

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка
до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

Удосконалення технології вирощування кукурудзи
з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи
агрегату для внесення гербіцидів

Виконав: студент факультету, гр.МгМз-1-19

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Бездощук Ігор Валерійович

Керівник: _____ Кобець Олександр Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро, 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри тракторів і

сільськогосподарських машин

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____

керівник роботи _____

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ _____ ” _____ 20__ року

№ _____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи _____

4.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5. Перелік демонстраційного матеріалу _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бездощук І.В. Удосконалення технології вирощування кукурудзи з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи агрегату для внесення гербіцидів/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021. – 97 с.

В роботі проведено аналіз сучасних технологій і розроблено технологію вирощування кукурудзи для умов і на замовлення фермерського господарства «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області. Складено технологічну карту вирощування і визначено необхідний комплекс машин зі складанням графіків використання тракторів і сільськогосподарських машин.

Проведено аналіз існуючих машин для внесення і заробки гербіцидів, обґрунтовано схему удосконалення агрегату і проведено розрахунки по визначенню оптимальних параметрів робочих органів і режиму роботи агрегату. Розроблена операційно-технологічна карта на внесення і заробку гербіцидів удосконаленим агрегатом.

Розроблені заходи з охорони праці можуть бути використані при проведенні інструктажів при вирощуванні кукурудзи і підвищать рівень безпеки працівників при виконанні технологічних операцій.

Річний економічний ефект від застосування розробок на практиці становить 7993 грн., а затрати на розроблену технологію і удосконалений агрегат окупляться протягом 1 року експлуатації.

Ключові слова: кукурудза, технологія, гербіциди, параметри, режим роботи, продуктивність, охорона праці, економічний ефект.

З М І С Т

В С Т У П	7
1 ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА.	10
1.1 Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно.	10
1.2 Програмування врожайності кукурудзи на зерно.	13
1.3 Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології.	18
1.4 Розрахунок потреби техніки, в робочій сили, технологічних матеріалів.	24
2 ВИМОГИ І МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ.	27
2.1 Вимоги до якості роботи.	27
2.2 Екологічні вимоги.	29
2.3 Аналіз конструкцій машин для внесення гербіцидів.	29
3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ І ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ.	35
3.1 Обґрунтування схеми удосконалення.	35
3.2 Вибір трактора із умов поздовжньої стійкості агрегату.	36
3.3 Перевірка агрегату на поперечну стійкість.	39
3.4 Розрахунок пружини підвіски культиватора.	42
3.5 Перевірка вертикальних стійок на стійкість.	43
3.6 Проектування стрілчастої лапи з хвостовиком.	47
4 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВНЕСЕ- ННЯ І ЗАРОБКУ ГЕРБІЦИДІВ УДОСКОНАЛЕНИМ АГРЕГАТОМ.	51
5 ОХОРОНА ПРАЦІ.	63
5.1 Організація робіт з охорони праці.	63
5.2 Безпека при застосуванні хімічних речовин.	64
5.3 Вимоги безпеки до удосконаленого культиватора.	66
5.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту.	68
5.5 Розрахунок транспортного пристрою культиватора.	69

5.6 Рекомендації по поліпшенню умов праці.	72
6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.	74
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.	81
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.	83
Д О Д А Т К И.	86

ВСТУП

Кукурудза є однією з найбільш продуктивних злакових культур універсального призначення, яку вирощують для продовольчих, кормових і технічних цілей. У країнах світу для продовольчих потреб використовується приблизно 20 % зерна кукурудзи, для технічних - 15–20 %, на корм худобі - 60–65 %. В ЄС для продовольчих потреб - 20 %, для технічних - 18 %, на корм худобі - 72 % (рис. 1, 2) [1].

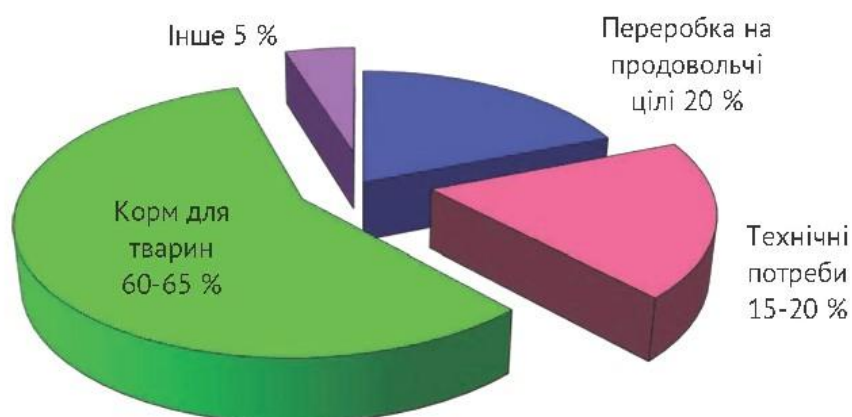


Рис. 1. Сфери використання кукурудзи на зерно в світі
(за даними ФАО)

За умови високої агротехніки, оптимальних режимів зрошення і живлення кукурудза здатна забезпечувати 100-120 ц/га зерна і навіть більше. Найвищих показників урожайності (на рівні 90-100 ц/га) останніми роками досягали в Чилі, Новій Зеландії та США [2, 3]. Найбільші площі під кукурудзу відводять у США, Китаї та Бразилії, а найвищі показники виробництва кукурудзи в середньому за останні п'ять сезонів зафіксовано в США, Китаї та ЄС.

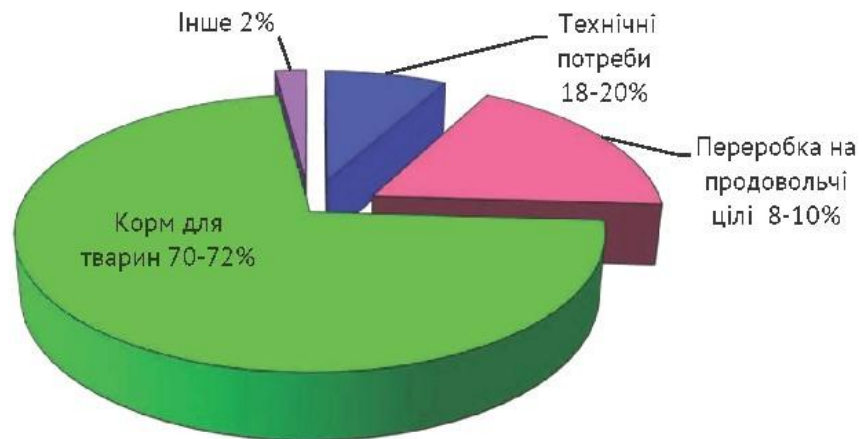


Рис. 2. Сфери використання кукурудзи на зерно в Європі
(за даними ФАО)

Головні виробники кукурудзи є й найбільшими світовими споживачами зерна цієї культури. Зокрема, в США під кукурудзу відведено близько 33 млн. га (на всі цілі) за врожайності на рівні 93 ц/га і виробництво становить близько 280 тис. т (чиста вага) при споживанні 224-225 тис. т. США є також найпотужнішим світовим експортером кукурудзи (щороку з країни вивозять 45-50 млн. т кукурудзи).

Кукурудза – зернова культура надзвичайно великих потенційних можливостей, для вирощування якої Україна має досить сприятливі ґрунтово-кліматичні й економічні умови, значні генетично-селекційні досягнення, широкі можливості її ефективного використання. Широкому розповсюдженню кукурудзи у сільському господарстві сприяла її важлива властивість – можливість різнобічного застосування: як продукту харчування і цінного корму. З її зерна отримують крупу, консерви, різноманітні кондитерські вироби, крохмаль, патоку, спирт та багато інших необхідних продуктів.

Як просапна культура кукурудза при правильному вирощуванні сприяє очищенню посівів від бур'янів. Це має особливо велике значення на зрошуваних землях, де створюються сприятливі умови не лише для культурних

рослин, але й для бур'янистої рослинності. Завдяки усім цим властивостям кукурудза займає великі площі зрошуваних земель півдня України.

Хронічна нестача концентрованих кормів загострює проблему годівлі сільськогосподарських тварин. Тимчасом, як повні засіки кукурудзи можуть перетворитися на давно очікуваний кормовий і продовольчий достаток. Адже кілограм її зерна містить 1,34 кормових одиниці, тоді як ячменю – 1,2, вівса – 1,0 [4, 5]. Завдяки високому вмісту жиру і білка, кукурудзяне зерно є прекрасним концентрованим кормом для всіх тварин. Так заміна пшениці в раціоні свиней кукурудзою дає змогу підвищити середньодобовий приріст їхньої живої маси на 12-15%.

Виробнича практика багатьох господарств і досліди наукових установ переконливо свідчать: урожайність зерна кукурудзи можна довести до 100-120, а зеленої маси – до 500-600 ц/га. Тому кукурудза є однією з найбільш продуктивних зернофуражних культур зони Степу України з широким спектром використання продукції. Ґрунтово-кліматичні умови степу з великим потенціалом теплових ресурсів сприятливі для виробництва кукурудзи.

Багаторічні наукові дослідження, проведені в Україні та інших країнах світу, а також досвід передових господарств, свідчать про те, що для високоефективного і економічно вигідного виробництва зерна кукурудзи слід суворо дотримуватися технології її вирощування. Крім того, треба постійно вдосконалювати технологію вирощування кукурудзи шляхом широкого впровадження у виробництво наукових розробок і рекомендацій, спрямованих не лише на зростання врожайності кукурудзи і зменшення її собівартості, а й на збереження навколишнього середовища [4, 5].

Метою даної роботи і є удосконалення технологічного процесу вирощування кукурудзи з обґрунтуванням параметрів і режиму роботи агрегату для внесення гербіцидів. Цю роботу виконуємо на замовлення фермерського господарства (ФГ) «Нове» Царичанського району Дніпропетровської області.

1 ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЛЕКСНОЇ МЕХАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЦТВА КУКУРУДЗИ НА ЗЕРНО В УМОВАХ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Біологічні особливості вирощування кукурудзи на зерно

Кукурудза - однорічна, однодомна, роздільностатева, перехреснозапилена рослина родини злакових, підродина просоподібних. Як усі хліба другої групи, кукурудза теплолюбна культура. Мінімальна температура проростання насіння більшості гібридів і сортів 8 - 10 °С, а нормально розвинені і дружні сходи з'являються при температурі 10 - 12 °С. Кукурудза, висіяна в холодний і перезволожений ґрунт, проростає дуже повільно, сходи її часто бувають зріджені, бо набубнявіле насіння уражається грибними хворобами і втрачає польову схожість. Перспективними є виведені селекціонерами біотиби кукурудзи, здатні прорости при температурі 5 - 6 °С. Сходи кукурудзи витримують температуру до мінус 3 °С, у фазі 2-3 листків - до мінус 3-5 °С. Кукурудза краще витримує весняні заморозки, ніж ранні осінні (мінус 2-3 °С), які пошкоджують зерно незрілих качанів і різко знижують його схожість і товарну якість. Більш вибагливі до тепла сорти і гібриди зубоподібної групи, менше - кременистої.

Кукурудза найкраще росте і розвивається при середньо добовій температурі до 25 °С. При більш низьких температурах (14-15 °С) ріст рослин затримується, а при зниженні їх до біологічного мінімуму (10 °С) припиняється. Високі температури (25 - 30 °С) кукурудза до цвітіння витримує добре, але якщо вони в період викидання волотей і з'явлення стовпчиків качанів перевищують 30-35 °С, різко порушується нормальний хід цвітіння і запліднення рослин (розрив у часі між появою стовпчиків і

розтріскуванням пиляків сягає 7-8 днів), внаслідок чого спостерігається значна череззерниця в качанах. Максимальна температура, за якої припиняється ріст кукурудзи, становить 45-47 °С. Сума біологічно активних температур, необхідна для дозрівання скоростиглих гібридів і сортів, становить 1800-2000⁰С, середньо- і середньо-ранньостиглих 2300-2600⁰С, пізньостиглих 3000-3200⁰С.

Одні вчені відносять кукурудзу до посухостійких рослин, інші - до вологолюбних. Кукурудза в ранні фази росту і розвитку (до утворення генеративних органів) справді може тривалий час перебувати у стані в'янення, а при випаданні опадів відновлювати життєздатність і продовжувати вегетацію. Крім того, коренева система кукурудзи глибоко проникає у ґрунт і добре засвоює вологу з глибоких його шарів.

На утворення одиниці сухої речовини кукурудза витрачає майже удвічі менше води, ніж хліба першої групи. Коефіцієнт її транспірації становить у середньому 246 (174-406). Це він міг стати підставою для віднесення кукурудзи до посухостійких рослин. Проте після утворення на рослинах 8-9 листків і особливо з появою волоті потреби кукурудзи у волозі різко зростають, досягаючи максимуму в період від початку цвітіння (викидання волоті) до початку молочної стиглості. Триває він приблизно місяць і є найбільш критичним для кукурудзи за її потребою у волозі. В цей період кукурудза використовує близько 70% вологи від загальної спожитої її кількості. Встановлено, що навіть короткочасна (2-3-денна) ґрунтова посуха у період викидання волотей чи запилення (якщо при цьому спостерігається в'янення рослин) може призвести до зниження врожаю на 22%. Кукурудза дуже чутлива до вологи також під час наливання зерна. Оптимальна вологість ґрунту в період активної вегетації має становити 75-80 % НВ, що забезпечується випаданням улітку до 300 мм опадів.

Разом з тим надлишок вологи, зокрема близьке залягання ґрунтових вод,

негативно впливає на розвиток кукурудзи. У надмірно зволоженому ґрунті через поганий одступ повітря дуже повільно проростає насіння, що призводить до його загнивання; слабо розвивається коренева система; рослини погано засвоюють фосфор і погіршується їх білковий обмін; вони жовкнуть і дають низький врожай. За надмірних опадів у період досягання та збирання врожаю качани ушкоджуються грибними хворобами, що призводить до зниження врожаю зерна і погіршення його якості.

Високі врожаї зерна і зеленої маси кукурудза дає на всіх ґрунтах, придатних для вирощування інших польових культур. Проте найкраще вона росте і розвивається на ґрунтах з глибоким гумусовим горизонтом, які добре затримують вологу і не заболочуються при цьому, проникні для повітря, мають достатню кількість легкозасвоюваних поживних речовин і нейтральну або злегка кислу реакцію ґрунтового розчину (рН 5,5-7). Такими ґрунтами є чорноземи, темно-каштанові, темно-сірі. Кукурудза краще росте на добре аерованих ґрунтах. При нестачі кисню в ґрунті припиняється ріст її кореневої системи, порушується засвоєння рослинами води і поживних речовин. Кукурудза вибаглива до родючості ґрунту. З урожаєм зерна 50-60 ц/га або 500-600 ц/га зеленої маси з ґрунту виноситься 150-180 кг/га азоту, 50-60 кг/га фосфору, 150-180 кг/га калію та багато інших поживних речовин. На дерново-підзолистих і сірих лісових ґрунтах, вилугуваних чорноземах найбільш ефективними для кукурудзи є азотні добрива, на звичайних чорноземах - фосфорні, на торфових і легких супіщаних заплавах - калійні добрива. Кукурудза - світлолюбна рослина. Для утворення листкової поверхні та нагромадження достатньої кількості органічних речовин вона потребує інтенсивного сонячного освітлення в усі фази росту і особливо в початкові. Навіть незначне затінення молодих рослин призводить їх "стікання" – витягування і пожовтіння, що негативно позначається на продуктивності посівів. Тому для вирощування високих врожаїв важливо дотримувати оптимальної густоти стояння рослин, знищувати бур'яни протягом усього періоду вегетації.

Кукурудза – рослина короткого світлового дня. Вона швидше закінчує вегетацію при тривалості світлового дня 8-9 год., а при 12-14 год. вегетаційний період подовжується. Особливості росту. Розділяють такі фенологічні фази росту кукурудзи: проростання насіння, сходи, утворення 3-го листка, кущення, вихід в трубку (11-13-й листок), викидання волотей, цвітіння, формування і досягання зерна молочної, воскової і повної стиглості. [9, 10].

1.2 Програмування врожайності кукурудзи на зерно

Програмування урожаю передбачає визначення рівня потенційно можливого урожаю по лімітуючому в даному регіоні ґрунтово-кліматичному фактору:

- складання технологічної карти заходів (агротехнічних, агрономічних) по забезпеченню програмованого (гарантованого) урожаю;
- корегувати технології в процесі вегетації в залежності від фактичних природнокліматичних умов і розвитку рослин;
- контроль і обмін умов та результатів вирощування сільськогосподарської культури з метою накопичення для наступних уточнень нормативів і показників програмування урожаю.

В визначених умовах лімітуючими факторами для прогнозованого урожаю можуть бути використання фотосинтетичноактивної радіації (ФАР), вологозабезпеченості посівів, теплові ресурси визначаються по гідротермічному показнику (ГТП), або по значенню біокліматичного потенціалу (БКП) [7, 9, 10].

Розрахунок потенційного урожаю по приходу сонячної енергії

(використання ФАР)

Потенційно можливу урожайність по ФАР визначають наступним чином

$$Y_c = \frac{Q \times k_q}{100q} \quad (1.1)$$

де Y_c – урожайність абсолютно сухої біомаси, т/га;

Q – кількість ФАР за період вегетації, кДж/га;

q – питома кількість енергії, що акумулюється одиницею сухої органічної речовини (приймають $c = 2 \cdot 10^6$ кДж/т) [7, 10];

K_Q – коефіцієнт використання (засвоєння) ФАР посівом, %;

$$Y_c = \frac{13.5 \times 10^9 \times 2.5}{100 \times 2 \times 10^6} = 16.8 \text{ т/га}$$

Для переходу від урожаю абсолютно сухої біомаси до урожаю зерна, або любого другого виду продукції рослинництва використовують співвідношення.

$$Y_3 = \frac{Q \cdot k_Q \cdot 100}{100 \cdot q \cdot (100 - \omega) \cdot \alpha} \quad (1.2)$$

де Y_3 – урожайність зерна, або другої продукції при стандартній вологості, т/га;

ω – стандартна вологість основної продукції, %;

α – сума відносних частин основної та побічної продукції в загальному урожаї сухої біомаси.

$$Y_3 = \frac{13.5 \cdot 10^9 \cdot 2.5 \cdot 100}{100 \cdot (100 - 18) \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 2.5} = 7.8 \text{ т/га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по вологозабезпеченості

Потенційний урожай по вологозабезпеченості визначають наступним чином:

$$Y_c = \frac{10000 \cdot (V + P)}{k_w \cdot \alpha \cdot (100 - B)} \quad (1.3)$$

де Y_c – урожайність абсолютно сухої маси, т/га;

α – сума відношення основної і побічної продукції;

W – ресурси продуктивної вологи, мм;

P – сума опадів за період вегетації, мм;

B – стандартна вологість основної продукції, %;

k_w – коефіцієнт (питомий показник) водоспоживання, мм·га/т\$

$$y_c = \frac{10000 \cdot (30 + 228)}{480 \cdot 3 \cdot (100 - 18)} = 4.62 \text{ м/га}.$$

Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам

Визначення потенційного врожаю при обмеженій теплозабезпеченості проводять по гідротермічному показнику (ГТП), або по значенню біокліматичного потенціалу (БКП), які враховують у вологозабезпеченості.

Існує визначена залежність між приходом фотосинтечноактивної радіації, фактичними ресурсами вологи і ресурсами енергії, що витрачаються на випаровування.

Виходячи з цього було встановлено наступні вирази для визначення гідротермічного показника в балах:

$$ГТП = 0,5 \cdot k_{увл} \cdot h \quad (1.4)$$

де $K_{увл}$ – коефіцієнт зволоження, бали;

h – число декад активної вегетації сільськогосподарської культури.

$$ГТП = 0,5 \cdot 0,57 \cdot 8,5 = 2,4$$

Значення $K_{увл}$ залежить від співвідношення фактичних ресурсів вологи W і ресурсів енергії, що витрачається на випаровування. По сумі $K_{увл}$ являє собою відношення максимальної продуктивності в умовах достатнього зволоження до продуктивності при даній наявності вологи. Розраховують $K_{увл}$ за виразом:

$$k_{\text{увл}} = 0.25 \frac{W}{R} \quad (1.5)$$

де R – сума раціонального балансу за період вегетації, кДж/см;

0,25 – коефіцієнт, що враховує питому теплоту випаровування, кДж/см².

$$k_{\text{увл}} = 0.25 \frac{230}{100} = 0.57$$

Потенційну урожайність сухої біологічної маси по ГТП рекомендується визначати за виразом:

$$Y_c = 2,2 \cdot ГТП - 1 \quad (1.6)$$

$$Y_c = 2,2 \cdot 2,4 - 1 = 4,28 \text{ м / га}$$

Розрахунок потенційного урожаю по тепловим ресурсам може бути визначено виходячи із значення біокліматичного потенціалу продуктивності землі (БКП), що визначається за виразом:

$$БКП = k_{\text{увл}} \frac{\sum \tau_{>10^\circ}}{1000} \quad (1.7)$$

де $\sum \tau_{>10^\circ}$ – сума середньодобових активних температур повітря за вегетаційний період, що перевищують +10°C, °C;

1000 – сума температур вище +10 °C, °C [7,10];

$$БКП = 0.57 \frac{2700}{1000} = 1.54$$

Урожайність с/г культур по БКП визначаємо з виразу:

$$Y_c = \frac{k_{\Pi}}{k_{\text{увл}}} 10 \cdot БКП = 0,01 \cdot k_{\Pi} \cdot \sum \tau_{>10^\circ} \quad (1.8)$$

де K_{Π} – показник (коефіцієнт) продуктивності культури (урожай на 100C сума температур по емпіричним даним), т/га.

$$Y_c = \frac{0.15}{0.57} 10 \cdot 1.54 = 4.05 \text{ т/га}$$

Всі вищеописані методи визначення продуктивності, теоретично відображають суть програмування урожаю. З розрахунків видно, що найвірогіднішою урожайністю даної с/г культури, а саме кукурудзи, приблизно буде рівною $Y = 4$ т/га.

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення мінеральних добрив по виносу поживних речовин, а саме азоту (N), фосфору (P), калію (K), здійснюється за формулою:

$$D_M = \frac{100 \cdot B - \Pi \cdot K_{\Pi} - D_0 \cdot C_0 \cdot K_0}{K_M \cdot C_M} \quad (1.9)$$

де B – внесення доз, або винесення елементів мінерального живлення з програмованим урожаем, кг/га;

$$B_M = Y_0 \cdot C_0 + Y_{\Pi} \cdot C_{\Pi} \quad (1.10)$$

Π – вміст доступних поживних речовин в ґрунті, кг/га;

K_{Π} – коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %;

D_0 – кількість внесених органічних добрив, т/га;

C_M, C_0 – вміст в мінеральних і органічних добривах, поживних речовин, кг/га;

C_0, C_{Π} – винесення поживних речовин основною та побічною продукцією, кг/т [8, 11, 12];

K_0, K_M – коефіцієнт використання поживних речовин в органічних та мінеральних добривах, % [11, 12];

Y_0, Y_{Π} - урожайність відповідно основної і побічної продукції, т/га;

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення азоту (N):

$$B_N = 4 \cdot 40.7 + 10 \cdot 4.6 = 168.8 \text{ кг} / \text{га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення фосфору (Р):

$$B_P = 4 \cdot 11.6 + 10 \cdot 2 = 66.4 \text{ кг} / \text{га}$$

Розрахуємо необхідну кількість доз внесення калію (К):

$$B_K = 4 \cdot 24.4 + 10 \cdot 3.4 = 131.6 \text{ кг} / \text{га}$$

Необхідна кількість доз внесення мінеральних добрив буде наступною, з перерахунку на такі сучасні добрива як (аміачна селітра, подвійний суперфосфат та калійні солі змішані).

Розрахуємо необхідну кількість внесення аміачної селітри:

$$D_N = \frac{(0.00 \cdot 168.8 - 320 \cdot 0.26 - 40 \cdot 0.49 \cdot 0.35)}{71.34} = 6.95 \text{ м} / \text{га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення подвійного суперфосфату:

$$D_P = \frac{(0.00 \cdot 66.4 - 450 \cdot 0.09 - 40 \cdot 0.27 \cdot 0.28)}{27.45} = 5.43 \text{ м} / \text{га}$$

Розрахуємо необхідну кількість внесення калійних солей змішаних:

$$D_K = \frac{(0.00 \cdot 131.6 - 375 \cdot 0.23 - 40 \cdot 0.39 \cdot 0.35)}{57.38} = 6.03 \text{ м} / \text{га}$$

1.3 Складання технологічної карти на виробництво кукурудзи на зерно по інтенсивній технології

Вихідними даними для дипломного проекту являється: перелік с/г культур для складання технологічних карт на вирощування та збирання; якісний склад МТП; планові технології вирощування с/г культур; дані про технічний стан техніки.

Технологічна карта розробляється на кожну культуру окремо, на всю

площу посіву. Площа посіву с/г культури проставляється у відповідності з вихідними даними.

Урожайність продукції приймається з врахуванням прогресивної технології вирощування та збирання і береться з перспективних планів розвитку господарства.

Норми внесення органічних, мінеральних і рідких добрив в цілому і в тім числі під основний обробіток, при сівбі і догляді за рослинами, повинні вибиратися під запланований урожай з врахуванням наявності в ґрунті поживних речовин [11]. Норма висіву приймається для зони Степу України.

Віддаль перевезення насіння, добрив, основної і побічної продукції приймається у відповідності з планом землекористування господарства.

В перелік с/г робіт (графа 2) технологічної норми слід включити всі операції, які необхідно використовувати для одержання кінцевої продукції. Сюди також включаються транспортні норми, навантажувально-розвантажувальні роботи і роботи попереднього року, починаючи з обробітку поля після збирання попередника і закінчуючи збиранням і заготівлею основної і побічної продукції.

В графі 3 проставляються основні агротехнічні вимоги (глибина обробітку, норми внесення добрив, гербіцидів та інші).

Обсяг робіт (графа 4) посівною площею, кратністю обробітку, для транспортних та навантажувальних робіт валовим виходом основної або побічної продукції, кількістю перевезених вантажів і віддаллю перевезень: [9]

$$Q_{\Pi} = k \cdot F \quad (1.11)$$

$$Q_H = q \cdot F \quad (1.12)$$

$$Q_T = Q_H \cdot S \quad (1.13)$$

де Q_{Π} , Q_H , Q_T – відповідно обсяг польових робіт в га, навантажувальних

робіт в т, транспортних робіт в т. км;

k – кратність обробітку ($k = 1,2,3$);

F – посівна площа, га;

q – норма висіву (внесення добрив);

S – відстань перевезень, в км.

$$Q_{II} = 2 \cdot 540 = 1080 \text{га}$$

Календарні агротехнічні строки виконання с/г робіт (графі 5) проставляються у відповідності з типовими картами для зони розміщення відповідного господарства.

Кількість робочих днів (графі 6) за агротехнічний строк визначаються по формулі:

$$D_p = D_k \cdot \alpha \quad (1.14)$$

де D_p , D_k – відповідно, кількість робочих і календарних днів за агротехнічний строк;

α – коефіцієнт використання календарного часу.

В графі 7 вказується тривалість робочого дня в годинах. Доцільно планувати роботу агрегатів на протязі світлового дня.

Кількість змін за робочий день (графі 8) підраховується по формулі:

$$K_{зм} = \frac{T_d}{T_{зм}} \quad (1.15)$$

де $K_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

T_d – тривалість робочого дня, год.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

$$K_{зм} = \frac{14}{7} = 2$$

$T_{зм} = 7$ год., $T = 6$ год. - при виконанні робіт, шкідливих для здоров'я. В графах 9, 10, 11 і 12 заносяться марки машин, які входять в агрегат і їх кількість. При цьому необхідно використовувати парк машин, що рекомендовано для даної зони системою машин, які мають найвищу продуктивність, найменшу норму витрат палива і найменші прямі експлуатаційні витрати.

Кількість механізаторів і допоміжних робітників, обслуговуючих машинний агрегат визначається з технічних характеристик і заноситься в графи 13 і 14.

В графи 15,17 заноситься відповідно, змінну норму виробітку і норму витрати палива, які прийняті у господарстві, або взяті із типових норм. [9]

Виробіток агрегату за агротехнічний строк визначається по формулі: (графа 16)

$$W_{agr} = W_{зм}^n \cdot D_p \cdot k_{зм} \quad (1.16)$$

де W – норма виробітку агрегату за строк, га/зм., (н/зм.; т·км/зм.).

$$W_{agr} = 52,8 \cdot 4 \cdot 2 = 422,8 \text{га/зм}$$

Потреба машинних агрегатів для виконання даного обсягу робіт визначаються по формулі (графа 18, 19, 20).

$$n_a = \frac{Q}{D_p \cdot k_{зм} \cdot W} \quad (1.17)$$

де Q – обсяг робіт, га (т, т·км.);

$k_{зм}$ – коефіцієнт змінності;

D_p – кількість робочих днів;

W – годинна продуктивність агрегату, га/год. (т/год., т км/год.).

$$n_a = \frac{590}{4 \cdot 2 \cdot 52.8} = 1$$

Потреба механізаторів і допоміжних робітників (графа 21, 22) визначається множенням граф 13, 14 на кількість агрегатів (графа 12).

Потреба в паливі визначається по формулі (графа 23)

$$G_i = q \cdot Q \quad (1.18)$$

де Q – загальна витрата палива, кг;

q – норми витрати палива, кг/га ($2,5 \cdot 2 = 5$ кг)

$$G_i = 5 \cdot 540 = 2700 \text{ кг}$$

Затрати праці на одиницю роботи (графа 24) визначається по формулі:

$$h = \frac{m_c + m_d}{W_{зм}} T_{зм} \quad (1.19)$$

де h – затрати праці на одиницю роботи, год./га;

m_c, m_d – відповідно кількість механізаторів і допоміжних працівників;

$T_{зм}$ - тривалість часу зміни, год.;

$W_{зм}$ – змінні норми виробітку, га/зм.

$$h = \frac{+0}{52.8} T_{зм} = 0.13 \text{ год/га}$$

Затрати праці на весь обсяг робіт (графа 25) визначається по формулі:

$$H_i = h \cdot Q \cdot k_{зм} \quad (1.20)$$

$$H_i = 0,13 \cdot 540 \cdot 2 = 140,4 \text{ год}$$

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю роботи (графа 25) беруться з довідкової літератури.

Кількість годин роботи тракторів (графі 27, 28, 29 і 30) визначаються по формулі:

$$T_i = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \quad (1.21)$$

$$T_i = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} = 143 \text{ год}$$

Коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори вибирається із довідкової літератури [13] і заноситься в графу 30.

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах (графі 31) підраховується по виразу:

$$\Omega = \frac{Q \cdot T_{3M}}{W_{3M}} \lambda_{ym} \quad (1.22)$$

де λ_{ym} – коефіцієнт переведення в умовні еталонні трактори.

$$\Omega = \frac{1080 \cdot 7}{52,8} 1,65 = 235,9 \text{ ум.ет.га}$$

В графі 32 проставляється загальна сума прямих експлуатаційних витрат. В нижній частині технологічної норми проставляється загальна кількість палива, затрати праці, кількість годин, обсяг робіт в умовних еталонних гектарах експлуатаційні витрати.

Загальні прямі експлуатаційні витрати (графі 33) визначаються по формулі:

$$S_{екп} = S_{пр} \cdot \Omega \quad (1.23)$$

$$S_{екп} = 54,76 \cdot 235,9 = 12917,88 \text{ грн}$$

В нижній частині технологічної карти проставляємо сумарні значення кількості палива, затрат праці, кількості годин по маркам тракторів, обсягу робіт в умовних еталонних гектарах, прямих експлуатаційних витрат.

Розрахована технологічна карта для умов господарства приведена в графічній частині роботи і на презентаційному матеріалі.

1.4 Розрахунок потреби техніки, в робочій сили, технологічних матеріалів

Для визначення складу машинно-тракторного парку необхідно побудувати графік завантаження тракторів, комбайнів, транспорту, сільськогосподарських машин, потреби в робочій силі.

Орієнтовна потреба тракторів даної марки визначається по обсягу робіт в годинах і середньому нормативному річному завантаженню трактора:

$$n_i = \frac{\sum_{i=1}^k T_i}{T_{in}} \quad (1.24)$$

де n_i – кількість тракторів даної марки, шт.;

$\sum_{i=1}^k T_i$ – загальне завантаження тракторів даної марки по технологічній карті, год.;

T_{in} – нормативне річне завантаження трактора даної марки, год. [10, 13]

$$n_{T-150K} = \frac{1155}{1300} = 0,88 \approx 1$$

Графік завантаження будується на основі технологічних норм для кожного трактора окремо. Для цього по вісі абсцис відкладаються календарні строки виконання робіт, а на вісі ординат – тривалість роботи на протязі доби. Аналогічно необхідно побудувати графіки потреби механізаторів і допоміжних працівників. Графік завантаження сільськогосподарських машин будується в виді лінійного графіка (див. графічну частину).

Таблиця 1.1 - Комплекс обладнання для виробництва кукурудзи на зерно

Техніка та матеріали	Марка	Кількість,
Трактори	Т-150	3
	ДТ-75М	4
	МТЗ-80	6
	Т-70С	2
	ЮМЗ-6	8
Комбайни	ДОН-1500	2
	Claas	2
Автомобілі	ЗіЛ-130	8
	ГАЗ-53	2
	САЗ-3507	8
С - г. машини: лушпильники	ЛДГ-15	3
плуги	ПН-5-35	2
Агрегат передпосівного обробітку ґрунту	АПО-4,2	4
Культиватори	КРН-4,2	4
	КПС-4	6
Борони	ЗБЗТС-1,0	48
	БДТ-7	3
	БЗСС-1,0	24
Котки	ЗККШ-6А	10
Зчіпки	СП-16	3
	СТ-21	2
Приставка	КМД-6	2
Сівалка	СУПН-12	2
Причепи	2ПТС-4-887	7
	ММЗ-554	8
Навантажувачі: насіння	УЗСА-40	2
Мінеральних добрив	ПЭ-0,8Б	4
Гноївкорозкидачі	РЖ-1,8	5
Змішувач мінеральних добрив	СЗУ-20	1
Подрібнювач мінеральних добрив	АИР-20	2
Розкидач мінеральних добрив	КСА-3	3
Вирівнювачі борозен	ВП-8	3
Агрегат для снігозатримання	СВШ-7	3
Апарат для приготування гербіцидів	АПР "Темп"	1
Оприскувачі	ОПШ-15	6
Навантажувачі соломи	ПФ-0,5	1
Агрегат для укривання траншей	БН-100	6
Очищувачі качанів	ПП-10	13
Технологічні матеріали		

Посівний матеріал	Піонер-39-78	24,3
Мінеральні добрива	Аміачна селітра	3,753
	Суперфосфат подвійний	2,932
	Калійні	3,256
Органічні добрива	перегній	21600
Гербіциди	Агелон	2,43
Паливо-мастильні	Дизельне	47,44
Потреба робочої сили	Механізаторів	21
	Допом.	5

Розрахуємо потребу мінеральних і органічних добрив, а також гербіцидів за формулою:

$$M = D_m \cdot F \quad (1.25)$$

де D_m – доза внесення мінеральних добрив чи органічних добрив, або також гербіцидів, кг/га;

F – площа посіву кукурудзи на зерно, га.

$$M = 6.59 \cdot 540 = 3753 \text{ кг}$$

Результати розрахунку потреби техніки, робочої сили та технологічних матеріалів заносимо в таблицю 1.1. Результати розрахунків рекомендуємо для планування і впровадження в господарстві.

2 ВИМОГИ І МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ГЕРБІЦИДІВ

2.1 Вимоги до якості роботи

Вимоги до якості виконання технологічних операцій внесення гербіцидів постійно зростають, особливо, з агрономічної та екологічної сторін. До сучасних технічних засобів висуваються наступні вимоги:

- точне дозування кількості внесеного препарату;
- забезпечення рівномірного розподілу по поверхні обробки;
- проникнення робочого розчину в посів або крону;
- досягнення високого або достатнього ступеня осадження краплин.

Всі розпилювальні наконечники стандартизовані і в залежності від продуктивності мають кольорове кодування в відповідності з ISO 10625:2005(E)- «Обладнання для захисту рослин. Розпилювальні наконечники. Кольорове кодування для ідентифікації». Всього за цим показником наконечники кодуються 16-ма кольорами – з продуктивністю від 0,2 л/хв. до 6 л/хв. при робочому тиску рідини 300 кПа.

Відповідність вимогам Європейських норм (EN 12761-2) і близьких до нього вимог стандарту ВВА (німецького федерального біологічного комітету) є необхідною умовою для оптимального і цільового використання засобів захисту рослин. При цьому необхідно враховувати виконання наступних вимог:

- кожен розпилювальний наконечник повинен створювати рівномірну форму факелу, яка може змінюватися тільки при зміні зовнішніх факторів;
- кожен розпилювач повинен мати чітке маркування з вказівкою типу, розміру і кута факелу, а також мати кольорове кодування розміру;
- витрата рідини окремого розпилювача не повинна відхилитися на $\pm 10\%$ від табличного значення і при цьому відхилення від середнього значення не повинне перевищувати $\pm 5\%$;

- при установці на штанзі показник рівномірності розподілу рідини по ширині захоплення (коефіцієнт варіації) у вказаному діапазоні тиску не повинен перевищувати 7% при стендових випробуваннях і 9% при випробуванні на обприскувачі;

- розмір крапель у факелі без використання додаткових засобів осадження крапель не повинен бути менше 115 мкм для показника VD10.

В Україні загальні агротехнічні вимоги на польові сільськогосподарські обприскувачі регламентуються СОУ 29.3 – 37-295:2005. Ними встановлені наступні вимоги до якості виконання технологічного процесу:

- допустима густина покриття краплинами верхньої сторони листа поверхні, що обробляється, повинна бути не менше ніж 20 шт/см²;

- допустимий відхил від заданої норми внесення робочої рідини не повинен перевищувати $\pm 5\%$ для обприскувачів з автоматичною системою керування технологічним процесом, $\pm 10\%$ - для обприскувачів з ручним настроюванням;

- медіанно-масовий діаметр краплин, що осіли, повинен бути не більше ніж 500 мкм;

- нерівномірність розподілу робочої рідини за шириною захвату, вираженого коефіцієнтом варіації, не повинна перевищувати 25%;

- відхил виліву рідини через окремий розпилювач від середньоарифметичного всіх розпилювачів на робочому режимі не повинен перевищувати $\pm 5\%$;

- відхил концентрації робочої рідини при спорожненні бака не повинен перевищувати $\pm 5\%$ від заданої;

- механічні пошкодження обприскувачами рослин не повинні перевищувати 0,5%;

- обприскувачі повинні стало виконувати технологічний процес до витрачання рідини з бака не менше ніж 95%.

2.2 Екологічні вимоги

Під знесенням крапель при захисних заходах розуміється стан, коли краплі, заряджені хімічними засобами захисту рослин, не досягають цільової поверхні, як правило, за рахунок знесення вітром і температурної дії. Наслідками цього можуть бути:

- пошкодження сусідніх культур;
- забруднення водоймищ;
- отруєння людей і тварин;
- додаткове навантаження на сусідні культури, лісонасадження і тощо при недоотриманні необхідної речовини на оброблюваних площах.

Причини знесення залежать як від технічного стану обприскувачів, так і від метеорологічних умов. До них відносяться:

- розмір крапель;
- швидкість обробки;
- висота розпилювання;
- швидкість вітру;
- температура повітря;
- вологість повітря.

Виходячи з цього, в багатьох європейських країнах були законодавчо прийняті розпорядження по застосуванню засобів захисту рослин, що слугують для захисту водоймищ, лісонасаджень і тим самим, нешкідливих для живих організмів. Допустимі відстані до водоймищ і лісонасаджень можливо зменшувати залежно від токсичності препаратів і застосування техніки сертифікованої як такої, що «знижує знесення вітром». Це, у свою чергу, дозволяє гнучко застосовувати існуючі технології і використовувати додаткові сільськогосподарські площі.

2.3 Аналіз конструкцій машин для внесення гербіцидів

При внесенні гербіцидів під просапні культури хороший ефект можна

досягти комбінованим агрегатом, який складається із трактора К-701, на який встановлюється бак для розчину і штанга з розпилувачами. Заробку гербіцидів здійснюють дисковою бороною БДТ-7, яку агрегатує трактор.

Відомий комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням гербіцидів, який складається з трактора Т-150, обприскувача ОПШ-15, середньої секції зчіпки СП-11, на якій встановлені два культиватори КПС-4 і зубові борони. Обприскувач ОПШ-15 цього агрегату переобладнаний. Його насос і запобіжний пристрій замінені насосом з гідрофікованим приводом, запобіжним і редуційним клапанами від обприскувача “Кертитокс Тотат-1” (Угорщина). Перед початком роботи редуційним клапаном регулюють робочий тиск (його визначають по встановленому манометру). Лапи культиваторів переобладнанні для внутріґрунтового внесення гербіцидів.

Даний комбінований агрегат замінює такі комбіновані агрегати: МТЗ – 80 + ОПШ-15 (ПОМ - 630) для внесення гербіцидів; Т-150К + КПШ-8 або (2КПС - 4) – для передпосівної підготовки ґрунту.

Для боротьби з бур'янами на посівних зернових культур промисловість випускає причіпний обприскувач підживлювач ОП-3200, конструкція якого передбачає суміщення операцій по внесенню гербіцидів і їх заробки в ґрунт за допомогою борін БИГ-3А, БМШ-15, БМШ-20. Місткість бака складає 3200 л, робоча ширина захвату 15 або 21,6 м.

Обприскувач мало об'ємний навісний штанговий ОМ-630 (рис. 2.2) призначений для суцільного обприскування польових культур рідкими формами хімічних або мікробіологічних препаратів. Обприскувач складається із наступних основних вузлів: рами, бака, мембранного насоса, штанги, гідро комунікації, регулятора тиску з розподільником та гідросистеми. Рама обприскувача являє собою зварну конструкцію, на якій кріпляться інші елементи. На рамі розміщений бак для робочої рідини та елементи конструкції навіски. У нижній частині розташований мембранний насос. На задній частині

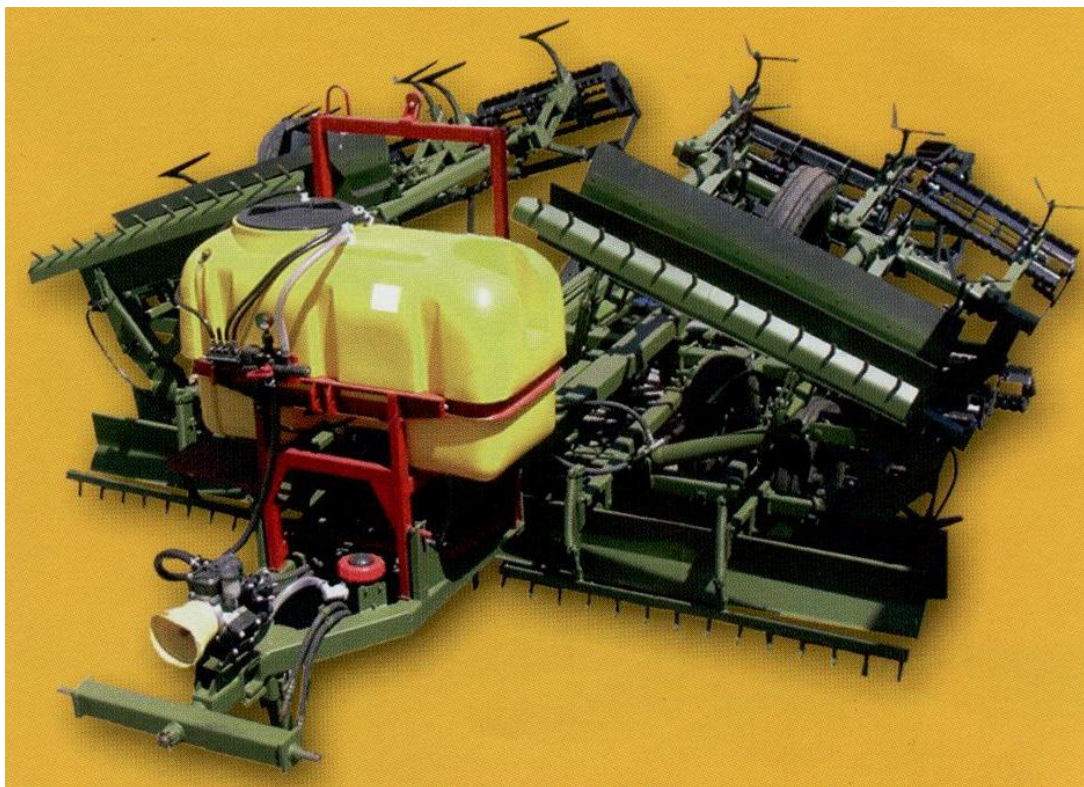


Рисунок 2.1 - Агрегат для внесення гербіцидів АВГ-8



Рисунок 2.2 - Обприскувач мало об'ємний навісний штанговий ОМ-630

рами кріпиться кронштейн встановлення польової штанги. Бак, виготовлений із поліетилену. У верхній частині бака знаходиться заливна горловина. В горловині розміщений змішувач, який представляє собою сито з форсункою, за допомогою яких проводиться розмивання препарату і його змішування. Сито служить також і для фільтрування робочої рідини. До передньої стінки бака прикріплений показник рівня рідини.

Мембранний насос призначений для нагнітання робочої рідини із бака до регулятора тиску і подачі її на штангу. Насос приводиться в дію від ВВП трактора за допомогою карданного вала. В корпусі насоса знаходиться повітряна камера, яка служить для зниження пульсації рідини, що виходить з насоса. Штанга служить для рівномірного розподілу робочої рідини по поверхні поля і складається із п'яти секцій. Переведення штанги в робоче і транспортне положення проводиться за допомогою гідросистеми. Перпендикулярне встановлення штанги до напрямку руху забезпечується за допомогою профільних елементів в шарнірах секцій. До штанги кріпляться корпуси розпилювачів і гідро рукави, по яких подається робоча рідина до розпилювачів. Основні елементи гідросистеми – гідроциліндри та маслопроводи.



Рисунок 2.3 - Обприскувач самохідний Caruelle 3000



Рисунок 2.4 - Обприскувач самохідний AMAZONE Pantera



Рисунок 2.5 - Обприскувач самохідний Knight

Канадська фірма “Флеш-Коіль” розробила комплексний агрегат, який складається із борін з пружними зубами, ґрунтоущільнювача і великогабаритної машини для внесення гербіцидів або рідких добрив. Принцип роботи полягає в наступному: сталі борони із зубами, виконаними у вигляді пружин, що вібрують і розпушують ґрунт і знищують бур’яни. Спеціальні ущільнювачі з правими і лівими витками залишають за собою зигзагоподібні заглиблення, що сприяє захисту ґрунту від вітрової і водної



Рисунок 2.6 - Обприскувач самохідний JOHN DEERE 4730

ерозії. Ширина захвату – 24 м. Машина сконструйована таким чином, що переведення її із транспортного положення в робоче і навпаки здійснюється шляхом маневрування трактора.

3 ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ І ПАРАМЕТРІВ АГРЕГАТУ

3.1 Обґрунтування схеми удосконалення

Для підвищення врожайності кукурудзи рекомендується застосовувати технології, які потребують дотримання черговості виконання агротехнічних прийомів, при її вирощуванні, з врахуванням біологічних особливостей цієї культури. При цьому однією із умов цих технологій є застосування ефективних гербіцидів, переважна більшість з яких (агелон, алирокс, атразин, лассо, ратродан, сімазін і ін) вносяться під передпосівну культивуацію з негайною заробкою в ґрунт. Згідно агро вимог розрив у часі між внесенням гербіцидів і заробкою їх в ґрунт не повинен перевищувати 10 хв. виходячи із цієї вимоги в даному проекті розроблено комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням гербіцидів.

Практика показує, що застосування комбінованих дозволяє знизити витрати коштів на 30 – 50%, палива на 20 – 30%, металоємність на 20 – 25%. Підвищується врожайність на 10 – 15%.

Найбільш ефективно застосувати такі агрегати для суміщення передпосівного обробітку ґрунту і внесення гербіцидів. Суміщення внесення гербіцидів з одночасною передпосівною культивуацією забезпечує оптимальний розрив в часі між внесення і заробкою гербіцидів, а відтак сприяє збільшенню врожайності. Крім того, за рахунок суміщення операцій зменшується число проходів агрегатів, відтак і ущільнення ґрунту. Також зменшується витрата паливно-мастильних матеріалів.

Комбінований агрегат складається з трактора Т-150К, на якому спереду на кронштейнах закріплено штангу для внесення гербіцидів. На задній напіврамі трактора встановлюється резервуар місткістю 3м², який закріплено за допомогою спеціально виготовлених кронштейнів. Для підвищення якості

змішування робочої рідини в бак вмонтовано механічну мішалку, яка приводиться в дію за рахунок енергії потоку рідини. Заробка гербіцидів в ґрунт здійснюється культиватором.

Працює агрегат наступним чином. Робочий розчин гербіцидів поступає з баку через фільтр до насосу, який приводиться в рух від валу відбору потужності трактора. Від насосу робоча рідина поступає до крильчатки мішалки і приводить її в рух. Цим досягається рівномірність концентрації рідини в баку. Після чого розчин подається до регулятора тиску. З регулятора тиску рідина поступає до штанги. Заправка бака агрегату проводиться від водороздавача ВР–3М через автомат наповнення, який вмонтований в баку.

3.2 Вибір трактора із умов поздовжньої стійкості агрегату

Виконаємо вибір трактора за тяговим опором культиватора. Вибираємо трактор із умови [14, 15, 17]

$$P_T > P_K, \quad (3.1)$$

де P_T - сила тяги трактора на гаку;

P_K - тяговий опір культиватора, $P_K = 10,16$ кН.

Попередньо приймаємо колісний трактор Т-150К, у якого сила тяги на гаку $P_T = 33,25$ кН при робочій швидкості $V_p = 10,8$ км/год., [14, табл.П21], що повністю відповідає заданій умові

$$P_T = 33,25 \text{ кН} > P_K = 10,16 \text{ кН.}$$

Необхідна умова виконується, тому остаточно приймаємо колісний трактор Т-150К.

Показником, що характеризує можливість навішування машин на колісний трактор, є значення коефіцієнта зміщення центра тиску ν_H над опорою трактора під дією маси машини, піднятої у транспортне положення і визначається з формули [14, 15]

$$v_H = \frac{C_M - C_T}{L_T}, \quad (3.2)$$

де C_M - поздовжнє зміщення центра тиску трактора відносно центра його ваги, яке визначається з формули [17]

$$C_M = \frac{\delta_M \cdot b_M}{1 + \delta_M}, \quad (3.3)$$

тут δ_M визначається з формули

$$\delta_M = G_K / G_T, \quad (3.4)$$

де G_K - вага культиватора, $G_K = 9$ кН;

G_T - вага трактора Т-150К, $G_T = 83,2$ кН [22, табл.П22];

Тоді,

$$\delta_M = 9/83,2 = 0,11;$$

b_M - поздовжня координата центра ваги піднятої у транспортне положення навісної машини, яка визначається за формулою [17]

$$b_M = a_M + a, \quad (3.5)$$

де a_M - поздовжня координата центра ваги трактора відносно осі ведучих коліс, $a_M = 1,15$ м; відповідно $a = 0,964$ м [17, табл.П22].

Тоді,

$$b_M = 1,15 + 0,964 = 2,114 \text{ м};$$

C_T - поздовжня координата середини опорної поверхні коліс відносно центра ваги трактора, $C_T = 0,116$ м [17 табл.П22];

L_T - поздовжня база трактора, $L_T = 1,216$ м [17, табл.П22];

Підставивши дані, отримаємо, що

$$C_M = \frac{0,2 \cdot 2,114}{1 + 0,2} = 0,35 \text{ м},$$

Тоді,

$$v_H = \frac{0,35 - 0,116}{1,216} = 0,19.$$

Умова стійкого положення агрегату $v_H \leq 0,2$ виконується, так як $v_H = 0,19 < 0,2$.

Визначимо критичний кут підйому схилу, на якому може працювати даний агрегат, користуючись формулою [17]

$$\operatorname{tg} \alpha_{KP} = \frac{a_{mp} - C_k}{h_{mp}}, \quad (3.6)$$

де a_{mp} і h_{mp} - координати центра ваги всього агрегату у транспортному положенні, які визначимо із формул [17].

$$a_{mp} = \frac{G_T \cdot a - G_K \cdot a_M}{G_T + G_K}, \quad (3.7)$$

$$h_{mp} = \frac{G_T \cdot h + G_M \cdot h_M}{G_T + G_M}, \quad (3.8)$$

де h - вертикальна координата центра ваги трактора від опорної поверхні,

$$h = 0,9 \text{ [17, табл.П22]},$$

h_M - вертикальна координата центра ваги культиватора від опорної поверхні, $h_M = 1,1 \text{ м}$;

C_k - поздовжня відстань від осі ведучої зірочки трактора до опорної поверхні коліс, для трактора Т-150К $C_k = 0$ [17, с.144].

Підставивши дані у вирази (4.7) і (4.8), отримаємо

$$a_{mp} = \frac{45,2 \cdot 0,964 - 9 \cdot 1,15}{45,2 + 9} = 0,62 \text{ м},$$

$$h_{mp} = \frac{45,2 \cdot 0,9 + 9 \cdot 1,1}{45,2 + 9} = 0,93 \text{ м.}$$

Тоді, будемо мати

$$\operatorname{tg} \alpha_{KP} = 0,62 / 0,93 = 0,67,$$

Звідси, кут підйому схилу

$$\alpha_{KP} = \operatorname{arctg} 0,67 = 33^{\circ}.$$

Визначимо степінь використання сили тяги трактора за формулою [17]

$$K = P_K / P_T. \quad (3.9)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$K = 10,16 / 33,25 = 0,31, \text{ що є прийнятним.}$$

3.3 Перевірка агрегату на поперечну стійкість

При русі будь-якого машинно-транспортного агрегату рельєфом поля з поперечним нахилом (рис. 3.1) виникає небезпека його бокового перекидання або сповзання у бік, особливо це може трапитися з навісними машинами. Це вимагає обов'язкової перевірки допустимих кутів нахилу рельєфу, на яких можливе безпечне виконання технологічного процесу такими агрегатами.

Граничний поперечний кут нахилу рельєфу поля при розвороті агрегату на ньому визначаємо згідно формули [17]

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} < \frac{G_A^2 (b_T + b) - P_A \sqrt{G_A^2 (b_T + b)^2 + 4(G_A^2 - P_A^2) h_C^2}}{2(G_A^2 - P_A^2) h_C}, \quad (3.10)$$

де G_A - сила тяжіння агрегату, яка визначається за формулою

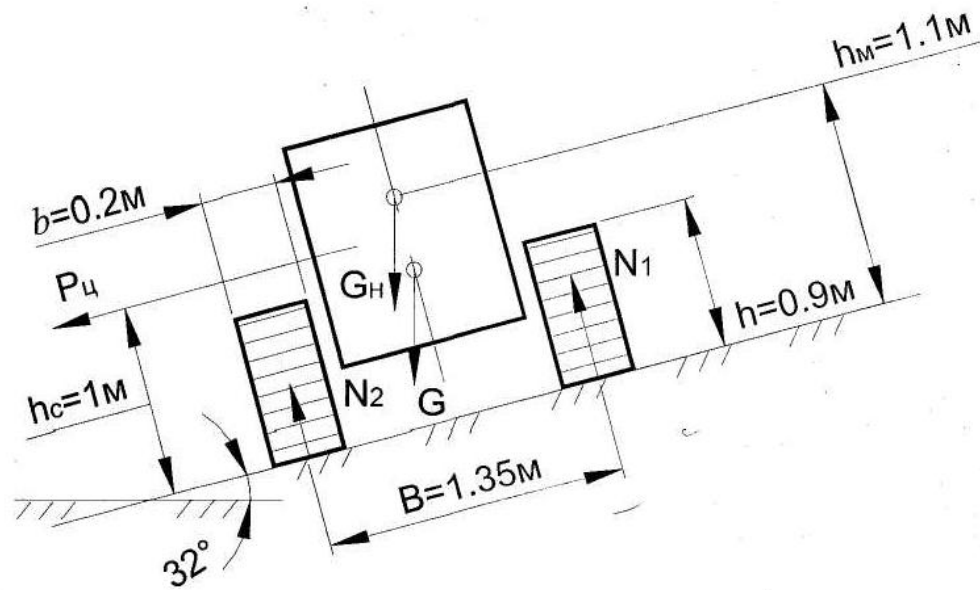


Рисунок 3.1 - Розрахункова схема агрегату (трактора з навісним культиватором) на поперечному схилі

$$G_A = G_K + G_T, \quad (3.11)$$

де G_K - сила тяжіння культиватора, $G_K = 9$ кН;

G_T - сила тяжіння трактора Т-150К, $G_T = 83,2$ кН;

Тоді,

$$G_A = 83,2 + 9 = 92,2 \text{ кН},$$

B_T - ширина колії трактора, $B_T = 1,35$ м [17, табл.П.24];

P_A - відцентрові сили всіх частин агрегату, які виникають при русі на повороті, визначимо за формулою [17]

$$P_A = \frac{G_A \cdot V_A^2}{g \cdot R}, \quad (3.12)$$

тут V_A - швидкість агрегату, $V_A = 2,5$ м/с;

g - прискорення сили тяжіння, $g = 9,8$ м/с²;

R - радіус повороту агрегату, який визначимо за формулою

$$R \geq R_{\min} = 0,5 \cdot B_T. \quad (3.13)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$R_{\min} = 0,5 \cdot 1,35 = 0,7 \text{ м.}$$

Приймаємо $R = 1 \text{ м}$, оскільки необхідно, щоб виконувалася умова

$$V < \sqrt{\frac{0,5 B_T \cdot g \cdot R}{h_C}}, \quad (3.14)$$

де величину h_C , користуючись розрахунковою схемою (див. рис. 3.1), визначимо за формулою

$$h_C = 0,5 \cdot (h_M + h_M) = 0,5 \cdot (0,9 + 1,1) = 1 \text{ м};$$

Тоді,

$$V = \sqrt{\frac{0,5 \cdot 1 \cdot 9,8 \cdot 1,35}{1}} = 4 \text{ км/ГОД.} \approx 1,1 \text{ м/с.}$$

Результат розрахунку формули (3.12)

$$P_A = \frac{54,2 \cdot 1,1^2}{9,8 \cdot 1} = 6,7 \text{ кН.}$$

Підставивши дані у формулу (3.10), отримаємо

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = \frac{54,2^2 \cdot (35 + 0,5) - 6,7 \sqrt{54,2^2 \cdot (35 + 0,2) + 4 \cdot (4,2^2 - 6,7^2) \cdot 1^2}}{2 \cdot (4,2^2 - 6,7^2) \cdot 1} = 0,62$$

Звідси, $\alpha_{\text{нахилу}} < \operatorname{arctg} 0,62 = 32^\circ$ (див. рис. 3.1).

Перевіримо вплив стану ґрунту схилу на характер нестійкого положення агрегату:

- при $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = 0,62 > f_C = 0,4$ - раніше настане сповзання агрегату;

- при $\operatorname{tg} \alpha_{\text{нахилу}} = 0,62 < f_C = 1,1$ - раніше настане перекидання агрегату,

тут f_c - коефіцієнт зчеплення гусеничних рушіїв з ґрунтом [17], $f_c = 0,4$ - для вологого ґрунту, $f_c = 1,1$ - для сухого ґрунту.

3.4 Розрахунок пружини підвіски культиватора

Розрахунок пружини здійснюється за відомими з курсу “Опір матеріалів” залежностями [22].

Діаметр дроту пружини визначимо за формулою [22]

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{\nu \cdot T \cdot C_{II}}{\sigma_{\text{доп}}}}, \quad (3.15)$$

де $\sigma_{\text{доп}}$ - допустиме напруження, для пружинної сталі $\sigma_{\text{доп}} = 700$ МПа [15];

C_{II} - жорсткість пружини, $C_{II} = 6$;

T - сила натягу амортизаційної пружини, яка дорівнює вазі гряділя з навішаними робочими органами і силі опору перекочуванню, визначимо її із формули [22]

$$T = M_p (1 + f), \quad (3.16)$$

тут M_p - маса гряділя з робочими органами, $M_p = 75$ кг;

f - коефіцієнт перекочування, $f = 0,2$.

Підставивши дані, отримаємо

$$T = 75 (1 + 0,2) = 90 \text{ кг} = 900 \text{ Н},$$

ν - коефіцієнт, значення якого вибирається залежно від жорсткості пружини, визначається за формулою [22]

$$\nu = \frac{4C_{II} - 1}{4C_{II} - 4} + \frac{0,615}{C_{II}}. \quad (3.17)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$\nu = \frac{4 \cdot 6 - 1}{4 \cdot 6 - 4} + \frac{0,615}{6} = 1,25;$$

Враховуючи результат формул (3.16) і (3.17), знайдемо, що

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,25 \cdot 900 \cdot 6}{700}} = 4,9 \text{ мм},$$

приймаємо діаметр дроту пружини $d = 5$ мм.

Діаметр витків пружини визначаємо із співвідношення [22]

$$\frac{D_{\Pi}}{d} = C_{\Pi}, \quad (3.18)$$

звідки

$$D_{\Pi} = d \cdot C_{\Pi}, \quad (3.19)$$

підставивши дані, отримаємо

$$D_{\Pi} = 5 \cdot 6 = 30 \text{ мм}.$$

Деформацію пружини визначимо за формулою [22]

$$\lambda_{\Pi} = \frac{8T \cdot D_{\Pi}^3 \cdot n}{\Delta \cdot G_{\Pi\Pi} \cdot d^4}, \quad (3.20)$$

де n - кількість витків пружини, прийmemo $n=15$;

$G_{\Pi\Pi}$ - модуль пружності при крученні, для сталі $G_{\Pi\Pi} = 8 \cdot 10^4$ МПа;

Δ - коефіцієнт динамічності, $\Delta=1,1$.

Підставивши дані у формулу (4.20), отримаємо

$$\lambda = \frac{8 \cdot 900 \cdot 30^3 \cdot 15}{1,1 \cdot 8 \cdot 10^4 \cdot 5^4} = 1,8 \text{ мм}.$$

3.5 Перевірка вертикальних стійок на стійкість

Вертикальна стійка транспортного пристрою культиватора (рис. 3.2) - це

частина рами, яка зі сторони ригеля має жорстке кріплення і навантажена силою реакції коліс R_K . Висота стійки $l = 0,75$ м. Поперечний переріз стійки - трубчатий квадрат із зовнішньою стороною $a = 50$ мм, внутрішньою стороною $a_1 = 40$ мм із сталі Ст.3, для якої границя пропорційності $\sigma_{\text{ПР}} = 200$ МПа, границя текучості $\sigma_T = 240$ МПа, допустимий коефіцієнт запасу стійкості $n_{\text{СТ}} = 2$ [22].

Визначимо реакцію коліс R_K , яка діє на стійку, користуючись формулою

$$R_K = \frac{F + G_{\text{РИГ}}}{2}, \quad (3.21)$$

де F - сила ваги культиватора, яка діє на раму, $F = 6$ кН;

$G_{\text{РИГ}}$ - вага ригеля, $G_{\text{РИГ}} = 350$ Н.

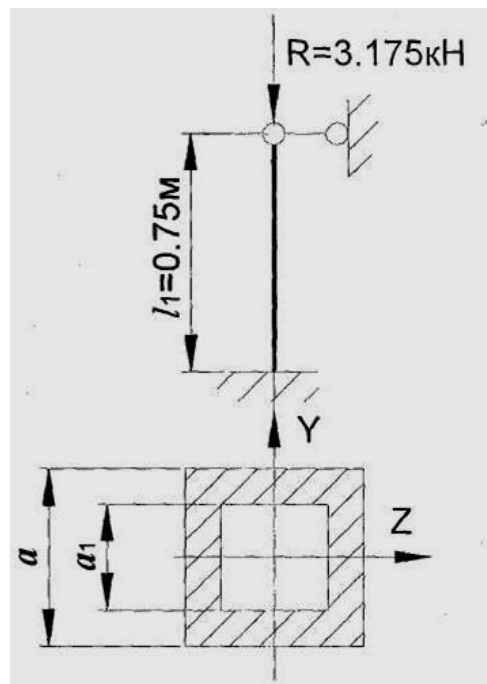


Рисунок 3.2 - Розрахункова схема стійки лапи культиватора

Підставивши дані, отримаємо

$$R_K = \frac{6 + 0,35}{2} = 3,175 \text{ кН.}$$

Встановлюємо геометричні характеристики стійки:

- осьовий момент інерції поперечного перерізу визначимо за формулою [22]

$$I_Z = I_Y = I_{\min} = \frac{a^4 - a_1^4}{12}, \quad (3.22)$$

у числовому вигляді

$$I_{\min} = \frac{5^4 - 4^4}{12} = 30,75 \text{ см}^4;$$

Радіус інерції [22]

$$i_{\min} = i_Y = i_Z = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}, \quad (3.23)$$

де A - площа поперечного перерізу стійки, яку визначимо за формулою

$$A = a^2 - a_1^2. \quad (3.24)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$A = 5^2 - 4^2 = 9 \text{ см}^2, \quad \text{а} \quad i_{\min} = \sqrt{\frac{30,75}{9}} = 1,8 \text{ см.}$$

Максимальну гнучкість стійки визначимо за формулою [22]

$$\lambda_{\max} = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}}, \quad (3.25)$$

де μ - коефіцієнт, який залежить від форми закріплення кінців стійки, $\mu = 0,7$.

Підставивши дані, отримаємо

$$\lambda_{\max} = \frac{0,7 \cdot 75}{1,8} = 30.$$

Граничну гнучкість стержня визначимо із формули

$$\lambda_{ГР} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{ГР}}}, \quad (3.26)$$

де E - модуль пружності, для сталі $E = 2,15 \cdot 10^5$ МПа.

$$\lambda_{ГР} = 3,14 \sqrt{\frac{2,15 \cdot 10^5}{200}} = 100.$$

Оскільки $\lambda_{\max} = 30 < \lambda_{ГР} = 100$, то критичне зусилля визначимо за формулою:

$$R_{КР} = \sigma_{КР} \cdot A, \quad (3.27)$$

де $\sigma_{КР}$ - критичне зусилля $\sigma_{КР} = \sigma_T$, для пластичних матеріалів $\sigma_T = 240$ МПа.

Підставивши дані, отримаємо

$$R_{КР} = 240 \cdot 9 \cdot 10^2 = 21,6 \text{ кН.}$$

Визначимо коефіцієнт запасу міцності

$$n_{СТ} = \frac{R_{КР}}{R}, \quad (3.28)$$

$$n_{СТ} = \frac{21,6}{3,175} = 6,8,$$

що є більшим за допустиме $n_{СТ} = 2$.

Такий великий запас стійкості конструктивно не доцільний, тому замінюємо стійку квадратного перерізу на швелер.

Визначимо дійсне критичне зусилля за формулою [15]

$$R_{КР.Д} = \sigma_{КР.Д} \cdot A = \left(a - b \lambda_{\max}^2 \right) A, \quad (3.29)$$

де a і b коефіцієнти, які рівні $a = 310$ МПа, $b = 1,14$ МПа,

Тоді, дійсне критичне напруження

$$\sigma_{KR.D} = 310 - 1,14 \cdot 30 = 275,8 \text{ МПа},$$

а
$$R_{KR.D} = 275,8 \cdot 9 \cdot 10^2 = 248,2 \text{ кН}.$$

Оскільки розміри швелера не відомі, то визначимо необхідну площу поперечного перерізу з формули

$$A \geq \frac{R_{KR.D}}{\sigma_{KR.D}}. \quad (3.30)$$

Підставивши дані, отримаємо

$$A \geq \frac{248,2 \cdot 10^3}{275,8} \approx 900 \text{ мм}^2 = 9 \text{ см}^2.$$

Вибираємо із таблиць сортаменту швелер №10 ГОСТ 8240-72, у якого площа поперечного перерізу $A = 10,9 \text{ см}^2$, мінімальний осьовий момент інерції $I_Z = I_{\min} = 20,4 \text{ см}^4$.

Отже, необхідні параметри просапного культиватора підібрані правильно.

3.6 Проектування стрілкової лапи з хвостовиком

В даному розділі для кращої заробки гербіцидів в ґрунт розглянемо розрахунок стрілкових лап з хвостовиком. Цей вид лап поширений під назвою універсальних лап.

Для їх проектування необхідно задатися параметрами побудови бокової проекції і плану лапи.

При малих значення кута α можливі випадки, коли нахил прямої AK не буде відповідати прийнятій формі профілю хвостовика і стійки лапи. Крім того, при такому нахилі неможливо правильно розташувати під лапою гайки гвинтів, що кріплять її до стійки.

Збільшення підйому грудей лапи досягається відповідним вибором

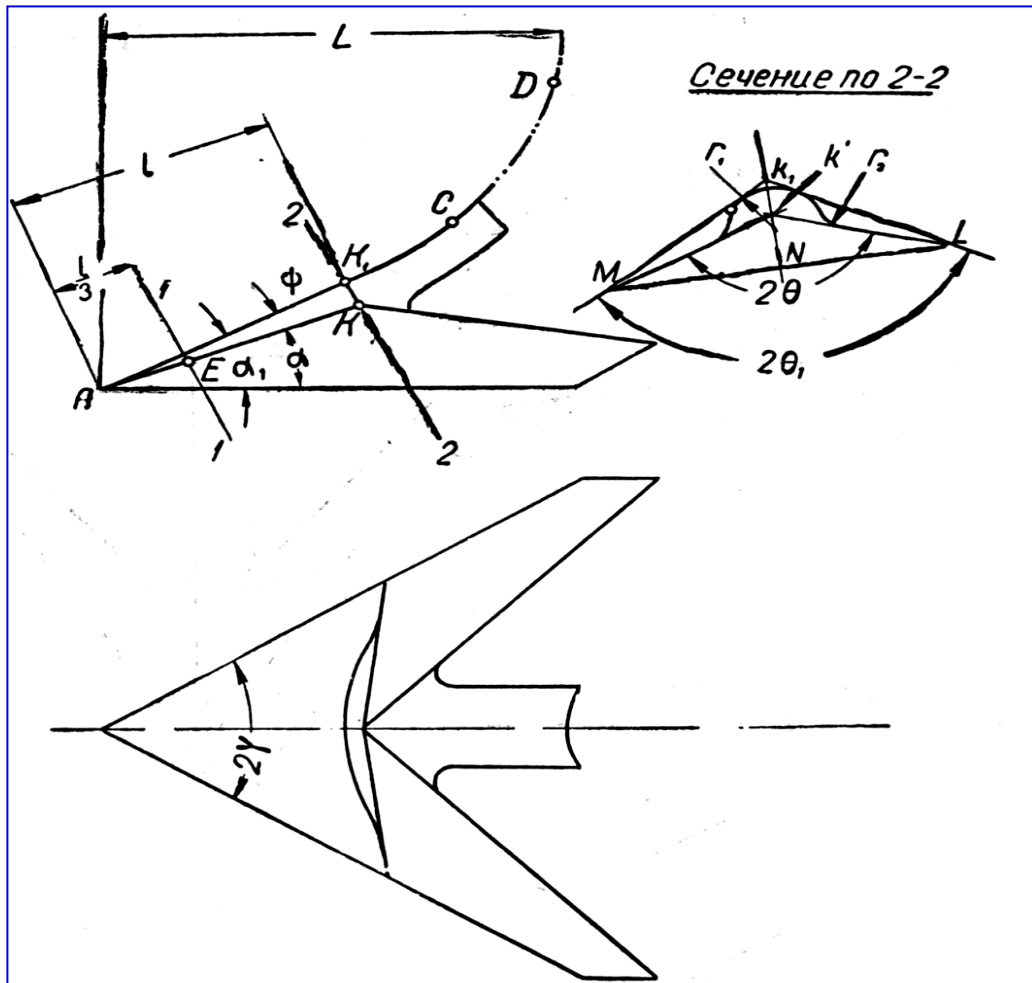


Рисунок 3.3 - Схема побудови проекції стрільчастої лапи з хвостовиком

форми перерізу груді і хвостовика лапи. Переріз проводиться по нормалях до кривої AK_1CD через точки E , K_1 , і C . Точка E приймається на відстані $l/3$ від носка лапи (точка A); положення точки C вибирається в залежності від розмірів хвостовика.

Кут θ_1 в перерізах 1 – 1 і 2 – 2 (рис. 3.3.) може бути визначений графічно або аналітично. З малюнка 6.1. маємо:

$$\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{MN}{K_1N} \quad \text{і} \quad \operatorname{tg}\theta_1 = \frac{MN}{KN} \quad (3.31)$$

Звідси:

$$\operatorname{tg}\theta_1 = \frac{KN}{K_1N} \operatorname{tg}\theta \quad (3.32)$$

$$KN = K_1 N - KK_1 \quad (3.33)$$

де:

$$K_1 K_1 = K_1 N \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \quad (3.34)$$

Тоді:

$$KN = K_1 N \left[1 - \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \right] \quad (3.35)$$

Приймаючи до уваги вираз (4.35), рівняння (4.32) можна записати так:

$$tg\theta_1 = tg\theta \left[1 - \frac{tg\psi}{tg(\alpha + \psi)} \right] \quad (3.36)$$

$$tg\theta_1 = \frac{MN}{KN} = \frac{tg\gamma}{\sin\alpha} \quad (3.37)$$

Так як

$$MN = l \cos\alpha tg\gamma,$$

$$KN = l \cos\alpha \sin\alpha$$

$$\psi = \alpha_1 - \alpha \quad (3.38)$$

Шляхом підбору радіусів закруглення надається форма, що відповідає перерізам стійки і конфігурації кріплення лапи.

Побудову розгортки лапи відбувається таким чином: від точки 1 на осьовій лінії відкладаємо відрізки $l/3$ - положення точки 6 і l - положення точки 11. На перпендикулярах до осьової лінії, проведених через точки 6 і 11, відкладаємо довжину відповідних дуг $a_1 b_1 c_1$ і $a_2 b_2 c_2$. Отримаємо точки 5, 7, 10 і 12.

З точки l проводимо коло радіусом k_l , а з точок 5 і 7 - кола радіусом s_l . Перетин цих кіл дає точки 4 і 8. Аналогічно визначаємо положення точок 9 і 13. Задній контур полиць лапи визначаємо прийнятими значеннями b_1 і b_2

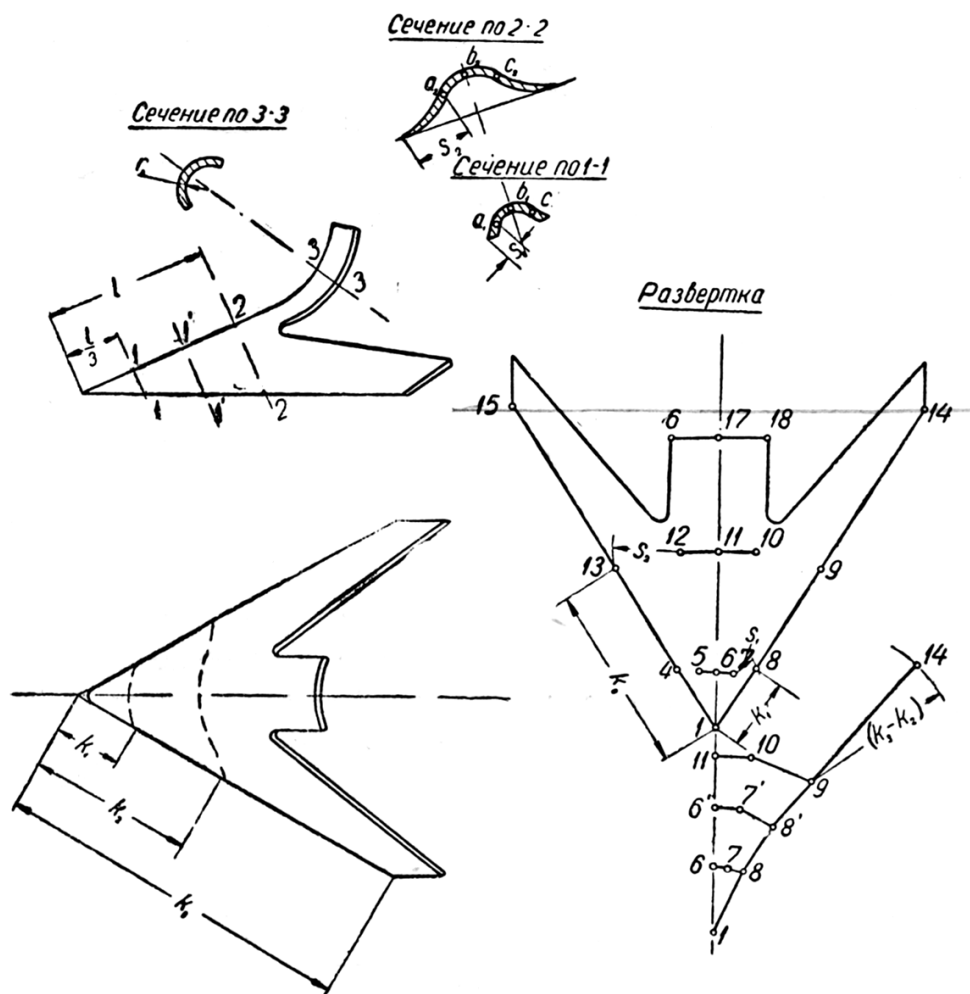


Рисунок 3.4 - Проекції стрільчастої лапи з хвостовиком

у відповідності з таблицями ГОСТ.

Наступним кроком є побудова розгортки хвостовика лапи. По осьовій лінії розгортки від точки 11 відкладаємо відрізок, рівний довжині хвостовика лапи. Отримуємо точку 17. На перпендикулярі до осьової, поставленому з точки 17, відкладаємо довжину дуги перерізу хвостовика. Носок лапи і гострі кути розгортки закругляють відповідними радіусами.

За проведеними розрахунками розробляємо конструкцію вузлів і деталей удосконаленого агрегату для внесення і заробки гербіцидів.

4 РОЗРАХУНОК ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ НА ВНЕСЕННЯ І ЗАРОБКУ ГЕРБИЦІДІВ УДОСКОНАЛЕНИМ АГРЕГАТОМ

Характеристика умов роботи. Попередник – озима пшениця. Агрофон – зоране поле. Ухил поля $\rho = 0,02$. Довжина поля $L = 1000$ м.

Основні агротехнічні вимоги. Нерівномірність концентрації робочої рідини в баку не повинна перевищувати 5%. Не допускаються залишки робочої рідини в баку перед початком приготування нової порції. Норма внесення робочої рідини – 300 л/га. Нерівномірність внесення робочої рідини по ширині захвату не повинна перевищувати 30%. Швидкість руху повинна втримуватися постійною. Гербициди заробляються в шар ґрунту глибиною 8 – 10 см.

Комплектування агрегату. Встановлюємо діапазон оптимальних швидкостей руху агрегату. Виходячи з даних технічної характеристики комбінованого агрегату, діапазон робочих швидкостей приймаємо 6 ... 10 км/год. Вибираємо робочі передачі трактора, які відповідають заданому швидкісному режиму. Вибрані дані приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Значення тягового зусилля і швидкості руху трактора

Т – 150К на передачах

Показники	Передача		
	1	2	3
$P_{\text{Гак}}$, кН	37,2	30,9	25,5
$V_{\text{р.н.}}$, км/год.	7,0	9,0	11,0
Передаточне число	64,9	55,4	48,61

Визначаємо приведений тяговий опір агрегату:

$$R_A = R + R_{\text{ВВП}}, \quad (4.1)$$

де R_A – приведений тяговий опір агрегату, кН;

R – тяговий опір робочих органів машини, які не приводяться в дію від ВВП, кН;

$R_{\text{ВВП}}$ – тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор, за рахунок потужності, що витрачається на привід робочих органів від ВВП.

Тяговий опір робочих органів машини, які не приводяться в дію від ВВП можна визначити за формулою:

$$R = \frac{k \cdot B + \left[\frac{m}{g} \cdot (g + \gamma \cdot V) \right] \cdot (f + \rho)}{1000}, \quad (4.2)$$

де k – питомий опір культиватора, кН/м;

B – робоча ширина захвату культиватора, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

m – маса культиватора, кг;

V – об'єм баку для розчину гербіцидів, м³;

f – коефіцієнт опору коченню агрегату;

γ – густина розчину, кг/м³;

ρ – ухил поля.

Згідно даних питомий опір культиватора при глибині обробітку 6 – 8 см знаходиться в межах від 1,2 до 2,6 кН/м. приймаємо, що $k = 1,5$ кН/м. Маса культиватора рівна 1610 кг. Об'єм баку $V = 3$ м³, а $\gamma = 1000$ кг/м³. Коефіцієнт опору коченню $f = 0,15$. Підставивши дані значення, одержимо:

$$R = \frac{1,5 \cdot 8,4 + \left[\frac{1610}{9,8} \cdot (9,8 + 1000 \cdot 3) \right] \cdot (0,15 + 0,2)}{1000} = 20,3 \text{ кН.}$$

Тягове зусилля, яке міг би додатково розвинути трактор, за рахунок потужності, що витрачається на привід робочих органів від ВВП можна визначити за формулою:

$$R_{\text{ВВП}} = \frac{0,159 \cdot N_{\text{ВВП}} \cdot i_{\text{T}} \cdot \eta_{\text{M}}}{\pi \cdot r_{\text{K}} \cdot \eta_{\text{ВВП}}}, \quad (4.3)$$

де $N_{\text{ВВП}}$ – потужність, яка передається через ВВП, $N_{\text{ВВП}} = 3$ кВт;

i_{T} – передаточне число трансмісії, (див. табл. 4.1);

η_{M} – механічний ККД трансмісії;

r_{H} – радіус кочення ведучих коліс трактора, м;

$\eta_{\text{ВВП}}$ – механічний ККД передачі від двигуна до ВВП, $\eta_{\text{ВВП}} = 0,95$;

n – номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна, с^{-1} ($n = 35$ с^{-1})

Радіус кочення ведучого колеса визначається за формулою:

$$r_{\text{K}} = r_{\text{O}} + k_{\text{Ш}} + h_{\text{Ш}}, \quad (4.4)$$

де r_{O} – радіус посадочного кругу сталюого ободу колеса, $r_{\text{O}} = 0,38$ м;

$h_{\text{Ш}}$ – висота поперечного профілю шини, $h_{\text{Ш}} = 0,330$ м;

$k_{\text{Ш}}$ – коефіцієнт усадки шини, $k_{\text{Ш}} = 0,8$.

$$r_{\text{K}} = 0,387 + 0,8 \cdot 0,330 = 0,64 \text{ м.}$$

ККД силової передачі підраховуємо за формулою:

$$\eta_{\text{M}} = \eta_{\text{ц}}^x \cdot \eta_{\text{к}}^{\text{в}}, \quad (4.5)$$

де $\eta_{\text{ц}}$ і $\eta_{\text{к}}$ – відповідно ККД циліндричної і конічної зубчатої пари;

x і в – число пар циліндричних і конічних зубчатих коліс, які знаходяться в зачепленні, $x = 4$, $\text{в} = 1$, тоді

$$\eta_m = 0,95^4 \cdot 0,94^1 = 0,76$$

Отже:

$$R_{\text{ВВПІІІ}} = \frac{0,159 \cdot 3 \cdot 64,9 \cdot 0,76}{35,0 \cdot 0,64 \cdot 0,95} = 1,1 \text{ кН};$$

$$R_{\text{ВВПІІ}} = \frac{0,159 \cdot 3 \cdot 59,4 \cdot 0,76}{35,0 \cdot 0,64 \cdot 0,95} = 0,94 \text{ кН};$$

$$R_{\text{ВВПІ}} = \frac{0,159 \cdot 3 \cdot 48,61 \cdot 0,76}{35,0 \cdot 0,64 \cdot 0,95} = 0,82 \text{ кН}.$$

Таким чином, приведений тяговий опір агрегату, становить:

$$R_{A1} = 20,3 + 1,1 = 21,4 \text{ кН};$$

$$R_{A2} = 20,3 + 0,94 = 21,2 \text{ кН};$$

$$R_{A3} = 20,3 + 0,82 = 21,1 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраних передачах за формулою:

$$\eta = \frac{R_A}{P_{\text{гак}} - G_T + \rho} \quad (4.6)$$

де η - коефіцієнт тягового зусилля трактора;

P_k – номінальне тягове зусилля трактора, кН;

G_T – експлуатаційна вага трактора, кН.

Отже:

$$\eta_1 = \frac{21,4}{7,2 - 76 \cdot 0,15 + 0,02} = 0,88;$$

$$\eta_2 = \frac{21,2}{7,2 - 76 \cdot 0,15 + 0,02} = 1,18;$$

$$\eta_3 = \frac{21,1}{25,5 - 76 \cdot (0,15 + 0,02)} = 1,68.$$

За результатами розрахунків вибираємо першу передачу, у якій коефіцієнт використання тягового зусилля трактора $\eta = 0,88$.

Кінематика агрегату. Для внесення гербіцидів з одночасною заробкою їх використовуємо човниковий спосіб руху (рис.4.) Визначаємо коефіцієнт робочих ходів за формулою:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_x}, \quad (4.7)$$

де φ - коефіцієнт використання робочих ходів;

L_p – середня робоча довжина гону;

l_x – середня питома довжина холостого ходу агрегату.

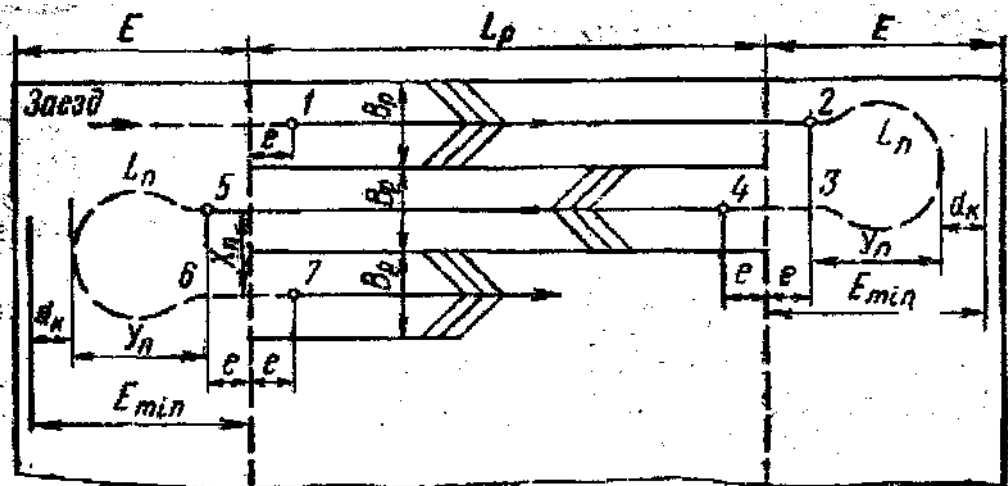


Рисунок 4.1 - Схема способу руху агрегату човником

Середню питому довжину холостого ходу можна визначити за формулою:

$$l_x = 6R + 2e, \quad (4.8)$$

де R – радіус повороту агрегату, м;

e – довжина виїзду агрегату, м

$$e = (0,5 \dots 0,75) l_k, \quad (4.9)$$

де l_k – кінематична довжина агрегату.

Вид розвороту для даного агрегату вибираємо петлевий грушевидний. Так, як коефіцієнт робочих ходів в нього найбільший. Схему даного розвороту показано на рисунку 4.2.

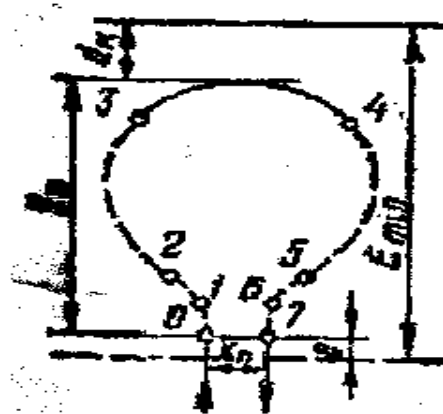


Рисунок 4.2 - Схема петлевого грушевидного розвороту

Кінематичну довжину агрегату визначаємо за формулою:

$$l_n = l_T + l_M, \quad (4.10)$$

де l_T – кінематична довжина трактора, м;

l_M – кінематична довжина машини (культиватора), м.

Кінематична довжина трактора Т – 150К дорівнює 2,4 м, культиватора – 3,9 м. Тоді,

$$l_k = 2,4 + 3,9 = 6,3 \text{ м, а } e = 0,6 \cdot 6,3 = 3,8 \text{ м.}$$

Середню довжину робочого ходу визначаємо за формулою:

$$L_p = L - 2E, \quad (4.11)$$

де L – довжина загінки, м;

E – ширина поворотної смуги, м.

Мінімальну ширину поворотної смуги визначаємо за формулою:

$$E_{\min} = 3R + e, \quad (4.12)$$

Приймаємо, що радіус повороту агрегату дорівнює його ширині захвату, тобто $R = B$, тоді

$$E_{\min} = 3 \cdot 8,4 + 3,8 = 29,0 \text{ м.}$$

Уточнюємо ширину поворотної смуги з кількістю проходів агрегату, виходячи із умови, що її ширина повинна бути кратна ширині захвату агрегату:

$$n = \frac{E_{\min}}{B_p}, \quad (4.13)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

Робочу ширину захвата визначаємо за формулою:

$$B_p = B \cdot \beta, \quad (4.14)$$

де β - коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 0,96$.

$$B_p = 8,4 \cdot 0,96 = 8,1 \text{ м.}$$

Тоді,

$$n = \frac{29}{8,1} = 3,6$$

Приймаємо 4 проходи, отже:

$$E = n \cdot B_p, \quad (4.15)$$

$$E = 4 \cdot 8,1 = 32,4 \text{ м.}$$

За формулою (4.11) середня питома довжина холостого ходу дорівнює 57 м, а середня довжина робочого ходу

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 32,4 = 935,2 \text{ м.}$$

Тоді коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{935,2}{935,22 + 57,0} = 0,94.$$

Баланс часу зміни. Загальна тривалість робочої зміни агрегату на внесенні гербіцидів складається із різноманітних елементів витрат часу. Розподіл змінного робочого часу по категоріям затрат складає баланс часу зміни:

$$T_{зм} = T_p + T_{п.з.} + T_{\phi} + T_{пер} + T_{техн}, \quad (4.16)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

T_p – час зміни, який витрачається на чистоту роботи, год.;

$T_{п.з.}$ – час, який витрачається на виконання підготовчо-заклучних робіт і технічне обслуговування агрегату в загінці, год.;

T_{ϕ} – фізіологічний час, $T_{\phi} = 0,2$ год.;

$T_{пер}$ – час на переїзди, год. ($T_{пер} = 0$, оскільки робота виконується на одному полі);

$T_{техн}$ – час, який витрачається на операції, що повторюються: повороти, заправка розчином гербіцидів баку (технологічний час), год.

Час на технічне обслуговування агрегату визначаємо за формулою:

$$T_{п.з.} = T_A + 7(t_{01}' + t_{02}''), \quad (4.17)$$

де T_A – на виконання підготовчо-заклучних робіт, $T_A = 0,2$ год.;

t_{01}' - технологічний час, який приходиться на 1 год. зміни, що витрачається на культиватор, год.;

t_{02}'' - технологічний час, який приходить на 1 год. зміни, що витрачається на пристрій для внесення гербіцидів, год.

$$t_{01}' = 0,02 \text{ год.}, t_{02}'' = 0,03 \text{ год. Тоді,}$$

$$T_{п.з.} = 0,2 + 7 (0,02 + 0,03) = 0,55 \text{ год.}$$

Підраховуємо час, який витрачається на один цикл:

$$t_{ц} = t_{р.ц.} + t_{х.ц.} + t_{о.ц.}, \quad (4.18)$$

де $t_{р.ц.}$ – час чистої роботи за цикл, год.;

$t_{х.ц.}$ – час який витрачається на повороти за цикл, год.;

$t_{о.ц.}$ – затрати часу на технологічні зупинки за цикл, год.

$$t_{р.ц.} = \frac{2L_p}{V_p}, \quad (4.19)$$

де L_p - робоча довжина гону, м;

V_p – робоча швидкість руху, км/год.

$$t_{х.ц.} = \frac{2L_x}{V_x}, \quad (4.20)$$

де L_x – середня довжина холостого повороту в кінці гону, м;

V_x – швидкість холостого ходу, км/год.

$$t_{о.ц.} = \frac{2L_p}{L_{техн}} \cdot t_{оз}, \quad (4.21)$$

де $L_{техн}$ – відстань між переzapравками, м;

$t_{оз}$ – витрати часу на технологічні зупинки, год.

Відстань між переzapравками агрегату розраховуємо за формулою:

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 \cdot V \cdot \gamma \cdot \lambda}{g \cdot B_p}, \quad (4.22)$$

де V – об'єм баку агрегату, м^3 ;

γ - густина, $\text{кг}/\text{м}^3$;

λ - коефіцієнт використання об'єму технологічної місткості, $\lambda = 0,97$.

Тоді,

$$L_{\text{техн}} = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 0,98 \cdot 0,97}{0,13 \cdot 14} = 6790 \text{ м.}$$

Підраховуємо час, який затрачається на один цикл:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 0,9464}{9} + \frac{2 \cdot 0,09}{6} + \frac{2 \cdot 0,9464}{6,79} \cdot 0,3 = 0,32 \text{ год.}$$

Визначаємо кількість циклів:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{ч}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (4.23)$$

де $T_{\text{зм}}$ – час зміни, год.;

$T_{\text{ч}}$ – чистий час роботи агрегату, год.;

$t_{\text{ц}}$ – час, який витрачається на цикл, год.

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,92}{0,32} = 19.$$

Визначаємо час, який витрачається на заправку агрегату за формулою:

$$T_3 = n_{\text{ц}} \cdot t_3, \quad (4.24)$$

$$T_3 = 19 \cdot 0,06 = 1,14 \text{ год.}$$

Визначаємо час, який затрачається на холості ходи:

$$T_x = \pi_{\text{ц}} \cdot t_{\text{х.ц}}, \quad (4.25)$$

$$T_x = 19 \cdot 0,03 = 0,57 \text{ год.}$$

Тоді,

$$T_{\text{техн}} = T_{\text{ц}} + T_x = 1,14 + 0,57 = 1,69 \text{ год.}$$

За формулою (4.16) визначаємо тривалість чистої роботи агрегату:

$$T_p = T_{\text{зм}} - T_{\text{п.з.}} - T_{\text{ф}} - T_{\text{пер}} - T_{\text{техн}} = 7 - 0,55 - 0,2 - 0 - 1,69 = 4,56 \text{ год.}$$

Визначення змінної продуктивності агрегату.

Змінну продуктивність агрегату визначаємо за формулою:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (4.26)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.;

T_p – час роботи агрегату, год.

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 8,1 \cdot 7 \cdot 4,56 = 25,86 \text{ га.}$$

Погектарні витрати палива визначаємо за формулою:

$$g_n = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{W_{\text{зм}}}, \quad (4.27)$$

де G_p – годинні витрати палива на основній роботі, кг/га;

G_x – годинні витрати палива на поворотах, кг/га;

G_o – годинні витрати палива на зупинках, кг/га;

T_x – час холостого руху агрегату, год.;

T_o – час зупинок агрегату, год.;

T_p – робочий час агрегату, год.

$W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, га.

$$g_n = \frac{25 \cdot 3,99 + 11,5 \cdot 0,57 + 2,5 \cdot 2,4}{48,12} = 2,35 \text{ кг/га.}$$

По проведеним розрахункам розробляємо операційно-технологічну карту на внесення гербіцидів з одночасним передпосівним обробітком ґрунту.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Організація робіт з охорони праці

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», які затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

Організація роботи з охорони праці щодо технічного обслуговування машинно-тракторного парку у господарствах і на підприємствах покладається на головного інженера, на пунктах технічного обслуговування на безпосередніх керівників цих підрозділів.

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки і охорони праці (інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри й інші керівники), зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі;
- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварочних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;
- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;

- вимагати дотримання штатними працівниками і особами, що працюють за трудовою угодою, правил та інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;
- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Усі працівники, що влаштовуються на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазоварювальні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Важливим у зниженні виробничого травматизму є пропаганда безпечних методів ведення робіт, тому керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок з техніки безпеки.

Куточок з техніки безпеки організується у спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів та інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

5.2 Безпека при застосуванні хімічних речовин

У сучасному сільськогосподарському виробництві, широко використовуються такі хімічні речовини, як пестициди, мінеральні добрива,

розчинники, фарба, лаки, кислота та ін., їх проникнення у повітря робочої зони або навколишнє середовище, в продукти харчування, на одяг працюючих створюють умови для виникнення гострих хронічних отруєнь людей та тварин.

Пестициди застосовуються для боротьби із шкідниками сільськогосподарських культур. При виробництві, застосуванні та зберіганні пестицидів (ДНАОПО 03-1. 12-73 №1123-73) необхідно врахувати їх основні особливості запобігти їх циркуляції у біосфері, концентрації препаратів, необхідні для знищення шкідників, одночасно небезпечні для людини (зменшувати їх неможливо оскільки препарати втрачають свої властивості). При роботі з пестицидами потрібний комплексний захист органів дихання від парів і аерозолів. Для боротьби з бур'янами при вирощуванні кукурудзи застосовують гербіциди: радикан, диален, алірокс, лон трен, аміачну сіль та інші які належать до мало небезпечних речовин.

Мінеральні добрива при застосуванні, зберіганні та транспортуванні можуть надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих. Азотні, фосфорні та калійні добрива здатні сильно подразнювати шкіру, слизову порожнину.

До робіт з хімічними речовинами не допускаються особи віком до 18 років, чоловіки старше 55 років та жінки – 50 років, вагітні жінки та матері, що годують немовлят, а також особи (за рішенням медичної комісії) які перенесли інфекційні захворювання або хірургічні операції або виявлені такі хвороби як туберкульоз, захворювання нервової системи, психічні захворювання та інші. [19]

Особи що допущенні після комісії, допускаються до роботи з хімічними речовинами при умові проходження відповідного навчання з охорони праці,

інструктажів, при забезпеченні засобами індивідуального захисту і наявності медичної книжки.

Категорично забороняється під час роботи з хімічними речовинами вживати алкоголь, бо він сприяє інтенсивному всмоктувані отруйних речовин в кров. На місці роботи з отруйними речовинами забороняється палити та приймати їжу. Прийом їжі в польових умовах дозволяється на відстані 200 м від оброблених ділянок. Там повинна бути вода, мило та рушник. Перед прийняттям їжі знімають спецодяг, миють руки, обличчя, полощуть ротову порожнину.

При сівбі протруєним насінням прямий контакт сівача з насінням не дозволяється. Під час сівби кришки сівалок повинні бути щільно зачинені. Забороняється сидіти на мішках з протруєним насінням, перевозити його з продуктами харчування.

5.3 Вимоги безпеки до удосконаленого культиватора

До експлуатації та обслуговування культиватора повинні допускатися особи, які закінчили курси з вивчення конструкції і правил експлуатації машини. В експлуатаційній документації має бути зазначено, що до роботи з культиватором, допускаються особи, які ознайомлені з будовою та правилами його експлуатації.

Культиватор має бути обладнаний світлоповертачами згідно з ГОСТ 8769. Дopusкається також нанесення на елементи конструкції агрегату чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм.

Вузли і деталі гідросистеми культиватора мають бути надійними, виключати витікання масла і самовільне опускання робочих органів. Гідросистема культиватора повинна з'єднуватись з гідросистемою енергозасобу за допомогою розподільчих муфт.

Культиватор має мати крім причіпного пристрою, страховий ланцюг або трос. Культиватор має бути обладнаний механічними розтяжками для надійності фіксації бокових секцій культиватора і транспортного ходу для далекого транспортування. На культиваторі повинні бути нанесені попереджувальні надписи: “Увага! Перевір надійність фіксації бокових секцій. Не стій поблизу бокових секцій.”

Попадання на ґрунт паливо-мастильних речовин (масло, дизельне пальне, солідол і т. п.) під час агрегаткування культиватора з енергозасобом, а також у процесі експлуатації не допускається. Розміщення маслянок повинно забезпечувати зручний і безпечний доступ до них.

Культиватор повинен бути обладнаний комплектом інструменту, необхідним для обслуговування його у польових умовах. Для очищення лап і борінок культиватор повинен бути укомплектований ручним чистиком. На великогабаритних вузлах культиватора мають бути позначені місця стропування згідно ГОСТ 14 192.

Технічне обслуговування культиватора, як і інших ґрунтообробних машин, проводиться щозмінне та післясезонне.

Щозмінне технічне обслуговування культиватора проводять одночасного з обслуговуванням трактора, з яким він працює. При щозмінному технічному обслуговуванні очищують культиватор від землі та рослинних решток. Перевіряють стан робочих органів, кріплення всіх складальних одиниць культиватора, особливо кріплення робочих органів та секцій. У разі необхідності замінюють робочі органи і підтягують ослаблені кріплення. Всі тертьові поверхні змащують згідно з картою мащення культиватора. Перевіряють стан шин і тиск повітря в них.

Післясезонне технічне обслуговування виконують при встановленні культиватора на зберігання. При цьому, крім операцій щозмінного технічного обслуговування виконують ще й такі роботи.

Проводять огляд і дають оцінку стану культиватора, визначають можливість його дальшого використання без ремонту, у разі необхідності ремонтують. На непридатні для роботи деталі складають дефектну відомість і передають механіку для оформлення заявки на їх придбання, якщо не можна виготовити ці деталі у майстернях господарства.

Деталі з пошкодженою фарбою підфарбовують. Усі тертьові поверхні деталей та складальних одиниць очищають від бруду і змащують густим мастилом. Особливо ретельно очищають туковисівні апарати, промивають гасом і змащують. Колеса з пневматичними шинами перебирають. Камери посипають тальком. Шини при зберіганні захищають від сонячних променів.

Зберігають культиватори під навісом або на відкритих майданчиках з твердим покриттям. Під робочі органи ставлять підкладки. При зберіганні на відкритих майданчиках знімають гідро циліндри, шланги гідросистеми і здають на склад. З гідроциліндрів і маслопроводів гідравлічної системи випускають масло. Інструмент та запасні частини, що додаються до культиватора, очищають, змащують, чіпляють бирки з номерами машин і здають на склад. При зберіганні культиваторів періодично оглядають їх стан чистиком.

5.4 Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на вирощуванні сільськогосподарських культур, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначаємо шляхом визначення робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції. Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 - Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
1. Костюм з полежахисної тканини	12	28
2. Комбінезон з кислотнозахисної тканини	змінний	2
3. Рукавиці комбіновані	6	56
4. Рукавиці гумові	4	8
5. Чоботи гумові	24	2
6. Нарукавники	змінні	2
7. Окуляри захисні	до зношування	24
8. Респіратор	до зношування	8

5.5 Розрахунок транспортного пристрою культиватора

Транспортний пристрій культиватора - це рама, яка складається з двох стійок і ригеля (рис. 5.1). По центру ригеля рами діють $2/3$ сили ваги культиватора.

Визначення статичної невизначеності рами складається з перевірки ригеля на міцність і перевірки вертикальних стійок на стійкість.



Рисунок .1 - Розрахункова схема рами транспортного пристрою культиватора

Ригель – це балка на двох опорах, по центру на ригель діє сила $F = 6$ кН (рис. 5.2). Поперечний переріз балки - квадратно-трубчатий, сторона квадрату $a = 0,08$ м, товщина стінки $b = 0,005$ м.

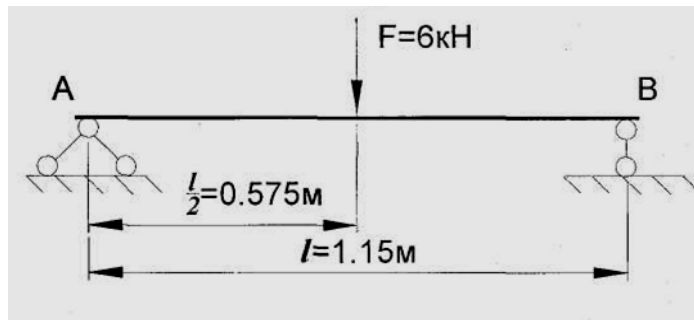


Рисунок 5.2 - Схема для розрахунку ригеля

Визначаємо реакції опор балки

$$R_A = R_B = F/2 = 6/2 = 3 \text{ кН.}$$

Перевіряємо правильність обчислених реакцій

$$\sum Y = 0; \quad R_A - F + R_B = 0; \quad 3 - 6 + 3 = 0.$$

Отже, реакції розраховано вірно.

Будуємо епюри поперечних сил $Q(x)$ і згинальних моментів $M(x)$, використовуючи метод перерізів і правило знаків для силових факторів.

Ділянка 1 (рис. 5.3а) $0 \leq x_1 \leq 0,575$ м (справа).

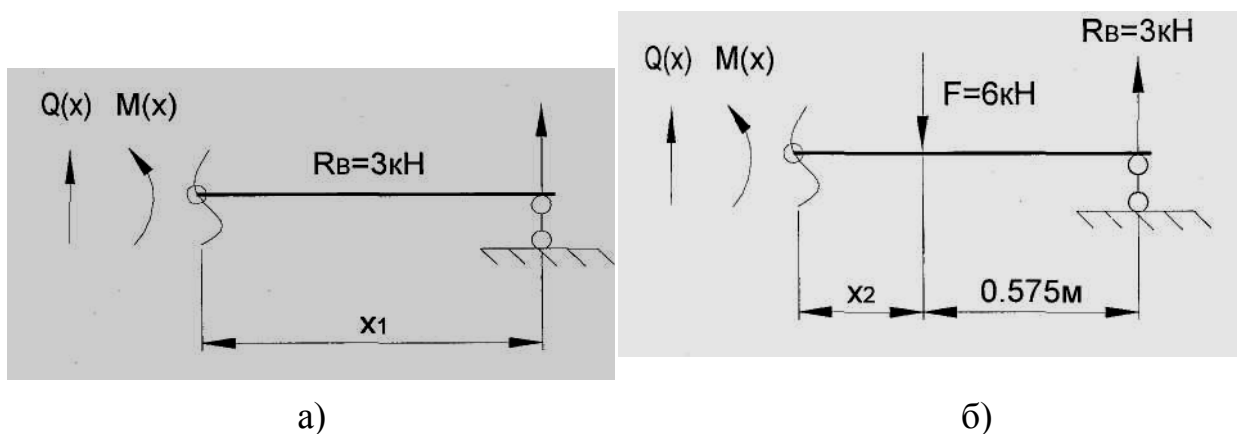


Рисунок 5.3 - Схеми до розрахунків

Рівняння поперечної сили

$$Q \curvearrowright = -R_B = -3 \text{ кН.}$$

Рівняння згинальних моментів -

$$M \curvearrowright = R_B \cdot x_1 = 3 \cdot x_1;$$

при $x_1 = 0$, $M(x) = 0$; При $x_1 = 0,575 \text{ м}$, $M(x) = 3 \cdot 0,575 = 1,725 \text{ кНм}$.

Ділянка 2 (рис.5.36) -

$$0 \leq x_2 \leq 0,575 \text{ м.}$$

Рівняння поперечних сил

$$Q \curvearrowright = -R_B + F = -3 + 6 = 3 \text{ кН.}$$

Рівняння згинальних моментів

$$M \curvearrowright = R_B \cdot 0,575 + x_2 \curvearrowright F \cdot x_2 = 3 \cdot 0,575 + x_2 \curvearrowright 6 \cdot x_2 = 1,725 - 3 \cdot x_2;$$

при $x_2 = 0$, $M(x) = 1,725 \text{ кН}$; при $x_2 = 0,575 \text{ м}$, $M(x) = 1,725 - 3 \cdot 0,575 = 0$.

Будуємо епюри перерізаючих сил $Q(x)$ і згинальних моментів $M(x)$ для ригеля (рис. 5.4).

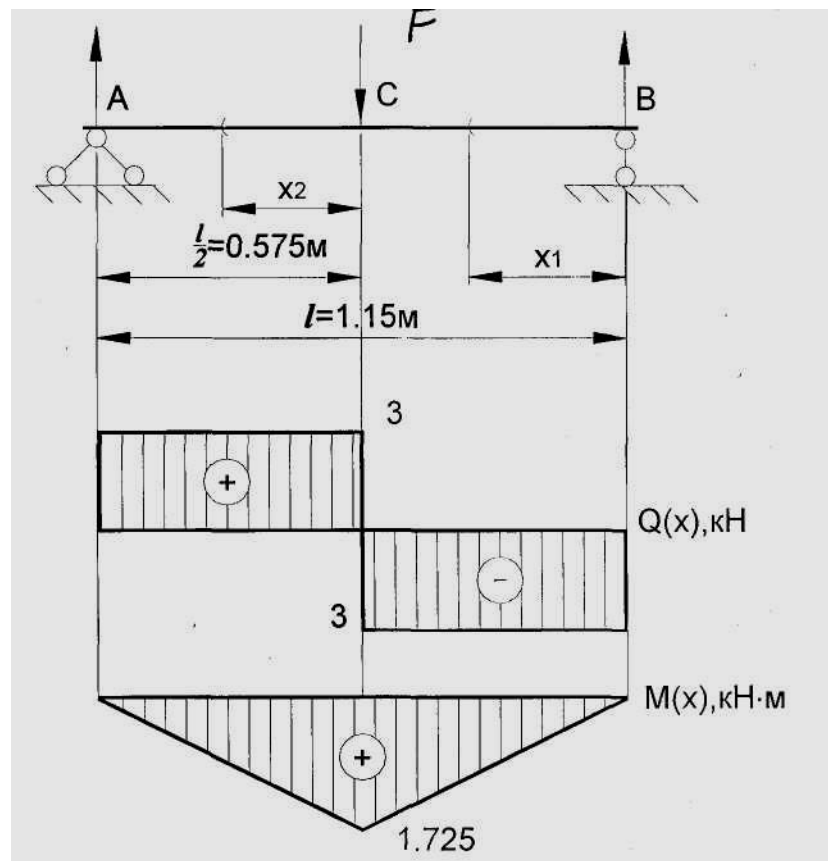


Рисунок 5.4 - Розрахункова схема ригеля з епюрами $Q(x)$ і $M(x)$

З епюр знаходимо найбільші величини згинального моменту і поперечної сили:

$$M_{\max} = 1,725 \text{ кНм}; \quad Q_{\max} = 6 \text{ кН}.$$

З умови міцності за нормальними напруженнями при згині знаходимо необхідний осьовий момент опору поперечного перерізу стійки культиватора

$$\frac{M_{\max}}{W_Z} \leq \sigma_{\text{доп}}. \quad (5.1)$$

Підставивши числові дані отримаємо, що необхідний момент опору перерізу

$$W_Z \geq \frac{M_{\max}}{\sigma_{\text{доп}}} = \frac{1,725 \cdot 10^{-3}}{160 \cdot 10^6} = 10,78 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 10,78 \text{ см}^3.$$

У розглядуваному ригелі, поперечний переріз якого трубчастий, фактичний осьовий момент опору поперечного перерізу знайдемо, виразивши його через геометричні характеристики

$$W_{ZP} = \frac{a^3}{6} - \frac{a_1^3}{6}, \quad (5.2)$$

де a - зовнішня сторона перерізу, $a = 8 \text{ см} = 80 \text{ мм}$;

a_1 - внутрішня сторона перерізу, $a_1 = 7 \text{ см} = 70 \text{ мм}$;

Підставивши числові дані, отримаємо

$$W_{ZP} = \frac{8^3}{6} - \frac{7^3}{6} = 39,56 \text{ см}^3.$$

Умові міцності виконується, оскільки $W_{ZP} > W_Z$, коефіцієнт запасу при цьому

$$n = \frac{W_{ZP}}{W_Z} = \frac{39,56}{10,78} \approx 3.$$

5.6 Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці).
Проводиться щорічно.

2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці). Березень 2021 року.
3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.
4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Травень 2021 року.
5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Квітень 2021 року.
6. Провести 32–годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2021 року.
7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.

6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати по певним показникам. На реалізацію нововведення потрібні певні затрати, або можливе більш повне і правильне використання машин і енергетичних засобів, що використовуються в базовому варіанті.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прямі і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці. Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи: витрати, що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з оплатою праці; витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й втрати паливно-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Розрахуємо економічну ефективність нового варіанту внесення гербіцидів. За базу для порівняння вибрана наступна технологічна схема: внесення гербіцидів здійснюється штанговим обприскувачем ОПШ-15, який агрегує трактор ЮМЗ-6КЛ, а для заробки гербіцидів в ґрунт використовують культиватор КШП-8,0 з трактором Т-150К. Продуктивність обприскувача буде визначатися продуктивністю культиватора і буде становити $W = 3,69$ га/год. Кожен агрегат обслуговує один механізатор, оплату праці яким здійснюють по V-му розряду тарифної сітки.

По новому варіанту внесення і загортання гербіцидів здійснюється одним агрегатом (Т150К + культиватор КШП-8,0 + обприскувач ПОМ-630). Агрегат

обслуговує один механізатор, оплату праці якому також здійснюють по V-му розряду. Продуктивність агрегату також буде становити $W = 3,69$ га/год.

Затрати праці на виконання операції визначаються по формулі:

$$Z_{\text{п}} = \frac{m}{W} \quad (6.1)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при виконанні двох операцій по базовій технології становитимуть:

$$(Z_{\text{п}})^{\text{б}} = \frac{m}{W_{\text{год}}} = \frac{2}{3,69} = 0,54 \text{ люд.-год./га}$$

Для комбінованого агрегату, який обслуговує один чоловік, затрати праці складатимуть:

$$(Z_{\text{п}})^{\text{н}} = \frac{m}{W_{\text{год}}} = \frac{1}{3,69} = 0,27 \text{ люд.-год./га}$$

Як бачимо, спостерігається зниження затрат праці на 0,27 люд-год./га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати $C_{\text{пит}}$ (грн./га), на виконання механізованих робіт визначають за формулою:

$$C_{\text{пит}} = C_{\text{оп}} + C_{\text{пмм}} + C_{\text{ра}} + C_{\text{кто}} \quad (6.2)$$

де $C_{\text{оп}}$ – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{\text{пмм}}$ – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{\text{ра}}$ – відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому, грн./га;

$C_{\text{кто}}$ – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату, грн./га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу, можна визначити за формулою:

$$C_{\text{оп}} = \frac{m_1 \cdot f_1 + m_2 \cdot f_2}{W_{\text{зм}}}, \quad (6.3)$$

де m_1 і m_2 – кількість працівників, які обслуговують агрегат окремо за кожною кваліфікацією;

f_1 і f_2 – оплата праці за змінну норму виробітку працівника кожної кваліфікації;

$W_{\text{зм}}$ – змінна норма виробітку, га.

По базовій технології внесення і заробку гербіцидів проводиться двома агрегатами, які обслуговують два механізатори з оплатою праці по п'ятому (культивация) та шостому розряду (внесення гербіцидів). Враховуючи, що з 1 січня 2021 р. мінімальна заробітна плата становить 6000 грн., оплата за норму виробітку становить 250 грн. Тоді, витрати на оплату праці для базового набору машин становитимуть

$$C_{\text{оп}}^{\text{б}} = \frac{1 \cdot 250 + 1 \cdot 250}{25,86} = 19,33 \text{ грн./га.}$$

Внесення гербіцидів і його заробка по новій технології проводиться одним агрегатом, який обслуговує один механізатор. Оплату праці йому здійснюють по шостому розряду. Тоді, оплата праці обслуговуючого персоналу по новій технології з врахуванням підвищення зарплати буде становити

$$C_{\text{оп}}^{\text{б}} = \frac{1 \cdot 250}{25,86} = 9,67 \text{ грн./га.}$$

Вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га, можна визначити за формулою:

$$C_{\text{пмм}} = C_{\text{к}} \cdot g_{\text{га}} \quad (6.4)$$

де $C_{\text{к}}$ – комплексна ціна 1 л палива з урахуванням основного палива, пускового бензину і мастильних матеріалів, $C_{\text{к}} = 25,7$ грн./кг;

$g_{га}$ – витрата палива, кг/га.

По базовій технології витрата палива на виконання змінної норми для першого агрегату становить: $g_{га} = 1,5$ кг/га, для другого - $g_{га} = 3,5$ кг/га. Тому, вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів становлять

$$C_{пмм}^6 = (1,5 + 3,5) \cdot 25,7 = 128,5 \text{ грн./га.}$$

По новій технології витрати палива на одиницю виконаної роботи становлять $g_{га} = 2,35$ кг/га. Тоді, затрати на паливо-мастильні матеріали становитимуть

$$C_{пмм}^H = 2,35 \cdot 25,7 = 60,40 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті $C_{ра}$ грн./га визначаються за рівнянням

$$C_{ра} = \frac{\alpha_{рт} \cdot B_T}{100 \cdot W_{га} \cdot t_{фТ}} + \frac{\alpha_{рм} \cdot B_M}{100 \cdot W_{га} \cdot t_{фМ}} \quad (6.5)$$

де $\alpha_{рт}$ і $\alpha_{рм}$ – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідного трактора і машини, %;

B_T і B_M – балансова вартість відповідно трактора і робочої машини, грн.;

$W_{г.ек}$ – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_{фТ}$ $t_{фМ}$ – зональне річне завантаження відповідно трактора і робочої машини, год.

Для базової технології відрахування на реновацію будуть становити для агрегату ЮМЗ-6 + ОПШ-15

$$C_{ра}^6 = \frac{10 \cdot 68580}{100 \cdot 3,69 \cdot 1600} + \frac{20 \cdot 7770}{100 \cdot 3,69 \cdot 320} = 2,48 \text{ грн./га.}$$

Для агрегату Т-150К + КШП-8,0

$$C_{pa}^{\prime} = \frac{10 \cdot 138500}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{14,2 \cdot 19525}{100 \cdot 3,69 \cdot 200} = 6,27 \text{ грн./га.}$$

Отже, сумарні відрахування по базовій технології становлять

$$C_{pa}^{\sigma} = 2,48 + 6,27 = 8,75 \text{ грн./га.}$$

В новій технології в комбінованому агрегаті використовується додаткова ємність, вартість якої становить 10 % від вартості обприскувача ПОМ-630, тобто

$$B_{\epsilon} = 0,1B_M = 9430 \cdot 0,1 = 943 \text{ грн.}$$

Тоді, вартість обприскувача становитиме:

$$B_M^{\prime} = B_M + B_{\epsilon} = 9430 + 943 = 10373 \text{ грн.}$$

Таким чином, відрахування на реновацію по новій технології становитимуть

$$C_{pa}^{\prime} = \frac{10 \cdot 138500}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{14,2 \cdot 19525}{100 \cdot 3,69 \cdot 200} + \frac{20 \cdot 10373}{100 \cdot 3,69 \cdot 320} = 8,02 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і на поточний ремонт, а також технічне обслуговування, $C_{кто}$, грн./га, обчислюються за формулою:

$$C_{кто} = \frac{\alpha_{кт} \cdot B_T}{100 \cdot W_{г.ек} \cdot t_{нт}} + \frac{1}{100 \cdot W_{г.ек}} \cdot \frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_{нт}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_{нм}} \quad (6.6)$$

де $\alpha_{кт}$ – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

α_T і α_M – норма річних відрахувань на поточний ремонт від балансової вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

$t_{нт}$ і $t_{нм}$ – нормативне річне завантаження відповідно трактора і робочої машини, год.

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування по базовій технології становить:

для агрегату ЮМЗ - 6 + ОПШ-15

$$C_{\text{кто}}^{\text{б1}} = \frac{5 \cdot 68580}{100 \cdot 3,69 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left(\frac{8 \cdot 68580}{1600} + \frac{9 \cdot 7770}{320} \right) = 2,32 \text{ грн./га.}$$

для агрегату Т-150К + КШП-8,0

$$C_{\text{кто}}^{\text{б2}} = \frac{5 \cdot 138500}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left(\frac{8 \cdot 138500}{1500} + \frac{12,5 \cdot 19525}{200} \right) = 7,22 \text{ грн./га.}$$

Сумарні витрати на ремонти і ТО для базової технології будуть становити

$$C_{\text{кто}} = 2,32 + 7,22 = 9,54 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і поточний ремонти і технічне обслуговування по новій технології становлять

$$C_{\text{кто}}^{\text{н}} = \frac{5 \cdot 138500}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left(\frac{8 \cdot 138500}{1500} + \frac{12,5 \cdot 19525}{200} + \frac{9 \cdot 10370}{320} \right) = 8,10 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базової технології становлять

$$C_{\text{нум}}^{\text{б}} = 19,33 + 128,50 + 8,75 + 9,54 = 166,12 \text{ грн./га.}$$

Для нового комбінованого агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять

$$C_{\text{нум}}^{\text{н}} = 9,67 + 60,40 + 8,02 + 8,1 = 86,19 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, економічні розрахунки показують, що при впровадженні комбінованого агрегату питомі експлуатаційні витрати зменшаться на

$$E_e = 166,12 - 86,19 = 79,93 \text{ грн./га}$$

При впровадженні комбінованого агрегату на площі 100 га річний економічний ефект становитиме

$$E_p = 79,93 \cdot 100 = 7993 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 - Результати розрахунку економічної ефективності проекту

Найменування показника	Набір машин		Відхилення +, -
	Базовий	Новий	
Продуктивність, га/год.	3,69	3,69	0
Затрати праці, люд-год./га	0,54	0,27	- 0,27
Прямі питомі експлуатаційні затрати, грн./га	166,12	86,19	- 79,93
в т. ч.- оплата праці з нарахуваннями, грн./га	19,33	9,67	- 9,66
- затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га	128,50	60,40	-68,10
- відрахування на реновацію, грн./га	8,75	8,02	-0,73
- затрати на ремонт і ТО, грн./га	9,54	8,10	- 1,44
Річний економічний ефект, грн..		7993	
Затрати на модернізацію машини, грн.		943	
Строк окупності затрат, років		0,12	

Строк окупності затрат на модернізацію комбінованого агрегату визначимо по формулі:

$$O = \frac{B_M - B_M}{E_p}, \quad (6.7)$$

де B_{MM} – вартість модернізації ПОМ-630, грн.

$$O = \frac{10373 - 9430}{7993} \approx 0,12 \text{ рік.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності проекту заносимо в таблицю 6.1. Таким чином, впровадження комбінованого агрегату економічно вигідно для господарства.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Матеріально-технічна база багатьох господарств (в тому числі і ФГ «Нове») ще є застарілою і її необхідно удосконалювати шляхом застосування новітніх технологій і комплексів машин. Це дасть можливість покращити економічні показники господарства за рахунок підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Машини для вирощування кукурудзи в господарстві ще можна використовувати. Але для збільшення продуктивності і необхідної якості у відповідності із агротехнічними вимогами необхідно удосконалювати різні робочі органи машин і застосовувати сучасні технології.

2. Аналіз наукової літератури, патентів, досліджень і практичних даних дозволив нам вибрати оптимальні для даного господарства елементи технології вирощування кукурудзи. А аналіз технологій вирощування кукурудзи показує, що її урожайність в значній мірі залежить від забур'яненості посівів, а тому для зменшення забур'яненості при вирощуванні цієї культури необхідно вносити гербіциди. Проведені розрахунки технологічної карти дали можливість визначити потребу в ресурсах і показники ефективності.

3. Для боротьби з бур'янами на посівах більшість гербіцидів передбачається вносити в ґрунт весною до передпосівного обробітку. Причому з метою зменшення втрат легких гербіцидів заробляти їх в ґрунт необхідно на глибину 10...12 см при інтенсивному перемішуванні ґрунту. Досягти зазначеного можна якщо заробляти гербіциди, після їх внесення культиваторами з ротаційними боронами. Тривалість між внесенням гербіциду і його загортанням в ґрунт не повинна перевищувати 15 хв.

4. Розроблений комбінований агрегат дозволить без розриву в часі вносити і заробляти в ґрунт легкі гербіциди, що дасть змогу збільшити зв'язаність їх з ґрунтом і тим самим підвищити ефективність дії, зменшити

дози внесення препаратів, зменшуючи при цьому витрати на виробництво продукції.

5. Проведені розрахунки дали можливість визначити оптимальні параметри робочих органів і режими роботи комбінованого агрегату. А визначені технологічні показники його роботи зведені в операційно-технологічну карту на внесення і заробку гербіцидів. Визначено всі основні показники роботи агрегату, що дає змогу для оптимального планування робіт.

6. Розроблено заходи по покращенню охорони праці, які можуть бути використані при проведенні інструктажів на робочому місці перед початком польових робіт, проведенні навчання працівників господарства і оновленню засобів з охорони праці. Заходи з охорони праці підвищать безпеку і комфортність роботи в господарстві.

7. Запровадження розробленого комбінованого агрегату дасть змогу одержати економічний ефект в сумі 7993 грн. в рік, а додаткові витрати окупляться протягом першого року його використання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цехмейструк М.Г., Музафаров Н.М., Манько К.М. Аспекти вирощування кукурудзи/ Агробізнес сьогодні.- №8(279) квітень 2014.–с.37- 42.
2. Шевчук Р., Кириєнко Г., Браценюк В. Економічна ефективність вирощування кукурудзи на зерно/ Аграрний тиждень. Україна. – 22 червня 2015 р. с. 13-18.
3. Моїсєєва М. Увагу „цариці полів” // Пропозиція. – №1, 2006.– с. 56-61.
4. Ларченко К., Гаврилук В. Нові гібриди кукурудзи// Пропозиція. - № 1, 2005. – с. 68-70.
5. Митрофанов О., Альохін А., Демидов С. Вдосконалена технологія вирощування кукурудзи на Півдні України без застосування гербіцидів// Техніка АПК. - №10 (жовтень), 2007. – с. 26-29.
6. Небрат В.П. Аналізуємо цього річне с.-г. виробництво. - //Економіка АПК. - 2000. №11.-С. 10-13.
7. Козуб Г.Н. Кукурудза як високопродуктивна рослина. - //Економіка АПК. - 2000. №2. -С. 15-19.
8. Николаев В.А. Сравнения урожаев по передовим хазяйствам. - //Кукурудза и сорго - 2001. № 6. - С.20-34.
9. Антонов Л.Д. Урожай кукурудзи за рубежом и в нашей стране. - //Кукурудза і сорго - 2002. № 1.-С18-26.
10. Зінченко В.Н. Рослинництво. - К.: Урожай, 2001.
11. Иофинов С.А. Индустриальные технологии возделывания сельскохозяйственных культур.-М.: Агропромиздат, 1989.

12. Машины для хімічного захисту рослин. Посібник /За ред. Кравчука В.І., Войтюка Д.Г. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л.Погорілого. – 2010. – с.184.
13. Кириленко П.П. Методические рекомендации по программированию урожаяев сельскохозяйственных культур. -Полтава: НПО "Элита", 1988.
14. Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.
15. Сільськогосподарські машини /Д.Г.Войтюк, Л.В.Аніскевич, В.В.Іщенко та ін.; за ред.. Д.Г.Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
16. Кобець А.С. Основи теорії робочих органів сільськогосподарських машин: Навчальний посібник/ Дніпропетровський державний аграрний університет. – Дніпропетровськ, 1999. – 204 с.
17. Иофинов С.А., Бабенко Э.П. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка. -М.: Агропромиздат, 1985.
18. Ільченко В.Ю. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. -К.: Урожай, 1993.
19. Фере Н.Э. Пособие по эксплуатации машинно-тракторного парка. - М.: Колос, 1978.
20. Мізін І.А., Омеляненко І.С. Кінематичний розрахунок приводу. Методичні вказівки по курсу деталей машин. - Полтава. 2000.
21. Довідник з опору матеріалів / Пісаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвієв В.В. Відп. Ред. Пісаренко Г.С. – 2-е вид., перероб. і доп. К: Наукова думка, 1988 – 736 с.

22. Механізація вирощування сільськогосподарських культур в Україні/ А.С.Кобець, О.Д.Деркач, М.І.Ролдугін, В.М.Яцук, П.М.Кухаренко, А.М.Пугач; Дніпропетровський державний аграрно-економічний університет. – Дніпропетровськ, 2014. – 285 с.

23. Машиновикористання в землеробстві /В.Ю.Ільченко, Ю.П.Нагірний, А.П. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.

24. Практикум з використання машин у рослинництві/ В.Ю.Ільченко та ін.; Дніпропетр. держ. агр. ун-т.- 2002.

25. Машиновикористання та екологія довкілля: Підручник/ Головчук А.Ф., Лімонт А.С., Бондаренко М.Г. За ред. А.Ф.Головчука. – К.: Грамота, 2007.- 360 с.

26. Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві// Затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542.

27. Вініченко І.І, Сітковська А.О. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства// Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.