існують моделі мотоблоків, батареї яких живляться від вбудованого генератора. В іншому випадку заряджати її доведеться за допомогою додаткового обладнання. Деякі, особливо професійні моделі мотоблоків, мають і ручний і електричний стартер. Це самий зручний, хоч і дорогий варіант. Подібні конструкції мають мотоблоки Zirka IZ-105-E, Зубр JR-Q79E, Forte SH 81E, WEYMA 900 та ін [6].

Мотоблок – техніка важка, тому дуже важливо, щоб виробник конкретної моделі передбачив у конструкції елементи, що забезпечують безпеку та зручність експлуатації та правила постановки на зберігання [7]. Оптимальний список таких елементів:

- регулювання керма – використовується для установки керма в зручному для оператора положенні. Дозволяє піднімати і опускати кермо, регулюючи його під зріст оператора, і повертати вліво і вправо;

- важіль розблокування диференціала – дозволяє тимчасово розблокувати диференціал і легко розвернути мотоблок, наприклад, в кінці загінки;
- кожухи над фрезами – захищає оператора від вилітання з-під фрез гілок, каміння, сміття, пилу;
- підвіска штанг управління – зменшує вібраційний вплив на оператора;
- аварійна зупинка двигуна – автоматичне відключення мотоблоку коли катастрофічно знизився рівень масла [6].

В залежності від виробника: вироблено в Україні, варто звернути увагу на мотоблоки Нева, Угра, Каскад, Надія, Салют, Кріт. Всі ці мотоблоки користуються великим попитом оскільки обладнані імпортованими двигунами: японськими Mitsubishi, Honda, Robin-Subaru, американськими Briggs&Stratton, італійськими Lombardini, іспанськими Minsel.

Закордонні мотоблоки представлені на нашому ринку такими, як Honda (Японія); Meccanica Benassi, Oleo-Mac, Goldoni, Grillo, Bertolini (Італія); Solo, Gardena, MTD і Huter (Німеччина); Stiga, Husqvarna (Швеція); Texas (Данія).

Грунтуючись на проведений аналіз сформуємо загальну схему до класифікації енергетичних засобів малої потужності Додаток А.

1.4. Аналіз начіпного обладнання для рядкового пригортання картоплі

Для міжрядкового обробітку насаджень картоплі в якості начіпного обладнання використовують фрези (див. рис. 1.1) [8]. Культиваційні фрези є затребуваним інструментом з усього ряду навісного обладнання для мотоблоків. Змінюючи кількість секцій та регулюючи сошник, підбирають необхідну ширину обробітку. На переущільнених ґрунтах або цілені потрібно зменшити кількість секцій. Максимальну глибину обробітку визначають за діаметром фрез. Таким інструментом зручно розпушувати землю не лише на грядках, а й навколо дерев, чагарників, у квітниках. Недоцільно використовувати фрези на присадибних ділянках особистих селянських господарств, засмічених кореневідростковими

бур'янами, оскільки обробіток таких площ, внаслідок подрібнення їх коренів, призведе до посиленого поширення рослин бур'янів.



Рисунок 1.1. – Фото начіпного обладнання мотоблока – культиваци́йна фреза

Підгортач (полицевий з V подібним лемешем). Даний вид начіпного обладнання мотоблоків, використовують для підгортання картоплі (див. рис. 1.2) [8].



Рисунок 1.2. – Фото начіпного обладнання мотоблока – підгортач полицевий

Подальший розвиток технологій овочівництва сприяв застосуванню даного виду підгортачів до використання для нарізування борозен, для посіву різних

культур – буряків, капусти. Останнім часом при використанні мотоблоку на присадибних ділянках все частіше використовується для посадки картоплі. За такою технологією передбачено спочатку культиватором розпушують ґрунт, потім нарізають борозни даним підгортачем а потім засипають з використанням даного пригортача або вручну. Представлений метод посадки картоплі, досить трудозатратний, складний та вимагає багато сил і часу. До недоліків даного начіпного обладнання слід віднести: у продажі складно знайти якісно виготовлений підгортач, виробники начіпного обладнання прагнуть заощаджувати, спрощуючи технологію виготовлення; вимагає досить складних регулювань кутів при встановленні; не працює при вологому ґрунті.

Дисковий підгортач представлений на рис. 1.3. мабуть один з найпопулярніших моделей начіпного обладнання для підгортання картоплі. Особливі рекомендації з технології обгортання картоплі передбачають наступне: ваш мотоблок повинен бути встановлений на високі колеса або ґрунтозацепи; повинен рухатися одночасно двома міжряддями [8].



Рисунок 1.3. – Фото начіпного обладнання мотоблока – дисковий підгортач

До недоліків слід віднести: у продажі складно знайти дисковий підгортач з підшипниковою ступецею, зазвичай виробники на цьому заощаджують та встановлюють втулкове з'єднання; вимагає досить складних регулювань кутів атаки

при встановленні; потребує додаткового зусилля для заглиблення; не працює при вологому ґрунті.

Підбивши підсумки скажемо наступне, що для розпушування міжрядь та підгортання картоплі мотоблоком або мінітрактором всі варіанти хороші. Якщо говорити про класику, то це, мабуть, буде дисковий підгортач, але він обробляє лише один рядок картоплі. Якщо вам все ж таки потрібно одночасно підгортати два рядки, то тоді слід звернути увагу на підгортач полицевий.

В результаті проведеного аналізу можемо висунути припущення, що для покращення знаряддя для рядкового обгортання насаджень картоплі слід удосконалити підгортач полицевий, додатково встановивши в його передній частині стрілчасту лапу культиватора для зняття кірки після дощу у міжрядді. Таким чином можливо поєднати дві технологічні операції в одному начіпному знарядді. Але перевірка даної гіпотези потребує проведення додаткових досліджень.

1.5. Висновки за розділом 1

Враховуючи, що отримання картоплі є актуальним питанням сьогодення для забезпечення харчової потреби населення України та в переважній більшості вона вирощується на присадибних ділянках нами запропоновано.

1. З метою удосконалення знаряддя для рядкового обгортання насаджень картоплі слід доукомплектувати підгортач полицевий шляхом додаткового встановлення в його передній частині стрілчасту лапу культиватора для зняття кірки після дощу у міжрядді

2. Встановити залежність тягового опору робочого органу для міжрядкового підгортання картоплі від глибини обробітку та швидкості руху;

3. Розробити технологічну карту вирощування картоплі на присадибних ділянках застосувавши енергозасоби тягового класу 0,1 та удосконаленими причіпними пристосуваннями для міжрядкового пригортання картоплі;

4. Провести техніко-економічне обґрунтування доцільності вирощування культури на присадибних ділянках з використанням запропонованих знарядь.

2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма досліджень

Завданням експериментальних досліджень є визначення оптимальних параметрів робочого органу для пригортання картоплі в рядках (глибини обробітку та швидкості руху) та їх вплив на експлуатаційний показник (тяговий опір).

Тяговий опір робочого органу є суттєвою характеристикою, що впливає на загальну енергоємність виконання технологічного процесу пригортання картоплі в рядках. Зменшення тягового опору можливе за рахунок визначення оптимальної глибини обробітку, швидкості руху, про що свідчать теоретичні дослідження цього процесу.

Враховуючи наукові задачі, до програми експериментальних досліджень було включено:

- дослідити вплив конструктивних параметрів на виконання технологічного процесу пригортання картоплі в рядках та виділити найбільш значимі;
- експериментально визначити вплив технологічних параметрів на тяговий опір;
- експериментально підтвердити теоретично отримані оптимальні параметри технологічного процесу пригортання;
- перевірити роботу ґрунтообробного робочого органу на відповідність якості виконання технологічного процесу пригортання картоплі в рядках.

Для виконання вищевказаної програми експериментальних досліджень необхідно було вирішити наступні завдання:

- розробити і виготовити експериментальну робочу модель пригортача;
- дослідити енергетичні і конструктивні показники роботи експериментальної робочої моделі за допомогою лабораторної установки;
- провести експерименти у відповідності із методикою їх планування та опрацювати результати досліджень.

Розробка методики експериментальних досліджень проводилися у відповідності ДСТУ 4397:2005, ДСТУ 4521:2006, ДСТУ 2189-93, РД.10.8.5–89 [9-12].

Експериментальні дослідження були розбиті на декілька етапів.

На першому етапі розроблено та виготовлено пригортача на стійці якого в передній частині закріплено стрілчасту культиваторну лапу.

На другому етапі теоретично розраховували необхідну потужність для виконання технологічної операції пригортання картоплі в рядку.

На третьому етапі досліджень проводилися:

- перевірка працездатності ґрунтообробного робочого органу;
- визначили вплив конструктивних та технологічних параметрів на виконання технологічного процесу пригортання картоплі в рядку та виділили з них найбільш значимі.

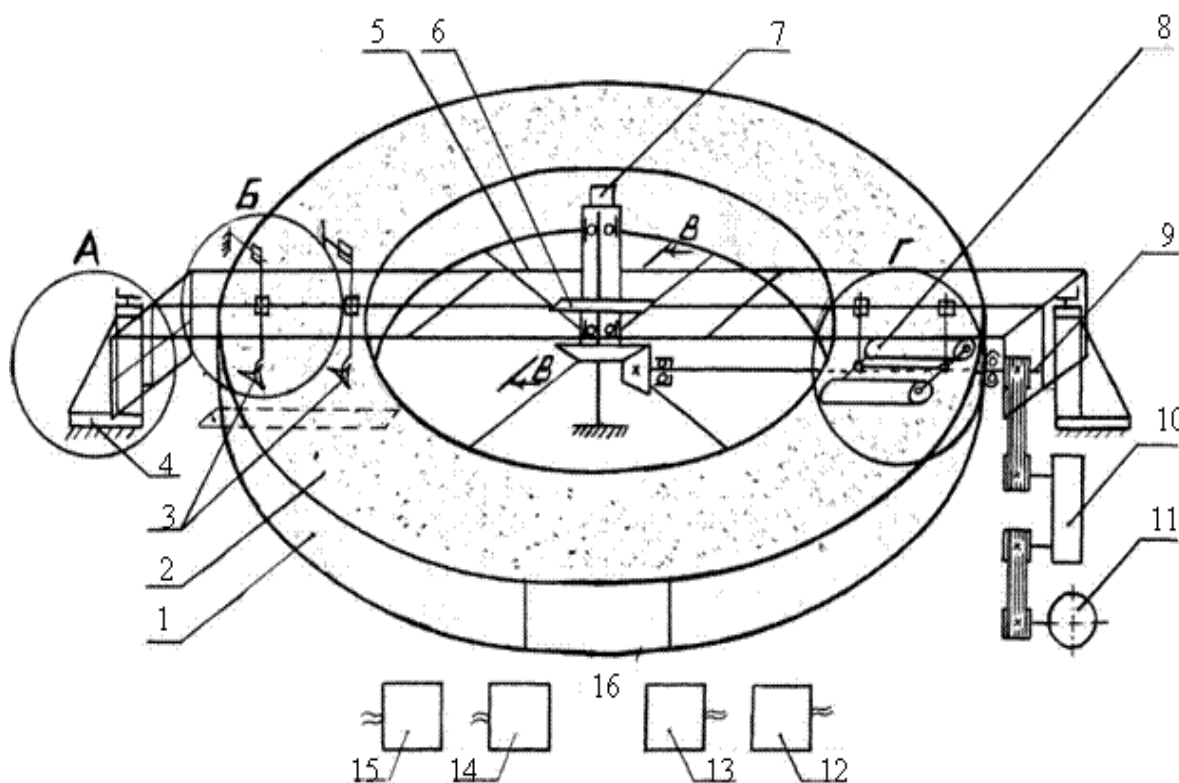
Досліди виконувались за розробленою методикою двохфакторного експерименту. Для проведення лабораторно-польових досліджень необхідно було виготовити експериментальний ґрунтообробний робочий орган з можливістю регулювання глибини обробітку.

2.2. Методика лабораторних досліджень по визначенню оптимальних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою

При експериментальному дослідженні руху пригортача поставлена мета: за рахунок моделювання руху в ґрунті, визначити закономірності зміни тягового опору, що діють на робочий орган в залежності від глибини обробітку та швидкості переміщення. Експеримент проводився на лабораторній установці [13]. В якості ґрунтового середовища використаний чорнозем типовий опідзолений, такий вибір ґрунту обумовлений його характерністю для степової зони України.

Для проведення лабораторних досліджень використаний ґрунтовий канал колового типу (рис. 2.1.), який забезпечує рух ґрунту відносно робочого органу

протягом необмеженого часу, а також фіксування результатів на комп'ютер, фото – і відеоапаратуру.



1 – канал; 2 – ґрунт; 3 – робочий орган; 4 – боковий стояк; 5 – опорна рама; 6 – датчик рівня горизонтальний; 7 – датчик фіксування швидкості обертання каналу; 8 – ущільнювальний коток; 9 – датчик рівня вертикальний; 10 – механічний варіатор; 11 – мотор – редуктор; 12 і 13 – вимірювальна апаратура, 14 – монітор; 15 – монітор М – 2; 16 – стінка прозора.

Рисунок 2.1 – Схема установки для моделювання руху робочих органів ґрунтообробних машин

Ґрунтовий канал може змінювати швидкість обертання лотка під час проведення дослідження, і має вигляд зрізаного циліндра 1 (з коло подібною формою лотка) виконаний з внутрішнім діаметром – 2,6 м., зовнішнім діаметром – 3,6 м., та висотою – 0,5 м., який заповнений ґрунтом 2 та обертається навколо вертикальної вісі 3. Ґрунт обертається, а модель робочого органу та вимірювальна апаратура, залишаються нерухомими. Модель робочого органу 4 закріплюється до

стояка 5, яка регулює глибину занурення робочого органу. Стояк за допомогою каретки переміщується в радіальному напрямку по тримачу, на якому опорна рама, тримає робочий орган. Установка має опорну раму 6, робочі органи з боковим кріпленням стійок, а глибина занурення робочих органів у ґрунт, регулюється механізмом бокових стояків в діапазоні від 0 до 50 см.. Датчик зусилля, кільцевого типу, фіксує величину сили, що діє на робочий орган з боку ґрунту. Датчик швидкості, фіксує швидкість обертання каналу. Ущільнювальні котки використовуються, для покращення копіювання рельєфу ґрунту та його ущільнення. Котки встановлені на рамці візка, яка шарнірно прикріплена до стійки. Канал отримує обертовий рух від ведучого валу, якому механічний варіатор передає обертовий рух від мотор – редуктора 7. Механічний варіатор, в процесі роботи, плавно змінює швидкість обертання каналу в діапазоні від 0,01 до 333 м/хв.. Показники датчика швидкості обертання каналу, датчика зусилля, відображаються на тензовимірювальній апаратурі [14].

Сутність експериментів полягає в наступному. На початку досліджень визначені умови проведення експерименту, фізико-механічні властивості ґрунту. Робочий орган заглиблюється в ґрунтове середовище на відповідну глибину у відповідності до програми експериментів (рис. 2.2).



Рисунок 2.2 – Робочий орган для рядкового пригортання картоплі.

Вмикається електродвигун, який приводить в рух ґрунтовий канал кругового типу. На першому етапі, за допомогою динамометричного обладнання визначався тяговий опір експериментального робочого органу.

Необхідну кількість повторювань визначено за рекомендаціями А. М. Малієнко. [15] експеримент проводився з повторюваністю 5, 6, 7 разів.

Потім для кожної серії дослідів визначались середні значення $\tilde{y}$ середньоквадратичні відхилення σ , величина t , довірчий критерій Δ , коефіцієнт варіації V :

$$\tilde{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n}, \quad (2.1)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \tilde{y})^2}{n-1}}, \quad (2.2)$$

$$t = \frac{\sqrt{n}\Delta}{\sigma}, \quad (2.3)$$

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \times 100, \quad (2.4)$$

де $\tilde{y}$ – результат кожного дослідів;

Δ – довірчий інтервал;

σ – стандартне відхилення.

Довірчий інтервал прийнятий $\pm 10\%$. По отриманому для кожної серії дослідів визначався t – критерій, використовуючи таблицю Ст'юдента-Фішера. Розрахунок надійності результатів дослідів приводимо в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Довірчий критерій та надійність у вибраних повторюваннях

Повторювання, n	Довірчий критерій, t	Надійність, P
5	2,38	0,92
6	2,77	0,95
7	2,78	0,96

З врахуванням надійності $P \geq 0,95$ вибрана семикратна повторність.

Для підтвердження правильності використання лінійної залежності визначаємо коефіцієнт кореляції Пірсона:

$$r = \frac{k_{yx}}{\sigma_x \sigma_y}, \quad (2.5)$$

де $\sigma_x \sigma_y$ – середньоквадратичні відхилення цих величин,

k_{yx} – кореляційний момент цих величин.

$$k_{xy} = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (y_i - m_y)(x_i - m_x), \quad (2.6)$$

де $m_x m_y$ – математичне очікування випадкових величин y, x .

Після проведення експериментів вилучаємо грубі помилки за допомогою коефіцієнтів Стюдента:

$$t_p = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}, \quad (2.7)$$

де x_i – перевірене значення факторів;

$\bar{x}$ – середнє значення факторів.

Якщо $t_p \geq t_t$, то результат виключається із статистичного ряду. Складені рівняння досліджувались на адекватність за допомогою критерію Фішера.

2.3. Планування експерименту

Для отримання найбільш достовірної інформації про вплив факторів на робочий процес розроблено план експерименту. Розташування точок у факторному просторі визначає план експерименту, кількість і умови проведення дослідів з реєстрацією попередньо обґрунтовано. В якості впливових факторів обрано глибину обробітку та швидкість руху. В якості критеріїв оптимізації прийнято тяговий опір лемішного підгортача із стрілчастою лапою.

Так як кількість значимих факторів незначна і менша 6, застосуємо ненасичений план експериментів. Застосуємо план повного факторного експерименту (ПФЕ 3^2), в якому кількість факторів змінюється однаковою кількістю

разів. При цьому, реалізуються всі можливі досліди, які відрізняються хоча б одним фактором.

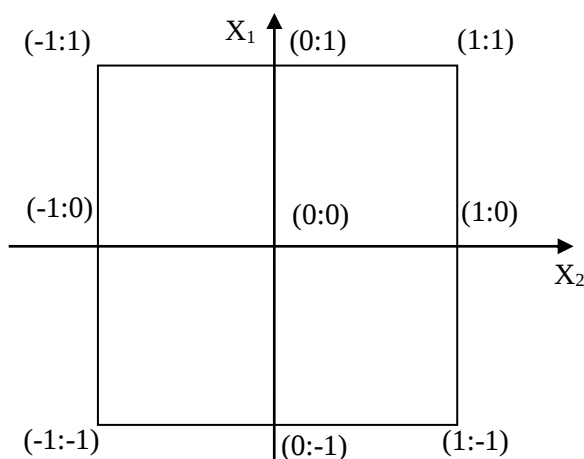
Для отримання більшої точності результатів застосовано ПФЕ другого порядку, а функція відгуку матиме вид квадратичного поліному, що зображений виразом в загальному виді:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^m b_j x_j + \sum_{i=1}^m b_i x_s^2, \quad (2.8)$$

де y – функція відгуку;

b_0, b_j, b_i – параметри моделі.

Для визначення такого поліному необхідно мати координати не менше трьох її точок, тобто фактори x_1, x_2 повинні варіюватися не менше ніж у трьох рівнях. Для цього план експериментів в площині факторів x_1, x_2 складається із дослідів, які розташовані у вершинах квадрата (рис. 2.3) та дослідів на його осях. Для визначення напрямку кривизни необхідно виконати дослід в центрі квадрата. Мінімальна кількість експериментів, необхідна для визначення коефіцієнтів регресійної залежності дорівнює кількості коефіцієнтів плюс прийняте число ступенів вільності. Її мінімальне число дорівнює одиниці; отже, мінімальне число експериментів у нашому випадку дорівнює дев'яти.



X_1 – швидкість руху; X_2 – глибина обробітку; -1, 0, +1 – нижній, середній та верхній рівні факторів

Рисунок 2.3 – Графічне зображення матриці планування

Для отримання квадратичних моделей використали результати експериментів, проведені за планом другого порядку з умовами:

- похибка досліджень розподіляється за нормальним законом з нульовою середньою та кінцевою дисперсією;
- спостереження незалежні.

Таблиця 2.2 – Матриця плану експерименту ПФЕ 3^2

№ досліду	X_1	X_2	Відгук Y
1.	-1	-1	Y_1
2.	0	-1	Y_2
3.	+1	-1	Y_3
4.	-1	0	Y_4
5.	0	0	Y_5
6.	+1	0	Y_6
7.	-1	+1	Y_7
8.	0	+1	Y_8
9.	+1	+1	Y_9

При плануванні експериментів, проводили перетворення досліджуваних факторів в безрозмірні, нормовані. Пряме та зворотне кодування виконували з використанням залежностей:

$$\begin{aligned} x_k &= x_{k,n} + (x_d - x_{d,n}) \cdot \frac{x_{k,\beta} - x_{k,n}}{x_{d,\beta} - x_{d,n}}, \\ x_d &= x_{d,n} + (x_k - x_{k,n}) \cdot \frac{x_{d,\beta} - x_{d,n}}{x_{k,\beta} - x_{k,n}}, \end{aligned} \quad (2.9)$$

де x_k, x_d – рівні кодованих та дійсних змінних;

$x_{k,n}, x_{k,\beta}, x_{d,n}, x_{d,\beta}$ – нижній та верхній значення кодованих та дійсних величин.

Це дало можливість легко побудувати ортогональну матрицю планування, так як верхні та нижні рівні факторів змінюються в межах -1 та +1 незалежно від фізичної природи факторів, значень основних рівнів та інтервалу варіювання факторів.

Перед побудовою матриці експериментів визначалися рівні варіювання факторів та кодували їх значення (+) та (-) [16, 17]. Рівні зміни факторів наведені в таблиці 2.3.

В силу ортогональності планування коефіцієнти рівняння регресії оцінюються незалежно з мінімальною дисперсією, фактори з незначними коефіцієнтами можливо відкинути, без перерахунку залишених значимих коефіцієнтів.

Таблиця 2.3 – Рівні та інтервали зміни факторів

Параметри	Фактори	
	Швидкість руху, м/с.	Глибина обробітку, м
Умовні позначення	X_1	X_2
Верхній рівень (+1)	1,67	0,15
Середній рівень (0)	0,91	0,1
Нижній рівень (-1)	0,14	0,05

Для забезпечення надійності результатів дослідів кількість вимірювань прийнято згідно рекомендацій А. М. Малієнко [15]. Повторюваність дослідів була трикратною.

Перевірка відтворюваності. Перевірка відтворюваності експерименту виконувалась за допомогою критерію Кохрена [18], який ґрунтується на законі розподілення відношення максимальної оцінки дисперсії до суми всіх порівнюваних оцінок дисперсії. Якщо розрахований за даними експерименту критерій Кохрена опиниться меншим за критичне його значення, то гіпотеза про однорідність вибіркової дисперсії підтверджується.

Перевірка значимості коефіцієнтів рівняння регресії виконувалась за допомогою t – критерію Ст'юдента:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{s_{\bar{x}_1}^2 + s_{\bar{x}_2}^2}} = \frac{d}{s_d}, \quad (2.10)$$

де s_d – помилка різниці;

$s_{\bar{x}_1}, s_{\bar{x}_2}$ – похибки порівнюваних середніх арифметичних;

$\bar{x}_1, \bar{x}_2$ – середні арифметичні.

Перевірка адекватності зводилась до визначення відношення дисперсії адекватності до дисперсії відновлюваності відгуку. За допомогою критерію Фішера перевіряли гіпотезу про однорідність двох вибірових дисперсій [19].

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}, \quad (2.11)$$

де s_1 – середній квадрат вибірових середніх;

s_2 – середній квадрат об'єктів.

Якщо розраховані значення критерію менші критичного, при заданому рівні значущості, то гіпотезу про адекватність не спростовують.

Обробка даних та визначення коефіцієнтів регресії виконуються за допомогою електронної прикладної програми статистичного аналізу Statistics.

Енергетичні показники роботи установки обчислювались по спеціальній програмі електронного вимірювального комплексу.

2.4. Методика визначення якісних показників при проведенні лабораторних досліджень

Методика визначення показників якості пригортання ґрунтом рядків картоплі лемішним підгортачем із стрілковою лапою при польових дослідженнях базується на шкалі оцінки якості технологічного процесу пригортання (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Показники якості пригортання рядків картоплі

Показник	Допуск при глибині обробітку		Оцінка бал
	до 10 см	до 15 см	
Відхилення від заданої глибини, см	До 0,5	До 1	3
	0,5 – 1	1 – 2	2
	Понад 1	Понад 2	1

При проведенні лабораторних досліджень використана наступна методика визначення показників якості обробітку залікової ділянки картоплі лемішним підгортачем із стрілчастою лапою. Визначались наступні якісні показники:

1. Глибина обробітку ґрунту визначалась в сантиметрах. Глибину обробітку визначали мірним металевим стержнем, по центру розвальної борозни в 25 місцях залікової ділянки лабораторної установки [14].

2. Глибина розвальної борозни визначалась в сантиметрах (рис. 2.4). Глибину розвальної борозни, що утворилася після проходу лемішного підгортача із стрілчастою лапою на лабораторній установці визначали за допомогою мірної рулетки з сантиметровими поділками та лінійки.



Рисунок 2.4 – Визначення глибини розвальної борозни в умовах лабораторної установки

На поверхню ґрунту, перпендикулярно до напрямку розвальної борозни клали горизонтально лінійку і під прямим кутом опускали мірну рулетку до дна розвальної борозни. Отримані заміри, для встановлення дійсної глибини розвальної борозни, корегували на обсипання обробленого ґрунту. Вимірювання глибини розвальної борозни проводили по всій довжині залікової ділянки лабораторної установки згідно [13]. Приймали повторність 20 разів та визначали середнє значення глибини розвальної борозни a_{cp} [14].

$$a_{cp} = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}, \text{ м}, \quad (2.12)$$

де a_1, a_2, a_n – фактичні результати глибини розвальної борозни, м;

n – кількість вимірювань.

3. Ширина розвальної борозни визначалась в сантиметрах. Ширину розвальної борозни, що утворилася після проходу лемішного підгортача із стрілкою лапою в лабораторній установці визначали за допомогою лінійки довжиною 50 см (рис. 2.5). Для усунення похибки вимірювань, лінійку на поверхню ґрунту клали горизонтально, а (початок відліку) розміщували під прямим кутом до внутрішнього борта установки.



Рисунок 2.5 – До методики визначення ширини розвальної борозни в ґрунтовому каналі для лабораторних випробувань

Вимірювання ширини розвальної борозни проводили згідно [32] по всій довжині залікової ділянки лабораторної установки. Приймали повторність 20 разів та визначали середнє значення ширини розвальної борозни b_{cp} [32]:

$$b_{cp} = \frac{b_1 + b_2 + \dots + b_n}{n}, \text{ м}, \quad (2.13)$$

де b_1, b_2, b_n – фактичні результати в ширини розвальної борозни, м;

n – кількість вимірювань.

2.5. Методика визначення характеристик стану та умов проведення польових досліджень

Умови проведення експериментальних досліджень включають у себе оцінку стану присадибної ділянки, на якій проводяться дослідження, та стану ґрунту (вологість, твердість) [15, 20, 21].

Характеристика ділянки для проведення експерименту оцінювалась рельєфом та типом ґрунту. Для досліджень вибрана горизонтальна присадибна ділянка з рівним рельєфом. Із карти ґрунтів району взяли дані про тип ґрунту.

Вологість і твердість ґрунту визначалась до і після проведення експериментів, відповідно до стандартної методики [20, 21] враховуючи рекомендації [15].

Для визначення вологості ґрунту використовувався термостатно-ваговий метод. Проби ґрунту для визначення вологості відбирались за допомогою ґрунтових бурів. Для відбору ґрунтових зразків користувалися буром Некрасова [15].

Оскільки вологість ґрунту постійно змінюється, то її визначали декілька раз за період спостережень. Терміни її визначення пов'язані з строками виконання окремих дослідів експерименту. Вологість визначали в шарі ґрунту (0 – 0,20 м).

Твердість ґрунту визначали методом вдавлювання каліброваного штампа статичною дією, за допомогою твердоміра конструкції Рев'якіна Ю.Ю. згідно стандартної методики [15].

2.6. Висновки за розділом 2

1. Розроблена програма і методика проведення експериментів, яка включає лабораторні дослідження впливу технологічних параметрів (швидкості руху, глибини обробітку) лемішного підгортача із стрілкою лапою на його енергетичний показник.

2. Застосований план двохфакторного експерименту ПФЕ 3^2 , який дає можливість дослідити вплив технологічних параметрів на тяговий опір.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Складання технологічної карти на садіння картоплі

Технологічна карта на виробництво сільськогосподарської культури – документ, який включає технологічні, технічні, економічні та організаційні заходи, направлені на забезпечення виробництва продукції. Технологічна карта передбачає всі операції по вирощуванню культури починаючи з підготовки ґрунту після попередника і закінчуючи збиранням готової продукції (класична карта Додаток Б).

Ми складаємо технологічну карту на рядкове пригортання картоплі на площі 0,25 гектарів. Урожайність картоплі 16 т/га.

Складаємо технологічну карту за формою, приведеною в Додатку В.

В графі 1 карти приводимо найменування запланованих робіт по вирощуванні картоплі, розпочинаючи з операцій щілювання після попередника – чистого пару і закінчуючи збиранням готової продукції. Операції проставляються в порядку їх виконання. Операція рядкового пригортання картоплі буде 21 по порядку [22].

В графі 2 і 3 проставляємо обсяг робіт в фізичних одиницях (гектарах, тонах, т-км, м³) та (ум. ет. га.). Для операції, що представлена в розрахунках – це площа 0,25 га.

В графі 4 (коефіцієнт переведення в ум. ет. трактори) вказуються значення переведення в ум. ет. трактор. Для рядкового пригортання картоплі – це 0,025 ум. ет. тр.

В графі 5 і 6 проставляємо найменування енергетичної машини та сільськогосподарського знаряддя, що з нею агрегатується. Для даної операції приймаємо мотоблок МБ-6Д, та ЛП-04+ОН-2.

В графі 7 і 8 карти проставляємо число обслуговуючого персоналу, механізатора або інших робітників. Для розрахункової операції приймаємо 1 механізатора.

В графу 9 проставляємо норму виробітку за зміну, га/зм. Норма виробітку на передпосівну культивуацію становитиме 1,64 га/зм.

В графу 10 проставляємо кількість нормо змін, зм. Кількість нормо змін на передпосівну культивуацію становитиме 0,15 зм.

В графі 11 приводимо годинну продуктивність агрегату, а в графу 21 заносимо витрату палива на одиницю роботи, які беремо з типових норм виробітку [23].

$W_{год} = 0,23га / год$, $g_{га} = 26,16кг / га$. Коефіцієнт змінності знаходимо:

$$K_{зм} = \frac{T_{дм}}{T_{зм}}, \quad (3.1)$$

де $T_{дм}$ – тривалість робочого дня, годин. Вона може бути 7 годин; 14 годин; 10 годин (світловий день);

$T_{зм}$ – тривалість зміни може бути 7 годин, 8 годин (6 годин для шкідливих робіт, особливо підготовка та внесення отрутохімікатів);

Для цієї операції приймаємо тривалість робочого дня – $T_{дм} = 7год$, а зміни – $T_{зм} = 7год$. приймаємо (графа 10).

В графі 13 подаємо виробіток за добу:

$$W_{доб} = W_{год} \cdot T_{зм} \cdot K_{зм}, \quad (3.2)$$

$T_{зм}$ – тривалість зміни може бути 7 годин, 8 годин (6 годин для шкідливих робіт, особливо підготовка та внесення отрутохімікатів).

$$W_{доб} = 0,23 \cdot 7 \cdot 1,0 = 1,61га.$$

Необхідну кількість агрегатів визначаємо за залежністю:

$$n_{агр} = \frac{F}{W_{доб} \cdot D_p}, \quad (3.3)$$

де D_p – кількість днів роботи агрегатів.

$$n_{агр} = \frac{0,25}{1,61 \cdot 1} = 0,16 \text{ приймаємо } 1 \text{ агрегат}$$

Витрати палива на весь обсяг робіт (графа 22) становитиме:

$$Q = F \cdot g_{га}, \quad (3.4)$$

де $g_{га}$ – витрати палива на одиницю роботи, $g_{га} = 26,16кг / га$

$$Q = 0,25 \cdot 26,16 = 6,54кг,$$

Затрати праці на одиницю роботи складуть:

$$h_{\text{за}} = \frac{n_{\text{обс}}}{W}, \text{ год.} \quad (3.5)$$

де $n_{\text{обс}}$ – кількість обслуговуючого персоналу

$$h_{\text{за}} = \frac{1}{1,61} = 0,62 \text{ год}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графа 11) становитимуть: $H = 3,26 \text{ год}$.

Обсяг механізованих робіт в умовних гектарах (графа 3) становитиме:

$$\Omega = \frac{F}{W_{\text{год}}} \lambda_y, \quad (3.6)$$

де λ_y – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = \frac{0,25}{1,61} \cdot 0,1 = 0,016, \text{ ум.ет.га.}$$

3.2. Результати лабораторних досліджень лемішного підгортача із стрілчастою лапою

У відповідності до методики лабораторних досліджень, зазначеної в розділі 2, отримано значення тягового опору лемішного підгортача із стрілчастою лапою при швидкості руху від 0,14 до 1,67 м/с та глибини від 0,05 до 0,15 м. (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Результати лабораторних досліджень в кодованій формі

№ досліджу	Глибина обробітку, м (X2)	Швидкість руху, м/с. (X1)	Відгук Р,Н
1.	-1	-1	334
2.	0	-1	514
3.	+1	-1	690
4.	-1	0	485
5.	0	0	628
6.	+1	0	978
7.	-1	+1	706
8.	0	+1	929
9.	+1	+1	1672

Графік зміни середнього тягового опору експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою в залежності від глибини обробітку та швидкості руху в кодованій формі представлено на рисунку 3.1.

Графік інтерпретації залежності тягового опору (P) робочого органу від швидкості руху (V) та глибини обробітку (H)

$$Y = 615,6667 + 301 \cdot X_1 + 293,3333 \cdot X_2 + 122 \cdot X_1 \cdot X_1 + 154,75 \cdot X_1 \cdot X_2 + 112 \cdot X_2 \cdot X_2$$

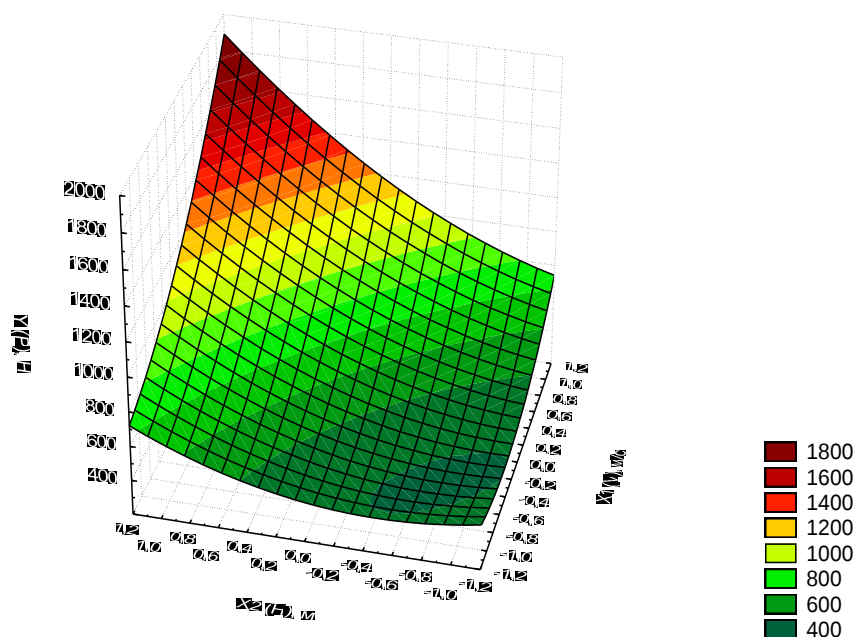


Рисунок 3.1. – Зміна середнього тягового опору лемішного підгортача із стрілкою від швидкості руху агрегату X_1 та глибини обробітку X_2 (в кодованих одиницях)

Для середнього тягового опору лемішного підгортача із стрілкою від швидкості руху агрегату X_1 та глибини обробітку X_2 (в кодованих одиницях):

$$y = 615,6667 + 301,0000 x_1 + 293,3333 x_2 + 122,0000 x_1^2 + 154,7500 x_1 x_2 + 112,0000 x_2^2, \quad (3.7)$$

де x_1 – параметр швидкості руху лемішного підгортача із стрілкою від швидкості руху агрегату в кодованій формі, $x_1 = \frac{V - 0,91}{0,91}$;

x_2 – параметр глибини обробітку лемішним підгортачем із стрілкою від глибини обробітку в кодованій формі, $x_2 = \frac{H - 0,1}{0,1}$.

Отримані рівняння досліджувались за допомогою програмного пакету Statistika [17]. Аналіз графіку та інших статистичних показників дав можливість стверджувати, що для умов експерименту оптимальними значеннями параметрів в кодованих одиницях є: Швидкість руху агрегату – 0,71; Глибина обробітку – 0,83.

Як видно із рис 3.1, швидкість руху (параметр V) має значний вплив на тяговий опір лемішного підгортача із стрілкою від швидкості руху агрегату. Із збільшенням швидкості

руху тяговий опір збільшується. Із збільшенням глибини обробітку (параметр H) лемішного підгортача із стрілкою лапою, тяговий опір теж збільшується. Після переходу від кодованих позначень параметрів до натуральних, розрахунки виконали за допомогою розробленого алгоритму в програмі математичного перетворення MATCAT -13 (Додаток Д), рівняння регресії набуло вигляду:

$$P = -198,59 + 315,29V + 2793,91H + 147,33V^2 + 154,75V \cdot H + 11200,00H^2, \quad (3.8)$$

де P – середній тяговий опір, Н;

V – швидкість руху лемішного підгортача із стрілкою лапою м/с ;

H – глибина обробітку лемішного підгортача із стрілкою лапою, м.

При зменшенні глибини обробітку тяговий опір лемішного підгортача із стрілкою лапою зменшується. Ці дослідження показали, що запропонований лемішний підгортач із стрілкою лапою має зменшення тягового опору на глибині обробітку 5,9 см порівняно з прототипом на 18,5% при інших однакових умовах. Отримані значення параметрів швидкості руху та глибини обробітку за допомогою карти ліній рівнів (рис. 3.2).

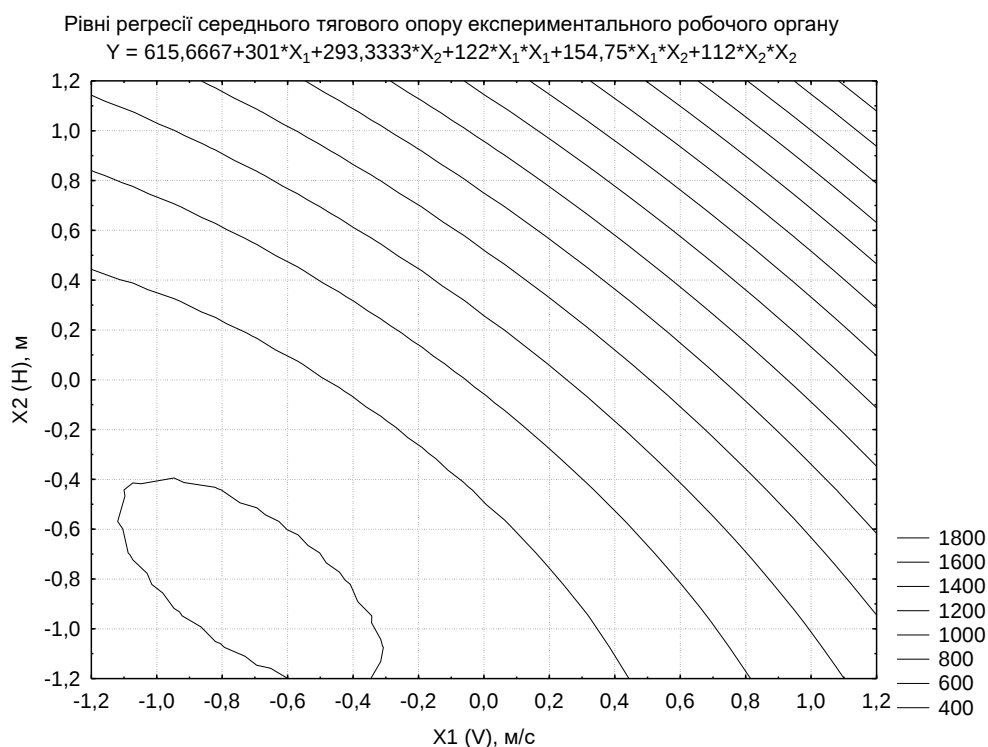


Рисунок 3.2 – Карта ліній рівнів зміна середнього тягового опору лемішного підгортача із стрілкою лапою (в кодованих одиницях)

Виконавши перетворення кодованих значень параметрів в дійсні встановили, що для умов експерименту та досліджуваної конструкції лемішного підгортача із стрілчастою лапою оптимальними є: Швидкість руху агрегату – 0,264 м/с; Глибина обробітку – 0,03 м.

Важливо зазначити, що їх відхилення знаходяться в межах похибки експерименту. Причиною незначних відхилень є те, що в умовах лабораторної установки змоделювати нерівномірність опору ґрунту за рахунок різної щільності та хаотичного розташування рослин неможливо.

Вплив конструктивних параметрів на тяговий опір оцінювався коефіцієнтами частинної кореляції (r_i), які оцінюють кількісний зв'язок між результативним показником і одним із змінних факторів при умові, що інший фактор постійний і не впливає на результативний показник. Значення коефіцієнта менше 0,15 вказує на те, що вплив досліджуваних факторів на основний показник невеликий. В (табл. 3.2) приведені результати впливу факторів на експлуатаційні показники (середній тяговий опір).

Таблиця 3.2 – Кореляційна матриця між глибиною обробітку, швидкістю руху та тяговим опором лемішного підгортача із стрілчастою лапою.

Змінна	Кореляції, Порядкове віддалення ПД N=9		
	Глибина обробітку	Швидкість руху	Тяговий опір
Глибина обробітку	1,00	0,00	-0,53
Швидкість руху	0,00	1,00	-0,50
Тяговий опір	-0,53	-0,50	1,00

Аналізуючи таблицю 3.2. можемо зробити висновок, що між середнім тяговим опором та глибиною обробітку існує значна зворотна кореляційна залежність. Величина коефіцієнта кореляції складає $r_i = -0,53$. Значна кореляційна залежність існує між швидкістю руху та тяговим опором робочого органу. Величина коефіцієнта кореляції становить $r_i = -0,50$. Таким чином, можна констатувати, що середній тяговий опір лемішного підгортача із стрілчастою лапою залежить від швидкості руху та глибини обробітку. Отримані рівняння досліджувались за допомогою програмного пакету Mathcad 13.

3.3. Результати перевірки адекватності експериментальної моделі процесу рядкового підгортання картоплі дослідним лемішним підгортачем із стрілчастою лапою

Перевірка адекватності експериментальної моделі, що характеризує процес рядкового пригортання картоплі дослідним лемішним підгортачем із стрілчастою лапою виконувалась за допомогою програмного пакету «Аналіз даних» Microsoft Excel. В цій програмі результати перевірки подаються у вигляді таблиці 3.3.

Перевірка показала, що при ступені вільності $df = 2$ і сумі квадратів відхилень генеральної вибірки $SS = 1254,48$ та середньому квадраті відхилень $MS = 615,67$ експериментальне значення критерію Фішера становить 1,073. Критичне значення критерію Фішера $F_{\text{критичне}} = 3,19$.

Таблиця 3.3 – Двох факторний дисперсійний аналіз із повтореннями вимірів тягового опору

Оцінки параметрів (Таблиця) Сигма-обмежена параметризація										
	Y	Y	Y	Y	-90,00%	+90,00%	Y	Y	-90,00%	+90,00%
Св.член	615,6667	30,35846	7,65666	0,001564	167,7249	297,1640				
"X1"	301,0000	16,62801	-2,37551	0,076361	-74,9484	-4,0516	-0,530243	0,223212	-1,00610	-0,054389
"X1"^2	122,0000	28,80056	1,52196	0,202673	-17,5650	105,2317	0,339721	0,223212	-0,13613	0,815575
"X2"	293,3333	16,62801	-2,23518	0,089097	-72,6150	-1,7183	-0,498921	0,223212	-0,97478	-0,023066
"X2"^2	112,0000	28,80056	1,76501	0,152323	-10,5650	112,2317	0,393973	0,223212	-0,08188	0,869827

Порівнюючи дійсне значення з критичним, робимо висновок, що $F_{\text{фактичне}} < F_{0,05 \text{ критичне}}$, тобто, значення отриманих вимірів знаходяться в межах довірчих інтервалів. Вибіркові значення не відрізняються від теоретичних на 5% рівні значимості. Ця перевірка відноситься до вимірювань, які пов'язані з виміром тягового опору лемішного підгортача із стрілчастою лапою. Генеральні параметри вибірок подібні. Таким чином, порівнюючи теоретичні дані з експериментальними встановили, що нульова статистична гіпотеза H_0 не відхиляється. Значення вимірів знаходяться в межах довірчих інтервалів, про що свідчить $F_{\text{фактичне}} < F_{0,05 \text{ критичне}}$.

Отже, вибіркові середні значення суттєво не відрізняються від 5% рівня значимості. Генеральні параметри вибірок подібні.

3.4. Результати лабораторних досліджень з визначення якісних показників роботи лемішного підгортача із стрілчастою лапою

Метою аналізу є перевірка відповідності якості виконання рядкового пригортання картоплі в лабораторних умовах. Якість обробітку ґрунту експериментальним лемішним підгортачем із стрілчастою лапою, в порівнянні з прототипом, оцінювали за такими показниками: глибина і ширина розвальної борозни за експериментальним пригортачем. Ці показники визначали за методиками згідно із стандартами на випробування сільськогосподарської техніки [20, 21].

Дослідження розмірів розвальної борозни по ширині та глибини після проходу пригортача прототипу та експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою приведені в таблицях Ж.1 та Ж.2. (додаток Ж). Дані табл. Ж.1 свідчать, що найбільша розвальна борозна по глибині утворюється після проходу експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою (рис. 3.3 а).



а)

б)

а) експериментальний пригортач; б) лемішний пригортач

Рисунок 3.3 – Визначення глибини розвальної борозни після обробітку лемішного підгортача із стрілчастою лапою

У експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою ґрунт підрізає стрілчаста лапа, яка розміщена в передній його частині, та ковзає по бокових його частинах вгору і, розкидаючись крилами відвала за денною поверхнею, утворює великі розвальні борозни. Дослідженням встановлено, що ширина розвальної борозни, яка утворюється після проходу лемішного підгортача із стрілчастою лапою, на 11% більша ніж після обробітку прототипа (рис. 3.3 б). Порівняльні результати вимірювань показників глибини розвальної борозни приведені в таблиці Ж.2 (додаток Ж).

Експериментальний підгортач з винесенням стрілчастої лапи вперед відносно вісі розрізає шар ґрунту, при цьому під час руху до руйнування ґрунту його бічними сторонами утворюється сітчаста тріщина з багатьма відгалуженнями. Крім того, фрезерована бічна поверхня крил такого пригортача сприяє сепарації ґрунту нижче денної поверхні, фракція ґрунту розміром менше 10 мм просипається на дно борозни, а – крупніша фракція формує гребінь рядка, що підтверджує фотозйомка, виконана під час лабораторних досліджень (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд сепарування бічними крилами ґрунту експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою в умовах ґрунтового каналу

Поліпшення якісних показників роботи експериментального лемішного підгортача із стрілчастою лапою порівняно із серійним (лемішним підгортачем) робочим органом, пояснюється кращими умовами підрізання пласта ґрунту і якіснішим виконанням технологічного процесу підгортання.

3.5. Висновки за розділом 3

1. Проведений розрахунок технологічної карти на вирощування картоплі на обґрунтованій площі 0,25 га показав необхідність та кількість технічного забезпечення, агротехнічні терміни виконання операцій та витратні матеріалів, зокрема дизельного пального 70,63 літрів. Заплановано отримати вал врожаю картоплі 4,0 т та побічної продукції 0,05 т.

2. Експериментально доведено, що значний вплив на енергетичний показник роботи запропонованого лемішного підгортача із стрілчастою лапою, має швидкість руху та глибина обробітку. Величина коефіцієнтів кореляції склала -0,53 та -0,50 відповідно.

3. В умовах експерименту, при швидкості руху агрегату 0,264 м/с та глибині обробітку 0,03 м зафіксоване зменшення сили тяги на 15%. Якість обробітку ґрунту відповідає агротехнічним вимогам до підгортання рядків картоплі.

4. В результаті обробки експериментальних даних були отримані рівняння регресії для середнього тягового опору лемішного підгортача із стрілчастою лапою:

$$P = -198,59 + 315,29V + 2793,91H + 147,33V^2 + 154,75V \cdot H + 11200,00H^2$$

5. Оптимальними значеннями параметрів для умов експерименту та застосованої конструкції лемішного підгортача із стрілчастою лапою є швидкість руху в межах – 0,091...0,637 м/с та глибини обробітку – 0,01...0,06 м, тяговий опір – 120...400 Н.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Рекомендації щодо практичної реалізації результатів досліджень

В результаті проведених досліджень ефективності використання лемішного підгортача (прототип) (рис. 4.1а) та запропонованого лемішного підгортача із стрілкою лапою (розроблений) (рис. 4.1б) в технології вирощування картоплі, а саме підгортання рядків картоплі ґрунтом було досягнуто ряд позитивних результатів. Як наслідок, можна запропонувати наступні рекомендації до використання [24].



а) Лемішний підгортач; б) Лемішного підгортача із стрілкою лапою

Рисунок 4.1. – Досліджувані робочі органи

Середній тяговий опір запропонованого лемішного підгортача із стрілкою лапою слід визначати за формулою

$$P = -198,59 + 315,29V + 2793,91H + 147,33V^2 + 154,75V \cdot H + 11200,00H^2$$

де V – швидкість руху, м/с;

H – Глибина обробітку, м.

Для умов ґрунтового середовища з вологістю ґрунту в межах $W = 15..22\%$, твердістю ґрунту $p = 3,89..7,57$ МПа, (Додаток К) рекомендовано використовувати

наступні налаштування консьрукційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою:

Швидкість виконання технологічної операції підгортання картоплі повинна становити – 0,091....0,637 м/с. Глибина обробітку – 0,01...0,06 м.

В результаті отримаємо зменшення тягового опору ґрунту в межах 18%.

4.2. Екологічна експертиза

Екологічна експертиза – це вид науково-практичної діяльності спеціально уповноважених державних органів, еколого-експертних формувань та об'єднань громадян. Ґрунтується екологічна експертиза на міжгалузевому екологічному дослідженні, аналізі та оцінці перед проектних, проектних та інших матеріалів чи об'єктів, реалізація і дія яких може негативно впливати або впливає на стан навколишнього природного середовища та здоров'я людей [25].

Спрямована екологічна експертиза на підготовку висновків про відповідальність запланованої чи здійснюваної діяльності нормам та вимогам законодавства про охорону навколишнього природного середовища, раціонального використання та відтворення природних ресурсів, забезпечення екологічної безпеки.

Завдання екологічної експертизи полягають у регулюванні суспільних відносин в галузі екологічної експертизи для забезпечення екологічної безпеки, охорони навколишнього природного середовища, раціонального використання та відновлення природних ресурсів, захисту екологічних прав та інтересів громадян держави.

Мета екологічної експертизи – запобігання негативному впливу антропогенної діяльності на природне середовище та здоров'я людей, а також оцінка ступеня екологічної безпеки господарської діяльності та екологічної ситуації на окремих територіях та об'єктах.

Проведення екологічної експертизи передбачено Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» (від 07 липня 2022р.) [26], та «Про екологічну експертизу» (від 18 грудня 2017р.) [27] Закон передбачає (розділ 6, стаття

26, 27) обов'язкове проведення екологічної експертизи в процесі господарської, управлінської та іншої діяльності, що впливає на стан природного оточуючого середовища, а також проекти на будівництво, реконструкцію виробництв і об'єктів, які можуть мати негативний вплив на оточуюче середовище.

Екологічна експертиза має на меті:

- попередження можливих негативних впливів планових, проектованих і функціонуючих об'єктів у процесі їх реалізації;
- підтримання природної динамічної рівноваги і сприятливого стану навколишнього середовища.

У процесі проведення експертизи детально і різнобічно вивчають екологічний зміст проектів, шляхом аналізу, синтезу, порівняння, спостереження, описання при суворому дотриманні вимог існуючого законодавства.

Сільськогосподарське виробництво має негативний вплив на навколишнє середовище. Вихлопні гази тракторів, автомобілів та іншої сільськогосподарської техніки, випаровування тваринницьких комплексів впливають на повітряне середовище. Водне середовище забруднюється відходами нафтопродуктів. Від того як будуть виконуватися природоохоронні заходи на конкретних підприємствах, у конкретних господарствах залежить стан навколишнього середовища, розвиток і життєдіяльність нинішнього і наступного поколінь.

Оскільки дослідно-виробнича перевірка результатів роботи проводилася безпосередньо з використанням мотоблоків на особистій присадибній ділянці, тому дослідження по екологічній експертизі безпосередньо пов'язані з виконаннями операцій технічного обслуговування малих енергетичних агрегатів задіяних в технології вирощування картоплі на присадибних ділянках

Технічне обслуговування енергетичного агрегату – важливі елементи підтримання його в робото здатному стані. Оскільки виробнича база для технічного обслуговування малогабаритної техніки в особистому селянському господарстві відсутня, тому розглянемо небезпеки пов'язані з очисткою і миттям енергетичних засобів, мащення вузлів і агрегатів, заміна мастил, збирання, зберігання і видача нафтопродуктів. Оскільки усі перераховані роботи плануються виконуватися в

гаражі особистого селянського господарства, тому ми здійснюємо його громадську експертизу з метою визначення впливу на стан оточуючого середовища [25].

Пристосований пункт технічного обслуговування знаходиться на малопридатних, для вирощування сільськогосподарських культур, землях. Ця ділянка має рівнинну поверхню, тому не має стоків у природні водойми.

Слід відмітити наступні недоліки такі, як розлиті на місцях обслуговування енергетичної машини нафтопродукти, змиті дощовими водами, потрапляють в водойми і спричиняють різні форми їх забруднення цим становлять загрозу не тільки для живих організмів, що мешкають в ній, а й для людини.

Джерелом забруднення навколишньої території можуть бути виробничо-побутові стічні води з приміщень пристосованої обслуговуючої бази. Крім нафтопродуктів, різних хімічних сполук, в таких водах міститься до 60% органічних речовин, що спричиняють поширення інфекцій.

Залежно від токсичного впливу того чи іншого компонента на людину, а також, з врахуванням часу можливого перебування людини в цьому середовищі, встановлені гранично допустимі концентрації токсичних речовин в атмосфері. Їх значення для деяких шкідливих речовин, у тому числі і тих, що входять до складу відпрацьованих газів двигунів, наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі населених пунктів, мг/м³.

Речовина	Максимальна разова концентрація	Середньо- добова концентрація	Речовина	Максимальна разова концентрація	Середньо- добова концентрація
Окис вуглецю	3,0	1,0	Сірковуглець	0,03	0,01
Двоокис азоту	0,085	0,085	Сажа (кіптява)	0,15	0,05
Сірчистий газ	0,5	0,05	Свинець	-	$3 \cdot 10^{-4}$
Пил не токсичний	0,5	0,15	Бензопірен	-	10^{-6}

Для покращення екологічного стану в пристосованому пункті технічного обслуговування ми передбачили [25]:

1. Територію пристосованого пункту технічного обслуговування малогабаритної техніки, необхідно обладнати спеціальними уловлювачами забруднених поверхневих стоків (ямами, канавами), які розміщуємо в нижній частині території з врахуванням природних ухилів поверхні.

2. Місце миття енергетичних машин необхідно забезпечити оборотним водопостачанням, а їх майданчики обладнати бортами, що запобігають стіканню забрудненої води і мийних розчинів за межі майданчика.

3. Для більш ефективного використання води і мийних розчинів рекомендуємо застосовувати метод електрохімічної коагуляції і подачі розчину коагулянта в відстійник-нейтралізатор, що захищає осадок та оборотну воду від загнивання. Така комбінована схема відведення та очищення води запобігає насиченню основної маси стічних вод та осадка патогенними мікробами.

4. В гаражі, систему відведення відпрацьованих газів двигунів необхідно обладнати глушниками та вловлювачами сажі (кіптяви), що значно зменшить забруднення токсичними викидами двигунів.

6. В приміщеннях гаража спроектувати витяжну вентиляцію, яка забезпечуватиме необхідний мікроклімат (температура повітря 16–18°C, вологість 70%, швидкість руху повітря 0,015...0,02 м/с).

7. Територія, що прилягає до приміщення технічного обслуговування повинна бути впорядкована, для чого нами запропоновано:

– обладнати землі газонами впродовж під'їзних шляхів, навколо мийки машин;

Дані заходи, які передбачені в пристосованому пункті технічного обслуговування дозволять зменшити вплив шкідливих факторів на оточуюче середовище.

Отже, запропоновані заходи в даній роботі, не несуть загрози навколишньому середовищу, а полегшують роботу з технічного обслуговування засобів малої механізації.

Висновком є виконання передбачених заходів, які дадуть можливість зберегти

навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище.

4.3 Охорона праці

Охорона праці в умовах сільського виробництва – важливе завдання, вирішення якого забезпечить безпечні умови праці працівниками сільського господарства. Передбачаються наступні заходи: поліпшення і оздоровлення умов праці, широке впровадження сучасних засобів безпеки, усунення причин, що породжують травматизм, створення на виробництві необхідних гігієнічних і санітарно-побутових умов.

Умови праці – це складне об'єктивне суспільне явище, що формується в процесі трудової діяльності під впливом взаємопов'язаних факторів соціально-економічного характеру, що впливають на здоров'я, працездатність людини, на її відношення до праці та ступінь задоволення від неї, на ефективність праці та інші економічні результати виробництва. Вони характеризуються оціночними показниками мікроклімату, наявністю в робочій зоні шкідливих та небезпечних виробничих факторів, психофізичним та естетичними елементами діяльності працівників господарства [28].

Охорона праці в нашій країні охоплює заходи по подальшому полегшенні умов праці на основі механізації важких і шкідливих виробничих процесів, широкому впровадженню сучасних засобів охорони праці, усуненню причин, що породжують травматизм і професійні захворювання робітників. Вона тісно пов'язана з умовами праці.

Кожна людина і, людина з вищою освітою повинна усвідомлювати важливість питань уникнення ризиків у житті та праці.

Актуальність проблеми охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в світі значно зросла на початку третього тисячоліття. Охорона життя та здоров'я громадян у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних та нешкідливих умов праці є одним з найважливіших державних завдань. Успішне вирішення цього

завдання значною мірою залежить від належної підготовки фахівців усіх освітньо-кваліфікаційних рівнів з питань охорони праці.

Проведений аналіз небезпечних умов, які існують чи виникають безпосередньо на виробництві показав, що їх можна поділити на групи, які:

- характеризують стан або рівень безпеки виробничого обладнання або певного робочого місця, конструктивні недоліки конкретного вузла чи машини;
- спонукають працюючого допускати помилки у процесі роботи, низька кваліфікація працюючого та рівень знань з охорони праці;
- створюють можливість проникнення працюючого у небезпечну зону в наслідок відсутності відповідного контролю за дотриманням правил з охорони праці, та інші.

Всяке порушення аналітичної цілості організму або його функцій внаслідок дії на людину, дії будь-якого небезпечного фактора визначається як травма. Якщо внаслідок аварії технічної системи виникли травми у людей, то сам випадок травми необхідно розглянути як подію, що є наслідком аварії. Це стосується тих систем, у яких підсистемами одночасно є машина і людина (див. табл 4.2) [29, 30].

В умовах виробництва небезпечні обставини можуть бути викликані незадовільною підготовкою з питань безпеки праці, відсутністю чіткої системи контролю за станом охорони праці, недостатнім рівнем організації праці; низькою надійністю машин та обладнання, їх окремих деталей або робочих органів і т. ін. В умовах галузі можливість негативного впливу небезпечного виробничого фактора на людину створюється внаслідок небезпечних дій працівника або службової особи на виробництві. Небезпечними діями в конкретних умовах виробництва називають такі дії працівника або організатора роботи, які не відповідають науково обґрунтованим або розробленим і відповідно затвердженим нормам професійної поведінки при виконанні роботи. До небезпечних дій можна віднести порушення режиму роботи технологічного обладнання, машини, агрегату, системи, перевищення швидкості руху, різке гальмування або різкий поворот, неправильне застосування інструменту, роботу без засобів індивідуального захисту при їх наявності і та ін.

Таблиця 4.2 – Аналіз процесів формування травмонебезпечних ситуацій при роботі машин для міжрядкового обробітку ґрунту

Вид робіт, виробничий підрозділ, робоче місце, виробниче обладнання, склад агрегату	Виробнича небезпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова НУ	Небезпечна дія НД	Небезпечна ситуація НС		
Міжрядний обробіток ґрунту	Необхідність регулювання робочих органів по глибині на ґрунтообробній машині	Відсутність спеціальних підставок НД1 Недотримання правил з охорони праці НД2	Падіння знаряддя на робітника	Нещасний випадок травма	Укомплектування ґрунтообробної машини спеціальними підставками, проведення позапланового інструктажу з охорони праці
Відпочинок працівників під час польових робіт	Відпочинок працівників поза спеціально відведеними майданчиками	Наїзд техніки на працівника	Небезпечний рух техніки	Травма, смерть	Обладнати спец. майданчики для відпочинку працівників під час польових робіт, провести інструктаж охорони праці
Вмикання важеля гідروпіднімача стоячи на землі біля ґрунтообробної машини	Проведення робіт пов'язаних з підніманням та опусканням націпної машини, що вмикається безпосередньо біля трактора	Робота без підставок, використання несправного інвентаря	Можливе придавлення робітника при падінні націпного ґрунтообробного знаряддя	Травма	Важіль гідропіднімача вмикати тільки із сидіння трактора. Працювати з використанням спеціальних підставок, контролювати стан робочого інвентаря
Очищення робочих органів від бур'яну та пожнивних решток	Бур'ян намотався на стійки робочих органів	Очищення бур'яну руками	Можливість поранення	Травма	Очищення проводити спеціальним крючками і в рукавицях
Проведення ремонтних робіт ґрунтообробного знаряддя з піднятими робочими органами	Підняті робочі органи ґрунтообробного знаряддя не зафіксовані штифтами у транспортне положення	Працівник проводить роботи з ТО знаходячись під не зафіксованою секцією знаряддя	Самовільне опускання чи падіння секції на робітника	Травма, смерть	Для фіксування піднятої секції використовувати спеціальні заводські упорні пальці.

Провівши аналіз формування умов виникнення і розвитку аварій, ми прийшли до висновку, що переважна більшість випадків виникнення нещасних випадків можна представити у вигляді ступеневої логіко-імітаційної моделі представленої на рисунку 4.2.

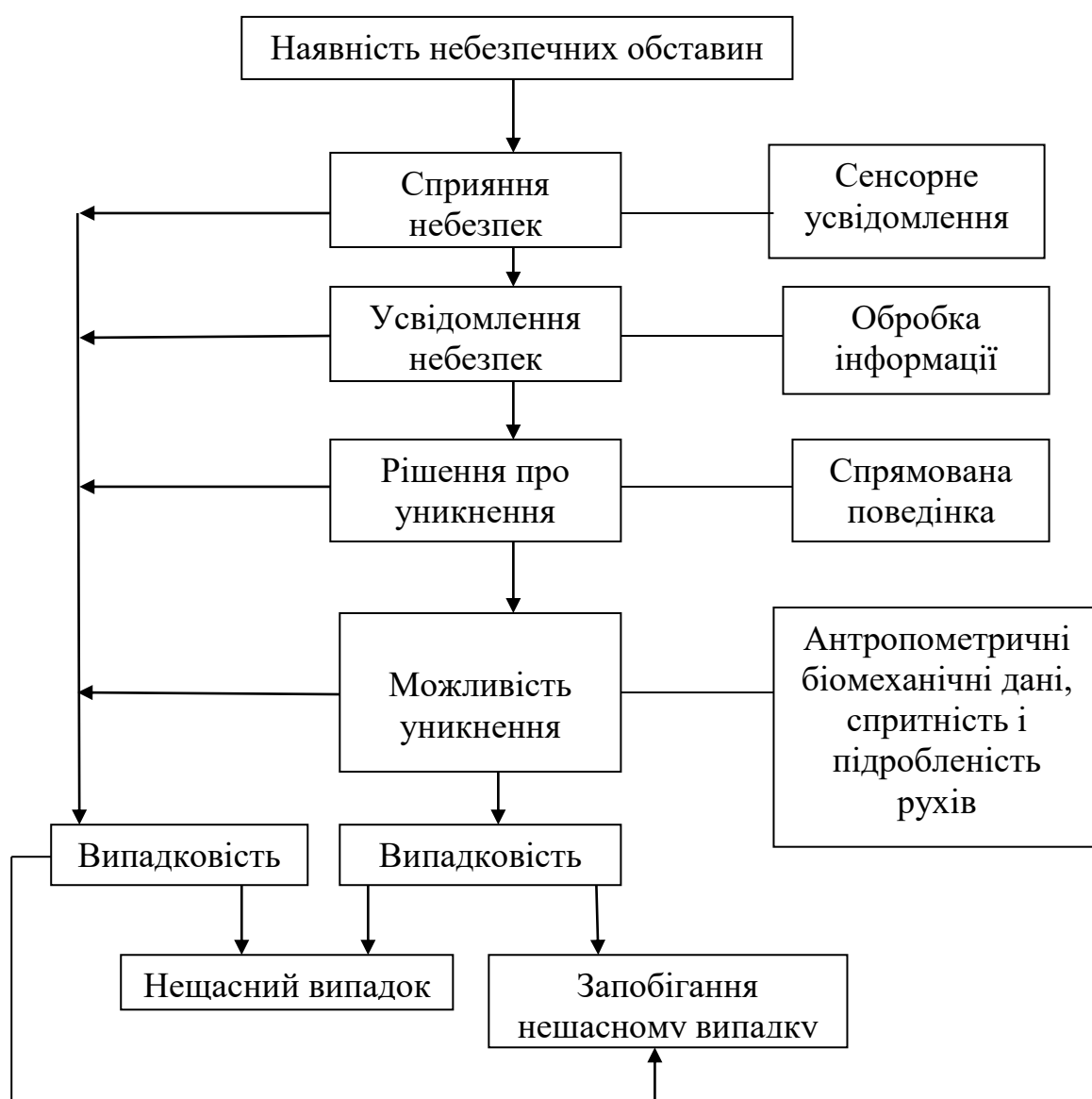


Рисунок 4.2 – Схема побудови сценарію виникнення й розвитку нещасного випадку

Схема по стадійного виникнення та розвитку аварії представлена на рис. 4.3. Розгорнутий коментар до схеми по стадійного виникнення та розвитку аварії представлений у таблиці 4.3 [29].

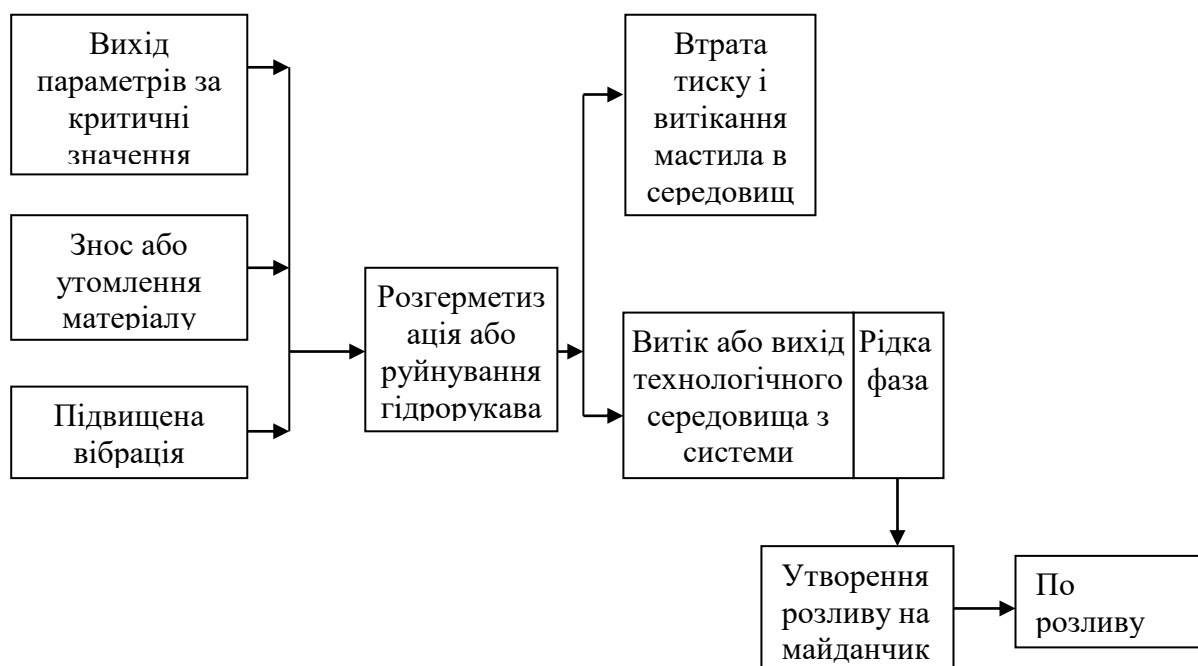


Рисунок 4.3 – Схема виникнення та по стадійного розвитку аварій

Таблиця 4.3 – Схема по стадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії та її наслідків)	Способи і засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3
Вихід параметрів за критичні значення	Виявлення особливо небезпечних речовин; виявлення параметрів, які визначають небезпечність технологічних процесів і їх критичні значення; оцінка достатності оснащення засобами, які включають вихід параметрів за припустимі межі, їх ефективність, надійність	До оснащення технологічних процесів засобами контролю, управління й протиаварійного захисту, підвищення їх надійності й ефективності; удосконалення технологічних процесів
Знос, утомленість матеріалу апарата	Перевірка вивченості корозійних властивостей застосовуваних речовин; наявності даних щодо швидкості корозії і зносу; відповідності матеріалу устаткування (трубопроводів), захисного покриття, ущільнювальних матеріалів.	Застосування обладнання підвищеної надійності, ефективного захисного покриття і захисних пристроїв

Продовження таблиці 4.3

1	2	3
Підвищена вібрація	Перевірка надійності й вірності кріплення апаратів, машин, гідрукавів, співвісності з'єднань пристроїв, що обертаються	Своєчасне проведення планово-запобіжних ремонтів
Зруйнування апаратури	Аналіз кількісних енергетичних характеристик вибуху (надлишковий тиск, швидкість наростання тиску) й порівняння їх із характеристиками міцності апаратури. Наявність засобів захисту устаткування від зруйнування при вибуху (запобіжні клапани).	Оснащення запобіжними пристроями, підвищення характеристик міцності апаратури
Розгерметизація апаратури	Перевірка відповідності устаткування, трубопроводів, запірної арматури, гідрукавів, запобіжних і ущільнюючих пристроїв вимогам нормативів; оцінка технічного стану апаратури (якість зварних з'єднань, складання роз'ємних з'єднань, ступінь зносу і т.і.); оцінка порядку й повноти діагностичного контролю.	Розвиток бази діагностування і дефектоскопії устаткування; вдосконалення системи планово-запобіжного ремонту; заміна морально застарілого, зношеного й не відповідного нормативам устаткування

Висновки щодо підвищення стану охорони праці.

1. Обладнати спеціальні місця для відпочинку за межами поля.
2. Забезпечити працівника засобами індивідуального захисту.
3. Організувати вчасне проведення періодичних медичних оглядів працівників.
4. Забезпечити оптимальні мікрокліматичні умови в кабіні трактора для відчуття теплового комфорту, та створити передумови для високого рівня працездатності.
5. Забезпечити надійну роботу світлових та світло відбивних засобів у темну пору доби під час транспортування широкозахватних культиваторів.

4.4. Техніко-економічне обґрунтування результатів досліджень

Техніко-економічні розрахунки проводилися за методиками [53] та основними положеннями та показникам економічної оцінки [54].

Виробіток за годину основного часу агрегату у складі мотоблоку МБ-6Д та ЛП-04+ОН-2 підгортача зі стрілчастою лапою розраховуємо за формулою:

$$W = 0,1B_p V_p, \quad (4.1)$$

де B_p – робоча ширина захвата агрегату, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год

Норма виробітку на механізовані польові роботи визначається за формулою:

$$H_b = \frac{T_{зм} - (T_{п.з} + T_{від} + T_{ос.п} + T_{обс})}{60(1 + r_{пов} + r_{пер} + r_{доп.р})} W, \quad (4.2)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, хв. (420 хв.);

$T_{п.з}$ – тривалість підготовчо-заклучних робіт, (40хв.);

$T_{від}$ – норматив на тривалість відпочинку на протязі зміни, (25 хв.);

$T_{ос.п}$ – час на особисті потреби, (10 хв.);

$T_{обс}$ – час обслуговування агрегату протягом зміни, (40 хв.);

r – коефіцієнт поворотів, переїздів, та допоміжних робіт, (0,3 год.);

$B_p = 1,4$ м (конструкційні параметри);

$V_p = 3$ км/год (рекомендована по експлуатаційним показникам),

$$W = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 3,0 = 0,42 \text{ га/год.}$$

Норму виробітку на підгортання картоплі визначаємо як:

$$H_b = \frac{420 - (40 + 25 + 10 + 40)}{60 \cdot (1 + 0,3)} \cdot 0,42 = 1,64 \text{ га.}$$

Витрати пального за зміну розраховуємо за формулою:

$$Q = \frac{q_x T_x + q_z T_z}{60}, \quad (4.3)$$

де q – витрата пального при роботі двигуна на різних режимах, кг/год.;

T – тривалість робочого часу та часу зупинок.

$$Q = \frac{0,356 \cdot (40 + 25 + 10 + 40) + 1,8 \cdot (420 - (40 + 25 + 10 + 40))}{60} = 9,83 \text{ кг.}$$

Виходячи з розрахунку, що за нормо-зміну виконаної роботи механізатору нараховується заробітна плата в розмірі 304 грн. 55 коп., визначимо відрахування з рахунків господарства на одного працівника при виконанні норми при обробітку ґрунту за допомогою агрегату у складі мотоблоку МБ-6Д і підгортача зі стрілчастою лапою та механізаторами при загальноприйнятій технології (17% податок на прибуток; 33,2% - податок до пенсійного фонду; 0,5...2% - страховий фонд).

Таким чином, добова сума відрахувань складе:

$$304,55 \cdot (0,17 + 0,332 + 0,02) = 158,98 \text{ грн.}$$

Загальна витрата заробітної плати, відрахувань, пального при прополюванні з одночасним підгортанням картоплі на площі 0,25 га склала 70,28 грн. (в розрахунку на 1 га – 281,12 грн.). Також слід врахувати, що виконання операцій прополювання з одночасним підгортанням проводилося в оптимальні агротехнічні строки з дотриманням якісних нормативів.

Плановий річний економічний ефект розраховуємо на основі питомих показників очікуваного економічного ефекту та масштабів впровадження, що закладені в проекті [55-57].

Річний економічний ефект, що очікується, розраховуємо за формулою:

$$E = [(C_{\bar{o}} + E_n K_{\bar{o}}) - (C_n + E_n K_n)] A_n, \quad (4.4)$$

де E – річний економічний ефект, грн.:

$C_{\bar{o}}, C_n$ – собівартість одиниці роботи за базовим та новим варіантом, грн.;

$K_{\bar{o}}, K_n$ – питомі капіталовкладення в базовому та новому варіанті, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$;

A_n – програма використання результатів нової техніки.

Оскільки результати експериментальних досліджень підтвердили, що основною перевагою запропонованого підгортача зі стрілчастою лапою є можливість зменшення тягового опору за рахунок використання стрілчастої лапи, що безпосередньо пов'язано з економією палива, то річний економічний ефект від

впровадження та використання нових засобів праці довгострокового використання з поліпшеними характеристиками розраховуємо за формулою:

$$E = \left[\frac{(C_{\bar{o}} + E_n K_{\bar{o}}) B_n / B_{\bar{o}} (P_{\bar{o}} + E_{\bar{o}}) / (P_n + E_n) + (I_{\bar{o}1} - I_{n1})}{E_n (K_{n1} - K_{\bar{o}1}) / (P_n + E_n) - (C_n + E_n K_n)} \right] A_n, \quad (4.5)$$

де $C_{\bar{o}}, C_n$ – собівартість одиниці базового та нового засобу праці, грн.;

$K_{\bar{o}}, K_n$ – питомі капіталовкладення в базовому та новому варіанті, грн.;

$B_n / B_{\bar{o}}$ – коефіцієнт, що враховує збільшення продуктивності одиниці нового засобу праці в порівнянні з базовим;

$B_n, B_{\bar{o}}$ – річні обсяги продуктивності, що виробляються на використанні одиниці базового та нового засобу праці;

$(P_{\bar{o}} + E_{\bar{o}}) / (P_n + E_n)$ – коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби нового засобу праці в порівнянні з базовим;

$P_{\bar{o}}, P_n$ – частки відрахувань від балансової вартості на повне відновлення базового та нового засобів праці. Розраховують як величини, що є зворотними термінам служби засобів праці, які визначаються з урахуванням їх морального зношування;

$((I_{\bar{o}1} - I_{n1}) - E_n \cdot (K_{n1} - K_{\bar{o}1}) / (P_n + E_n))$ – економія споживача на експлуатаційних затратах та відрахуваннях від супутніх капіталовкладень за весь термін роботи нового засобу праці в порівнянні з базовим, грн.;

$I_{\bar{o}1}, I_{n1}$ – річні експлуатаційні витрати в розрахунку на обсяг роботи, що виробляється за допомогою нового засобу праці;

$K_{n1}, K_{\bar{o}1}$ – супутні капіталовкладення при використанні базового та нового засобів праці в розрахунку на обсяг продукції, що виробляється за допомогою нового засобу праці, грн.;

A_n – річний обсяг виробництва нових засобів праці в розрахунковому році, в натуральних одиницях;

E_n – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень рівний 0,15 в галузі сільськогосподарського машинобудування.

Підгортач зі стрілчастою лапою сконструйовано відповідно до вимог агротехніки, щодо якості робіт і оптимального використання енергетичних показників засобу малої механізації, забезпечує високу продуктивність виконання заданої роботи з мінімальними затратами праці і коштів, включаючи раціональне використання кінематичних показників енерго-машини і сільськогосподарських знарядь [58].

Під час проведення виробничих досліджень удосконаленого робочого органу проводилося хронометрування роботи з метою визначення часу простою на очищення робочих органів від накопичення на них ґрунту і рослин. Порівнюючи результати хронометрування, доведено, що час витрачений на очищення лез бритв на 71% більше, ніж у агрегаті, що поєднує у своїй конструкції підгортач і культиваторну лапу. Робочий процес виконувався у межах агротехнічних вимог. Змінна продуктивність праці агрегатів в подібних умовах склала $B_{\sigma} = 2,46$ га/зміну, $B_{\pi} = 1,64$ га/зміну. А витрата палива, відповідно становила $\Pi_{\sigma} = 7,58$ кг/га, $\Pi_{\pi} = 5,99$ кг/га, що вказує на економію палива в розмірі 1,59 кг/га. Сумарна економія на оброблених за період досліджень 0,25 га, склала 0,40 кг дизельного палива, що в перерахунку на середню ціну палива в 2022р. 55 грн. 00 коп. склала 21,86 грн.

Розрахуємо річний економічний ефект від впровадження нових засобів праці довгострокового використання з поліпшеними якісними характеристиками як такий, що прогнозується. За засобами праці, як новий варіант, пропонуємо робочий орган, що поєднує в своїй конструкції стрілчасту лапу та підгортач, та для порівнянь агрегат з почерговим встановленням робочих органів (леза-бритви та підгортач). Тоді, відповідно $C_{\sigma} = 1160$ грн., $C_{\pi} = 900$ грн. Питомі капітальні вкладення в базовому та новому варіанті розглядаємо, як вартість робочих органів (леза-бритви та підгортач), та запропонованих – підгортач зі стрілчастою лапою; B_{π} / B_{σ} – коефіцієнт, що враховує збільшення продуктивності одиниці нового засобу праці в порівнянні з базовим, $B_{\pi} / B_{\sigma} = 1,52$; $(P_{\sigma} + E_{\sigma}) / (P_{\pi} + E_{\pi})$ – коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби нового засобу праці в порівнянні з базовим, для наших розрахунків

прийнято 1; $((I_{\delta 1} - I_{n1}) - E_n(K_{n1} - K_{\delta 1}) / (P_n + E_n))$ – економія споживача на експлуатаційних затратах та відрахуваннях від супутніх капіталовкладень за весь термін роботи нового засобу праці в порівнянні з базовим, приймаємо 861 грн., (зниження експлуатаційних витрат за рахунок спрощення технічного обслуговування при виконанні технологічного процесу та економії пального) [59-61].

Враховуючи визначені показники, одержимо значення економічного ефекту від застосування робочого органу підгортача з використанням стрілчастої лапи, що прогнозується при використанні одного запропонованого агрегату на площі 1 га:

$$E = [(900 + 0,15 \cdot 900) \cdot 1,52 \cdot 1 + (861 - (1160 + 1160 \cdot 0,15))] \cdot 1 = 1100,20 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків зводимо до таблиці 4.4.

Таблиця 4.4 – Техніко-економічні показники ефективності використання експериментального про полювача-пригортача в порівнянні з прототипом

Показник	МБ-6Д + лемішний підгортач	МБ-6Д + ЛП- 04+ОН-2
Вартість виробництва, грн.	1160	900
Ширина захвату, м	1,4	1,4
Експлуатаційна продуктивність за зміну, га/год.	0,63	0,42
Експлуатаційна витрата палива, кг/га	7,58	5,99
Приріст продуктивності від застосування запропонованого робочого органу, га./зм.	0	0,82
Вартість 1 га обробітку, грн.	305,15	320,13
Вартість приросту виконаних робіт, грн./зм.	0	609,02
Вартість додаткових капіталовкладень на конструкцію агрегату, грн.	0	900,00
Строк окупності запропонованих робочих органів, років	0	1,2
Норма виробітку на прополювання та обгортання, га./зм.	2,46	1,64
Економічна ефективність, використання 1 агрегату, грн.	0	1100,20

Дотримання положень агротехнічних вимог, щодо роботи агрегату, відображається не лише на збільшенні врожайності сільськогосподарських культур, а й на підвищенні економічної ефективності роботи про полювача-пригортача внаслідок зменшення питомих енерговитрат.

4.5. Висновки по розділу 4

Враховуючи отримані результати досліджень рекомендуємо:

1. Виконання передбачених заходів розроблених у підрозділі екологічна експертиза дасть можливість зберегти навколишнє середовище, зменшивши вплив шкідливих факторів як на організм людини, так і на оточуюче його навколишнє середовище.

2. Чистий прибуток від впровадження та реалізації нової технології вирощування картоплі на присадибній ділянці за п'ять років склав 5501 (в середньому при річному навантаженні 1100,2 грн/рік)

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У звіті наведене узагальнення і нове вирішення науково-практичного завдання, що виявляється в удосконаленні технології вирощування картоплі на присадибних ділянках шляхом розробки механізованих операцій із застосуванням енергозасобів тягового класу 0,1. Це дозволило підвищити продуктивність вирощування сільськогосподарської культури, зменшити затрати ручної праці, за рахунок обґрунтування та вибору технічного забезпечення технологічних процесів.

1. Ґрунтуючись на аналіз відомих технологій механізованого вирощування картоплі обґрунтовано перелік необхідних операцій та, виконано їх поділ на механізовані та немеханізовані на умовах застосування існуючих засобів малої механізації для умов присадибних ділянок Полтавського регіону.

2. Для вибору оптимального складу агрегатів та враховуючи необхідність запровадження універсальних енергетичних засобів з відповідним агрегуванням сільськогосподарських машин, проведено систематизацію марок (моделей) засобів малої механізації для виконання відповідних операцій.

3. Проведено розрахунок технологічної карти на вирощування картоплі на обґрунтованій площі 0,25 га вказав на необхідність та кількість технічного забезпечення, агротехнічні терміни виконання операцій та витратні матеріалів, зокрема дизельного пального 70,63 літрів. Заплановано отримати вал врожаю картоплі 4,0 т та побічної продукції 0,05 т.

4. В умовах проведених експериментальних досліджень, при швидкості руху агрегату 0,264 м/с та глибині обробітку 0,03 м² зафіксоване зменшення тягового опору експериментального робочого органу на 15%, в порівнянні з прототипом. Якість обробітку ґрунту відповідає агротехнічним вимогам до пригортання рядків картоплі.

5. В результаті обробки експериментальних даних були отримані рівняння регресії для середнього тягового опору:

$$P = -198,59 + 315,29V + 2793,91H + 147,33V^2 + 154,75V \cdot H + 11200,00H^2$$

6. Оптимальними значеннями параметрів для умов експерименту та застосованої конструкції робочого органу є швидкість руху в межах –

0,091...0,637 м/с та глибини обробітку – 0,01...0,06 м. За вище вказаних параметрів тяговий опір становив – 120...400 Н.

7. Економічна ефективність, використання 1 агрегату становитиме 1100,2 грн/рік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Келемеш А., Ляшенко С. Горбенко О. Методичні рекомендації щодо виконання дипломної роботи ОПІ Технології і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Другого рівня вищої освіти за спеціальністю 208 Агроінженерія. Полтава: РВВ ПДАА, 2022. 40 с..
2. Картопля: Практична енциклопедія / За ред. Теслюка П.С. Луцьк, 2003. 300 с.
3. Молоцький М.Я. Поради картопляру-аматору / М.Я. Молоцький, А.А. Бондарчук. Біла Церква, 2005. 168 с.
4. Дзюба В.Г. Операційна технологія виробництва картоплі. К.:Урожай, 1987.197 с.
5. Картопля / За ред В.В. Кононученка, М.Я. Молоцького. Біла Церква, 2002. Т.1, Т.2, Т.3..
6. Ляшенко С. В. Удосконалення графіка проведення та переліку необхідних до виконання операцій технічного обслуговувань засобів малої механізації за результатами їх випробувань на присадибних ділянках: Вісник полтавської державної аграрної академії. 2014. №3. с. 178-183.
7. Ляшенко С. В. Підготовка засобів малої механізації до зберігання: Вісник полтавської державної аграрної академії. 2015. №1-2. с. 145-152.
8. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. К.: ІПТО НАПН України, 2015. 291 с.
9. ДСТУ 4397:2005 Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування [Чинний від 2005-04-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2006. 68 с..
10. ДСТУ 4521:2006 Техніка сільськогосподарська мобільна. Норми дії ходових систем на ґрунт. [Чинний від 2006-02-28]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2007. 55 с..
11. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою. [Чинний від 1993-05-24]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 1994. 34 с.

12. Про продовження терміну дії галузевих стандартів та технічних умов колишнього СРСР (Із змінами, внесеними згідно з Наказами Міністерства аграрної політики № 256 від 05.09.2002 – до 1 січня 2005 року № 362 від 14.10.2003): Наказ Міністерства аграрної політики України від 20.06.2002 р. № 168/2002. Урядовий кур'єр. 2002. 20 липн. (№ 17). С. 10..
13. Пат. 34499 Україна, МПК А 01 В 39/00. Установка по моделюванню руху робочих органів ґрунтообробних машин / С.В. Ляшенко, Г.О. Лапенко, Є.Я. Прасолов, В.В. Лавренко.; заявник та власник С.В. Ляшенко. № 200803911; заявл. 28.03.2008; опубл. 11.08.2008, Бюл. № 15.
14. Ляшенко С.В. Проектування торсіонно-ударного розпушувача ґрунту. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючого засобу для безполицевого обробітку ґрунту в умовах Полтавського регіону. [монографія] / Полтава: РВВ ПДАА. 2015. 200 с..
15. Методика польових досліджень з обробітку ґрунту / А. М. Малієнко, М. В. Коломієць, Ф. Й. Брухаль, М. М. Пташнік, Л. М. Красюк, П. С. Заяць. Вінниця: ТОВ «Твори», 2020. – 84 с..
16. Фомічов С.К.Стандартні системи управління. Аналіз і оцінювання. / Фомічов С.К., Скачков І.О., Гаєвський О.А., Лисак В.В., Банін А.В. К.: КІМ, 2018. 154 с.
17. 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.
18. Вступ до планування оптимального експерименту: Навч. посібн. для студ. спец. 092502 – Комп'ютерно-інтегровані технологічні процеси і виробництва / Уклад.: Г.О. Статюха, Д.М. Складанний, О.С. Бонаренко К.: ІВЦ «Політехніка», 2011. 117 с.
19. Fisheer E.P. Digital Computers and Regression Analyses in Evaluating Plant Operayion Data. / E.P. Fisheer // Industrial and Engineering Chemistry. – 1960, 52.
20. Якість ґрунту. Визначення твердості ґрунту твердоміром Ревякіна: ДСТУ 5096:2008. [Чинний від 2009-03-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2009. 4 с. (Національний стандарт України).

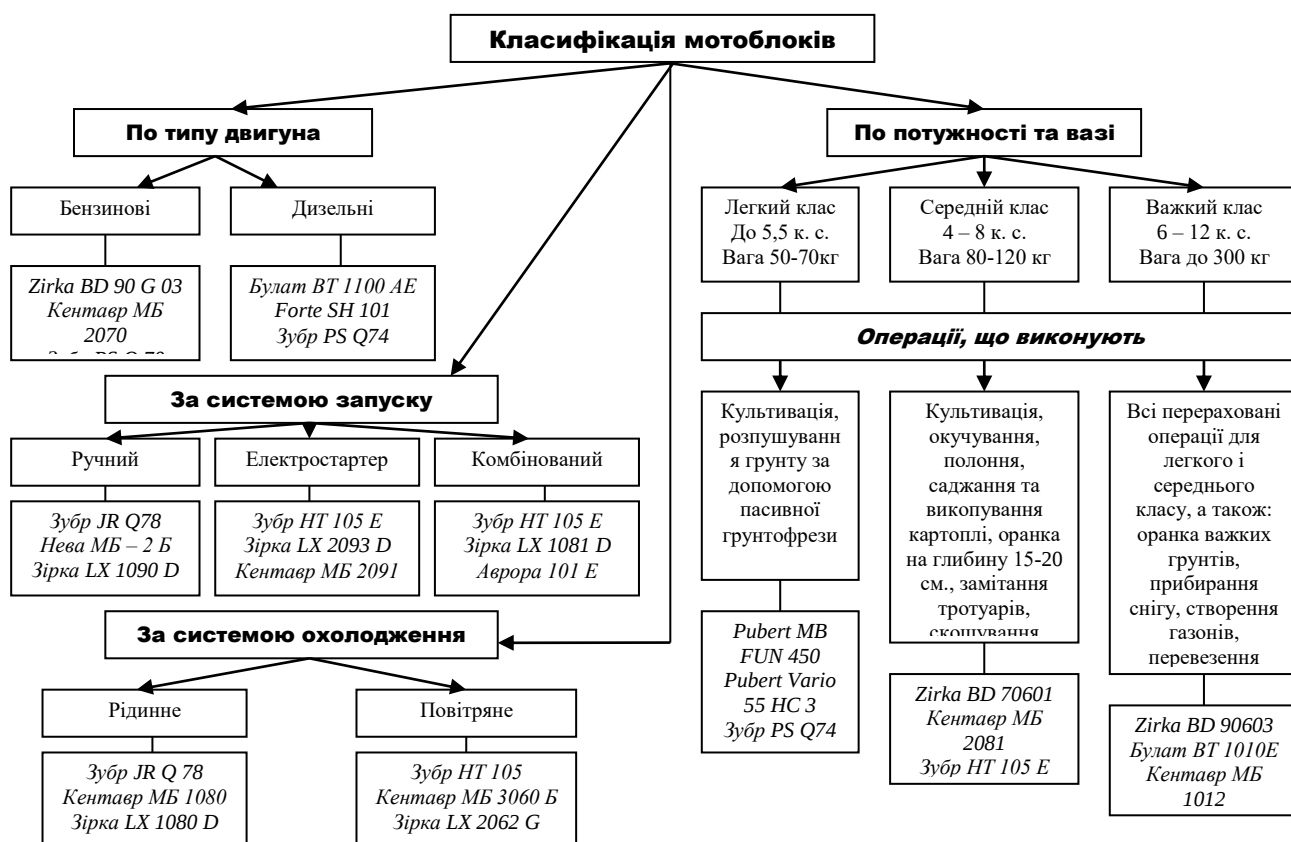
21. Якість ґрунту. Проведення польових дослідів. Основні вимоги: ДСТУ 7080:2009. [Чинний від 2010-07-01]. К.: Держспоживстандарт України, 2010. 12 с. (Національний стандарт України).
22. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур: монографія / Л.М. Тіщенко, С.І. Корнієнко, В.А. Дубровін та ін.: за ред. Л.М. Тіщенка / Харк. нац. техн. Унт с. г. ім. Петра Василенка. Харків: ХНТУСГ, 2015. 273 с..
23. Лімонт А.С. Практикум із машиновикористанням в рослинництві. / А.С. Лімонт, Мельник А.С. Малиновський та ін. К.: Кондор, 2004 282с..
24. Рапасій В.О., Ляшенко С. В. Рекомендації щодо налаштування конструкційно-експлуатаційних параметрів лемішного підгортача із стрілчастою лапою. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження: матеріали II Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., 2-3 червня 2022 р. Полтава : ПДАУ, 2022. С. 92-95...
25. Писаренко В.М. Екологічні основи раціонального природокористування в аграрному виробництві / В.М. Писаренко, О.М. Куценко К.: НМК ВО, 1992. 231с.
26. Про охорону навколишнього природного середовища: Закон України від 10.07.2022 р. 1264-XII. Голос України. 2022. 10 лип. (№ 41). С. 546.
27. Про екологічну експертизу: Закон України від 18.12.2017 р. N 2059-VIII. Голос України. 2017. 18 груд. (№ 29). С. 315.
28. Федоров М.І. Охорона праці в галузі АПК / М.І. Федоров, Т.Г. Лапенко, О.У. Дрожжана. Полтава: ТОВ «Видавництво інтерграфіка», 2005. 297с.
29. Костенко О.М. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях / О.М. Костенко, Т.Г. Лапенко. Полтава, 2011. 18с.
30. Про екологічну експертизу: Закон України від 18.12.2017 р. N 2059-VIII. Голос України. 2017. 18 груд. (№ 29). С. 315.
31. Болюх М.А. Економічний аналіз: Навч. посібник / М.А. Болюх, В.З. Бурчевський, М.І. Горбаток; за ред. акад. НАНУ, проф. М.Г. Чумаченка. К.: КНЕУ, 2001. 540 с.

32. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі / М. Корчемний, та ін. Тернопіль, 2001. 657 с.
33. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень / Ю.П. Нагірний. К.: Урожай, 1994. 213 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Загальна схема класифікації енергетичних засобів



Додаток Д

Алгоритм розрахунку рівняння регресії середнього тягового опору рядкового обгортача

$$x_1(V) = \frac{V - 0,91}{0,91}$$

$$x_2(H) = \frac{H - 0,1}{0,1}$$

$$z(V, H) = 615,67 + 301,00 \cdot x_1(V) + 293,33 \cdot x_2(H) + 122,00 \cdot x_1(V)^2 + \\ + 154,75 \cdot x_1(V) \cdot x_2(H) + 112,00 \cdot x_2(H)^2$$

$$z(V, H) \rightarrow 615,67 + 330,77 \cdot V - 301,00 + 2933,33 \cdot H - 293,33 + 147,33 \cdot V^2 - \\ - 122,00 + 154,75 \times \left(\frac{0,0910 \cdot V \cdot H - 0,0091 \cdot V - 0,0828 \cdot H + 0,0083}{0,091} \right) + \\ + 11200 \cdot H^2 - 112,00$$

$$z(V, H)_{simplify} \rightarrow -198,59 + 315,29 \cdot V + 2793,91 \cdot H + \\ + 147,33 \cdot V^2 + 154,75 \cdot V \cdot H + 11200,00 \cdot H^2$$

Дрдаток Ж

Таблиця Ж.1. – Показники ширини розвальної борозни при обробітку ґрунту на глибину 0,15 м

Параметр	Ширина розвальної борозни	
	Розроблений Лемішно- стрілчатий пригортач	Серійний лемішний пригортач
Максимальне значення ширини $L_{\max}$, см	42,0	30,0
Мінімальне значення ширини $L_{\min}$, см	32,0	28,41
Середнє значення ширини L_{cp} , см	37,80	26,83
Середньоквадратичне відхилення σ_L	1,08	1,82
Коефіцієнт варіації K_σ , відсотки	5,70	10,0
Середньоквадратичне відхилення середнього арифметичного значення m	0,11	0,18
Відносна похибка вибіркової середньої p , %	0,57	1,00

Таблиця Ж.2. – Показники глибини розвальної борозни при обробітку ґрунту на глибину 0,15 м

Параметр	Глибина розвальної борозни	
	Розроблений Лемішно- стрілчатий пригортач	Серійний лемішний пригортач
Максимальне значення глибини $h_{\max}$, см	15,00	10,50
Мінімальне значення глибини $h_{\min}$, см	8,25	4,50
Середнє значення глибини h_{cp} , см	11,63	7,50
Середньоквадратичне відхилення σ_h	1,26	0,96
Коефіцієнт варіації K_σ , відсотки	16,80	18,50
Середньоквадратичне відхилення середнього арифметичного значення m	0,12	0,09
Відносна похибка вибіркової середньої p , %	1,68	1,85

Додаток К

Результати визначення вологості, твердості ґрунту в лабораторних умовах

Таблиця К.1. – Результати визначення вологості ґрунту в лабораторних умовах

№ дослідю			W_i ,	$\bar{W}_i$	$(\bar{W} - W_i)^2$	σ_p	K_p
№	№	Глибина	%	%	%	%	%
1	1	0...0,1	15,72	15,65	0,00049	1,3049	8,34
	2	0...0,1	15,53		0,0144		
	3	0...0,1	15,68		0,0009		
	4	0...0,1	15,31		0,1156		
	5	0...0,1	16,01		0,1296		
2	1	0,1...0,2	15,10	14,90	0,04	1,4736	9,89
	2	0,1...0,2	14,57		0,1089		
	3	0,1...0,2	14,73		0,0289		
	4	0,1...0,2	15,25		0,1225		
	5	0,1...0,2	14,85		0,0025		
3	1	0,2...0,3	20,73	20,80	0,0049	0,3110	1,49
	2	0,2...0,3	20,89		0,0081		
	3	0,2...0,3	20,77		0,0009		
	4	0,2...0,3	20,96		0,0256		
	5	0,2...0,3	20,65		0,0225		

Таблиця К.2. – Результати визначення твердості ґрунту в лабораторних умовах

Визначення твердості ґрунту до проведення його обробітку																
Кількість проведених вимірювань 5;																
Жорсткість пружини твердоміра $c=10$ Н/м;																
Радіус плоского круглого наконечника твердоміра $R = 0,01$ м																
№ досліджу			F_i ,	h_i ,	Y_{cp} ,	P_i ,	p_i		$\bar{p}$		$(\bar{p} - p_i)^2$		σ_p		K_p	
№	№	Глибина	мм ²	мм	мм	Н	Н/см ²	МПа	Н/см ²	МПа	Н/см ²	МПа	Н/см ²	МПа	%	%
1	1	0...0,1	1099	85	12,93	129	41,08	0,41	38,97	0,39	4,4521	0,000484	2,12903	0,01924	5,46	4,96
	2	0...0,1	1613	129	12,50	125	39,81	0,39			0,7056	0,000004				
	3	0...0,1	1053	93	11,32	113	35,99	0,36			8,8804	0,000784				
	4	0...0,1	1404	111	12,65	127	40,44	0,40			2,1609	0,000144				
	5	0...0,1	1038	88	11,79	118	37,58	0,38			1,9321	0,000064				
2	1	0,1...0,2	1419	82	17,3	173	55,09	0,55	58,01	0,58	8,5264	0,0009	4,5721	0,046	7,88	7,99
	2	0,1...0,2	1491	91	16,4	164	52,17	0,52			34,1056	0,0036				
	3	0,1...0,2	1671	83	20,1	201	64,01	0,64			36,000	0,0036				
	4	0,1...0,2	2691	146	18,43	184	58,59	0,59			0,3364	0,0001				
	5	0,1...0,2	3556	188	18,91	189	60,19	0,60			4,7524	0,0004				
3	1	0,2...0,3	5210	218	23,9	239	76,11	0,76	75,73	0,75	0,1444	0,000036	2,4197	0,0261	3,19	3,46
	2	0,2...0,3	6947	291	23,87	238	75,76	0,76			0,0036	0,000036				
	3	0,2...0,3	2330	99	23,54	235	74,84	0,74			0,7921	0,000196				
	4	0,2...0,3	1524	67	22,76	228	72,61	0,72			9,7344	0,001156				
	5	0,2...0,3	2585	104	24,86	249	79,30	0,79			12,7449	0,001296				