

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ**

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»
В.о. завідувача кафедри
_____Олександр ЛУГОВСЬКИЙ
“ ” _____ 2021 р.

**Дипломний проєкт
на здобуття ступеня бакалавра
за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»
спеціальності 131 Прикладна механіка**

на тему: Проектування гідрофікованої ґрунтозабірної машини

Виконав (-ла): студент (-ка) 4 курсу, групи МА-72

Рудник Владислав Михайлович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Керівник _____ Левченко Олег Васильович _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант з охорони праці _____ ст.викладач Ковтун А.І. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Консультант з технології машинобудування к.т.н., доц. Кореньков В.М. _____
(назва розділу) (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проєкті
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2021 року

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		1

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Механіко-машинобудівний інститут
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)
Спеціальність – 131 Прикладна механіка
Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
_____ **Олександр ЛУГОВСЬКИЙ**
(підпис)
“ _____ ” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
на дипломний проєкт студенту

Руднику Владиславу Михайловичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Проектування гідрофікованої ґрунтозабірної машини

Керівник проєкту

Левченко Олег Васильович

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

затверджена наказом по університету від “ _____ ” _____ 2021 року № _____

2. Термін подання студентом проєкту 04.06.2021

3. Вихідні дані до проєкту: наукові статті, наукові джерела з питань автоматизованих та механічних систем, нормативно-правові джерела щодо охорони, захисту та управління інтелектуальною власністю, інформаційні дані підприємства «Агротест».

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		2

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Розділ 1. Аналіз існуючих ґрунтозабірників. Розділ 2. Розробка та проектування гідрофікованого ґрунтозабірника. Розділ 3. Технологія машинобудування. Розділ 4. Охорона праці. Висновки. Список використаної літератури.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)

5 креслень формату А1 (перший лист – гідропривод ґрунтозабірника схема гідравлічна принципова, другий лист – керування ґрунтозабірника схема електрогідравлічна принципова, третій лист – складальне креслення гідроциліндру, четвертий лист – деталювання, п'ятий лист – ґрунтозабірник габаритні розміри), презентація.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1. Охорона праці	ст.викл. Ковтун А.І.		
2. Технологія машинобудування	доц. Кореньков В.М.		

7. Дата видачі завдання 10.05.2021

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1	Визначення мети застосування ґрунтозабірників	10.05.2021	
2	Проведення аналізу ринку існуючих	12.05.2021	

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

	грунтозабірників		
3	Розробка принципової гідравлічної схеми	15.05.2021	
4	Розрахунок елементів гідравлічної системи	16.05.2021	
5	Підбір обладнання	20.05.2021	
6	Розробка креслень механізму та деталей	25.05.2021	
7	Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	28.05.2021	
8	Охорона праці	30.05.2021	

Студент

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Керівник проєкту

(підпис)

(Власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		4

Пояснювальна записка до дипломного проєкту

на тему: Проектування гідрофікованої ґрунтозабірної машини

Київ – 2021 року

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		5

АНОТАЦІЯ

Головним завдання дипломного проекту була розробка та проектування мобільної автоматичної гідравлічної системи для відбору зразків ґрунту в цілях подальшого його фізико-хімічного аналізу. Для початку проектування було проведено аналіз ринку вже існуючих ґрунтозабірників та можливих способів реалізації даного пристрою. В процесі виконання роботи було опрацьовано багато технічної літератури, для раціонального та коректного підбору обладнання проектованої системи, розроблено схеми механізму, проведено розрахунки кожного елементу та підібрано комплектуючі. Крім того було розглянуто ряд загальних питань, що стосувались теми ґрунтозабірників:

- Розвиток сільського господарства;
- Підвищення родючості ґрунтів;
- Аналіз ґрунтів;

Також, в дипломному проекті було проведено роботу по розробці технологічного процесу для однієї з деталей механізму ґрунтозабірника, визначено її вартість та час виготовлення та проведений аналіз можливих небезпек під час роботи проектованої машини і надані способи попередження цих небезпек.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		6

ABSTRACT

The main task of the diploma project was the development and design of a mobile automatic hydraulic system for soil sampling for further physico-chemical analysis. To begin the design, a market analysis of existing soil intakes and possible ways to implement this device was conducted. In the process of performing the work, a lot of technical literature was processed for the rational and correct selection of the equipment of the designed system, the schemes of the mechanism were developed, the calculations of each element were performed and the components were selected. In addition, a number of general issues related to the topic of soil intakes were considered:

- Development of agriculture;
- Increasing soil fertility;
- Soil analysis;

Also, the diploma project carried out work on the development of a technological process for one of the parts of the soil intake mechanism, determined its cost and time of manufacture and analyzed possible hazards during the operation of the designed machine and provided ways to prevent these hazards.

		<i>Рудник В.М.</i>			<i>МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
		<i>Левченко О.В.</i>				
<i>Зм.</i>	<i>Арт.</i>	<i>№ документа</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		<i>7</i>

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ГРУНТОЗАБІРНИКІВ	10
1.1 Мета застосування ґрунтозабірників	12
1.2 Ґрунтозабірники	12
1.2.1. Механічні ґрунтозабірники.....	13
1.2.2. Автоматичні ґрунтозабірники	14
1.2.3. Автоматичні ґрунтозабірники свердлильного типу	15
1.2.4. Автоматичні ґрунтозабірники ударного типу.....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ГІДРОФІКОВАНОГО ГРУНТОЗАБІРНИКА	22
2.1 Постановка завдання.	22
2.2 Принципова гідравлічна схема системи.	23
2.3 Принцип роботи системи.....	24
2.4 Розрахунок гідравлічних елементів.	25
2.4.1 Розрахунок гідроциліндру	26
2.4.2 Розрахунок гідромотору	30
2.4.3 Підбір насосів	33
2.4.4 Вибір робочої рідини	36
2.4.5 Розрахунок і вибір розмірів трубопроводів	37
2.4.6 Розрахунок гідравлічних втрат.....	41
2.4.7 Тепловий розрахунок	50
2.4.8 Розрахунок баку	51
2.4.9 Розрахунок апарату теплообміну	51
РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	54
3.1 Технологічний контроль якості кресленника.	54
3.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі.....	55
3.3 Технологічні операції.....	56
3.4 Розрахунок режимів різання.	64
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	66
4.1 Механічна небезпека.	68
4.2 Хімічна небезпека.	69

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		8

4.3	Небезпека роботи з системами високого тиску.	70
4.4	Засоби індивідуального захисту.	70
4.5	Пожежна безпека.	71
ВИСНОВКИ		73
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		74

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		9

ВСТУП

На сьогоднішній день відбір ґрунту для агрохімічного аналізу набирає все більше популярності у колі землевласників. Це, безпосередньо, пов'язано із зростанням кількості агрохолдингів та інтенсифікацією сільського господарства, що в свою чергу провокує зацікавленість у системі точного землеробства. При цьому акцент здійснюється саме на способах підвищенні родючості. Землевласники потребують більше інформації про їх джерело доходу, а саме про якість ґрунту. Відслідковувати динаміку змін якості ґрунту та підтримки його на належному рівні допомагає саме агрохімічний аналіз. Його здійснюють методом відбору проб ґрунту та подальшого аналізу агрохіміками.

Із механічними ґрунтозабірниками людство знайоме давно, але із зростанням кількості агрокомпаній, потреба у них зростає. Це, в свою чергу, стимулює виробників до створення максимально зручного, компактного та ефективного ґрунтозабірника, який зекономить час фермерам та допоможе уникнути помилок спричинених «людським фактором». Тобто для автоматизації та прискорення відбору ґрунтових зразків, механічні ґрунтозабірники були замінені автоматичними, які встановлюються на транспортних засобах. Такі пристрої вважають не менш практичним та простим в обслуговуванні. Вони відбирають зразки швидко, на заданій глибині, та точно в необхідних місцях.

Ґрунтозабірники такого типу можуть встановлюватися на квадроцикли, автомобілі (пікап), трактори. Вони вже успішно використовуються українськими та іноземними агрохолдингами, які мають власні агрохімічні лабораторії та компанії, що надають послуги обстеження ґрунтів.

За результатами проведеного аналізу за допомогою відбору проб ґрунтозабірником, приймаються відповідні управлінські рішення щодо пошуку шляхів покращення якості ґрунту, зменшення витрат на добрива, збільшивши при цьому ефективність їх застосування, і отримати кращий економічний результат.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		10

Усе це підкреслює велику роль та значення ґрунтозабірників в сучасних умовах господарювання. Саме тому тема дипломної кваліфікаційної бакалаврської роботи є досить актуальною.

Мета кваліфікаційної бакалаврської роботи:

Для досягнення поставленої мети поставлено і вирішено наступні завдання:

- 1) розкрити сутність ґрунтозабірників;
- 2) провести моніторинг видів існуючих ґрунтозабірників;
- 3) провести розробку та проектування системи автоматичного відбору зразків ґрунту;
- 4) проаналізувати службове призначення деталей ґрунтозабірників;
- 5) з'ясувати технологічний контроль якості кресленика;
- 6) розкрити питання безпеки поведінки із ґрунтозабірниками;
- 7) провести розрахунок гідравлічних елементів;
- 8) узагальнити існуючі основи технології.

Предметом дослідження є сукупність теоретико-методичних та практичних засад автоматизованих та механічних систем.

При написанні кваліфікаційної бакалаврської роботи використовувались методи аналізу, систематизації, узагальнення, класифікації та порівняння.

Джерелами інформації, які було використано під час виконання кваліфікаційної бакалаврської роботи, є наукова та періодична література з питань автоматизованих та механічних систем, нормативно-правові джерела щодо охорони, захисту та управління інтелектуальною власністю, інформаційні дані різних підприємств.

Кваліфікаційна бакалаврська робота складається із вступу та чотирьох розділів, а також висновків й списку використаних джерел, додатків.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				11
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ГРУНТОЗАБІРНИКІВ

1.1 Мета застосування ґрунтозабірників

Комплексний аналіз ґрунтів включає в себе перевірку таких фізико-хімічних параметрів (Рис. 1.1) [4]:

- ✓ Кислотність ґрунту;
- ✓ Електропровідність;
- ✓ Органічність;
- ✓ Гранулометричний склад (кількість піску, мулу або глини у відсотках);
- ✓ Доступний фосфор;
- ✓ Вільні калій і натрій;
- ✓ Ємність катіонного обміну, насиченість основами;
- ✓ Наявність мікроелементів (марганець, залізо, бор, молібден та інші).

Після проведення комплексного фізико-хімічного аналізу ґрунту можна отримати точні рекомендації щодо внесення добрив для збільшення врожайності на земельній ділянці.

Надмірне або недостатнє використання добрив для вирощування культур призводить до виснаження або засолення ґрунту, що в свою чергу знижує врожайність і якість продукції. Лише маючи оптимальне мінеральне живлення землі ми маємо змогу отримати високі врожаї відповідної якості та не просто зберегти родючість ґрунту, але і підвищити її [4].

Проведення аналізу ґрунтів є найефективнішим вирішенням проблеми зниження витрат при виробництві сільськогосподарської продукції як для невеликих фермерів, що не мають можливості закуповувати мінеральні добрива у значних кількостях, так і для великих агрокомбінатів. Досягається це завдяки точному і обґрунтованому внесенні добрив та можливості планування необхідних витрат.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		12



Замовник:
Адреса замовника:
Телефон:
Факс:
e-mail:

Номер поля	1		
Номер проби	-		
Зразки отримані			
Лабораторний номер			
Глибина забору проби			

Поле	Проба	pH вод.	pH сол.	pH буф.	Cond. mS/cm	O.B. %	NO ₃ -N ppm	P _(тот) ppm	P _(в) ppm	NH ₄ OAc				EKO meq/100g	Насиченість основами					SO ₄ -S ppm	DTPA					B ppm	Mo ppm
										Ca ppm	Mg ppm	K ppm	Na ppm		H %	Ca %	Mg %	K %	Na %		Zn ppm	Mn ppm	Fe ppm	Cu ppm	Co ppm		
1	-	6,0	-	6,70	0,10	1,5	3,3	-	20	918	78	73	3	8,4	35,6	54,4	7,7	2,2	0,2	7,4	0,50	5,20	61,80	0,30	0,11	0,23	0,40

(M) — Меліч III, (B) — Брай

(M) — Mechlic III, (B) — Bray I

Поле	Проба	% Пісок	% Мул	% Глина	Тип ґрунту
1	-	61,85	28,95	9,20	Піщано-супіщаний

Рекомендації по внесенню добрив у кг/га (діючої речовини)

Дата	Поле	Проба	Культура	Прогноз-вирожай	Азот	Азот йнокуп.	P ₂ O ₅	K ₂ O	Вално т/га	Гіпс т/га	MgO	Zn	Mn	Cu	Fe	Co	Mo	S	B
11.12.2015	1	-	Пшениця яра	5,5 т/га	144	-	37	57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	0,4
11.12.2015	1	-	Кукурудза	9,0 т/га	166	-	35	80	-	-	-	6,1	-	-	-	-	-	12	0,7
11.12.2015	1	-	Соняшник	3,5 т/га	118	-	42	52	-	-	-	1,6	-	-	-	-	-	6	0,4

Коментарі:

За показником pH ґрунт відноситься до слабокислого. Валнуванням можна знехтувати, так як культури толерантні до кислих ґрунтів з вказаним значенням pH. Показник рівня засоленості ґрунту відноситься до низьких значень. Показник рівня органічної речовини ґрунту відноситься до низьких значень. Показник доступного фосфору лежить в межах середніх значень. Рівень обмінного калію лежить в межах низьких значень. Значення показників обмінних форм кальцію та магнію лежать в межах низьких значень. Показники рівня мікроелементів, таких як: марганець, мідь, залізо, кобальт та молібден свідчать про повну їх достатність під вказані культури та заплановану врожайність.

До дози азотних добрив додати сульфат амонію (NH₄)₂SO₄ у кількості 30 кг/га – на пшениці ярій, 60 кг/га – на кукурудзі, 30 кг/га – на соняшнику.

На кукурудзі у фазі 9-10 листа та на соняшнику у фазі формування суцвіття усунути дефіцит цинку та бору шляхом фоліарного внесення 300 г/га сульфату цинку (ZnSO₄*7H₂O) у суміші з 388 г ЕДТА (Трилон Б) чи 429 г ОЕДФ + 300 г/га борної кислоти (H₃BO₃).

На ярій пшениці у фазі закінчення кушення усунути дефіцит бору шляхом фоліарного внесення 300 г/га борної кислоти (H₃BO₃).

Дефіцит цинку на кукурудзі також можна усунути шляхом розкидання 25 кг/га сульфату цинку (ZnSO₄*7H₂O).

Рисунок 1.1. Приклад результатів аналізу ґрунту проведений компанією «Агротест» [4].

Отже, в першу чергу агрохімічний аналіз необхідний для чіткого розуміння процесів, що відбуваються в ґрунті у динаміці, це дає змогу керувати його родючістю. Тобто, таке дослідження має проводитись з певною періодичністю. Для виробників сільськогосподарської продукції агрохімічне дослідження дає змогу оптимізувати витрати на використання добрив та впливати на ефективність інвестицій, вкладених у систему добрив. Це робить можливим збільшити потенціал вирощування всіх сільськогосподарських культур.

1.2 Ґрунтозабірники

Для проведення агрохімічного аналізу ґрунту необхідно мати зразки землі взяті за певними правилами. Кількість зразків та їх якість напряду впливають на точність аналізу. Для полегшення відбору проб ґрунтів створюють різні механізми.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		13

Грунтозабірник – спеціальна машина або механізм, механічного, гідравлічного або електрично-гідравлічного типу, що виконує завдання відбору зразків ґрунту [3].

Для зручності використання у різних умовах ґрунтозабірники поділяють на:

- Механічні;
- Автоматичні

1.2.1 Механічні ґрунтозабірники

Грунтозабірник механічного типу (Рис. 3) являє собою бур 1, що занурюється у землю, важіль 2, який приводиться у рух людиною та рівень 3, що слугує для розуміння глибини занурення механізму [5].

Для відбору зразків різних ґрунтів необхідно використовувати різні бури, а саме їх матеріал та ріжучу частину. Наприклад, для глини, враховуючи її щільність, потрібно використовувати тонкі леза, що дозволять різати без додаткових зусиль. Для пісочних або сипучих земель використовують широкі ріжучі насадки, адже необхідно додатково утримувати взятий зразок під час його витягування.



Рисунок 1.2. Механічний ґрунтозабірник [5].

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				14
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Висновок: цей пристрій, зазвичай, використовується на маленьких земельних ділянках окремими фермерами, тому що у випадку великих володінь ґрунт може змінюватись, а це призведе до додаткових витрат у вигляді різних бурових насадок. Крім того використання механічного прибору, який приводиться у рух людиною, на великих полях є не раціональним використанням ресурсів та часу.

1.2.2 Автоматичні ґрунтозабірники

До ряду автоматичних машин належать агрегати з автоматизованим циклом відбору зразків. Реалізація цього процесу відбувається за рахунок гідравліки або електро-гідравліки. Тип керування також може відрізнитись, можливий випадок з механічним керуванням розподільниками або з електричним керуванням за допомогою реле.

Відмінною рисою автоматичних ґрунтозабірників є їх мобільність. Пристрої цього типу мають змогу кріпитись до різної сільськогосподарської техніки, що значно підвищує швидкість пересування, у випадку великої ділянки.

Автоматичні ґрунтові пробовідбірники поділяють на два типи, в залежності від їх способу занурення у землю, а саме [5]:

- Свердлильного типу
- Ударного типу

Машини свердлильного типу мають менші потужності в порівнянні з машинами ударного типу, адже вони засвердлюються у ґрунт, тому зустрічають менший опір і потребують менше енергії. Але ударний механізм має переваги у випадку твердих ґрунтів [5].

1.2.3 Автоматичні ґрунтозабірники свердлильного типу

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		15

Автоматичні ґрунтозабірники свердлильного типу отримали свою назву через спосіб занурення буру у землю. Цей процес у машинах цього типу відбувається за рахунок обертання шнеку і засвердлювання буру у ґрунт.

➤ Ґрунтозабірник ATV 2024 (Рис. 1.4) [9]

На ринку автоматичних ґрунтозабірників користуються значним попитом машини компанії Amity Technology.



Рисунок 1.3. Ґрунтозабірник ATV 2024 компанії Amity Technology [9].

Машина має можливість кріплення на квадроцикл. Вона має легку платформу (1), що робить її компактною. Спеціально розроблена форма шнеку (2) з твердосплавних матеріалів дозволяє відбирати зразки різних ґрунтів. За рахунок маленьких габаритів та вдалої конструкції агрегат має підвищену швидкість циклу, що дозволяє зібрати більшу кількість зразків за менший проміжок часу. Керування процесом відбувається оператором за допомогою кнопочового блоку керування (3) [9].

Основні характеристики наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Характеристики ґрунтозабірника ATV 2024 [9]

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				16
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Назва	Значення
Кількість зразків за годину (шт)	20
Глибина відбору зразку (см)	30 - 90
Блок живлення (к.с)	6,5
Час циклу (с)	10 - 22
Тип керування	Кнопкове
Вага (кг)	95

Висновок: перевагами даної машини можна назвати її габарити, що дозволяють легко приєднувати її до квадроциклу, а також спеціальну конструкцію шнеку, завдяки якій ґрунтозабірник може брати зразки на різних глибинах та в різних станах ґрунтів, особливо важливим це стає коли процес відбувається на мерзлій землі.

➤ Wintex 1000 (Рис. 1.5) [10]

Головним конкурентом машини від компанії Amity Technology є агрегат компанії Wintex Agro.

Особливістю цього продукту є його простота використання. Wintex 1000 має можливість кріплення майже на будь-який транспортний засіб за допомогою швидких муфт. Він розроблений для відбору проб з верхніх шарів ґрунту. Процес відбору зразка відбувається за допомогою спеціального зонду, що забезпечує повністю однорідну пробу. Усі операції виконуються з місця водія транспортного засобу. Ґрунтозабірник потребує мінімального обслуговування [10].

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		17



Рисунок 1.4. Ґрунтозабірник Wintex 1000 компанії Wintex Agro [10].

Основні характеристики даного ґрунтозабірника наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2

Характеристики ґрунтозабірник Wintex 1000 [10]

Назва	Значення
Кількість зразків за годину (шт)	20
Глибина відбору зразків (см)	До 25
Витрата гідравліки (л/хв)	7.5
Тиск системи (бар)	75 – 100
Гідравлічний бак (л)	3
Час циклу (с)	14 - 16
Тип керування	Кнопкове
Вага (кг)	48,5

Висновок: до переваг цієї моделі можна віднести її вагу та спосіб кріплення, завдяки якому використання агрегату стає можливим на майже будь-якому виді сільськогосподарської техніки. Також слід зазначити, що за рахунок використання

спеціального зонду, відібрані зразки мають більшу однорідність, що в свою чергу покращує точність результатів аналізу ґрунту.

➤ AgriSoilSampler (Рис. 1.6) [6]

Ґрунтозабірник AgriSoilSampler розроблений українською компанією AgroLab спеціально для ринку України, проте його також експортують у Казахстан, де його використовують найбільші агрохолдинги країни, що мають власні лабораторії для хімічного аналізу.



Рисунок 1.5. Ґрунтозабірник AgriSoilSampler від компанії AgroLab [6].

У роботу агрегат приводиться бензиновим двигуном (1). На валу ДВС знаходиться насос (2), що дає гідравлічне живлення елементам системи. Процес відбору зразка відбувається за допомогою гідроциліндра (3), що опускає або підіймає бур та гідромотора (4), який засвердлює спіральний бур у ґрунт. Після чого проби автоматично поміщаються у контейнер (5), звідки їх може вільно дістати оператор після завершення процесу. Обладнання всього механізму легко кріпиться до легкового автомобіля чи пікапу за допомогою сталевих рами та має високу надійність. Керування всім процесом відбувається оператором з місця водія через пульт керування [6].

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		19

Основні характеристики ґрунтозабірника AgriSoilSampler наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3

Характеристики ґрунтозабірника AgriSoilSampler [6]

Назва	Значення
Максимальна глибина зразків (см)	30
Час циклу (с)	7 - 10
Тип керування	Пульт
Виступ за автомобіль (см)	До 50
Відстань від землі до ґрунтозабірника (см)	40
Система контролю	Фіксація зупинок процесу в online режимі, система маркування зразків

Висновок: до переваг цього ґрунтозабірника слід віднести простоту його використання та обслуговування, використаний спіральний бур можна знайти в будь-якому будівельному магазині, компактність системи, адже через кріплення позаду автомобіля механізм не займає місця в середині транспорту, тим самим дає змогу перевозити там додаткові елементи, наприклад паливо чи вже відібрані зразки ґрунту. Вдало спроектована гідравлічна система підвищує роботоздатність в складних погодних умовах, навіть при мерзлому ґрунті. Конструкція механізму дозволяє оператору візуально контролювати процес відбору зразку через бокове дзеркало автомобіля.

1.2.4 Автоматичні ґрунтозабірники ударного типу

Яскравим представником такого типу машин є агрегат від компанії Nietfeld.

➤ Multiprob 120-UP (Рис. 1.7) [8]

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				20
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

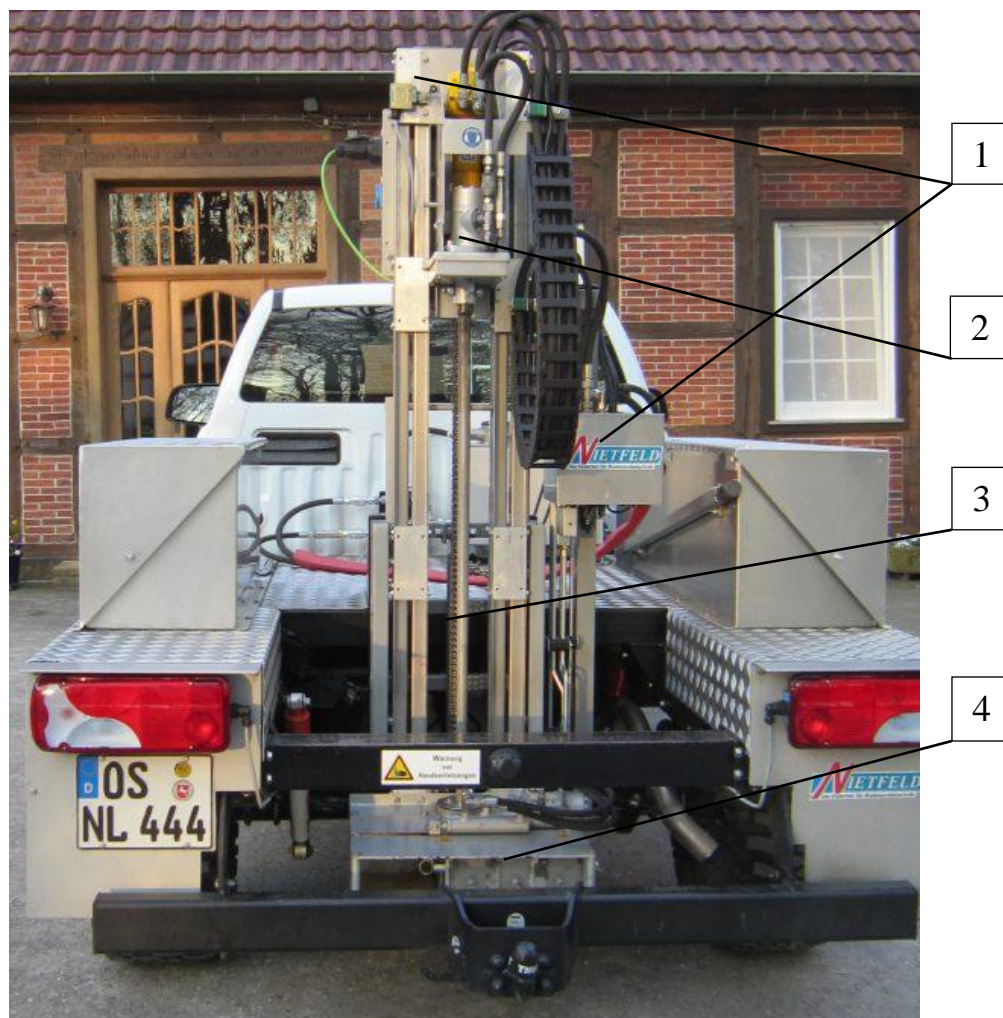


Рисунок 1.6. Ґрунтозабірник Multiprob 120-UP від компанії Nietfeld [8].

Multiprob 120-UP призначений для відбору зразків через забивання буру у землю. Процес відбувається за допомогою гідравлічного молота (1), що, використовуючи індивідуальну гідросистему (2), забивається у ґрунт, після чого повертається на 180 градусів та витягується назад. Під час діставання буру (3) агрегат може сортувати зразки у різні ящики (4), в залежності від глибини взяття. Даний ґрунтозабірник обладнаний повністю автоматичною системою взяття проби. Керування відбувається оператором, з місця водія транспорту, через дисплей, на якому необхідно лише вибрати один з десяти можливих режимів роботи агрегату. Машина має досить великі габарити, але має можливість вільно приєднуватись до пікапів або до спеціального причепа, та зручна у використанні, що підтверджують її характерні ознаки (табл.1.4) [8].

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		21

Характеристики ґрунтозабірника Multiprob 120-UP [8]

Назва	Значення
Ємність боксів для зразків (шт)	15
Глибина відбору зразків (см)	90
Інтенсивність гідромолота (уд/хв)	2500
Тиск системи (бар)	100
Час циклу (с)	20 - 25
Тип керування	Дисплей
Вага (кг)	450

Перевагою машин з ударним механізмом є їх здатність відбору зразків ґрунту при будь-якому стані ґрунту. Найчастіше використання цих машин зумовлене відбором проб у зимовий час, що значно ускладнює роботу агрегатів свердлильного типу через твердість ґрунтів. Але вони мають і ряд недоліків, наприклад їх габаритні розміри, що робить їх використання складнішим, складність конструкції, через яку обслуговування агрегату стає дорожчим та важчим, вага ґрунтозабірника і спосіб його кріплення значно знижують мобільність системи. Порівняно з машинами іншого типу занурення, механізми ударного типу менш поширені серед сільської промисловості.

Висновок:

В результаті роботи, проведеної в першому розділі, ми дізнались про способи проведення аналізів ґрунтів та необхідні для цього умови. Також, було проведено порівняльний аналіз ринку вже існуючих моделей ґрунтозабірників для виявлення їх переваг та недоліків. Спираючись на результати цього аналізу буде проводитись проектування власного автоматичного ґрунтозабірника.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		22

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ТА ПРОЕКТУВАННЯ ГІДРОФІКОВАНОГО ГРУНТОЗАБІРНИКА

2.1. Постановка задачі

Під час проходження переддипломної практики переді мною була поставлена задача проектування автоматичної системи для відбору зразків ґрунту.

Основними умовами завдання були:

- Малогабаритна система. Може приєднуватись до пікапу марки Mitsubishi L200 за допомогою додаткової системи кріплення.
- Система має бути гідравлічною.
- Електро-релейне керування системою.

Для зручності проектування були задані додаткові мінімальні характеристики, що розроблена система мала забезпечувати:

- Привод всієї системи – бензиновий двигун внутрішнього згоряння.
- Максимальний тиск в системі – 150 бар.
- Робочий хід буру – 800 мм.
- Мінімальне зусилля задавлювання в ґрунт – 700 кг.
- Мінімальне зусилля на витягування буру з ґрунту – 500 кг.
- Мінімальна швидкість опускання буру – 15 см/с.
- Мінімальна швидкість підняття буру – 22 см/с.
- Мінімальна швидкість обертання буру – 150 об/хв.
- Мінімальний крутний момент на бурі – 82 Н*м
- Забезпечити сталість характеристик інструментів при одночасному використанні функцій обертання та задавлювання.

2.2. Принципова гідравлічна схема системи

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		23

Будь яке проектування гідравлічної системи починається з розробки принципової гідравлічної схеми.

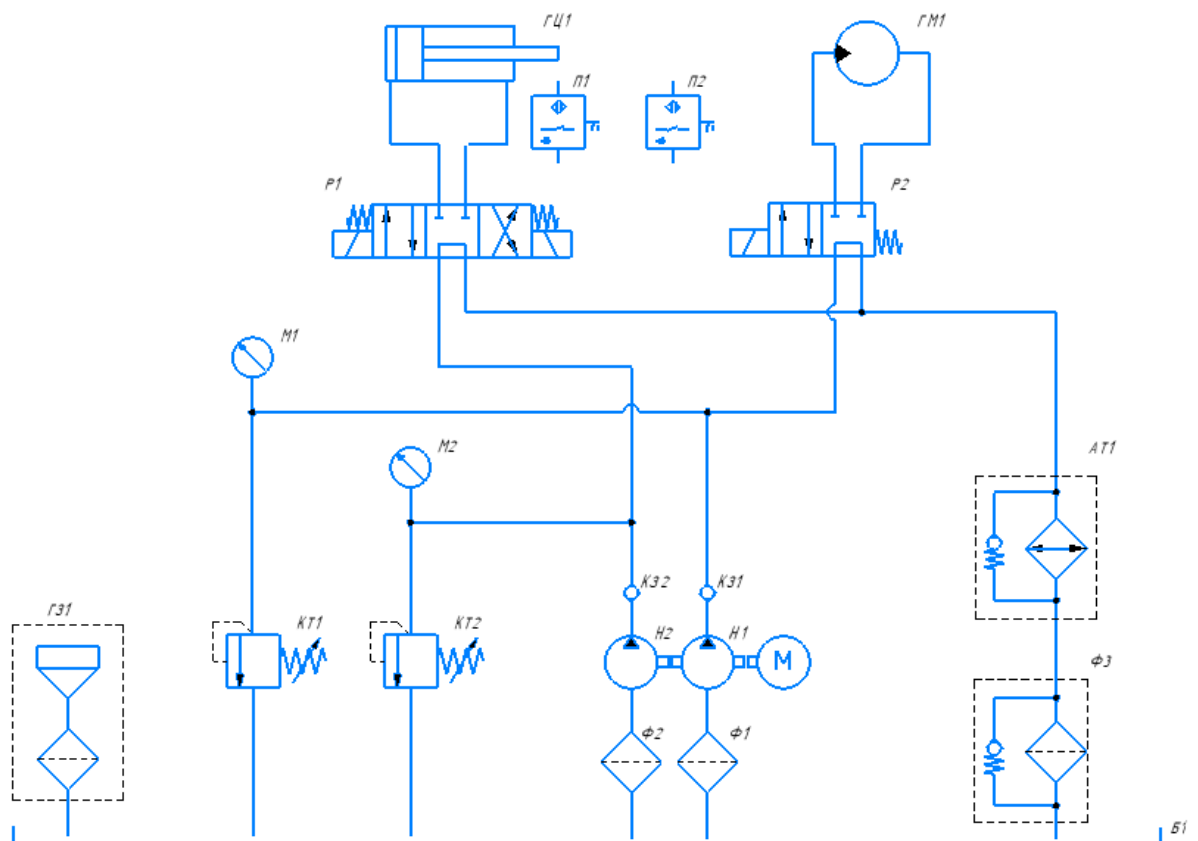
Звертаючи увагу на останній пункт вимог до машини слід зауважити, що реалізація гідросистеми, в такому випадку, має, як мінімум, два варіанти.

Перший варіант: використати один насос з підключенням до нього шестиканальних розподільників за схемою паралельного з'єднання та додатковими елементами у вигляді регуляторів потоку та інших.

Другий варіант: взяти двосекційний насос, підключивши чотирьох каналні розподільники.

За попереднім аналізом системи другий варіант реалізації є надійнішим, з точки зору простоти конструкції, простішим в обслуговуванні та більш вигідним з економічного плану. Отже для проектування системи в подальшому використаємо другий варіант реалізації.

Мною було запропоновану схему (Рис. 2.1):



		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				24
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Рисунок 2.1 Принципова гідравлічна схема ґрунтозабірника

Надалі робота буде проводитись на основі запропонованої гідравлічної схеми.

2.3. Принцип роботи системи

При ввімкненні двигуна внутрішнього згоряння крутний момент передається через вал на насос Н1 та насос Н2, що являють собою двосекційний насос. На лінії всмоктування насосів стоять два фільтри Ф1 та Ф2. Робоча рідина подається у розподільники Р1 та Р2 після чого, в залежності від положення золотника розподіляється в системі(Рис. 2.1).

При крайньому лівому положенні золотника розподільника Р1 рідина потрапляє в поршневу камеру гідроциліндру ГЦ1, завдяки чому циліндр працює на висунення штоку, що відповідає задавлюванню буру в ґрунт, в цей час рідина з штокової порожнини через другий канал золотника проходить у апарат теплообміну АТ1 для охолодження та через фільтр Ф3 потрапляє в бак Б1.

При крайньому правому положенні золотника розподільника Р1 рідина потрапляє в штокову камеру ГЦ1, завдяки чому шток циліндра втягується, цей рух відповідає підняттю буру, в цей час рідина з поршневої камери через другий канал золотника проходить у апарат теплообміну АТ1 та фільтр Ф3 і потрапляє в бак Б1.

У випадку нейтрального положення золотника розподільника Р1 рідина через єдиний канал потрапляє одразу в апарат теплообміну АТ1 та через фільтр Ф3 зливається в бак Б1, циліндр ГЦ1 при цьому не виконує роботи.

При крайньому лівому положенні золотника розподільника Р2 робоча рідина проходить у гідромотор ГМ1, що змушує його обертатись, тим самим обертає бур, що виконує процес засвердлювання у ґрунт. На виході рідина через другий канал золотника розподільника Р2 потрапляє до апарату теплообміну АТ1 та через фільтр Ф3 зливається в бак Б1.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		25

У випадку нейтрального положення золотника розподільника Р2 робоча рідина проходить напряду в апарат теплообміну АТ1 та через фільтр Ф3 зливається в бак Б1. При цьому гідромотор ГМ1 роботи не виконує.

2.4. Розрахунок гідравлічних елементів

Машина складається з двох основних вузлів:

- Бензиновий двигун внутрішнього згоряння
- Гідравлічна система

Розглянемо основні елементи гідравлічної системи. Виходячи з умови завдання механізм має забезпечувати два види руху – зворотно-поступальний та обертальний. За поступальний рух головки буру відповідатиме гідроциліндр, а за її обертання гідромотор. Живлення системи відбуватиметься двосекційним шестеренним насосом.

Гідроциліндр:

- Робочий хід $L = 800$ мм
- Зусилля прямого ходу $F_{\text{пр}} = 7000$ Н
- Зусилля зворотного ходу $F_{\text{зв}} = 5000$ Н
- Швидкість прямого ходу $V_{\text{пр}} = 15$ см/с
- Швидкість зворотного ходу $V_{\text{зв}} = 22$ см/с

Гідромотор:

- Частота обертання $\omega = 150$ об/хв
- Крутний момент на валу $M_{\text{кр}} = 82$ Н * м

2.4.1 . Розрахунок гідроциліндру

Вхідні дані для розрахунку гідроциліндру:

- Робочий хід $L = 800$ мм
- Зусилля прямого ходу $F_{\text{пр}} = 7000$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		26

- Зусилля зворотного ходу $F_{зв} = 5000$
- Швидкість прямого ходу $V_{пр} = 15 \text{ см/с} = 9 \text{ м/хв}$
- Швидкість зворотного ходу $V_{зв} = 22 \text{ см/с} = 12 \text{ м/хв}$
- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ Мпа}$

2.4.1.1 Визначення діаметру поршня гідроциліндра:

Для гідроциліндру з однобічним штоком, що працює на виштовхування штоку діаметр поршня рахується за формулою 1 [1, с.40]:

$$D = \sqrt{\frac{4F}{\pi(P_1 - P_2/\varphi)\mu_M}} \quad (1)$$

F – задане робоче зусилля прямого ходу;

P_1 та P_2 – тиск в напірній та зливній порожнинах циліндру;

φ – відношення площин поршня з боку поршневої та штокової порожнин;

μ_M – механічний ККД гідроциліндра.

Приймаємо:

Мінімальне робоче зусилля прямого ходу циліндра беремо з умови завдання:

$$F = 7000 \text{ Н}$$

Робочий тиск в порожнинах гідроциліндру також беремо з умови завдання:

$$P_1 - P_2 = P = 12 \text{ МПа}$$

Коефіцієнт відношення площ вибираємо в залежності від виконання циліндра, беремо для циліндра із нормальним діаметром штоку:

$$\varphi = 1,33$$

Механічний ККД гідроциліндру залежить від виду застосованих ущільнень, беремо для циліндрів з ущільненнями гумовими і металевими кільцями:

$$\mu_M = 0,95$$

Отже, діаметр поршня гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 7000}{3,14 \left(\frac{8}{1,33}\right) 0,95}} = 39,5 \text{ мм}$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		27

Оскільки для розрахунків ми брали мінімальне можливе зусилля, то діаметр поршня слід округлювати в сторону більшого найближчого стандартного значення [1, с.41]:

$$D = 40 \text{ мм}$$

2.4.1.2 . Визначення діаметру штоку гідроциліндра:

Діаметр штока гідроциліндра визначають із коефіцієнту співвідношення площ за формулою [1, с.41]:

$$d = D \sqrt{1 - \frac{1}{\phi}} \quad (2)$$

Отже діаметр штока гідроциліндра:

$$d = 40 \sqrt{1 - \frac{1}{1,33}} = 19,92 \text{ мм}$$

Округлимо значення діаметру поршня до найближчого стандартного значення [1, с.41]:

$$d = 20 \text{ мм}$$

2.4.1.3 Перевіримо чи задовільняють отримані значення діаметрів умови завдання:

З формули 1 [1, с.40] маємо:

$$F = \frac{D^2 \pi (P/\phi) \mu_M}{4}$$

Отже, зусилля прямого ходу циліндра:

$$F = \frac{40^2 * 3,14 * 8 * 0,95}{4} = 7177,14 \text{ Н}$$

$$7000 \text{ Н} < 7177,14 \text{ Н} < 8000 \text{ Н}$$

З нерівності видно, що при діаметрі поршня $D = 40 \text{ мм}$ та номінальному тиску $P = 8 \text{ МПа}$ при прямому русі поршня умова завдання виконується.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		28

Для перевірки зворотного руху поршня використаємо формулу 2 [1, с.41] для гідроциліндрів із двобічним штоком:

$$D = \sqrt{\frac{4F\varphi}{\pi(P_1 - P_2)\mu_M}} \quad (2)$$

З неї маємо формулу 3 зусилля зворотного ходу:

$$F = \frac{(D^2 - d^2)\pi P \mu_M}{4\varphi} \quad (3)$$

Отже, зусилля зворотного ходу поршня

$$F = \frac{(40^2 - 20^2) \cdot 3,14 \cdot 8 \cdot 0,95}{4 \cdot 1,33} = 5382,85 \text{ Н}$$

$$5000 \text{ Н} < 5382,85 \text{ Н} < 6000 \text{ Н}$$

З наведеної нерівності видно, що при діаметрі штоку $d = 20$ мм та номінальному тиску $P = 8$ МПа при зворотному русі поршня умови зворотного зусилля виконуються.

2.4.1.4 Необхідні характеристики гідроциліндру:

За попередніми розрахунками необхідними характеристиками гідроциліндру є:

- Хід поршня $L = 800$ мм
- Діаметр поршня $D = 40$ мм
- Діаметр штоку $d = 20$ мм

З каталогу компанії «Гідросила» обираємо необхідний циліндр:

МС40/20х 800 – 8.1В1А.0С0А.700.Р.М (Рис. 2.2) [14].



		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		29

Рисунок 2.2 Гідроциліндр MC40/20x 800 – 8.1B1A.0C0A.700.R.M від компанії «Гідросила» [14].

2.4.1.5 Визначення витрати в гідроциліндрі:

Для гідроциліндра споживана витрата під час роботи штока на виштовхування розраховується за формулою 4 [1, с.45]:

$$Q_{\text{пр}} = S_{\text{п}} * V_{\text{пр}} \quad (4)$$

$S_{\text{п}}$ – площа поршня з боку поршневої порожнини;

$V_{\text{пр}}$ – швидкість руху поршня при прямому ході.

Площа поршня з боку поршневої порожнини розраховується за формулою 5:

$$S_{\text{п}} = \frac{\pi D^2}{4} \quad (5)$$

Підставивши формулу 5 у формулу 4 отримаємо:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{\pi D^2}{4} * V_{\text{пр}} \quad (6)$$

За формулою 6 розрахуємо витрату нашого гідроциліндру:

$$Q_{\text{пр}} = \frac{3,14 * 0,04^2}{4} * 9 = 0,0113 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

Для зручності подальшого підбору обладнання переведемо дане значення в л/хв, маємо:

$$Q_{\text{пр}} = 11,3 \text{ л/хв}$$

Для гідроциліндра споживана витрата під час роботи штока на втягування розраховується за формулою 7 [1, с.45]:

$$Q_{\text{зв}} = S_{\text{шт}} * V_{\text{зв}} \quad (7)$$

$S_{\text{шт}}$ – площа поршня з боку штокової порожнини;

$V_{\text{зв}}$ – швидкість руху поршня при зворотному ході.

Площа поршня з боку поршневої порожнини розраховується за формулою 5:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		30

$$S_{шт} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (8)$$

Підставивши формулу 8 у формулу 7 отримаємо:

$$Q_{зв} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * V_{зв} \quad (9)$$

За формулою 9 розрахуємо витрату нашого гідроциліндру:

$$Q_{зв} = \frac{3,14 * (0,04^2 - 0,02^2)}{4} * 12 = 0,0113 \frac{м^3}{хв}$$

Для зручності подальшого підбору обладнання переведемо дане значення в л/хв, маємо:

$$Q_{зв} = 11,3 \text{ л/хв}$$

Отже, з розрахунків видно, що максимальна витрата гідроциліндру:

$$Q_{max} = 11,3 \text{ л/хв}$$

2.4.2 Розрахунок гідромотору

Вхідні дані для розрахунку гідромотору:

- Частота обертання $\omega = 150 \text{ об/хв}$
- Крутний момент на валу $M_{кр} = 75 \dots 85 \text{ Н} * \text{м}$
- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ Мпа}$

Для вибору гідромотору на початку необхідно з'ясувати мотор високомоментний чи низькомоментний за величиною співвідношення $\frac{M}{\omega}$. Якщо $\frac{M}{\omega} > 10$, мотор високомоментний, а якщо $\frac{M}{\omega} < 10$, то мотор низькомоментний.

$$\frac{M}{\omega} = \frac{80}{150} = 0,53$$

$$0,53 < 10$$

З нерівності видно, що співвідношення крутного моменту до частоти обертів менше десяти, отже мотор – низькомоментний.

2.4.2.1 Визначення робочого об'єму гідромотору:

За формулою 10 [1, с.42]:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		31

$$q_{\text{ГМ}} = \frac{2\pi M_{\text{max}} \mu_0 k_3}{P} \quad (10)$$

M_{max} – максимальний крутний момент гідромотору;

μ_0 – об'ємний ККД;

k_3 – коефіцієнт запасу;

P – тиск на вході в гідромотор.

Приймаємо:

Максимальний крутний момент гідромотору за умовою:

$$M_{\text{max}} = 85 \text{ Н*м}$$

Об'ємний ККД приймається в межах 0,75...0,85:

$$\mu_0 = 0,8$$

Коефіцієнт запасу приймемо:

$$k_3 = 1,1$$

Тиск на вході в гідромотор:

$$P = 8 \text{ МПа}$$

Звідси маємо:

$$q_{\text{ГМ}} = \frac{2 * 3,14 * 85 * 0,8 * 1,1}{8000000} = 0,000058718 \text{ м}^3$$

Для зручності розрахунків округлимо значення до найближчого цілого значення і переведемо у см^3 :

$$q_{\text{ГМ}} = 60 \text{ см}^3$$

2.4.2.2 Вибір гідромотору:

Для подальшого розрахунку необхідно вибрати конкретну модель гідромотора за приведеними характеристиками:

- Частота обертання $\omega = 150 \text{ об/хв}$
- Крутний момент на валу $M_{\text{кр}} = 75 \dots 85 \text{ Н * м}$
- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ Мпа}$
- Робочий об'єм $q_{\text{ГМ}} = 60 \text{ см}^3$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		32

Для забезпечення основних характеристик, а саме крутного моменту та частоти обертання мною було вибрано героторний гідромотор MR50 (Рис. 2.3):



Рисунок 2.3 Героторний гідромотор MR50 [12]

Дана модель гідромотору має наступні характеристики [12]:

- Номінальний тиск $P = 130$ бар
- Робочий об'єм $q_{ГМ} = 51.5$ см³
- Крутний момент на валу $M_{кр} = 100$ Н * м
- Максимальна швидкість обертання $\omega = 755$ об/хв
- Максимальна витрата $Q_{ГМ} = 40$ л/хв

2.4.2.3 Визначення витрати в гідромоторі:

Оскільки швидкість обертання гідромотору необхідна нам буде меншою від максимальної, відповідно і витрата гідромотору зменшиться. Розрахуємо необхідну витрату для забезпечення необхідної швидкості обертання:

Витрата гідромотора розраховується за формулою 11 [1, с.46]:

$$Q_{ГМ} = \frac{q_{ГМ}\omega}{\mu_0} \quad (11)$$

$q_{ГМ}$ – паспортне значення об'єму гідромотору;

ω – частота обертання валу гідромотору;

μ_0 – об'ємний ККД, який приймають на підставі паспортних даних.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		33

Оскільки ми проводимо попередній розрахунок витрати в гідромоторі і ще не володіємо паспортними даними, отже використаємо значення з попередніх розрахунків.

Приймаємо:

Значення об'єму гідромотору беремо з паспорту обраного гідромотору:

$$q_{\text{ГМ}} = 51.5 \text{ см}^3$$

Частоту обертання валу гідромотору беремо з умови завдання:

$$\omega = 150 \text{ об/хв}$$

Для попереднього розрахунку об'ємний ККД приймемо:

$$\mu_0 = 0,9$$

Застосувавши формулу 11, отримаємо:

$$Q_{\text{ГМ}} = \frac{51.5 * 150}{0,9} = 0,0085 \frac{\text{м}^3}{\text{хв}}$$

Для зручності подальшого підбору обладнання переведемо дане значення в л/хв, маємо:

$$Q_{\text{ГМ}} = 8,5 \frac{\text{л}}{\text{хв}}$$

2.4.3 Підбір насосів:

За даними отриманими в попередніх пунктах розрахунків ми маємо підібрати насоси, що буду забезпечувати необхідні характеристики. У пункті 2.3 мною було обрано варіант гідравлічної схеми з двосекційним насосом. Отже розглянемо окремо обидві секції.

2.4.3.1 Розрахунок першої секції:

Перша секція буде відповідати за живлення гідроциліндру. Характеристики необхідні для забезпечення роботи гідроциліндру:

- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ МПа}$
- Витрата $Q_{\text{max}} = 11,3 \text{ л/хв}$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		34

Розрахуємо приблизний робочий об'єм камери насосу за формулою:

$$q = \frac{Q}{n} \quad (12)$$

Де Q – необхідна витрата насосу; n – кількість обертів насосу.

Для першої секції необхідну витрату приймаємо:

$$Q = 11,3 \text{ л/хв}$$

Кількість обертів приймаємо:

$$n = 2500 \text{ об/хв}$$

Отже, відповідно до формули 12, робочий об'єм камери насосу:

$$q = \frac{11,3}{2500} = 0,00452 \text{ л}$$

Для зручності вибору переведемо дану величину в см^3 :

$$q = 4,52 \text{ см}^3$$

2.4.3.2 Розрахунок другої секції:

Друга секція відповідатиме за живлення гідромотору. Характеристики необхідні для забезпечення роботи гідромотору:

- Номінальний тиск $P = 140 \text{ бар} = 14 \text{ МПа}$
- Витрата $Q_{\max} = 8,5 \text{ л/хв}$

Розрахуємо приблизний робочий об'єм камери насосу за формулою 12:

$$q = \frac{Q}{n}$$

Де Q – необхідна витрата насосу; n – кількість обертів насосу.

Для першої секції необхідну витрату приймаємо:

$$Q = 8,5 \text{ л/хв}$$

Кількість обертів приймаємо:

$$n = 2500 \text{ об/хв}$$

Отже, відповідно до формули 12, робочий об'єм камери насосу:

$$q = \frac{8,5}{2500} = 0,0034 \text{ л}$$

Для зручності вибору переведемо дану величину в см^3 :

$$q = 3,4 \text{ см}^3$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		35

2.4.3.3 Підбір двосекційного насосу:

Відповідно до попередніх розрахунків ми маємо такі необхідні характеристики насосу:

Перша секція:

- Номінальний тиск $P = 140 \text{ бар} = 14 \text{ МПа}$
- Об'єм робочої камери $q = 4,52 \text{ см}^3$

Друга секція:

- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ МПа}$
- Об'єм робочої камери $q = 3,4 \text{ см}^3$

За приведеними характеристиками з каталогу компанії ViVolo обираємо стандартний багатосекційний шестеренний насос 9M202FCA2925 (Рис. 2.3) [11].

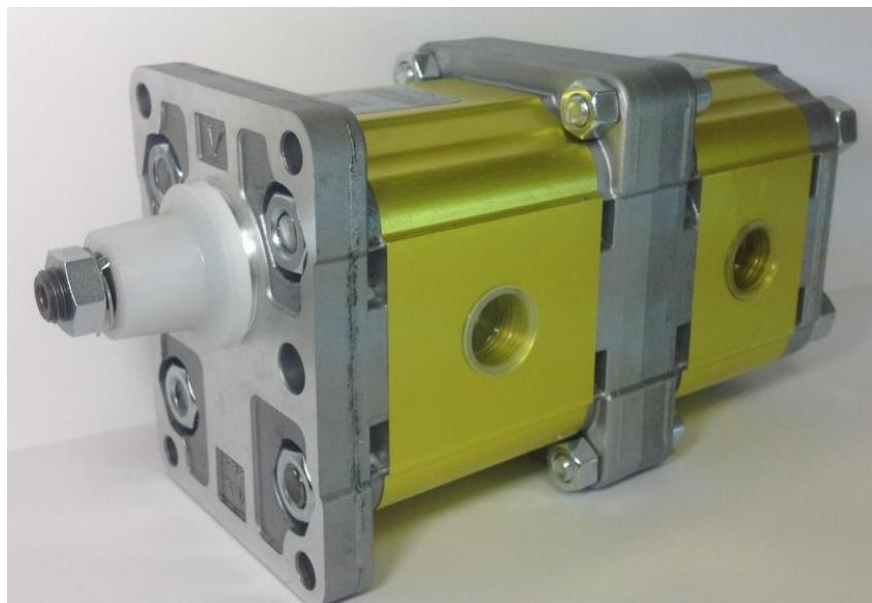


Рисунок 2.4 Стандартний двосекційний шестеренний насос 9М компанії ViVolo [11].

Характеристики приведенного насосу [11]:

Перша секція:

- Номінальний тиск $P = 140 \text{ бар} = 14 \text{ МПа}$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		36

- Об'єм робочої камери $q = 4,94 \text{ см}^3$

Друга секція:

- Номінальний тиск $P = 80 \text{ бар} = 8 \text{ МПа}$
- Об'єм робочої камери $q = 3,64 \text{ см}^3$

Отже перерахуємо витрату на кожній секції:

Витрата першої секції:

$$Q = 4,94 * 2500 = 12,3 \text{ л/хв}$$

Витрата другої секції:

$$Q = 3,64 * 2500 = 9,1 \text{ л/хв}$$

2.4.4 Вибір робочої рідини:

В гідравлічних машинах робоча рідина виконує дві основні функції:

- Передача енергії від ведучої ланки, тобто насоса, до веденої, тобто гідромотору або іншому гідроприводу;
- Змащування робочих органів гідроапарату.

Для виконання цих функцій найкращим варіантом є мінеральні масла. Оскільки звичайні моторні масла дуже швидко зношуються і не забезпечують надійну роботу приводу та необхідний захист від зносу гідросистеми.

При виборі робочої рідини в першу чергу необхідно звернути увагу на рекомендації надані виробником гідравлічної техніки, що використовується в системі. Якщо немає чітких рекомендацій від виробника, то вибір необхідно будувати на трьох основних показниках:

1. В'язкість масла має відповідати рекомендаціям виробника насосів гідросистеми.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		37

2. Температурний діапазон масла має відповідати дійсним умовам експлуатації гідросистеми.

3. Склад пакету присадок має відповідати до умов експлуатації гідросистеми.

Під час вибору в'язкості масла варто враховувати, що в'язкість мінерального масла може змінюватись відповідно до зміни його температури, саме тому масла малого класу в'язкості більше підходять для роботи при низьких температурах, а високого класу в'язкості, відповідно, для роботи при високих температурах.

Зазначимо, що вибір температурного діапазону робочої рідини варто виконувати з урахуванням властивостей даного масла в температурному діапазоні середовища роботи.

Враховуючи усі вище наведені умови, для системи автоматичного ґрунтозабірника мною було обрано мінеральне масло за стандартом DIN 51524 - HL 32. Це очищене мінерально масло з інгібіторами корозії та антиокисловими присадками. Запропонований вид масла застосовується дуже широко для промислових гідравлічних систем малої потужності з тиском до 25 МПа [13].

2.4.5 Розрахунок і вибір розмірів трубопроводів:

Головним завдання даного розрахунку – є визначення діаметрів трубопроводів і втрат тиску, що виникають у них під час руху робочої рідини.

Внутрішній діаметр трубопроводу розраховується за формулою 13 [1, с.56]:

$$d_T = \sqrt{\frac{4Q_T}{\pi v_{cp}}} \quad (13)$$

Q_T – витрата рідини на ділянці, що розраховується;

v_{cp} – середня швидкість рідини (вибирають у залежності від призначення трубопроводу).

2.4.5.1 Розрахунок трубопроводу для всмоктування:

Перша секція:

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		38

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 12,3 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 1 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 12,3}{3,14 * 1}} = 16,1 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 16 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 12,3}{3,14 * 16^2} = 1,02 \text{ м/с}$$

Друга секція:

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 9,1 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 1 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 9,1}{3,14 * 1}} = 13,9 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 16 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		39

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 9,1}{3,14 * 16^2} = 0,75 \text{ м/с}$$

2.4.5.2 Розрахунок трубопроводу для зливної лінії:

Перша секція:

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 12,3 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 2 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 12,3}{3,14 * 2}} = 11,4 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 16 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 12,3}{3,14 * 16^2} = 1,02 \text{ м/с}$$

Друга секція:

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 9,1 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 2 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		40

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 9,1}{3,14 * 2}} = 9,8 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 10 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 9,1}{3,14 * 10^2} = 1,93 \text{ м/с}$$

2.4.5.3 Розрахунок трубопроводу для напірної лінії:

Перша секція:

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 12,3 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 5 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 12,3}{3,14 * 5}} = 7,22 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 8 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 12,3}{3,14 * 8^2} = 4,08 \text{ м/с}$$

Друга секція:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		41

Витрату рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$Q_T = 9,1 \text{ л/хв}$$

Швидкість рідини на ділянці всмоктування приймаємо:

$$v_{cp} = 5 \text{ м/с}$$

Отже, за формулою 13, маємо:

$$d_T = \sqrt{\frac{4 * 9,1}{3,14 * 1}} = 6,2 \text{ мм}$$

Округлюємо отримане значення до більшого найближчого стандартного:

$$d_T = 8 \text{ мм}$$

За прийнятим діаметром визначається дійсна швидкість рідини за формулою 14 [1, с.56]:

$$v = \frac{4Q_T}{\pi d_T^2} \quad (14)$$

Отже, маємо:

$$v = \frac{4 * 9,1}{3,14 * 8^2} = 3,02 \text{ м/с}$$

2.4.6 Розрахунок гідравлічних втрат:

Гідравлічні втрати в гідросистемі складається з трьох частин:

- Втрати на гідравлічне тертя;
- Втрати у місцевих опорах;
- Втрати у гідроапартах.

2.4.6.1 Розрахунок втрат на тертя:

Втрати тиску на тертя розраховуються за формулою 15 [1, с.57]:

$$\Delta p_T = (0.5 \lambda l \rho v^2) / d_T \quad (15)$$

λ – коефіцієнт тертя

l – довжина ділянки

ρ – щільність рідини

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				42
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

v – дійсна середня швидкість рідини

d_T – діаметр труби або шланга

Коефіцієнт тертя λ залежить від режиму течії рідини та розраховується по числу Рейнольдса за формулою 16 [1, с.57]:

$$Re = \frac{v d_T}{\nu} \quad (16)$$

ν – кінематична в'язкість рідини

$$\nu = 32,6 \text{ мм}^2/\text{с}$$

Лінія всмоктування:

Перша секція:

$$Re = \frac{1,02 * 16}{32,6} = 500$$

Друга секція:

$$Re = \frac{0,75 * 16}{32,6} = 368$$

Лінія зливу:

Перша секція:

$$Re = \frac{1,02 * 16}{32,6} = 500$$

Друга секція:

$$Re = \frac{1,93 * 10}{32,6} = 592$$

Напірна лінія:

Перша секція:

$$Re = \frac{4,08 * 8}{32,6} = 1001$$

Друга секція:

$$Re = \frac{3,02 * 8}{32,6} = 741$$

Як видно з розрахунку числа Рейнольдса, воно скрізь менше від 2300. Отже, в системі скрізь буде ламінарний потік. Це означає, що коефіцієнт тертя λ визначатиметься за формулою 17 [1, с.57]:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		43

$$\lambda = 75/Re \text{ (17)}$$

Розрахуємо коефіцієнт тертя для кожної ділянки:

Коефіцієнт тертя для лінії всмоктування:

Перша секція:

$$\lambda = \frac{75}{500} = 0,15$$

Друга секція:

$$\lambda = \frac{75}{368} = 0,2$$

Коефіцієнт тертя для зливної лінії:

Перша секція:

$$\lambda = \frac{75}{500} = 0,15$$

Друга секція:

$$\lambda = \frac{75}{592} = 0,12$$

Коефіцієнт тертя для напірної лінії:

Перша секція:

$$\lambda = \frac{75}{1001} = 0,075$$

Друга секція:

$$\lambda = \frac{75}{741} = 0,1$$

Використовуючи формулу 15 розрахуємо втрати тиску на тертя:

Довжину ліній приймемо загальну для всіх:

$$l = 0,5 \text{ м}$$

Щільність рідини для вибраного типу масла:

$$\rho = 0,87 \frac{\text{г}}{\text{см}^3} = 870 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Втрати тиску на тертя на лінії всмоктування:

Перша секція:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				44
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 1,02^2)}{0,016} = 2121 \text{ Па}$$

Друга секція:

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 0,75^2)}{0,016} = 1147 \text{ Па}$$

Втрати тиску на тертя на зливній лінії:

Перша секція:

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 1,02^2)}{0,016} = 2121 \text{ Па}$$

Друга секція:

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 1,93^2)}{0,01} = 12152 \text{ Па}$$

Втрати тиску на тертя на напірній лінії:

Перша секція:

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 4,08^2)}{0,008} = 67886 \text{ Па}$$

Друга секція:

$$\Delta p_T = \frac{(0.5 * 0,15 * 0,5 * 870 * 3,02^2)}{0,008} = 37194 \text{ Па}$$

Загальні втрати на кожній секції розрахуємо, як суму окремих втрат на кожній секції:

Перша секція:

$$\Delta p_T = 2121 + 2121 + 67886 = 72128 \text{ Па} = 0,072 \text{ МПа}$$

Друга секція:

$$\Delta p_T = 1147 + 12152 + 37194 = 50493 \text{ Па} = 0,05 \text{ МПа}$$

2.4.6.2 Розрахунок втрат на місцевих опорах:

Визначення втрат на місцевих опорах відбувається за формулою 18 [1, с.58]:

$$\Delta p_M = 0.5 \rho \xi v^2$$

ξ – коефіцієнт місцевого опору

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		45

- Для першої секції маємо:

Місцевими втратами на лінії всмоктування є:

- вхід у фільтр $\xi = 0,9$
- вихід з фільтра $\xi = 0,7$

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 0,9 * 1,02^2) + (0,5 * 870 * 0,7 * 1,02^2) = 407 + 305 = 712 \text{ Па}$$

Місцевими втратами на лінії зливу є:

- Вихід з гідроциліндру $\xi = 0,7$
- Вхід у розподільник $\xi = 0,9$
- Вихід з розподільника $\xi = 0,7$
- Вхід в апарат теплообміну $\xi = 0,9$
- Вихід з апарату теплообміну $\xi = 0,7$
- Вхід у фільтр $\xi = 0,9$
- Вихід з фільтра $\xi = 0,7$

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 1,93^2) * (4 * 0,7 + 3 * 0,9) = 2489 \text{ Па}$$

Місцевими втратами напірної лінії є:

- Клапан запобіжний $\xi = 2,5$
- Вхід у розподільник $\xi = 0,9$
- Вихід з розподільника $\xi = 0,7$
- Трійник $\xi = 2,5$

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 4,08^2) * (2,5 + 2,5 + 0,9 + 0,7) = 47791 \text{ Па}$$

Загальні втрати на місцевих опорах першої секції:

$$\Delta p_M = 47791 + 2489 + 712 = 50992 \text{ Па} = 0,05 \text{ МПа}$$

Для другої секції маємо:

Місцевими втратами на лінії всмоктування є:

- вхід у фільтр $\xi = 0,9$
- вихід з фільтра $\xi = 0,7$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		46

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 0,9 * 0,75^2) + (0,5 * 870 * 0,7 * 0,75^2) = 391 \text{ Па}$$

Місцевими втратами на лінії зливу є:

- Вихід з гідроциліндру $\xi = 0,7$
- Вхід у розподільник $\xi = 0,9$
- Вихід з розподільника $\xi = 0,7$
- Вхід в апарат теплообміну $\xi = 0,9$
- Вихід з апарату теплообміну $\xi = 0,7$
- Вхід у фільтр $\xi = 0,9$
- Вихід з фільтра $\xi = 0,7$

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 1,02^2) * (4 * 0,7 + 3 * 0,9) = 8911 \text{ Па}$$

Місцевими втратами напірної лінії є:

- Клапан запобіжний $\xi = 2,5$
- Вхід у розподільник $\xi = 0,9$
- Вихід з розподільника $\xi = 0,7$
- Трійник $\xi = 2,5$

Отже маємо:

$$\Delta p_M = (0,5 * 870 * 3,02^2) * (2,5 + 2,5 + 0,9 + 0,7) = 21820 \text{ Па}$$

Загальні втрати на місцевих опорах другої секції:

$$\Delta p_M = 391 + 8911 + 21820 = 31122 \text{ Па} = 0,031 \text{ МПа}$$

2.4.6.3 Розрахунок втрат на гідроапаратах:

Розрахуємо втрати на гідроапаратах для кожної лінії секцій окремо:

Гідроапарати лінії першої секції насосу:

- Розподільник
- Фільтр

Втрати для розподільника залежать від типу розподільника. Отже підберемо розподільник:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		47

З каталогу компанії MotorImpex обираємо золотниковий трипозиційний розподільник з електричним керуванням типу WE6 32 серії (Рис. 2.5) зі схемою золотника G [15].



Рисунок 2.5 Розподільник золотниковий з електричним керуванням типу WE6 32 серії від компанії MotorImpex [15].

В паспорті даного розподільника знаходимо графік залежності втрат від витрати (Рис. 2.6) та визначаємо наші втрати:

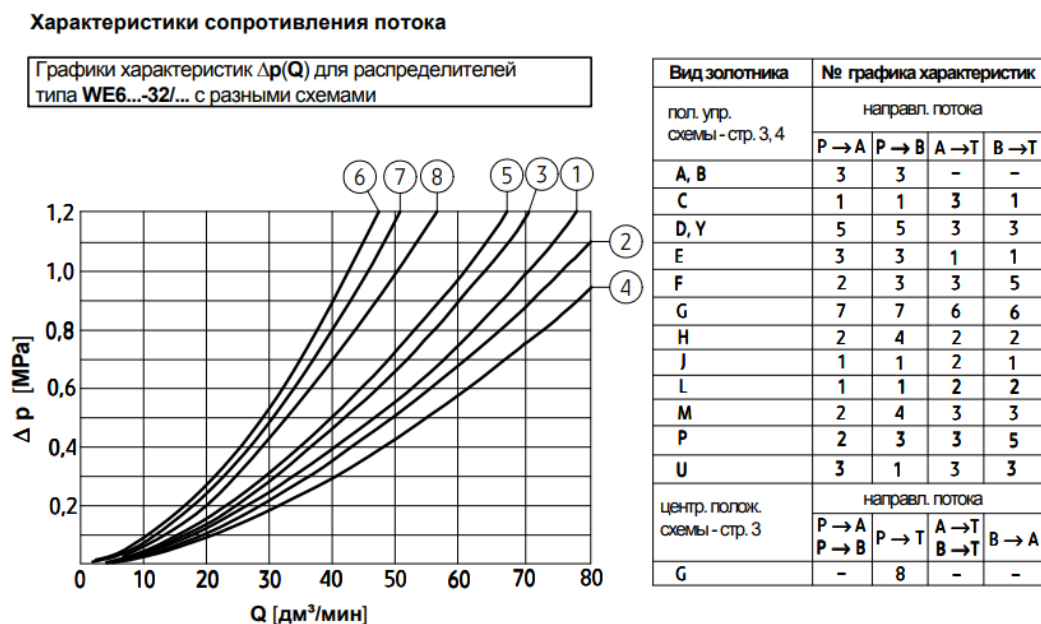


Рисунок 2.6 Характеристика опору потоку для розподільників типу WE6 32 серії [15].

Витрата, що проходить крізь розподільник:

$$Q = 12,3 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 12,3 \frac{\text{дм}^3}{\text{хв}}$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				48
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Отже, виходячи з графіку можна зробити висновок, що втрати на розподільнику складуть приблизно:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,1 \text{ МПа}$$

Для визначення втрат на фільтрі необхідно вибрати фільтр для системи. Для нашої системи обираємо фільтри напірні середнього тиску серії FD-3 (Рис.2.6) [16].



Рисунок 2.7 Фільтр напірний середнього тиску серії FD-3 [16].

За паспортом даного фільтру визначаємо втрати виходячи з графіку залежності втрат від витрати (Рис. 2.8):

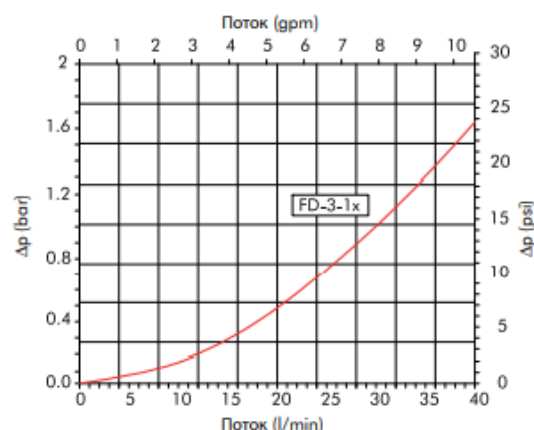


Рисунок 2.8 Графік залежності перепаду тиску на фільтруючому елементі FD-3 від витрати [16].

З графіку видно, що втрати на фільтрі складають приблизно:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,16 \text{ Мпа}$$

Загальні втрати на гідроапаратах лінії першої секції складають:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,26 \text{ Мпа}$$

Гідроапарати лінії другої секції насосу:

- Розподільник
- Фільтр

Для керування другою лінією використаємо розподільник від тієї ж компанії, що і для циліндру, але іншої конфігурації:

Розподільник золотниковий двопозиційний з електричним керуванням типу WE6 A-32 зі схемою золотника GA.

За Рис. 2.6 визначаємо втрати на розподільнику при витраті:

$$Q = 9,1 \frac{\text{л}}{\text{хв}} = 9,1 \frac{\text{дм}^3}{\text{хв}}$$

Отже, втрати на розподільнику складуть приблизно:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,05 \text{ Мпа}$$

В якості фільтруючого елементу обираємо такий самий фільтр, як і для лінії першої секції насосу. Втрати визначаємо за Рис. 2.7:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,14 \text{ Мпа}$$

Загальні втрати на гідроапаратах лінії другої секції складають:

$$\Delta p_{\text{ГА}} = 0,19 \text{ Мпа}$$

2.4.6.4 Загальний розрахунок втрат системи:

Для початку розрахуємо втрати для ліній кожної секції окремо за формулою:

$$\Delta p = \Delta p_T + \Delta p_M + \Delta p_{\text{ГА}}$$

Звідси маємо для лінії першої секції насосу:

$$\Delta p = 0,072 + 0,05 + 0,26 = 0,382 \text{ МПа}$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				50
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Для лінії другої секції насосу маємо:

$$\Delta p = 0,05 + 0,031 + 0,19 = 0,271 \text{ МПа}$$

Загальні втрати всієї гідросистеми:

$$\Delta p = 0,382 + 0,271 = 0,653 \text{ МПа}$$

2.4.7 Тепловий розрахунок:

При роботі гідросистеми відбувається виділення теплової енергії, що розсіюється в навколишній прості, а також йде на нагрів масла, внаслідок механічних, гідравлічних і об'ємних втрат.

Кількість теплоти θ , Дж, виділеної в гідроприводі за годину роботи визначають, як різницю споживаної N_H та ефективної N_E потужностей за формулою 19 [1, с.62]:

$$\theta = 3600(N_H - N_E) \quad (19)$$

Потужність споживана насосом N_H :

$$N_H = \frac{p_H Q_H}{\eta_H}$$

p_H – тиск на вході насоса

Q_H – подача насоса

η_H – повний ККД насоса

Ефективна потужність гідродвигуна N_E :

$$N_E = p Q \eta_\delta$$

p – тиск у гідродвигуні

Q – витрата у гідродвигуні

η_δ – повний ККД гідродвигуна

Отже, кількість теплоти виділеної за годину роботи системи буде дорівнювати сумі виділеної теплоти лініями кожної секції насосу окремо:

$$\theta = \left(3600 \left(\frac{p_H Q_H}{\eta_H} - p Q \eta_\delta \right) \right) + \left(3600 \left(\frac{p_H Q_H}{\eta_H} - p Q \eta_\delta \right) \right)$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		51

$$\theta = \left(3600 \left(\frac{8 * 12,3}{0,93} - 7,628 * 11,69 * 0,9 \right) \right) + \left(3600 \left(\frac{14 * 9,1}{0,93} - 13,729 * 8,73 * 0,94 \right) \right) = 7,8 \frac{\text{МДж}}{\text{год}}$$

$$= 2.17 \text{ кВт/год}$$

Враховуючи отриману кількість теплоти, що виділяється під час роботи системи підбираємо апарат теплообміну, що зможе забезпечити охолодження робочої рідини. З каталогу

2.4.8 Розрахунок баку:

Об'єм робочої рідини в баку не має перевищувати двох-трихвилинної подачі насоса, формула 20 [1, с.64]:

$$V_M = (2 \dots 3) Q_H \quad (20)$$

У випадку, якщо з одного бака живляться два насоси, то об'єм розраховується за формулою 21 [1, с.64]:

$$V_{max} = 1,3(V_1 + V_2) \quad (21)$$

Де V_1 і V_2 – об'єми рідини необхідні для живлення кожного насоса протягом двох хвилин.

Отже, в нашому випадку об'єм гідробаку буде:

$$V_{max} = 1,3((2 \dots 3)Q_{H_1} + (2 \dots 3)Q_{H_2})$$

$$V_{max} = 1,3(2 * 12,3 + 2 * 9,1) = 55,64 \text{ л}$$

Округлимо отримане значення до найближчого стандартного [1, с.65]:

$$V_{max} = 63 \text{ л}$$

2.4.9 Розрахунок апарату теплообміну:

Для визначення на перевищення сталої температури масла в баку над температурою навколишнього середовища використовують формулу 22 [1, с.64]:

$$\Delta t = \frac{\theta}{kF} \quad (22)$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		52

k – коефіцієнт передачі від масла до повітря

F – розрахункова площа поверхні гідробаку

Розрахункова площа поверхні гідробаку розраховується за формулою 23 [1, с.64]:

$$F = 0.064 \sqrt[3]{V_{max}^2} \quad (23)$$

$$F = 0.064 \sqrt[3]{63^2} = 0.01 \text{ м}^2$$

За формулою 22 розрахуємо перевищення температури:

$$\Delta t = \frac{7800}{63 * 1,01} = 122,58^\circ\text{C}$$

Максимальна температура робочої рідини:

$$t_{max} = t_{пов} + \Delta t$$

$t_{пов}$ – температура навколишнього середовища

Приймаємо:

$$t_{пов} = 25^\circ\text{C}$$

Отже, маємо:

$$t_{max} = 25 + 122,58 = 147,58^\circ\text{C}$$

Температура робочої рідини не має перевищувати $+70^\circ\text{C}$. В іншому випадку необхідно встановлювати теплообмінник.

Розрахуємо перевищення температури:

$$\Delta t_m = t_{max} - 70$$

$$\Delta t_m = 147,58 - 70 = 77,58^\circ\text{C}$$

Розрахуємо кількість тепла, що необхідно відвести через теплообмінник за годину роботи системи за формулою 24 [1, с.64]:

$$\theta_t = 3600 k F \Delta t_m \quad (24)$$

k – коефіцієнт передачі від масла до повітря

F – розрахункова площа поверхні гідробаку

Δt_m – перевищення температури

Отже, маємо:

$$\theta_t = 3600 * 17,5 * 1,01 * 77,58 = 4,93 \text{ МДж/год} = 1,2 \text{ кВт/год}$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		53

За кількістю тепла, що необхідно розсіювати обираємо теплообмінник з каталогу компанії Winnman обираємо апарат теплообміну WHE 2015 (Рис. 2.8) [17].



Рисунок 2.9 Апарат теплообміну WHE 2015 від компанії Winnman [17].

За паспортом цього апарату він здатний розсіювати тепло з потужність до 7 кВт/год. Цього значення цілком достатньо для нашої системи.

Висновок:

За результатами роботи, проведеної у даному розділі, було визначено головні елементи гідравлічної системи ґрунтозабірника та побудовано принципову гідравлічну схему. За приведеною схемою проводились розрахунки та підбір елементів гідросистеми. Також, був проведений розрахунок втрат системи та визначено ККД системи ґрунтозабірника. Враховуючи відсоток втрат апарату було розраховано температурний режим роботи робочої рідини в машині та додатково підібрано спосіб охолодження системи від перегріву.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		54

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

У даному розділі пояснювальної записки описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Фланець»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування, визначення припусків та допусків аналоговим способом, призначення послідовності виконання операцій та проектування їх змісту, вибір устаткування та інструментів для кожної операції технологічного процесу та визначення елементів режимів різання аналоговим способом.

3.1 Технологічний контроль якості кресленика

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		55

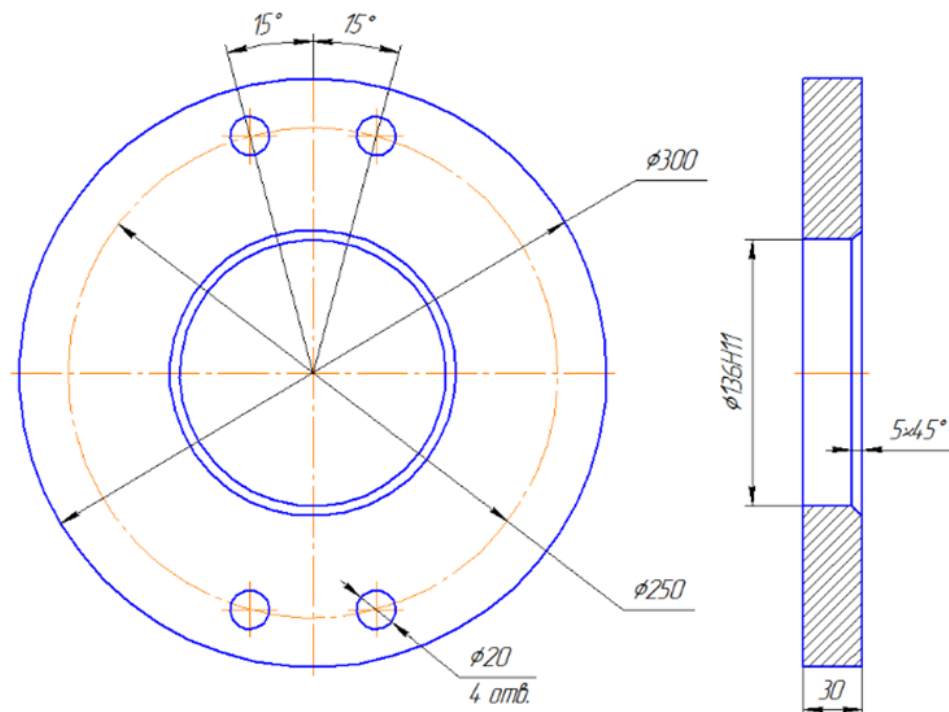


Рисунок 3.1. Креслення деталі фланець

У креслення входять відомості, необхідні для якісного виготовлення деталі, які дають повне уявлення про її конструкцію, а також усі проекції, розрізи, перерізи, які пояснюють конфігурацію деталі.

Проаналізувавши креслення (рис.3.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ISO 286-1:2010.

3.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі

Дана деталь має досить просту зовнішню форму. Її можна віднести до класу спеціальних деталей. Деталь має фаски під зварювання, чотири отвори Ø20 мм. Зовнішній Ø300 мм., внутрішній Ø136 мм з допуском H11, товщина деталі 30 мм. Невказані граничні відхилення виконані за ОСТ 1 00022-80. Деталь і її конструктивно-технологічні елементи зображено на рис. 3.2.

Фланець виготовляється з легкозварювального матеріалу Сталь 20 на хімічний склад і властивості поширюється ДСТУ 4484:2005.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		56

Конструктивно-технологічні елементи: 1 – внутрішня циліндрична поверхня Ø136Н11; 2 – фаска під зварювання 5х45°; 3 – отвори Ø20 (4 шт.)

Спосіб виготовлення: гарячекатаний прокат за ДСТУ 7809:2015. До складу сплаву входять: вуглець (С) - 0,17-0,24%, кремній (Si) - 0,17-0,37%, марганець (Mn) - 0,35-0,65%; вміст міді (Cu) і нікелю (Ni) допускається не більше 0,25%, миш'яку (As) - не більше 0,08%, сірки (S) - не більше 0,4%, фосфору (P) - 0,035%. Характеристики міцності вуглецевих сталей підвищуються зі збільшенням вмісту в них вуглецю, при цьому їх зварюваність погіршується тому, що зростає небезпека утворення гарячих тріщин у шві.

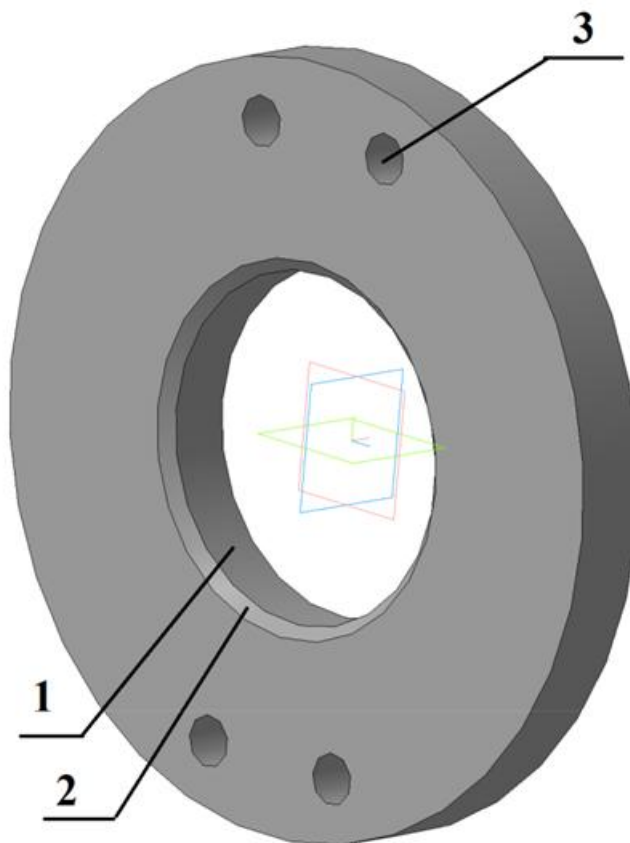


Рисунок 3.2. Фланець навантажувального циліндра

Структура сталі 20 являє собою суміш перліту і фериту. Термічна обробка даного матеріалу дозволяє отримувати структуру рейкового (пакетного) мартенситу. При таких структурних перетвореннях міцність зростає, і

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		57

пластичність зменшується. Після термічного зміцнення заготовки зі сталі 20 можна використовувати для виготовлення метизної продукції класом міцності 8.8.

3.3. Технологічні операції

Розробку технологічного процесу виготовлення деталі починають з вибору заготовки. Вибрати заготовку – означає визначити спосіб її отримання, розрахувати або підібрати за таблицями припуски на механічну обробку усіх.

0.Заготівельна операція

Обираю спосіб різання плазмово-дугова різка. Яким можна проводити різання прокату товщиною до 60 мм. Плазмово-дугове різання полягає в проплавленні металу на вузькій ділянці по лінії різі і видаленні розплавленого металу струменем плазми, утвореним у дузі. Дуга збуджується між металом вольфрамовим електродом, розташованим у головці різка. При різанні плазмовим струменем метал не вмикається в електричне коло дуги, яка горить між кінцем вольфрамового електрода і внутрішньою стінкою охолоджуваного водою наконечника різка. У якості плазмо утворюючих газів і для захисту вольфрамового електрода застосовують аргон, азот, суміші аргону з азотом, воднем і повітрям, стиснене повітря.

Розрахунок припусків на механічну обробку наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Розрахунок припусків на механічну обробку

Показник	Значення	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Якість поверхні прокату	Чорнове	160	250	250	660
Точність і якість прокату після різання	Плазмово-дугове різання	250	1000		1250

Заготовка після різання і з врахуванням припусків на подальшу обробку (рис 3.3).

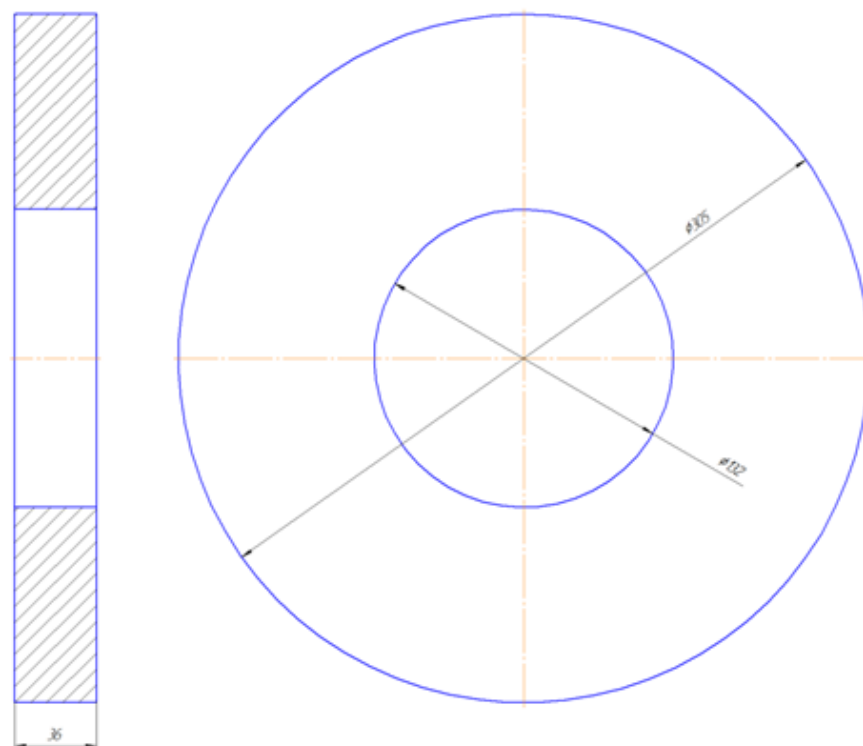


Рисунок 3.3. Заготовка фланцю

1.Токарна операція.

Точність і якість після механічної обробки зовнішньої циліндричної поверхні представлено на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Після механічна обробка зовнішньої циліндричної поверхні

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		59

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Обточування різцями	Чорнове	12	50	50	50	150
Обточування різцями	Чистове	11	32	30	30	122
						272

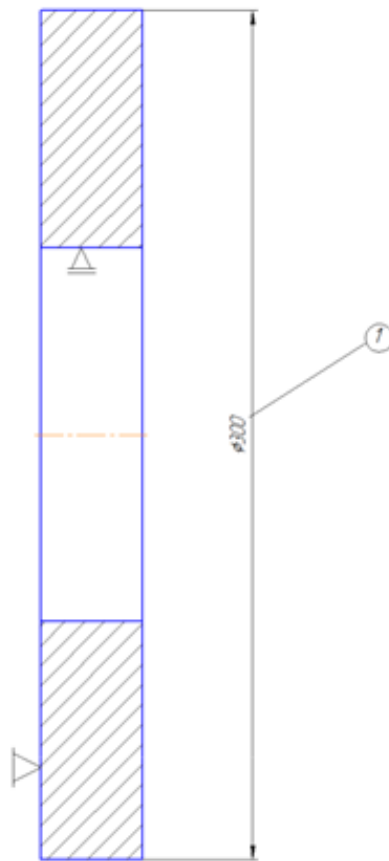


Рисунок 3.4. Операція 005

10.Токарна операція.

Обробляється внутрішня циліндрична поверхня фланцю, яка буде сідати на гільзу циліндра. Обробка відбувається на верстаті FDB Maschinen Turner 180x300 Vario.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				60
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

Інструмент – різець розточний ВК8 . Необхідно забезпечити допуск Н11. А.
Встановити, закріпити, зняти

010.01. Обточити в розмір 1 (рис. 3.5).

Точність і якість після механічної обробки внутрішньої циліндричної поверхні представлено на таблиці 3.3.

Таблиця 3.3

Після механічна обробка внутрішньої циліндричної поверхні

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Розточування	Чорнове	12	40	50	50	140
Обточування різцями	Чистове	11	20	20	20	60
						200

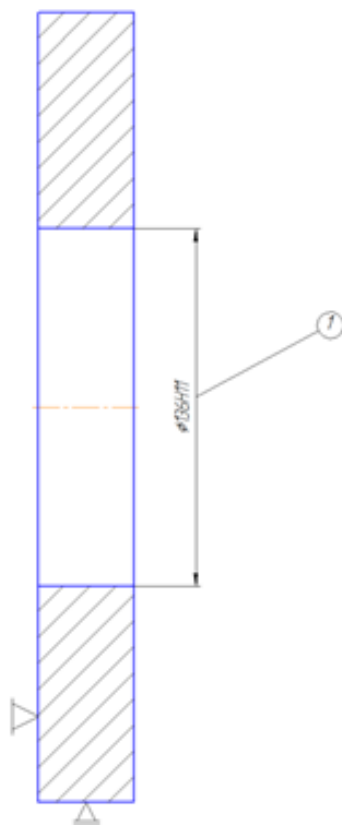


Рисунок 3.5. Операція 010

15. Токарна операція.

Підрізаються торцеві поверхні диску. Обробка відбувається на верстаті FDB Maschinen Turner 180x300 Vario.

Інструмент – різець підрізний T5K10.

А. Встановити, закріпити, зняти

015.01. Підрізати в розмір 1 (рис. 3.6).

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		62



Рисунок 3.6. Операція 015

Точність і якість після механічної обробки підрізання торцевої поверхні представлено в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Після механічна обробка підрізання торцевої поверхні

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450

20.Токарна операція.

Зняття фаски під зварювання. Обробка відбувається на верстаті FDB Maschinen Turner 180x300 Vario.

Інструмент – різець підрізний T15K6.

А. Встановити, закріпити, зняти

020.01. Зняти фаску в розмір 1 (рис. 3.7).

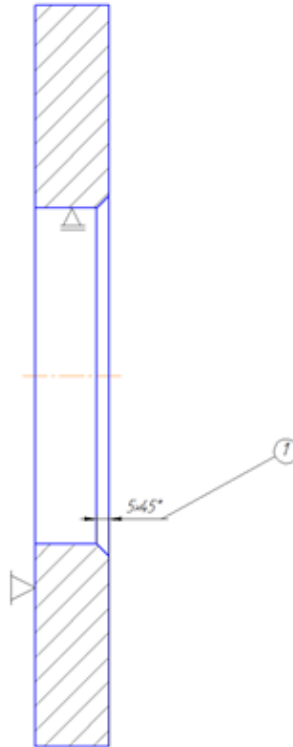


Рисунок 3.7. Операція 020

Точність і якість після механічної обробки представлено на таблиці 3.5.

Таблиця 3.5

Після механічна обробка

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Підрізання	Однократне	10-12	32	30	30	62
						200

Свердлильна операція.

Під час операції відбувається свердління отворів $\varnothing 20$ для кріпильних болтів. Операція забезпечується свердлильним станком Sturm BD7050. Інструмент – свердло по металу DIN 1869 TL 3000, діаметр 10 мм, робоча довжина 150 мм.

А. Встановити, закріпити зняти.

025.01. Просверлити 2 наскрізні отвір $\varnothing 20$ за розмірами 1,2,3,4 (рис. 3.8).

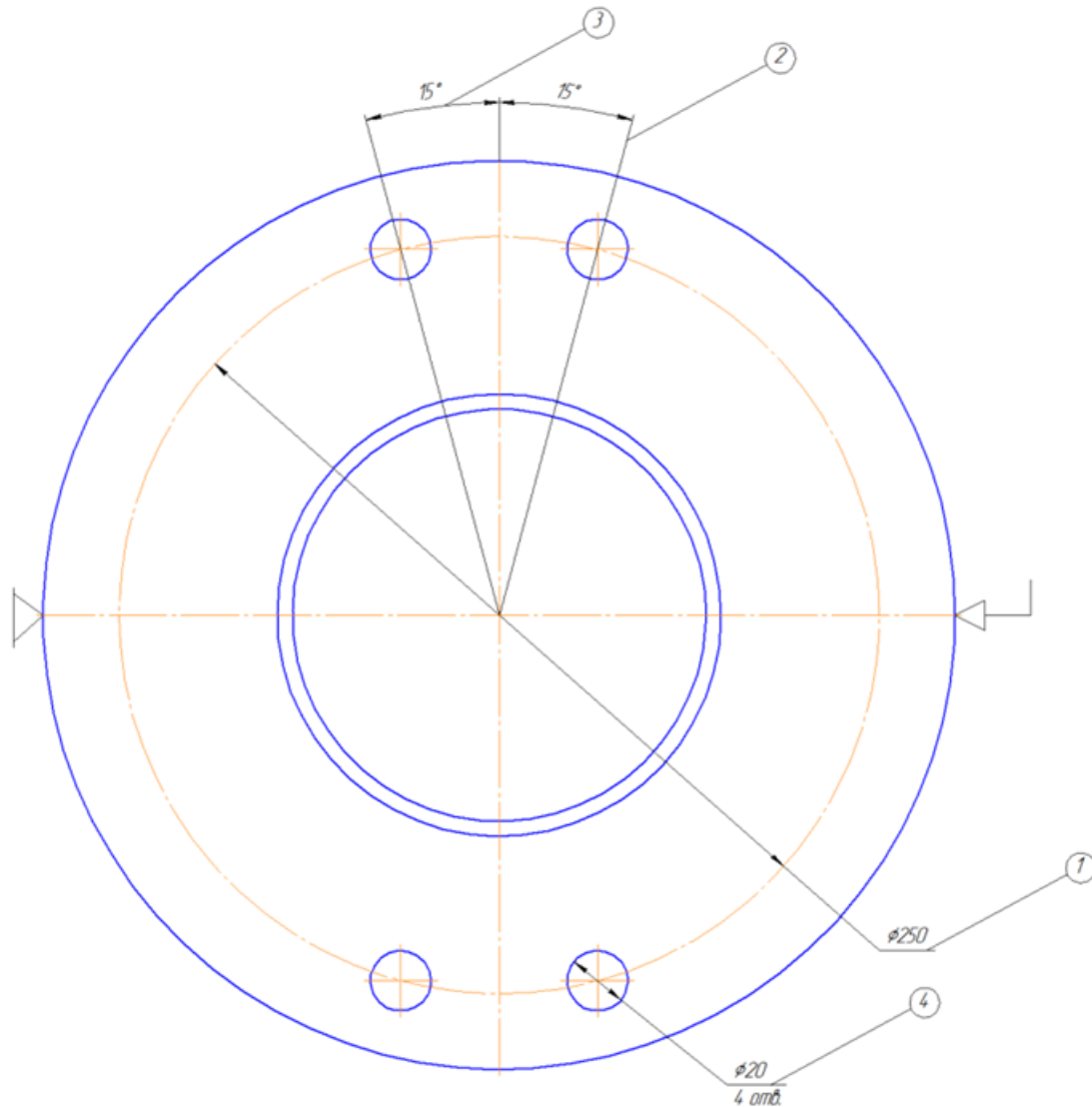


Рисунок 3.8. Операція 025

Припуски на механічну обробку отворів наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6

Припуски на механічну обробку отворів

Спосіб обробки	Вид обробки	Кваліт ет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
----------------	-------------	-----------	---------	--------	--------	--------

Свердління	Свердління спіральними свердлами	12	50	70	40	160
------------	--	----	----	----	----	-----

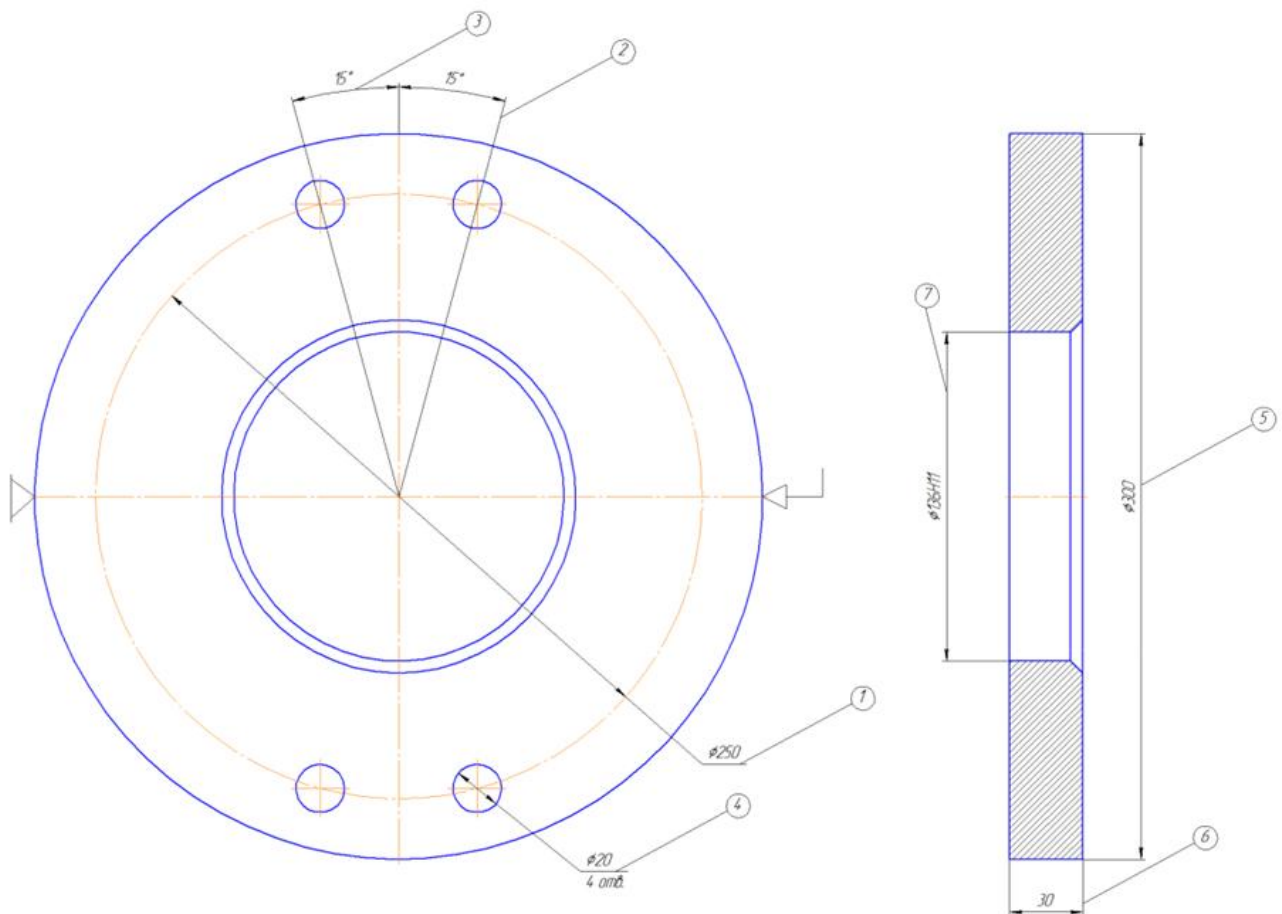
30. Контроль

Під час цієї операції проводиться контроль відповідності виготовленої деталі вимогам, що зазначені на кресленні.

030.1. Контроль розмірів 2,3 (рис. 3.8) проводимо кутоміром УН-127.

030.2. Контроль розмірів 1,3,4,5,6 (рис. 3.8) проводимо штангенциркулем ШЦ-I-300 0,1.

030.3. Контроль розміру 7 (рис. 3.8) проводимо нутроміром НИ-18-50/150-



0,01.

Рисунок 3.9. Операція 030

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				66
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

3.4. Розрахунок режимів різання

Режими обробки деталі наведені в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7

Режими обробки

Операція	Інструмент	Глибина різання h, мм	Подача S, мм/об	Швидкість різання V, м/хв	Оберти верстата n, об/хв	Час різання T, с
1	2	3	4	5	6	7
005	Різець BK8	5	0,75	88	94	31
010	Різець T15K6	4	0,5	90	210	8
015	Різець T15K6	6	0,5	94	68	11*2
020	Різець T15K10	5	0,45	80	180	5
025	Свердло DIN 1869 TL 3000	20	0,05	10	158	150*4

Наступним кроком є визначення вартості та часу виготовлення заданої деталі.

Використані інструменти та час витрачений на кожну операцію наведені в таблиці 3.7. Розрахуємо повний час виготовлення деталі, як суму часу витраченого на кожну операцію:

$$t_{\text{виготовлення}} = 31 + 8 + 11 * 2 + 5 + 150 * 4 = 666 \text{ с}$$

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		67

Надалі необхідно визначити вартість виготовлення інструментів, які використовуються під час виготовлення деталі:

Таблиця 3.8

Вартість виготовлення інструментів

Назва інструменту	Вартість інструменту, грн
Різець BK8	65
Різець T15K6	70
Різець T15K10	88
Свердло DIN 1869 TL 3000	372

Процес виготовлення фланцю найчастіше відбувається методом штамповки. Шматок сталі потрібної марки розігрівають до необхідної температури та відштамповують за допомогою спеціального преса для штампування під зусиллям близько 4500 кН. Виходячи з цієї інформації можемо визначити вартість заготовки:

Заготовка має квадратну форму, ширина та висота заготовки для штампування будуть рівні приблизно 310 мм, товщина заготовки 35 мм.

Вартість заготовки складатиме близько 286 грн за штуку.

Висновок: в ході роботи над розділом «технології машинобудування» було визначено технологію виготовлення деталі «Фланець». Крім того було підібрано необхідний інструмент, визначено спосіб отримання заготовки, визначений матеріал виготовлення заготовки, розраховано припуски та допуски на виготовлення деталі та наведено необхідний режим різання під час механічної обробки деталі.

Висновок:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		68

У розділі «Технологія машинобудування» було розроблено технологічний процес для виготовлення деталі «Фланець». Під час роботи з проектуванням технологічного процесу було побудовано креслення відповідної деталі, підбрано необхідне обладнання, для обробки кожної окремої поверхні деталі, розраховано час виготовлення та вартість однієї деталі.

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		69

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – чинна система соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, які забезпечують збереження здоров'я і працездатність людини на робочому місці під час праці.

Завдяки цій системі повинні забезпечуватися вирішення таких основних завдань:

- Професійний добір працівників, які виконують роботи підвищеної небезпеки з урахуванням стану їхнього здоров'я та психофізіологічних показників;
- Навчання та пропаганда з охорони праці;
- Безпека обладнання;
- Безпека виробничих процесів;
- Безпека будівель та споруд;
- Забезпечення нормативних санітарно-гігієнічних умов праці;
- Наявність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);
- Оптимальні режими праці та відпочинку;
- Лікувально-профілактичне обслуговування працюючих;
- Санітарно-побутове обслуговування.

Відділ охорони праці відноситься до підрозділів підприємства, які є самостійними і залежать тільки від керівника або головного інженера. Він відповідає за безпечну і здорову роботу на підприємстві, попереджує нещасні випадки і захворювання персоналу. Основними задачами даного підрозділу є забезпечення безпечних та адекватних робочих умов, які будуть попереджати виникнення травм і захворювань на виробництві.

У розділі «Охорона праці» дипломного проекту буде розглянуто низку важливих питань стосовно експлуатації, проектного в попередніх розділах, механізму для автоматичного відбору зразків ґрунту.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		70

Для початку, необхідно зазначити основні елементи системи, що можуть створювати небезпеку для життя та здоров'я оператора, що керує даним пристроєм.

Механізм автоматичного ґрунтозабірника складається з бензинового двигуна внутрішнього згоряння та гідравлічної системи. Весь агрегат монтується на спеціальну раму, яка, своєю чергою, приєднується до транспортного засобу, в ролі якого виступає автомобіль – пікап марки Mitsubishi L200.

Перш за все, варто зауважити, що система має механічні елементи, які виконують обертовий та поступальний рухи. Другим можливим джерелом небезпеки є гідравлічна система, яка є основою всього механізму. Також, варто зазначити, що приводом агрегату є бензиновий двигун, отже відбувається робота з легкозаймистими речовинами.

4.1. Механічна небезпека

Під механічними небезпеками розуміють такі небажані впливи на людину, походження яких обумовлене силами гравітації або кінетичною енергією тіл. Механічні небезпеки створюються об'єктами природного та штучного походження, що падають, рухаються та обертаються. В результаті дії механічних небезпек можливі тілесні пошкодження різної важкості.

Захист від механічних небезпек здійснюється різними способами, характер яких залежить від конкретних умов діяльності. У випадку роботи системи ґрунтозабірника механічними небезпеками є елементи системи, що виконують функцію задавлювання буру у ґрунт та ті, що забезпечують його обертання.

Для запобігання захопленню рухомими (обертовими) частинами механізмів працівники повинні працювати в спецодязі, застебнутому на всі гудзики. Засукувати рукава спецодягу і закачувати халяви чобіт заборонено.

Також, для уникнення нещасних випадків зумовленими механічними небезпеками слід виконувати всі роботи по заміні елементів системи, наприклад

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		71

бурової головки або діставати зразки ґрунту зі спеціального баку на механізмі, тільки при вимкнутій системі і впевнившись, що всі рухомі елементи зупинились.

Під час роботи агрегату, у цілях безпеки, оператор має стояти з іншого боку від рухомих частин, якщо така можливість є або взагалі відійти від механізму на відстань близько трьох метрів.

4.2. Хімічна небезпека

Небезпека з боку впливу хімічних речовин на організм оператора під час експлуатації автоматичного ґрунтозабірника заключається в можливості потрапляння технічного мастила або ж палива для двигуна на шкіру людини, в очі, в рот або ніс. Крім того, варто зазначити, що бензин має шкідливі випаровування та під час роботи двигуна внутрішнього згоряння у повітря викидаються вихлопні гази, що являють собою небезпеку для дихальної системи оператора машини.

Індустріальне мастило, яке є основою майже будь-якої гідравлічної системи, відноситься до четвертого класу небезпеки за ступенем впливу на організм людини. При роботі зі змащувальними сумішами можливі випадки ураження організму оператора шкідливими речовинами, що входять до складу індустріального мастила. Представлений порядок дій може попередити серйозні наслідки від ураження:

- При потраплянні речовини на незахищені ділянки шкіри необхідно промити уражену частину теплою водою з використанням мила.
- У випадку потрапляння мастила в очі треба терміново ретельно промити їх проточною теплою водою протягом 5-10 хвилин. Надалі необхідно слідкувати за реакцією організму, адже можливе виникнення подразнення сітківки ока. В такому випадку необхідно невідкладно звернутись до медичної установи для надання невідкладної медичної допомоги та попередженню серйозних проблем із зором.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		72

- Не рідкими є ситуації з потрапляння індустріального мастила в середину організму людини шляхом ковтання або через відкриті рани на шкірі. У випадку такої ситуації потерпілому слід випити велику кількість води (близько двох літрів), щоб промити шлунок від токсичних речовин або ж промити рану спочатку теплою проточною водою, а далі обробити її знезаражуючим засобом, наприклад перексидом водню.
- При вдиханні парів мастила можливе: хімічне отруєння організму. В такому випадку при перших ознаках, а саме: запаморочення, головний біль або нудота необхідно терміново звернутись за медичною допомогою.

4.3 Небезпека роботи з системами високого тиску

Розроблений механізм відбору зразків ґрунту є гідравлічною системою високого тиску, понад 10 МПа. Такі системи є джерелом великої небезпеки для оператора, адже можливі ситуації в яких трапляється розрив трубопроводу або елементів гідросистеми та зрив різьби. В усіх випадках є великий шанс отримати серйозні травми від частин агрегату, що були відірвані від системи під дією високого тиску.

Проведення ремонтних або налагоджувальних робіт з системою необхідно виконувати лише впевнившись, що тиск у системі відсутній, адже такі дії можуть спричинити травмування робітників.

Моєю рекомендацією стосовно безпеки під час роботи з цим гідравлічним обладнанням буде ретельна перевірка механізму перед запуском, дотримання всіх правил експлуатації та зберігання безпечної відстані між агрегатом та оператором.

4.4. Засоби індивідуального захисту

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		73

Аналізуючи всі вище приведені небезпеки для життя та здоров'я оператора автоматичного гідравлічного ґрунтозабірника я рекомендую використовувати в ході роботи засоби індивідуального захисту, а саме:

- Для захисту органів дихання гарним варіантом буде застосування захисної маски Torex на один клапан. Клапан забезпечує дихання, оптимізуючи опір під час вдиху, водночас зменшуючи кількість двоокису вуглецю та водної пари під маскою. Маркування FFP1 означає, що півмаска призначена для використання у середовищі, де концентрація шкідливих речовин не перевищує чотирикратної максимально допустимої концентрації. Маркування CE - це гарантія безпеки, яка доводить, що продукт відповідає всім вимогам Європейського Союзу.
- Для захисту відкритих частин тіла слід застосувати спеціальний одяг для роботи у вигляді комбінезону Reis Bomull-O. Він допоможе захистити 90 % шкіри від потрапляння на неї хімічних речовин.
- Для безпеки рук слід застосувати рукавички Procera X -Nitaman. Вони на 80% складаються з силікону, що є водонепроникним матеріалом, тим самим вони будучи тримати ваші руки у безпеці від потрапляння на них індустриального мастила.
- Для захисту ваших очей від механічних та хімічних ушкоджень раджу використати захисні Delta Plus Kilimandjaro Clear окуляри. Вони виготовлені зі спеціального твердого пластику, що може захистити ваші очі у разі розриву гідравлічної лінії.

4.5. Пожежна безпека

Система мобільного автоматичного ґрунтозабірника створена спеціально для використання на відкритому повітрі. Але варто відзначити, що приводом системи є бензиновий двигун внутрішнього згоряння, який є елементом підвищеної пожежної небезпеки через використання в ньому легкозаймистої речовини – бензину. Не без уваги залишимо і індустриальне мастило, що

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				74
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

використовується у гідравлічній системі ґрунтозабірника, воно також є легкозаймистою речовиною з температурою спалаху понад 140 °С.

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин і матеріалів, пожежі за ДСТУ 8828:2019 поділяються на відповідні класи та підкласи:

- клас А – горіння твердих речовин, що супроводжується (підклас А1) або не супроводжується (підклас А2) тлінням;
- клас В – горіння рідких речовин, що не розчиняються (підклас В1) та розчиняються (підклас В2) у воді;
- клас С – горіння газів;
- клас D – горіння металів легких, за винятком лужних (підклас Д1), металів лужних (підклас Д2), а також металовмісних сполук (підклас Д3);
- клас Е – горіння електроустановок під напругою.

Небезпека пожежі у випадку експлуатації машини для відбору зразків ґрунту відноситься до класу В, підкласу 1 – горіння рідких речовин, що не розчиняються у воді.

Вибір виду і типу вогнегасників та визначення їх кількості та ємності проводиться в залежності від їх вогнегасної здатності, граничної площі, класу пожежі у приміщенні чи об'єкта, що потребує захисту відповідно до чинних нормативів (ДСТУ 3675-98, ISO 3941-77).

Отже, я рекомендую оснастити машину оператора порошковим вогнегасником, ємністю десять літрів. Це значно знизить небезпеку отримання опіків робітником та забезпечить більшу вірогідність того, що техніка залишиться мало ушкодженою після виникнення пожежі та її гасіння.

Висновок:

В розділі «Охорона праці» було проведено аналітичну роботу з виявлення можливих загроз для життя та здоров'я працівників під час експлуатації проектного обладнання.

В ході аналізу було визначено ряд можливих небезпек, а саме:

		Рудник В.М.			МА7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		75

- Небезпека під час роботи з механічними частинами системи;
- Хімічна небезпека;
- Небезпека роботи з системами високого тиску;
- Пожежна небезпека.

До кожної загрози у відповідному пункті було наведено способи захисту від пошкоджень та надано рекомендації стосовно спеціального робочого одягу.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання даного дипломного проекту було застосовано усі набуті, в ході навчання, навички проектування, креслення та розробки механізмів.

За результатами проведеної роботи у першому розділі було визначено важливість агрохімічного аналізу ґрунтів та його способи. Було проаналізовано вже існуючі моделі ґрунтозабірників з метою визначення їх недоліків та переваг. На основі проведеного аналізу було запропоновано принципову гідравлічну схему механізму автоматичного гідрофікованого ґрунтозабірника для його подальшого проектування та розробки.

На етапі проектування агрегату було чітко визначено параметри розроблюваної машини та проведено опис приведеної гідравлічної системи для її подальших розрахунків.

В процесі розробки було проведено розрахунок кожного елемента гідравлічної системи на основі яких було підібрано необхідне обладнання для гідравлічної системи. Однією з частин розрахунків було визначення ККД системи та розрахунок температурного режиму робочої рідини ґрунтозабірника. Спираючись на ці показники було визначено спосіб охолодження гідравлічної системи, для забезпечення її безперебійної роботи.

Невід'ємною частиною була розробка технологічного процесу виготовлення однієї з деталей механізму, що наведений у третьому розділі дипломного проекту. В результаті проведеної роботи було визначено спосіб виготовлення деталі «Фланець», підібрано обладнання для обробки даної деталі, розрахована її вартість та час виготовлення.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		76

У заключному розділі проекту було проведено аналітичну роботу з виявлення можливих небезпек проектованої системи та наведено рекомендації щодо уникнення нещасних випадків під час експлуатації механізму. Також, було підібрані необхідні засоби індивідуального захисту для безпечної роботи з агрегатом.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Буслов В. К. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом "Проектування об'ємних гідроприводів" для студентів з фаху "Гідравлічні і пневматичні машини" / В. К. Буслов. – Київ: НТУУ "КПІ", 2008. – 80 с.

2. ІНФОГРАФІКА (ЕКСПОРТ) [Електронний ресурс] // Creative Commons Attribution. – 2021. – Режим доступу до ресурсу:

<https://www.me.gov.ua/Documents/List?lang=uk-UA&id=e3c3c882-4b68-4f23-8e25-388526eb71c3&tag=TendentsiiEksportuInfografika-eksport->

3. АПК України: загальна характеристика. [Електронний ресурс] // Освіта.ua. – 2019. – Режим доступу до ресурсу:

https://osvita.ua/vnz/reports/econom_theory/22280/.

4. Аналіз ґрунту [Електронний ресурс] // ITKIN.studio. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: Источник: <https://agrotest.com/poslugi/analiz-gruntu>.

5. Пробоотборники для отбора проб почв [Електронний ресурс] // ООО «ПО Компонент». – 2016. – Режим доступу до ресурсу: <http://komponent-nov.ru/equipment/samplers/detail.php?ID=1459>.

6. Пробоотборники почвы [Електронний ресурс] // ArtLemon. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agrilab.ua/ru/project/prodazh-probovidbirnykiv-gruntu/>.

7. Сільське господарство України [Електронний ресурс] // Creative Commons Attribution-ShareAlike. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%96%D0%BB%D1%8C%D1%81%D1%>

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		77

[8C%D0%BA%D0%B5_%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%B0%D1%97%D0%BD%D0%B8.](#)

8. Агрохімічне обстеження ґрунту [Електронний ресурс] // Ресурсозберігаюче землеробство. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: http://rmrl.ru/blog/post_64/.

9. Пробозабірники ґрунту [Електронний ресурс] // Amity Technology. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.amitytech.com/ru/crop-management-tools/soil-samplers/>.

10. Product information [Електронний ресурс] // Wintex Agro. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://wintexagro.com/products/wintex-1000>.

11. Multiple Hydraulic Pump [Електронний ресурс] // Vivoil Oleodinamica Vivolo s.r.l. Società a Socio Unico. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.vivoil.com/product/9m101/>.

12. ГИДРОМОТОРЫ ГЕРОТОРНЫЕ MR [Електронний ресурс] // Lion Studio Design. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://motorimpex.ua/products/gidromotory-gerotornye-mr>.

13. MOL HYDRO HL 32 [Електронний ресурс] // MOL RUSSIA. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://mollub.ru/ru/smazochnye-materialy-i-avtohimija/promy-lennost/promyslennye-smazocnye-materialy/gidravliceskie-masla/mol-hydro-hl-32/>.

14. Hydraulic Cilinders [Електронний ресурс] // Hidrosila. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.hydrosila.com/files/catalog/ru-catalog-15.pdf>.

15. КАТАЛОГ - ИНСТРУКЦИЯ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ [Електронний ресурс] // PONAR Wadowice S.A.. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: https://motorimpex.ua/files/downloads/WE6s32_ru.pdf.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				78
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		

16. Технические характеристики [Электронный ресурс] // ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ. – 2021. – Режим доступа до ресурсу: <https://www.filtrec.com/wp-content/uploads/2018/04/FD-3-RUS-1.pdf>.

17. Теплообменник WHE 2015 [Электронный ресурс] // Компания "Гидропневмосистемы". – 2016. – Режим доступа до ресурсу: http://paskal.ua/product/teploobmennik-whe_2015_16.html.

		Рудник В.М.			МА 7209.ДП09.00.00.00.ПЗ	Арк.
		Левченко О.В.				
Зм.	Арт.	№ документа	Підпис	Дата		79