

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота  
на правах рукопису

**Кучер Максим Олександрович**

**УДК 631.5**

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**Удосконалення технології вирощування ярого ячменю з  
модернізацією машини для поверхневого обробітку ґрунту  
208 “Агроінженерія”**

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання  
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
\_\_\_\_\_ Кучер М.О.

**Керівник роботи**

Міненко С.В.

к.т.н., доцент

## АНОТАЦІЯ

*Кучер Максим Олександрович. Удосконалення технології вирощування ярого ячменю з модернізацією машини для поверхневого обробітку ґрунту. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В кваліфікаційній роботі рекомендується впровадження комбінованої машини для передпосівної підготовки ґрунту та посіву ячменю. Запропоновано машини, що застосовуються для обробітку ячменю, які дозволяють знизити експлуатаційні та матеріальні витрати під час обробітку ячменю.

У роботі представлено техніко-економічне обґрунтування запропонованої перспективної технології. Запропонована технологія дозволить знизити собівартість продукції на 20,7% та підвищити рівень рентабельності її виробництва на 26%.

Для підготовки ґрунту до посіву ячменю запропоновано модернізацію контрприводу комбінованого агрегату, після якого агрегат може широко застосовуватися на полях нашої країни.

*Ключові слова: технологія, агрегат, модернізація, обробіток ячмінь, ґрунту.*

## ANNOTATION

*Kucher Maksym Oleksandrovych. Improving the technology of spring barley cultivation with the modernization of a machine for surface tillage. – Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

The qualification work recommends the introduction of a combined machine for pre-sowing soil preparation and barley sowing. The machines used for barley cultivation are proposed, which allow to reduce operating and material costs during barley cultivation.

The paper presents a feasibility study of the proposed advanced technology. The proposed technology will reduce the cost of production by 20.7% and increase the level of profitability of its production by 26%.

To prepare the soil for barley sowing, the modernization of the counter drive of the combined unit is proposed, after which the unit can be widely used in the fields of our republic.

*Keywords: technology, unit, modernization, barley cultivation, soil.*

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗБИРАННЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ У ГОСПОДАРСТВІ ТА ОПЕРАЦІЙНОЇ-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРОЦЕСУ.....	14
РОЗДІЛ 3. МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.....	28
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	36

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** Сільськогосподарське виробництво нині перебуває у складному економічному становищі. Постійне зростання цін на паливно-мастильні матеріали, добрива, машини, насіння, корми створює важкі економічні умови для їх роботи. Перед сільським господарством стоїть завдання збільшення обсягів виробництва с/г продукції та зниження її собівартості.

Інтенсивна технологія вирощування сільськогосподарських культур передбачає виконання повного комплексу агротехнічних та організаційних заходів, спрямованих на отримання високих результатів за мінімум витрат.

Перспективна технологія включає: розміщення посівів за кращими попередниками в системі сівозміни; вапнування кислих та гіпсування солонцевих ґрунтів; обробіток високопродуктивних сортів; забезпечення рослин оптимальними нормами мінеральних добрив з урахуванням елементів живлення у ґрунті; дробове внесення мінеральних добрив, що дозволяють керувати врожаєм на різних етапах розвитку рослин від шкідників; захист від хвороб та бур'янів; Високоякісне виконання агротехнічних прийомів у встановлені терміни з точним дотриманням норм та технологій.

У цьому проекті пропонується перспективна технологія вирощування ячменю, оскільки у ґрунтово-кліматичних умовах Білорусі ячмінь характеризується досить високою стабільністю за врожайністю зерна.

Ячмінь – одна з найбільш перспективних зернофуражних культур. Ячмінь потребує виключно високої агротехніки та культури землеробства. Інтенсивна технологія залишається неодмінною умовою її вирощування у сільськогосподарських підприємствах.

Впровадження перспективних технологій - виконання операцій найбільш раціональним способом, що забезпечує максимальну механізацію всього виробничого процесу з обов'язковим дотриманням агротехнічних вимог. Вони насамперед пов'язані з виконанням всіх операцій у оптимальні терміни, оскільки

якість попередніх робіт безпосередньо відбивається якості наступних й у цілому кінцевому результаті.

Таким чином, виробництво ячменю можливе лише при впровадженні в господарстві не лише прогресивних розробок, а й сукупність заходів, що базуються на комплексному використанні нових досягнень науки, техніки та передового досвіду на всіх стадіях виробництва продукції.

При успішному виконанні цих завдань буде досягнуто найважливіше завдання цього проекту – отримання максимальної врожайності ячменю за мінімальних витрат на її виробництво з високою якістю продукції.

**Мета роботи** – підвищення ефективності вирощування ярого ячменю за рахунок удосконалення технологічного процесу поверхневого обробітку ґрунту.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- проведено оцінку існуючих технологій обробітку ячменю, як однієї з важливих продовольчих культур;
- здійснено аналіз застосовуваної технології обробітку ячменю;
- здійснено підбір нових машин та обладнання з метою збільшення виробництва сільськогосподарської продукції;
- складено операційно-технологічна карта сільськогосподарського процесу;
- проведено модернізацію машини, що покращує виконання агромеханічних операцій.

**Об'єкт дослідження**: технологічний процес поверхневого обробітку ґрунту.

**Предмет дослідження**: конструкція та режими функціонування модернізованої машини для поверхневого обробітку ґрунту.

**Перелік публікацій за темою роботи**:

1. Савченко В. М., Кучер М. О. Модернізація машини для поверхневого обробітку ґрунту і посіву. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів,*

*аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 72-74.*

2. Міненко С.В., **Кучер М. О.** Аналіз прогресивних технологічних схем вирощування ярого ячменю. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”.* 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.

**Практичне значення одержаних результатів.** Практичний інтерес для підприємств АПК представляє модернізована машина для поверхневого обробітку ґрунту.

**Структура та обсяг роботи.** Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 37 сторінок комп'ютерного тексту, містить 3 рисунки.

## РОЗДІЛ 1

# ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА ТА ЗБИРАННЯ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

### 1.1 Існуюча технологія та система машин з обробітку та збирання ярого ячменю

Вирощування ярого ячменю починається на початку осені. Після збирання просапних культур вносять мінеральні добрива 0,2 т/га (Білорусь 82.1+РДУ-1.5). Потім роблять оранку на глибину 20 - 22 см (Кейс «Магnum»310+КУНН-8). Ранньовесняну культивуацію виробляють на глибину 6-8 см (Білорусь 1221+2КПС-4) для затримання вологи в ґрунті.

Наступну обробку ґрунту проводять безпосередньо перед посівом (Білорусь 1221+АКШ-6). Навесні після вивантаження насіння зі сховища 0,2 т/га та протруювання насіння 0,2 т/га (ПС-10) проводиться посів ячменю (Білорусь 1221+СПУ-6).

Догляд за посівами починається наприкінці травня з обробки посівів гербіцидами 0,2 т/га (Білорусь-82.1+РАЛ-2000) та внесення мінеральних добрив, сульфат амонію 0,1 т/га (Білорусь82.1+РДУ-1, 5).

Збирання ярого ячменю починається на початку серпня. Для збирання використовуються зернозбиральні комбайни КЗС-7, КЗС-10К. Проводиться пряме комбайнування із укладанням соломи у валок. Зернова купа від комбайнів транспортується за допомогою автомобілів ГАЗ-САЗ-3307. Потім проводять післязбиральну обробку зерна (КЗС-40). Валки соломи, що залишилися після збирання ячменю, спресовуються в рулони (Білорусь-82.1+ПР-Ф-750). Отримані рулони занурюються на транспортний засіб (Білорусь-82.1+ ПКУ-0,8А) та відвозяться до місць зберігання (Білорусь-82.1+2ПТС-4), а потім укладаються у скирту (Білорусь-82.1+ ПКУ-0,8А).



## 1.2 Аналіз прогресивних технологічних схем обробітку ярого ячменю країни і там

Ячмінь – цінна кормова, продовольча та технічна культура. У його зерні міститься 12% білка, 64,4% без азотистих екстрактивних речовин, 2,1% жиру, 5,5% клітковини. За кормовими перевагами 1 кг зерна ячменю дорівнює 1,27 корм. од., соломи - 0,35 корм. од.

Зі зерна ячменю виготовляють перлову крупу, замітник кави, солодові екстракти. Ячмінь є основною сировиною для пивоваріння.

У світовому землеробстві ячмінь обробляють на площі близько 76 млн. га. Основні посіви його у Китаї, Індії, США.

Важлива роль у вирішенні зернофуражної проблеми в республіках країн Балтики, Нечорноземної зони РФ, лісостепу України та інших районах належить ярого ячменю, як однієї з найбільш врожайних зернових культур.

Посівні площі ячменю по області у 2015 році становили 109,5 тис. га, 2016 – 97,9 тис. га, урожайність відповідно за роками становила 39,5 ц/га, 32,9 ц/га.

Багато господарств, обробляючи цю культуру за перспективною технологією, одержують по 60—70 ц/га зерна. Середня врожайність ячменю, наприклад, у передових районах області становить 46 ц/га, інколи ж сягає 55—57 ц/га.

Основні сорти, що висіваються на території країни: скоростиглі: Верас, Вежа, Гастинець, Яда; середньостиглі: Роланд, Гонар, Тутейшія, Жодинський 5, Варонесса, Бурштин; середньопізні: Зазерський 65, Прима Білорусі, Березинський, Візит, Сябра, Стали, Деліта, Дивосни.

Урожай лише з допомогою попередника може знижуватися на 20 %. При посіві після зернових до 45% посівів уражається кореневими гнилями (щупле, невиконане, легковажне зерно).

Кращими попередниками під ячмінь є картопля, кормові коренеплоди, цукрова звела, кукурудза, конюшина однорічного користування, зернобобові,

конюшинно-злакові суміші дворічного користування, гречка, овес. Розміщують ячмінь на родючих ділянках після вівса, у просапній сівозміні після ячменю, який обробляли після картоплі, удобреного гною. Основна вимога до попередників – своєчасне звільнення поля, щоб очистити його від бур'янів, зберегти та накопичити вологу.

Для подальших агротехнічних заходів необхідно ретельно вивчити паспорт поля. За результатами агрохімічного обстеження визначається наявність у ґрунті макро- та мікроелементів, *pH*, засміченість, наявність хвороб та шкідників (фітосанітарний стан). Потім розробляється план агротехнічних заходів: система обробітку ґрунту, добрива, система застосування гербіцидів та препаратів проти шкідників та хвороб.

Після просапних культур обмежуються поверхневою обробкою. На легких ґрунтах проводять глибоку культивуацію (КПС-4). При внесенні органічних добрив та на ділянках, засмічених бур'янами, оранка є обов'язковою.

Передпосівна обробка полягає в культивуації з боронуванням або застосуванні комбінованих ґрунтообробних агрегатів, але в даному дипломному проєкті ми вводимо нову машину, яка замінює всі перераховані вище і при цьому виробляє посів ячменю.

Вимоги до обробки: відхилення від заданої глибини не повинні перевищувати  $\pm 1$  см, у передпосівному шарі не повинно бути грудок більше 10 см, 80 % грудок повинні мати діаметр 1-5 см.

У післяпосівну обробку входить коткування ґрунту після посіву ячменю в недостатньо вологий або в пухкий ґрунт, що не осів. При цьому утворюється тісніший контакт насіння з ґрунтом, приплив вологи знизу, що сприяє появі більш дружних сходів. Крім того, для руйнування ґрунтової кірки рекомендується весняне боронування при фізичній стиглості ґрунту вперек посівів. Крім розпушування ґрунту цей прийом запобігає втраті вологи, збільшує доступ повітря до коріння та знищує бур'яни та снігову плісняву. Урожайність у своїй підвищується на 2-3 ц/га.

Особливо велика віддача від внесення добрив на бідних дерново-підзолистих ґрунтах, де збільшення врожаю за рахунок їх внесення досягає 50-60%, іноді і більше. При розрахунку науково обґрунтованих норм добрив під планований урожай, слід враховувати дані агрохімічного дослідження ґрунтів (зміст поживних речовин у ґрунті), показники винесення основних елементів живлення врожаєм.

Основні вимоги до системи добрив полягають у наступному: забезпечення отримання планованої врожайності; урожай має бути високої якості; підвищення родючості ґрунтів; охорона навколишнього середовища; економічний ефект.

Система застосування добрив складається з основного (вносять під основну обробку ґрунту), припосівного або рядкового (вносять при сівбі) та підживлення.

Органічні добрива вносять під попередню культуру. Як основне добрива використовують мінеральні добрива (азотні 70 кг/га д.р., фосфорні 70 кг/га д.р. і калійні 120 кг/га д.р.), які посилюють ріст та розвиток рослин.

Внесення стартової дози добрив при сівбі дає дуже великий ефект. У рядки при сівбі вносять амофос або гранульований суперфосфат (10-15 кг/га д.в. по фосфору), що підвищує врожайність, сприяє кращому розвитку кореневої системи, покращує зимостійкість.

Підготовка насіння до сівби. До якості насіння пред'являються такі вимоги: посів зернових колосових виробляється насінням не нижче III репродукції, маса 1000 насінин не менше 40 г, сила зростання не менше 80 %.

Для запобігання захворюванням застосовують протруювання насіння, рекомендується використовувати байтан-універсал - 2 кг/т, фундазол - 2,0 - 3,0 кг/т, вітавакс 200 FF 2,0 - 2,5 л/га та ін.

Одночасно з протруюванням проводять обробку насіння мікродобривами, вносять Cu, Mo, Mn, (60-90 г/ц насіння).

Обробку насіння або інкрустування проводять наступним чином: для кращої затримки препаратів на насінні застосовують добавки (казеїн технічний

0,1-0,15 кг/т, гною 0,5-0,8 кг/т, розчини полімерів полівінілової спирту ПВС -5) %, натрійкарбонат-метил-целюлоза NaКМЦ -2%).

При інкрустації 80% плівки має бути на поверхні насіння. Після обробки вологість насіння має бути не більше 14%.

Терміни посіву мають бути оптимальними. Оптимальні терміни сівби при температурі +20С на глибині 8-10 см. Тривалість сівби не більше 5 днів. Норма висіву залежить від родючості, гранулометричного складу, вологості ґрунту, сорту, способу висіву та ін. Приблизна норма висіву - 4,0-4,5 млн./га схожого насіння. Глибина загортання насіння ячменю 5-6 см на легких ґрунтах, на суглинистих – 3-4 см; на важких суглинках – 2-3 див.

Посів виробляють суцільним рядовим способом, ширина міжряддів - 15 см. Для посіву використовують сівалки СПУ-6 та комбіновані машини з анкерними сошниками. При сівбі залишають технологічну колію.

Догляд за посівами. Обробка посівів гербіцидами - утал або раундап, 36% в. (4-6 л/га) проти багаторічних бур'янів (пирій повзучий, осот).

З появою хвороб (септоріоз, іржа) проводять обробку байлетоном, 25% с.п. (0,5 кг/га) або тілт, 25% к.е. (0,5 л/га) та ін., які мають триваліший період впливу на рослини, не вимагають повторних обробок.

Для боротьби зі шкідниками (пиявиця, велика злакова попелиця) обробляють інсектицидами: корбофос, 50% к.е.(0,5 л/га), карате, 5% к.е. (0,15 – 0,20 л/га), децис, 2,5 к.е. (0,2 л/га) та ін.

Від застосування захисних заходів збільшення врожаю може становити до 20 ц/га. Однак, слід пам'ятати, що отрутохімікати слід суворо застосовувати з урахуванням екологічних порогів засміченості, шкідливості та ступеня ураження хворобами. Захисні заходи необхідно проводити вчасно та якісно.

Ячмінь забирають однофазним (пряме комбайнування) способом. Пряме комбайнування проводиться у фазі повної стиглості при вологості зерна не вище 22 %.

### **1.3 Обґрунтування комплексу агротехнічних, технологічних та організаційних заходів щодо інтенсивної технології обробітку ярого ячменю**

Проаналізувавши прогресивні технологічні схеми обробітку ярого ячменю в країні та за кордоном, де все більше впроваджують комбіновані агрегати для виконання кількох операцій одночасно, у перспективній технології пропоную використовувати комбінований ґрунтообробний посівний агрегат, що призведе до зменшення кількості операцій з обробітку, а значить і до зниження витрат праці, палива та фінансових коштів.

У перспективному варіанті пропонується вносити під ярий ячмінь оптимальну кількість калійних, азотних та фосфорних добрив. Усі операції з підготовки ґрунту, посіву, догляду за посівами проводити в оптимальні та найкоротші терміни. Закладення мінеральних добрив у ґрунт проводити відразу після їх внесення, так як при знаходженні їх на відкритому ґрунті втрачається велика кількість азоту.

Пропоную мінімізувати обробіток ґрунту шляхом заміни двох агрегатів для передпосівної обробки ґрунту та посіву Білорус 1221+АКШ-6 та Білорус 1221+СПУ-6 на комбінований ґрунтообробний посівний агрегат Білорус 2522+АППМ-4.

Прибирання проводити нові комбайни КЗС-7 і КЗС-10К. Це дозволить значно скоротити терміни збирання ярого ячменю. На відвезення зернового вороху використовувати МАЗ-555142 та МАЗ-555102 замість малопродуктивного ГАЗ-САЗ-3507.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА ІНТЕНСИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБІТКУ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ У ГОСПОДАРСТВІ ТА ОПЕРАЦІЙНОЇ-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ПРОЦЕСУ

Вихідною інформацією розробки технологічної карти є: умови використання техніки у господарстві, попередник; норми та строки внесення органічних та мінеральних добрив; хімічні засоби захисту рослин та боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками, врожайність продукції; дальність перевезення вантажів та ін.

Технологічні карти розробляються для раціональної організації виробництва: розрахунок парку машин, складання графіка робіт, визначення економічних показників обробітку культур. Карти складаються як таблиць.

У графі найменування робіт заносяться всі операції пов'язані з обробкою культури.

Обсяг робіт визначається по кожній технологічній операції, виходячи з річного виробничого завдання (планованої норми висіву, добрив, збору основної та побічної продукції і т.д.).

Календарний термін виконання робіт визначається багаторічною практикою виробництва культури в господарстві.

Кількість робочих днів не повинна перевищувати строків проведення польових робіт у днях, встановлених науковими установами цієї зони та визначається за формулою:

$$D_p = D_k \cdot K_{\text{тг}} \cdot K_{\text{ім}}, \quad (2.1)$$

де  $D_k$ -календарний агрострок, днів;

$K_{\text{тг}}$ -коефіцієнт технічної готовності агрегату;

$K_{\text{ім}}$ -коефіцієнт використання часу за метеоумовами (додаток).

Тривалість робочого дня приймається за режимом, встановленим для даного господарства. Тривалість робочого дня допоміжного агрегату встановлюється, виходячи з тривалості робочого дня основного агрегату.

До складу агрегату слід включати машини, що є в господарстві, а також ті, які можна отримати на запланований час. Перевагу слід віддавати продуктивним агрегатам, що забезпечують високу якість робіт та мінімальні витрати праці та коштів на виконання механізованих робіт.

Стосовно конкретних умов використання техніки в сільськогосподарському підприємстві визначаються норми виробітку  $W_{cm}$  та витрата палива  $\Theta$  на технологічні процеси. Для існуючої техніки продуктивність та витрата палива приймаються за даними сільськогосподарського підприємства або за типовими нормами.

Кількість нормозмін:

$$N_{зм} = \frac{U_{\phi}}{W_{cm}}, \quad (2.2)$$

Потрібна кількість агрегатів, при розрахунку потокових (взаємопов'язаних) робіт визначається, перш за все, для основної сільськогосподарської операції:

$$n_a = \frac{U_{\phi}}{D_p^{OPT} W_{cm} K_{cm}}, \quad (2.3)$$

де  $K_{зм}$  – коефіцієнт змінності.

$$K_{cm} = T_{ден} / T = T_{ден} / 7, \quad (2.4)$$

де  $T_{ден}$  – число годин роботи МТА на добу, год;

$T = 7$  год - час зміни.

Уточнюємо кількість робочих днів фактичних:

$$D_p^{\phi} = \frac{U_{\phi}}{n_a W_{cm} K_{cm}}, \quad (2.5)$$

Потрібне число робітників з робіт, визначається за формулою:

$$\Sigma m = n_a K_{cm} m \quad (2.6)$$

$$\Sigma n = n_a K_{cm} n, \quad (2.6)$$

де  $m$ ,  $n$  - число механізаторів та допоміжних робочих обслуговуючих агрегат, люд.

Витрата палива (кг) на весь обсяг робіт визначається як добуток питомої витрати палива (гр.13) на обсяг роботи технологічної карти:

$$Q = \Theta \cdot U_{\phi}. \quad (2.7)$$

Витрати праці чел.-ч. на весь обсяг робіт визначаються розподілом обсягу робіт на годинну продуктивність та множенням приватного на число робітників, які обслуговують один агрегат, відповідно механізаторів та допоміжних робітників:

$$Z_m = 7 N_{cm} \cdot m, \quad (2.8)$$

$$Z_b = 7 \cdot N_{cm} \cdot n. \quad (2.9)$$

Розрахунок прямих експлуатаційних витрат на весь обсяг роботи та за складовими представлений у розділі проекту.

Розглянемо розрахунок однієї з операцій технологічної карти з прикладу операції №3 «Чизельное розпушування глибину 14...16 див».

- графа 1 - шифр операції: «3»;

-- графа 2 - найменування робіт: «Чисельне розпушування на глибину 14...16 см»;

- графа 3 - обсяг робіт: « $Q = 460$  га»;

- графа 4 - агротермін виконання робіт;

-- графа 5 - кількість робочих днів:

Приймаємо  $D_p = 10$  днів;

Фактичне число днів роботи агрегату визначається після визначення кількості агрегатів для виконання даного виду робіт:

$$D_p^{\phi} = \frac{460}{1 \cdot 27,3 \cdot 2} = 8 \text{ днів,}$$

приймаємо  $D_p^{\phi} = 8$  днів;

- графа 6 - тривалість робочого дня: « $T = 14$  годин»;

- графа 7 - енергетичний засіб: «Білорусь 1522»;



- графа 8 - с-г машина: «КЧН-5,4»;
- графа 9 - обслуговуючий персонал: механізаторів-1, допоміжних робітників - 0;
- графа 10 - обсяг робіт  $U_{\phi}$ , « $U_{\phi} = 460$  га»;
- графа 11 - змінна продуктивність: «27,3 га/зміну»;
- графа 12 - витрата палива: «10,1 кг/га»;
- графа 13 - кількість нормо-змін:

$$N_{cm} = \frac{460}{27,3} = 16,85;$$

- графа 14 - кількість агрегатів:

$$n_a = \frac{460}{10 \cdot 27,3 \cdot 2} = 0,84,$$

приймаємо  $n_a = 1$  трактор;

- графа 15 - кількість працюючих:

$$\Sigma m = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,$$

$$\Sigma n = 1 \cdot 1 \cdot 0 = 0;$$

- графа 16 - потрібна кількість палива на весь обсяг робіт:

$$Q = 10,1 \cdot 460 = 4646 \text{ кг};$$

- графа 17, 18 - витрати праці механізаторів та допоміжних робітників:

$$Z_m = 7 \cdot 1 \cdot 16,85 = 117,95 \text{ год},$$

$$Z_b = 7 \cdot 0 \cdot 0 = 0 \text{ год}.$$

Операційно-технологічна карта передбачає вибір режимів роботи МТА, визначення його кінематичних характеристик та техніко-економічних показників.

Вихідні дані:

- склад агрегату: Білорусь 2522 + АППМ-4;
- площа поля 32 га;
- довжина гону 800 м;
- ширина гону 400 м;

- ухил 1%;
- фон: поле під посів;
- ширина захоплення = 4 м.

Визначаємо швидкісний режим роботи ґрунтообробного агрегату. Робоча швидкість агрегату повинна бути в інтервалі агротехнічно допустимих швидкостей ( $V_{agr\ min} V_p V_{agr\ max}$ ).

За технічною характеристикою агрегату рекомендована швидкість руху:

$$V_{agr} = 6 \dots 10 \text{ км / год} = 1,7 \dots 2,8 \text{ м / с.}$$

Крім того, швидкість руху обмежується потужністю двигуна трактора. Визначаємо максимально можливу швидкість руху із завантаження двигуна:

$$V_{p,max} = \frac{(N_{ен} \eta_{ен} - N_{вом} / \eta_{вом}) \eta_{мг} \eta_{б}}{R_{мг} + G_{тр} (f \pm i / 100)}, \quad (2.10)$$

де  $N_{ен}$  - номінальна потужність двигуна, кВт (Білорусь 2522  $N_{ен} = 184$  кВт);

$\eta_{ен}$  - коефіцієнт використання номінальної потужності двигуна ( $\eta_{ен} = 0,9 \dots 0,94$ ), приймаємо  $\eta_{ен} = 0,94$ ;

$N_{вом}$ ,  $\eta_{вом}$  - відповідно потужність на привід активних робочих органів, коефіцієнт використання потужності на привід активних робочих органів ( $\eta_{вом} = 0,94 \dots 0,96$ );

$\eta_{мг}$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора;

$\eta_{б}$  – коефіцієнт буксування;

$R_{мг}$  – тяговий опір машини;

$G_{тр}$  - експлуатаційна вага трактора, кН;

$f$  - коефіцієнт опору коченню;

$i$  – ухил місцевості.

З посібника з експлуатації трактора вибираємо значення наведених вище даних.

$$\eta_{мг} = \eta_{ц}^{\alpha} \eta_{к}^{\beta}, \quad (2.11)$$

де  $\eta_{ц}$ ,  $\eta_{к}$  - ККД відповідно циліндричної та конічної передачі трансмісії,  $\eta_{ц} = 0,98$ ,  $\eta_{к} = 0,97$ ;

$\alpha$ ,  $\beta$  - число пар у зачепленні відповідно циліндричної та конічної передачі,  $\alpha = 3$ ,  $\beta = 1$ .

$$\eta_{мг} = 0,98^3 \cdot 0,96 = 0,91$$

$$\eta_{б} = 1 - \frac{\delta}{100}, \quad (2.12)$$

де  $\delta$  - величина буксування (довідкові матеріали),  $\delta = 11,2\%$ .

$$\eta_{б} = 1 - \frac{11,2}{100} = 0,89$$

Тяговий опір АППМ-4 з урахуванням кута схилу визначається за виразом:

$$R_{м} = \sum K_{м} B_{р} + G_{м}(f + i/100), \quad (2.13)$$

де  $G_{м}$  – експлуатаційна вага машини, кН,  $G_{м} = 58$  кН;

$f$  - коефіцієнт опору коченню машини,  $f = 0,11 \dots 0,35$ , приймаємо  $f = 0,13$ ;

$K_{м}$  - питомий опір машини, опір борони  $K_{м1} = 1,6 \dots 3$  кН/м, приймаємо  $K_{м1} = 2,4$  кН/м, опір ковзанок  $K_{м2} = 0,6 \dots 1,0$  кН/м, приймаємо  $K_{м2} = 0,7$  кН/м; опір висівного апарату  $K_{м3} = 1,1 \dots 1,6$  кН/м, приймаємо  $K_{м3} = 1,1$  кН/м.

$$R_{м} = 2,4 \cdot 4 + 0,7 \cdot 4 + 1,1 \cdot 4 + 58(0,13 + 1/100) = 24,92 \text{ кН.}$$

Максимально можлива швидкість завантаження двигуна:

$$V_{р.макс} = \frac{(184 \cdot 0,94 - 75/0,96) \cdot 0,91 \cdot 0,89}{24,92 + 108(0,13 + 1/100)} = 1,93 \text{ м/с} = 6,95 \text{ км/год.}$$

Агротехнічно допустима швидкість руху під час роботи АППМ-4 становить  $1,7 \dots 2,8$  м/с. За робочу приймаємо швидкість  $1,925$  м/с, що відповідає роботі на 13-й передачі 3-го діапазону, де  $V = 6,93$  км/год.

У цьому випадку ефективна потужність на робочому режимі визначимо за виразом:

$$N_{ep} = \frac{\left[ R_M + G_{mp} \cdot \left( f_{mp} + \frac{i}{100} \right) \right] \cdot V_p}{\eta_{MG} \cdot \eta_{\delta}} + \frac{N_{вoм}}{\eta_{вoм}}, \quad (2.14)$$

$$N_{ep} = \frac{\left[ 24,92 + 108 \cdot \left( 0,13 + \frac{1}{100} \right) \right] \cdot 1,925}{0,91 \cdot 0,89} + \frac{75}{0,96} = 173,3 \text{ кВт}.$$

Визначаємо фактичне значення коефіцієнта на робочому режимі на основній передачі:

$$\eta_{ep} = \frac{N_{ep}}{N_{ен}}, \quad (2.15)$$

$$\eta_{ep} = \frac{173,3}{184} = 0,94.$$

Коефіцієнт завантаження двигуна на холостому ході визначається за виразом:

$$\eta_{N_{ex}} = \frac{N_{ex}}{N_{ен}} = \frac{\left[ R_{mx} + G_{mp} \cdot \left( f_{mp} + \frac{i}{100} \right) \right] \cdot V_x}{\eta_{MG} \cdot \eta_{\delta} \cdot N_{ен}}, \quad (2.16)$$

де  $R_{mx}$  - тяговий опір машини на холостому ході, кН,

$V_x$  - швидкість руху на холостому ході, м/с (приймаємо  $V_x = V_p$ )

Тяговий опір машини на холостому ході визначимо за виразом:

$$R_{mx} = G_M \cdot (f + i/100), \quad (2.17)$$

$$R_M = 58 \cdot (0,13 + 1/100) = 8,12 \text{ кН};$$

$$\eta_{N_{ex}} = \frac{\left[ 8,12 + 108 \left( 0,13 + \frac{1}{100} \right) \right] \cdot 1,925}{0,91 \cdot 0,89 \cdot 184} = 0,3.$$

Підготовка агрегату до роботи включає перевірку комплектності та стану АППМ-4, перевірку працездатності гідросистеми трактора. Тиск у шинах трактора має становити 0,12...0,13 МПа, передніх 0,17 МПа. Машина приєднується до трактора за допомогою поперечної планки у розкоси. Під час руху на полі розкоси піднімаються у транспортне положення.

Регулюють глибину загортання насіння за допомогою дискових сошників.

Вибираємо човниковий спосіб руху. Визначаємо для даного способу руху коефіцієнт робочих ходів, радіус повороту  $R_o$ , довжину виїзду  $e$ , ширину поворотної смуги  $E$ , робочу довжину гону  $L_p$ .

Для напівнавісного агрегату радіус повороту дорівнює 9 ... 11 м. Приймаємо  $R = 9$  м.

У цьому випадку коефіцієнт робочих ходів визначається за виразом:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 6R_o + 2e}, \quad (2.18)$$

де  $L_p$  – робоча довжина гону, м;

$R_o$  – радіус повороту агрегату, м;

$e$  – довжина виїзду агрегату, м.

Довжину виїзду агрегату приймаємо:

$$e = (0,25 \dots 0,75) \cdot (l_{тр} + l_m), \quad (2.19)$$

де  $l_{тр}$  – кінематична довжина трактора (1,3 м);

$l_m$  – кінематична довжина машини (6,3 м).

$$e = 0,5 \cdot (1,3 + 6,3) = 3,8 \text{ м.}$$

Поворотна смуга організовується на полі, якщо немає можливості проводити розвороти за межами поля.

Ширина поворотної лінії визначається за формулою:

$$E = 2,8R_o + 0,5d_k + e, \quad (2.20)$$

де  $d_k$  - відстань між крайніми точками шириною,  $d_k = 4,38$  м.

$$E = 2,8 \cdot 9 + 0,5 \cdot 4,38 + 3,8 = 31 \text{ м.}$$

Однак ширина поворотної смуги має бути кратна ширині захоплення агрегату, тому приймаємо  $E = 32$  м.

Визначимо робочу довжину гону за виразом:

$$L_p = L - 2E, \quad (2.21)$$

$$L_p = 800 - 2 \cdot 32 = 736 \text{ м.}$$

Тоді коефіцієнт робочих ходів дорівнює:

$$\varphi = \frac{736}{736 + 6 \cdot 9 + 2 \cdot 3,8} = 0,92$$

Середня довжина холостого шляху на поворот буде:

$$L_x = \frac{L_p}{\varphi} - L_p, \quad (2.22)$$

$$L_x = \frac{736}{0,92} - 736 = 64 \text{ м.}$$

Рух агрегату у загоні характеризується певною циклічністю. Час технологічного циклу визначається за виразом:

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left( \frac{l_{\text{осм}}}{V_p \varphi} + 60 t_{\text{ол}} \right), \quad (2.23)$$

де  $t_{\text{ол}}$  - час на технологічну зупинку,  $t_{\text{ол}} = 3,3$  хв.

$$l_{\text{осм}} = \frac{10^4 \cdot V \cdot \gamma \cdot \lambda}{B_p \cdot h}, \quad (2.24)$$

де  $V$  – обсяг технологічної ємності  $V = 1,0$  м<sup>3</sup>;

$h$  - норма внесення добрив (висіву насіння),  $h = 0,2$  т/га;

$\gamma$  - Щільність відповідного матеріалу,  $0,64$  т/м<sup>3</sup>;

$\lambda$  - Коефіцієнт використання обсягу технологічної ємності,  $\lambda = 0,8$

$$l_{\text{осм}} = \frac{10^4 \cdot 1,0 \cdot 0,64 \cdot 0,8}{4 \cdot 0,2} = 6400 \text{ м,}$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{10^{-3}}{3,6} \left( \frac{6400}{1,925 \cdot 0,92} + 60 \cdot 3,3 \right) = 1,06 \text{ ч.}$$

Кількість циклів роботи агрегату за зміну визначаємо за формулою:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{п.з.}} - T_{\text{отл}} - T_{\text{то}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (2.25)$$

де  $T_{\text{зм}}$  – час зміни,  $T_{\text{зм}} = 7$  год;

$T_{\text{пз}}$  - підготовчо-заключний час, год;

$T_{\text{отл}}$  - час регламентованих перерв на відпочинок та особисті потреби механізатора,  $T_{\text{отл}} = 0,5$  год;

$T_{\text{то}}$  - час технічне обслуговування агрегату період зміни,  $T_{\text{то}} = 0,35$  год;

Підготовчо-заключний час:

$$T_{\text{пз}} = t_{\text{ето}} + t_{\text{пп}} + t_{\text{пн}} + t_{\text{пнк}}, \quad (2.26)$$

де  $t_{\text{ето}}$  - час проведення щозмінного технічного обслуговування,  $t_{\text{ето}} = 0,45$  год;

$t_{\text{пп}}$  - час для підготовки агрегату до переїзду,  $t_{\text{пп}} = 0,06$  год;

$t_{\text{пн}}$  - час отримання наряду і здачу роботи,  $t_{\text{пн}} = 0,08$  год;

$t_{\text{пнк}}$  - час на переїзди на початку та наприкінці роботи,  $t_{\text{пнк}} = 0,25$  год.

$$T_{\text{пз}} = 0,45 + 0,06 + 0,08 + 0,25 = 0,84 \text{ год.}$$

Визначаємо кількість циклів агрегату за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,84 - 0,5 - 0,35}{1,06} = 5,0,$$

приймаємо  $n_{\text{ц}} = 5$  циклів.

Продуктивність агрегату за цикл визначається:

$$W_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{осм}} \cdot B_p}{10^4}, \quad (2.27)$$

$$W_{\text{ц}} = \frac{6400 \cdot 4}{10^4} = 2,56 \text{ га/цикл.}$$

Продуктивність агрегату за годину:

$$W_{\text{год}} = 0,36 B_p V_p \tau, \quad (2.28)$$

де  $\tau$  - коефіцієнт використання робочого часу зміни.

$$\tau = T_p / T_{\text{см}}^{\text{д}}, \quad (2.29)$$

де  $T_p$  - чистий робочий час зміни, год;

$T_{\text{дсм}}$  - дійсний час зміни, год.

Дійсно зміни буде:

$$T_{\text{см}}^{\text{д}} = T_{\text{р}} + T_{\text{х}} + T_{\text{пз}} + T_{\text{отл}} + T_{\text{то}} + T_{\text{обс.}} \quad (2.30)$$

Час основної роботи для технологічного циклу:

$$T_{\text{р}} = \frac{l_{\text{осм}}}{3600 V_{\text{р}}} n_{\text{ц}}, \quad (1.31)$$

$$T_{\text{р}} = \frac{6400}{3600 \cdot 1,925} \cdot 5 = 4,62 \text{ год.}$$

Час неодружених поворотів за зміну для технологічного циклу:

$$T_{\text{х}} = \frac{L_{\text{х}} \cdot n_{\text{ц}}}{3600 \cdot V_{\text{х}}}, \quad (2.32)$$

$$T_{\text{х}} = \frac{557 \cdot 5}{3600 \cdot 1,925} = 0,4 \text{ год.}$$

Довжина неодружених ходів за зміну для технологічного циклу:

$$L_{\text{х}} = \frac{l_{\text{осм}} \cdot (1 - \varphi)}{\varphi}, \quad (2.33)$$

$$L_{\text{х}} = \frac{6400 \cdot (1 - 0,92)}{0,92} = 557 \text{ м.}$$

Час зупинок за зміну для технологічного обслуговування:

$$T_{\text{обс}} = t_{\text{о}_1} n_{\text{ц}}, \quad (2.34)$$

$$T_{\text{обс}} = 3,3 \cdot 5/60 = 0,28 \text{ год.}$$

Справжній час зміни:

$$T_{\text{см}}^{\text{д}} = 4,62 + 0,4 + 0,84 + 0,5 + 0,35 + 0,28 = 7,0 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{4,62}{7,0} = 0,66.$$

Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\text{ч}} = 0,36 \cdot 4 \cdot 1,925 \cdot 0,66 = 1,83 \text{ га/год.}$$

Витрата палива на один гектар визначається:

$$\Theta = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{то}} T_{\text{о}}}{W_{\text{см}}}, \quad (2.35)$$



де  $G_{тр}$ ,  $G_{тх}$ ,  $G_{то}$  - значення годинної витрати палива відповідно на робочому, холостому ході та зупинках, кг/год;

$T_p$ ,  $T_x$ ,  $T_o$  відповідно за зміну, чистий робочий час, загальний час на повороти і час зупинок агрегату з працюючим двигуном, год.

Тривалість зупинок у годинах:

$$T_o = T_{отл} + 0,5 T_{ето}, \quad (2.36)$$

$$T_o = 0,5 + 0,5 \cdot 0,45 = 0,725 \text{ год.}$$

Годинна витрата палива за режимами роботи двигуна:

$$G_{тр} = G_{хд} + (G_{тн} - G_{хд}) \cdot \eta_{Nep}, \quad (2.37)$$

$$G_{тх} = G_{хд} + (G_{тн} - G_{хд}) \cdot \eta_{Nex}, \quad (2.37)$$

$$G_{то} = (0,12 \dots 0,15) \cdot G_{тн}, \quad (2.37)$$

де  $G_{тн}$ ,  $G_{хд}$  - відповідно годинна витрата палива на номінальному режимі, холостому ході, кг/год.

$$G_{тр} = 13,3 + (36,9 - 13,3) \cdot 0,94 = 35,5 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{тх} = 13,3 + (36,9 - 13,3) \cdot 0,3 = 20,38 \text{ кг/ч,}$$

$$G_{то} = 0,13 \cdot 36,9 = 4,8 \text{ кг/га.}$$

Тоді:

$$\Theta = \frac{35,5 \cdot 4,62 + 20,38 \cdot 0,4 + 4,8 \cdot 0,725}{1,83 \cdot 7} = 13,7 \text{ кг/га.}$$

Витрати праці на один гектар агрегату для передпосівної обробки ґрунту та посіву:

$$Z = \frac{(m_{мех} + m_{всп}) T_{см}}{W_{см}}, \quad (2.38)$$

де  $m_{мех}$ ,  $m_{всп}$  - число механізаторів і допоміжних робочих, що обслуговують агрегат, для даного агрегату  $m_{всп} = 0$ .

$$3 = \frac{1 \cdot 7}{12,81} = 0,55 \text{ люд год/га.}$$

Потребу в обслуговуючих агрегатах визначають за такою формулою:

$$n_2 = \frac{n_1 W_1}{W_2}, \quad (2.39)$$

де  $n_1$ ,  $W_1$  - відповідно кількість та продуктивність основних агрегатів, га (т, ткм)/год;

$W_2$  - продуктивність обслуговуючих агрегатів, га (т, ткм)/год.

$$n_2 = \frac{2 \cdot 0,37}{1,9} = 0,39$$

приймаємо  $n_2 = 1$ .

Вантажопідйомність ЗС-4 дорівнює 4 т, а місткість бункера сівалки насінням 0,64 т, тому завантажувач сівалок повинен завантажувати сівалку 6 разів. Після першого завантаження сівалки, ЗС-4 очікує висіву насіння сівалкою і після цього знову завантажує сівалку. Час на посів ячменю після заправки сівалки до наступної заправки 1,06 год. Тому завантажувач сівалок ЗС-4 перебуватиме на полі і протягом зміни забезпечить завантаження сівалки. Потреба додаткового завантажувача відсутня.

Лінійний графік завантаження техніки та експлуатаційних витрат будується зліва на право і включає: першу графу, куди з технологічної карти записуються номери сільськогосподарських операцій, другу, куди записуються склади агрегатів, що виконують відповідні операції і далі проти відповідної операції проводиться лінія, що показує термін і тривалість її виконання. З правого боку графіка будуються масштаби експлуатаційних витрат: витрати палива,  $Q$ (кг), витрат праці,  $Z_o$ (год), прямих експлуатаційних витрат,  $S_e$ (тис. грн.), витрат на зарплату,  $S_{zp}$ (тис.грн.).

З технологічної карти проводиться вибірка перерахованих вище витрат за місяцями та їх значення у відповідних масштабах відкладаються по вертикалі в

кінці місяця. Отримані точки з'єднуються ламаною лінією. Якщо протягом якогось часу витрат не було, лінія пройде паралельно горизонтальній шкалі графіка.

### **Висновки по розділу**

В даному розділ розроблено інтенсивна технологія обробітку ярого ячменю та операційної-технологічної карти сільськогосподарського процесу

## РОЗДІЛ 3

### МОДЕРНІЗАЦІЯ МАШИНИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

#### 3.1 Коротка технічна характеристика машини та обґрунтування модернізації

Підготовка ґрунту під посів зернових культур і сам посів є одними з найважчих процесів при вирощуванні. Технологія передпосівної обробки ґрунту під ячмінь включає культивування, боронування та коткування.

Виходячи з оптимальних умов розвитку ячменю, ґрунт повинен добре кришитися, оптимальна об'ємна маса його повинна становити 0,9...1,2 г/см<sup>3</sup>, на важких та середньосуглинистих ґрунтах, на зв'язкових піщаних та дерновопідзолистих ґрунтах 1,4...1,5 г/см<sup>3</sup>, вологість повинна бути в межах 14...16%, глибина розпушування повинна становити 12...18 см.

Для суміщення операцій з передпосівної обробки ґрунту та посіву, а також для скорочення проходів агрегату по полю пропонується застосовувати комбінований ґрунтообробний посівний агрегат АППМ-4, що дозволить виконати всі необхідні операції для посіву ячменю в оптимальні агростроки, а отже, підвищить врожайність оброблюваної культури. Також застосування даного комбінованого агрегату дозволить підвищити продуктивність праці та знизити витрати на одиницю продукції.

Агрегат ґрунтообробний посівний багатофункціональний агрегується з трактором Білорус 2522. Агрегат замінює в технологічному процесі комплекс машин, що застосовувалися раніше: це агрегати Білорус 1221+АКШ-6 і Білорус 1221+СПУ-6.

Агрегат є напівнавісною машиною і складається з ґрунтообробної частини, посівної частини, колісного ходу та рами для їх з'єднання. Як ґрунтообробна частина машини використовується активна борона і котки, що прикочують

фірми Rotodent шириною захоплення 4 м. Посівна частина являє собою сівалку КЗЗС Sfoggia. Колісний хід призначений для транспортування машини дорогами та використовується при виконанні розворотів на полі.

Технічна характеристика машини:

- машина агрегується тракторами класу 5;
- ширина захоплення 4 м;
- робоча швидкість 6-10 км/год;
- транспортна швидкість - до 20 км/год;
- місткість бункера - 1000 дм<sup>3</sup>;
- продуктивність годину основного часу  $W_{\text{год}} = 1,8-4,8$  га/год;
- продуктивність годину експлуатаційного часу  $W_e = 1,3-3,5$  га / год.

### 3.2 Опис модернізації

Для протікання технологічних процесів обробітку ґрунту (руйнування пласта, фарбування, перемішування) при роботі агрегату потрібна велика кількість енергії (75 кВт) на привід робочих органів - активної борони. Необхідна енергія знімається з валу відбору потужності трактора та передається через контрпривід машини до робочих органів.

При експлуатації агрегату на полях нашої республіки з ґрунтами середнього та важкого механічного складу, на ґрунтах, засмічених камінням, відбувається руйнування сполучного елемента на шляху передачі потужності – валу контрприводу. Це вимагає додаткових витрат часу, праці та матеріальних засобів на усунення раптової відмови, перешкоджає виконанню операцій передпосівного обробітку ґрунту та посіву зернових культур у оптимальні агротехнічні терміни, знижує коефіцієнт надійності виконання технологічного процесу та коефіцієнт готовності.

З метою усунення вищевикладених недоліків запропоновано модернізацію агрегату АППМ-4. Модернізація полягає у збільшенні діаметра валу контрприводу у найбільш небезпечному перерізі – вихідному кінці.

Застосування даної модернізації дозволить застосовувати даний агрегат на полях, засмічених камінням, призведе до зниження матеріальних витрат на ремонт агрегату, дозволить виконати посів ячменю в оптимальні агростроки та з необхідною якістю виконання операцій.

### 3.3 Інженерні розрахунки

Проводимо перевірочний розрахунок кінця валу контрприводу, що передає момент, що крутить. Діаметр валу  $d=28$  мм. Шлиці підібрати за ДСТУ. Передача потужності  $N=75$  кВт. Частота обертання валу  $n=1050$  об/хв. Матеріал валу – сталь 35ХГСА. Нітроцементация чи азотування поверхні валу нп глибину 0,3...0,5 мм. Довжина зачеплення валу із шестернею  $l=67$ мм. Параметри шестерні

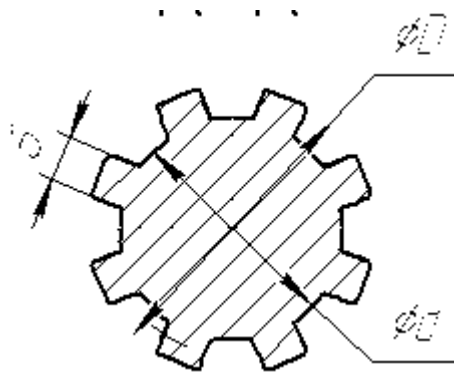


Рис. 3.1. Розріз валу.

Визначаємо крутний момент, що передається валом

$$T = 9,55 \cdot 10^5 \frac{N}{n} = 9,55 \cdot 10^6 \frac{75}{1050} = 682143 \text{ Н} \cdot \text{мм} . \quad (3.1)$$

По таблиці, з урахуванням діаметра валу підбираємо шлиці середньої серії 6x23x28.

За таблицею знаходимо питомий сумарний статичний момент площі робочих поверхонь щодо осі валу  $S_F = 145 \text{ мм}^3 / \text{мм}$  і середній діаметр  $d_m = 0,5(D + d) = 0,5(28 + 23) = 25,5 \text{ мм}$ .

Визначаємо середній тиск за формулою:

$$\sigma = \frac{T}{S_F l} = \frac{682143}{145 \cdot 67} = 70 \text{ Н / мм}^2. \quad (3.2)$$

Визначаємо коефіцієнти, що входять до формул.

Обчислюємо співвідношення розмірів:

$$\frac{l}{D} = \frac{67}{28} = 2,4;$$

$$\varepsilon = \frac{e}{l} + \frac{0,5}{l} \text{tg} \beta \cdot \cos \alpha_w = \frac{10}{67} + \frac{0,5 \cdot 80}{67} 0,94 = 0,71,$$

де для прямозубих коліс та  $\beta = 0$  и  $\alpha_w = 20^\circ$ .

$$\psi = \frac{d_m}{d_w \cos \alpha_w} = \frac{28}{80 \cdot 0,94} = 0,37.$$

Знаходимо по таблиці для легкої серії  $K_{np} = 1,6$  і рисунку  $K_e = 2,1$ .

Коефіцієнт поздовжньої концентрації навантаження (за довжиною шліцевої сполуки):

$$K_{np} = K_e - 1 = 2,1 - 1 = 1,1$$

Коефіцієнт нерівномірності розподілу навантаження між зубами за таблицею та  $K_3 = 1,7$  и  $K'_3 = 1,2$ .

Загальні коефіцієнти концентрації навантаження при  $K_H = 1$ :

$$K_{cm} = K_3 K_{np} K_n = 1,7 \cdot 1,1 \cdot 1 = 1,87;$$

$$K_{изн} = K'_3 K_{np} = 1,2 \cdot 1,1 = 1,32.$$

Визначаємо допустимий середній тиск на зминання за формулою, прийнявши і  $\sigma_T = 550 \text{ Н/мм}^2$ ,  $s = 1,25$

$$[\sigma_{\text{см}}] = \frac{\sigma_T}{s K_{\text{см}} K_L} = \frac{550}{1,25 \cdot 4,49 \cdot 1,2} = 79 \text{ Н/мм}^2, \quad (3.3)$$

де коефіцієнт довговічності.

$K_L K_H K_N = 0,57 \cdot 2,11 = 1,2$  при таблиці і

$$K_N = \sqrt[3]{\frac{60 L_h n}{N}} = \sqrt[3]{\frac{60 \cdot 15 \cdot 10^3 \cdot 1050}{10^8}} = 2,11$$

З'єднання задовольняє умові міцності на зминання, оскільки , оскільки .  
 $\sigma < [\sigma_{\text{см}}]$ , так як  $\sigma = 70 \text{ Н/мм}^2$ , а  $[\sigma_{\text{см}}] = 79 \text{ Н/мм}^2$ .

Визначаємо допустимий середній тиск на знос за формулою:

$$[\sigma_{\text{изн}}] = \frac{[\sigma_{\text{усл}}]}{K_{\text{изм}} K_L K_p} = \frac{110}{3,24 \cdot 1,2 \cdot 1,25} = 22,3 \text{ Н/мм}^2, \quad (3.4)$$

де  $[\sigma_{\text{усл}}] = 110 \text{ Н/мм}^2$  таблиці.

$K_p$  - коефіцієнт умов роботи  $K_p = K_c \cdot K_{\text{ос}} = 1 \cdot 1,25 = 1,25$ , при та.  $K_c = 1$  і  
 $K_{\text{ос}} = 1,25$

З'єднання не задовольняє умові міцності на знос  $\sigma > [\sigma_{\text{изн}}]$ , оскільки  
 $\sigma = 70 \text{ Н/мм}^2$ , оскільки , а  $[\sigma_{\text{изн}}] = 22,6 \text{ Н/мм}^2$ .

Виходячи з розрахунку, приймаємо збільшений діаметр кінця валу на 5мм зі стандартного рядного ряду валів і вибираємо шліцеве з'єднання середньої серії з параметрами 6x28x32.

Вал контрприводу спирається на два кулькові радіальні однорядні підшипники Частота обертання валу - 1050 об/хв. Радіальне навантаження на кожен підшипник - 2000 Н. Обидва підшипники для зручності мають однакові розміри, але один з них у процесі експлуатації може навантажуватись осьовою силою 100Н. Робоча температура підшипника вбирається у 125 °С. Необхідна



довговічність – 4000 год. Виходячи з конструктивних міркувань, діаметр валу має бути не менше 55 мм. Виробляємо підбір підшипника.

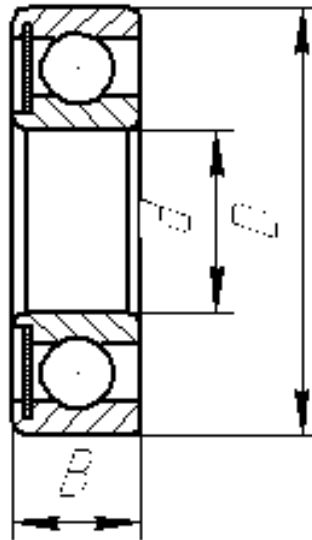


Рис. 3.2. Опорні підшипники валу

Визначаємо необхідну динамічну вантажність кулькових радіальних однорядних підшипників за формулою:

$$C_{тр} = PL^{1/p} = (XV F_r + Y F_a) k_6 k_T \left( \frac{60nL_h}{10^6} \right)^{1/p} = (XV F_r + Y F_a) k_6 k_T \frac{C}{P} \quad (3.5)$$

де  $F_r$  – радіальне навантаження, Н;

$F_a$  – допустиме осьове навантаження, Н;

$D_1$  – діаметр доріжки кочення зовнішнього кільця, мм;

$n$  – частота обертання, об/хв;

$k_6$  – коефіцієнт безпеки, що залежить від характеру навантаження, у разі  $k_6 = 1,2$  (короткочасні навантаження до 125% номінальної (розрахункової) навантаження);

$k_T$  – температурний коефіцієнт, який залежить від робочої температури підшипника, у разі  $k_T = 1,05$ ;

$\frac{C}{P} = 4,93$  – параметр, що характеризує залежність від оборотів та планованої довговічності.

Підставляємо числові значення навантажень та коефіцієнтів:

$$C_{mp} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2000 \cdot 1,2 \cdot 1,05 \cdot 4,93 = 12423,6 \text{Н} = 12,4 \text{кН}$$

Осьове навантаження не враховано, тому що при величині відношення

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{100}{1,0 \cdot 2000} = 0,05 \leq e$$

де для однорядного шарикопідшипника маємо  $X = 1,0$ ;  $Y = 0$ .

З каталогу [1]  $C_{тр} = 12,5 \text{кН}$  і вибираємо шарикопідшипник 160310, умовне позначення за ГОСТ 7242-81. Коефіцієнт працездатності  $C = 52000$ , придільна кількість оборотів – 4000 об/хв,  $d = 55 \text{мм}$ ,  $D = 100 \text{мм}$ ,  $B = 23 \text{мм}$ ,  $C_{тр} = 24 \text{кН}$ .

### **Висновки по розділу**

В даному розділі кваліфікаційної роботи проведено модернізацію машини для поверхневого обробітку ґрунту та представлені інженерні розрахунки.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі рекомендується впровадження комбінованої машини для передпосівної підготовки ґрунту та посіву ячменю. Запропоновано машини, що застосовуються для обробітку ячменю, які дозволяють знизити експлуатаційні та матеріальні витрати під час обробітку ячменю.

У роботі представлено техніко-економічне обґрунтування запропонованої перспективної технології. Запропонована технологія дозволить знизити собівартість продукції на 20,7% та підвищити рівень рентабельності її виробництва на 26%.

Для підготовки ґрунту до посіву ячменю запропоновано модернізацію контрприводу комбінованого агрегату, після якого агрегат може широко застосовуватися на полях нашої країни.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Манько К. М., Музафаров Н. М. Ячмінь ярий: сучасні технології вирощування. Агробізнес сьогодні. Київ, 2012. № 9. С. 33–37.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. Зубець М. В. та ін. Київ : Аграрна наука, 2010. 986 с.
3. Гирка А. Д. Агробіологічні основи формування продуктивності озимих та ярих зернових культур у північному Степу України : дис. ... доктора с.-г. наук : 06.01.09 / ДУ ІЗК НААН. Дніпропетровськ, 2015. 353 с.
4. Кутилкин В. Г. Совершенствование технологии возделывания ячменя. Зерновое хозяйство. 2006. № 4. С. 14–15.
5. Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроєкології : навч. посіб. Київ : Урожай, 2003. 400 с.
6. Свидинюк І. М., Шморгун О. В., Віннічук Т. С., Дмитрашак М. Я. Вплив технологічних факторів на формування елементів продуктивності та фітосанітарний стан посівів ярого ячменю. Науковий вісник НАУ. Київ, 2002. № 47. С. 50–57
7. Дмитришак М. Я., Філь Т. П. Урожайність ячменю ярого залежно від застосування стимуляторів росту. Агрономія. Наукові доповіді НУБіП України. Київ, 2017. № 4 (68).
8. Долежал Я., Бовсуновський О. Сучасні ячмені та технологія їх вирощування. Пропозиція. Київ. 2003. № 2. С. 47-52.
9. Черенков А. В. та ін. Економіка виробництва зерна в зоні Степу України (з основами організації і технології виробництва): монографія. Дніпропетровськ, 2015. 300 с
10. . Каленська С. М., Токар Б. Ю Урожайність ячменю ярого залежно від рівня мінерального живлення. Новітні технології вирощування

сільськогосподарських культур: IV міжнар. наук.-прак. конф.,(Київ, 24 квітня 2015 р.). Київ, 2015. 30-33с.

11. Каленська С., Холодченко Р., Токар Б. Вплив мінеральних добрив та ретардного захисту на урожайність ячменю ярого пивоварного. *Агробіологія*. 2015. Вип. 1 (117). С. 56-58.

12. Камінська В.В., Шморгун О.В., Дудка О.Ф. Особливості формування елементів продуктивності сортів ячменю ярого в північній частині Лісостепу. *Землеробство*. 2012. Вип.84. С. 75-8

13. Лень О. І. Продуктивність ячменю ярого залежно від технології вирощування. Наукове забезпечення інноваційного розвитку агропромислового комплексу в умовах змін клімату: міжнародна наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів (Дніпро, квіт. 2017 р.). Дніпро, 2017. С. 117–119.

14. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. *Зерновиробництво*. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.

15. Лінчевський А. А. Ячмінь в зерновиробництві України. Посібник українського хлібороба. 2010. С. 184-185.

16. Мамєдова Е. І. Вплив агротехнологічних заходів вирощування на формування надземної маси рослин ячменю ярого в умовах Північного Степу України. *Зернові культури*. Дніпро, 2018. Т. 2. № 1. С. 61–66.

17. Савченко В. М., **Кучер М. О.** Модернізація машини для поверхневого обробітку ґрунту і посіву. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 72-74.

18. Міненко С.В., **Кучер М. О.** Аналіз прогресивних технологічних схем вирощування ярого ячменю. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.