

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

УДК 631.364.1

ЧОПКО ДМИТРО ТАРАСОВИЧ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПОСІВУ **СОЇ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ** **МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ**

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

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

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Грабар Іван Григорович
(прізвище, ім'я, по батькові)
Д.Т.Н., професор
(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Чопко Д.Т. Удосконалення технологічного процесу посіву сої з модернізацією машини для внесення мінеральних добрив. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2025.

В даній кваліфікаційній роботі проведено розрахунок технологічного процесу вирощування сої. Розроблено операційно-технологічну карту на посів та збирання сої. Описано запропоновану конструкцію розкидача для внесення твердих гранульованих мінеральних добрив та гіпсу в усіх ґрунтово-кліматичних зонах. Здійснено розрахунок оригінальних деталей машини.

Розроблено заходи з охорони праці при вирощуванні сої. Наведені загальні вимоги до персоналу. Здійснений розрахунок стійкості трактора ХТА-200 +УПС-4 на схилі.

Ключові слова: *технологічний процес, соя, розкидач, мінеральні добрива.*

ABSTRACT

Chopko D.T. Improving the technological process of soybean sowing with modernization of the machine for applying mineral fertilizers. Qualification work for obtaining a bachelor's degree in specialty 208 - Agroengineering. - Polissia National University, Zhytomyr, 2025.

In this qualification work, the technological process of soybean cultivation was calculated. An operational-technological map for sowing and harvesting soybeans was developed. The proposed design of the spreader for applying solid granular mineral fertilizers and gypsum in all soil and climatic zones was described. The original machine parts were calculated.

Occupational safety measures were developed for soybean cultivation. General requirements for personnel were given. The stability of the XTA-200 +UPS-4 tractor on a slope was calculated.

Keywords: *technological process, soybeans, spreader, mineral fertilizers.*

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	6
1.1. Технологія вирощування	6
1.2. Розробка операційно-технологічних карт	8
1.2.1 Розробка операційно-технологічної карти на посів сої	8
1.2.2. Розробка операційно-технологічної карти на збирання	16
1.3 Висновки по першому розділу	25
РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	27
2.1. Опис запропонованої конструктивної розробки	27
2.2. Заміна приводного ролика розкидаючого пристрою розкидача ІРГМ-4	28
2.3. Розрахунок приводного ролика	29
2.3.1. Розрахунок зварного шву	29
2.3.2. Розрахунок болтового з'єднання	30
2.4. Висновки по другому розділу	31
РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ	32
3.1. Загальні вимоги до персоналу	32
3.2. Розрахунок стійкості трактора ХТА-200 +УПС-4 на схилі	32
3.3. Висновки по третьому розділу	33
ВИСНОВКИ	35
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	36

ВСТУП

Найважливіше завдання землеробства – збільшення врожайності культур за рахунок підвищення родючості ґрунтів. З кожним роком зростають вимоги щодо підвищення ефективності застосування добрив у виробничих умовах. Для раціональної організації використання добрив, необхідно знати результати їх застосування під різні сільськогосподарські культури. Кінцевий результат може бути досягнуто на основі перевірки впливу добрив на підвищення врожаїв та покращення якості продукції. Ефективне використання мінеральних добрив, можливе за відповідної технічної оснащеності кожного господарства окремо.

Основним надійним способом одержання екологічно чистих харчових продуктів із насіння сої та зниження собівартості продукції є впровадження технологій вирощування, що забезпечують інтенсивне функціонування симбіотичної системи, ефективну фіксацію атмосферного азоту, мінімальне використання пестицидів та мінеральних добрив.

Основними перепонами для вирощування сої на зерно в різних регіонах України залишається характеристика живильного режиму та кислотність ґрунту, обсяг опадів та сума ефективної температури протягом вегетаційного періоду. Зі зростанням темпів виробництва виникає потреба у визначенні елементів технології вирощування даної культури, які б забезпечували стабільно високі врожаї. Серед таких елементів ключову роль відіграють оптимальні терміни, норма та способи посіву сої. Необхідність повторно звертатись до цих питань зумовлена постійним оновленням сортів та різноманітними ґрунтово-кліматичними умовами.

В даний час деякі підприємства сільськогосподарського напрямку не достатньо забезпечені комплексами машин, частина техніки застаріла, а їх надійність та ефективність використання має значні недоліки у комплектуванні МТП, організації робити, технічного обслуговування. Не завжди обґрунтовано впроваджуються окремі механізовані технології приготування та внесення добрив, основного та передпосівного обробітку ґрунту, сівби, догляд за посівами, збирання урожаю в господарствах.

При цьому головне місце належить розробці і швидкому впровадженню інтенсивних технологій вирощування сої. В основах даних технологій лежить постійне покращення родючості ґрунту, використання біологічних особливостей районування високопродуктивних сортів і гібридів інтенсивного типу, управління врожаєм з врахуванням біологічних, агротехнічних і агрономічних заходів та інтегрованої системи захисту рослин

від шкідників, максимальна концентрація і використання матеріально-технічних ресурсів.

Інтенсивні технології – це комплекс науково-обґрунтованих методів обробки ґрунту, традиційних технологічних елементів в їх взаємозв'язку і чіткій послідовності, агротехнічних і організаційних заходах.

Метою кваліфікаційної роботи є визначення перспективного складу комплексу машин для технологічного процесу вирощування та збирання сої.

Об'єктом розробки є технологічний процес вирощування сої з удосконаленням розкидача мінеральних добрив.

Предмет розробки – модернізація розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4.

Для виконання даної мети було вирішено такі завдання:

- провести аналіз технології вирощування сої;
- розробити операційно-технологічну карту на посів сої;
- навести будову та принцип дії запропонованої конструктивної розробки
- провести розрахунок оригінальних деталей розробки;
- розробити комплекс заходів з охорони праці при вирощуванні сої.

Методи розробки. Теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Публікації:

Чопко Д. Т. Удосконалення технології вирощування сої на зерно. Студентські читання–2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та здобувачів вищої освіти факультету інженерії та енергетики. 31 жовтня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. Ч. 2. С. 79-83.

Чопко Д. Т., Олізаровський І. О. Аналіз апаратів для внесення добрив. Інфрачервоне опромінення тварин. Студентські наукові читання : збірник тез доповідей науково-практичної конференції за підсумками І-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 23 квітня 2025 р. Житомир: Поліський національний університет, 2025. С.101-103.

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Робота викладена на 37 сторінок машинописного тексту, містить 2 рисунки та 7 таблиць, списку використаних джерел з 18 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Для отримання високих та стійких урожаїв цієї цінної продовольчої культури зусилля землеробів повинні бути направлені на дотримання всіх агротехнічних прийомів її вирощування, на повне використання потенційних можливостей районування сортів.

1.1. Технологія вирощування

У сучасних нестабільних економічних умовах найбільш важливим є вдосконалення технології обробітку польових культур, у тому числі і сої, стосовно конкретних ґрунтово-кліматичних та організаційно-технологічних умов господарств. обробітку сої за адаптивною технологією в умовах Полісся України.

Одним із вирішальних факторів для зростання врожайності є вологозабезпеченість. Велика різниця в опадах спостерігається за роками за вегетаційний період: від 297 до 543 мм окремо взятого року. Середньорічна кількість опадів, за багаторічними даними, становить 380-433 мм. Середньорічна температура повітря коливається не більше 9,6-10,0 °С. Зима малосніжна, помірно холодна, нестійка, з частими відлигами. Товщина снігового покриву від 3 до 15 см, середня глибина промерзання ґрунту 12-17 см, тепла погода встановлюється зазвичай у квітні, річна сума ефективних температур за вегетаційний період 2640 °С.

Для підвищення ефективності обробітку сої в особливій увагу набуває розробка та впровадження у виробництво надійних заходів боротьби з бур'янами. У посівах даного регіону переважають бур'яни з групи злакових і дводольних однорічників: амброзія, щетинники, плоскуха звичайна, гірчиця польова та ін.

Для вирощування сої оптимальними попередниками є добре удобрені озимими культурами, кукурудзою на зерно або силос. У регіонах з достатнім рівнем зволоження кращим варіантом попередника є цукровий буряк. Не варто садити сою після або поблизу (менше ніж 1 км) інших бобових культур через наявність спільних шкідників. Також не рекомендується повертати сою на те саме поле раніше, ніж через 4-5 років.

У випадку вирощування сої після кукурудзи поле після збирання обробляють двічі в перехресному напрямку важкими дисковими боронами, такими як БДТ-3 або БДТ-7, на глибину 10-12 см. Потім проводять оранку на зяб на глибину 25-25 см.

У випадках посушливої весни доцільно використовувати комбіновані агрегати, такі як РВК-3,0 та РВК-3,6, які за один прохід здійснюють культивуацію, вирівнювання, боронування і коткування ґрунту. Це дозволяє зменшити втрати вологи через випаровування. На важких замулених ґрунтах перед посівом сої навесні рекомендується виконувати дворазову культивуацію: спочатку на глибину 8-10 см, а потім на 6-8 см, для покращення структури та підготовки до сівби.

Внесення добрив. Фосфорні та калійні добрива зазвичай розподіляють по ділянці поля за допомогою машин РУМ-5, РУМ-8, 1РМГ-4 під час основного обробітку ґрунту. Азотні добрива вносять перед передпосівною культивуацією. Фосфор у кількості 10-15 кг додають безпосередньо у рядки під час посіву сої. Норми внесення для фосфору калію та азоту становлять 45-60 кг/га. Насіння також може оброблятися розчином молібдену алюмінію – на одну тонну достатньо використовувати 200-300 г препарату, що розчиняється у 5-10 літрах води.

На кислих ґрунтах під час вирощування сої необхідно проводити вапнування, використовуючи 6–7 т/га дефекату. Солонцюваті ґрунти необхідно гіпсувати із розрахунку 3–5 т/га гіпсу.

Підготовка до сівби має велике значення для майбутнього врожаю, оскільки якість насіння значно впливає на його продуктивність. Насіння перед сівбою обов'язково мають перевірити на присутність зерноїда. Якщо виявили пошкоджене насіння його видаляють. Для запобігання хворобам насіння сої необхідно обробляти за 3–4 тижні до сівби, використовуючи машини типу ПС-10А, ПСШ-5 та інші аналоги. Сівбу розпочинають відразу після передпосівного обробітку ґрунту.

Сою висівали на глибину 6-8 см широкорядним (70 см) способом сівалкою СУПН-8 в останній декаді квітня-першої декади травня. Після сівби, з метою вирівнювання поверхні поля, проводили боронування боронами БЗСС-1,0 впоперек до сівби або по діагоналі. Варіанти з прикочуванням посівів проводили за вирівнюванням гладкими водоналивними катками КВГ-1,4 в зчіпці з тракторами на гусеничному ході. Міжрядні культивуації необхідно проводити культиватором КРН-4,2.

На посівах сої розміщених після стернових попередників (як-от озима пшениця), обробіток ґрунту передбачає виконання дискування (ЛТД-15) на глибину 6–8 см при наявності однорічних бур'янів. Далі проводять звичайну зяблеву оранку плугами ПЛН-5-35 або ПЛН-6-35. Глибина оранки залежить від типу ґрунту: на деградованих чорноземах вона досягає 25-27 см, на звичайних – 20-22 см, а на дерново-підзолистих – з урахуванням товщини одного шару ґрунту.

Збирання сої необхідно проводити з врахуванням нерівномірного дозрівання стручків: спочатку досягають нижні яруси, потім верхні. Оптимальний термін збирання сої визначають за станом зрілості нижніх і середніх стручків, які складають основну частину врожаю. Процес починають тоді, коли насіння в нижніх і середніх стручках стає твердим, набуваючи типової для сорту форми й кольору. Затримка з початком збору до повного дозрівання верхніх стручків, які складають третину всіх на рослині, недоцільна, оскільки це може призвести до розтріскування нижніх стручків та втрати найбільш цінного зерна. Однак і поспішати із збиранням, коли дозріло тільки близько половини бобів, не варто, адже це спричинить недобір врожаю через недозріле насіння. При збиранні сої зазвичай використовують роздільний спосіб.

Скошування здійснюють за допомогою косарок моделей СК-2,1 та КЗН-2,1, що оснащені пристроями ПВ-2,1 і здвоювачами валків ПБ-4 або жатками ЖРБ-4,2. Через три-чотири дні після скошування, коли валки підсохнуть, їх підбирають і обмолочують зерновими комбайнами, обладнаними підбирачами ППТ-3А та ППТ-3. Очищення зерна здійснюється на токах із використанням машин ЗВС-20, ОПВ-20А, ОС-4,5А або стаціонарних очисних агрегатів ЗАВ-10, ЗАВ-20, ЗАВ-40 та АЗС-30М.

1.2. Розробка операційно-технологічних карт

1.2.1. Розробка операційно-технологічної карти на посів сої

Розрахунок агрегату.

1. Для нашої роботи вибираємо 2-а агрегати Т-150+ЗСЗ-3,6 і ХТА-200 "Слобожанець"+УПС-4;

2. Інтервал швидкості руху при якому будемо виконувати посів сої без порушень агротехнічних вимог:

$$V_p = (9 - 12) \text{ км / год}$$

3. На основі інтервалу швидкості руху вибираємо необхідні передачі трактора і заносимо в таблицю 1.1.

Так як у нас два агрегати, то:

МТЗ-80+СЗ-3,6-Агр №1; ХТА-200 "Слобожанець"+УПС-4-Агр №2;

Таблиця 1.1

Агр. №1				
Показники/ передачі	5	7 _p	6	6 _p
V_p , км/год	9,2	9,9	10,9	11,9
$P_{кр}$, кН.	12,2	13,3	10,3	8,8
G_T , кН.	14,9	14,9	14,9	14,6

Таблиця 1.2

Агр. №2		
Показники/ передачі	3	4
V_p , км/год	8,1	9,4
$P_{кр}$, кН.	29,4	34,8
G_T , кН.	26,5	26,7

1. Знайти максимально можливу ширину захвату:

$$B_{max} = \frac{\overline{P_{кр} - p_{ц}}}{K + G_v * i}, м \quad (1.1)$$

де $P_{кр}$ – крюкове зусилля трактора на прийнятій передачі передачі кН.;

$P_{ц}$ – тяговий опір зчіпки, який проходять на 1м ширини захвату, кН.;

K – коефіцієнт питомого опору, кН./м.

$$P_{ц} = G(f + i), кН \quad (1.2)$$

де $G_{ц}$ – вага зчіпки, для Агр. №2 $G_{ц}=0,9$ кН.

$$P_{ц} = 0,9(f + i), кН \quad (1.3)$$

де f – коефіцієнт опору кочення коліс зчіпки ($f=0,25$);

i – схил поля ($i=0,01$);

$$P_{кр} = 0,9 \cdot (0,25 + 0,01) = 0,234 \text{ кН}$$

Коефіцієнт питомого опору дорівнює: Агр. №1.

$$K_5 = 1,2 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} (9,2 - 5) \right] = 1,30 \text{ кН/м};$$

$$K_{7p} = 1,2 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} (9,9 - 5) \right] = 1,32 \text{ кН/м};$$

$$K_6 = 1,2 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} (10,9 - 5) \right] = 1,34 \text{ кН/м};$$

$$K_{8p} = 1,2 \cdot \left[1 + \frac{2}{100} (11,9 - 5) \right] = 1,36 \text{ кН/м};$$

Максимальна ширина захвата:

$$B_{max5} = \frac{12,2}{1,30 + 14,5 * 0,01} = 8,44 \text{ м}$$

$$B_{max7p} = \frac{13,3}{1,32 + 14,5 * 0,01} = 9,08 \text{ м}$$

$$B_{max6} = \frac{10,3}{1,34 + 14,5 * 0,01} = 6,94 м$$

$$B_{max8p} = \frac{8,8}{1,36 + 14,5 * 0,01} = 5,85 м$$

Для другого агрегату розрахуємо те саме:

$$K_3 = 1,2 \left[1 + \frac{2}{100} (8,1 - 5) \right] = 1,27 \text{ кН/м};$$

$$K_4 = 1,2 \left[1 + \frac{2}{100} (9,4 - 5) \right] = 1,30 \text{ кН/м};$$

Максимальна ширина захвата:

$$B_{max4} = \frac{29,4 - 0,234}{1,30 + 14,5 * 3 * 0,01} = 16,08 м$$

$$B_{max3} = \frac{34,8 - 0,234}{1,27 + 14,5 * 3 * 0,01} = 20,27 м$$

5. Визначимо кількість машин в агрегаті:

$$П_{.м} = \frac{B_{max}}{B_{к}} \quad (1.4)$$

де $B_{к}$ – конструктивна ширина захвату, м

Агр. №1

$$П_{.м5} = \frac{8,44}{3,6} = 2$$

$$П_{.м6} = \frac{6,94}{3,6} = 2$$

$$П_{.м7p} = \frac{9,08}{3,6} = 2$$

$$П_{.м8p} = \frac{5,85}{3,6} = 1$$

Агр. №2

$$П_{.м3} = \frac{20,27}{10,8} = 2$$

$$П_{.м4} = \frac{16,18}{10,8} = 1$$

6. Знайти повний опір агрегатів.

$$Ra = Bp(K) + Rcц + Gm * i, кН \quad (1.5)$$

Агр. №1

$$Ra5 = 3,6 * 1,3 + 14,5 * 0,01 = 4,825_{кН}$$

$$R_{7p} = 3,6 * 1,32 + 14,5 * 0,01 = 4,897_{кН}$$

$$R_{a6} = 3,6 * 1,34 + 14,5 * 0,01 = 4,969_{кН}$$

$$Ra8p = 3,6 * 1,36 + 14,5 * 0,01 = 5,041_{кН}$$

Агр. №2

$$Ra3 = 10,8 * 1,27 + 0,234 + 43,5 * 0,01 = 14,385_{кН}$$

$$Ra4 = 10,8 * 1,3 + 0,234 + 43,5 * 0,01 = 14,709_{кН}$$

7. Знайти коефіцієнт використання крЮкового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{Ra}{P_{кр}} \quad (1.6)$$

Агр. №1

$$\eta_5 = \frac{4,825}{12,2} = 0,39;$$

$$\eta_{7p} = \frac{4,897}{13,3} = 0,37;$$

$$\eta_6 = \frac{4,969}{10,3} = 0,48;$$

$$\eta_{8p} = \frac{5,041}{8,8} = 0,57;$$

Агр. №2

$$\eta_3 = \frac{14,385}{34,8} = 0,41;$$

$$\eta_4 = \frac{14,709}{29,4} = 0,50;$$

Вибір альтернативного машинно-тракторного агрегату за критеріями оптимізації.

На основі розрахунків вибрано два агрегати, на основі розрахованого коефіцієнту використання крЮкового зусилля трактора вибираємо оптимальну передачу. Вибрані машинно-тракторні агрегати зрівняти за такими критеріями:

Агр. №1-МТС-80+СЗ-3,6;

Агр. №2- ХТА-200 "Слобожанець"+УПС-4;

1. Година продуктивність агрегату:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год;} \quad (1.7)$$

де V_p – робоча швидкість руху км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau = 0,85$;

Агр. №1

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 11,09 \cdot 0,85 = 3,64 \text{ га/год};$$

Агр. №2

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 9,4 \cdot 0,85 = 8,62 \text{ га/год};$$

2. Зміни виробничого агрегату.

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{зм}} \cdot \tau, \text{ га/зм} \quad (1.8)$$

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

Агр. №1

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 11,9 \cdot 7 \cdot 0,85 = 25,49 \text{ га/зм};$$

Агр. №2

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 9,4 \cdot 7 \cdot 0,85 = 60,40 \text{ га/зм};$$

3. Максимальна продуктивність агрегату;

$$W_{\text{max}} = 0,1 \frac{P_{\text{кр}} \cdot V_p \cdot \tau}{k}, \text{ м}^2 / \text{год} \quad (1.9)$$

Агр. №1

$$W_{\text{max}} = 0,1 \frac{8,8 \cdot 11,9 \cdot 0,85}{1,36} = 6,54 \text{ м}^2 / \text{год}$$

$$\text{Агр. №2} \quad W_{\text{max}} = 0,1 \frac{29,4 \cdot 9,4 \cdot 0,85}{1,30} = 18,07 \text{ м}^2 / \text{год}$$

4. Погектарна витрата палива;

$$G_{\text{за}} = \frac{G_p \cdot T_p + G_{\text{хх}} \cdot T_{\text{хх}} + G_0 \cdot T_0}{W_{\text{год}}}, \text{ кг / га} \quad (1.10)$$

де G_p ; $G_{\text{хх}}$; G_0 – відповідно витрати палива при роботі, холостих переїздах і зупинці, км/год;

T_p ; $T_{\text{хх}}$; T_0 ; – відповідно час роботи, холостих переїздів і зупинок, год;

$$T_p + T_{\text{хх}} + T_0 = 1 \text{ год} \quad T_p = 0,7$$

$$T_{\text{хх}} + T_0 = 1 - 0,7 = 0,3 \quad \frac{T_{\text{хх}}}{T_0} = \frac{0,15}{0,15}$$

Агр. №1

$$G_{\text{за}} = \frac{10 \cdot 0,7 + 7 \cdot 0,15 + 1,7 \cdot 0,15}{3,64} = 2,28 \text{ кг / га}$$

Агр. №2

$$G_{\text{за}} = \frac{27 \cdot 0,7 + 12 \cdot 0,15 + 2,3 \cdot 0,15}{8,62} = 2,44 \text{ кг / га}$$

5. Затрати праці;

$$H = \frac{\Sigma_n}{W_{\text{зод}}}, \text{ люд.год} / \text{га} \quad (1.11)$$

Агр. №1

$$H = \frac{2}{3,64} = 0,55 \text{ люд.год} / \text{га}$$

Агр. №2

$$H = \frac{2}{8,62} = 0,44 \text{ люд.год} / \text{га}$$

6. Енергоозброєність процесу;

$$E = \frac{N_e}{E_n} \quad (1.12)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна, кВт

Агр. №1

$$E = \frac{56,6}{2} = 28,3 \text{ кВт} / \text{чол}$$

Агр. №2

$$E = \frac{128,6}{2} = 32,15 \text{ кВт} / \text{чол}$$

7. Енерговитрати;

$$\psi = \frac{N_e}{W_{\text{зод}}}, \text{ кВт.год} / \text{га} \quad (1.13)$$

Агр. №1

$$\psi = \frac{56,6}{3,64} = 15,55 \text{ кВт.год} / \text{га}$$

Агр. №2

$$\psi = \frac{128,6}{8,62} = 14,92 \text{ кВт.год} / \text{га}$$

8. Коефіцієнт робочих ходів;

$$\lambda = \frac{L_{px}}{L_{px} + L_{xx}} \quad (1.14)$$

де L_{px} – довжина робочих ходів, м;

L_{xx} – довжина холостих ходів, м;

Площа поля в нашому випадку – 120га;

$$L_{px} = \frac{S \cdot 10^4}{B_p}, \quad (1.15)$$

де S – площа поля, га

Довжину холостих ходів знаходимо:

$$L_{xx} = n_i \cdot L_{ni}; \quad n_i = \frac{B_2}{B_p}, \quad (1.16)$$

де n_i – кількість поворотів n -го типу;

L_{ni} – довжина повороту, n -го типу, м;

$$L_{ni} = 2R_0 + X \quad (1.17)$$

де R_0 – радіус повороту, м;

X – довжина прямолінійної ділянки, м;

Агр. №1

$$L_{px} = \frac{120 \cdot 10^4}{3,6} = 33,3 \cdot 10^4 \text{ м}$$

$$L_X = n \cdot L_n \quad (1.18)$$

$$n = \frac{1500}{3,6} = 416,6$$

$$X = L_{mp} + L_{сгм} + 0,5 \text{ м} \quad (1.19)$$

$$L_{mp} = 3,815 \text{ м}; L_{сгм} = 3,490; L_{xx} = n_i \cdot L_{ni};$$

$$X = 3,815 + 3,490 + 0,5 = 7,805 \text{ м}$$

$$R_0 = 3,815 + 3,490 = 7,305 \text{ м}$$

$$L_n = 2 \cdot 7,305 + 7,805 = 22,415 \text{ м}$$

$$L_{xx} = 416,6 \cdot 22,415 = 9338,1 \text{ м}$$

$$\lambda = \frac{33,3 \cdot 10^4}{33,3 \cdot 10^4 + 9338,1} = 0,97$$

Агр. №2

$$L_{px} = \frac{120 \cdot 10^4}{10,8} = 11,1 \cdot 10^4 \text{ м}$$

$$n = \frac{1500}{10,8} = 139$$

$$L_{mp} = 5,795 \text{ м}; L_{сгм} = 6,98 \text{ м}$$

$$X = 5,795 + 6,98 + 0,5 = 13,275 \text{ м}$$

$$R_0 = 5,795 + 6,98 = 12,775 \text{ м}$$

$$L_n = 2 \cdot 12,775 + 13,275 = 38,825 \text{ м}$$

$$L_{xx} = 139 \cdot 38,825 = 5396,7 \text{ м}$$

$$\lambda = \frac{11,1 \cdot 10^4}{11,1 \cdot 10^4 + 5396,7} = 0,95$$

9. Площа, яка ущільнилась рушіями трактора:

$$S_{ущ} = \frac{b_{ущ} \cdot L_{заг}}{10^4}, \text{ га} \quad (1.20)$$

де $b_{ущ}$ – ширина рушіїв трактора, м

$L_{заг}$ – загальний пройдений шлях агрегату по полю, м

$$L_{заг} = L_{px} + L_{xx} \quad (1.21)$$

Агр. №1

$$L_{\text{заг}} = 133,3 \cdot 10^4 + 29885,919 = 1362885,9\text{м}$$

$$S_{\text{ущ}} = \frac{0,45 \cdot 461238,3}{10000} = 20,2\text{га}$$

Агр. №2

$$L_{\text{заг}} = 44,4 \cdot 10^4 + 17238,3 = 461238,3\text{м}$$

$$S_{\text{ущ}} = \frac{0,3 \cdot 1362885,9}{10000} = 40,8\text{га}$$

10. Питомий тиск комбайна на ґрунт:

$$\varphi = \frac{m}{S_{\text{опор}}}, \text{кг} / \text{м}^2 \quad (1.22)$$

де m – маса комбайна, кг;

$S_{\text{опор}}$ – площа контакту рушіїв трактора з ґрунтом,

$$S_{\text{опор коліс трактора}} = 0,64v_{\text{пер.кол}}^2 \cdot 2 + 0,64v_{\text{зад.кол}}^2 \cdot 2;$$

де $v_{\text{пер.кол}}$ та $v_{\text{зад.кол}}$ – відповідна ширина коліс, см.

Агр. №1

$$S_{\text{опор}} = 0,64 \cdot 30^2 + 0,64 \cdot 25^2 \cdot 2 = 1952 \text{ см}^2;$$

$$\varphi = \frac{3160}{1952} = 1,6 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Агр. №2

$$S_{\text{опор}} = 0,64 \cdot 45^2 \cdot 2 + 0,64 \cdot 45^2 = 5184 \text{ см}^2;$$

$$\varphi = \frac{7535}{5184} = 1,45 \text{ кг} / \text{см}^2$$

Результуюча таблиця

№	Показники	Одиниці виміру	Склад агрегату №1	Склад агрегату №2
			Значення показників	Значення показників
1	Годинна продуктивність	га/год	3,64-	8,62+
2	Змінний виробіток	га/зм	2549-	60,40+
3	Максимальна продуктивність	м ² /год	6,54-	18,07+
4	Витрати палива	кг/га	2,88-	2,44+
5	Затрати праці	люд/год	0,55+	0,46-
6	Енерговитрати	кВт	297,2+	240,2+
7	Енергоозброєність	кВт/чол.	28,3+	31,15-
8	Коефіцієнт робочих ходів	-	0,97+	0,95-
9	Площа поля, яка ущільнилась рушійми	га	40+	20-
10	Питомий тиск на ґрунт	кг/см ²	1,6+	1,45-

В нашому випадку дивлячись на результати розрахунків, можна сказати, що найкращим агрегатом для посіву сої буде ХТА-200 "Слобожанець"+УПС-4.

Розрахунок допоміжних техніко-експлуатаційних параметрів.

Розрахувати такі показники:

– ширину захвату смуг:

$$E_p = (3 \dots 4) \cdot B_p, \text{ м}$$

$$E_p = 310,8 = 32,4 \text{ м};$$

– оптимальна ширина загінки:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{3 \cdot B_p \cdot l_2}, \text{ м} \quad (1.23)$$

$$L_2 = 1000 - 64,8 = 935,2 \text{ м}$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{3 \cdot 10,8 \cdot 935,2} = 174 \text{ м}$$

– довжина вильоту маркерів:

$$L_{np} = \frac{A - e_m - e_2}{2} + m, \text{ м} \quad (1.24)$$

$$L_{либ} = \frac{A + e_m - e_2}{2} + m, \text{ м} \quad (1.25)$$

$$A = (n_c - 1) \cdot m, \text{ м} \quad (1.26)$$

$$A = (36 - 1) \cdot 0,15 = 5,25 \text{ м}$$

де A – відстань між крайніми агрегатами, м

n_c – кількість сошників, шт.;

B_m – ширина коліс трактора, $B_m = 3,16 \text{ м}$;

B_r – ширина гусениці трактора, $B_r = 0,4 \text{ м}$;

$$L_{np} = \frac{5,25 - 3,16 - 0,4}{2} + 0,15 = 0,995 \text{ м}$$

$$L_{либ} = \frac{5,25 + 3,16 - 0,4}{2} + 0,15 = 4,155 \text{ м}$$

– шлях, який пройде агрегат з однією заправкою:

$$L_p = \frac{V \cdot \gamma \cdot \lambda \cdot n \cdot 10^4}{H \cdot B_p}, \text{ м} \quad (1.27)$$

Для висіву зерна	Для висіву добрив
$V^3 = 453 \text{ дм}$	$V^d = 212 \text{ дм}$
$\lambda^3 = 0,75$	$\lambda^d = 1,0$
$\lambda = 0,95$	$\lambda = 0,95$
$n = 6$	$n = 6$
H^3	H^d

$$L_p^3 = \frac{453 \cdot 0,75 \cdot 0,95 \cdot 6 \cdot 10^4}{220 \cdot 10,8} = 8150 \text{ м}$$

$$L_p^d = \frac{212 \cdot 1,0 \cdot 0,95 \cdot 9 \cdot 10^4}{300 \cdot 10,8} = 3729 \text{ м}$$

– перевезення зерна на тік.

1.2.2. Розробка операційно-технологічної карти на збирання

Операційно-технологічна карта збирається поля в конкретних умовах. Операційно-технологічна карта на виконання механізованої роботи включає

в себе вихідні дані, основні агро- і технологічні допуски, операції для підготовки агрегату, схему агрегату, операції для підготовки поля, контроль якості, основні техніко-експлуатаційні показники процесу, технічну безпеку і природоохоронні заходи.

Вихідні дані:

- назва культури, операція, площа поля, довжина гону, склад агрегату, глибина обробки, норма висіву насіння або внесення добрив, відстань перевезень, схил поля.

Агротехнічні вимоги і технічні допуски:

- глибина обробки і допустимі відхилення;
- тривалість та строки виконання операції;
- оптимальна швидкість руху;
- загортання насіння, добрив та поживних решток;

Підготовка агрегату:

- ТО агрегату;
- підготовка комбайна;
- комплектування агрегату;
- налагодження і регулювання агрегату;

Схема агрегату:

- накреслити схему агрегату;
- на схемі вказати ширину, довжину агрегату, колію трактора, виліт маркерів;

Підготовка поля:

- візуальний вигляд поля, вибір способу руху, результати інших технологічних розрахунків при підготовці поля.

Схема поля:

- накреслити схему поля з розмірами, розмітку поля, способи руху агрегату на полі, розказати місце заправки або вигризки агрегату;

Основні техніко-експлуатаційні показники процесу:

- виробіток агрегату за годину, кількість змін роботи, кількість одночасно працюючих агрегатів, погектарна витрата палива, затрати праці.

Контроль якості виконаної роботи:

- необхідно показати, за якими критеріями оцінюється якість зробленої операції.

Технічна безпека та природоохоронні заходи

Розрахунок агрегату.

1. Вибрати комбайн, як енергетичний засіб, яким можна виконувати задану операцію (СК-5 «НИВА», John Deere 1158). Діапазон швидкості $V_p=3,2-3,6$ км/год.

При збиранні ширина захвату повинна забезпечувати необхідні розміри і масу валка q_v – визначається за формулою:

$$q_p = 0,01 B_p V_z (1 + \delta_c) \text{ кг/м} \quad (1.28)$$

де B_p – ширина захвату жатки, м;

V_z – урожайність зерна, ц/га;

δ_c – соломостійкість маси.

СК-5

$$q_v = 0,01 \cdot 4,2 \cdot 15 \cdot (1 + 1,2) = 2,31 \text{ кг/м}$$

John Deere 1158

$$q_v = 0,01 \cdot 8 \cdot 15 \cdot (1 + 1,2) = 4,4 \text{ кг/м}$$

2. Оптимальна маса валка, виходячи із пропускної здатності і швидкості руху комбайна, визначається за формулою:

$$q_s = \frac{3,6 * Q_\phi}{V_p}, \text{ кг/м} \quad (1.29)$$

де Q_ϕ – фактична пропускна здатність, кг/м.

СК-5

$$q_s = \frac{3,6 * 3,5}{6} = 2,1, \text{ кг/м}$$

John Deere 1158

$$q_s = \frac{3,6 * 7,1}{6} = 4,26, \text{ кг/м}$$

3. Фактична пропускна здатність залежить від соломостійкості хлібної маси, вологості, забур'яненості:

$$Q_\phi = 0,6 * Q_n (1 + \frac{1-E}{\delta_c - E}) * K_w, \text{ кг/с}, \quad (1.30)$$

де E – забур'яненість хлібної маси;

Q_n – номінальна пропускна здатність молотарки, кг/с;

K_w – поправочний коефіцієнт на пропускну здатність ($K_w=0.91$).

СК-5

$$Q_\phi = 0,6 * 5 (1 + \frac{1-0,5}{1,2-0,5}) * 0,91 = 3,5 \text{ кг/с},$$

John Deere 1158

$$Q_\phi = 0,6 * 10 (1 + \frac{1-0,5}{1,2-0,5}) * 0,91 = 7,1 \text{ кг/с},$$

4. При відомих значеннях Q_{ϕ} , U_3 , b_c , q_v можна розрахувати робочу ширину захвату B_p , користуючись формулою:

$$B_p = \frac{q_v}{0,01 * U_3 * (1 + b_c)}, м \quad (1.31)$$

СК-5

$$B_p = \frac{2,1}{0,01 * 15 * 2,2} = 3,8 м$$

ДОН-1500

$$B_p = \frac{4,26}{0,01 * 15 * 2,2} = 7,7 м$$

5. При підборі валків $V_p =$ до 6 км/год. Відстань, яку проходить комбайн до заповнення технологічних міст костей (зернового бункера, копнувача соломи), визначається:

$$L_3 = \frac{V * \lambda * \rho * 100}{B_p * U}, м \quad (1.32)$$

де V – об'єм міст костей, $м^3$;

λ – коефіцієнт заповнення місткості (0,96-0,98);

ρ – об'ємна маса матеріалу, $кг/м^3$.

а) бункер:

СК-5

$$L_3 = \frac{3 * 0,97 * 670 * 100}{3,8 * 15} = 2052 м$$

John Deere 1158

$$L_3 = \frac{6 * 0,97 * 670 * 100}{7,7 * 15} = 2026 м$$

б) копнувач:

СК-5

$$L_3 = \frac{9 * 0,97 * 40 * 100}{3,8 * 45} = 204 м$$

John Deere 1158

$$L_3 = \frac{14 * 0,97 * 40 * 100}{7,7 * 45} = 157 м$$

6. Тривалість заповнення міст костей визначається за формулою:

$$t_3 = \frac{L_3}{10^3 * V_p}, год \quad (1.33)$$

а) бункер:

СК-5

$$t_3 = \frac{2052}{1000 * 6} = 0,34 год$$

John Deere 1158

$$t_3 = \frac{2026}{1000 * 6} = 0,33 \text{ год}$$

б) копнувач:

СК-5

$$t_3 = \frac{204}{1000 * 6} = 0,034 \text{ год}$$

John Deere 1158

$$t_3 = \frac{157}{1000 * 6} = 0,026 \text{ год}$$

7. Продуктивність комбайна за годину змінного часу:

$$W_{3M} = \frac{3,6 * Q_{\phi} * \tau}{Y_3 * (1 + \bar{\epsilon}_c)}, \text{ га / год} \quad (1.34)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни $\tau = (0,55-0,75)$

СК-5

$$W_{3M} = \frac{3,6 * 3,5 * 0,7}{15 * (1 + 12)} = 0,16 \text{ га / год}$$

John Deere 1158

$$W_{3M} = \frac{3,6 * 7,1 * 0,7}{15 * (1 + 12)} = 0,33 \text{ га / год}$$

8. Тривалість роботи комбайна на одному полі:

$$t_3 = \frac{F}{W_{3M}}, \text{ год} \quad (1.35)$$

де F – площа поля (F = 50га)

СК-5

$$t_3 = \frac{50}{0,16} = 315,0 \text{ год}$$

John Deere 1158

$$t_3 = \frac{50}{0,33} = 164 \text{ год}$$

9. Питомі витрати праці Z_n визначають за формулою:

$$Z_n = \frac{\sum_n}{W_{3M}}, \text{ люд.год / га}, \quad (1.36)$$

СК-5

$$Z_n = \frac{2}{0,16} = 12,5 \text{ люд.год / га},$$

John Deere 1158

$$Z_n = \frac{2}{0,33} = 6,1 \text{ люд.год / га},$$

10. Коефіцієнт робочих ходів φ визначається за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} = \frac{L * C}{L(C + B_p / 2) + 6R_o(2R_o - B_p)}, \quad (1.37)$$

де L_p , L_x , – відповідно сумарний шлях робочих та холостих ходів;

R_o – радіус повороту агрегату, м;

L – середня довжина гону, м;

C – ширина загонки, м.

Визначається з урахуванням продуктивності комбайна:

$$C = \frac{10^4 * K_c * W_{3M}}{L}, \text{ м} \quad (1.38)$$

де K_c – поправочний коефіцієнт на метеорологічні умови та організаційні чинники. $K_c = 1,05-1,1$

СК-5

$$C = \frac{10000 * 1,1 * 0,16}{800} = 2,2 \text{ м}$$

John Deere 1158

$$C = \frac{10000 * 1,1 * 0,33}{800} = 4,5 \text{ м}$$

СК-5

$$\varphi = \frac{800 * 2,2}{800 * (2,2 + 1,9) + 6 * 7,5 * (2 * 7,5 - 3,8)} = 0,45$$

John Deere 1158

$$\varphi = \frac{800 * 4,5}{800 * (4,5 + 3,85) + 6 * 8,9 * (2 * 8,9 - 7,7)} = 0,52$$

11. Кількість тракторних засобів, які необхідні для відвезення зерна від комбайна, визначається за формулою:

$$n_T = \frac{W_o^K}{W_o^T}, \quad (1.39)$$

де W_o^K – продуктивність комбайна за одну годину основного часу, т/год;

W_o^T – продуктивність транспортних засобів, т/год.

СК-5

$$W_o^K = \frac{3,6 * Q_\phi}{1 + \beta_c} = \frac{3,6 * 3,5}{1 + 1,2} = 5,7 \text{ т/год}$$

John Deere 1158

$$W_o^K = \frac{3,6 * Q_\phi}{1 + \beta_c} = \frac{3,6 * 7,1}{1 + 1,2} = 11,6 \text{ т/год}$$

$$W_o^T = \frac{m_3}{t_y}, \text{ т/год} \quad (1.40)$$

де m_3 – відстань перевезень, км;

t_y – тривалість циклу:

$$W_o^T = \frac{4}{0,31} = 12,9T / год$$

$$t_y = t_p = t_{зав} + t_{суд}; год \quad (1.41)$$

$$t_p = l_n / V_e, год. \quad (1.42)$$

де l_n – відстань перевезень, км;

V_e – середня експлуатаційна швидкість авто ($V_e = 35$ км/год).

$$t_p = 10 / 35 = 0,28 год$$

СК-5

$$n_T = \frac{5,7}{12,9} = 1$$

John Deere 1158

$$n_T = \frac{11,6}{12,9} = 1$$

Вибір альтернативного агрегату.

1. Годинна продуктивність агрегату:

$$W_{\Gamma} = \frac{3,6 * q_b * \tau}{Y}, га / год, \quad (1.43)$$

де q_b – пропускна здатність.

СК-5

$$W_{\Gamma} = \frac{3,6 * 5 * 0,7}{15} = 0,5 га / год,$$

John Deere 1158

$$W_{\Gamma} = \frac{3,6 * 10 * 0,7}{15} = 1,01 га / год,$$

2. Змінний виробіток комбайна:

$$W_{зм} = W_{\Gamma} * m_{зм} \quad (1.44)$$

СК-5

$$W_{зм} = 0,5 * 7 = 3,5 га$$

John Deere 1158

$$W_{зм} = 1,07 * 7 = 7,07 га$$

3. Максимальна продуктивність агрегату:

$$W = 0,36 * \frac{N_{ен}}{K_a} * \eta_{зру} * \beta * \tau \quad (1.45)$$

СК-5

$$W = 0,36 * \frac{173}{1,53} * 0,75 * 0,7 * 0,96 = 12,6 га$$

John Deere 1158

$$W = 0,36 * \frac{173}{1,53} * 0,75 * 0,7 * 0,98 = 20,52a$$

$$n = n_o \left[1 + \frac{T_n}{100} (V_p - V_o) \right], \quad (1.46)$$

$$n = n_o \left[1 + \frac{2}{100} (6 - 5) \right] = 1,53$$

4. Погектарна витрата палива:

$$G_{za} = \frac{G_p T_p + G_{xx} T_{xx} + G_o T_o}{W_{zod}}, \text{ кг / га}, \quad (1.47)$$

де G_p G_{xx} G_o – відповідно витрати палива при роботі, переїздах і зупинці;

T_p T_{xx} T_o – Відповідно час роботи, холостих ходів і зупинок.

$$T_p + T_{xx} + T_o = 7 \text{ год}$$

$$T_p = 7 \cdot \tau = 7 \cdot 0,6 = 4,2 \text{ год}$$

$$T_{xx} + T_o = 7 - 4,2 = 2,8$$

$$\frac{T_{xx}}{T_o} = \frac{1,4}{1,4}$$

СК-5

$$G_{za} = \frac{15 * 0,6 + 8 * 0,2 + 2,7 * 0,2}{0,42} = 26,5 \text{ кг / га},$$

John Deere 1158

$$G_{za} = \frac{30 * 0,6 + 15 * 0,2 + 4 * 0,2}{0,84} = 25,9 \text{ кг / га},$$

5. Енергозатрати:

$$\psi = \frac{N_e}{W_{zod}} \quad (1.48)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна.

СК-5

$$\psi = \frac{107}{0,42} = 254 \text{ кВт}$$

John Deere 1158

$$\psi = \frac{173}{0,84} = 205 \text{ кВт}$$

6. Затрати праці:

$$H = \frac{\sum n}{W_{zod}}, \text{ люд.год / га} \quad (1.49)$$

СК-5

$$H = \frac{2}{0,42} = 4,7 \text{ люд.год / га}$$

John Deere 1158

$$H = \frac{2}{0,84} = 2,4 \text{ люд.год} / \text{га}$$

7. Енергоозброєність процесу:

$$E = \frac{N_{\epsilon}}{E_n} \quad (1.50)$$

СК-5

$$E = \frac{107}{2} = 53,5$$

John Deere 1158

$$E = \frac{170}{2} = 86,5$$

8. Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x} = \frac{L * C}{L(C + B_{p/2}) + 6R_o(2R_o - B_p)}, \quad (1.51)$$

де L_p , L_x – відповідно сумарний шлях робочих та холостих ходів;

L – середня довжина гона;

R_o – радіус повороту агрегату;

C – ширина загонки.

$$C = \frac{10^4 * K_c * W_{зм}, м}{L} \quad (1.52)$$

де K_c – поправочний коефіцієнт на мета умови та організаційні чинники.

$K_c = 1,05-1,1$.

СК-5

$$C = \frac{10000 * 1,1 * 0,42}{800} = 5,7 м$$

John Deere 1158

$$C = \frac{10000 * 1,1 * 0,84}{800} = 12 м$$

СК-5

$$\varphi = \frac{800 * 5,7}{800(5,7 + 1,6) + 6 * 7,5(2 * 7,5 * 3,2)} = 0,71$$

John Deere 1158

$$\varphi = \frac{800 * 12}{800(12 + 3,25) + 6 * 8,9(2 * 8,9 * 6,5)} = 0,75$$

9. Площа, яка ущільнилась рушіями комбайна:

$$S_{ущ} = \frac{v_{ущ} * l_{заг}}{10^4} \quad (1.53)$$

СК-5

$$S_{\text{ущ}} = \frac{288070 \cdot 3,6}{10000} = 103,7 \text{ м}^2$$

John Deere 1158

$$S_{\text{ущ}} = \frac{201954 \cdot 5,4}{10000} = 109 \text{ м}^2$$

СК-5

$$l_{\text{заг}} = l_{\text{рх}} + l_{\text{хх}} = 2888070$$

John Deere 1158

$$l_{\text{заг}} = 01954$$

10. Питомий тиск комбайна на ґрунт:

$$\varphi = \frac{m}{S_{\text{опор}}}, \text{ кг / м}^2 \quad (1.54)$$

де m – маса комбайна, кг;

$S_{\text{опор}}$ – площа пята контакту рушіїв комбайна з ґрунтом.

$$S_{\text{опор коліс комбайна}} = 0,64 \text{ в}^2_{\text{пер.кол}} \cdot 2 + 0,64 \cdot \text{в}^2_{\text{зад.кол}} \cdot 2$$

СК-5

$$S_{\text{опор}} = 0,645 \cdot 5,76 \cdot 2 + 0,64 \cdot 1,44 \cdot 2 = 9,2 \text{ м}^2$$

John Deere 1158

$$S_{\text{опор}} = 0,64 \cdot 7,84 \cdot 2 + 0,64 \cdot 6,76 \cdot 2 = 18,7 \text{ м}^2$$

СК-5

$$\varphi = \frac{8600}{9,2} = 934,7 \text{ кг / м}^2$$

John Deere 1158

$$\varphi = \frac{12800}{18,7} = 684,4 \text{ кг / м}^2$$

Дані вибору альтернативного агрегату наведені в таблиці 1.4

Таблиця 1.4

№	Показники	Одиниці виміру	СК-5		John Deere 1158	
			Значення показників	±	Значення показників	±
1	Годинна продуктивність	га/год	0,42	-	0,84	+
2	Змінний виробіток	га	2,1	-	4,1	+
3	Максимальна продуктивність	га	12,6	-	20,5	+
4	Витрати палива	кг/га	26,5	-	25,9	+
5	Затрати праці	люд.год/га	5,5	-	2,7	+
6	Енерговитрати	кВт	297,2	-	240,2	+
7	Енергоозброєність	кВт	53,5	-	86,5	+
8	Коефіцієнт робочих ходів	-	0,71	-	0,75	+
9	Площа поля, яка ущільнилась рушіями комбайна	м	103,7	+	109	-
10	Питомий тиск на ґрунт	кг/м	934,7	-	684,4	+

1.3 Висновки по першому розділу

В даному розділу кваліфікаційної роботи розроблено операційно-технологічну карту на посів та збирання сої. В нашому випадку дивлячись на результати розрахунків, можна сказати, що найкращим агрегатом для посіву сої буде ХТА-200 "Слобожанець"+УПС-4, а комбайн John Deere 1158 є кращим для виконання операції збирання, ніж СК-5 «НИВА».

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

2.1. Опис запропонованої конструктивної розробки

Розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4 використовується для розподілу твердих гранульованих мінеральних добрив і гіпсу на різних ґрунтах та в усіх кліматичних зонах.

Машина (рис. 2.1) має суцільнозварний кузов, який розміщений на підресореному ходовому пристрої.

В нижній частині кузова рухається транспортер, виготовлений із гнутих прутків. На кінчиках прутків розміщені гачки, які при русі очищають напрямні жолобки кузова. Транспортер рухається за допомогою зірочки ведучого і роликів веденого валів та приводиться в дію лівим колесом через пневматичний натискний ролик і ланцюгову передачу. При транспортуванні ролик відводиться за допомогою колеса гідроциліндром. Для підтримання постійного зусилля притискання ролика до ходового колеса в машині є стабілізатор тиску золотникового типу.

На задній стінці кузова змонтований дозуючий пристрій, що регулюється заслінкою. Тукоділитель, складається з двох коробчатих лотків, що розділяють потік добрив на дві частини і направляють їх на розкидаючі диски. Внутрішні стінки лотків прикріплені шарнірно. Для розкидання туків використовуються горизонтальні обертаючі диски з жолобчастими лопатками. Правий диск обертається гідромотора трактора мотор-насосом МНШ-46У і клинопасової передачі, транспортер приводиться в рух від ходового колеса через притискний ролик і три ступені ланцюгових передач.

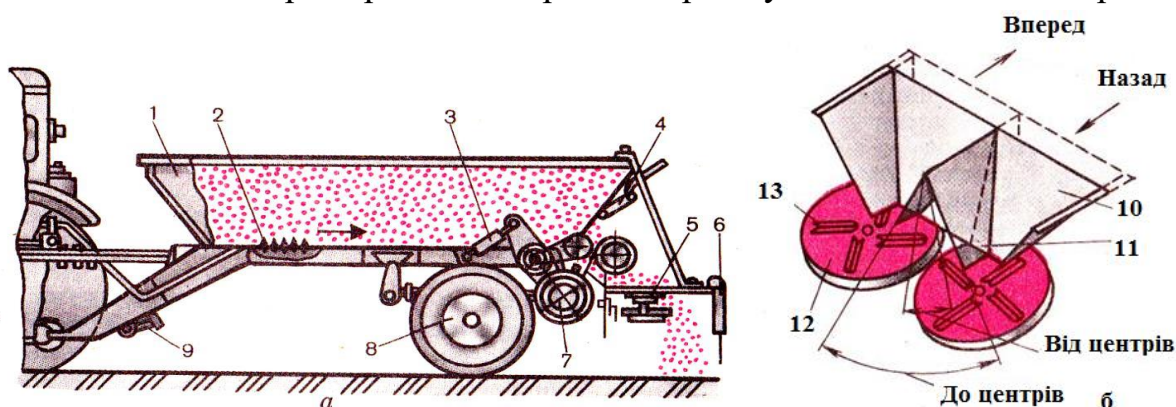


Рисунок 2.1. Загальний вигляд розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4: 1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – гідроциліндр; 4 – дозуючий пристрій; 5 – диски; 6 – вітрозахисний пристрій; 7 – пневматичний ролик; 8 – ходове колесо; 9 – опора причепа; 10 – тукоділитель; 11 – шарнірна стінка; 12 – розкидаючий диск; 13 – лопатка

Технічна характеристика 1РГМ-4

Тип машини	Напівпричепи
Агрегатується	Трактор типу МТЗ
Вантажопідйомність	4,0
Ємкість кузова	3,0
Продуктивність за 14год основної роботи	1,8-1,9
Робоча ширина внесення добрив, м:	
– гранульованих	14
– дрібнокристалічних	8
Швидкість руху, км/год:	
– транспортна	до 16
– робоча	до 12
Габарити, мм:	
– довжина	5200
– ширина	2100
– висота	1840
– навантажувальна висота	1820
Тиск в шинах, МПа:	
– ходових колес	0,35
– притискного ролика	0,3
Маса машини, кг	1430

Регулювання дози внесення добрив проводити зміною висоти вікон за допомогою дозуючих заслінок, а також перемиканням швидкості подаючого транспортера.

Швидкість руху транспортера регулюють перестановкою ланцюга зірочками ведучого і веденого валу. Даним регулюванням користуються у тих випадках, коли заслінкою не вдається встановити необхідну дозу висіву.

Регулювання рівномірності розподілу добрив, що розкидаються, виконують пересуванням тукоділителя по пазах і поворотом напрямних на лотку (рис. 2.1б).

Вибір величини налаштовувальних параметрів проводиться з урахуванням виду добрив та з використанням таблиць налаштування. За інших значень даних показників необхідно виконати коригування висоти дозуючих вікон.

2.2. Заміна приводного ролика розкидаючого пристрою розкидача 1РГМ-4

При роботі розкидача в умовах підвищеної вологості відбувається проковзування приводного пневматичного ролика розкидаючого пристрою,

що призводить до нерівномірності внесення мінеральних добрив пристроєм агрегату.

З прикатуючого колеса списаної кукурудзи сівалки вирізають ступицю, а замість неї вварюють диск, виконаний з отвором для кріплення. На обід колеса по колу на відстані 70 мм наварюють пластини листового матеріалу. Потім пневматичний ролик знімають повністю з пневматичним диском зі ступиці, а на його місце кріплять виготовлений ролик. Використання даного надійного і простого способу переобладнання приводного вузла забезпечує ритмічну роботу розкидача при будь-якій погоді.

2.3. Розрахунок приводного ролика

2.3.1. Розрахунок зварного шву

Розрахувати зварний шов: $d=140$ мм, товщина стінки трубки $b=5$ мм, $T=10^4$ Нм, $M=7 \cdot 10^3$ Нм, навантаження статичне, матеріал трубки – сталь 3, зварна ручка електродом Є42.

Навантаження від T по формулі:

$$\tau_T = T / W_p = 2 * T / (0,7 * k * \pi * d^2) = 2 * 10^7 / (0,7k\pi 140^2) = 4,65 * 10^2 / k$$

Навантаження від M по формулі:

$$\tau_M = 2 * 7 * 10^6 / 0,7k\pi 140^2 = 6,5 * 10^2 / k$$

Сумарне навантаження по формулі:

$$\tau = \sqrt{\tau_T^2 + \tau_M^2} \leq [\tau] \quad (2.1)$$
$$\tau = (10^2 / k) \sqrt{4.65^2 + 6.5^2} = 8 * 10^2 \leq [\tau] = 94 \text{ МПа}$$

Звідси знаходимо $k = 8,5$ мм. Відмітимо, що для прийнятої конструкції шва і труби потрібно $k > 6$. Більш надійне з'єднання стиковим швом з розділенням кромки.

Розрахувати з'єднання, яке зроблено точковим зварюванням. Задано $F=3500$ Н, $b=3$ мм, матеріал – сталь 10, навантаження знакозмінне ($R = -1$).

Визначаємо ширину в листа з урахуванням ослаблення в зоні зварювання.

Приймаючи $S = 1,5$, знаходимо:

$$[\sigma]_p = \sigma_T / S = 200 / 1,5 = 133 \text{ МПа}$$

По формулі:

$$\gamma = 1 / [(0,6K_{\text{эф}} \pm 0,2) - (0,6K_{\text{эф}} \pm 0,2)R] \leq 1 \quad (2.2)$$

при $K_{\text{эф}}=7,5$ знаходимо:

$$\gamma = 1 / [(0,6 * 7,5 + 0,2) - (0,6 * 7,5 - 0,2)(-1)] = 0,11$$

Розрахунково-допустиме навантаження

$$[\sigma] = [\sigma] * \gamma = 133 * 0,11 = 14,6 \text{ МПа} \quad (2.3)$$

Далі

$$e = F / (\delta[\sigma]) = 3500 / (3 \cdot 14,6) = 80 \text{ мм} \quad (2.4)$$

Визначаємо розміри і число зварних точок.

Число точок в одному ряду:

$$Z' = [(e - 2t_2) / t] + 1 \quad (2.5)$$

$$Z' = [(800 - 24) / 24] + 1 = 3,3$$

Приймаючи число точок в двох рядах $Z=6$, перевіряємо міцність зварних точок по формулі:

$$\tau = 4F / (Z \cdot i \cdot \pi \cdot d^2) \leq [\tau] \quad (2.6)$$

$$\tau = 43500 / (6 \cdot \pi \cdot 8^2) 11,6 \text{ МПа}$$

2.3.2. Розрахунок болтового з'єднання

Визначити силу $F_{\text{зат}}$, котру необхідно прикласти до стандартного ключа при закручуванні гайки до появи в стержні болта напружень, рівних границі текучості $\sigma_m = 200 \text{ МПа (сталь 10)}$.

Визначаємо також напруження зминання $\sigma_{\text{зм}}$ і зрізу τ в різьбі. Розрахунок виконати для болтів М6, М12, М36, і порівняти отримані результати. Довжину ручки стандартного ключа в середньому прийняти $l = 1,5 \cdot d$, коефіцієнт тертя в різьбі і на торці гайки $f = 0,15$.

1. Використовуючи таблиці стандартів, знаходимо необхідні для розрахунків розміри.

Таблиця 2.2

Розміри болта, мм	М6	М12	М24	М36
Зовнішній діаметр різьби, d	6	12	24	36
Внутрішній діаметр різьби, d ₁	4,97	10,106	20,752	31,670
Середній діаметр різьби, d ₂	5,35	10,863	22,051	33,402
Шаг різьби, p	1	1,75	3	4
Висота профілю, h	0,541	0,947	1,624	2,165
Висота гайки, Н	5	10	19	29
Зовнішній діаметр опорного торця гайки, D ₁	9,5	18	34	52
Число витків гайки, Z	5	5,7	6,35	7
Кут підйому різьби, ψ	3024'	3052'	2030'	2012'

По формулі [7]:

$$\sigma_{\text{зм}} = 1,3 F_{\text{зат}} / [(\pi / 4) d_1^2] \leq [\sigma] \quad (2.7)$$

Сила зтяжки $F_{зат}$, при якій еквівалент напруження в стержні болта дорівнює σ_m , для болта М6:

$$F_{зат} = \pi * d_1^2 \sigma_{ек} / (4 * 1,3) = \pi * 4,9^2 200 / (4 * 1,3) = 2900 H$$

Момент закручування:

$$T_{зак} = 0,5 F d_2 [(D_{cp} / d_2) f + tg(\psi + \varphi)] \quad (2.8)$$

$$T_{зак} = 0,5 * 2900 * 5,35 [(8 / 5,35) 0,15 + tg(3^\circ 24' + 9^\circ 50')] = 1740 + 170 = 3500 H * мм$$

Кут приймаємо:

$$\begin{aligned} d_{отв} &= d + 0,5 = 6,5 мм \\ D_{cp} &= 0,5 \cdot (9,5 + 6,5) = 8 мм \end{aligned} \quad (2.9)$$

по формулі:

$$\begin{aligned} f_{пр} &= f / \cos \gamma \\ f_{пр} &= 0,15 / \cos 30^\circ = 0,173 \\ \varphi &= \arctg f_{пр} = 9^\circ 50' \end{aligned} \quad (2.10)$$

Сила F_k прикладена до ключа з довжиною плеча $l = 1,5 \cdot d$

$$F_k = T_{зав} / l = 3500 / 15,6 = 39 H \quad (2.11)$$

Напруження в різьбі:

$$\sigma_{зм} = F / [(\pi d_2 h z)] \leq [\sigma_{зм}] \quad (2.12)$$

при $F = F_{зат}$,

$$\sigma_{зм} = 2900 / [(\pi * 5,35 * 0,54 * 5)] = 64 МПа,$$

по формулі:

$$\tau = F / (\pi d H K K_m) \leq [\tau] \quad (2.13)$$

$$\tau = 2900 / (\pi 4,9 * 5 * 0,87 * 0,6) = 72 МПа$$

2.4. Висновки по другому розділу

В даному розділу кваліфікаційної роботи наведений опис запропонованої конструкції розкидача 1-РГМ-4. Наведено розрахунок зварного шву та болтового з'єднання.

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ВИРОЩУВАННІ СОЇ

3.1 Загальні вимоги до персоналу

До роботи на сільськогосподарських машинах допускають особи не молодші 18 років, які знають будову машини, правила регулювання і які пройшли інструктаж по техніці безпеки.

Під час роботи і при технічному обслуговуванні не дозволяється присутність сторонніх осіб. Всі види ремонту і обслуговування повинні проводитися при непрацюючому двигуні і опущених чи закріплених відповідним чином робочих органів.

Категорично не допускається до роботи осіб у стані наркотичного чи алкогольного сп'яніння, перевозити людей у причепах, на сівалках чи інших начіпних чи причіпних знаряддях, знаходитись поблизу обертаючих механізмів ріжучого апарату жатки та інших представляючи небезпеку робочих органів.

У залежності від виду роботи механізатори повинні бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягу.

Механізовані роботи і рух агрегату повинні відповідати розробленим і затвердженим керівником господарства технології та маршруту руху агрегату.

Агрегати, скомпоновані для посіву, обладнують двохсторонньою сигналізацією. Під час руху забороняється виконувати очищення, регулювання чи інші налагоджувальні роботи. Розрівнювати насіння і добрива в ящиках дозволяється спеціальними лопатками, очищати сошники – чистиками, а висіваючі апарати – спеціальними дротяними гаками.

При виявленні неполадок, заміну ножів, ланцюгів операцій технологічного обслуговування роблять тільки при зупиненому двигуні.

3.2. Розрахунок стійкості трактора ХТА-200 +УПС-4 на схилі

Визначаємо критичну швидкість

$$V_{кр} = 3,6\mu \sqrt{\frac{g * v * R}{2h_u}}$$

де μ – коефіцієнт поперечної стійкості тракторного засобу ($\mu = 0,8-0,85$);

B – ширина колії трактора, м;

R – радіус повороту, м;

$h_{ц}$ – висота центру мас трактора, м.

$$V_{кр} = 3,6 * 0,85 \sqrt{\frac{9,8 * 1,680 * 6}{2 * 1,5}} = 17,4 \text{ м/с}$$

При русі агрегату по дорозі з поперечним нахилом з умови рівноваги сил, які діють на нього відносно осі, що проходить через точки опори правих коліс, можна записати;

$$\sum R * B * G_m * h_y * \sin \beta - G_m * \frac{B}{2} \cos \beta = 0$$

На початковому етапі перекидання нормальні реакції на лівих колесах знижуються до нуля. У такому випадку встановлюється наступна рівновага:

$$G_m * h_y * \sin \beta = G_m * \frac{B}{2} * \cos \beta$$

або

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{B}{2h_y}$$

Тангенс кута нахилу дороги характеризує статичну стійкість тракторного засобу і залежить від ширини колії і висоти розміщення центра ваги трактора. Стійкість характеризується коефіцієнтом статичної стійкості.

$$K_c = \frac{B}{2 * h_y}$$

ХТА-200

$$K_c = \frac{1,68}{2 * 1,83} = 0,459$$

$$\beta = 24^{\circ}34'$$

УПС-4

$$K_c = \frac{1,8}{2 * 2,12} = 0,424$$

$$\beta = 23^{\circ}$$

При нахилу дороги $\beta = 24^{\circ}34'$ і критичній швидкості 17,4 м/с агрегат ХТА-200 + УПС-4 може прокинутись.

Пожежна безпека обертів повинна забезпечуватись системою захисту і організаційними заходами. Відповідальність за пожежну безпеку при збиранні несе керівник господарства. Перед збиранням врожаю він проводить заняття по пожежній безпеці.

Таблиця 3.1.

Зведені розрахункові дані засобів пожежегасіння МТА при вирощуванні та збиранні сої

Найменування	Вогнегасник	Лопата	Мітла
Комбайн зернозбиральний	2	2	2
Трактор	1	1	-
Автомобіль	1	1	-

Жатки			
причіпні	-	1	2
начіпні	-	1	2
Зерновий тік	1	1	-

3.3. Висновки по третьому розділу

Розроблені заходи по охороні праці у кваліфікаційній роботі дають змогу покращити умови праці і передбачити нещасні випадки. Також зазначається потреба вдосконалення організаційних процесів, кількість машин має відповідати об'єму робіт. Склад машинно-тракторного парку повинен включати лише ті типи техніки, які відповідають вимогам агротехніки та гарантують високу якість виконання операцій.

ВИСНОВКИ

В першому розділі даної кваліфікаційній роботі було проведено розрахунок технологічного процесу вирощування сої. Розроблено операційно-технологічну карту на посів та збирання сої.

На основі проведених розрахунків можна зробити висновок, що оптимальним агрегатом для посіву є ХТА-200 "Слобожанець" у поєднанні з сівалкою УПС-4. Для збирання сої більш доцільним є використання комбайна John Deere 1158, який перевершує СК-5 «НИВА» за ефективністю виконання даної операції.

В другому розділі було описано будову та принцип дії модернізованої машини. Розкидач 1-РГМ-4 використовується для внесення твердих гранульованих мінеральних добрив та гіпсу в усіх ґрунтово-кліматичних зонах.

Здійснено розрахунок приводного ролика та болтового з'єднання оригінальних деталей розкидача 1-РГМ-4.

В третьому розділі описані заходи з охорони праці при вирощуванні сої. Наведені загальні вимоги до персоналу. Здійснений розрахунок стійкості трактора ХТА-200 +УПС-4 на схилі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аніскевич Л. В. Управління системами високоточного дозування технологічних матеріалів. Техніка та енергетика. Науковий вісник НУБіП. 2014. С. 264-277.
2. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання / В. О. Боженко. К.: Аграрна освіта, 2009. 420 с.
3. Будяк Р. В., Посвятенко Е. К., Швець Л. В., Жученко Г. А. Конструкційні матеріали і технології. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 240 с.
4. Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча, С.О. Войцехівський. К.: Вища освіта, 2003. 560 с.
5. Войтюк Д. Г., Аніскевич Л. В., Іщенко В. В. Сільськогосподарські машини. Київ: «Агроосвіта», 2015. 679 с.
6. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М. Сільськогосподарські машини: Основи теорії та розрахунку. Підручник. Київ: Вища освіта, 2005. 464 с.
7. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. Київ: «Каравела», 2004. 552 с.
8. Войтюк Д. Г., Волянський М. С., Аніскевич Л. В., Мартишко В. М., Гуменюк Ю. О. Сільськогосподарські машини: Навчальний посібник. Київ: «Агроосвіта», 2017. 180 с.
9. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ: Вища освіта, 2004. 544 с.
10. Веселовська Н. Р., Руткевич В. С., Шаргородський С. А. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2019. 283 с.
11. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. / В.М. Лапін. – Львів: ЛБК НБУ. Київ: Знання, 2000. 188 с.
12. Машини для внесення рідких мінеральних добрив та сільськогосподарські обприскувачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://agro-temp.com.ua>
13. Опришко О. О., Болбот І. М., Андріїшина М. В., Пасічник Н. А. Методичні підходи для керування вибіркоким внесенням добрив. Аграрна наука і освіта. 2008. Том. 9. № 9. С. 100–104.
14. Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi

15.Практикум з дисципліни «Сільськогосподарські машини»: Навч. посіб. / П. В. Писаренко та ін. Полтава, 2008. 276 с.

16.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.

17.Сільськогосподарські машини: Посібник / М. В. Бакум та ін.; за ред. М. В. Бакум; Харківський національний технічний ун-т сільськогосподарства ім. Петра Василенка. Х. : ХНТУСГ, 2008. 284 с.

18.Сисолін П. В., Петренко М. М., Свірень М. О. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування / П.В. Сисолін, М.М. Петренко, М.О. Свірень. – Кн.3: Машини та обладнання для переробки зерна та насіння. К.: Фенікс, 2007. 432 с.