

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ  
ТЕХНОЛОГІЙ  
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ  
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: „Підвищення ефективності процесу внесення мінеральних добрив у ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області з удосконаленням конструкції розкидача МВУ-0,5”

Виконав: студент IV курсу групи Аін-41

Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Медвідь Анастасія Богданівна  
(Прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н., в.о. проф. Кузьмінський Р.Д.  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ**  
**ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ**  
**ТЕХНОЛОГІЙ**  
**КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ**  
**ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»  
Зав. кафедри \_\_\_\_\_  
(підпис)  
к.т.н., доцент А.О. Шарибура  
“ \_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 р.

**З А В Д А Н Н Я**  
на дипломний проект студенту  
**Медвідь Анастасії Богданівни**

1. Тема роботи: **„Підвищення ефективності процесу внесення мінеральних добрив у ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області з удосконаленням конструкції розкидача МВУ-0,5”**

Керівник роботи: Кузьмінський Роман Данилович, д.т.н., в.о. професора  
Затверджена наказом по університету 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 12.06.2023 року.

3. Вихідні дані: відомості про конструкційні особливості розкидачів мінеральних добрив; характеристики принципової гідравлічної схеми гідроприводу; показники ефективності роботи розкидачів мінеральних добрив; інструкції з техніки безпеки під час виконання операцій з поверхового внесення мінеральних добрив; методика розрахунку ефективності роботи МТА.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ

4.1. Аналіз об'єкта проектування

4.2. Проектування організаційних обставин внесення мінеральних добрив.

4.3. Удосконалення конструкції розкидача.

4.4. Охорона праці.

4.5. Техніко-економічне оцінення показників ефективності виконання операції.

Висновки та пропозиції

Бібліографічний список

5. Перелік ілюстраційного матеріалу:

- 5.1. Операційно-технологічна карта;  
 5.2. Машинно-тракторний агрегат для внесення добрив  
 5.3. Розкидач добрив гідрофікований (складальне креслення);  
 5.4. Робочі креслення деталей запропонованої конструкції;  
 5.5. Оцінення експлуатаційних витрат.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 5	Кузьмінський Р.Д., д.т.н., в.о. проф. кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. професора О.Д. Семковича			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва			

7. Дата видачі завдання: 9.11.2020 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання розділу: «Характеристика і аналіз діяльності господарства»</i>	30.12.22-17.01.23	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Організація процесу внесення мінеральних добрив»</i>	18.01.23-2.02.23	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Розробка конструкції гідроприводу робочих органів розкидача МВУ-0,5»</i>	3.02.23-21.03.23	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці»</i>	22.03.23-30.04.23	
5.	<i>Виконання розділу: «Економічна ефективність»</i>	31.04.23-6.05.23	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки.</i>	11.05.23-25.05.23	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	26.05.23-12.06.23	

Студент \_\_\_\_\_ Медвідь А.Б.  
 (підпис)

Керівник проекту \_\_\_\_\_ Кузьмінський Р.Д.

УДК 631.171...633.521

Медвідь А.Б. Підвищення ефективності процесу внесення мінеральних добрив у ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області з удосконаленням конструкції розкидача МВУ-0,5.

Дипломний проєкт. Дубляни: Львівський національний університет природокористування, 2023.

70 с. текст. част., 9 рис., 7 табл., 5 арк. ілюстр. матер., А1, 22 бібліогр. джерел.

Кваліфікаційна робота присвячена підвищенню ефективності роботи розкидачів мінеральних добрив, які широко використовуються в існуючих агропідприємствах.

Розроблено операційно-технологічну карту на виконання операції поверхневого внесення мінеральних добрив машинно-тракторним агрегатом у складі МТЗ-82+МВУ-0,5.

Розроблено конструкцію гідравлічного приводу робочих органів розкидача добрив МВУ-0,5, що забезпечує плавніший їх запуск в роботу, ефективніше використання розкидача під час виконання технологічних операцій. Проведено розрахунок елементів гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5, вибрано тиск у гідросистемі, визначено потужність приводу, здійснено розрахунок і вибір напрямної і регулюючої гідроапаратури, трубопроводів і інших елементів, а також розраховано ККД гідроприводу.

Проєкт передбачає заходи безпечних умов праці та охорони навколишнього середовища під час поверхневого внесення мінеральних добрив.

Обґрунтовано економічну ефективність використання тракторів МТЗ-82 в агрегуванні з розкидачами мінеральних добрив МВУ-0,5, обладнаних гідроприводом робочих органів.

## ЗМІСТ

Вступ .....	6
1. Аналіз об'єкта проектування .....	6
1.1. Загальні відомості про підприємство .....	7
1.2. Земельний фонд господарства та структура посівних площ .....	8
1.3. Аналіз результатів господарської діяльності .....	11
1.3.1. Врожайність основних сільськогосподарських культур .....	11
1.3.2. Склад машинно-тракторного парку .....	12
2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ .....	16
2.1. Строки і способи внесення мінеральних добрив .....	16
2.2. Підготовка агрегату до роботи .....	18
2.3. Робота агрегата в загоні .....	21
2.4. Агротехнічні вимоги до технологічного операції внесення твердих мінеральних добрив .....	23
2.5. Розроблення операційної карти внесення мінеральних добрив .....	24
2.6. Контроль і оцінка якості роботи розкидача органічних добрив .....	30
3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЧА .....	32
3.1. Аналіз існуючих конструкцій розкидачів .....	32
3.2. Розробка і опис принципової гідравлічної схеми гідроприводу .....	34
3.3. Розрахунки елементів конструкції гідроприводу .....	36
3.3.1. Розрахунки на міцність зварних швів кронштейну гідроприводу ...	36
3.3.2. Розрахунок болтового з'єднання кріплення кронштейна гідропривода з рамою розкидача .....	39
3.4. Розрахунок гідроприводу машини для внесення мінеральних добрив .....	42
3.4.1. Вхідні дані до розрахунку гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5 .....	44
3.4.2. Вибір схеми гідроприводу .....	45

	5
3.4.3. Розрахунок потужності гідроприводу і вибір номінального тиску ..	45
3.4.4. Вибір і розрахунок гідромоторів .....	46
3.4.5. Вибір і розрахунок насосів .....	48
3.4.6. Вибір напрямної і регулюючої гідроапаратури .....	52
3.4.7. Вибір робочої рідини .....	53
3.4.8. Вибір фільтрів і ємності гідробака .....	54
3.4.9. Вибір і розрахунок трубопроводів .....	55
3.4.10. Визначення потужності і ККД гідроприводу .....	57
4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	59
4.1. Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій .....	59
4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з безпеки праці	60
4.2.1. Рекомендації з охорони праці під час транспортування міндобрив	61
4.2.2. Вимоги безпеки під час використання мінеральних добрив .....	61
4.2.3. Вимоги щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту .....	62
4.3. Пожежна безпека .....	63
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ .....	65
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ .....	68
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК .....	69

## Вступ

Картоплю не дарма величають в Україні "Другим хлібом". Це один із найпоширеніших на сьогодні продуктів харчування. За останні 10–12 років ця культура майже повністю перемістилась на присадибні ділянки, городи, індивідуальні особисті господарства. Вважають, що для вирощування на великих площах це дуже високовитратна і трудомістка культура.

Картопля – єдина культура в Україні, що вирощується переважно у приватному секторі. На городи припадає 98% всієї посадки цієї культури [19, 20]. Україна впевнено перебуває на 8 місці у світі по валовому виробництву картоплі. Попереду Китай, Росія, Індія, США, Польща, Німеччина, Білорусь. Урожайність у 2008 склала лише 139 центнерів картоплі з гектара, тоді як у лідерів рейтингу вона досягає 350—400 центнерів

В бульбах в залежності від місця вирощування і сорту міститься 11–25% крохмалю, близько 2 – білка, 0,3% – жиру. Білок картоплі найбільш повноцінний із усіх рослинних. Він багатий на амінокислоти і відноситься до повноцінних. Із мінеральних речовин картопля найбільш багата на калій (568 мг на 100 г сирової маси) і фосфор (50 мг). У ній містяться солі кальцію, магнію, заліза, вітаміни С і групи В. Завдяки підвищеному вмісту калію картопля сприяє виведенню із організму людини води та хлористого натрію, тим самим покращує обмін речовин. Зважаючи на велику роль цього овоча в харчуванні людства, Генеральною Асамблеєю ООН 2008 рік був проголошений Міжнародним роком картоплі (англ. The International Year of the Potato ).

Тому на сучасному етапі розвитку сільськогосподарського виробництва питання підвищення економічної ефективності картоплярства висувається на перший план.

## 1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

### 1.1. Загальні відомості про підприємство

ФГ „Вінал” розміщене у південно-західній частині Золочівського району Львівської області. До складу господарства входять два населені пункти. Господарство утворене на основі реформування у 1996 р. колгоспу.

Населені пункти господарства з'єднані між собою, районним та обласним центрами шосейними дорогами міжнародного значення (автотрасою Краковець - Вінниця). Найближча залізнична станція знаходиться у с.м.т. Красне на відстані 28 км від основного місця виробництва сільськогосподарської продукції. Відстань до районного центру 35 км, до обласного 30 км.

Основні пункти здачі сільськогосподарської продукції знаходяться у районному центрі – м. Золочів. Зв'язок з районним та обласним центрами здійснюється шосейними дорогами.

Пункти здачі сільськогосподарської продукції розміщені наступним чином:

- зерно - хлібозаготівельний пункт (м. Золочів) 35 км;
- цукрові буряки - Золочівський цукровий завод (м. Золочів) 35 км;
- м'ясо - м'ясо - приймальні пункти (м. Львів) 30 км, м'ясокомбінат (м. Золочів) 35 км;
- молоко - молокопереробний завод (м. Глиняни) 15 км;
- овочі - заготівельні пункти і торгова мережа (м. Золочів та м. Львів) 35 і 30 км.

Господарство багатогалузеве, спеціалізується на виробництві м'ясо-молочної продукції, а також цукрових буряків та зернових культур. Значне місце у структурі товарної продукції займає картопля та овочеві культури.

Земельний масив господарства має форму правильного багатокутника із загальною площею землекористування 1427 га, з яких 1309 га належать до



сільськогосподарських угідь. Господарство спеціалізується на вирощуванні озимих та ярих зернових, цукрових буряків, а також на виробництві молока та м'яса великої рогатої худоби.

Господарство володіє капітальними приміщеннями тваринницьких ферм, тракторної бригади та автопарку, зернотоку, будівельної бригади, млина, контори тощо. Тракторна бригада та автопарк господарства розміщені на спільному земельному масиві і включають в себе сукупність капітальних споруд, у яких здійснюється ремонт, технічне обслуговування та зберігання сільськогосподарської техніки. Так, зокрема господарство володіє капітальним приміщенням ремонтної майстерні, яке збудовано за типовим проектом у 1985 та розраховане на обслуговування 30 тракторів, приміщенням гаражу, у якому на даний час зберігається вся наявна автомобільна техніка, приміщенням пункту технічного обслуговування автомобілів, піднавісами для зберігання мобільних і посівних сільськогосподарських машин та майданчиком з твердим покриттям для зберігання ґрунтообробної техніки.

Поля господарства та основні господарські будівлі з'єднані між собою ґрунтовими дорогами та дорогами із твердим покриттям внутрігосподарського підпорядкування. В міру використання польових доріг, вони поновлюються, а внутрігосподарські дороги підтримуються у належному стані за наявності грошових та матеріальних ресурсів.

## 1.2. Земельний фонд господарства та структура посівних площ

Основним засобом сільськогосподарського виробництва є земля, за кількістю і якістю якої можна судити про сучасні та перспективні можливості виробничої діяльності підприємства. Поліпшення використання земельного фонду як, з точки зору інтенсивності, так і, з точки зору врахування хімічного складу ґрунту та біологічних властивостей

вищуваних рослин є важливим фактором у збільшенні виробництва і зниження собівартості сільськогосподарської продукції.

ФГ „Вінал” володіє земельним фондом, площа і структура якого подана у табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Структура і площі земельного фонду ФГ „Вінал”

Групи і види угідь	Площа, га	Структура (%)	
		Земельних угідь	с.г. угідь
Загальна земельна площа, в	1427	100	-
тому числі с.-г угідь;	1309	91,7	100
з них: - ріллі	985	69,0	75,2
- сіножаті	138	9,7	10,5
- пасовища	149	10,4	11,4
- багаторічні насадження	37	2,6	2,8
Інші угіддя	118	8,3	-

Згідно даних табл. 1.1 загальна земельна площа становить 1427 га, в тому числі 1309 га сільськогосподарських угідь, що становить 91,7 % у структурі загальної земельної площі господарства. Ріллею у господарстві зайнято 985 га, що складає 69,0 % і 75,2 % у структурі земельних та сільськогосподарських угідь відповідно.

Існуюча на даний час у господарстві структура землекористування потребує чіткої системи землеробства, постійного поновлення гумусового шару органічними і мінеральними добривами. Їх недостатнє внесення може призвести до деградації земель.

За останні роки, у господарстві спостерігалася тенденція до зменшення загальної площі землекористування господарства в основному за рахунок ріллі. Це пов'язано, в першу чергу, з виділенням її під індивідуальне використання жителям населених пунктів як для городництва, так і для будівництва.

Структуру та розміри посівних площ сільськогосподарських культур, у ФГ „Вінал” наведено у табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ ФГ „Вінал”

Назва сільськогосподарських культур	Площа, га	Структура, %
Зернові, всього		
з них: - озима пшениця	495	50,3
- озимий ячмінь	285	28,9
- яра пшениця	60	6,1
- овес	80	8,1
- гречка	20	2,0
- озимий ріпак	25	2,5
	25	2,5
Цукрові буряки	250	25,4
Картопля	25	2,5
Кормові коренеплоди	18	1,8
Кукурудза на силос і зелений корм	30	3,0
Однорічні трави	69	7,0
Багаторічні трави	98	9,9
Всього посівних площ	985	100

Аналіз табл. 1.2 показує, що основними у структурі посівних площ господарства є зернові культури (50,3 %). Це є підставою для використання у господарстві зерново-трав'яної сівозміни. Як проміжні культури в ній вирощуються картопля (2,5 %), цукрові буряки (25,4 %) та кукурудза на силос і зелений корм (3,0 %). Дані просапні культури потребують внесення органічних добрив, а тому є добрими попередниками для зернових. Значне місце у структурі посівних площ займають культури, що формують кормову базу для виробництва молока та м'яса ВРХ. Так, для кормових цілей у господарстві вирощуються кормові коренеплоди (1,8 %), однорічні (7,0 %) та багаторічні (9,9 %) трави.

### 1.3. Аналіз результатів господарської діяльності

Результати діяльності сільськогосподарського підприємства визначаються наступними показниками:

- врожайністю вирощуваних сільськогосподарських культур;
- продуктивністю виробництва м'ясо - молочної галузі;
- вартістю та структурою товарної продукції;
- собівартістю виробленої продукції;
- рівнем показників продуктивності праці;
- показниками виробничо-фінансової діяльності.

Розглянемо та проаналізуємо ці показники у наступних пунктах більш детально.

#### 1.3.1. Врожайність основних сільськогосподарських культур

Врожайність – це кількість якісної продукції, яка отримується з одиниці площі. Вона залежить від великої кількості факторів, які в значній мірі обумовлені рівнем господарської діяльності. До цих факторів в першу чергу належать: матеріальні та фінансові можливості господарства; рівень використовуваних технологій; наявність та рівень підготовки виконавців; рівень технологічної та трудової дисципліни тощо. В той же час, є фактори, які не залежать від старання та вміння виробника. До цих факторів, в першу чергу, варто віднести природно-кліматичні умови, які характерні для даного регіону та мають некерований характер.

Врожайність та валовий збір основних видів сільськогосподарських культур за останні три роки у ФГ „Вінал” наведено у табл. 1.3.

Як видно з табл. 1.3, врожайність зернових культур та картоплі за останні три роки знижується. В той же час, спостерігається ріст урожайності цукрових буряків.

Для кормових культур спостерігається ріст урожайності по кормових коренеплодах (8,2 %) та зеленій масі кукурудзи (11,0 %). Врожайність

багаторічних трав має тенденцію до зниження і становить у фізичних одиницях 4,6 ц/га.

Таблиця 1.3 – Врожайність та валовий збір основних видів сільськогосподарських культур ФГ „Вінал”

Назва сільськогосподарської культури	Роки					
	2020		2021		2022	
	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Зернові	18,7	10250,5	15,4	8458	18,3	9058,5
Цукровий буряк	140	33560	125	30560	150	37500
Картопля	97	3250	60	1835	85	2125
Кормові коренеплоди	270	5326	305	5025	294	5292
Кукурудза на силос	153	5418	150	6300	172	5160
Багаторічні трави	22,1	2254,2	19,3	1968,6	17,5	1715

### 1.3.2. Склад машинно-тракторного парку

Машинно-тракторний парк господарства розміщений на тракторній бригаді у с Куровичі. На території тракторної бригади розміщені капітальні споруд ремонтної майстерні, приміщення складу запасних частин, піднавіси для зберігання тракторів та складної сільськогосподарської техніки, майданчики з твердим покриттям для зберігання ґрунтообробної техніки, причепів та великогабаритних машин. На окремій території, відділеній від тракторної бригади, розміщений автогараж. Він оснащений закритими приміщеннями, піднавісами і майданчиком з твердим покриттям для зберігання автомобілів та приміщенням для виконання нескладних ремонтів і технічного обслуговування. Склад паливно-мастильних матеріалів

знаходиться на обвалованій та огороженій території на відстані 300 м від основних господарських споруд.

Ремонтна майстерня побудована у 1985 році за типовим проектом, розрахованим на обслуговування 50 одиниць мобільної техніки. У будівлі майстерні знаходяться мотороремонтний, ковальський, токарний, зварювальний та електроремонтний відділки. Найбільшу площу займає приміщення для розбирання-складання сільськогосподарської техніки. Всі підрозділи ремонтної майстерні оснащені технологічним обладнанням для виконання технічних обслуговувань та поточних ремонтів. Однак, термін використання ремонтно-технологічного обладнання давно використаний і воно потребує заміни.

Машинно-тракторний парк господарства налічує на даний час 14 тракторів, 16 автомобілів та 360 одиниць сільськогосподарських машин. Нажаль, частина машин через значне спрацювання і відсутність запасних частин та коштів на їх придбання не бере участь у процесах виробництва сільськогосподарської продукції. За останній рік таких машин набралось близько 30 % від загального складу машинно-тракторного парку. З кожним роком кількість такої техніки, через значне амортизаційне спрацювання зростає. В той же час, за три останні роки господарство не придбало жодної одиниці техніки. Тому, актуальним для господарства стає питання більш раціонального використання існуючого машинно-тракторного парку. Склад тракторного і автомобільного парку та парку сільськогосподарських машин наведено в табл. 1.4, 1.5 та 1.6.

З табл. 1.4 видно, що розподіл тракторів за тяговим класом є наступним:

- тяговий клас - 3,0 (номінальна сила тяги 30 кН) 3 од. - 21,4%;
- тяговий клас - 2,0 (номінальна сила тяги 20 кН) 1 од. - 7,1%;
- тяговий клас - 1,4 (номінальна сила тяги 14 кН) 9 од. - 64,3%;
- тяговий клас - 0,6 (номінальна сила тяги 6 кН) 1 од. - 7,1%.

Таблиця 1.4 – Склад тракторного парку ФГ „Вінал”

Марка трактора	Кількість фізичних тракторів, од	Коефіцієнт переводу	Кількість умовних тракторів, ум.ет.тр.
ХТЗ-150К-09	2	1,65	3,30
Т-150	1	1,00	1,00
Т-70С	1	0,90	0,90
МТЗ-892	3	0,72	2,16
МТЗ-80	5	0,70	3,50
ЮМЗ-6АКЛ	1	0,60	0,60
Т-16М	1	0,22	0,22
Всього	14	-	11,68

Існуюча структура тракторного парку згідно рекомендацій є нераціональною, оскільки у ній недостатній відсоток припадає на енергонасичені трактори (21,4 %). Як негативну сторону даної структури варто відмітити і недостатню кількість тракторів малих тягових класів. В той же час, кількість універсально-просапних тракторів є надто великою - 64,3 %.

За терміном експлуатації тракторний парк господарства розподіляється наступним чином: 10 і більше років - 60,8 %; 5 і більше років - 36,6 %; менше 5 років - 2,6 %. Ці дані свідчать, що більшість тракторів парку вже відпрацювали свій раціональний термін, а решта наближається до граничного терміну експлуатації. Як наслідок, затрати на експлуатацію та ремонтні втручання з кожним роком зростають.

Таблиця 1.5 – Склад автомобільного парку ФГ „Вінал”

№ з/п	Марка автомобіля	Тип експлуатаційного призначення	Кількість, од
1	ЗАЗ Sens	пасажирські легкові	1
2	ГАЗ-3307	вантажні загального призначення	2
	ГАЗ-33092		3
	Mercedes-Benz Vario 814		1
3	ГАЗ-3307	вантажні-самоскиди	3
	ГАЗ-САЗ-53Б		2
	Mercedes-Benz Atego 815		2
4	КАЗ-608В	сідельні тягачі	1
	Всього		16

Структура автомобільного парку (табл. 1.5) господарства за типом експлуатаційного призначення наступна:

- пасажирські - 1 од. - 6,3 %;
- вантажні загального призначення-6 од.-37,5 %;
- самоскиди - 8 од. - 50,0 %;
- сідельні тягачі - 1 од. - 6,3 %.

Існуюча структура автомобільного парку є характерною для господарств, які спеціалізуються на виробництві зернових та технічних культур і мають достатньо розвинутий м'ясо-молочний напрямок.

За терміном експлуатації автомобільний парк господарства також характеризується значним спрацюванням. Так, найновіший автомобіль закуплено 5 років тому, окремі ж автомобілі експлуатуються понад 20 років.

Це свідчить про необхідність поновлення автомобільного парку з метою зменшення експлуатаційних затрат.

Широка номенклатура та кількісний склад парку сільськогосподарських машин забезпечує виконання комплексу робіт з вирощування всіх культур та обслуговування всіх напрямків, на яких спеціалізується господарство. При цьому, варто відмітити, що значна частина машин вже відслужила рекомендований термін і потребує заміни.



## 2. ПРОЕКТУВАННЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ОБСТАВИН ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

### 2.1. Строки і способи внесення мінеральних добрив

Строки внесення добрив залежать як від біологічних особливостей культури, так і від екологічних умов. Наприклад, в зоні нестійкого зволоження під оранку вносять 80-90% річної норми, решту – в рядки під час сівби цукрових буряків і як раннє підживлення рослин. В зоні недостатнього зволоження 90% річної норми вносять під оранку, решту – весною в рядки.

В зоні достатнього зволоження під оранку треба вносити 80-90% фосфорно-калійних і 45-50% азотних добрив.. Решту туків до повної розрахункової норми доносить весною під культивуацію, при сівбі в рядки і як підживлення рослин. Дослідження, проведені на Чернівецькій державній сільськогосподарській дослідній станції, показали, що у цій зоні строки основного удобрення буряків практично не впливали на урожай коренеплодів. Разом з тим, при внесенні високих доз туків весною під культивуацію порівняно з приорюванням їх восени польова схожість насіння знижувалась на 6,4%, а при локальному внесенні на глибину 14-16 см на відстані 15 см – на 2,6%. Польова схожість насіння значною мірою залежала від погодних умов, і насамперед, від запасів вологи у верхньому шарі ґрунту та тривалості періоду від внесення туків до сівби. При достатніх запасах вологи і сівбі на 8-й день після внесення туків польова схожість насіння знизилася на 1,5-5,1%, при достатніх запасах вологи і сівбі на 6-й день – на 5,1-6,5%, а при незначних запасах вологи і сівбі на 11-й день – на 6,9-11,1%.

Весняне внесення великих доз добрив під культивуацію призводило до дещо більшого випадання рослин під час вегетації, що пояснюється підвищеною концентрацією солей мінеральних добрив в орному шарі

грунту. Так, на час сівби буряків при внесенні добрив восени під оранку вміст нітратів в 30-сантиметровому шарі ґрунту становив 3,82 мг, рухомого фосфору – 23,9 і обмінного калію – 23,5 мг на 100 г ґрунту, а при внесенні їх весною під культивуацію – відповідно 8,75, 30,7 і 33,5 мг на 100 г ґрунту. Найбільш помітно зростала концентрація ґрунтового розчину при недостатніх запасах вологи та відсутності опадів весною, що стримувало вимивання нітратів у нижні шари ґрунту. За умов локального внесення туків на глибину 14-16 см випадання рослин не зростало [8, 14, 19, 20].

Внесення добрив весною сприяє більш інтенсивному росту і розвитку буряків, ніж під осінню оранку. Від внесення туків екраном під культивуацію середня маса одного коренеплоду на початок серпня становила 65,3 г, локально – 66,7 г, а при осінньому загортанні туків у ґрунт – 62,3 г. Це пояснюється вищим вмістом в орному шарі ґрунту основних елементів живлення. Навіть на час збирання буряків вміст нітратів при внесенні туків весною був майже у два рази, а фосфору і калію відповідно на 26,5 і 11,7% вищий, ніж при внесенні добрив восени під оранку.

Урожай буряків та вихід ділових маточних коренеплодів значною мірою залежить від рівномірності заглиблення їх у ґрунті особливо за умов механізованого збирання. Так, на темно-сірих і сірих опідзолених ґрунтах важкого, механічного складу кількість коренеплодів із розміщенням головок нижче і на рівні поверхні ґрунту становило 42-52,2%, а на опідзолених чорноземах з добрими агрофізичними властивостями – 65,6-76%.

На важких ґрунтах при внесенні добрив весною збільшується частина коренеплодів, головки яких помітно виступають над поверхнею ґрунту. На цей показник впливають також густота рослин, кількість опадів за вегетаційний період та розміри коренеплодів. У посушливі роки кількість коренеплодів із значним виходом на поверхню ґрунту була майже в 2 рази більша, ніж в роки з достатньою кількістю опадів. При густоті 110 і більше тисяч рослин на 1 га кількість таких коренеплодів зменшується на 2,7-12,5% порівняно з густотою менше 100 тис./га. Висота головок і розміщення їх у

грунті значною мірою корелюють з розмірами коренеплодів. Чим менша густота, тим більша кількість крупних коренеплодів з високим розміщенням головок над поверхнею ґрунту [8, 14, 19, 20].

З перенесенням повної норми туків з осені на весну зменшується вихід ділових коренеплодів, що пояснюється утворенням більшої кількості коренеплодів розгалуженої форми та деформованих. Так, в середньому за три роки при внесенні добрив весною під культивуацію частина коренеплодів деформованої та розгалуженої форми збільшувала ньому за три роки на темно-сірих та сірих важкосуглинкових ґрунтах Буковини при внесенні високих доз добрив весною технічна довжина коренеплодів була дещо меншою, що позитивно впливає на якість збирання фабричних буряків та висаджування маточних коренеплодів у ґрунт. У першому випадку менше травмується їх хвостова частина, у другому – головки. Довжина дрібних коренеплодів (50-150 і 150-300 г) при внесенні добрив весною порівняно з приорюванням восени була меншою на 2,1 і 1,7 см (14,2 і 9,7%). Це спостерігалось і в більш крупних буряків.

Внесення повної норми туків весною під культивуацію позитивно впливає на вміст у коренеплодах основних елементів живлення: відносна кількість азоту підвищується на 28,3%, фосфору – на 20,6 і калію – на 23,8%. Такі коренеплоди добре зберігаються в осінньо-зимовий період, забезпечують високий урожай і якість насіння.

## 2.2. Підготовка агрегату до роботи

Комплектування машини з трактором та дії перед початком роботи [16]:

1. розташовують трактор на рівному майданчику;
2. колію трактора встановлюють на 1400 мм;
3. карданний вал машини з'єднують з ВВП трактора;

4. перевіряють натягнення усіх ланцюгових контурів приводу;
5. перевіряють усі з'єднання в гідравлічній системі;
6. перевіряють тиск в шинах коліс трактора;
7. обкатують машину на малих обертах двигуна впродовж 15 хв.  
(частота обертання ВВП трактора має бути  $560 \text{ хв}^{-1}$ ).

Регулювання основних показників та перевірку технічного стану машини здійснюють за допомогою таблиці 2.1. [16].

Таблиця 2.1 – Перевірка технічного стану і правильність збирання

№ з/п	Параметри, що перевіряються	Одиниці	Необхідні показники
1	2	3	4
1	Момент затягування гайок коліс	Н·м	180-200
2	Тиск в шинах	МПа	0,25
3	Хід штока гальмівних камер	мм	15-20
4	Осьовий люфт підшипників коліс	мм	До 0,2
5	Наявність мастила в підшипниках	–	Обов'язкове
6	Рівень масла в редукторах	–	по рівнях контрольних пробок
7	Витік рідини в гідроприводі гальм	–	Не допускається
8	Крутний момент, що передається запобіжною муфтою	Н·м	200-220
9	Підтікання мастила з редукторів	–	Не допускається
10	Прогин від зусилля 150-180 Н в середній частині ланцюга приводу:		
	транспортера	мм	10-15
	розкидаючого органу	мм	30-40
11	Стріла прогину нижньої частини ланцюга транспортера	мм	20-30

Технологічне налаштування включає [16]:

1. Перевіряють кріплення основних вузлів розкидача і змащують всі частини, що труться згідно інструкції. Перевіряють, чи не залишилися в

туковій скриньці та механізмах передач сторонні предмети, чи щільно закриваються кришки тукової скриньки. У відкритому положенні кришки повинні надійно замикатися швидкодіючими замками і утримуватися за допомогою скоб, що надягаються на спеціальні гачки. Тарілки мають бути правильно поставлені та надійно закріплені. Перевіряють та при необхідності регулюють натяг ланцюгів механізмів передач.

2. Встановлюють зазор (2 мм) між дном розкидача та висівною тарілкою тукової сівалки (рис. 2.1) підняттям або опусканням скоби 9. Перевіряють і при необхідності регулюють зазор (1,5...2,5 мм) між головкою зуба провідної конічної шестерні 5 та западиною косозубового вінця 6 пересуванням шестерні 5 по валу 3.

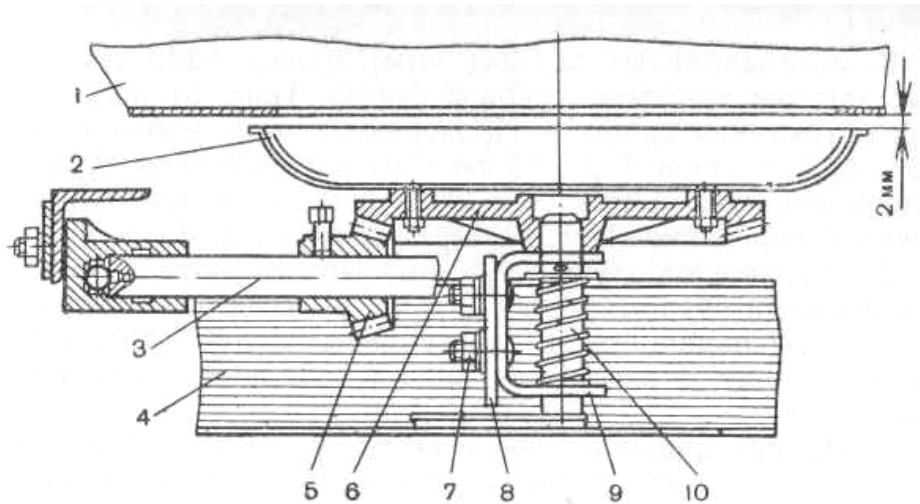


Рисунок 2.1. – Тарілка розкидача МВУ-0,5:

1 – дно тукового ящика; 2 – тарілка; 3 – вал конічних шестерень; 4 – брус рами; 5 – конічна шестерня; 6 – косозубий вінець; 7 – гайка; 8 – косинка бруса; 9 – скоба; 10 – вісь тарілки

3. Регулюють зазор (1...3 мм) між дном тарілки 3 та лопатями скидачів 2 (рис. 2.2). Для цього відпускають гайки підшипників 1 валу скидачів 2 і пересувають косинки 4 вгору або вниз в овальних отворах кріплення.

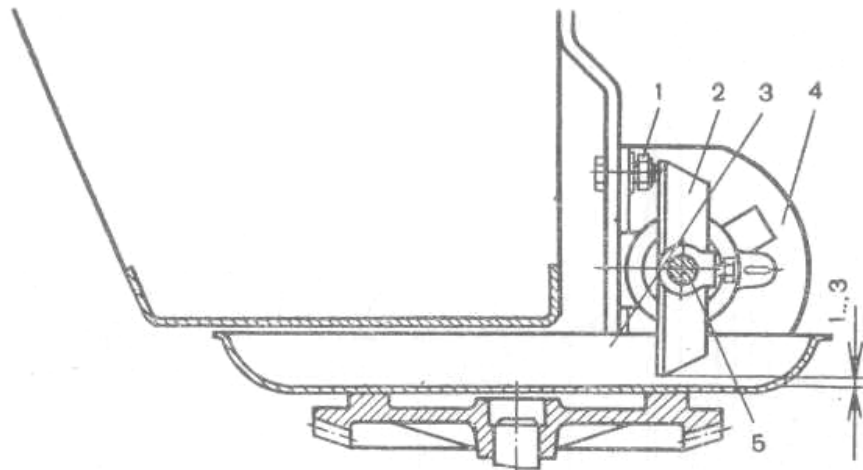


Рисунок 2.2. – Туковисівний апарат розкидача МВУ-0,5:

1 – гайка; 2 – скидач; 3 – тарілка; 4 – косинка; 5 – вал скидачів

4. Регулюють положення заслінки регулятора дози висіву. Встановлюють важіль регулятора на нульовий поділ шкали і перевіряють торкання заслінок дна тарілок. Якщо одна (або кілька) заслінок не торкаються дна тарілок, відпускають гайки та пересувають накладку вліво у овальних отворах тяги. Якщо всі заслінки (або більшість їх) не торкаються дна тарілок, гайки відпускають кріплення шкали і зсувають її вліво і знову затягують гайки. При встановленні регулятора на десяте поділ шкали відстань від кінців заслінок до дна тарілок повинна дорівнювати 10 мм.

5. Встановлюють розкидач на задану дозу внесення добрив. На рівній площадці розстилають брезент і завантажують тукову скриньку добривами. Підбирають дози висіву добрив, близькі до заданих, орієнтуючись насамперед на малі частоти обертання тарілок.

### 2.3. Робота агрегата в загоні

Найбільш раціональний спосіб руху для одномашинних агрегатів, кузовних та навісних відцентрових розкидачів – човниковий. Оператор веде

агрегат осторонь сліду коліс попереднього агрегату на відстані, що дорівнює половині ширини захоплення [8, 14, 19, 20].

При роботі з широкозахватними агрегатами, а також на полях з малою довжиною гону і при неможливості виїзду агрегату за межі поля найбільш доцільним є загінний спосіб руху (рис. 2.3).

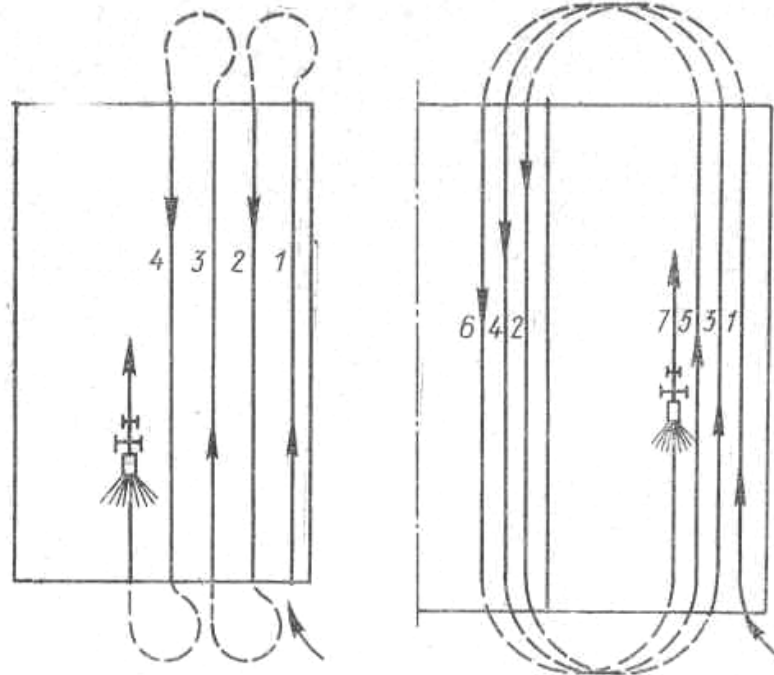


Рисунок 2.3. – Способи руху агрегату при внесенні основного добрива: а – човниковий; б – загінний

При прямоточній технологічній схемі використовують автомобільні та кузовні відцентрові розкидачі, які завантажують добривами на складі, доставляють їх у поле та розсіюють. Ця схема ефективна з відривом поля від складу трохи більше 3 км.

При перевантажувальній технологічній схемі добрива доставляють у поле на автомобілях-самоскидах і перевантажують у кузовні розкидачі. Швидкість руху агрегатів 10-15 км/год.

При розвантаженні розкидачів дозволяється виходити з кабіни тільки при опущеному на землю ковші навантажувача. Під час роботи не можна підходити до навантажувачів із боку робочих органів, стояти на штабелі добрив.

Працюючи з автомобільними та тракторними самоскидними причепами, не можна включати гідроциліндр-підйомного механізму платформи при всіх закритих або відкритих запорах її основи, піднімати завантажену платформу із закритими бортами, а також відкривати запори при піднятій платформі.

Заправляти розкидачі добривами слід тільки при повній зупинці.

Під час роботи з розкидачем забороняється знаходитися поблизу розкидаючих органів машини, оскільки більшість мінеральних добрив токсичні і можуть потрапити в організм через незахищену шкіру та дихальні шляхи [8, 14, 19, 20].

#### 2.4. Агротехнічні вимоги до технологічного операції внесення твердих мінеральних добрив

До внесення мінеральних добрив ставляться такі агротехнічні вимоги: розкидані добрива негайно загортають у ґрунт; дотримуються заданої дози внесення добрив і рівномірності їх розподілу по поверхні поля. Нерівномірність розподілу по ширині розкидання допускається в межах 0...25%, у напрямку руху – 0...10%. Відхилення фактичної дози від заданої має бути не більш як 5 %.

Для внесення мінеральних добрив робочі органи машин мають забезпечувати швидке регулювання норми висіву, вони не повинні забиватись і залипати [8, 14, 19, 20].

Розриви між суміжними проходами розкидачів не допускаються. Перекриття у стикових міжряддях має бути не більш як 3 % ширини захвату агрегату.

Агротехнічні вимоги, які ставляться до операції внесення твердих мінеральних добрив можна сформулювати в таблицю [8, 14, 19, 20].



Таблиця 2.2 – Агротехнічні вимоги, нормативи та допуски при внесенні твердих мінеральних добрив

№ з/п	Назва параметру	Норматив	Допуск	Час визначення показника
1	Якість добрив	В добривах не повинні міститися сторонні предмети	Не допускається	При закладці
2	Початок виконання робіт	Водночас з проведенням основного обробітку ґрунту	За $\pm 2$ год	
3	Кількість днів роботи на одному полі	До 10-12	$\pm 2$	Під час роботи
4	Відхилення від норм внесення	14-25%	Не більше $\pm 15\%$ від норми внесення	В день проведення
5	Відхилення від ширини внесення	До 5%	На рівних ділянках не більше $\pm 3\%$	В день проведення
6	Відхилення від величини перекриття	Не більше 20см	$\pm 5$	В день проведення

Глибина загортання мінеральних добрив становить 15...25 см, причому на піщаних ґрунтах їх заорюють глибше. Час між внесенням добрив і їх загортанням не повинен перевищувати 2 год для органічних добрив [8, 14, 19, 20].

### 2.5. Розроблення операційної карти внесення мінеральних добрив

В агрегатах, робочі органи яких приводяться в дію від валу відбору потужності ВВП, крім опору пересуванню виникає ще й додатковий опір внаслідок приведення механізмів у дію.

Вибираємо трактор МТЗ-82 (маса  $G_{mp}=33400$  Н) і розкидач мінеральних добрив МВУ-0,5 (маса  $G_M=5545$  Н); коефіцієнт опору коченню  $f=0,1$ , механічний коефіцієнт корисної дії ВВП  $\eta_{ввп}=0,93$ ; величина буксування  $\delta =11\%$ ; питома потужність на приведення в дію робочих органів МВУ-0,5,  $N_n=15$  кВт·с/кг.

Обґрунтування складу агрегату виконуємо в такій послідовності [3, 16]:

1. Згідно з нормативами агротехнічних швидкостей на цій операції рух агрегату допускається в межах 10...12 км/год.

2. Такому діапазону швидкостей відповідає п'ята передача трактора.  $v_m^V = 10,54$  км/год.

Визначаємо тягове зусилля трактора на відповідній передачі

$$P_m = \frac{10^4 \cdot N_e \cdot i_m \cdot \eta_{mp}}{n \cdot r} - G_{mp} \cdot (f + i). \quad (2.1)$$

де  $N_e$  – ефективна потужність двигуна ( $N_e=58,9$ кВт);

$i_m$  – передаточне число трансмісії на відповідній передачі ( $i_m=57,4$ );

$\eta_{mp}$  – механічний ККД трансмісії ( $\eta_{mp} = 0,92$ );

$n$  – номінальна частота обертання колінчастого вала, хв.<sup>-1</sup> ( $n=2200$  хв.<sup>-1</sup>);

$r$  – радіус ведучих коліс, м ( $r = 0,79$ м);

$G_{mp}$  – маса трактора, кН;

$f$  – коефіцієнт опору коченню ( $f = 0,19$ );

$i$  – величина підйому ( $i = 0,03$ ).

Тягове зусилля трактора на п'ятій передачі з урахуванням конкретних умов [3, 16].

$$P_m^V = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 57,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,79} - 33,4 \cdot (0,19 + 0,03) = 17,9 \text{ кН.}$$

3. Визначаємо робочу швидкість на відповідній передачі

$$v_p = v_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right); \quad (2.2)$$

де  $v_m$  – теоретична швидкість, км/год;

$\delta$  – коефіцієнт буксування ( $\delta = 6...20\%$  для колісних тракторів; у нашому випадку при внесенні мінеральних добрив  $\delta = 11\%$ ) [3, 16].

Отже, для п'ятої передачі

$$v_p^V = 11 \cdot \left(1 - \frac{11}{100}\right) = 9,79 \approx 9,8 \text{ км/год.}$$

4. Для роботи агрегату потрібно забезпечити таку умову [3, 16]:

$$N_{np} \leq N_{ввп}, \quad (2.3)$$

де  $N_{np}$  – потужність для приведення в дію механізмів машини, кВт;

$N_{ввп}$  – потужність яка може передаватись через ВВП при русі агрегату, кВт.

Необхідна потужність для приведення в дію механізмів машини визначається за формулою [3, 16]:

$$N_{np} = N_n \cdot g; \quad (2.4)$$

де  $N_n$  – питома потужність для приведення в дію робочих органів, кВт·с/кг ( $N_n = 15$  кВт·с/кг);

$g$  – секундна подача маси в машину, кг/с ( $g=1,1$  кг/с).

Отже,

$$N_{np} = 15,0 \cdot 1,1 = 16,5 \text{ кВт};$$

Потужність при русі агрегату, яка може передаватись через ВВП, визначаємо за формулою [3, 16]:

$$N_{ввп} = N_E \cdot \eta_{ввп} - \frac{(R_{коч.тр} + R_{коч.м}) \cdot v_p \cdot \eta_{ввп}}{3,6 \cdot \eta_{тр} \cdot \eta_б}, \quad (2.5)$$

де  $N_E$  – ефективна потужність двигуна, кВт ( $N_e = 58,9$  кВт);

$\eta_{ввп}$  – ККД трансмісії ВВП ( $\eta_{ввп} = 0,95$ );

$v_p$  – робоча швидкість агрегату, км/год ( $v_p^V = 9,8$  км/год);

$\eta_{тр}$  – ККД трансмісії трактора ( $\eta_{тр} = 0,93$ );

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт буксування ( $\eta_{\delta} = 0,87$ );

$R_{коч.тр}$  – опір на пересування трактора, кН;

$R_{коч.м}$  – опір на пересування сільськогосподарської машини, кН.

Опір на пересування трактора та сільськогосподарської машини визначають за формулою [3, 16]:

$$R_{коч.тр} = G_{тр} \cdot (f + i); \quad (2.6)$$

$$R_{коч.м} = G_{м} \cdot (f + i).$$

де  $G_{тр}$ ,  $G_{м}$  – маса трактора і маса сільськогосподарської машини, кН;

$f$  – коефіцієнт опору перекочуванню ( $f=0,1$ );

$i$  – величина підйому ( $i=0,03$ ).

Отже,

$$R_{коч.тр} = 33,4 \cdot (0,1 + 0,03) = 4,34 \text{ кН};$$

$$R_{коч.м} = 5,55 \cdot (0,1 + 0,03) = 0,73 \text{ кН}.$$

Отже, підставивши дані у формулу 3.5 отримаємо:

$$N_{ввп} = 58,9 \cdot 0,95 - \frac{(4,34 + 2,87) \cdot 9,8 \cdot 0,95}{3,6 \cdot 0,93 \cdot 0,87} = 32,99 \text{ кВт}.$$

Перевірка даних за умовою 3.3,  $16,5 < 32,99$  засвідчила, що вона виконується.

Отже, скомплектований агрегат буде працювати нормально.

5. Для оцінки раціонального комплектування агрегату необхідно визначити коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [3, 16]

$$\eta_{т.з} = \frac{R_{агр}}{P_{н.т}}. \quad (2.7)$$

де  $R_{agr}$  – загальний опір агрегату, кН;

$P_{н.т}$  – тягове зусилля трактора відповідної передачі, кН.

$$R_{agr} = R_{коч} + R_{нід} + R_{\delta}. \quad (2.8)$$

де  $R_{коч}$  – опір перекочуванню машини, кН;

$R_{нід}$  – опір підйому машини, кН;

$R_{\delta}$  – додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП.

Опір перекочуванню машини визначаємо за формулою [3, 16]:

$$R_{коч} = G_m \cdot f. \quad (3.9)$$

Отже,

$$R_{коч} = 5,55 \cdot 0,1 = 0,56 \text{ кН.}$$

Опір підйому машини визначаємо за формулою [3, 16]:

$$R_{нід} = G_m \cdot i. \quad (2.10)$$

Отже,

$$R_{нід} = 5,55 \cdot 0,03 = 0,17 \text{ кН.}$$

Визначаємо за формулою додатковий опір, який чинять робочі органи, що приводяться в дію ВВП

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot N_{np} \cdot \eta_{mp}}{v_p \cdot \eta_{\delta}} \quad (2.11)$$

Отже,

$$R_{\delta} = \frac{3600 \cdot 16,5 \cdot 0,93}{9,8 \cdot 0,87} = 6,48 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.8) отримаємо:

$$R_{agr} = 0,56 + 0,17 + 6,48 = 7,21 \text{ кН.}$$

Підставивши значення у формулу (3.7) отримаємо:

$$\eta_{м.з} = 9,33 / 9,64 = 0,97.$$

6. Визначаємо зміну продуктивність агрегату за формулою [3, 16]:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p \text{ га/зм.} \quad (2.12)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м;

$T_p$  – робочий час зміни.

Робочу ширину захвату агрегату визначають за формулою:

$$B_p = B_k \cdot \beta \quad (2.13)$$

де  $B_k$  – конструктивна ширина захвату машини, м ( $B_k = 10\text{м}$ );

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату (для розкидача мінеральних добрив  $\beta=0,98$ );

Отже,

$$B_p = 10 \cdot 0,98 = 9,8 \text{ м.}$$

Робочий час зміни визначають за формулою:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (2.14)$$

де  $T_{зм}$  – час зміни ( $T_{зм} = 7 \text{ год.}$ );

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни ( $\tau=0,72$ ).

Отже,

$$T_p = 7 \cdot 0,72 = 5,04 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (3.12) отримаємо:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 9,8 \cdot 9,8 \cdot 5,04 = 48,4 \text{ га/зм.}$$

7. Визначаємо витрату палива на 1 га обробітку, кг/га

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z}{W_{зм}}, \quad (2.15)$$

де  $Q_p, Q_x, Q_z$  – годинна витрата палива при виконанні роботи, холостому русі, на зупинках з працюючим двигуном ( $Q_p = 16 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_x = 10 \text{ кг/год.}$ ;  $Q_z = 2 \text{ кг/год.}$ ) [3, 16];

$T_p, T_x, T_z$  – час роботи, холостих рухів, зупинок, год.

Час роботи, холостих рухів, зупинок визначають за формулою:

$$T_x = T_z = \frac{T_{zm} - T_p}{2}; \quad (2.16)$$

Отже,

$$T_x = T_z = \frac{7 - 4,9}{2} = 1,05 \text{ год.}$$

Підставивши отримані значення в формулу (2.15) отримаємо:

$$Q_{za} = \frac{16 \cdot 5,04 + 10 \cdot 0,98 + 2 \cdot 0,98}{48,4} = 1,91 \text{ кг/га.}$$

Розрахунки показують, що скомплектований агрегат працюватиме ефективно.

## 2.6. Контроль і оцінка якості роботи розкидача органічних добрив

Якість роботи розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5 оцінюють на основі декількох показників які можна сформувані у таблицю (табл. 2.3) [2].

Таблиця 2.3 – Контроль і оцінка якості роботи розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5 [8, 14, 19, 20]

Показник	Норматив	Бал	Спосіб визначення
Відхилення фактичної дози внесення від заданої %	До $\pm 5$	3	Перевірити відповідність маси добрив площі їхнього розподілу
	$\pm 5,1 \dots \pm 7$	2	
	$\pm 7,1 \dots \pm 10$	1	
	Понад $\pm 10$	0	
Відхилення фактичної робочої ширини захвату від заданої, %	До $\pm 5$	3	Виміряти в 10 місцях відстань між колією та маркерною лінією та визначити відхилення
	$\pm 5,1 \dots \pm 7$	2	
	$\pm 7,2 \dots \pm 10$	1	
	Понад $\pm 10$	0	
Наявність огріхів і просипаних зручностей	Немає	3	Візуально по діагоналі поля
	Наявні	1	

1. Поточний контроль якості роботи проводить тракторист, який обслуговує тукові сівалки.

2. Приймальний контроль та оцінку виконаної роботи проводить агрохімік (бригадир) у присутності тракториста. Якість роботи оцінюють, орієнтуючись таблицею 2.3.

3. При наборі 9...8 балів робота оцінюється "відмінно", 7...6 балів - "добре", 5...4 бали - "задовільно".

4. За роботу, виконану на «відмінно», механізатору нараховують 40% до основного тарифу, на «добре»-20%. Незадовільно виконана робота бракується та оплаті не підлягає.

При визначенні цих показників використовують дані з ділянок на яких виконується дана технологічна операція [8, 14, 19, 20]



### 3. УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ РОЗКИДАЧА

#### 3.1. Аналіз існуючих конструкцій розкидачів

Розкидачі добрив фірми JARMET (рис. 3.1) призначені для поверхневого внесення гранульованих і пилоподібних добрив на оброблюваних полях, лугах, стернях і пасовищах.



Рисунок 3.1 – Розкидачі добрив фірми JARMET

Для кріплення цих машин використовується трьохточкова система гідравлічного підйомника трактора. Вони обладнані також одним або двома висіваючими дисками.

Туковий ящик сталеві конструкції, покритий порошковими фарбами, виготовляється із синтетичних матеріалів.

Технічна характеристика

Тип – одnodисковий або дводисковий;

Місткість – 300/400/500/650 кг;

Робочий захват – 6-14 м - 8-16 м;

Кількість розкидаючих лопаток на диску – 4 – 6;

Обертальна швидкість диска – 540 об/хв.;

Дозатор – щілинний.

Розкидачі твердих мінеральних добрив МВУ – 0,5 (рис. 3.2) призначені для розкидання на великих площах твердих мінеральних добрив. Дані моделі однодискові, підвісного типу для тракторів потужністю 15-25 кВт, комплектуються металевими і пластиковими бункерами для міндобрив.



Рисунок 3.2 – Розкидачі твердих мінеральних добрив МВУ-0,5

Проте наявність механічного приводу розглянутих машин не дозволяє отримати високу надійність роботи агрегату в цілому.

Тому дипломною роботою пропонується розробка гідравлічного приводу розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5.

### 3.2. Розробка і опис принципової гідравлічної схеми гідроприводу

За розрахунковим значенням робочого об'єму гідромотора приймаємо стандартний гідромотор ПРГ-6,5.

Технічна характеристика гідромотора ПРГ-6,5:

- робочий об'єм,  $q_d = 80 \text{ см}^3$ ;
- витрата робочої рідини  $Q_d = 50 \text{ л/хв.}$ ;
- частота обертання,  $n = 587 \text{ хв}^{-1}$ ;
- тиск номінальний,  $p_{ном} = 16 \text{ МПа}$ ;
- тиск на вході максимальний  $p_{max} = 21 \text{ МПа}$ ;
- крутний момент,  $M_{кр} = 176 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;
- ефективна потужність на валу номінальна,  $N_{ном} = 11 \text{ кВт}$ ;
- ККД механічний,  $\eta_{мех} = 0,9$ ;
- ККД об'ємний,  $\eta_{об} = 0,97$ ;
- ККД загальний,  $\eta = 0,87$ .

Після того, як основна номенклатура компонентів гідроприводу визначена, уточнена і вибрана в процесі розрахунку гідроприводу, складаємо принципову гідравлічну схему приводу розкидача мінеральних добрив (рис. 3.3).

На основі блок-схеми приводу розкидача гною та розрахунків гідравлічних машин та гідроагрегатів в роботі розроблено принципову гідравлічну схему приводу розкидача мінеральних добрив.

Принцип дії є наступним. Робоча рідина всмоктується з гідробаку 9 шестеренним насосом 1 та під тиском по напірній магістралі 11 подається до гідророзподільника 3. В нейтральному положенні гідророзподільника 3 робоча рідина по зливній магістралі 12 через дросель 4 подається до фільтру 5, а потім через охолоджувач 6 зливається в гідробак 9. В робочому положенні гідророзподільника 3 робоча рідина подається до планетарного

гідромотору 2, від якого повертається до гідророзподільника 3 та через зливну магістраль 12, дросель 4, фільтр 5, охолоджувач 6 повертається до гідробака 9. При технологічній необхідності роботи розкидача за допомогою гідророзподільника 3 можна здійснити реверс.

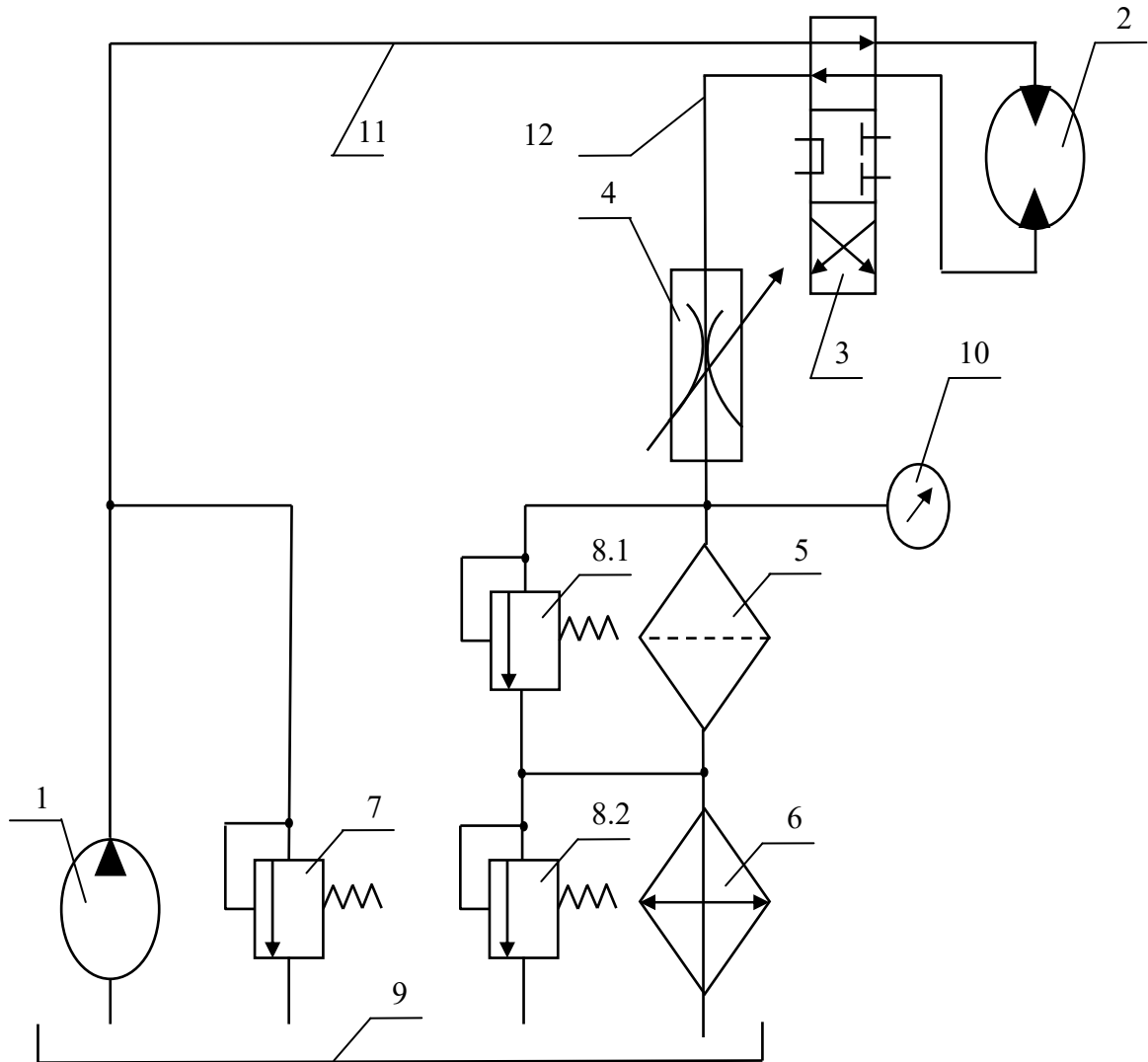


Рисунок 3.3 – Принципова гідравлічна схема приводу розкидача мінеральних добрив:

1 – шестеренний насос НШ32М-4; 2 – планетарний гідромотор ПРГ-6,5; 3 – чотирьохлінійний трьохпозиційний гідророзподільник 20 МН; 4 – регульований дросель Г77-34; 5 – фільтр сітчастий ФП7 $\frac{20-25}{63}$ ; 6 – охолоджувача МО-0,63; 7 – запобіжний клапан високого тиску КПЕ-20; 8.1, 8.2 – запобіжні клапани низького тиску; 9 – гідробак; 10 – манометр; 11 – напірна гідролінія; 12 – зливна гідро лінія

Для попередження перевантажень, що виникають у приводі розкидача паралельно шестеренному насосу 1 встановлено запобіжний клапан високого тиску 7.

Для збільшення пропускної здатності фільтра 5 при його забрудненні паралельно фільтру встановлено запобіжний клапан низького тиску 8.1, а для збільшення пропускної здатності охолоджувача 6 при температурі робочої рідини нижче  $50^{\circ}\text{C}$  паралельно охолоджувачу встановлено запобіжний клапан низького тиску 8.2.

За показниками манометру 10, встановленого на вході у фільтр 5 роблять заміну фільтруючого елемента при досягненні робочого тиску 1,2...1,5.

Для зниження вартості розробленого гідроприводу розкидача мінеральних добрив у даному випадку можна використовувати всі елементи існуючої гідросистеми трактора, з якою вона агрегується крім планетарного гідромотора і дроселя. В даному випадку плавне регулювання може бути замінено на дискретне з дроселем постійного перетину, виконаного у вигляді шайби.

Таким чином модернізація гідроприводу (з точки зору гідрофікації) буде полягати у підключенні гідромотора приводу розкидача до однієї із секцій гідророзподільника гідросистеми трактора, з яким він агрегується.

### 3.3. Розрахунки елементів конструкції гідроприводу

#### 3.3.1. Розрахунки на міцність зварних швів кронштейну гідроприводу

Розрахунок режиму електродугового зварювання [7, 12, 15].

Зварювання елементів металевих частин конструкції буде проводитись за схемою, наведеною на рис. 3.4.

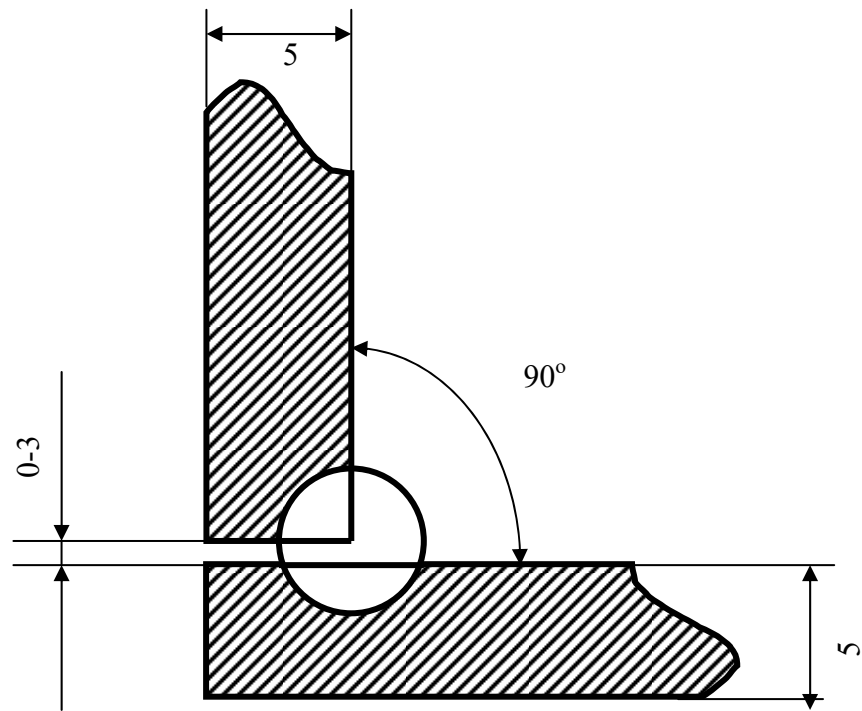


Рисунок 3.4 – Схема розрахунку зварювального з'єднання

Визначаємо площу перетину шва:

$$F_e = 0,65 \cdot h \cdot l, \quad (3.1)$$

де  $F_e$  – умовна робоча площа перетину шва,  $\text{мм}^2$ ;

$h$  – висота шва, яку приймаємо рівною товщині зварювальних елементів,  $\text{мм}$ ;

$l$  – довжина шва.

$$F_e = 0,65 \cdot 5 \cdot 160 = 520 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо діаметр електрода:

$$d_e = \frac{S}{2} + 1, \quad (3.2)$$

де  $S$  – товщина металу, що зварюється,  $\text{мм}$ .

$$d_e = \frac{5}{2} + 1 = 3,5 \text{ приймаємо } 4 \text{ мм}.$$

Величина струму зварювання вибирається, виходячи з обраного діаметра електрода:

$$I_{cb} = K \cdot d_e, \quad (3.3)$$

де  $K$  – щільність струму,  $K = 45 \dots 55$  А.

$$I_{cb} = 55 \cdot 4 = 220 \text{ А.}$$

Маса наплавленого металу визначається за формулою

$$B_m = F_e \cdot l \cdot \rho_y, \quad (3.4)$$

де  $F_e$  – площа поперечного перерізу,  $\text{м}^2$ ;

$l$  – довжина шва, м;

$\rho_y$  – питома вага металу, для сталі  $\rho_y = 7,8$  г/м<sup>3</sup>.

$$B_m = 5,46 \cdot 16 \cdot 7,8 = 682 \text{ г.}$$

Технологічний час або час горіння дуги й плавлення електрода визначається зі співвідношення [7, 12, 15]:

$$t_o = \frac{B_m}{I_{cb} \cdot K_n}, \quad (3.5)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт наплавлення,  $K_n = 9$  г/А год.

$$t_o = \frac{682}{220 \cdot 9} = 0,34 \text{ год.}$$

Визначимо швидкість зварювання, виходячи з основного часу:

$$V_{cb} = \frac{l}{t_o}, \quad (3.6)$$

$$V_{cb} = \frac{0,16}{0,34} = 0,47 \text{ м/год.}$$

Визначимо довжину дуги:

$$D_\partial = \frac{d_e + 2}{2} \quad (3.7)$$

$$D_\partial = \frac{4 + 2}{2} = 3 \text{ мм.}$$

Напруга дуги визначається з виразу:

$$U_\partial = K_{ок} + K_\partial \cdot D_\partial, \quad (3.8)$$

де  $K_{ок}$  – величина спадання напруги на аноді й катоді,  $K_{ок} = 10 \dots 12$  В;

$K_d$  – середнє падіння дуги, віднесеної до 1 мм довжини дуги,  $K_d = 2-3$  В/мм.

$$U_d = 12 + 3 \cdot 3 = 21 \text{ В.}$$

Витрата електроенергії, необхідної для виконання процесу, визначається з виразу:

$$P_e = \frac{U_d \cdot I_{св} \cdot t_o}{\eta_m \cdot 10^3} + M_x \cdot (T - t_o), \quad (3.9)$$

де  $\eta_t$  – ККД трансформатора,  $\eta_t = 0,38 \dots 0,8$ ;

$M_x$  – потужність холостого ходу джерела струму живлення дуги, приймаємо для трансформатора  $M_x = 0,2 \dots 0,4$  кВ · А;

$T$  – повний час роботи джерела живлення дуги, год.

$$T = (1,1 \dots 1,3) \cdot t_o, \quad (3.10)$$

$$N = 1,1 \cdot 0,34 = 0,35 \text{ год.}$$

$$P_e = \frac{21 \cdot 220 \cdot 0,30}{0,8 \cdot 10^3} + 0,2 \cdot (0,35 - 0,34) = 1,65 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Для зварювання деталей приймаємо ручне електродугове зварювання. Матеріал – сталь Ст3. Сталь добре зварюється, не вимагає підігріву, термообробки.

Для зварювання застосовуємо електроди типу Є-46, які використовуються для зварювання низьковуглецевих і низьколегованих сталей [7, 12, 15].

3.3.2. Розрахунок болтового з'єднання кріплення кронштейна гідропривода з рамою розкидача

Виконаємо розрахунок болтового з'єднання кріплення кронштейна гідропривода з рамою розкидача.



Вихідними даними до розрахунку є маса гідромотору з кронштейном  $m_6 = 11$  кг; кількість болтів кріплення  $z = 4$  од; коефіцієнт динамічності під час динамічних навантажень  $k_d = 1,5$ . [7, 12, 15]

Діаметр болта визначаємо за формулою:

$$d \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{F}{i \cdot z \cdot [\tau]_{зр}}}, \quad (3.11)$$

де  $d$  – діаметр болта, мм;

$F$  – сила навантаження, Н;

$i$  – кількість площин зрізу (виходячи з конструкції болтового з'єднання приймаємо  $i = 1$ );

$z$  – число болтів (попередньо прийнято, що  $z = 4$ );

$[\tau]_{зр}$  – допустиме напруження зрізу, Н/мм<sup>2</sup>.

Допустиме напруження зрізу приймаємо з виразу

$$[\tau]_{зр} = 0,25 \cdot G_m, \quad (3.12)$$

де  $G_m$  – границя текучості матеріалу болта (для сталі марки сталь 35  $G_m = 200$  МПа).

Після підстановки отримуємо:

$$[\tau]_{зр} = 0,25 \cdot 200 = 50 \text{ МПа.}$$

Сила навантаження  $F$  приймається рівною добутку маси вантажів  $m_k$  на коефіцієнт динамічного навантаження  $k_d$

$$F = G_k \cdot k_d. \quad (3.13)$$

Після підстановки, отримуємо:

$$F = 11 \cdot 1,5 \cdot 9,81 = 161 \text{ Н.}$$

Знаючи значення складових виразу (3.11), визначаємо діаметр болта

$$d \geq 1,13 \cdot \sqrt{\frac{161}{1 \cdot 4 \cdot 50}} = 7,5 \text{ мм.}$$

З стандартного ряду приймаємо болт діаметром  $d = 8$  мм.

Розраховуємо болтове з'єднання на зріз і зминання.

Умова стійкості різьби на напруження зрізу має наступний вигляд:

$$\tau = \frac{F}{(\pi \cdot d_1 \cdot h \cdot K \cdot K_m)} \leq [\tau]_{зр} \text{ - для болта;} \quad (3.14)$$

$$\tau = \frac{F}{(\pi \cdot d \cdot H \cdot K \cdot K_m)} \leq [\tau]_{зр} \text{ - для гайки,} \quad (3.15)$$

де  $\tau$  – напруження зрізу, МПа;

$d$  і  $d_1$  – зовнішній діаметр різьби відповідно гайки та болта, мм;

$H$  – висота гайки, мм (приймаємо, що  $H=0,8 \cdot d=0,8 \cdot 8=6,4$  мм);

$h$  – висота гвинта, мм (приймаємо, що  $h=0,8 \cdot d=0,8 \cdot 20=16$  мм);

$K$  – коефіцієнт повноти різьби (для метричної різьби  $K=0,87$ );

$K_m$  – коефіцієнт нерівномірності навантаження за витками різьби (приймаємо  $K_m=0,6 \dots 0,7$ );

$[\tau]_{зр}$  – допустиме напруження зрізу, МПа ( $[\tau]_{зр} = 0,4 \cdot [G_m] = 0,4 \cdot 200 = 80$  МПа);

Підставивши необхідні значення у вирази (3.14) і (3.15), отримаємо:

$$\tau = \frac{161}{(3,14 \cdot 8 \cdot 16 \cdot 0,87 \cdot 0,6)} = 0,7 \text{ МПа;}$$

$$\tau = \frac{161}{(3,14 \cdot 8 \cdot 6,4 \cdot 0,87 \cdot 0,6)} = 1,9 \text{ МПа.}$$

Отже, умова міцності (3.14) і (3.15) як для болта, так і гайки витримується оскільки для болта

$$\tau = 0,7 \text{ МПа} < [\tau]_{зр} = 80 \text{ МПа},$$

і для гайки

$$\tau = 1,9 \text{ МПа} < [\tau]_{зр} = 80 \text{ МПа}.$$

Умова стійкості різьби на напруження змінання має вигляд

$$G_{зм} = \frac{F}{(\pi \cdot d_{cp} \cdot h \cdot z)} \leq [G]_{зм}, \quad (3.16)$$

де  $G_{зм}$  – напруження змінання, МПа;

$d_{cp}$  – середній діаметр різьби, мм ( $d_{cp} = 7,4$  мм);

$h_{п}$  – висота профілю різьби, мм ( $h_{п} = 1,2$  мм);

$z$  – число робочих витків;

$$z = \frac{H}{p}, \quad (3.17)$$

де  $p$  – крок різьби (приймаємо  $p = 0,6$  мм).

Після підстановки маємо:

$$z = \frac{7,4}{0,6} = 12,3;$$

$[G]_{3M}$  – допустиме напруження зминання, МПа ( $[G]_{3M} = 0,8 \cdot G_B$ );

$G_B$  – границя міцності матеріалу, МПа (для сталі марки Ст3  $G_B = 450$  МПа).

Підставивши значення у вираз (3.16), отримаємо

$$G_{ci} = \frac{161}{(3,14 \cdot 7,4 \cdot 1,2 \cdot 12,3)} = 0,5 \text{ МПа.}$$

Умова стійкості різьби проти зминання виконується, оскільки [7, 15]

$$G_{3M} = 0,5 \text{ МПа} < [G]_{3M} = 0,8 \cdot 450 = 360 \text{ МПа.}$$

### 3.4. Розрахунок гідроприводу машини для внесення мінеральних добрив

У наш час гідравлічним приводом оснащені більш, ніж 2/3 мобільних сільськогосподарських машин і всі трактори тягового класу від 0,9 і вище. Масштаби застосування гідравлічних приводів мобільної сільськогосподарської техніки безупинно зростають. Цьому сприяє ряд переваг гідроприводу в порівнянні з іншими приводами:

- безступінчасте регулювання швидкості робочого органу в широких межах;
- простота перетворення обертового руху у зворотно-поступальний, і навпаки;
- можливість швидкого та частого реверсування із плавним

- гальмуванням і розгоном;
- мала інертність;
- легкість автоматизації керування і захисту;
- самозмащування робочих елементів гідрообладнання;
- велика питома енергоємність;
- можливість широкої уніфікації та стандартизації гідроагрегатів.

Широке розповсюдження машин з гідроприводами вимагає поліпшення підготовки фахівців, які займаються експлуатацією, ремонтом, виготовленням і проектуванням сільськогосподарської техніки. Виконання розрахунку об'ємного гідроприводу сприяє вирішенню цього завдання. У даній роботі розглядаються основні положення та порядок розрахунку гідроприводів сільськогосподарської техніки.

Робота полягає в проектуванні гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5 з урахуванням заданих умов експлуатації.

Процес проектування гідроприводу складається з таких етапів:

- аналіз кінематики виконавчих механізмів і встановлення виду рухів виконавчого механізму гідроприводу (гідромотора, гідроциліндра) відповідно до характеру технологічного процесу роботи машини;
- вибору принципової гідравлічної схеми приводу;
- розрахунку параметрів гідроприводу, вибір гідромашин і підбір гідроапаратури.

Розрахунок гідроприводу проводиться в такій послідовності:

- вибір параметрів і попередній розрахунок гідроприводу;
- уточнення параметрів (тиску і витрати) та гідравлічної схеми приводу;
- вибір гідроапаратури;
- тепловий розрахунок гідроприводу.

У попередньому розрахунку вибирають тиск у гідросистемі, визначають потужність приводу, подачу насосів, основні параметри

гідродвигунів, вибирають гідромашини.

За параметрами вибраних гідромашин виконується уточнення гідравлічних характеристик (тиску і витрати) гідроприводу.

Після вибору гідромашин і уточнення номінального тиску та витрати здійснюють вибір насосів прямої і регулюючої гідроапаратури, трубопроводів і інших елементів, а також розрахунок ККД приводу.

3.4.1. Вхідні дані до розрахунку гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5

Вхідними даними для розрахунку гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5 являються:

1. Характеристика активного робочого органу обертальної дії:
2. крутний момент на валу гідромотору,  $H \cdot m$   $M_{кр} = 120 H \cdot m$
3. частота обертання вала гідромотору,  $xv^{-1}$   $n = 700 xv^{-1}$
4. Кількість гідромоторів  $n = 1$
5. Схема регулювання (розташування дроселю): на виході з гідромотору
6. Сумарна довжина гідроприводу  $l = 18,5 m$
7. у т.ч.: усмоктувального  $l_1 = 1,5 m$ 
  - i. напірного  $l_2 = 5,2 m, l_3 = 3,0 m$
  - ii. зливного  $l_4 = 3,3 m, l_5 = 5,5 m$
8. Кількість включень гідроприводу на годину 50
9. Температура навколишнього середовища,  $^{\circ}C$   $t_{возд} = 30^{\circ}C$
10. Температура робочої рідини,  $^{\circ}C$   $t_{р.ж} = 50^{\circ}C$
11. Тонкість фільтрації,  $мкм$  10  $мкм$

### 3.4.2. Вибір схеми гідроприводу

З урахуванням наведених вхідних даних блок-схема гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5 буде мати наступний вигляд.

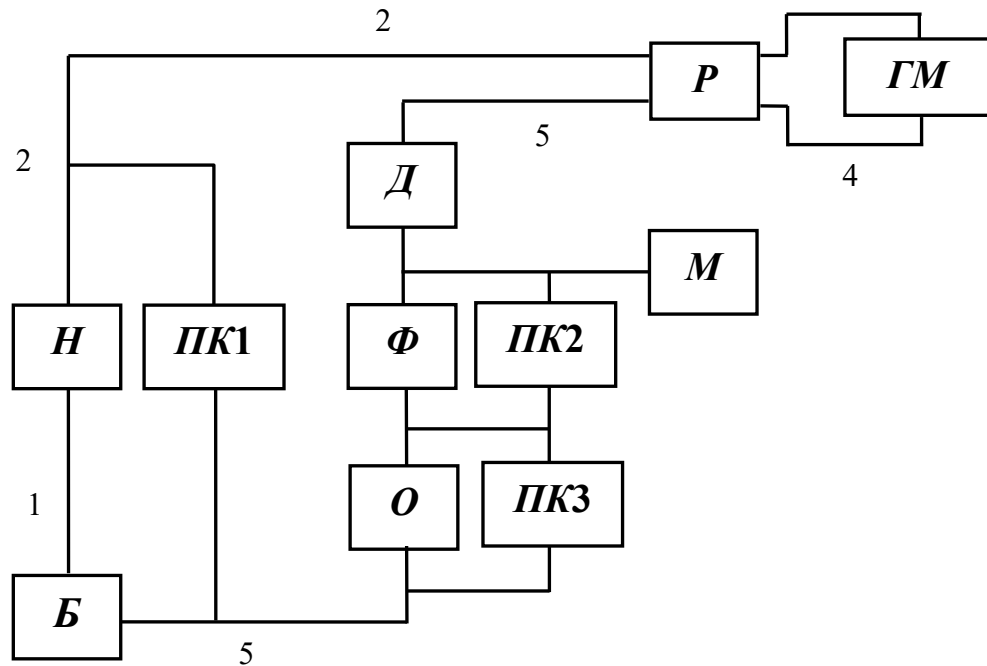


Рисунок 3.5 – Блок-схема гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5

*Н* – насос; *ГМ* – гідромотор; *Р* – розподільник; *Д* – дросель; *ПК1* – запобіжний клапан високого тиску; *ПК2*, *ПК3* – запобіжний клапан високого тиску; *Ф* – фільтр; *О* – охолоджувач; *М* – манометр.

### 3.4.3. Розрахунок потужності гідроприводу і вибір номінального тиску

При розрахунку гідроприводу сільськогосподарських машин за основний параметр зручніше приймати потужність. Якщо обраний номінальний тиск  $p_{ном}$  (Па) повинний забезпечити заданий с крутний момент  $M_{кр}$  (Н·м), то витрата  $Q$  ( $m^3/c$ ) повинна забезпечувати частоту обертання  $\omega$  ( $c^{-1}$ ) гідромотора [3, 5].

Вихідна потужність на валу гідромотора  $N_{м.вих}$  визначається з рівняння:

$$N_{м.вих} = \frac{M_{кр} \cdot \pi \cdot n}{30 \cdot 10^3}, \text{ кВт}, \quad (3.18)$$

де  $M_{кр}$  – крутний момент на валу гідромотора,  $M_{кр} = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;

$n$  – частота обертання вала гідромотора,  $n = 700 \text{ хв}^{-1}$ .

Тоді вихідна потужність на валу гідромотора  $N_{м.вих}$  буде дорівнювати:

$$N_{м.вих} = \frac{120 \cdot 3,14 \cdot 700}{30 \cdot 10^3} = 8,8 \text{ кВт}.$$

Залежно від вихідної потужності на валу гідромотора  $N_{м.вих}$  вибираємо номінальний робочий тиск перед гідромотором. Оскільки вихідна потужність на валу гідромотора дорівнює  $N_{м.вих} = 8,8 \text{ кВт}$ , то номінальний робочий тиск перед гідромотором вибираємо рівним  $p_{м.ном} = 16 \text{ МПа}$ .

Вихідні параметри гідромотора представлені частотою обертання  $n_{2.м}$  і крутним моментом  $M_{2.м}$  вихідного вала. Взаємозв'язок попарно перерахованих параметрів характеризує вихідну потужність гідромотора  $N_{м.вих}$ , що так само функціонально є вихідною потужністю гідроприводу  $N_{2п.вих}$  в цілому, тобто

$$N_{2п.вих} = n \cdot N_{м.вих} = 1 \cdot 8,8 = 8,8 \text{ кВт},$$

де  $n$  - кількість гідромоторів,  $n = 1$ .

#### 3.4.4. Вибір і розрахунок гідромоторів

Розрахунковий робочий об'єм гідромотора  $q_p$  визначаємо з рівняння:

$$q_p = \frac{2\pi \cdot M_{кр}}{p_{м.ном} \cdot \eta'_{м.мех}}, \text{ см}^3 \quad (3.19)$$

де  $p_{м.ном}$  - прийнятий номінальний робочий тиск перед гідромотором,

$$p_{m.ном} = 16 \text{ МПа};$$

$\eta'_{m.мех}$  - попереднє значення механічного ККД гідромотора,

$$\eta'_{m.мех} = 0,87.$$

Тоді розрахунковий робочий об'єм гідромотора  $q_p$  буде дорівнювати:

$$q_p = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120}{16 \cdot 0,87} = 54,13 \text{ см}^3.$$

За розрахунковим значенням робочого об'єму гідромотора приймаємо стандартний гідромотор ПРГ-11.

Технічна характеристика гідромотора ПРГ-11:

- робочий об'єм,  $q_d = 63 \text{ см}^3$ ;
- витрата робочої рідини  $Q_d = 50 \text{ л/хв.}$ ;
- частота обертання,  $n = 746 \text{ хв}^{-1}$ ;
- тиск номінальний,  $p_{ном} = 16 \text{ МПа}$ ;
- тиск на вході максимальний  $p_{max} = 21 \text{ МПа}$ ;
- крутний момент,  $M_{кр} = 139 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ;
- ефективна потужність на валу номінальна,  $N_{ном} = 11 \text{ кВт}$ ;
- ККД механічний,  $\eta_{мех} = 0,9$ ;
- ККД об'ємний,  $\eta_{об} = 0,97$ ;
- ККД загальний,  $\eta = 0,87$ .

Дійсний тиск у гідромоторі визначаємо з рівняння:

$$p_{m.д} = \frac{2\pi \cdot M_{кр}}{q_d \cdot \eta_{m.мех}}, \text{ МПа}, \quad (3.20)$$

де  $M_{кр}$  - крутний момент на валу гідромотора,  $M_{кр} = 120 \text{ Н}\cdot\text{м}$  (за вхідними даними);

$q_d$  - дійсне значення робочого об'єму вибраного гідромотора,

$$q_d = 63 \text{ см}^3 \text{ (з технічної характеристики);}$$



$\eta_{м.мех}$  - дійсне значення механічного ККД вибраного гідромотора,

$\eta_{м.мех} = 0,9$  (з технічної характеристики).

Тоді дійсний тиск у гідромоторі буде дорівнювати:

$$p_{м.д} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 120}{63 \cdot 0,9} = 13,3 \text{ МПа},$$

Дійсну витрату робочої рідини гідромотора визначаємо з рівняння:

$$Q_{м.д} = \frac{q_d \cdot n}{10^3 \cdot \eta_{м.об}}, \text{ л/хв}, \quad (3.21)$$

де  $q_d$  - дійсне значення робочого об'єму вибраного гідромотора,

$q_d = 63 \text{ см}^3$  (з технічної характеристики);

$n$  - частота обертання вала гідромотора,  $n = 700 \text{ хв}^{-1}$  (за вхідними даними);

$\eta_{м.об}$  - дійсне значення об'ємного ККД вибраного гідромотора,

$\eta_{м.об} = 0,97$  (з технічної характеристики).

Тоді дійсна витрата робочої рідини гідромотора буде дорівнювати:

$$Q_{м.д} = \frac{63 \cdot 700}{10^3 \cdot 0,97} = 45,5 \text{ л/хв}.$$

#### 3.4.5. Вибір і розрахунок насосів

Виходячи із дійсної витрати рідини в гідросистемі і номінального тиску вибираємо тип насосу [7, 12, 15].

Для визначення подачі насоса знаходимо його потужність за сумарною потужністю, споживаної всіма одночасно працюючими гідромоторами  $N_{м.вх}$ .

Потужність, споживану гідромотором, визначаємо з рівняння:

$$N_{м.вх} = \frac{\pi \cdot M_{кр} \cdot n}{30 \cdot 10^3 \cdot \eta_m}, \text{ кВт} \quad (3.22)$$

де  $\eta_m$  – загальний ККД вибраного гідромотора,  $\eta_m = 0,87$  (з технічної характеристики).

Потужність, споживана гідромотором дорівнює:

$$N_{m.вх} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 700}{30 \cdot 10^3 \cdot 0,87} = 10,1 \text{ кВт.}$$

При попередньому розрахунку гідроприводу втрати тиску на шляхові та місцеві опори сил тертя та інерційних сил рекомендується враховувати коефіцієнтом запасу по зусиллю  $K_{з.у}$ , а витоки та зменшення подачі внаслідок перевантаження двигуна – коефіцієнтом запасу по швидкості  $K_{з.с}$ .

Потужність насоса, що забезпечує роботу гідромотора з урахуванням втрат на шляхові та місцеві опори сил тертя та інерційних сил:

$$N_{м.н} = K_{з.у} \cdot K_{з.с} \cdot N_{м.вх} \cdot n, \quad (3.23)$$

де  $K_{з.у}$  - коефіцієнт запасу по зусиллю, при легкому режимі роботи гідроприводу до 100 включень на годину  $K_{з.у} = 1,1$ ;

$K_{з.с}$  - коефіцієнт запасу по швидкості, при легкому режимі роботи гідроприводу до 100 включень на годину  $K_{з.с} = 1,1$ .

Тоді потужність насоса, що забезпечує роботу гідромотора буде дорівнювати:

$$N_{м.н} = 1,1 \cdot 1,1 \cdot 10,1 \cdot 1 = 12,2 \text{ кВт.}$$

Необхідну подачу насоса, що забезпечує роботу гідромоторів визначаємо з рівняння:

$$Q_{м.р} = \frac{60 \cdot N_{м.н}}{P_{м.д}}, \text{ л/хв.} \quad (3.24)$$

$$Q_{м.р} = \frac{60 \cdot 12,2}{13,3} = 55 \text{ л/хв.}$$

За значенням необхідної подачі насоса  $Q_{м.р}$  та дійсного тиску  $P_{м.д}$  вибираємо насос, що забезпечить роботу гідромотора.

Для забезпечення роботи гідромотора вибираємо нерегульований шестеренний насос типу НШ32М-4.

Технічна характеристика насоса НШ32М-4:

- робочий об'єм,  $q_n = 32 \text{ см}^3$ ;
- подача насоса номінальна,  $Q_{н.ном} = 68,6 \text{ л/хв}$ ;
- частота обертання номінальна,  $n_{ном} = 500 \dots 3000 \text{ хв}^{-1}$ ;
- тиск номінальний,  $p_{ном} = 20 \text{ МПа}$ ;
- тиск максимальний,  $p_{max} = 25 \text{ МПа}$ ;
- потужність номінальна,  $N_{ном} = 33,2 \text{ кВт}$ ;
- ККД механічний,  $\eta_{мех} = 0,93$ ;
- ККД об'ємний,  $\eta_{об} = 0,94$ ;
- ККД загальний,  $\eta = 0,87$ .

Необхідну розрахункову частоту обертання вала насоса, що забезпечує роботу гідромоторів визначаємо з рівняння [7, 12, 15]:

$$n_{н.р} = \frac{10^3 \cdot Q_{м.д} \cdot k_{ум}}{q_n \cdot \eta_{н.об}}, \text{ хв.}^{-1} \quad (3.25)$$

де  $Q_{м.д}$  - дійсна витрата гідромотора,  $Q_{м.д} = 45,5 \text{ л/хв}$ ;

$k_{ум}$  - коефіцієнт, що враховує витоки робочої рідини в гідроапаратах,

$k_{ум} = 1,05$ ;

$q_n$  - робочий об'єм вибраного насоса,  $q_n = 32 \text{ см}^3$  (з технічної характеристики);

$\eta_{н.об}$  - об'ємний ККД вибраного насоса,  $\eta_{н.об} = 0,94$  (з технічної характеристики).

Тоді необхідна розрахункова частота обертання вала насоса, що забезпечує роботу гідроциліндрів буде дорівнювати:

$$n_{н.р} = \frac{10^3 \cdot 45,5 \cdot 1,05}{32 \cdot 0,94} = 1590 \text{ хв.}^{-1}$$

Дійсну подачу насосу, що забезпечує роботу гідромотора, визначаємо з рівняння:

$$Q_{н.д} = \frac{q_n \cdot n_{н.д} \cdot \eta_{н.об}}{10^3}, \text{ л/хв} \quad (3.26)$$

де  $q_n$  - робочий об'єм вибраного насосу, що забезпечує роботу гідромотору,  $q_n = 32 \text{ см}^3$  (з технічної характеристики);

$n_{н.д}$  - дійсна частота обертання валу насоса, що забезпечує роботу гідромотора  $n_{н.д} = 1590 \text{ хв}^{-1}$ ;

$\eta_{н.об}$  - об'ємний ККД вибраного насосу, що забезпечують роботу гідромотора,  $\eta_{об} = 0,94$  (з технічної характеристики).

Тоді дійсна подача насосу буде дорівнювати:

$$Q_{н.д} = \frac{32 \cdot 1590 \cdot 0,94}{10^3} = 47,8 \text{ л/хв.}$$

Вибраний насос, що забезпечує роботу гідромотору повинен розвивати тиск:

$$p_n = p_{м.д} \cdot K_{з.у},$$

де  $p_{м.д}$  – дійсний тиск робочої рідини у гідромоторі,  $p_{м.д} = 13,3 \text{ МПа}$ ,

$$p_n = 13,3 \cdot 1,1 = 14,6 \text{ МПа.}$$

Максимальний тиск, що може створювати насос, що забезпечує роботу гідромоторів при перевантаженнях (обмежений запобіжним клапаном) визначаємо з рівняння:

$$p_{н\max} = 1,25 \cdot p_n,$$

$$p_{н\max} = 1,25 \cdot 14,6 = 18,2 \text{ МПа.}$$

Максимальний тиск, що може створювати насос при перевантаженнях,  $p_{н\max}$  не повинен перевищувати максимально

припустимого тиску  $p_{\max}$ , зазначеного в його технічній характеристиці, тобто  $p_{n\max} = 18,2 < p_{\max} = 25 \text{ МПа}$ .

### 3.4.6. Вибір напрямної і регулюючої гідроапаратури

Основними параметрами напрямної і регулюючої гідроапаратури є номінальний тиск  $p_{\text{ном}}$  і номінальний потік  $Q_{\text{ном}}$  [7, 12, 15].

При проектуванні гідроприводів гідроапаратура звичайно не розраховується, а вибирається за основними параметрами при дотриманні наступних умов:

$$p_{\text{ном}} \geq p_p; Q_{\text{ном}} \geq Q_p.$$

При виборі конкретних гідроапаратів перевагу варто віддавати гідроапаратам, що мають найбільш близькі до розрахункових номінальні значення тиску  $p_{\text{ном.р}}$  та витрати  $Q_{\text{ном.р}}$ .

За гідравлічною схемою гідророзподільник розташований перед гідромотором. Тому, що дійсна подача насоса дорівнює  $Q_{н.д} = 47,8 \text{ л/хв}$ , а тиск, який він розвиває –  $p_n = 14,6 \text{ МПа}$ , то найбільш придатним є чотирьохлінійний трьохпозиційний гідророзподільник 20 МН.

Технічна характеристика гідророзподільника 20 МН:

- витрата номінальна – 63 л/хв.;
- тиск номінальний – до 32 МПа;
- втрата тиску – 0,4 МПа;
- витоки – 0,3 л/хв.

За гідравлічною схемою гідродросель розташований на виході з гідромотора (в зливній магістралі). Тому, що дійсна витрата гідромотора дорівнює  $Q_{н.д} = 47,8 \text{ л/хв}$ , то найбільш придатним є регульований дросель типу Г77-24.

Технічна характеристика дроселя Г77-24:

- витрата номінальна – 72 л/хв.;
- тиск номінальний – 20 МПа;
- втрата тиску при відкритому дроселі – 0,02 МПа.

За гідравлічною схемою запобіжний клапан високого тиску розташований паралельно насосу (в напірній магістралі). Тому, що дійсна подача насоса дорівнює  $Q_{н.д} = 47,8$  л/хв, а тиск, який він розвиває –  $p_n = 14,6$  МПа, то найбільш придатним є запобіжний клапан КПЕ-20.

Технічна характеристика запобіжного клапана КПЕ-20:

- витрата номінальна – 63 л/хв.;
- витрата мінімальна – 8 л/хв.;
- тиск номінальний – 32 МПа.

За гідравлічною схемою два запобіжні клапани низького тиску розташовані паралельно фільтру та охолоджувачу робочої рідини (в зливній магістралі). В якості запобіжних клапанів низького тиску приймаємо клапани особистого виробництва.

#### 3.4.7. Вибір робочої рідини

Вибір робочої рідини проводиться відповідно до умов роботи гідроприводу залежно від температурних умов і номінального тиску, а також з рекомендацій заводів-виготовлювачів і практичного досвіду застосування відповідного гідрообладнання. Узагальнюючи досвід застосування різних типів насосів залежно від тиску і температури робочої рідини для аксіально-поршневих насосів рекомендоване значення в'язкості робочої рідини складає 50 мм<sup>2</sup>/с.

Найбільш припустимим типом робочої рідини для цього типу насосів є робоча рідина типу ІПП-38.

Технічна характеристика:

- кінематична в'язкість – 55...65 мм<sup>2</sup>;

- температура спалаху – 210 °C;
- температура застигання – -15 °C;
- щільність – 890 кг/м<sup>3</sup>.

### 3.4.8. Вибір фільтрів і ємності гідробака

Фільтри звичайно включаються в зливній гідромагістралі і вибираються за номінальному потоку та необхідній тонкості фільтрації. При недостатності одного фільтра можна вибрати два або три однакових фільтри і паралельно включити їх у зливній гідролінії.

Найбільш придатним фільтром при номінальному потоці  $Q_{н.д} = 47,8 \text{ л/хв}$  та тонкості фільтрації 10 мкм являється фільтр сітчастий типу ФП7  $\frac{20-10}{200}$ .

Технічна характеристика фільтра ФП7  $\frac{20-10}{200}$ :

- тонкість фільтрації – 10 мкм;
- пропускна здатність – 63 л/хв;
- номінальний тиск – 20 МПа;
- перепад тиску – 0,63 МПа.

Гідробак призначений для живлення гідроприводу робочою рідиною. Його розміри повинні бути такими, щоб рідина, що циркулює в гідроприводі, встигала відстоятися і віддати надлишок тепла в навколишнє середовище.

Визначаємо корисну ємність бака, виходячи із трихвилинної подачі насоса, та округляємо до найближчої стандартної величини.

$$V_{\phi} = 3 \cdot Q_{н.д}, \text{ л}, \quad (3.27)$$

де  $Q_{н.д}$  - дійсна подача насоса,  $Q_{н.д} = 47,8 \text{ л/хв}$ .

$$V_{\phi} = 3 \cdot 47,8 = 143,4 \text{ л}.$$

Приймаємо стандартний гідробак ємністю 160 л.

### 3.4.9. Вибір і розрахунок трубопроводів

Згідно гідросхеми гідравлічний трубопровід складається з:

- всмоктувальної магістралі, яка служить для підведення робочої рідини до насосу з баку;
- напірної магістралі, по якій робоча рідина рухається від насоса до гідромотору;
- зливної магістралі, яка призначена для зливу робочої рідини з гідромотора в бак.

Гідравлічний розрахунок трубопроводу складається з визначення діаметрів ділянок трубопроводу, кожна з яких має певну довжину [3]. Приймаємо, що довжина всмоктувальної магістралі складає 1,5 м; напірної – 8,2 м; зливної 8,8 м.

Для розрахунку діаметрів трубопроводів необхідно задатися середньою швидкістю плинину робочої рідини на кожній ділянці. Довжина кожної ділянки (рис. 2.1) становить:  $l_1 = 1,5$  м;  $l_2 = 5,2$  м;  $l_3 = 3,0$  м;  $l_4 = 3,3$  м;  $l_5 = 5,5$  м. Рекомендовано наступні швидкості плинину робочої рідини: для всмоктувальної гідролінії – 0,5...1,5 м/с; для напірної – 3...6 м/с; для зливної – 1,5...2,5 м/с.

За відомою максимальною витратою робочої рідини і середньою швидкістю визначаємо внутрішній діаметр ділянки трубопроводу [7, 12, 15]:

$$d_i = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot Q_{\partial_i}}{60 \cdot \pi \cdot V_{cp_i}}}, \text{ мм} \quad (3.28)$$

де  $Q_{\partial_i}$  – максимальна витрата робочої рідини, що проходить через дану ділянку трубопроводу,  $Q_{\partial_i} = 47,8$  л/хв;

$V_{cp}$  – середня швидкість робочої рідини для даної ділянки трубопровода,  $V_{cp1} = 1,3$  м/с,  $V_{cp2} = 5,0$  м/с,  $V_{cp3} = 2,3$  м/с.



$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 47,8}{60 \cdot 3,14 \cdot 1,3}} = 27,9 \text{ мм};$$

$$d_{2,3} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 47,8}{60 \cdot 3,14 \cdot 5}} = 14,2 \text{ мм};$$

$$d_{4,5} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 47,8}{60 \cdot 3,14 \cdot 2,3}} = 21,0 \text{ мм}.$$

Мінімальну необхідну товщину стінок труби визначають за розрахунковим діаметром напірної гідролінії та розрахунковому надлишковому тиску в ній:

$$\delta = \frac{p_p \cdot d \cdot n}{2 \cdot \delta_{дон}},$$

де  $p_p$  - розрахунковий надлишковий тиск у напірній гідролінії,

$$p_p = 1,2 \cdot p_d = 1,2 \cdot 13,3 = 15,96 \text{ МПа};$$

$n$  - коефіцієнт запасу міцності,  $n = 3$ ;

$\delta_{дон}$  - допустиме напруження розриву матеріалу стінки труби,

$\delta_{дон} = 0,4 \cdot \delta_g$ , де  $\delta_g$  - тимчасовий опір розриву матеріалу стінки труби, для сталі 20  $\delta_g = 400 \text{ МПа}$ ;  $\delta_{дон} = 0,4 \cdot 400 = 160 \text{ МПа}$ .

Тоді необхідна товщина стінок труби буде дорівнювати:

$$\delta = \frac{15,96 \cdot 14,2 \cdot 3}{2 \cdot 160} = 2,12 \text{ мм}.$$

Найближче більше стандартне значення товщини стінки труби становить  $\delta = 2,0 \text{ мм}$ .

Розрахункові зовнішні діаметри ділянок трубопровода дорівнюють:

$$d_{н1} = d_1 + 2 \cdot \delta = 27,9 + 2 \cdot 2,0 = 31,9 \text{ мм};$$

$$d_{н2,3} = d_{2,3} + 2 \cdot \delta = 14,2 + 2 \cdot 2,0 = 18,2 \text{ мм};$$

$$d_{н4,5} = d_{4,5} + 2 \cdot \delta = 21,0 + 2 \cdot 2,0 = 25,0 \text{ мм}.$$

За розрахунковими зовнішніми діаметрами вибираємо найближчі стандартні діаметри ділянок трубопроводу:

- всмоктувальний трубопровід:  
 стандартний зовнішній діаметр  $d_{н1} = 32 \text{ мм}$ ;  
 стандартна товщина стінки  $\delta = 2,0 \text{ мм}$ ;  
 внутрішній діаметр  $d_1 = d_{н1} - 2 \cdot \delta = 32 - 2 \cdot 2,0 = 28 \text{ мм}$ ;
- напірний трубопровід:  
 стандартний зовнішній діаметр  $d_{н2,3} = 20 \text{ мм}$ ;  
 стандартна товщина стінки  $\delta = 2,0 \text{ мм}$ ;  
 внутрішній діаметр  $d_{2,3} = d_{н2,3} - 2 \cdot \delta = 20 - 2 \cdot 2,0 = 16 \text{ мм}$ ;
- зливний трубопровід:  
 стандартний зовнішній діаметр  $d_{н4,5} = 25 \text{ мм}$ ;  
 стандартна товщина стінки  $\delta = 2,0 \text{ мм}$ ;  
 внутрішній діаметр  $d_{4,5} = d_{н4,5} - 2 \cdot \delta = 25 - 2 \cdot 2,0 = 21 \text{ мм}$ ;

#### 3.4.10 Визначення потужності і ККД гідроприводу

Вхідна потужність гідроприводу (потужність, споживана насосом) визначається з рівняння [7, 12, 15]:

$$N_{\text{зн.вх}} = \frac{p_{н.н} \cdot Q_{н.д}}{60 \cdot \eta_n}, \quad (3.29)$$

де  $p_{н.н}$  – необхідний тиск насоса,  $p_{н.н} = 14,14 \text{ МПа}$ ;

$Q_{н.д}$  – дійсна подача насоса,  $Q_{н.д} = 47,8 \text{ л/хв}$ ;

$\eta_n$  – загальний ККД вибраного насоса,  $\eta_n = 0,87$  (з технічної характеристики).

Вхідна потужність гідроприводу (потужність, споживана насосом, що забезпечує роботу гідромотора) дорівнює:

$$N_{zn.вх} = \frac{14,14 \cdot 47,8}{60 \cdot 0,87} = 12,9 \text{ кВт.}$$

Загальний ККД гідроприводу визначається відношенням вихідної потужності гідроприводу  $N_{zn.вих}$  до вхідної  $N_{zn.вх}$ :

$$\eta_{zn} = \frac{N_{zn.вих}}{N_{zn.вх}}; \quad (2.27)$$

$$\eta_{zn} = \frac{8,8}{12,9} = 0,68.$$

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно-функціональний аналіз виникнення небезпечних ситуацій

[5, 6, 11]

Під час внесення міндобрив, а також операцій технічного обслуговування і ремонту машин на працівників діють низка травмонебезпечних і шкідливих виробничих чинників – хімічні, фізичні, психофізіологічні та ін.

Кожний небезпечний виробничий чинник незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення, то її можна вважати постійною. Якщо у процесі роботи така зона може змінюватися внаслідок зміни рівня небезпечного чинника, його переміщень у просторі, то вона буде змінною.

Під час застосування хімічних речовин (внесення мінеральних добрив) розмір небезпечної зони залежить від багатьох факторів і періодично може змінюватися навіть за короткий відрізок часу. Основними факторами, що впливають на небезпечну зону є швидкість та напрямок вітру, легкість робочого розчину, рельєф місцевості, особливості машинно-тракторного агрегату тощо.

Під час обслуговування агрегатів для внесення міндобрив працівники можуть потрапляти в небезпечну зону внаслідок відсутності там необхідного огороження, сигнальних пристроїв або попереджувальних знаків та написів, порушення відповідних правил, допущеної помилки або внаслідок аварії. Небезпечні дія працівників виникає внаслідок порушення регламентованого режиму роботи обладнання, нормативних вимог охорони праці, норм експлуатації тощо. Таким чином, внаслідок небезпечних дій працюючий проникає в небезпечну зону, в якій потрапляє у небезпечні обставини та умови, відповідно схему процесу формування небезпечної ситуації показано на рис.1.

Зі схеми видно, що працівник допускає небезпечну дію (НД) і потрапляє у небезпечні обставини (НО), за яких на нього може діяти небезпечний виробничий фактор (НВФ) за наявної небезпечної умови (НУ). Так створюється інша подія, що має назву небезпечної ситуації (НС).

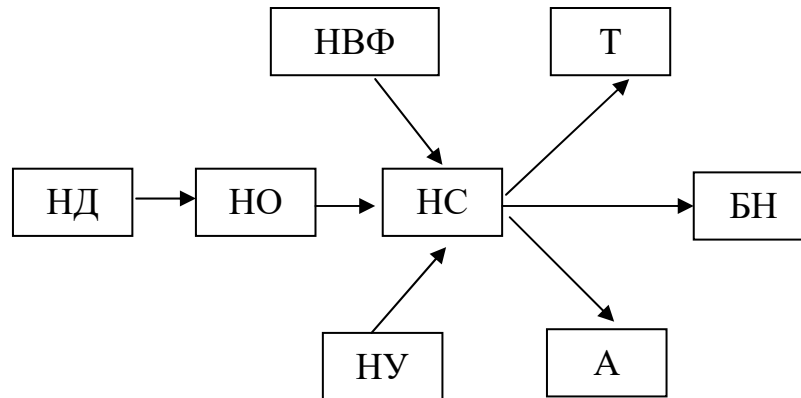


Рисунок 4.1 – Блок-схема процесу формування та виникнення небезпечних, аварійних та катастрофічних ситуацій: НВФ - небезпечний виробничий фактор; НУ - небезпечні умови; НД - небезпечні дії; НО - небезпечні обставини; НС - небезпечна ситуація; А - аварія; Т - травма, БН – ситуація без наслідків.

Прикладом виникнення потоку таких подій є робота транспортного засобу. Допущена водієм перша помилка — перевищення допустимої швидкості руху (НД<sub>1</sub>), може викликати різке гальмування (НД<sub>2</sub>), внаслідок чого виникає занос транспортного засобу та його перекидання (НС). При цьому може бути пошкоджений транспортний засіб (А) і/або травмований водій (Т) [5, 6, 11].

4.2. Обґрунтування організаційно-технічних рекомендацій з безпеки праці

#### 4.2.1. Рекомендації з охорони праці під час транспортування міндобрив

Зберігання сульфатів та калійних добрив необхідно здійснювати на складах, які відповідають вимогам ДБН В.2.2-7-98 «Будинки і споруди. Будівлі і споруди для зберігання мінеральних добрив та засобів захисту рослин». Вентиляція у складських приміщеннях для зберігання сульфатів та калійних добрив має бути природною. Сульфати та калійні добрива необхідно зберігати упакованими в мішки (25, 50 кг) або мішки МКР масою 800-1000 кг. Мішки вагою до 50 кг необхідно розміщувати в приміщенні складу штабелями, а пакування по 800-1000 кг - на підлозі приміщення складу або на відкритих майданчиках, захищених від атмосферних опадів.

Навантажувально-розвантажувальні роботи в складських будівлях необхідно здійснювати відповідно до «Правил охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт».

Сульфати та калійні добрива необхідно транспортувати упакованими в мішки або в спеціальні м'які контейнери (біг-беги) в критих вагонах або автомобільним транспортом відповідно до Правил перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні.

Продукцію, розфасовану в мішки МКР, дозволяється транспортувати автомобільним транспортом.

#### 4.2.2. Вимоги безпеки під час використання мінеральних добрив

Транспортування, зберігання та застосування мінеральних добрив потрібно здійснювати з дотриманням вимог Закону України «Про пестициди і агрохімікати» та інших нормативно-правових актів у частині безпечного здійснення робіт із транспортування, зберігання та застосування.

Не дозволяється у темний час доби здійснювати роботи, пов'язані з транспортуванням аміаковмісних мінеральних добрив, приготуванням розчинів, змішуванням їх та внесенням у ґрунт.

Не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив, навіть після її знешкодження (зnezаражування). Тара з-під мінеральних добрив утилізується згідно з вимогами природоохоронного законодавства.

У машинах, які застосовуються для роботи з мінеральними добривами та пестицидами, усі з'єднання магістралей переміщення хімікатів (фланці, штуцери, ніпелі, люки тощо) повинні мати ущільнювальні прокладки.

#### 4.2.3. Вимоги щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту

Роботодавець повинен забезпечувати працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та засобами індивідуального захисту відповідно до Норм безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам (Частина 1 і 2). Засоби індивідуального захисту, якими забезпечуються працівники, повинні відповідати вимогам Технічного регламенту засобів індивідуального захисту. Забороняється допускати працівників до роботи із шкідливими речовинами без спеціального одягу, спеціального взуття та засобів індивідуального захисту. Роботодавець повинен організувати зберігання, прання, хімчистку, дезінфекцію, ремонт спеціального одягу, спеціального взуття та засобів індивідуального захисту відповідно до Положення про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Працівників необхідно забезпечувати засобами індивідуального захисту відповідно до ДСТУ 7239:2011 «ССБП. Засоби

індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація», «ССБП. Засоби індивідуального захисту органів дихання фільтрувальні. Загальні технічні вимоги (ГОСТ 12.4.041:2001, IDT)», ДСТУ EN 14387:2006 «Засоби індивідуального захисту органів дихання. Фільтри протигазові і фільтри скомбіновані. Вимоги, випробування, маркування (EN 14387:2004, IDT)».

#### 4.3. Пожежна безпека

Система протипожежного захисту є сукупністю організаційних заходів і технічних засобів, спрямованих на запобігання дії на людей небезпечних чинників пожежі і обмеження збитків. Небезпечними чинниками пожежі, дія яких призводить до травми, отруєння або загибелі людини, а також до матеріальних збитків є продукти горіння, висока температури, руйнування конструкцій, вибухи та ін.

Кожен машинно-тракторний агрегат повинен мати первинні засоби гасіння пожеж, вогнегасники призначення для гасіння пожеж з пально-мастильними матеріалами, отрутохімікатами, мінеральними добривами, а також у електричних системах.

Вогнегасники всіх типів повинні мати сертифікати відповідності та проходити технічне обслуговування на спеціалізованих підприємствах, які мають ліцензію на провадження відповідного виду господарської діяльності.

Періодичність технічного обслуговування вогнегасників усіх типів повинна відповідати експлуатаційній документації, але не рідше одного разу на 2 роки. Вогнегасники, допущені до введення в експлуатацію, повинні мати: пломби на пристроях ручного пуску; облікові (інвентаризаційні) номери за прийнятою на підприємстві системою нумерації; ярлики і маркувальні написи на корпусі; червоний сигнальний колір згідно з державним стандартом. Відповідальними за своєчасне і повне оснащення об'єктів вогнегасниками та іншими засобами гасіння пожеж, забезпечення



технічного обслуговування, навчання працівників підприємств правилам користування вогнегасниками є керівники цих підприємств або орендарі згідно з договором оренди.

Кожний працівник, який виявив пожежу, повинен: негайно повідомити про це по телефону пожежну охорону (при цьому слід указати адресу об'єкта, поверховість будівлі, місце виникнення пожежі, обстановку на пожежі, наявність людей, а також назвати своє прізвище, ім'я та по батькові); ужити (по змозі) заходів для евакуації людей, гасіння (локалізації) пожежі та збереження матеріальних цінностей; повідомити про пожежу керівника чи відповідну компетентну посадову особу та (або) чергового по підприємству або організації; за потреби викликати інші аварійно-рятувальні служби (медичну, газорятувальну і т.ін.).

## 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

Впродовж усього періоду роботи агрегату (трактора МТЗ-82 та розкидача мінеральних МВУ-0,5) на полях господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність виконаних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної машиною (агрегатом) роботи, (грн/га) визначають [9, 17]:

$$C_V = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де  $C_1$  – оплата праці персоналу, який обслуговує машину (агрегат), грн/га;

$C_2$  – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

$C_3$  – відрахування на реновацію машини, грн/га;

$C_4$  – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (5.2)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_6$  – чисельність працівників, які обслуговують машину (агрегат), окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

$T_1, T_2, \dots, T_6$  – годинна оплата праці, грн./год;

$W_{\text{год}}$  – годинна продуктивність машини (агрегату), га/год.

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{II} \quad (5.3)$$

де  $C_K$  – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

$G_{II}$  – погектарна витрата палива машиною (агрегатом), кг.

Питомі витрати на амортизацію машини (агрегату):

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де  $B_K$  – балансова вартість машини (трактора та с.г. машини), грн;

$a_K$  – відсоток відрахування на реновацію, %;

$k_r$  – коефіцієнт зайнятості;

$S_c$  – сезонна площа вирощування картоплі, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{год} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де  $P_K$  – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування машини для трактора  $P_K = 9,9\%$  та розкидача  $P_K = 12\%$ ;

$W_K^{год}$  – годинна продуктивність машини, га/год;

$T_K$  – нормативне річне завантаження  $r$ -ї машини для трактора 1350 год та розкидача 200 год. [9, 17].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для технологічної операції внесення твердих мінеральних добрив. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 250 га.

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 74,83}{9} = 8,31 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 47,5 \cdot 1,3 + 290 \cdot 0,1 = 90,75 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (5.4). Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора  $a_K = 15\%$  та для

с.г машини  $a_k = 12\%$ ; коефіцієнт зайнятості для трактора  $k_r = 0,02$  для с.г. машини  $k_r = 1$  [9, 17]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{820000 \cdot 15 \cdot 0,02}{100 \cdot 250} = 9,84 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$C_{32} = \frac{26000 \cdot 12 \cdot 1}{100 \cdot 250} = 12,48 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{820000 \cdot 0,99}{9 \cdot 1350} = 6,68 \text{ грн/га};$$

для розкидача

$$C_{42} = \frac{26000 \cdot 0,12}{9 \cdot 200} = 1,73 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на внесенні твердих мінеральних добрив удосконаленою машиною на площі 250 га становлять:

$$C_v = 8,31 + 90,75 + 9,84 + 12,48 + 6,68 + 1,73 = 129,80 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання операції внесення твердих мінеральних добрив. Сумарна потреба у коштах для виконання операції внесення твердих мінеральних добрив ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області становить 32449,81 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність внесення твердих мінеральних добрив ФГ „Вінал”.

## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області має зручне з точки зору економічних зв’язків розташування.

Широка номенклатура та кількісний склад парку сільськогосподарських машин забезпечує виконання комплексу робіт з вирощування всіх культур та обслуговування всіх напрямків, на яких спеціалізується господарство. При цьому, варто відмітити, що значна частина машин вже відслужила рекомендований термін і потребує заміни.

Запропоноване удосконалення розкидача мінеральних добрив на базі МВУ-0,5 дає змогу суттєво підвищити ефективність технологічної операції шляхом зменшення навантаження на трансмісію трактора.

В даному розділі проведено попередній розрахунок елементів гідроприводу машини для внесення добрив МВУ-0,5, вибрано тиск у гідросистемі, визначено потужність приводу, подачу насосів, основні параметри гідромоторів та вибрано найбільш придатні гідромашини.

Після вибору гідромашин і уточнення номінального тиску та витрати здійснено розрахунок і вибір напрямної і регулюючої гідроапаратури, трубопроводів і інших елементів, а також розраховано ККД гідроприводу.

Після того, як основна номенклатура компонентів гідроприводу була визначена, уточнена і вибрана складено принципову гідравлічну схему приводу машини для внесення добрив МВУ-0,5 та описано принцип її роботи.

Розроблення та впровадження заходів з охорони праці дасть змогу, шляхом попередження виникнення можливих небезпечних ситуацій в період внесення мінеральних добрив, зменшити рівень виробничого травматизму та покращити умови праці.

Економічні розрахунки показують, сумарна потреба у коштах для виконання операції внесення твердих мінеральних добрив ФГ „Вінал” Золочівського району Львівської області становить 32449,81 грн.

## БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Гречкосій В.Д. та ін., Довідник сільського інженера. Київ : Урожай, 1998. 360с.
2. Довідник з механізації приготування та внесення добрив / В.М.Соколов, Ю.Г.Вожик, М.К.Лінник та ін. Київ : Урожай, 1993. 152 с.
3. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
4. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студентів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. / за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожняка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
5. Жидецький В.Н., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Львів: Афіша, 2001. 349 с.
6. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лахман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 1993. 272с.
7. Коновалюк Д. М., Ковальчук Р.М. Деталі машин. Київ : Кондор, 2004. 584 с.
8. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2006. 760 с.
9. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку / В. Марченко // Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. ви-ва. Т.ХІV. 2003. С. 189-194.
10. Механізація та експлуатація сільського господарства // Республіканський міжвідомчий науковий збірник. Київ : Урожай, 1991. №74. 79 с.

11. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник / Пістун І.П., Березовецький А.П., Тимочко В.О., Городецький І.М.; за ред. І.П.Пістуна. Львів: Тріада плюс, 2017. Ч.1. 620 с.
12. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунку деталей машин. Львів : Афіша, 2003. 560 с
13. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. Київ : Вища шк., 1993. 556 с.
14. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. -5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с.
15. Підйомно-транспортні машини. Розрахунки підйимальних і транспортувальних машин. Бондарев В. С. та ін. Київ : Вища школа, 2009. 734 с.
16. Практикум із машиновикористання в рослинництві. Навчальний посібник / За ред. Мельника І.І. Київ: Кондор. 2009. 284 с.
17. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885.
18. Сільськогосподарські машини : підручник / Д. Г. Войтюк, Л. В. Аніскевич [та ін.] ; За ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Агроосвіта, 2015. 678 с.
19. Сучасна технологія вирощування картоплі. URL: <https://uapg.ua/blog/suchasna-tehnologiya-viroshhuvannya-kartopli/> (Дата звернення 12.05.2023).
20. Технологія вирощування картоплі. URL: [https://ikar.in.ua/potato\\_intresting/technology/](https://ikar.in.ua/potato_intresting/technology/). (Дата звернення 10.05.2023).
21. Ясенецький В.А., Куліш В.С., Мечта М.П., Пономаренко А.Ф., Фененко А.І., Лузан В.П. Нова сільськогосподарська техніка. Київ : Урожай, 1991. 320 с.
22. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.