

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту
ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ З РОЗРОБКОЮ АГРЕГАТУ ДЛЯ
ВНЕСЕННЯ КАС ПІДГРУНТОВО**

Виконав: здобувач 3 скороченого курсу, групи АІС-1-22
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Ростислав ШАБАТ

Керівник: _____ Олександр КОБЕЦЬ

Рецензент: _____ Олександр ЯРЕМЕНКО

Дніпро 2025

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2025 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Шабат Ростислав Валентинович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації внесення рідких мінеральних добрив з розробкою агрегату для внесення КАС підґрунтово керівник проєкту Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«07» травня 2025 року № 964

2. Строк подання студентом проєкту 06.06.2025

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів для внесення КАС підґрунтово. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Характеристика виробничої діяльності господарства. 2. Огляд існуючих засобів для внесення КАС.

3. Конструктивне удосконалення агрегату та інженерно-технічні

розрахунки. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічна оцінка розробки. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1. Агрегат для внесення добрив. Вид загальний (A1). 2. Агрегат насосний. Складальне креслення (A1). 3. Вал-шестерня (A3). 4. Робоче колесо насоса (A3). 5. Колесо зубчате (A3). 6. Втулка (A4). Прокладка (A4)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Кобець О.М., доцент		
Нормоконтроль	Пономаренко Н.О., доцент		

7. Дата видачі завдання: 19.03.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 10.04.2025	
2	Технологічний	до 21.04.2025	
3	Конструкційний	до 13.05.2025	
4	Охорона праці	до 22.05.2025	
5	Економічний	до 30.05.2025	
6	Демонстраційна частина	до 06.06.2025	

Здобувач

(підпис)

Шабат Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кобець О.М.

(прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-сть аркушів	Номер аркуша	Примі- тка
			Текстові документи			
1	A4	52ДП.05900.000.ПЗ	Пояснювальна записка	76		
			Графічні матеріали			
2	A1	52ДП.04301.000	Огляд конструкцій машин для внесення РМД	1	1	
3	A1	52ДП.04302.000	Огляд конструкцій насосних агрегатів для внесення РМД	1	2	
4	A1	52ДП.04300.000.ВЗ	Агрегат для внесення добрив. Вид загальний	1	3	
5	A1	52ДП.04304.000.СК	Агрегат насосний. Складальне креслення.	1	4	
6	A3	52ДП.04303.004	Вал-шестерня.	1	5	
7	A3	52ДП.04303.005	Робоче колесо насоса.	1	5	
8	A3	52ДП.04303.007	Колесо зубчате.	1	5	
9	A4	52ДП.04303.008	Втулка.	1	5	
10	A4	52ДП.04303.009	Прокладка.	1	5	
11	A1	52ДП.04300.000.ПЕ	Економічні показники проекту	1	6	

					52ДП.04300.000.ПД		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість дипломного проекту		
Розробив		Шабат Р.В.					
Перевірив		Кобець О.М.					
Консультант							
Н. контр.		Пономаренко Н.М.					
Затвердив		Теслюк Г.В.			ДДАЕУ АІС-1-22		
					Літ.	Арк.	Аркушів
						4	76

АНОТАЦІЯ

Шабат Р.В. Удосконалення механізації внесення рідких мінеральних добрив з розробкою агрегату для внесення КАС підґрунтового / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У вступній частині дипломного проєкту подано виробничо-господарську характеристику ТОВ «ЗОРЯ», зокрема описано його агротехнічний потенціал та техніко-економічні показники.

У другому розділі проаналізовано сучасні конструкції агрегатів для внесення рідких мінеральних добрив, визначено їх переваги й недоліки, зосереджено увагу на потребі в удосконаленні робочих органів і насосних систем.

У теоретичній частині розглянуто технічне обґрунтування та описано удосконалену конструкцію агрегату для підґрунтового внесення КАС. Проведено розрахунки основних конструктивних елементів, включаючи насосний вузол, кріплення та силові елементи рами.

Окремо розглянуто заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації агрегату, з урахуванням шкідливих факторів, пов'язаних із внесенням добрив.

У завершальному розділі проєкту виконано техніко-економічну оцінку ефективності застосування вдосконаленого агрегату порівняно з базовим аналогом, що доводить доцільність його впровадження у виробництво.

Ключові слова: КАС, підґрунтове внесення, удосконалення, насос, робочий орган

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ЗОРЯ»	9
1.1. Загальна характеристика господарства	9
1.2. Техніко-економічні показники господарства	10
1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності	10
1.2.2. Матеріально-технічна база господарства	11
1.3. Особливості підґрунтового внесення КАС в господарстві	13
2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС	16
2.1. Агрегати для внесення рідких мінеральних добрив	18
2.2. Аналіз технологічних схем машин для внесення РМД	25
2.3. Аналіз робочих органів для підґрунтового внесення РМД	29
2.4. Аналіз насосних агрегатів для внесення РМД	31
3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС ПІДҐРУНТОВО ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ	35
3.1. Обґрунтування необхідності удосконалення конструкції	35
3.2. Будова і принцип роботи агрегата для внесення КАС	36
3.3. Визначення параметрів насосу для подачі карбамід-амічної суміші під тиском до робочих органів.	40
3.4. Кінематичний і міцністний розрахунки.	43
3.4.1. Несуча рама	43
3.4.2. Розрахунок болтів кріплення робочих органів	46
3.4.3. Перевірочний розрахунок зварного з'єднання рамки начіпки і поздовжньої балки рами водороздавача	47
3.4.4. Розрахунок діаметра пальця, який з'єднує поздовжню тягу начіпки з рамкою	49
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	50
4.1. Організація безпечних умов праці на підприємстві	51
4.2. Вплив технологічного процесу на навколишнє середовище	52
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА	53
ВИСНОВКИ	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	60
ДОДАТКИ	62

ВСТУП

Одним із ключових напрямів розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва є підвищення ефективності використання ресурсів, зокрема мінеральних добрив. У зв'язку зі зростанням вартості добрив та підвищеними вимогами до якості вирощуваної продукції, виникає потреба у впровадженні більш точних і технологічно обґрунтованих методів внесення поживних речовин у ґрунт. Серед усіх видів добрив особливу увагу сьогодні приділяють рідким формам, зокрема карбамід-аміачній суміші (КАС), яка є ефективним джерелом азоту для широкого спектра культур.

Завдяки високому вмісту діючої речовини, зручності зберігання та рівномірному розподілу в ґрунті, КАС широко застосовується у багатьох агропідприємствах. Проте для повноцінної реалізації її потенціалу необхідне відповідне технічне забезпечення, яке б дозволяло вносити добриво з мінімальними втратами, максимально точно та з урахуванням агротехнічних вимог. Існуючі машини для внесення рідких добрив часто не забезпечують необхідної глибини, рівномірності або стабільності подачі, що обмежує ефективність технологічного процесу та може мати негативний вплив на навколишнє середовище.

У багатьох випадках наявні агрегати не повною мірою адаптовані до конкретних умов господарства або вимагають значних витрат на обслуговування та модернізацію. Це зумовлює необхідність пошуку інженерно-технічних рішень, які б дозволили модернізувати або удосконалити наявне обладнання, підвищити його надійність, продуктивність і екологічну безпечність.

Актуальність даної теми зумовлена потребою у створенні агрегатів, що здатні не лише ефективно вносити КАС у підґрунтовий шар, а й відповідати сучасним вимогам агротехнологій, охорони праці та екології. Розробка і впровадження такої техніки сприяє раціональному використанню добрив, зниженню витрат на їх застосування, підвищенню урожайності культур та

забезпеченню сталого розвитку аграрного виробництва.

Метою дипломного проєкту є підвищення ефективності підґрунтового внесення карбамід-аміачної суміші шляхом удосконалення конструкції агрегату, зокрема насосного вузла та системи подачі добрива.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні завдання:

- дослідити особливості застосування рідких мінеральних добрив у сучасному землеробстві;
- здійснити аналіз існуючих машин та технологій, що використовуються для підґрунтового внесення КАС;
- визначити конструктивні недоліки існуючих агрегатів і обґрунтувати доцільність їх удосконалення;
- розробити технічні рішення щодо покращення насосного вузла та елементів системи внесення;
- провести інженерні розрахунки, що підтверджують працездатність запропонованої конструкції;
- оцінити потенційний вплив модернізованого агрегату на навколишнє середовище;
- розглянути умови безпечної експлуатації обладнання та розробити рекомендації щодо охорони праці;
- здійснити техніко-економічне обґрунтування ефективності впровадження запропонованого технічного рішення у виробництво.

Реалізація даного проєкту сприятиме оптимізації технологічного процесу внесення рідких добрив, забезпечить кращу адаптацію техніки до умов господарства та дозволить підвищити загальну ефективність агровиробництва.

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТОВ «ЗОРЯ»

1.1. Загальна характеристика господарства

Сільськогосподарське підприємство ТОВ «Зоря» розташоване в межах села Гаврилівка Синельниківського району Дніпропетровської області (рис. 1.1). Господарство функціонує з 2002 року і за час своєї діяльності зарекомендувало себе як стабільне та перспективне аграрне підприємство.

На сьогодні ТОВ «Зоря» має у своєму розпорядженні 570 гектарів сільськогосподарських угідь. Основним напрямком діяльності підприємства є вирощування зернових та технічних культур, зокрема: озимої та ярої пшениці, кукурудзи, соняшнику та інших сільськогосподарських культур, що відповідають ґрунтово-кліматичним умовам регіону.

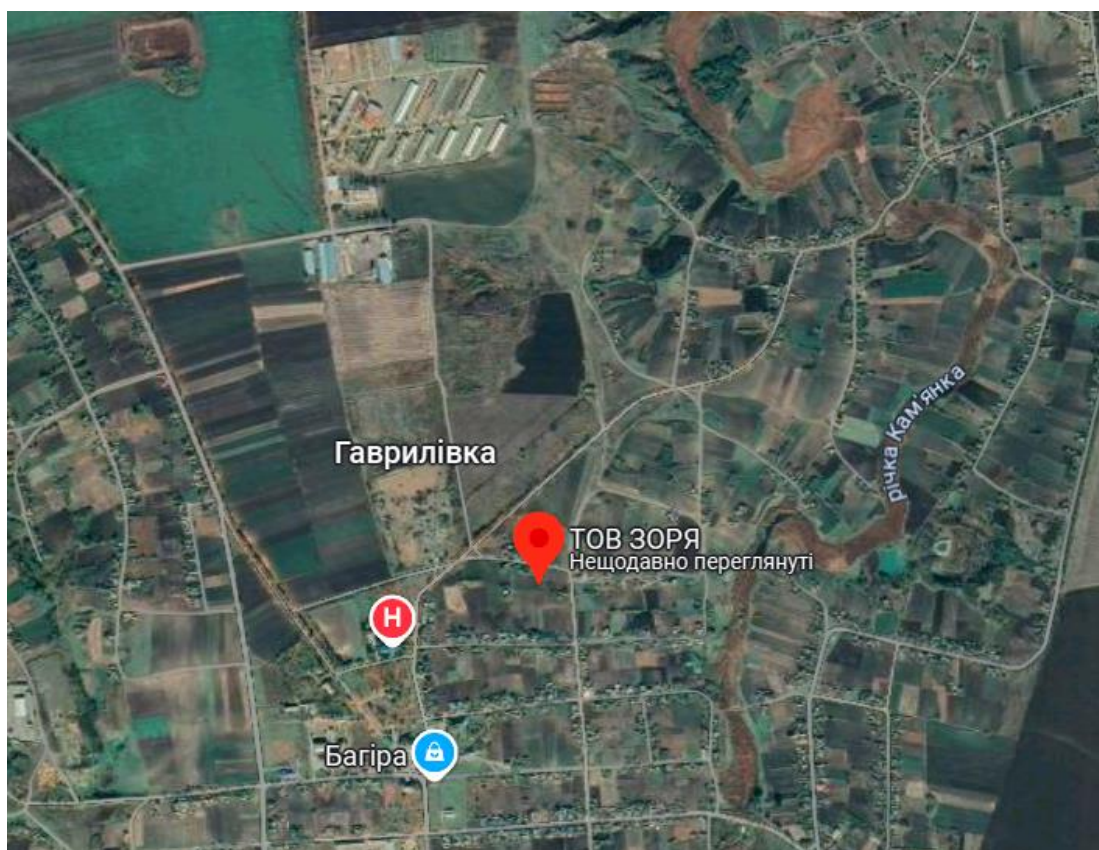


Рисунок 1.1 – Місце знаходження господарства на карті району

Рослинницька діяльність в господарстві ведеться з урахуванням сучасних агротехнологій, спрямованих на підвищення врожайності та ефективне

використання земельних ресурсів. Застосовуються елементи точного землеробства, активно впроваджуються мінеральні добрива та засоби захисту рослин, що дозволяє досягати високих виробничих показників.

Підприємство приділяє увагу якості обробітку ґрунту, дотримується сівозміни, що сприяє збереженню родючості землі. Також ведеться постійна модернізація технічного парку – використовуються сучасні сільськогосподарські машини і агрегати, що забезпечують ефективне виконання польових робіт у стислі агротехнічні строки.

ТОВ «Зоря» має належну виробничу інфраструктуру – на території господарства функціонують складські приміщення для зберігання продукції, машинно-тракторний парк, ремонтні майстерні та інші допоміжні об'єкти. Завдяки злагодженій роботі кваліфікованих спеціалістів підприємство стабільно працює, забезпечуючи продовольчу безпеку регіону та сприяючи розвитку аграрного сектору економіки.

1.2. Техніко-економічні показники господарства

1.2.1. Ґрунтово-кліматичні умови ведення господарської діяльності

ТОВ «Зоря» здійснює свою господарську діяльність у зоні південно-східного Лісостепу України, яка характеризується помірно-континентальним кліматом з відносно спекотним літом та помірно холодною зимою. Ці кліматичні та ґрунтові умови мають значний вплив на організацію сільськогосподарського виробництва, вибір культур для вирощування, а також на технології обробітку ґрунту.

Середньорічна температура повітря в регіоні становить близько +8...+9 °С. У літній період температура може сягати +30 °С і вище, тоді як узимку нерідко спостерігаються морози до -20 °С. Вегетаційний період триває в середньому 270–285 днів, що дозволяє вирощувати широкий спектр культур, зокрема озимі та ярі зернові, а також технічні культури, такі як соняшник і кукурудза.

Кількість опадів у межах господарства є обмеженою та коливається в межах 450-500 мм на рік, причому більшість з них випадає у весняно-літній період. Це створює певні труднощі для землеробства, особливо в умовах засушливих років. Тому важливою умовою стабільного врожаю є раціональне збереження вологи в ґрунті за допомогою сучасних методів обробки, зокрема: мінімальної обробки, мульчування та застосування ґрунтозахисних сівозмін.

Ґрунти території, де розташоване ТОВ «Зоря», переважно представлені чорноземами звичайними та слабогумусними. Вони мають добрі фізико-хімічні властивості, високий вміст гумусу (приблизно 3-4%) та забезпечують високу природну родючість. Ці ґрунти добре утримують вологу, мають сприятливу структуру та здатні забезпечувати рослини необхідними елементами живлення впродовж усього вегетаційного періоду.

Однак, через тривалий період експлуатації земель без достатнього повернення поживних речовин, у деяких полях спостерігається зниження вмісту гумусу та мікроелементів, що зумовлює необхідність систематичного внесення мінеральних і органічних добрив. Крім того, спостерігаються ознаки водної та вітрової ерозії, особливо на відкритих схилах, що вимагає впровадження заходів з охорони ґрунтів.

Таким чином, кліматично-ґрунтові умови в районі діяльності ТОВ «Зоря» є загалом сприятливими для ведення інтенсивного землеробства, однак потребують раціонального використання ресурсів, адаптації технологій до мінливих погодних умов та постійного вдосконалення агротехнічних підходів.

1.2.2. Матеріально-технічна база господарства

Матеріально-технічна база є основою ефективного ведення сільськогосподарського виробництва. Вона визначає рівень механізації, технологічну оснащеність та можливості підприємства щодо виконання агротехнічних операцій у стислі строки. У ТОВ «Зоря» наявна добре

укомплектована система технічних засобів, що дозволяє виконувати всі основні роботи – від підготовки ґрунту до збирання врожаю та його первинної обробки.

У структурі посівних площ основне місце займають озима пшениця, кукурудза на зерно, соя, соняшник та озиме жито, що дає змогу забезпечити стійке виробництво в умовах помірного зволоження і нестійкого клімату. Відповідно до даних господарства, щорічно формуються посівні площі з урахуванням сівозмін та потреб ринку (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ господарства

№ п/п	Культура	Площа посіву, га	У % до загальної площі
1	Озима пшениця	200	35
2	Озиме жито	100	17,5
3	Кукурудза на зерно	50	8,5
4	Соя	70	12,5
5	Соняшник	150	26,5
Всього		570	100

Для виконання сільськогосподарських робіт підприємство має у своєму розпорядженні широкий спектр техніки. Машинно-тракторний парк включає трактори різної потужності, зернозбиральні комбайни та вантажні автомобілі. Склад машинно тракторного парку господарства наведений в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Склад машинно-тракторного парку ТОВ «Зоря»

Найменування та марки	Кількість
1	2
Трактори:	
T-150K-09	2
MTЗ 1523	2
MTЗ 82.1	3
Автомобілі самоскиди:	
MA3-6501	2
DAF CF 430	1
Зернозбиральні комбайни:	
Claas Lexion 770	1
Case IH Axial-Flow 6140	1

Сівалки:	
Horsch Pronto 6 DC	1
УПС-8	1
Horsch Focus TD	1
Плуги:	
ПЛН-5-35	3
Lemken Juwel 8	2
Культиватори:	
Horsch Tiger 6 MT	2
KPH-5,6	4
Борони:	
Lemken Rubin 10	2
БЗСС-1,0	20
Розкидачі:	
Amazone ZA-TS 3200	1
РУМ-5	1
Оприскувачі:	
ОП-2000	1
Amazone UX3200	1

Господарство має власний зерноток із сучасним сушильним комплексом, що дозволяє оперативно знижувати вологість зерна до стандартних показників. Система очищення включає сепаратори, що ефективно видаляють домішки перед транспортуванням продукції на елеватори. Зберігання мінеральних добрив здійснюється у спеціальних критих складах з твердим покриттям, які захищають матеріали від вологи та сонячного випромінювання.

1.3. Особливості підґрунтового внесення КАС в господарстві

У господарстві ТОВ «Зоря» впроваджується підґрунтове внесення карбамід-аміачної суміші (КАС) як один з ключових елементів системи удобрення зернових та технічних культур. Це дозволяє не лише зменшити втрати азоту, які виникають при поверхневому внесенні, а й забезпечити більш рівномірне та тривале живлення рослин упродовж усього періоду вегетації.

КАС є рідким азотним добривом, що поєднує три форми азоту – амонійну, нітратну та амідну. Такий склад забезпечує поетапне засвоєння азоту рослинами, починаючи з найшвидшої дії нітратної форми, і завершуючи тривалим ефектом амідної. Це особливо важливо для господарств із вирощуванням кукурудзи, пшениці, соняшнику, як у випадку з ТОВ «Зоря», де строки вегетації культур суттєво відрізняються і вимагають адаптованого підходу до підживлення.

У ТОВ «Зоря» підґрунтове внесення КАС здійснюється із використанням агрегату КРН-5,6, який адаптований до роботи на полях із різними типами ґрунтів та дозволяє вносити рідке добриво на глибину до 10 см. Агрегат обладнаний системою точного дозування, що забезпечує рівномірне подавання рідини по всій ширині захвату, а також системою автоматичного контролю норм внесення залежно від швидкості руху та властивостей ґрунту. Завдяки цьому в господарстві досягається висока точність розподілу добрив і мінімізуються втрати азоту.

Процес внесення КАС агрегатом КРН-5,6 відбувається переважно під час передпосівного обробітку або одночасно з посівом. Це дозволяє оптимізувати кількість технологічних проходів, зменшити ущільнення ґрунту та знизити витрати пального. На особливу увагу заслуговує конструкція робочих органів аплікатора, які не тільки забезпечують якісне загортання добрива, але й не пошкоджують структуру ґрунту, що є особливо важливим при роботі на типових чорноземах і темно-сірих ґрунтах, які переважають у господарстві.

На території господарства облаштовані умови для безпечного зберігання та транспортування добрив, що відповідають технічним та екологічним вимогам. Заправка здійснюється за допомогою мобільного насосу, що забезпечує швидке і безпечне перекачування рідини з основних ємностей до бака агрегату.

У результаті впровадження даної технології господарство отримує значні переваги: підвищується коефіцієнт засвоєння азоту рослинами, зменшується ризик втрат добрив через випаровування та вимивання, покращується

врожайність основних культур. За даними внутрішнього агрономічного обліку, після переходу на підґрунтове внесення КАС з використанням агрегату КРН, у ТОВ «Зоря» спостерігається стабільне зростання показників урожайності без збільшення витрат на добрива.

Загалом впровадження технології підґрунтового внесення КАС у ТОВ «Зоря» забезпечує високий рівень ефективності азотного живлення, сприяє економії добрив, зменшенню витрат на обробіток і покращенню агроекологічного стану ґрунтів. Ця технологія є перспективною для подальшого удосконалення системи живлення сільськогосподарських культур у господарстві та забезпечує стабільне зростання врожайності основних культур.

Висновок: У ході аналізу діяльності ТОВ «Зоря» встановлено, що господарство має належну матеріально-технічну базу, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для вирощування основних сільськогосподарських культур та активно впроваджує сучасні технології в рослинництві. Зокрема, в господарстві широко використовується підґрунтове внесення карбамід-аміачної суміші, що дозволяє підвищити врожайність, зменшити втрати добрив і покращити агроекологічний стан ґрунтів. Наявність сучасної техніки забезпечує ефективне виконання агротехнічних робіт у стислі строки.

2. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС

Рідкі мінеральні добрива, зокрема карбамід-аміачна суміш, аміачна вода та інші рідкі комплексні сполуки, набувають все більшого поширення у сучасному землеробстві. Вони відзначаються високою ефективністю, кращою засвоюваністю поживних елементів та зручністю у застосуванні. Разом із цим, вибір способу їх внесення є важливим етапом, що визначає загальну результативність агротехнологічного процесу.

У сільськогосподарській практиці застосовуються кілька основних схем внесення рідких мінеральних добрив, які відрізняються за конструктивними особливостями обладнання та способом подачі добрива в ґрунт або на рослини (рис. 2.1). Однією з таких технологій є поверхневе внесення за допомогою розпилювачів з багатоструминними форсунками. При цьому рідина подається на поверхню ґрунту або безпосередньо на листову поверхню рослин із частковим потраплянням на ґрунт. Такий спосіб застосовується здебільшого для позакореневого підживлення у пізні фази вегетації.

Інший варіант передбачає використання обприскувачів зі шлангами, які опускаються безпосередньо до поверхні ґрунту. Це дозволяє внести добрива ближче до зони кореневого живлення та мінімізувати випаровування, що особливо актуально при застосуванні КАС. Схожа за принципом, але інша за реалізацією схема – це обприскувачі з подовжувачами, що дають можливість точно направити струмінь добрива у міжряддя або до основи рослин. Таке локалізоване внесення дає змогу підвищити ефективність живлення та уникнути опіків культур.

Окремо слід виділити технологію, при якій рідкі добрива вносяться одночасно з обробітком ґрунту за допомогою універсальних агрегатів на базі культиваторів. У такому разі рідке добриво вноситься прямо в оброблений шар ґрунту на глибину 10-15 см, що забезпечує найкращі умови для засвоєння поживних речовин корінням рослин. Такий підхід дозволяє поєднати кілька технологічних операцій в один прохід.

Ще одним ефективним варіантом є внесення добрив у процесі сівби – як зернових, так і просапних культур. У цьому випадку подача рідини синхронізована з висівом, що дозволяє розташувати добрива у безпосередній близькості до насіння. Така технологія сприяє кращому старту росту культури та зменшує кількість проходів техніки полем.

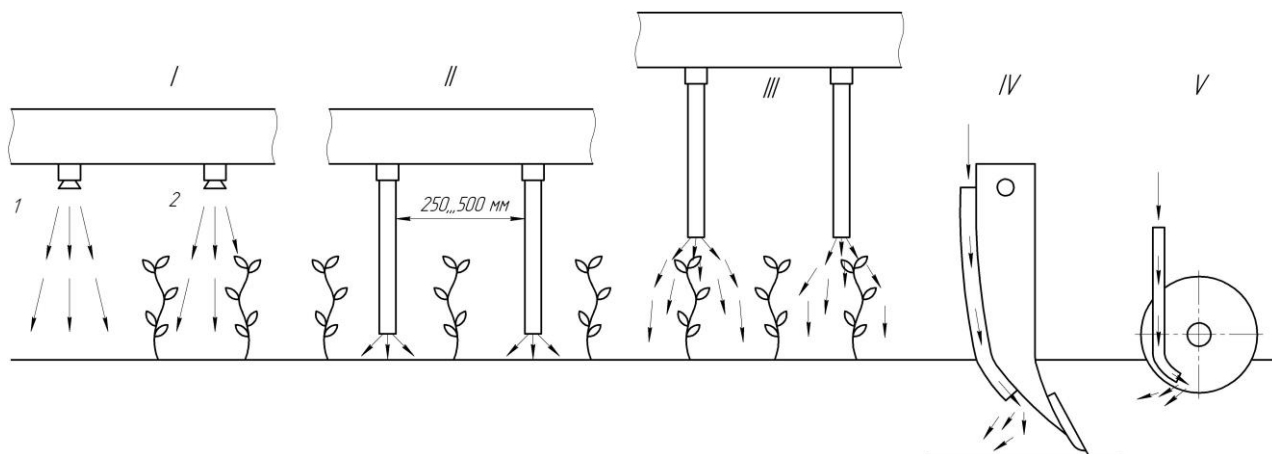


Рисунок 2.1 – Техніко-технологічні схеми внесення РМД:

I – розпилювачами з багатоструминними форсунками: 1 – на поверхню ґрунту; 2 – на рослину з рослин і на поверхню ґрунту; II – з обприскувачами з висунутими шлангами до поверхні ґрунту; III – обприскувачами з подовжувачами до поверхні ґрунту та рослин; IV – з універсальним агрегатом для робочих органів культиватора під час основного та передпосівного обробітку ґрунту; V – з універсальним агрегатом при посіві зернових та просапних культур

Таким чином, вибір конкретної схеми внесення рідких мінеральних добрив залежить від багатьох факторів: типу культури, фази її розвитку, типу ґрунтів, а також технічних можливостей господарства. Загальною тенденцією у впровадженні сучасних рішень є орієнтація на локальне та підґрунтове внесення добрив з використанням точного обладнання, електронного керування дозами, що дозволяє забезпечити високу агротехнічну ефективність та економічну доцільність процесу удобрення.

2.1. Агрегати для внесення рідких мінеральних добрив

Однією з найефективніших машин вітчизняного виробництва для внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамід-аміачної суміші (КАС) та аміачної води, є агрегат АВА-8 (рис.2.2). Цей агрегат розроблений з урахуванням потреб сучасного інтенсивного землеробства та призначений для одночасного внесення добрив і поверхневого або локального обробітку ґрунту. Основною перевагою АВА-8 є поєднання двох операцій в одному технологічному процесі – обробка ґрунту та підживлення посівів, що сприяє зменшенню кількості проходів техніки, економії пального і часу, а також підвищенню агротехнічної якості виконання робіт [12].



Рисунок 2.2 – Агрегат для внесення рідких мінеральних добрив АВА-8 (Уманьферммаш)

Агрегат АВА-8 має модульну конструкцію на базі культиватора з шириною захвату 8 метрів. Робочі органи складаються з лапової системи з жорсткими або підпружиненими стійками, які забезпечують стабільне заглиблення в ґрунт на глибину 6-12 см. До кожної лапи підведено трубопровід, яким подається добриво безпосередньо в зону обробки. Такий підхід дозволяє розміщувати КАС точково, в прикореневу зону, де поживні речовини максимально ефективно засвоюються рослинами.

Основним вузлом системи живлення є насос з продуктивністю до 80 літрів за хвилину, який створює необхідний тиск для рівномірного розподілу

рідини по робочих органах. Об'єм резервуару становить 4 м³, чого достатньо для обробки до 30-40 гектарів за один заправний цикл. Система керування нормою внесення включає регулятор тиску та витратомір, що дозволяє оператору адаптувати режим роботи агрегату до типу добрив, швидкості руху та умов поля.

Використання агрегату АВА-8 дає змогу значно покращити ефективність азотного живлення завдяки локалізації добрива у прикореневій зоні. На відміну від поверхневого розбризкування, при якому значна частка добрива може втрачатися через випаровування, внесення КАС на глибину дозволяє уникнути прямих контактів із листям, зменшити втрати азоту та забезпечити більш тривалу дію добрива. Крім того, рівномірність розподілу рідини у кожен сошник забезпечується каліброваними шлангами однакової довжини та діаметра, що мінімізує відхилення у нормі внесення між рядами.

Агрегат добре підходить для передпосівного обробітку, а також для підживлення просапних культур у фазі 3-6 листків. Конструкція агрегату дозволяє працювати на різних типах ґрунтів, включаючи середньо- і важкосуглинкові, без зниження якості обробітку.

Культиватор КУ-6,2А виробництва «Богуславська сільгосптехніка» це сучасний сільськогосподарський агрегат, призначений для безвідвального обробітку ґрунту з одночасним внесенням рідких мінеральних добрив, таких як карбамід-аміачна суміш (КАС) та аміачна вода (рис.2.3). Його конструкція дозволяє ефективно поєднувати дві технологічні операції: розпушування ґрунту та підживлення рослин, що сприяє зменшенню кількості проходів техніки по полю, економії пального та часу [13].

Культиватор КУ-6,2А є причіпним агрегатом з робочою шириною 6,2 метра. Його робочі елементи представлені плоскорізними лапами, що дають змогу рихлити ґрунт на глибину від 5 до 22 см. До кожної лапи підведено трубопровід, через який подається рідке добриво безпосередньо в зону обробки. Це дозволяє розміщувати добрива точково, в прикореневу зону, де поживні речовини максимально ефективно засвоюються рослинами.

Агрегат оснащений відцентровим насосом з об'ємною подачею 30 кубометрів на годину, що забезпечує рівномірне розподілення добрив по всій ширині захвату. Власний бак для рідких добрив об'ємом 5000 літрів дозволяє обробляти значні площі без необхідності частого поповнення добрив.



Рисунок 2.3 – Культиватор КУ-6,2А з обладнання для внесення КАС (Богуславська сільгосптехніка)

Культиватор КРН-5,6 є універсальним сільськогосподарським агрегатом, що широко застосовується в українських господарствах для міжрядного обробітку просапних культур (рис. 2.4). Його конструкція адаптована до технологій вирощування таких культур як кукурудза, соняшник, соя, буряк, картопля та інших, що мають міжряддя від 45 до 70 см. Основна функція цього агрегату – розпушення ґрунту в міжряддях, знищення бур'янів та поліпшення аерації кореневої системи. Разом з тим, культиватор може бути доукомплектований системою внесення рідких мінеральних добрив, що значно розширює його функціональність [11].

КРН-5,6 має класичну раму, на якій встановлені незалежні робочі секції. Кожна секція оснащена лапами або стрілочастими робочими органами, які забезпечують культивацію на глибину до 10-12 см. Глибина обробітку легко регулюється механічно або гідравлічно. Для підживлення встановлюється бак об'ємом до 1000 літрів, насосна система (зазвичай відцентрового або мембранно-поршневого типу), фільтри, дозатори та мережа шлангів, які подають добриво до форсунок або трубок, що монтуються на кожній секції.

Форсунки або насадки розташовуються безпосередньо біля лап, що дозволяє вносити добрива одночасно з обробітком ґрунту в одну технологічну борозну.



Рисунок 2.4 – Культиватор КРН-5,6 з обладнання для внесення КАС

Однією з переваг культиватора КРН-5,6 є його універсальність і сумісність із тракторами середнього тягового класу. Для повноцінної роботи з рідкими добривами агрегат вимагає трактор потужністю не менше 80 к.с. Ширина захвату агрегату становить 5,6 метра, що дає можливість обробляти від 6 до 8 гектарів за годину – залежно від типу ґрунтів і робочої швидкості. Робоча швидкість зазвичай становить 6-10 км/год, а транспортна – до 20 км/год. Залежно від модифікації, ширина міжряддя може регулюватися для адаптації до конкретних культур.

Використання КРН-5,6 з рідкою системою внесення добрив дозволяє

суттєво оптимізувати технологічний процес підживлення рослин у фазі активного росту, коли рослина вже сформувала достатню масу для ефективного споживання поживних речовин, але ще не досягла критичної висоти. Саме в цей період локальне підживлення дає максимальний агрономічний ефект – покращує кушіння, сприяє розвитку кореневої системи та забезпечує рівномірність посіву.

Конструкція агрегату дає змогу точно дозувати кількість добрив відповідно до потреб культури, а також враховувати агрохімічні показники ґрунту. Завдяки цьому фермер може не лише зменшити витрати добрив, а й покращити якість продукції, зменшити навантаження на екосистему і скоротити кількість операцій в полі.

Таким чином, культиватор КРН-5,6 із системою внесення рідких мінеральних добрив є надійним, доступним та ефективним інструментом у технології догляду за просапними культурами. Його використання дозволяє інтегрувати підживлення в процес міжрядного обробітку, знижуючи витрати та підвищуючи продуктивність, що є особливо важливим для сучасного економічно обґрунтованого ведення сільського господарства.

Сівалка VEGA 8 PROFİ поєднує в собі функцію точного висіву насіння та внесення рідких мінеральних добрив під час сівби (рис.2.5).

За конструкцією VEGA 8 PROFİ – це восьмирядна просапна сівалка, що оснащена системою керування секціями (механічною або електронною) і здатна одночасно точно висівати насіння та вносити добрива безпосередньо в зону розташування коренів. Рідкі добрива, зокрема КАС, вносяться через окрему систему, яка включає бак великої місткості, насос, трубопровідну розводку та форсунки або трубки, розташовані поблизу сошників. Це дозволяє подавати живлення безпосередньо в рядок або міжряддя, в залежності від налаштувань.

Об'єм основного бака для рідких добрив становить 1100 літрів, що забезпечує можливість обробки значних площ без дозаправки. Насосна система обладнана електричним приводом, який дозволяє точно контролювати норму подачі добрива в залежності від швидкості руху сівалки. Вона доповнюється

фільтрами для запобігання засміченню трубопроводів та системою промивання після завершення роботи. Для обслуговування також передбачений окремий бак з чистою водою, який дає змогу оператору підтримувати чистоту рук та обладнання без додаткових зусиль [11].



Рисунок 2.5 – Сівалка Vega 8 Profi з пристосуванням для внесення РМД (Elvorti)

Особливістю цієї сівалки є те, що вона може бути оснащена системою точного управління, яка дозволяє відключати окремі секції, змінювати норму внесення добрив та насіння, а також збирати дані про роботу агрегату в реальному часі. Це дає змогу уникнути перевитрати добрив і насіння, зменшити витрати пального та забезпечити рівномірні сходи на всіх ділянках поля.

Сівалка VEGA 8 PROFİ може працювати в умовах посушливого клімату або нестабільного зволоження, оскільки рідкі добрива вносяться на глибину, де вони менш піддаються випаровуванню і краще засвоюються кореневою системою. Саме тому цей агрегат є надзвичайно ефективним інструментом на ранніх етапах розвитку культури, коли внесене добриво максимально впливає на потенціал урожайності.

Завдяки поєднанню двох операцій в одному проході – висіву і внесення

добрив – VEGA 8 PROFİ дозволяє скоротити кількість польових робіт, зменшити ущільнення ґрунту і підвищити продуктивність праці.

Обприскувачі є важливим видом сільськогосподарської техніки, що застосовується для захисту рослин від шкідників, хвороб, а також для позакореневого підживлення рослин мікродозами рідких добрив (рис. 2.6). Одним із основних способів такого внесення є обприскування по листу – метод, що дозволяє оперативно забезпечити рослини необхідними елементами живлення в період вегетації, особливо у фазах, коли коренева система ще недостатньо активна або має обмежений доступ до елементів із ґрунту.

Уся технічна система обприскувача монтується на спеціальній рамі, яка зазвичай має два або більше коліс, забезпечуючи стабільність агрегата під час роботи. Існує кілька основних типів обприскувачів залежно від способу пересування: самохідні, навісні та причіпні. Найпоширенішим типом у середніх і великих господарствах є причіпні обприскувачі, які транспортуються трактором і приєднуються до нього через навісну систему.



Рисунок 2.6 – Причіпний обприскувач Amazone UX3200

Привід усіх основних механізмів причіпного обприскувача, зокрема насоса, зазвичай здійснюється від вала відбору потужності трактора або за допомогою автономної мотопомпи. Принцип дії полягає в тому, що рідина з

основного резервуару подається через фільтр до форсунок за допомогою насоса, який створює необхідний робочий тиск. Форсунки, розташовані на штанзі, рівномірно розпилюють рідину у вигляді дрібнодисперсного аерозолі на листову поверхню рослин або ґрунт.

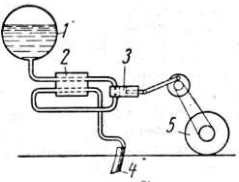
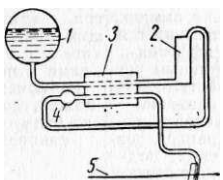
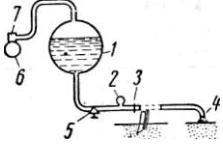
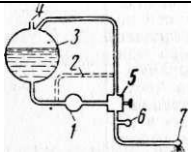
Під час роботи агрегату робочий розчин постійно перемішується всередині бака завдяки циркуляції, забезпеченій гідравлічним насосом або змішувальними пристроями. Це дозволяє підтримувати стабільну концентрацію речовин у рідині на всьому етапі обприскування, запобігаючи осіданню частинок і нерівномірному внесенню добрив або засобів захисту.

2.2. Аналіз технологічних схем машин для внесення РМД

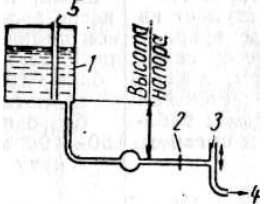
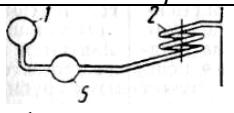
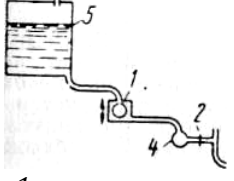
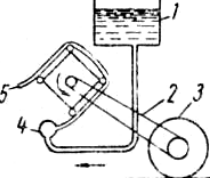
Внесення РМД на сьогодні є одним з найбільш перспективних способів підвищення вмісту азоту в ґрунті при вирощуванні більшості сільськогосподарських культур. Як доводить аналіз існуючих технічних засобів для виконання цієї операції у виробництві знаходять використання достатньо багато технологічних схем внесення РМД, які мають як переваги так і недоліки. Найбільш поширеними є технологічні схеми машин, які наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічні схеми машин для внесення РМД

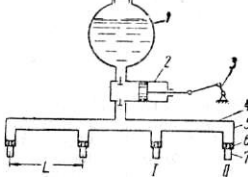
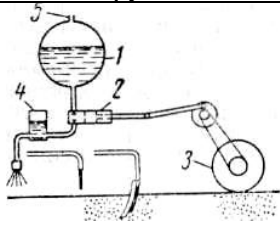
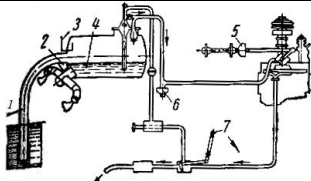
Схема	Особливості	Основні вимоги до конструкції	Застосування
1 1 – резервуар; 2 – диференціальний дозувальний пристрій; 3 – підживлюючий сошник; 4 – поверхня ґрунту; 5 – отвір для виходу РМД; 6 – трубопровід подачі РМД з резервуару; 7 – теплообмінник; 8 – трубопровід подачі РМД до підживлюючого сошника	Високий тиск РМД використовується диференціальним пристроєм для створення постійного перепаду тиску, що підтримується біля виходу з підживлюючого сошника. Резервуар розраховують на надмірний тиск до 20 атм.	Довжина шлангів, що сполучають розподільник з трубками підживлюючих ножів, має бути однаковою	Для внесення РМД на глибину до 15 см при нормі 20-120 кг азоту на 1 га

1	2	3	4
 1 – резервуар; 2 – теплообмінник; 3 – насос; 4 – отвір для виходу аміаку; 5 – ходове колесо машини	Дозуючі насоси із змінною величиною ходу поршня. Привід від ходових коліс машини. Теплообмінник дозволяє знизити температуру аміаку і звести до мінімуму зменшення щільності потоку рідини, без чого при всмоктуванні станеться випар аміаку в ци-ліндрі, робота насоса буде неточною. Резервуар розраховують на надмірний тиск до 20 атм.	Продуктивність насоса має бути 450 кг безводого амміаку за 1 год	Те ж
 1 – резервуар; 2 – ротаметр; 3 – теплообмінник; 4 – регулювальник тиску; 5 – поверхня ґрунту	Для виміру витрати рідини використовують спеціальні прибори-ротаметри	Потрібний теплообмінник для запобігання попаданню аміаку в ротаметр	Для внесення безводого аміаку на глибину до 15 см
 1 – резервуар; 2 – регульовані отвори; 4 – форсунка; 5 – замочний клапан; 6 – компресор; 7 – редукційний клапан	Резервуар герметичний, і витримує робочий тиск до 1 атм. Аміачна вода під тиском, створюваним компресором, поступає в ґрунт через шланги і сошники. Для рівномірного надходження рідини застосовують розподільник	Виготовлення деталей арматури з міді або її сплавів не допускається	Для внесення безводого аміаку на глибину 10... 15 см
 1 – насос; 2 – перепускной шланг; 3 – резервуар; 4 – отвір для повітря; 5 – редукційний клапан; 6 – манометр; 7 – форсунка або підживлюючий сошник	Тиск створює насос (шестерний, поршневий, відцентровий) з приводом від валу відбору потужності трактора або від двигуна. Постійний тиск рідини підтримує редукційний клапан, який повертає надлишок рідини з насоса в резервуар	Продуктивність насоса при мінімальному тиску 6 л/хв і більше. Виготовлення деталей з міді і її сплавів не допускається	Для внесення аміачною води на глибину 10 – 15 см

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4
 1 – резервуар; 2 – регульований отвір; 3 – трубка для притоку повітря; 4 – до підживлюючих ножів або форсунок; 5 – відкрита трубка для повітря	Дозування рідких добрив при внесенні їх в ґрунт самоплином здійснюється зміною регульованих отворів для виходу з підживлюючих ножів. Кількість добрив, що вносяться, можна регулювати також зміною швидкості руху машини	Усі шланги, що сполучають розподільник з робочими органами, повинні мати однакову довжину і внутрішній діаметр	Для внесення аміачної води на глибину 10-15 см
 1 – резервуар; 2 – капілярна трубка; 3 – приток повітря; 4 – вихід рідини; 5 – розподільник	Рідина з резервуару поступає в розподільник, а потім через капілярну трубку до робочих органів	Кількість добрив, що вносяться, змінюють зміною капілярних трубок різних діаметрів і довжини	Те ж
 1 – поплавкова камера; 2 – регульований отвір; 3 – до підживлюючих ножів або форсунок; 4 – розподільник; 5 – резервуар; 6 – отвір для повітря	З резервуару рідина через поплавкову камеру поступає до розподільника, а потім до робочих органів машини	Положення поплавкової камери вибирає конструктор; для регулювання величини напору рідини воно може змінюватися	Для внесення аміачної води на глибину 10-15 см
 1 – резервуар; 2 – ланцюгова передача; 3 – ходове колесо машини; 4 – розподільник; 6 – підведення до підживлюючого ножа	Рідина поступає з резервуару до насоса самоплином, а потім подається насосом до робочих органів	Шланговий насос повинен монтуватися на 30 см нижче за бак. Число оборотів барабана 50 – 400 об. За хвилину	Те ж

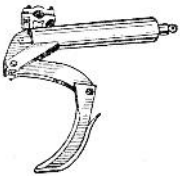
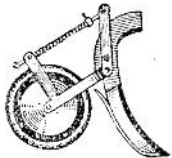
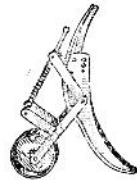
Продовження табл. 2.1

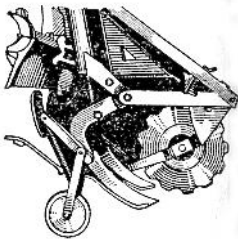
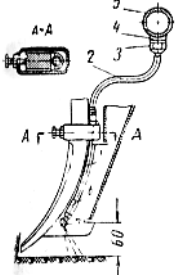
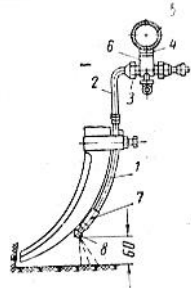
 1 – резервуар; 2 – насос порційної дії; 3 – привод насоса; 4 – трубопровід-колектор; 5 – відведення до робочих органів; 5 – жиклери; 7 – підживлюючі трубки	Порції рідини подаються до підживлюючих трубок сошників поршневим або діафрагмовим насосом. Подача рідини в ґрунт здійснюється при включенні приводу насоса до зони розташування гнізд насіння. Дозування рідини здійснюється зміною величини ходу штока насоса	Для отримання чіткого відсічення порцій рідини відведення виготовляються з жорстких шлангів, а жиклери встановлюються перед підживлюючими трубками сошників	Для гніздового внесення рідких добрив під культури гніздового і квадратно-гніздового висіву
 1 – резервуар; 2 – дозуючий поршневий насос; 3 – ходове колесо машини; 4 – зрівняльний бачок; 5 – отвори для повітря	Дозує рідину поршневий насос із змінною величиною ходу поршня	Для вирівнювання тиску необхідно встановити зрівняльний бачок	Для внесення аміачної води на глибину 10 – 15 см
 1 – забірний шланг; 2 – затвор регульовального пристрою; 3 – затвор забірної шланга; 4 – резервуар; 5 – забір рідини за допомогою створення вакууму в цистерні; 6 – відстійник; 7 – нагнітач	Рідкий гній і водні розчини повних мінеральних добрив (що містять азот, фосфорну кислоту і оксид калію) можна дозувати і подавати до робочих органів машин за допомогою будь-яких пристроїв, що застосовуються для аміачної води і аміакатів, а також створенням тиску в баку. Наповнення цистерн рідиною відбувається за рахунок вакууму, що створюється в цистерні при підключенні її до всмоктуючого колектора двигуна, або ежектором, встановленим на вихлопній трубі трактора	Робочий тиск в цистерні при розливі має бути 0,5 – 1,2 атм	Для внесення рідкого гною і мінеральних розчинів на поверхню поля з негайним загортанням в ґрунт, на глибину 8 – 10 см

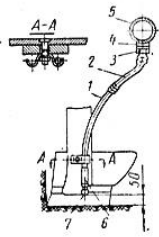
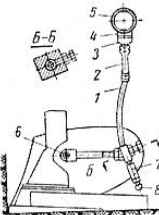
2.3. Аналіз робочих органів для підґрунтового внесення РМД.

Робочі органи для підґрунтового внесення аміаку та рідких комплексних добрив представлені достатньо різноманітною групою пристроїв, які використовуються в залежності від схеми внесення, ґрунтово-кліматичних умов та виду добрив. Основні різновиди робочих органів та їх характеристика наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Робочі органи машин для внесення РМД підґрунтово

Тип робочого органу	Вид робочого органу	Призначення
Долотоподібний з вертикальною стійкою		Внесення рідкого аміаку на сипких і розпушених ґрунтах
Долотоподібний з горизонтальною стійкою		Те ж на звичайних добре оброблених ґрунтах
Долотоподібний з пружинною стійкою		Те ж на легких ґрунтах, що не схильні до злежування
З гострим кутом входження, з ніском який відігнуто вперед		Те ж на ґрунтах, що схильні до злежування
Долотоподібний підпружинений з опорним металевим катком		На злежаних і кам'янистих ґрунтах
Долотоподібний з диском і опорним катком		На луках і пасовищах

Долотоподібний, підпружинений з широким ніском і гумовим катком		На ґрунтах, що злежалися, з підвищено нормою внесення
Долотоподібний, комбінований, підпружинений з відкрilками		Для прямої сівби з одночасним внесенням аміаку на легких та середніх ґрунтах, в тому числі і кам'янистих
Підживлююча трубка на лапі просапного культиватора	 1 – трубка; 2 – поліхлорвінілова трубка; 3 – штуцер; 4 – ніпель; 5 – штанга; 6 – відсічний клапан ; 7 – жиклер (змінний)	Внесення амiачної води і амiакатів в період підживлення просапних культур
Підживлююча трубка на лапі культиватора для суцільної обробки	 1 – трубка; 2 – поліхлорвінілова трубка; 3 – штуцер; 4 – ніпель; 5 – штанга; 6 – відстійник; 7 – відсічний клапан ; 8 – жиклер (змінний)	Те ж при передпосівній культивації

Підживлююча трубка на переплужнику	 1 – трубка; 2 – поліхлор- вінілова трубка; 3 – штуцер; 4 - ніпель; 5 - штанга; 6 - відсічний клапан ; 7 – жиклер (змінний)	Те ж при оранці
Підживлююча трубка на корпусі плуга	 1 – трубка; 2 – поліхлор- вінілова трубка; 3 – штуцер; 4 - ніпель; 5 - штанга; 6 – болт плуга; 7 – відсічний клапан ; 8 – жиклер (змінний)	Те ж

2.4. Аналіз насосних агрегатів для внесення РМД

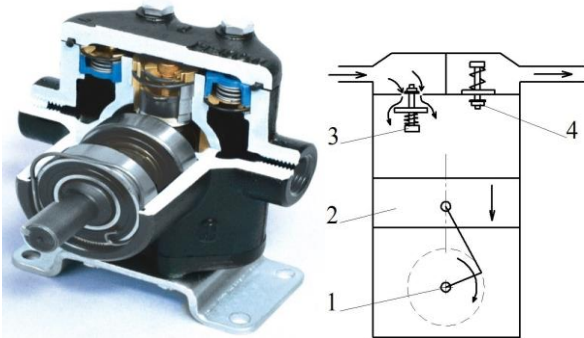
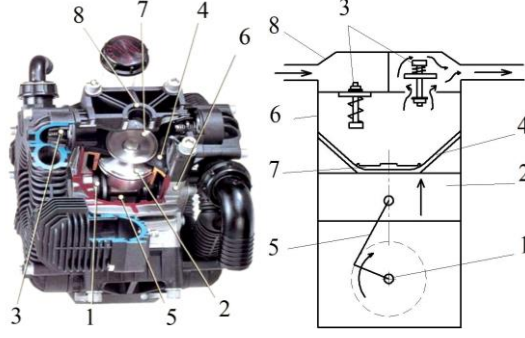
Застосування рідких мінеральних добрив у сучасному землеробстві потребує точного і надійного обладнання для їх транспортування та подачі в робочу зону. Основним елементом таких систем є насосні агрегати, від яких залежить ефективність і стабільність подачі робочого розчину. Різні типи насосів мають свої конструктивні особливості, що впливають на спосіб та якість внесення добрив.

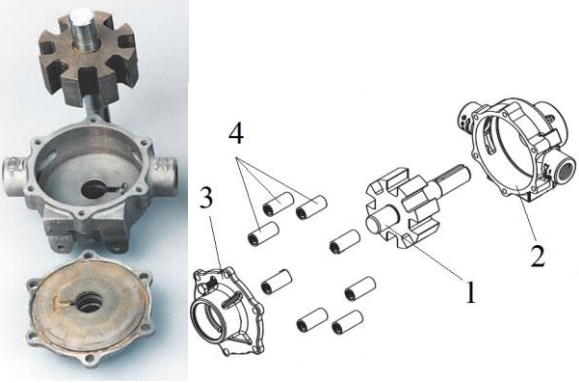
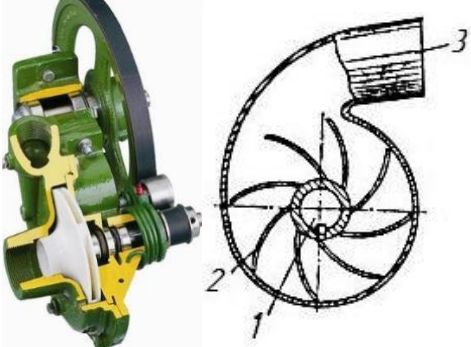
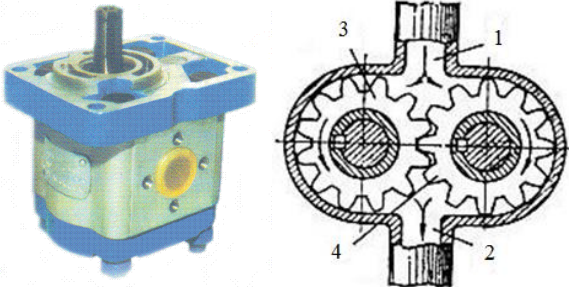
При виборі насосного обладнання необхідно враховувати не лише агрохімічні властивості добрива, але й умови експлуатації, обсяг роботи, потребу в точності дозування та стійкість до хімічного середовища. Наприклад, карбамідно-аміачна суміш (КАС) має підвищену корозійну активність, тому

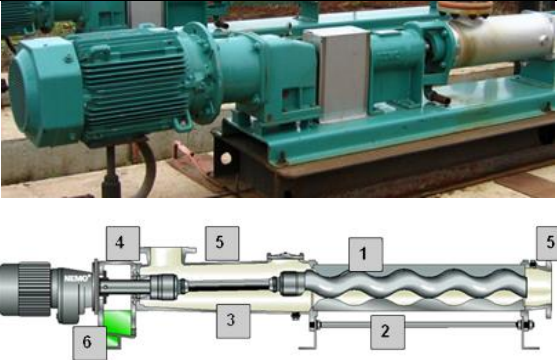
насос повинен бути виготовлений з хімічностійких матеріалів або мати відповідне антикорозійне покриття.

Порівняння основних типів насосних агрегатів, що застосовуються для внесення рідких мінеральних добрив, із зазначенням їх конструктивних особливостей, робочих параметрів та придатності до різних технологічних процесів наведено в табл 2.3.

Таблиця 2.3 – Типи насосних агрегатів для внесення РМД

Тип насосного агрегату	Схема	Особливості застосування при внесенні РМД
Поршневий	 1 – колінчастий вал; 2 – поршень; 3 – всмоктувальний клапан; 4 – нагнітальний клапан	Здатен створювати високий тиск і працювати при змінних умовах навантаження, що дозволяє точно дозувати рідину. Використовується у системах, де потрібне дозоване, порційне внесення добрив. Може застосовуватись при локальному внесенні або підживленні, але вимагає регулярного технічного обслуговування.
Мембранно-поршневий	 1 – колінчастий вал; 2 – поршень; 3 – клапан; 4 – мембрана; 5 – шатун; 6 – блок циліндрів; 7 – тарілчаста шайба; 8 – головка з клапанами	Добре підходить для роботи з агресивними рідинами, оскільки мембрана відокремлює робоче середовище від механізмів насоса. Забезпечує стабільну подачу добрив навіть при високому тиску. Використовується переважно у техніці, що виконує точне внесення добрив, особливо на невеликих площах або при обробці специфічних культур.

Роликовий	 1 – ротор, 2 – корпус, 3 – кришка, 4 – ролики	Простий у конструкції та зручний в експлуатації. Може самостійно втягувати рідину, проте має обмежену продуктивність і тиск. Частіше застосовується у легких обприскувачах для поверхневого внесення добрив або засобів захисту рослин, але малопридатний для підгрунтового глибокого внесення.
Відцентровий	 1 – всмоктувальний рукав; 2 – робоче колесо; 3 – напірний рукав.	Один із найпоширеніших типів насосів, що використовується в сільськогосподарській техніці для внесення РМД. Завдяки простій конструкції та високій надійності забезпечує безперервну подачу рідини у великому обсязі. Переважно використовується в агрегатах для суцільного або підгрунтового внесення добрив (КРН, ПЖУ, культиватори з системами живлення). Перевагою є здатність працювати на постійній швидкості без значного пульсування потоку. Ідеально підходить для внесення КАС завдяки стійкості до забруднень і невибагливості до якості рідини.
Шестеренний	 1 – всмоктувальний рукав; 2 – напірний рукав; 3 – ведуча шестерня; 4 – ведена шестерня	Використовується у випадках, коли необхідна рівномірна подача добрив під тиском у жорстких умовах експлуатації. Забезпечує точне дозування, особливо при низьких нормах витрати. Може працювати з в'язкими рідинами, але є більш чутливим до абразивних частинок і вимагає фільтрації добрива. Застосовується у високоточних системах, зокрема на імпорتنій техніці з GPS-контролем.

Трансферний	 1 – ротор; 2 – статор; 3 – привод; 4 – ущільнення; 5 - всмоктувальна і напірна магістраль; 6 – станина.	Переважно призначений для перекачування рідких добрив між ємностями або під час заправки польових агрегатів. Не застосовується безпосередньо під час внесення, але є ключовим елементом логістики добрив. Стійкий до хімічного впливу і здатен працювати з концентратами та густими рідинами.
---------------------------	---	--

Висновок: Аналіз існуючих агрегатів для внесення рідких мінеральних добрив показав, що на ринку присутня велика кількість технічних рішень різних типів та виробників. Однак значна частина машин має певні обмеження щодо точності внесення, адаптації до різних ґрунтово-кліматичних умов та ефективності використання ресурсів. Виявлено, що відцентрові насосні системи мають перевагу для агрегатів суцільного і підґрунтового внесення завдяки своїй надійності та стабільній роботі. Потреба у вдосконаленні конструкцій агрегатів для внесення КАС залишається актуальною, зокрема в частині підвищення продуктивності та економічності.

3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС ПІДГРУНТОВО ТА ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1. Обґрунтування необхідності удосконалення конструкції

Одним із головних напрямів розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування є зменшення кількості проходів техніки по полю за рахунок поєднання кількох технологічних операцій у межах одного агрегату. Особливу увагу приділяють створенню машин великої ширини захвату, які забезпечують високу продуктивність, скорочують терміни польових робіт, а також зменшують шкідливий вплив на ґрунт шляхом зниження його ущільнення. Це особливо важливо для таких культур, як кукурудза, які чутливо реагують на ущільнення ґрунтового горизонту.

Водночас слід зазначити, що серійне виробництво сільськогосподарської техніки ще не в повній мірі задовольняє потреби аграрного сектору. У зв'язку з цим інженери та механізатори господарств змушені самотійно модернізувати машинно-тракторні агрегати, адаптуючи їх до конкретних умов вирощування культур. Для цього часто використовуються серійні машини та навісне обладнання, що об'єднуються у функціональні комплекси.

Внесення рідких добрив, зокрема КАС, відіграє важливу роль у формуванні високих урожаїв. Проте на практиці господарства часто стикаються з нестачею ефективних агрегатів, здатних забезпечити якісне і рівномірне внесення добрив із достатньою продуктивністю. Існуючі агрегати мають обмеження у діапазоні агрегування, недостатню точність дозування, нерівномірну заробку в ґрунт, а також не завжди відповідають вимогам безпеки. Крім того, деякі з них потребують значних трудових затрат під час навішування на трактор і демонтажу.

Запропонована нами конструкція агрегату для внесення КАС дозволяє усунути більшість з означених недоліків. Робочі органи мають спеціальну конструкцію у вигляді долота з трубопроводом, що знижує ризик забивання

отвору ґрунтом, зберігаючи якість обробки. Добриво подається на оптимальну глибину (12-16 см), забезпечуючи надійне зв'язування з ґрунтом. Агрегат також виконує вирівнювання поля та частково закриває вологу у верхньому шарі під час весняного внесення. Збільшена ширина захвату дозволяє ефективно використовувати тягові характеристики сучасних вітчизняних тракторів, таких як МТЗ-1523, МТЗ-1221, ХТЗ-150К-09 або ХТЗ-17221, які мають потужність від 120 до 180 к.с.

З метою підвищення ефективності та зменшення навантаження на парк техніки було запропоновано нову схему агрегування. Вона базується на використанні тракторів ХТЗ-150К або МТЗ-1523 у поєднанні з двома культиваторами КРН-5,6 і ємностями для РМД. Така конфігурація дозволяє значно розширити захват агрегату, підвищити продуктивність, зменшити кількість залученої техніки та операторів. У результаті досягається вивільнення одного трактора та механізатора, що позитивно позначається на економіці господарства та раціональному використанні ресурсів.

3.2. Будова і принцип роботи агрегата для внесення КАС

Агрегат для внесення КАС складається з ємності для РМД (рис.3.1), на задній частині рами якого змонтовано навіску (поздовжні тяги, центральний гвинт і розтяжки). За допомогою навіски до ємності приєднано раму культиватора КРН-5,6, яка з обох сторін подовжена додатковими крилами для збільшення ширини захвату (див. графічну частин проекту). До цієї рами прикріплено робочі органи (долота з трубопроводами). У процесі роботи рама спирається на дві пари коліс (взяті від візків культиватора КРН-5,6). В передній частині ємності встановлено відцентровий насос для подачі КАС під тиском. Начіпка монтується на раму водороздавача за допомогою пальців, вставлених в отвори косинок. Для цього до рами приварюються вертикально додаткові стойки з швелера №12. Загальна висота цих стоек 800 мм, і прикріплені вони в торці поздовжніх профілів водороздавача. Нижній кінець стоек опущено на

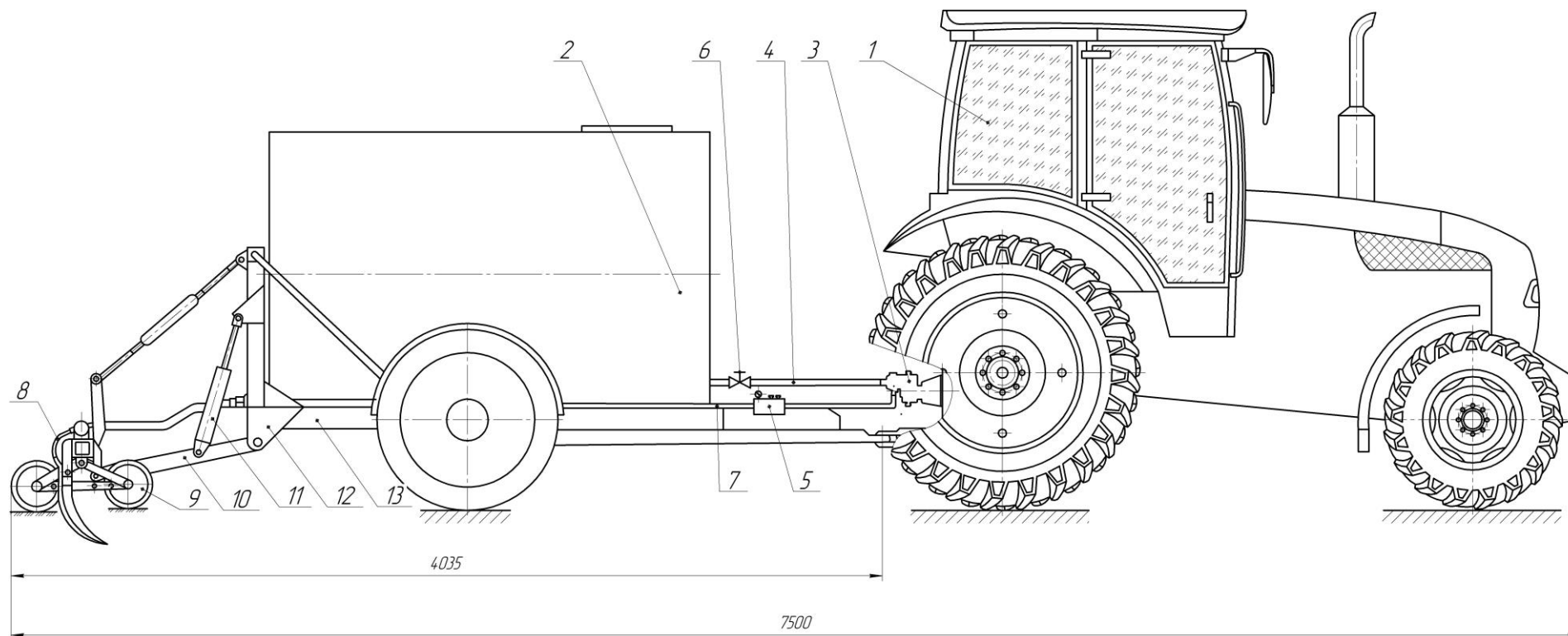


Рис.3.1. Конструктивна схема агрегату для внесення КАС:

1 – трактор МТЗ-1523; 2 – місткість; 3 – насос; 4 – трубопровід; 5 - регулятор; 6 – запірний вентиль; 7 – причіпний пристрій; 8 – рама культиватора; 9 – опорні колеса; 10 - нижня тяга; 11 – гідроциліндр; 12 – кронштейн; 13 – рама.

200 мм відносно рами водороздавача. На ці кінці приварені попарно косинки для під'єднання поздовжніх тяг начіпки.

На висоті 400 мм від рами на вертикальних стойках приварено по одній косинці з отворами для приєднання і опускання начіпки.

У верхній частині стійки скріплені між собою поперечиною, по центру якої приварено кронштейн для встановлення центрального гвинта начіпки.

При роботі агрегату в полі карбамід-амічна суміш з ємності через пробковий кран закачується насосом і під тиском 120-130 кПа подається в розподільчу трубу. Далі з цієї труби вода підходить до робочих органів і нагнітається в ґрунт.

Насос приводиться в дію від ВВП трактора, з яким агрегується машина. Піднімання і опускання рами робочих органів здійснюється циліндрами, підключеними до гідросистеми трактора. При підніманні робочих органів на поворотах заблокований з начіпкою важіль автоматично перекриває кран забору води насосом.

Ширина захвату агрегату 6 м. Обслуговує агрегат тракторист. При незначному переобладнанні даний агрегат можна також використовувати для внесення в ґрунт рідких органічних добрив (гноївки, розведеного куриного посліду та ін.).

Для цього необхідно тільки змінити робочі органи. Замість доліт з трубопроводом встановлюють підживлювальні ножі культиватора КРН-5,6 або КРН-4,2. Від з'єднувальних шлангів знімаються наконечники для більшого і безперепонного проходу гноївки.

Розрахунок норми внесення аміачної води виконуємо за формулою:

$$H = \frac{600 \cdot q \cdot n}{B \cdot V}, \quad (3.1)$$

де B – ширина захвату агрегату, $B=6$ м;

V – робоча швидкість агрегата, км/год;

n – кількість наконечників, $n=13$;

q – витрата рідини через один наконечник, л/хв.

Витрату рідини через один наконечник визначають так: включають насос і заміряють, яка кількість рідини витече через отвір наконечника протягом однієї хвилини. Виміри проводять вибірково на декількох наконечниках, після чого визначають середнє значення. Теоретичні значення витрати рідини через один наконечник наведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Витрата рідини в залежності від діаметра отвору наконечника

<u>Діаметр отвору, мм</u>			
Витрата рідини, л/хв.			
<u>1,5</u>	<u>2,0</u>	<u>3,0</u>	<u>4,0</u>
0,93	1,37	2,24	3,41

При роботі агрегата підтримується постійний (120 кПа) тиск нагнітання рідини.

Норми внесення КАС при агрегуванні вдосконаленої машини з різними тракторами наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Норми витрати аміачної води агрегатом

Діаметр отвору наконечника, мм	Норма витрати води, л/га, відповідно до швидкості руху трактора, км/год								
	МТЗ-82.1			МТЗ-1523			Т-150К		
	4,25	7,24	8,90	5,60	6,76	8,00	8,53	10,1	11,4
1,5	285	167	136	216	179	151	142	120	106
2,0	419	246	200	318	263	223	209	177	156
3,0	685	402	327	520	431	364	341	289	255
4,0	1043	612	498	792	656	554	518	440	389

Переобладнанням таким чином агрегатом можна внести безводний аміак на площі до 100 га за два дні.

3.3. Визначення параметрів насосу для подачі карбамід-амічної суміші під тиском до робочих органів.

Попередньо вибираємо відцентровий насос з мультиплікатором з приводом від ВВП трактора.

Вихідні дані:

подача $Q = 3 \text{ м}^3/\text{год.}$ ($Q=0,00083 \text{ м}^3/\text{с}$);

напор, $H = 25 \text{ м}$ ($H=0,25 \text{ МПа}$);

число обертів крильчатки $n = 2900 \text{ об/хв}$;

рідина – карбамід-амічна суміш при температурі 20°C .

Розрахунок коефіцієнта швидкохідності n_s дасть змогу визначити тип конструкції насоса:

$$n_s = \frac{3,65 \cdot n \sqrt{Q}}{H^{3/4}} = \frac{3,65 \cdot 2900 \sqrt{0,00083}}{25^{3/4}} = 70,5 \text{ об / хв} \quad (3.2)$$

Визначаємо об'ємний ККД η_o :

$$\eta_o = \frac{1}{1 + a \cdot n_s^{-0,66}} = \frac{1}{1 + 0,68 \cdot 70,5^{-0,66}} = 0,958. \quad (3.3)$$

де a – коефіцієнт, який показує співвідношення між діаметрами входу і виходу і складає $a=0,68$ [2]

Визначаємо приведений діаметр D_{In}

$$D_{In} = 4,25 \sqrt[3]{\frac{Q}{n}} = 4,25 \sqrt[3]{\frac{0,00083}{2900}} = 0,053 \text{ м} = 53 \text{ мм}. \quad (3.4)$$

Для обчислення гідравлічного ККД η_e скористаємось формулою 3.5.

$$\eta_e = 1 - \frac{0,42}{(\lg D - 0,172)^2} = 1 - \frac{0,42}{(\lg 53 - 0,172)^2} = 0,826. \quad (3.5)$$

За довідниковою літературою приймаємо механічний ККД $\eta_{мех} = 0,93$ [2].

Знаходимо повний ККД η за формулою

$$\eta = \eta_o \cdot \eta_r \cdot \eta_{мех} = 0,958 \cdot 0,826 \cdot 0,93 = 0,735. \quad (3.6)$$

Розрахуємо потужність на привод насоса N за формулою

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \eta} = \frac{1000 \cdot 9,8 \cdot 0,00083 \cdot 25}{1000 \cdot 0,735} = 2,35 \text{ кВт} \quad (3.7)$$

Крутний момент M на ведучому валу визначимо за формулою

$$M = \frac{N}{\omega} = \frac{30 N}{\pi n} = \frac{30 \cdot 2350}{3,14 \cdot 2900} = 7,76 \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (3.8)$$

Діаметр ведучого вала d_g визначимо за залежністю

$$d_g = \sqrt[3]{\frac{16 M}{\pi [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 7,76}{3,14 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0075 \text{ м} = 7,5 \text{ мм} \quad (3.9)$$

де $[\tau]$ допустиме напруження матеріалу вала при крученні.

У відповідності з [8] для сталі 40Х приймаємо $[\tau] = 150$ МПа.

Остаточно приймаємо $d_g = 25$ мм.

Обчислюємо діаметр маточини d_m (рис. 3.2) за формулою

$$d_m = 1,2 d_g = 1,2 \cdot 25 = 30 \text{ мм} \quad (3.10)$$

Остаточно приймаємо $d_m = 40$ мм.

Діаметр входу в робоче колесо D_1 визначимо за формулою

$$\frac{\pi D_{1II}^2}{4} = \frac{\pi D_1^2}{4} - \frac{\pi d_m^2}{4}, \quad D_1 = \sqrt{D_{1II}^2 + d_m^2} = \sqrt{53^2 + 40^2} = 66,4 \text{ мм}. \quad (3.11)$$

Довжину маточини l_m обчислюємо за формулою

$$l_m = 1,4 d_m = 1,4 \cdot 40 = 56 \text{ мм}. \quad (3.12)$$

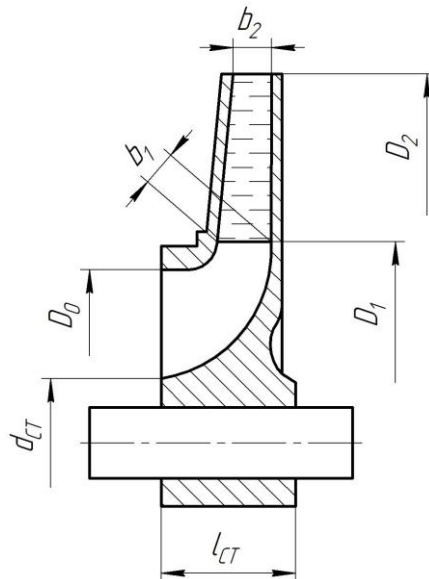


Рисунок 3.2 – Схема робочого колеса відцентрового насоса.

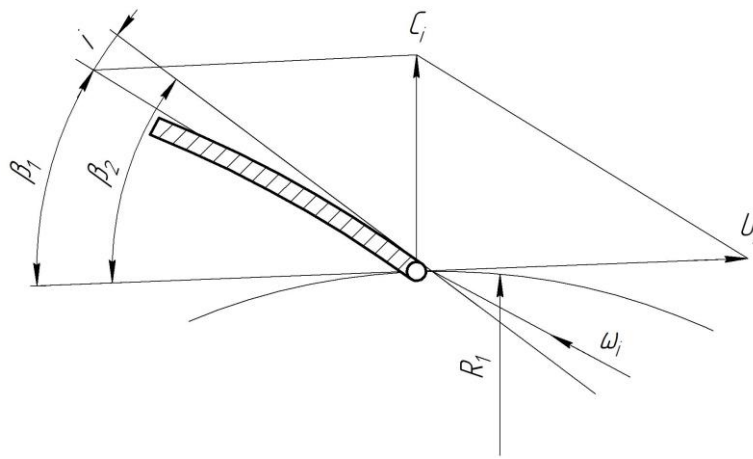


Рисунок 3.3 – Схема паралелограма швидкостей.

Для визначення Колової швидкості на вході в робоче колесо u_1 скористаємось формулою (рис. 3.2)

$$u_1 = \frac{\pi D_1 n}{60} = \frac{3.14 \cdot 0.053 \cdot 2900}{60} = 8.04 \text{ м / с} \quad (3.13)$$

Швидкість входу в робоче колесо c_1 обчислюємо за формулою (рис.3.3)

$$c_1 = \frac{4Q}{\eta_0 \pi (D_1^2 - d_m^2)} = \frac{4 \cdot 0.00083}{0.958 \cdot 3.14 (0.0664^2 - 0.04^2)} = 2.6 \text{ м / с} \quad (3.14)$$

З паралелограма швидкостей (рис. 3.3) знаходимо β_1 за формулою

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{c_1}{u_1} = \frac{2.6}{8.04} = 0.32. \quad (3.15)$$

Звідки $\beta_1 = 18^\circ$

Розрухуємо ширину лопаті b_1 на вході при коефіцієнті звуження вхідного перерізу міжлопатевих каналів $\mu_1 = 0.9$ за формулою (див. рис. 3.2)

$$b_1 = \frac{Q}{\pi D_1 c_1 \mu_1} = \frac{0.00556}{3.14 \cdot 0.0664 \cdot 2.6 \cdot 0.9} = 0.0114 \text{ м} = 11.4 \text{ мм}. \quad (3.16)$$

Приймаємо $\beta_2 = 36^\circ$ і визначаємо колову швидкість u_2 на виході з колеса

$$\begin{aligned} u_2 &= \frac{1}{2} \cdot 5.6 \operatorname{ctg} 36^\circ + \sqrt{\left(\frac{5.6 \operatorname{ctg} 36^\circ}{2} \right)^2 + \frac{Hg}{\eta_e}} = \\ &= \frac{1}{2} \cdot 5.6 \cdot 1.38 + \sqrt{\left(\frac{5.6 \cdot 1.38}{2} \right)^2 + \frac{25 \cdot 9.8}{0.826}} = 21.5 \text{ м / с} \end{aligned} \quad (3.17)$$

Визначимо діаметр D_2 на виході з колеса за формулою

$$D_2 = \frac{60 \cdot u_2}{\pi \cdot n} = \frac{60 \cdot 21.5}{3.14 \cdot 2900} = 0,14 \text{ м.} \quad (3.17)$$

Розрахуємо ширину лопаті b_2 на виході за формулою

$$b_2 = b_1 \frac{D_1}{D_2} = 11,4 \frac{66,4}{140} = 5,4 \quad (3.18)$$

Визначимо кількість лопатей z за формулою

$$z = k \frac{D_2 + D_1}{D_2 - D_1} \sin \frac{\beta_2 + \beta_1}{2} = 6,5 \frac{0,14 + 0,0664}{0,14 - 0,0664} \sin \frac{36^\circ + 18^\circ}{2} = 8. \quad (3.19)$$

3.4. Кінематичний і міцнісний розрахунки.

Розрахунки деталей машини для внесення рідких добрив.

3.4.1. Несуча рама

Перевіримо переріз несучої рами із умови міцності на згин (рис. 3.4).

Ця сила дорівнює:

$$G_1 = \frac{K \cdot L}{n} \quad (3.20)$$

де K – тяговий опір машини; для подібних машин $K = 1000-2000$ Н/м, приймаємо $K = 1500$ Н/м;

n – кількість секцій, $n = 13$.

$$\text{Маємо: } G_1 = \frac{1500 \cdot 6}{13} = 642,8 \text{ Н}$$

З урахуванням подолання додаткових перепон (збільшений питомий опір ґрунту, нерівності рельєфу поля та ін.) приймаємо для розрахунку $G_1 = 700$ Н і $G_2 = 200$ Н.

За рахунок частого розміщення робочих органів вздовж рами, навантаження на неї від кожної секції можна представити у вигляді рівномірно розподіленого (див. рис. 3.4).

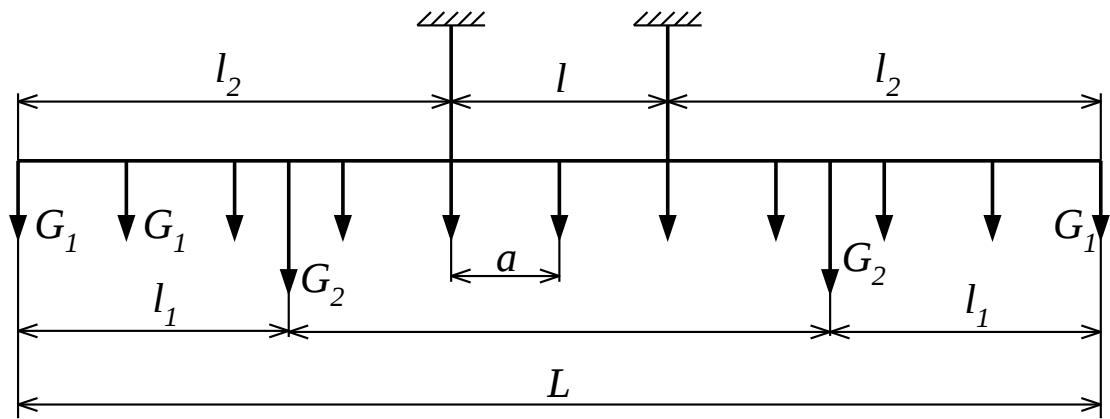


Рисунок 3.4 – Схема навантаження рами

L – загальна довжина рами, $L = 6$ м;

l – відстань між тягами націпки, $l = 1,1$ м;

l_1 – відстань від кінця рами до опорних коліс, $l_1 = 1,35$ м;

l_2 – відстань від кінця рами до тяг націпки, $l_2 = 2,45$ м;

a – відстань між робочими органами, $a = 0,46$ м;

G_1 – сила опору однієї лапи.

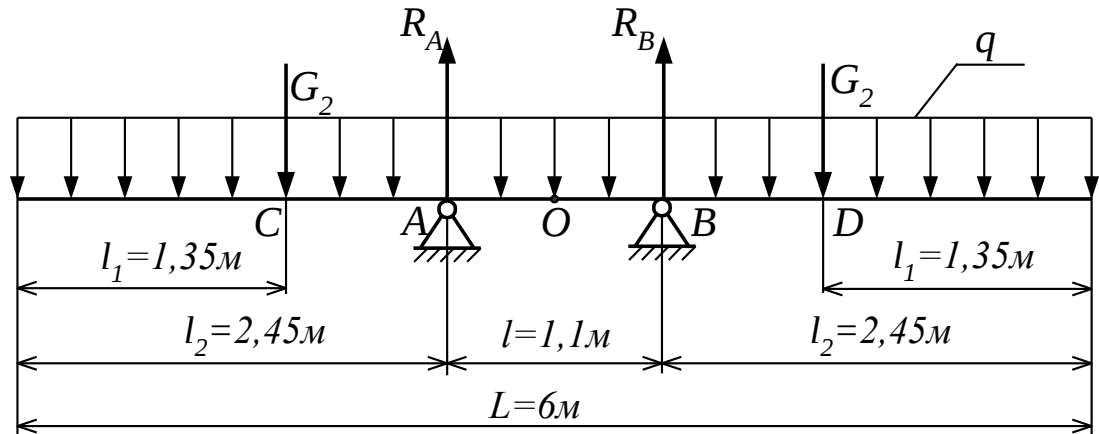


Рис. 3.5. Розрахункова схема навантаження на раму

Значення рівномірно розподіленого навантаження q буде дорівнювати:

$$q = \frac{G_1}{a} = \frac{700}{0,46} = 1555,5 \text{ Н / м.} \quad (3.21)$$

Визначаємо реакції в опорах A і B .

$$\sum Ma = 0$$

$$ql_2^2 + G_2(l_2 - l_1) + R_B \cdot l - G_2[L - (l_1 + l_2)] - q \frac{(L - l_2)^2}{2} = 0$$

$$R_B = \frac{-\frac{ql_2^2}{2} - G_2(l_2 - l_1) + G_2[L - (l_1 + l_2)] + q \frac{(L - l_2)^2}{2}}{l}$$

$$R_B = \frac{-\frac{1555,5 \cdot 2,45^2}{2} - 200(2,45 - 1,35) + 200[6 - (1,35 + 2,45)] + \frac{1555,5(6 - 2,45)^2}{2 \cdot 1,1}}{1,1} = 4866,5H \quad (3.22)$$

Проектуючи всі сили на вісь Y , одержимо:

$$\begin{aligned} \sum Y &= 0; \\ -2G_2 + R_A + R_B - qL &= 0 \\ R_A &= 2 \cdot 200 - 4866,5 + 1555,5 \cdot 6 = 4866,5H \end{aligned} \quad (3.23)$$

Визначаємо згинаючі моменти в характерних перерізах рами.

$$\begin{aligned} M_C &= -\frac{q \cdot l_1^2}{2} - \frac{1555,5 \cdot 1,35^2}{2} = -1417,4 H \cdot m \\ M_A &= \frac{q \cdot l_2^2}{2} - G_2(l_2 - l_1) \\ M_A &= \frac{1555,5 \cdot 2,45^2}{2} - 200(2,45 - 1,35) = 4888 H \cdot m \\ M_O &= \frac{qL^2}{8} - G_2\left(\frac{L}{2} - l_1\right) \\ M_O &= \frac{1555,5 \cdot 6^2}{8} - 200\left(\frac{6}{2} - 1,35\right) = 6669,7 H \cdot m \end{aligned} \quad (3.24)$$

Будуємо епюру згинаючих моментів.

Визначаємо необхідний момент опору балки в найбільш напруженому перерізі (переріз 0).

$$W = \frac{M_{зг}}{[\sigma_{зг}]} = \frac{6669,7}{90 \cdot 10^6} = 74,5 \cdot 10^{-6} m^3 \quad (3.25)$$

де $(\sigma_{зг})$ – допустиме напруження згину; для сталі Ст.3 $\sigma_{зг} = 90 MPa$.

Взята з культиватора КРН-4,2 рама – квадратна труба перерізом 80X80 мм задовольняє умовам роботи. Для неї $W = 90 \cdot 10^{-6} m^3$.

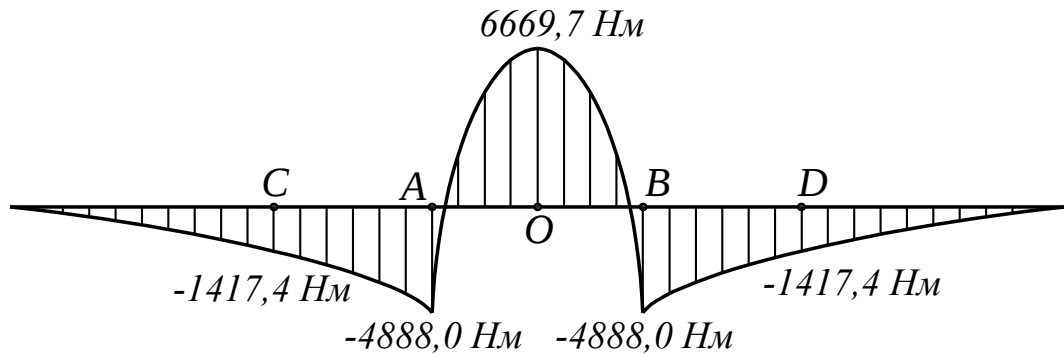


Рисунок 3.6 – Епюра згинаючих моментів.

3.4.2. Розрахунок болтів кріплення робочих органів

Кріплення робочих органів відбувається за рахунок двох планок товщиною 10 мм і болта (див. лист графічної частини проекту).

Визначаємо діаметр болта з умови міцності його на зріз (рис. 3.7.) [8].

$$\tau_u = \frac{P_{зп}}{F} \leq [\tau_{зп}] \quad (3.26)$$

де $[\tau_{зп}]$ – допустиме напруження зрізу; для сталі 40 $[\tau_{зп}] = 80 \text{ МПа}$ [8];

$P_{зп}$ – сила зрізу, яка припадає на болт.

З рівноваги важеля маємо:

$$P_{зп} = \frac{P(l_1 + l_2)}{l_2} \quad (3.27)$$

де P – сила опору ґрунту руху долота.

$$P = k \cdot a \cdot b + a \cdot b \cdot v^2 \quad (3.28)$$

де k – питомий опір ґрунту, $k = 7 \cdot 10^4 \text{ Н/м}$;

a – глибина ходу долота в ґрунті, $a = 0,15 \text{ м}$;

b – ширина робочої кромки долота, $b = 0,018 \text{ м}$;

v – максимальна робоча швидкість руху агрегата (при агрегуванні з трактором МТЗ-1523 $v = 8,8 \text{ км/год}$).

$$P = 7 \cdot 10^4 \cdot 0,15 \cdot 0,018 + 0,15 \cdot 0,018 \cdot 18800 = 189 + 50,8 = 239,8 \text{ Н}.$$

З урахуванням нерівномірності опору ґрунту та інших перепон для розрахунку приймаємо $P = 300 \text{ Н}$.

$$P_{zp} = \frac{300(0,3 + 0,18)}{0,18} = 800 \text{ Н}$$

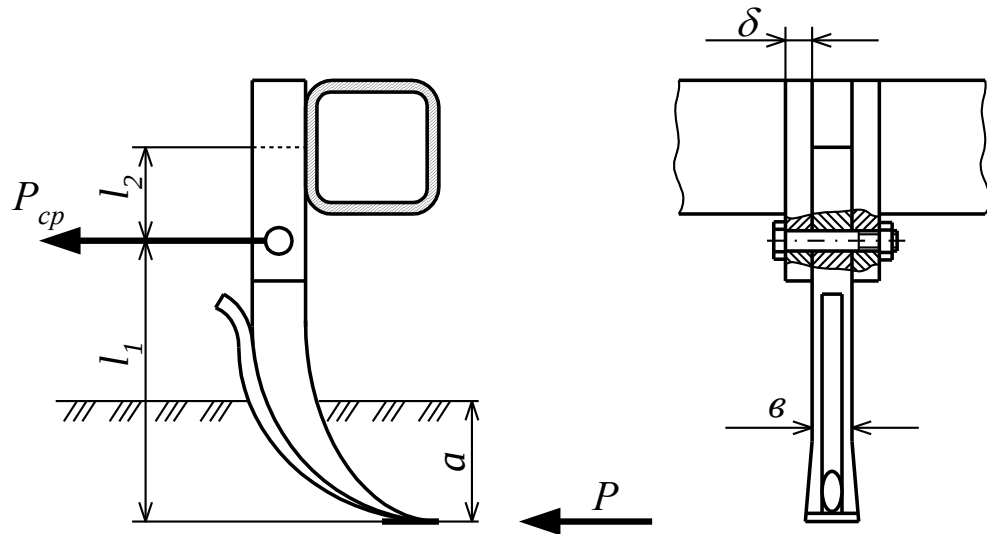


Рисунок 3.7 – Схема навантаження болта

$$\text{Тоді } 2F = \frac{P_{cp}}{[\tau_{cp}]} = \frac{800 \cdot 10^6}{80} = 10 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Для кріплення робочих органів приймаємо болт М 12, для якого

$$2F = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14(12 \cdot 10^{-3})^2}{4} = 18 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

3.4.3. Перевірочний розрахунок зварного з'єднання рамки начіпки і поздовжньої балки рами водороздавача

Зварний стик (рис. 3.8) буде зрізатись силою F_m і моментом, створюваним опором рами.

Момент опору буде дорівнювати:

$$M = \frac{F_T \cdot h \cdot 1,5}{2} \quad (3.29)$$

де h – плече моменту, $h = 140$ мм;

F_m – сила опору зрізу; $F_m = 16000$ Н;

$$M = \frac{16000 \cdot 0,14 \cdot 1,5}{2} = 1680 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

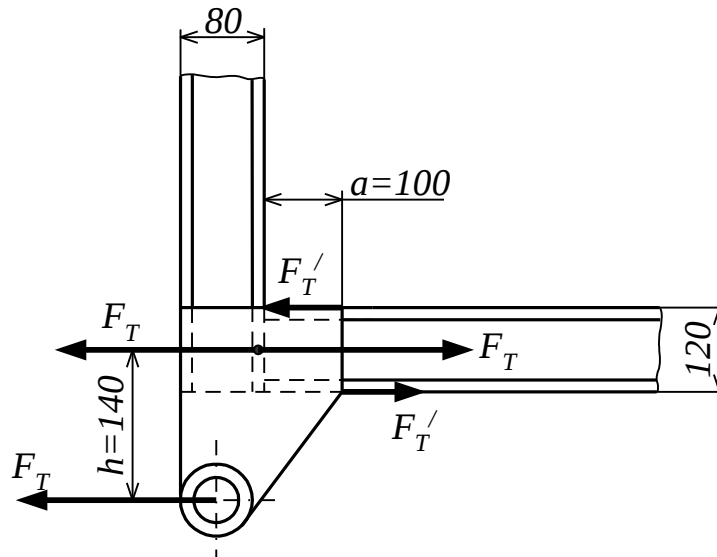


Рисунок 3.8 – Розрахункова схема з'єднання

З умови міцності на зріз від сили F_m ;

$$\tau_{зр} = \frac{F_m}{2 \cdot 0,7 + 0,12 \cdot 0,7} \leq (\tau_{зр})$$

де $\tau_{зр}$ – допустиме напруження на зріз; для матеріалу шва.

$$\tau_{зр} = 60 \text{ МПа [8];}$$

K – катет шва; $K = 0,005 \text{ м.}$

$$\tau_{зр} = \frac{F_m}{(2a + 0,12)0,7K} = \frac{16000}{(2 \cdot 0,1 + 0,12)0,7 \cdot 0,005} = 14 \text{ МПа}$$

Визначимо напруження зрізу від моменту

$$M = F_m \cdot h; \quad M = F_m \cdot 0,12,$$

$$\text{де } F_m = \frac{F_T \cdot h}{0,12} = \frac{16000 \cdot 0,14}{0,12} = 18666 \text{ Н.}$$

Сумарне напруження в найбільш небезпечному шві буде дорівнювати:

$$\tau_{зр} = 14 + 26 = 40 < (\tau_{зр}) = 60 \text{ МПа.}$$

Отже, міцність шва забезпечена.

3.4.4. Розрахунок діаметра пальця, який з'єднує поздовжню тягу начіпки з рамкою

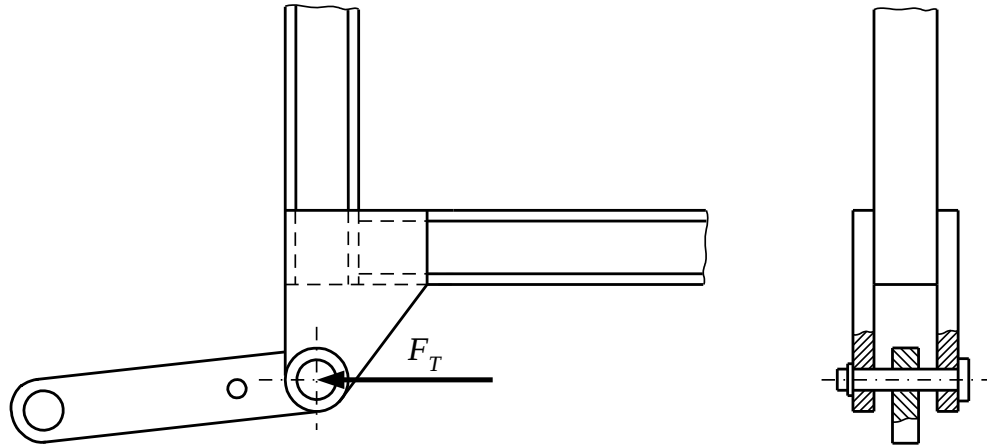


Рис. 3.9. Схема з'єднання.

З умови міцності на зріз визначаємо діаметр пальця:

$$\frac{4F_T}{\pi d_n^2} \leq \tau_{zp}$$

де τ_{zp} – допустиме напруження зрізу для матеріалу пальця,

$$\tau_{zp} = 80 \text{ МПа [8].}$$

Звідки:

$$d_n = \sqrt{\frac{4F_T}{\pi \tau_{zp}}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 16000}{3,14 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,0159 \text{ м.}$$

Приймаємо розрахункове значення діаметра пальця рівним 16 мм, а враховуючи змінне навантаження і роботу пальця на згин і зминання, остаточно приймаємо $d_n = 20$ мм.

Таким чином, міцність всіх конструктивних елементів проекрованої машини забезпечена.

Висновок. Було розроблено удосконалений агрегат для підгрунтового внесення КАС, що дозволяє збільшити робочу ширину захвату, підвищити продуктивність і забезпечити рівномірне внесення добрив на оптимальну глибину. Проведені інженерні розрахунки елементів конструкції підтвердили міцність і надійність вузлів агрегату в умовах польової експлуатації.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Під час розробки та експлуатації сільськогосподарської техніки, особливо такої, яка працює з рідкими мінеральними добривами, першочергове значення має безпека працівників. Удосконалений агрегат, що використовується для підґрунтового внесення карбамід-аміачної суміші (КАС), характеризується як хімічно активне обладнання, що вимагає ретельного дотримання норм охорони праці на всіх етапах – від підготовки до експлуатації.

Під час роботи з КАС працівники піддаються впливу хімічного фактора, оскільки розчин має властивості, що подразнюють шкіру, слизові оболонки та дихальні шляхи. У зв'язку з цим обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту: хімічностійких рукавиць, захисного одягу з прогумованим покриттям, щитків або окулярів, чобіт, а також респіраторів або масок. У зоні заправки та обслуговування агрегату повинні бути доступні умивальники, душові та аптечки для екстреної нейтралізації хімікатів у разі потрапляння на шкіру.

Перед початком роботи агрегат проходить обов'язковий огляд технічного стану. Перевіряється герметичність ємності для КАС, цілісність трубопроводів, з'єднань, стан насоса, запірної арматури. Всі з'єднання повинні бути ущільнені, відсутні сліди підтікання або корозії. Заборонено проводити дозаправку або технічне обслуговування агрегату безпосередньо під час роботи або при наявності залишкового тиску в системі.

Заправка КАС має здійснюватися на спеціально обладнаному майданчику з твердим покриттям, системою збору та відведення розлитих рідин, з огороженням та знаками небезпеки. Усі ємності повинні бути чітко промарковані, а персонал – проінструктований щодо дій у разі аварійної ситуації.

Під час роботи агрегату на полі оператор повинен дотримуватись обмежень щодо швидкості, особливо при маневруванні, поворотах або русі по нерівному рельєфу. Це запобігає перекиданню або розливу добрива. У разі

виникнення непередбачених ситуацій агрегат зупиняється, вимикається вал відбору потужності, і лише після цього дозволено проводити будь-які ремонтні або діагностичні роботи.

Особливої уваги потребує насосний вузол, оскільки порушення в його роботі можуть призвести до розриву шлангів, зміни тиску та викиду рідини. Насос перевіряється перед кожним виїздом у поле, проводиться змащування, регулювання тиску та контроль продуктивності. Обслуговування здійснюється лише кваліфікованими працівниками, що пройшли спеціальне навчання.

4.1. Організація безпечних умов праці на підприємстві

Відповідальність за створення безпечних умов праці несе керівництво господарства. Адміністрація повинна забезпечити працівників засобами індивідуального та колективного захисту, впровадити систему регулярних інструктажів з техніки безпеки та надати доступ до документації, що регламентує правила роботи з хімічними речовинами.

Працівники, які обслуговують техніку для внесення рідких добрив, мають проходити медичні огляди на наявність алергічних або хронічних захворювань, несумісних з роботою в умовах хімічного ризику. Також необхідно проводити періодичні навчання з надання першої медичної допомоги, евакуації та дій у разі виникнення нештатних ситуацій.

На підприємстві мають бути передбачені вентиляційні системи в приміщеннях, де зберігаються добрива, місця для утилізації непридатної тари, знаки хімічної небезпеки. Робоча зона повинна бути освітленою, обладнаною засобами пожежогасіння, засобами промивання очей і рук, а також ізольованим простором для переодягання.

Усі роботи слід планувати з урахуванням погодних умов. Внесення КАС не допускається під час сильного вітру або дощу, щоб уникнути рознесення хімікату на суміжні ділянки або контакту з людьми. Після завершення польових

робіт агрегат обов'язково промивається водою, сушиться і зберігається в критому приміщенні.

4.2. Вплив технологічного процесу на навколишнє середовище

Удосконалена конструкція агрегату для внесення рідких добрив спрямована не лише на підвищення ефективності агротехнічного процесу, але й на мінімізацію екологічних ризиків. Завдяки підґрунтовому способу внесення, добрива вводяться безпосередньо в зону розташування кореневої системи, що знижує рівень випаровування РМД та практично усуває забруднення повітря.

Такий метод дозволяє зменшити втрати азоту та запобігти його потраплянню у поверхневі та ґрунтові води. Це надзвичайно важливо, оскільки надмірне використання мінеральних добрив без належної технології може спричинити явище евтрофікації водойм, зміну кислотно-лужного балансу ґрунту та скорочення популяцій ґрунтової мікрофлори.

Окрім того, зменшення кількості проходів агрегату по полю знижує ризик ущільнення ґрунту, зберігає його пористість, покращує водообмін та аерацію. Це дозволяє зберегти природну родючість ґрунтів, запобігає ерозії та зменшує втрати вологи.

Матеріали, використані для виготовлення елементів системи внесення добрив, вибирались із урахуванням хімічної стійкості та екологічної безпечності. Вони не вступають у реакцію з добривами та мають довгий строк служби, що зменшує потребу в заміні та обсяги відходів. При проектуванні агрегату також врахована можливість демонтажу елементів для переробки після завершення терміну експлуатації.

Таким чином, використання розробленого агрегату дозволяє реалізувати технологію точного, екологічно безпечного та ефективного внесення добрив, що відповідає сучасним вимогам сталого розвитку агропромислового комплексу.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА

Техніко-економічні розрахунки є невід'ємною частиною оцінки ефективності будь-якого технічного удосконалення. Їх проведення дає можливість не лише кількісно оцінити переваги запропонованої конструкції порівняно з базовим зразком, а й визначити реальну економічну вигоду від впровадження удосконалення у виробничий процес. Техніко-економічне обґрунтування є ключовим фактором при прийнятті рішення щодо впровадження нової техніки в аграрне виробництво, оскільки воно дозволяє прогнозувати витрати і результати використання машини у конкретних умовах господарства.

Розроблене пристосування для підґрунтового внесення рідких мінеральних добрив спрямоване на покращення основних показників роботи агрегату. Збільшення ширини захвату дозволяє істотно підвищити продуктивність без погіршення якості виконання технологічного процесу. Завдяки цьому зменшується кількість проходів техніки по полю, скорочуються витрати пального, знижується загальне навантаження на ґрунт та підвищується ефективність використання сільськогосподарських машин і агрегатів.

Для об'єктивної оцінки ефективності запропонованої конструкції буде проведено розрахунок основних техніко-економічних показників. Порівняльний аналіз базової і удосконаленої машин дозволить наочно продемонструвати рівень підвищення продуктивності, економії ресурсів та зменшення витрат на виконання технологічних операцій.

Економічну ефективність удосконаленої конструкції оцінюватимемо шляхом порівняння її показників із аналогічними параметрами серійної машини. Для цього будуть використані вихідні дані, наведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані до розрахунку економічної ефективності
впровадження

№	Показники	Позна- чення	Процес	
			Базовий	Новий
1.	Технічні засоби		МТЗ-1523+ КРН-5,6	МТЗ-1523+ КРН-5,6М
2.	Балансова вартість, грн	B		
	Машини		200000	250000
	Трактор		1800000	1800000
3.	Продуктивність за 1 годину основного часу,	$W_{год}$	4,2	5,1
4.	Витрата палива кг/га	$H_{лмм}$	3,76	2,3
5.	Річне завантаження, год	T_3		
	Машини		100	100
	Трактора		800	800
6.	Обслуговуючий персонал, осіб	K_{np}	1	1
7.	Годинна ставка, грн/год	TC	80	80
8.	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію,	λ		
	Трактора		17,5	17,5
	Машина		14,2	14,2
9.	Відрахування на поточний ремонт і ТО	r		
	Трактора		9,7	9,7
	Машини		6	6
10.	Вартість 1 кг палива, грн	C_k	50	50
11.	Обсяг роботи, га	Q	200	200

Процес	
Базовий	Проект

Кількість нормо-годин в об'ємі робіт

$$K_{\text{н.год}} = \frac{Q}{W_{\text{год}}} \quad (5.1)$$

$$K_{\text{н.год}} = \frac{200}{4,2} = 47 \text{ год.} \quad K_{\text{н.год}} = \frac{200}{5,1} = 39 \text{ год.}$$

Витрати праці на всю роботу

$$B_n = K_{\text{н.год}} \cdot K_{\text{пр}} \quad (5.2)$$

$$B_n = K_{\text{н.год}} \cdot K_{\text{пр}} = 47 \cdot 1 = 47 \text{ люд.} - \text{год.} \quad B_n = K_{\text{н.год}} \cdot K_{\text{пр}} = 39 \cdot 1 = 39 \text{ люд.} - \text{год.}$$

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{W_{\text{год}} \cdot T_z \cdot 100} \quad (5.3)$$

Амортизаційні відрахування

для трактора

$$A_{\text{т}} = \frac{1800000 \cdot 17,5}{4,2 \cdot 800 \cdot 100} = 94 \text{ грн/га} \quad A_{\text{т}} = \frac{1800000 \cdot 17,5}{5,1 \cdot 800 \cdot 100} = 77 \text{ грн/га}$$

для машини

$$A = \frac{200000 \cdot 14,2}{4,2 \cdot 100 \cdot 100} = 67 \text{ грн/га} \quad A = \frac{250000 \cdot 14,2}{5,1 \cdot 100 \cdot 100} = 69 \text{ грн/га}$$

Всього: 161 грн/га

Всього: 146 грн/га

Затрати на ремонт та ТО

$$B_{\text{рем}} = \frac{B \cdot r}{W_{\text{год}} \cdot T_z \cdot 100} \quad (5.4)$$

для трактора

$$B_{\text{рем}} = \frac{1800000 \cdot 9,7}{4,2 \cdot 800 \cdot 100} = 52 \text{ грн/га} \quad B_{\text{рем}} = \frac{1800000 \cdot 9,7}{5,1 \cdot 800 \cdot 100} = 42 \text{ грн/га}$$

для машини

$$B_{\text{рем}} = \frac{200000 \cdot 6,0}{4,2 \cdot 100 \cdot 100} = 29 \text{ грн/га} \quad B_{\text{рем}} = \frac{250000 \cdot 6,0}{5,1 \cdot 100 \cdot 100} = 29 \text{ грн/га}$$

Всього: 81 грн/га

Всього: 71 грн/га

Відрахування на заробітну плату

$$ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (5.5)$$

K_1 – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату, $K_1 = 1,2$;

K_2 – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні заходи, $K_2 = 1,362$.

$$ЗП = \frac{80}{4,2} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 31 \text{ грн / га.} \quad ЗП = \frac{80}{5,1} \cdot 1,2 \cdot 1,362 = 25 \text{ грн / га.}$$

Витрати на паливно-мастильні матеріали

$$B_{нмм} = H_{нмм} \cdot Ц_{к}, \quad (5.6)$$

$$B_{нмм} = 3,76 \cdot 50 = 188 \text{ грн / га} \quad B_{нмм} = 2,3 \cdot 50 = 115 \text{ грн / га}$$

Прямі експлуатаційні витрати

$$EB = A + B_{рем} + ЗП + B_{нмм}, \text{ грн / га.} \quad (5.7)$$

$$EB^{\delta} = 161 + 81 + 31 + 188 = 461 \text{ грн / га.} \quad EB^{\delta} = 146 + 71 + 25 + 115 = 357 \text{ грн / га.}$$

Питомі капітальні вкладення на одиницю виробітки

$$KB = \frac{Б}{T_3 \cdot W_{ек}} \quad (5.8)$$

для трактора

$$KB = \frac{1800000}{800 \cdot 4,2} = 535 \text{ грн / га} \quad KB = \frac{1800000}{800 \cdot 5,1} = 440 \text{ грн / га}$$

для машини

$$KB = \frac{200000}{100 \cdot 4,2} = 476 \text{ грн / га} \quad KB = \frac{250000}{100 \cdot 5,1} = 490 \text{ грн / га}$$

Всього: 1011 грн/га.

Всього: 930 грн/га.

Приведені витрати на 1 га

$$ПВ = EB + 0,15 \cdot KB \quad (5.9)$$

0,15– нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень;

$$ПВ^{\delta} = 461 + 0,15 \cdot 1011 = 612 \text{ грн / га;} \quad ПВ^{\delta} = 357 + 0,15 \cdot 930 = 490 \text{ грн / га;}$$

Річний економічний ефект по приведеним витратам

$$E_p = (PB^{\delta} - PB^n) \cdot Q = (612 - 490) \cdot 200 = 24400 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{KB}{E_p}, \quad (5.10)$$

де ΔKB – розмір додаткових капітальних вкладень по проекту, який визначається по різниці капітальних вкладень.

$$T_o = \frac{50000}{24400} = 2 \text{ роки.}$$

Результати розрахунків надано в табл. 5.2

Таблиця 5.2 – Економічна ефективність проекту

Показники	Варіант	
	базовий	проект
1. Об'єм роботи, га	200	200
2. Склад агрегату	МТЗ-1523+ КРН-5,6	МТЗ-1523+ КРН-5,6М
3. Продуктивність, га/год основного часу	4,2	5,1
4. Затрати праці на об'єм робіт, люд.-год	47	39
5. Експлуатаційні витрати, грн/га:		
- заробітна плата з нарахуваннями	31	25
- витрати на ПММ	188	115
- затрати на ТО, ТР і зберігання	81	71
- амортизація основних засобів	161	146
всього:	461	357
6. Капітальні вкладення, грн/га	1011	930
7. Приведені витрати, грн/га	612	490
8. Річний економічний ефект, грн	-	24400
9. Термін окупності, років	-	2

Висновок: Розрахунки економічних показників доводять доцільність впровадження розробленого пристосування у виробництво. При цьому річний економічний ефект складає 24400 грн при терміні окупності додаткових капітальних вкладень за 2 сезони використання.

ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломного проєкту на тему «Удосконалення механізації внесення рідких мінеральних добрив з розробкою агрегату для внесення КАС підґрунтового» вирішено комплекс завдань, що були поставлені на початковому етапі роботи:

1. Проведено детальний аналіз існуючих технічних засобів для внесення рідких добрив, виявлено їх недоліки та сформульовано технічні вимоги до удосконалення агрегату.

2. Розроблено конструкцію модернізованого агрегату, яка дозволяє підвищити ефективність технологічного процесу внесення КАС за рахунок збільшення ширини захвату, забезпечення точності подачі добрив та покращення агротехнічних показників. Проведені розрахунки вузлів та елементів агрегату підтвердили надійність і відповідність заданим експлуатаційним вимогам.

3. Здійснено оцінку заходів з охорони праці та аналіз впливу технології на навколишнє середовище, що засвідчило екологічну доцільність використання розробленого агрегату у виробничих умовах.

4. Економічні розрахунки довели, що удосконалення конструкції дозволяє знизити виробничі витрати, підвищити продуктивність праці та покращити загальні показники економічної ефективності господарства.

Отже, розроблений агрегат для внесення КАС є перспективним технічним рішенням для удосконалення агротехнологій у сільському господарстві, що сприятиме підвищенню урожайності культур і забезпеченню сталого розвитку аграрного виробництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Войновський В.В., Куянов В.В., Миропольський О.М. Техніка для внесення твердих і рідких мінеральних добрив різними способами. // Техніка і технології АПК. – 2021. – №3 (120). – С. 18–22.
2. Гідро- та пневмосистеми в автотракторобудуванні : навч. посібник / В. Б. Самородов [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : Панов А. М., 2020. – 524 с.
3. Господаренко Г.М. Система застосування добрив: підручник. – К.: ТОВ «ТРОПЕА», 2022. – 376 с.
4. ДСТУ ISO 16119-2:2018. Машини для захисту рослин. Вимоги до безпеки та екології. Частина 2: Польові обприскувачі.
5. Закон України "Про охорону праці" від 14.10.1992 № 2694-ХІІ (зі змінами і доповненнями станом на 2024 рік).
6. Кобець О.М., Пономаренко Н.О., Лепеть Є.І. Стан механізації внесення КАС в Україні. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. 2024. Вип. 54. С. 77-83
7. Крамарьов С.М., Крамарьов О.С., Демиденко В.Г., Хорошун К.О., Пісоцький С.С., Бондарь В.Ю., Рубан С.М., Цуркан К.П. Економічна ефективність використання карбамід-аміачних сумішей(КАС) в сучасних системах удобрення сільськогосподарських культур. – Дніпро: Нова ідеологія, 2020.– 195 с.
8. Малащенко В.О., Янків В.В. Деталі машин. Проектування елементів механічних приводів: Навчальний посібник. – Львів: "Новий Світ-2000", 2020. – 264 с
9. Машини і обладнання для приготування та внесення добрив. // Серія посібників «С.-г. техніка ХХІ». – Київ: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 152 с.

10. Машина і обладнання для приготування та внесення добрив: посібник / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука; М-во аграр. політики та прод-ва України; УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 152 с.

11. Офіційний сайт компанії «Elvorti» – <https://elvorti.com> (доступ: квітень 2025).

12. Офіційний сайт ТОВ «Уманьферммаш» – <https://umanfermmash.com.ua> (доступ: квітень 2025).

13. Офіційний сайт ПрАТ "Богуславська сільгосптехніка" <https://boguslav.ua/> (доступ: квітень 2025).

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

**«УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ РІДКИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ З РОЗРОБКОЮ АГРЕГАТУ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ
КАС ПІДГРУНТОВО»**

до захисту дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: здобувач 3 скороченого курсу, групи АІС-1-22
Шабат Ростислав Валентинович

Керівник: к.т.н., доцент
Кобець Олександр Миколайович

Дніпро-2025



Vega 8 Profi



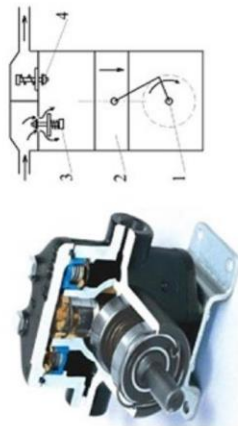
КРН-5,6



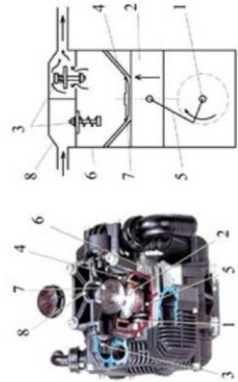
Amazone UX3200

[illegible]

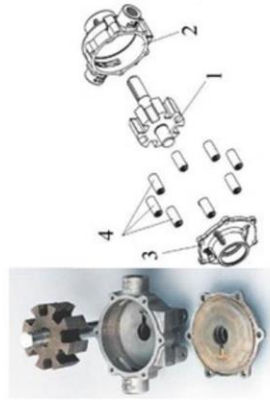
ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ НАСОСНИХ АГРЕГАТІВ



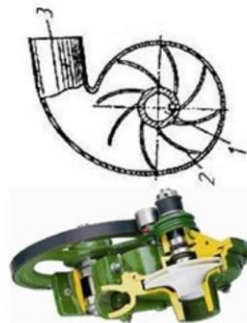
Насосний агрегат поршневого типу:
1 – колінчастий вал; 2 – поршень;
3 – всмоктувальний клапан;
4 – нагнітальний клапан.



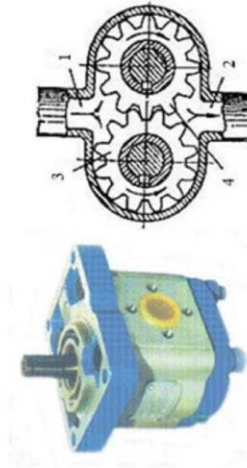
Насосний агрегат мембранно-поршневого типу:
1 – колінчастий вал; 2 – поршень; 3 – клапан; 4 – мембрана; 5 – шатун; 6 – блок циліндрів; 7 – тарілчаста шайба; 8 – головка з клапанами.



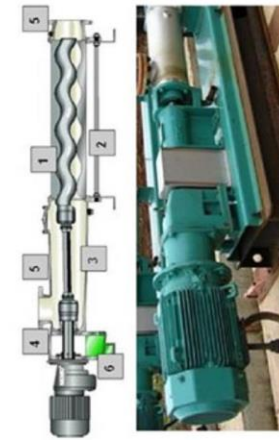
Насосний агрегат роликкового типу:
1 – ротор,
2 – корпус, 3 – кришка, 4 – ролики.



Насосний агрегат відцентрового типу:
1 – всмоктувальний рукав; 2 – робоче колесо; 3 – напірний рукав.



Шестеренний насос:
1 – всмоктувальний рукав; 2 – напірний рукав; 3 – ведуча шестерня; 4 – ведена шестерня.

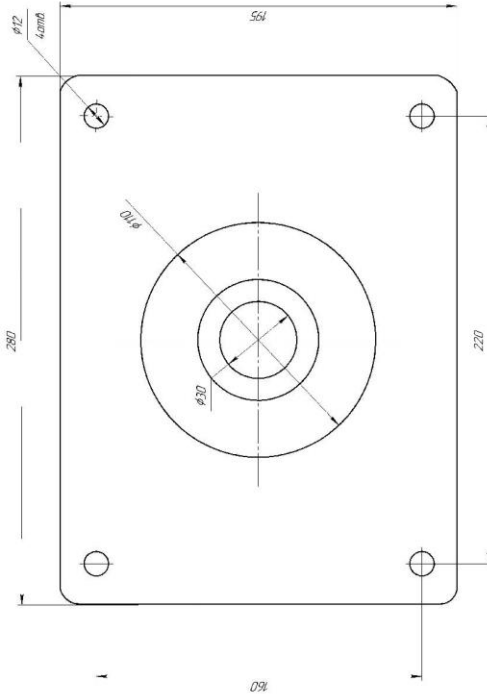
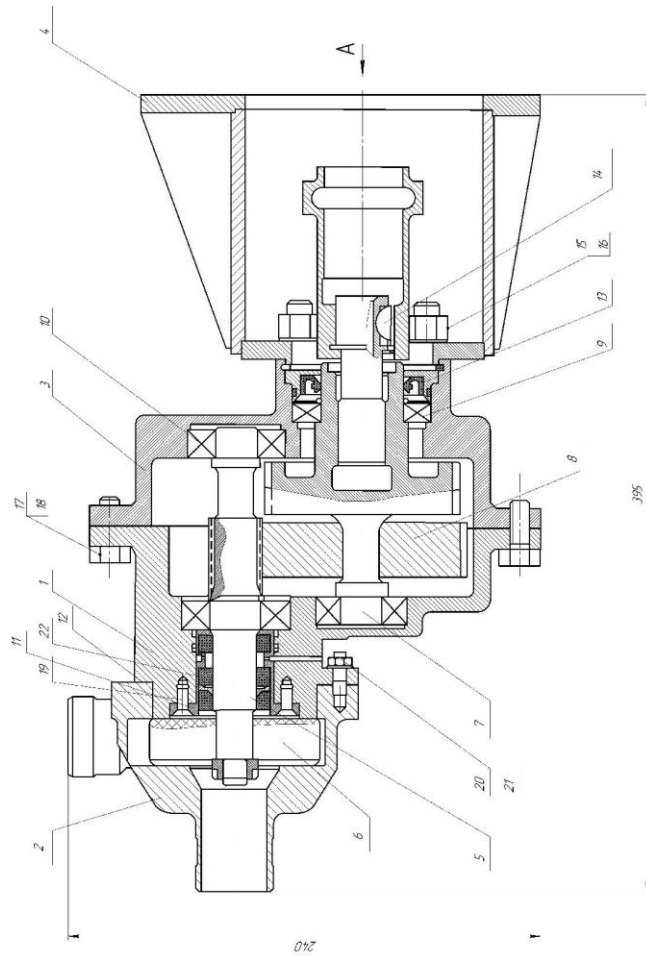


Насосний агрегат трансферного типу:
1 – ротор; 2 – статор; 3 – привод; 4 – ущільнення; 5 – всмоктувальна і напірна магістраль; 6 – станція.

521104.302.000									
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за
Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за	Відп. за

[illegible]

5211104.304.0001СК



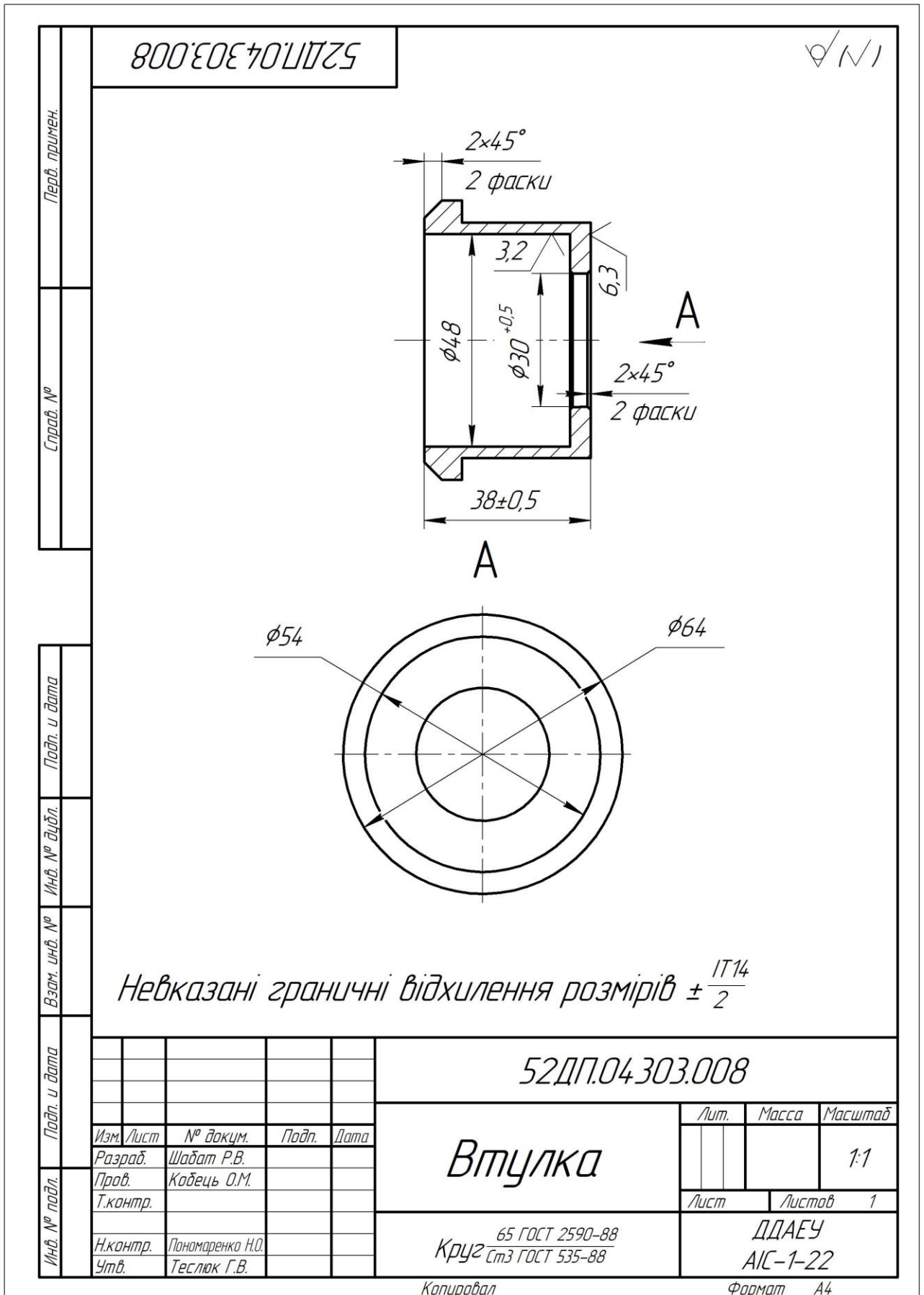
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА

Тиск номінальний, МПа	0,5
Витрата води при номінальному тиску, л/хв	220
Одєрти номінального валу відбору потужності (ВВП) трактора, од/хв	540
Одєрти робочого колєдєса агрегату насосного при номінальних одєртах ВВП трактора, од/хв	2900
Потужність споживана, кВт	2,35
Габаритні розміри	
- довжина, мм	395
- ширина, мм	280
- висота, мм	240
Маса агрегату насосного конструкційна, не дїльше, кг	28
Ресурс експлуатації, годин	2000
Термін служби, років	5
Термін служби гарантійний, років	1

5211104.304.0001СК	
Агрегат насосний	11
Складальне креслення	АС-1-22
Листовий	41

[illegible]

Формат А3



И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

И.контр.	Утв.	Понамаренко Н.О.	Теслюк Г.В.

800'00E+0'11075

Втулка

65 ГОСТ 2590-88
 Круг ст3 ГОСТ 535-88

600'EOE70'U7Z5		Rz80/ (✓)	
Перв. примен.			
Справ. №	45° ± 40'		
Подп. и дата	4		
Инв. № дудл.	1. * Розміри для справок.		
Взам. инв. №	2. Невказані граничні розміри відхилення розмірів:		
Подп. и дата	отворів H14, валів h11, інших $\pm \frac{IT14}{2}$.		
Инв. № подл.	52ДП.04303.009		
Изм. / лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Шабат Р.В.	Прокладка	Лит.
Пров.	Кодець О.М.	Пароніт ПМБ4,0	Масса
Т.контр.	Пономаренко Н.О.	ГОСТ 481-71	Масштаб
Н.контр.	Теслюк Г.В.	ДДАЕУ	1:1
Утв.	Теслюк Г.В.	АКС-1-22	Лист
		Копировал	Листов 1
		Формат А4	

Формат	Зона.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
A1			52ДП.04304.000.СК	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		4	52ДП.04303.004	Основа	1	
				<u>Деталі</u>		
		1	52ДП.04303.001	Корпус	1	
		2	52ДП.04303.002	Кришка	1	
		3	52ДП.04303.003	Корпус редюра	1	
A3		5	52ДП.04303.004	Вал-шестерня	1	
A3		6	52ДП.04304.005	Робоче колесо насоса	1	
		7	52ДП.04304.006	Вал ведучий	1	
A3		8	52ДП.04304.007	Колесо зубчате	1	
A4		11	52ДП.04304.008	Втулка	1	
A4		12	52ДП.04304.009	Прокладка	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		9		<u>Підшипник 204</u>	4	
				ГОСТ 8338-75		
		10		Підшипник 205	1	
				ГОСТ 8338-75		
		13		Манжет 1-20×35-3	3	
				ГОСТ 8752-70		
Зм.	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	52ДП.04300.000 Агрегат насосний Літ. Лист Листів ДДАЕУ АІС-1-22	
Розробив	Шабат Р.В.					
Перевірив	Кобець О.М.					
Консультант						
Н. контр.	Пономаренко Н.О					
Затвердив	Теслюк Г.В.					

[illegible]

[illegible]