

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

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ____ ” _____ 2020 р.

Дипломний проект
на здобуття ступеня бакалавра

з спеціальності **131 Прикладна механіка**
_____ (код і назва)

на тему: Гідропривод мобільної машини комунального господарства

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-61-1
(шифр групи)

Пильтяй Дмитро Миколайович
(прізвище, ім'я, по батькові) _____ (підпис)

Керівник: ст. викл., к.т.н. Муращенко А.М.
(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 доц., к.т.н.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) _____ (підпис)

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

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Механіко-машинобудівний Інститут
(повна назва)

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки
(повна назва)

Рівень вищої освіти - перший (бакалаврський)

Спеціальність 131 Прикладна механіка
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О.Ф. Луговський
(підпис) (прізвище

ініціали)

“ _____ ” _____ 2020р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Пильтяй Дмитро Миклайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту: Гідропривод мобільної машини комунального господарства

керівник проекту: Муращенко А.М., к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “ 20 ” травня 2020 року № 1120-с

2. Термін подання студентом проекту 11 червня 2020 року

3. Вихідні дані до проекту: $p_{II} = 5 \text{ кгс/см}^2$; ступінь стиснення 5 із щільністю γ_{\max}

= 0.6 т/м³ ; $F_{II} = a \times a = 0,3\text{м} \cdot 0,3\text{м} = 0,09\text{м}^2$,

$$P = p_{II} \cdot F_{II} = 0,5\text{МПа} \cdot 0,09\text{м}^2 = 0,045\text{МН} = 45\text{кН}$$

4.Зміст пояснювальної записки:

Вступ; Розділ 1. Огляд роботів-збирачів сміття та методів його пресування

1.1. Огляд роботів-збирачів сміття; 1.2. Огляд пакетувальних пресів для сміття; Розділ 2. Розробка конструкції робота та гідравлічної системи пресу твердих побутових відходів. 2.1. Компонування робота; 2.2. Розробка принципової гідравлічної схеми; РОЗДІЛ 3. Розрахунки гідроприводу; 3.1. Розрахунок зусилля пресувального гідроциліндра; 3.2. Розрахунок гідроциліндрів; 3.3. Розрахунок витрати; 3.4. Розрахунок насосного агрегату та гідроаккумулятора; 3.5. Розрахунок об'єму гідробака; 3.6. Вибір робочого середовища; 3.7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів; 3.8. Розрахунок штока на жорсткість; Розділ 4. Технологія машинобудування; 4.1. Технологічний контроль якості кресленика; 4.2. Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі; 4.3. Технологічні операції; Розділ 5. Охорона праці; 5.1. Перелік небезпечних і шкідливих факторів при технічному обслуговуванні мереж джерел тиску гідравлічної системи мобільного робота; 5.2. Пожежна безпека; 5.3. Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони; Висновки; Список використаних джерел, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів, презентацій тощо)
 Пояснювальна записка, Схем , Загальні види, Складальне креслення, Креслення деталей, Специфікація.

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 03.02.2020

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Отримання завдання до дипломного проектування	03.02.2020-06.02.2020	Виконано
2	Розробка проекту	07.02.2020-15.02.2020	Виконано
3	Проходження практики	18.04.2020-16.05.2020	Виконано
4	Робота над проектом та виконання креслень	17.05.2020-08.06.2020	Виконано
5	Про дипломний захист	09.06.2020-10.06.2020	Виконано
6	Доопрацювання проекту	11.06.2020-14.06.2020	Виконано
7	Захист дипломного проекту	15.06.2020-18.06.2020	

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник проекту

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розглянуто питання збору і обробки твердих побутових відходів мобільною комунальною машиною. Розглянуто роботизовані системи для збору відходів, а також методи пресування відходів.

В процесі роботи було проведено компонування мобільного робота для збору і обробки твердих побутових відходів. Розроблено принципову схему гідроприводу. Розраховано зусилля пресування зібраних відходів, тиск, витрату та потужність гідросистеми. Розраховано втрати тиску на гідролініях.

Дипломна робота містить такі розділи:

- огляд роботів-збирачі сміття та методів його пресування;
- розробка конструкції робота та гідравлічної системи пресу твердих побутових відходів;
- розрахунки;
- технологія машинобудування;
- охорона праці.

Робота містить 6 таблиць, 27 рисунка, 15 літературних джерел та 1 додаток.

Гідропривод, відходи, пресування, робот, тиск, зусилля, маніпулятор, мобільна машина, витрата, прес.

ANNOTATION

The diploma project considers the issue of collection and treatment of solid waste by a mobile municipal machine. Robotic systems for waste collection, as well as methods of waste pressing are considered.

In the course of work the arrangement of the mobile robot for collecting and processing of solid household waste was carried out. The basic scheme of the hydraulic drive is developed. The pressing force of the collected waste, pressure, flow and capacity of the hydraulic system are calculated. The pressure losses on the hydraulic lines are calculated.

Thesis contains the following sections:

- review of robots-garbage collectors and methods of its pressing;
- development of robot design and hydraulic system of solid waste press;
- calculations;
- engineering technology;
- occupational health.

The work contains 6 tables, 27 figures, 15 references and 1 appendix.

Hydraulic drive, waste, pressing, robot, pressure, effort, manipulator, mobile machine, flow, press.

**Пояснювальна записка
до дипломного проекту**

на тему: Гідропривод мобільної машини комунального господарства

Київ – 2020 рік

ЗМІСТ

ВСТУП		10
РОЗДІЛ 1.	ОГЛЯД РОБОТІВ-ЗБИРАЧІВ СМІТТЯ ТА МЕТОДІВ ЙОГО ПРЕСУВАННЯ	12
1.1.	Огляд роботів-збирачів сміття	12
1.1.1.	Робот із маніпулятором на колісній базі	12
1.1.2.	Роботизований сміттєвий бак	14
1.1.3.	Робот-сміттєвоз	16
1.2.	Огляд пакетувальних пресів для сміття	18
РОЗДІЛ 2.	РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОБОТА ТА ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРЕСУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ	27
2.1.	Компонування робота	27
2.2.	Розробка принципової гідравлічної схеми.	33
РОЗДІЛ 3.	РОЗРАХУНКИ ГІДРОПРИВОДУ	40
3.1.	Розрахунок зусилля пресувального гідроциліндра	40
3.2.	Розрахунок гідроциліндрів	45
3.3.	Розрахунок витрати	50
3.4.	Розрахунок насосного агрегату та гідроаккумулятора	50
3.5.	Розрахунок об'єму гідробака	53
3.6.	Вибір робочого середовища	54
3.7.	Гідравлічний розрахунок трубопроводів	55
3.8.	Розрахунок штока на жорсткість	59

					<i>МА-61105.ДПО1.00.00.00.00 ПЗ</i>		
					<i>Гідропривод мобільної машини комунального господарства. Пояснювальна записка</i>		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		<i>Пильтяй Д. М.</i>					
<i>Провер.</i>		<i>Муращенко А.М.</i>					
<i>Т. Контр.</i>							
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		<i>Гришко І.А.</i>					
<i>Утв.</i>							
					<i>Лит.</i>	<i>Масса</i>	<i>Масштаб</i>
					<i>Лист</i>	<i>Листов</i>	
					8	84	
					<i>ММІ ПГМ</i>		

РОЗДІЛ 4.	ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	64
4.1.	Технологічний контроль якості кресленика	64
4.2.	Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі	64
4.3.	Технологічні операції	67
РОЗДІЛ 5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	73
5.1.	Перелік небезпечних і шкідливих факторів при технічному обслуговуванні мереж джерел тиску гідравлічної системи мобільного робота	73
5.2.	Пожежна безпека	74
5.3.	Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони	77
	ВИСНОВКИ	81
	ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	82
	ДОДАТКИ. СПЕЦИФІКАЦІЇ	84

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

У сучасному світі скупчення відходів, зберігання і вивезення їх на полігони є дуже гострою проблемою, яка з плином часу стає все гостріше. Зазвичай відходи вивозяться на сміттєзвалища, які розташовані недалеко від населених пунктів. При цьому розміри звалищ збільшуються з величезною швидкістю, і нерідко досягають біля лежачих населених пунктів. На дуже великих відстанях розміщення звалищ вимагає величезних економічних витрат, так як витрачаються величезні кошти на бензин, і йде багато часу на транспортування відходів.

Через близького сусідства звалищ з населеними пунктами, вони негативно впливають на здоров'я людей і тварин, і призводять до багатьох захворювань, навіть з летальним результатом. Також розкладається сміття отруює ґрунт і водою поблизу населених пунктів.

Відходи та їх збір, накопичення та утилізація є однією з найважливіших проблем, які виникли перед людством. Останнім часом їй приділяється підвищена увага на самих різних рівнях, починаючи від міжнародного і закінчуючи регіональним та місцевим.

В Україні за 2018 рік (без урахування території АРК Крим) утворилось майже 54 млн. м³ всіх видів відходів. Кількість твердих побутових відходів становить 9 млн тон/рік. Склад твердих побутових відходів: папір і картон - 35%, харчові відходи - 41%, пластмаси - 3%, скло - 8%, метали - 4%, текстиль і інше - 9% [1].

За оцінкою Transparency Market Research, обсяг світового ринку переробки пластику, який в 2017 році становив \$ 34,8 млрд, у найближчі вісім років буде зростати на 6,8% на рік. Однак витрати на збір і відділення пластику від решти побутового сміття складають в середньому близько двох третин загальної собівартості переробки полімерів. Таким чином, центральною проблемою в боротьбі з пластиком є не переробка як така, а саме його збір.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Збирання розсіяного по території сміття, безумовно, потребує автоматизації. Території в місцях відпочинку жителів засмічуються регулярно. Цьому сприяють вітер, який виносить сміття зі звалищ і смітників та людський фактор. Використання низько-кваліфікованої і мало оплачуваної праці різноробочих в таких випадках є недоцільним.

Сучасні проблеми вимагають сучасних рішень і напрацювання в сфері механотроніки, робототехніки, електроніки та гідравліки дозволяють створювати спеціальні машини – роботи, які виконують роботи по збору сміття швидше, якісніше та, як правило, дешевше. Робототехніка активно впроваджується в напрямках, які об'єднують під загальною назвою 3D's: dirty, dull and dangerous work - «брудна, проста і небезпечна робота». Число подібних проектів в різних країнах обчислюється десятками і постійно зростає. Очевидно, саме роботи стануть головними союзниками людства у боротьбі із засиллям пластику та іншого сміття.

Метою цього дипломного проекту є автоматизація збору побутового сміття за допомогою робота-маніпулятора, а також подальше пресування його гідравлічним пресом спеціально розробленим під цю задачу.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД РОБОТІВ-ЗБИРАЧІВ СМІТТЯ ТА МЕТОДІВ ЙОГО ПРЕСУВАННЯ

Історично застосування роботів почалося з виробництва. Спочатку були створені роботи для виконання окремих операцій, потім роботизовані виробничі ділянки і, нарешті, гнучкі виробничі системи. Досвід їх експлуатації дозволяє зробити висновок, що вже в найближчому майбутньому обсяг продукції, що випускається може бути збільшений у кілька разів без підвищення витрат людської праці.

Аналіз напрацювань у таких сферах, як робототехніка та менеджмент відходами дозволить визначити основні проблеми з якими стикаються при вирішенні задач які передбачають збір, накопичення та подальшу обробку сміття. Огляд конструкторських рішень, компонувань та будови подібних машин дозволить провести синтез механіки, електроніки, гідравліки – результатом якого стане мехатронна система, що зможе виконувати конкретні задачі.

1.1.Огляд роботів-збирачів сміття.

Роботи-збирачі мають досить різноманітну конструкцію, із ходовою частиною на колісній чи гусеничній базі. Для виявлення сміття використовуються різні типи датчиків та сканерів. Підбирання і переміщення сміття до накопичувача може здійснюватись маніпуляторами із захватами, вакуумними пристроями, за допомогою щіток тощо. Тому розглянемо на прикладах конструкції роботів-збирачів

1.1.1. Робот із маніпулятором на колісній базі

Автоматизувати процес складання і сортування сміття бачиться можливим за допомогою оснащення колісного робота рукою-маніпулятором з

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

системою класифікації сміття. У загальному вигляді прибирання сміття проводиться таким чином. Колісний робот переміщається по траєкторії забезпечує рівномірне відвідання всій території підлягає очищенню. У процесі руху, поворотна відеокамера, сканує поверхню в радіусі 5-10 метрів. У разі виявлення неоднорідності подає команду на коригування маршруту, з метою зближення з передбачуваним сміттям. У міру наближення активізується маніпулятор, оснащений додатковою відеокамерою для класифікації сміття в безпосередній близькості. Маніпулятор наводиться по зображенню з камер таким чином, щоб забезпечити найбільш достовірне розпізнавання об'єкта і його класифікацію, як по зображенню, так і за даними отриманими при захопленні предмета схопив маніпулятора. У разі успішної класифікації об'єкта (наприклад, пляшка пластикова, скляна, алюмінієва банка та інше) - як сміття, він переноситься у відповідний відсік причепа прийому сортованого сміття. У разі недостовірної класифікації, сміття розміщується в відсіки з не сортувати відходами. Далі робот повертається на маршрут і здійснює подальший огляд місцевості.

У місцях обладнаного відпочинку населення прибирання сміття утруднене його неухважність, неможливістю використання комунальної техніки з огляду на гарантованого пошкодження трав'яного покриву і лісових насаджень. Низько кваліфікована ручна праця, традиційно використовуваний для цих цілей, може бути автоматизована малогабаритним легким роботом. Колісний робот SRX 2 (рис.1.1), оснащений системою автоматичного водіння, дозволяє створити спеціалізованого робота для збирання сміття в лісопарковій зоні. Безпілотне транспортний засіб середньої вантажопідйомності оснащується рукою-маніпулятором, здатним збирати пластикові та скляні пляшки, пакети, алюмінієві і бляшані банки та інше сміття з зусиллям відриву до 3.5 кг.

Сортування сміття при його складанні дозволяє отримати однорідне вторинна сировина, що має цінність, на відміну від не сортованого сміття. Автономний робот SRX1, який буксирує багатосекційний смітєвий контейнер,

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

дозволяє автоматизувати своєчасну зміну заповнених урн, компенсувати їх недостатню кількість в період масового відпочинку населення.



Рис.1.1. Колісний робот з маніпулятором для збирання і сортування сміття

Методика використання роботів-збирачів сміття може мати на увазі їх групову роботу. Транспортна машина вивозить достатню кількість роботів на територію, що підлягає очищенню. Оператор позначає межі очищується території, автоматично проводиться розподіл секторів відповідальності для кожного робота, і вони приступають до прочісування місцевості в пошуках сміття. Оператор забезпечує розвантаження сортованого сміття з причепів для їх перевезення, а також рішення у разі нестандартних випадків за допомогою переказу робота в режим ручного управління.

1.1.2. Роботизований сміттєвий бак.

Робот, який може збирати сміття з будинків і уже використовується в країнах ЄС - DustBot. Він може бути викликаний по телефону або SMS, і використовує GPS для автоматичного визначення шляху до клієнта, збирає сміття і відносить його до смітцевого контейнера. Крім того, Dustbot (рис.1.2.)

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

використовують датчики стану навколишнього середовища для контролю рівня забруднення, наприклад, пішохідної зони. Прототипи були субсидовані в Італії, в Швеції, в Кореї і Японії, і це пов'язано з запуском фінансування проекту в 2009 Європейською комісією [2].



Рис.1.2. Роботизований смітцевий бак DustBot [2]

Фактичне зростання робота становить 1,5 метра, вага 70 кілограмів і він може пронести на собі близько 30 кілограм. Він рухається зі швидкістю 1 метр в секунду. Завдяки потужному акумулятору робот може рухатися автономно 16 км. Роботу для прибирання надається інформація про навколишнє середовище через карти області. Ця інформація подається в бортові і зовнішні сенсорні системи. Роботи після визначення території переходять на обраний рівень автономії для виконання своїх завдань. Вони також оснащені лазерним сканером і ультразвуковим датчиком, що запобігає зіткнення і падіння. Два види роботів вже були розроблені. Це робот-прибиральник під назвою

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

DustClean, який оснащений інструментами для очищення, кількома датчиками і електронним носом для моніторингу атмосферних забруднювачів, за допомогою якого він також може надавати інформацію про якість навколишнього середовища. Тоді є доброзичливий робот для збору сміття на ім'я DustCart. Цей робот має користувальницький інтерфейс, спрямований на забезпечення обраної інформації про якість повітря та поводження з відходами. Але найбільшим перевагою робота є його розмір - він може переміщатися по вузьких вуличках і провулках, де нормальні машини зі сміттям просто не можуть проїхати.

DustBot адаптується до місцевості і використовує GPS-навігації в поєднанні з попередньо завантаженими картами. Він використовує гіроскоп, щоб триматися у вертикальному положенні, і має ультразвукові, інфрачервоні і лазерні датчики, щоб уникати зіткнення зі статичними і динамічними перешкодами. Він здатний стежити за забрудненням за допомогою ряду датчиків якості повітря, і може попередити, якщо рівень забруднення занадто високий. Ключова ідея полягає в використанні роботів, які спеціалізуються на чомусь іншому, для моніторингу забруднення та/або виявлення отруйних газів. Це особливо важливо в випадки газів, які люди не можуть відчувати, або коли довгостроковий вплив трохи збільшених концентрацій має бути перевірено. Розподіл газів моделюється за допомогою статистичних методів. Система DustBot взаємопов'язана через бездротову мережу, з'єднану за допомогою GPS та Інтернет [2].

Його основними недоліками є проблема повільного обслуговування та руху і невелика місткість бака, а також існування «бар'єру для входу» [3].

1.1.3.Робот-сміттєвоз.

Компанія Volvo планує створити роботи, які замінять людей в різних рутинних і неприємних завданнях. Серед останніх досягнень компанії – проект

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

робота-збирача сміття ROARY. В основі проекту взаємодія дронів для виявлення смітєвих баків і роботів для їх збору та випорожнення.



Рис.1.3. ROARY – робот-смітєвоз

Робот на ім'я ROARY направляється до збору сміття на ділянку, перебуваючи на задній частині пілотованого вантажівки. Оператор натискає кнопку на вантажівці, і той «спонукає» робота почати сканування місцевості, щоб визначити місцезнаходження смітєвих баків. ROARY підходить до кожного баку, використовуючи карту місцевості і аналізуючи розташування об'єктів, а також дані, надані з повітряних дронів. GPS і LiDAR використовуються, щоб допомогти йому орієнтуватися в середовищі і уникати перешкод. Інерційні одиниці даних від акселерометрів і гіроскопів датчиків використовуються, щоб допомогти роботу стежити за своїм становищем. Перш ніж взяти і підняти бак, робот ще раз визначає своє становище. Потім він піднімає бак в таке становище, щоб спорожнити його. Робот також має автоматизовану функцію аварійної зупинки, яка застосовується в тому випадку, якщо система виявляє перешкоду і камеру на верхній частині вантажівки, щоб виявити, якщо якийсь об'єкт знаходиться надто близько до машини. Кнопка

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

аварійної зупинки також може бути застосована, щоб вручну зупинити будь-яку діяльність. Оператор також має можливість контролювати місце розташування робота з кабіни вантажівки.

1.2. Огляд пакувальних пресів для сміття.

У різних галузях, підприємствах і технологічних процесах відповідно утворюються різні потоки відходів, що відрізняються обсягом, щільністю і іншими характеристиками.

Щільність відходів - важлива характеристика, яка повинна враховуватися при зберіганні і транспортуванні. Крім цього, середня щільність того чи іншого виду відходів використовується при перерахунку їх обсягу і маси.

Необхідність ущільнення відходів виникає тоді, коли їх обсяг значний, а щільність невисока. Інакше кажучи, зберігати і возити "повітря" стає не вигідно. Природно, що ті відходи, які мають малу щільність за рахунок повітряних проміжків, мають високий ступінь стисливості. У відповідності з властивостями матеріалу розрізняються і основні характеристики ущільнюючого обладнання.

Неущільнений матеріал вимагає більшого простору в порівнянні з ущільненими (пакований). Іншою перевагою ущільнення є можливість виділення з потоку відходів вторинних ресурсів, особливо таких об'ємних, як картон. Обробка твердих відходів шляхом пресування є доволі ефективним і корисним кроком при проведенні утилізації сміття:

1. Вивіз пресованого сміття обходиться дешевше. Особливо це помітно на прикладі картону або пластмасових пляшок, які після пресування зменшуються в своєму обсязі на 10-15 разів. Таким чином, транспортування одного і того ж кількості сміття займе не дві, а одну поїздку.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2. Вторсировину, що пройшло пресування коштує дорожче, ніж звичайне. При наявності великих обсягів матеріалу, що переробляється, на безпечну утилізацію навіть заробити.

3. Площа для зберігання відходів скорочується до 20 разів. Сміття не розноситься вітром, і більше не доведеться шукати для нього окреме місце. Пресовані брикети можливо акуратно скласти в невеликому приміщенні, не влаштовуючи звалища з картонних коробок на задньому дворі гіпермаркету або офіс-центру.

4. Саме пресувального обладнання досить компактно і не займає багато місця. Преси для твердих побутових відходів досить різні за розмірами і потужності. Продаються і невеликі побутові компактери і величезні гідравлічні промислові преси.

5. Утрамбовані брикети пожегобезпечні, так як в них не залишається порожнин з повітрям. Імовірність загоряння мінімальна.

6. Компаніям, що мають гідравлічний прес, не потрібний додатковий штат співробітників для прибирання сміття. Це величезна економія на заробітній платі.

7. Пакетувальний прес дуже простий в управлінні і монтажі. Для його використання не потрібні спеціальні навички, або фізична сила, достатньо вивчити додається інструкцію.

8. Прес не примхливий в умовах утримання і обслуговування, його можна встановити в неопалюваному приміщенні, на складі або на вулиці під навісом. Йому не страшні низькі температури або інші несприятливі умови. Простота пристрою не дозволяє приладу ламатися.

9. Прес можна під'єднати до системи сміттєпроводу будівлі. А починати роботу він буде автоматично при заповненні.

Пакетувальні преса (рис.1.4) мають різну конструкцію, споживану потужність, зусилля пресування і т.д. В основному застосовуються такі типи пакетувальних пресів:

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Зазвичай пакетувальний прес характеризується розміром тюка, який він виробляє. Ширина, висота і довжина тюка дають в результаті його обсяг. При виборі розміру преса важливо також оцінити обсяг матеріалу, щоб службовцям було простіше завантажувати матеріали в камеру преса (наприклад, якщо розмір аркушів картону більше розміру камери преса або його завантажувального вікна, то службовцям доведеться ламати або різати такий картон). Отже, перш ніж визначитися в розмірах преса, слід з'ясувати типовий розмір окремих шматків ущільнюючих матеріалів.

Простір навколо преса має бути достатнім не тільки для завантаження матеріалу і вивантаження стоси, але і має дозволяти проводити технічне обслуговування (зазвичай близько 300 мм від бічних і задньої сторін преса). Також важлива висота стелі, так як значну частку висоти преса займає гідроциліндр.

Залежно від типу матеріалу, розміру і самої механічної конструкції преса вага тюка може істотно змінюватися. Дуже часто в характеристиках пресів використовується вага тюка з картону як еталон, тому що це найбільш часто пакетувальний матеріал. Крім розміру, вага тюка також є важливим параметром при виборі преса. Це обумовлено конкретними умовами і способом переміщення і навантаження тюків в транспортний засіб.

Іншим критерієм у виборі пакетувального пресу є продуктивність, тобто здатність преса обробити певний обсяг за проміжок часу. Знаючи обсяг матеріалу, який повинен бути ущільнений протягом тижнем або місяці, можна визначити необхідну продуктивність преса. Чим ґрунтовніше підхід до роздільного збору вторинних ресурсів, тим більше характеристик використовується в ухваленні рішення, з тим, щоб збільшити корисний вантаж. Залежно від способу транспортування (трейлер, контейнер або бортовий вантажівка) остаточно визначається розміри і вага тюків, так, щоб максимізувати корисний вантаж.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Глибина роздільного збору також визначає інші критерії як, наприклад, вимоги до сортування та якості вторинної сировини. Для того, щоб отримати максимальний ефект від пакування, матеріали повинні відповідати вимогам покупця.

Оцінити переваги використання пакувальних пресів досить просто. Пакувальний прес, набутий під конкретні цілі та експлуатується з розумом, як правило, завжди себе окупає. Промислових відходів зазвичай не приділяється великої уваги, тому їх ущільнення може принести користь не тільки в плані рециклінгу, а й в плані зниження транспортних і складських витрат. Ущільнені відходи також піддаються більш точному обліку, що в свою чергу дозволяє оцінити заходи по їх скороченню. Ущільнення може забезпечити власника досить точну інформацію про вагу відходів. Знаючи середню вагу кожного тюка і помноживши його на кількість тюків отримують в результаті загальна вага матеріалу за даний період часу, щотижня або щомісяця. У звичайному випадку, коли пакування не використовується, це зробити практично неможливо.

Як згадано вище, є безліч конструкцій пакувальних пресів, пристосованих під конкретні умови. Наприклад, це низькорамні преси (призначені для установки в приміщеннях з низькими стелями), конвеєрні системи (для дуже великих обсягів), преси з великим зусиллям (для жорстких матеріалів), спеціальні преси (наприклад, для ПЕТ пляшок або алюмінієвих банок). Стандартний пакувальний прес часто є кращим вибором через загальну універсальності.

Також своє призначення знайшли мобільні установки по пресуванню твердих побутових відходів (рис.1.5). Застосування мобільних комплексів для пресування сміття дозволяє організувати пересувні пункти вторинної сировини в селах і у віддалених населених пунктах. Такі комплекси дозволяють:

- знизити вартість перевезення ТПВ і обсяг викидається матеріалу на полігон захоронення;

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

- ефективно ліквідувати стихійні звалища;
- зменшити транспортні витрати під час прибирання сміття після масових заходів (суботників, мітингів, народних гулянь і т. П.);
- продовжити термін служби полігонів поховань ТПВ за рахунок зменшення обсягів і використання ТПВ як вторинної сировини;
- поліпшити екологію за рахунок виключення несанкціонованого спалювання ТПВ.

Мобільний комплекс - це пакетувальний прес, змонтований на автомобільному причепі або в кузові вантажних машин. Установка обслуговується двома робочими. Існує три основні моделі мобільного комплексу. Перша модель - з причепом вантажопідйомністю до 750 кг. Друга модель має двовісний причіп вантажопідйомністю до 1500 тон. Третя модель монтується безпосередньо в кузові вантажного автомобіля.



Рис.1.5. Мобільний комплекс для пресування твердих побутових відходів

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Мобільна установки комплектується генераторами електроенергії (дизельними або бензиновими), потужності яких достатньо для забезпечення роботи преса і різного допоміжного обладнання, наприклад, дреля або електропили. Також можлива комплектація електронними промисловими вагами для зважування готових брил.

Окрім промислових масштабів установки для пресування твердих побутових відходів знайшли себе і в ролі побутових приладів. Їх вбудовують в кухонні меблі або просто встановлюють в житлових приміщеннях, місцях громадського харчування на ряду із такими побутовими приладами як посудомийка, холодильник, пральна машина тощо.

Вбудований прес для сміття In Sink Erator Broan Elite Compactor 15SS / VL (рис.1.6) призначений для ущільнення і переробки побутових відходів та різних матеріалів, таких як папір будь-якої щільності, картон, харчовий алюміній (банки, тара), жерсть та вироби з жерсті, скло (пляшки, банки), пластмаса і поліетилен високого та низького тиску (пластикові пляшки, упаковка) в заміських будинках, квартирах без сміттепроводу, на яхтах, річкових і морських судах, теплоходах, залізничному транспорті та цивільної авіації.

Прилад підходить для установки в відділенні шафи під стільницею кухонних меблів (без закріплення до стільниці) або окремо. Рекомендується використовувати тільки спеціальні пакети для сміття, так як звичайні пластикові можуть бути захоплені пресом, тим самим викликати збій в роботі виробу і необхідність в ремонті.

Особливості вбудованих побутових пресів:

1. вбудована система контролю запаху;
2. спеціальна пластина для тиску скляних пляшок і банок;
3. тиск преса із зусиллям 2300 кг дозволяє ущільнити сміття і зменшити обсяг відходів до 6 разів;
4. система легкого ковзання сміттевого контейнера;

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

5. ключ-замок для захисту від дітей;
6. потужний силовий циліндр зі здвоєним поршнем;
7. вбудований відсік для зберігання запасних мішків для сміття;
8. 4 регульованих по висоті опори для компенсації нерівності підлоги;
9. стандартна вилка для підключення до електромережі із заземленням.



Рис. 1.6. Побутовий вбудований прес для відходів

Характеристики:

- обсяг камери для відходів: 40 л;
- максимальна маса стисненого сміття: 30 кг;
- кут відкриття дверцят: 170°;
- довжина кабелю живлення: 1,82 м;
- напруга: 220 В;
- габарити: 377x545x866 мм;

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

- повна вага: 75 кг.

При роботі над цим розділом проведено огляд роботів які задіюють при збиранні сміття та подальшої його утилізації, проаналізовано їхній принцип роботи, конструкцію, способи управління і переміщення. Також розглянуто конструкції гідравлічних пресів для твердих побутових відходів, їхні характеристики та особливості. Опрацьований матеріал в подальшому при розробці проекту вибору схем управління та компонування.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РОБОТА ТА ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ ПРЕСУ ТВЕРДИХ ПОБУТОВИХ ВІДХОДІВ

У першому розділі розглянуто поширені прототипи роботів які виконують функції збору та/або перевезення сміття, вони мають різну будову, характеристики, способи управління, тип живлення тощо., однак жоден із розглянутих не оснащений системою яка ще б могла провести первинну обробку відходів.

Також проведено огляд способів і пресів пакетування сміття. Було з'ясовано що пакетування сміття суттєво зменшує об'єм сміття та покращує рентабельність його транспортування та збільшує можливості для подальшої переробки. Варіативність конструкцій пресів дозволяє вбудовувати їх у виробничі лінії, мобільні машини та навіть в якості побутових приладів.

Отож в цьому розділі слід провести синтез мобільної мехатронної машини – робота, та гідравлічного пакетувального преса поєднуючи їхні переваги та мінімізуючи недоліки.

2.1. Компонування робота.

Основою будь якої мобільної машини є шасі та ходова частина. Для забезпечення нормального пересування основні елементи ходової частини кріпляться до рами. В результаті виходить багатофункціональна конструкція вузлів, яка з'єднує колеса з кузовом. Ходова частина робота (рис.2.1) служить візком і складається з рами, осей, двигунів та коліс. Рама – це основа мобільного робота на якій встановлюються усі агрегати, тому вона має мати оптимальні габарити та масу, які забезпечуватимуть надійність, жорсткість і міцність конструкції. Вона складається з балок, з'єднаних між собою поперечинами. Балки містять набір отворів для кріплень сонячних панелей, маніпулятора, блоку управління, гідравлічної станції та гідравлічного пресу. Поперечні балки 1 (рис. 2.1, рис.2.2) являються привідними – до них за

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

допомогою спеціальних кронштейнів кріпляться двигуни та колеса. Повздовжні балки з'єднують між собою привідні частини візка, також до них кріпляться полегшені швелери за ГОСТ 8278-83, на яких розміщуватимуться прес та маніпулятор.

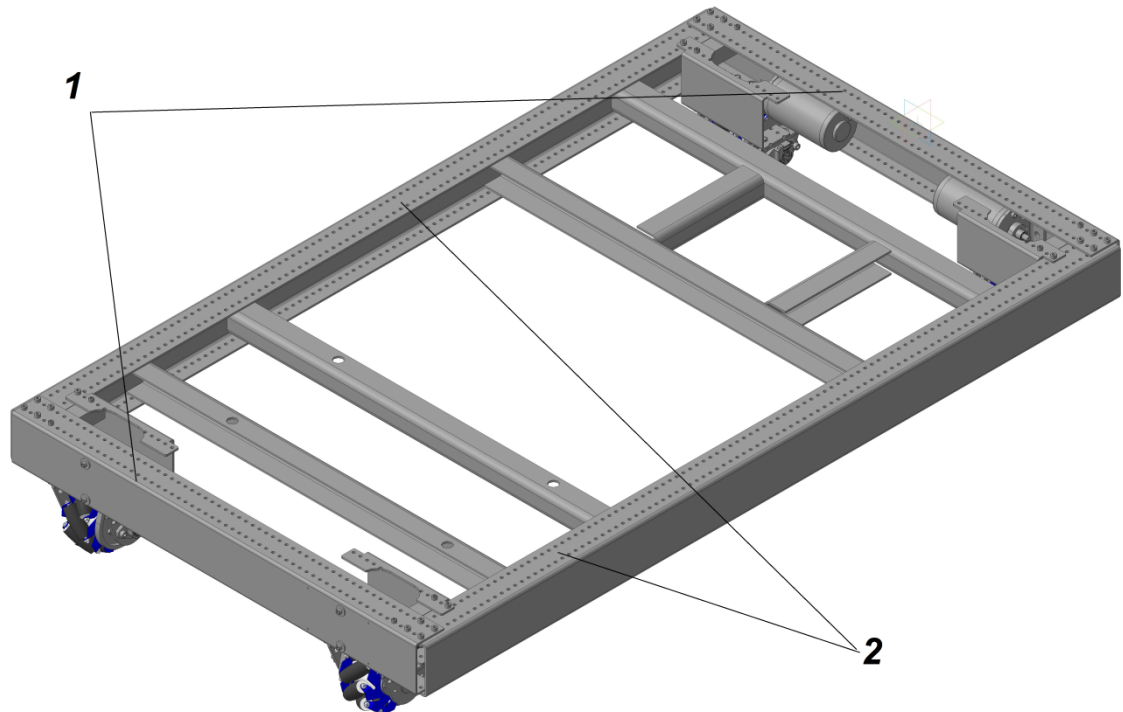


Рис.2.1. Візок робота: 1 – привідні балки; 2 – повздовжні балки

Кожна привідна частина візка (рис.2.2.) містить по два електродвигуна, які передають крутний момент через ланцюгову передачу до відповідних всенаправлених коліс (omnidirectional wheels) або коліс Ілона. Колесо Ілона базується на диску, з рядом прогумованих зовнішніх роликів, косо прикріплених до всієї окружності його обода. Зазвичай ці катки мають вісь обертання 45° - до площини колеса та 45° до осі лінії [4]. Кожне колесо Ілона - це незалежне не рульове привідне колесо, що має власний силовий механізм, і при обертанні створює рушійну силу, перпендикулярну осі ролика, яку можна векторувати на поздовжній та поперечний компонент по відношенню до транспортного засобу. Таке колесо характеризується трьома ступенями

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

вільності: обертання навколо (моторизованої) колісної осі; обертання роликів; обертання навколо точки контакту ролика з поверхнею.

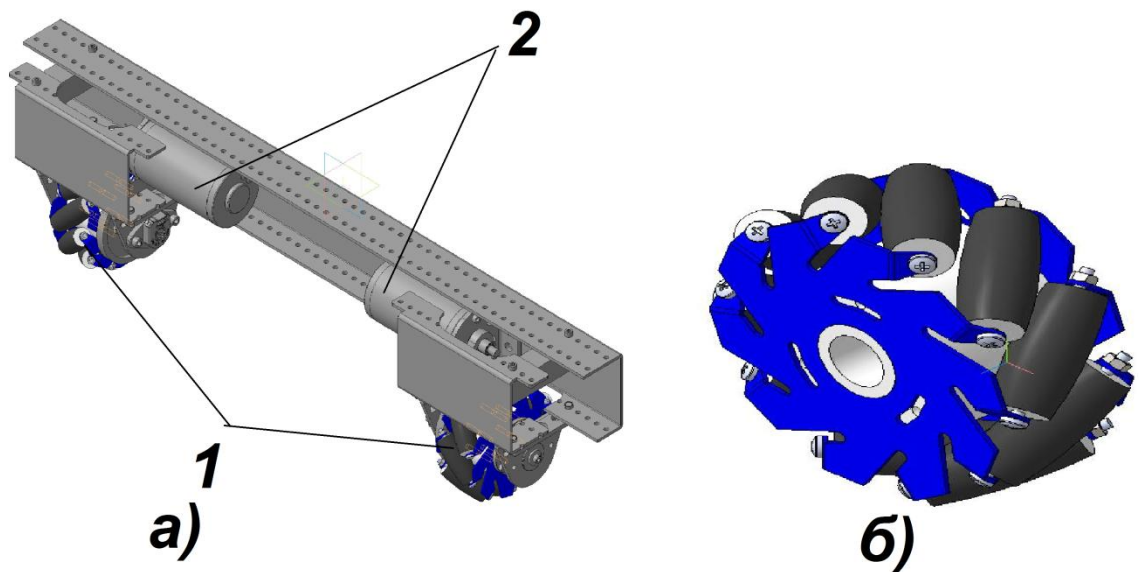


Рис. 2.2. Ходова частина візка: а) привідна балка: 1 – електродвигуни; 2- кріплення коліс; б) – колесо Ілона

Типова конструкція візка на базі багатонаправлених коліс – це конфігурація чотирьох коліс, як показано на мобільній платформі рис. 2.3. Шляхом зміни швидкості та напрямку обертання кожного з коліс, приведення в рух кожного з яких забезпечується окремим двигуном, така конструкція дозволяє рухатись платформі у будь-якому напрямку — не лише вперед-назад, праворуч-ліворуч але і по діагоналі або ж повертати візок на місці на 360°. Головною перевагою є те, що відпадає необхідність у наявності механізму повороту коліс, та рульового механізму як такого, хоч і обертання колеса від привода здійснюється навколо однієї осі, воно може рухатись з невеликим тертям у різних напрямках, тому керування напрямком здійснюється шляхом подачі живлення на відповідні електродвигуни. Хоча гусеничний привід використовує схожий метод для повертання, однак при цьому він може суттєво пошкодити поверхню, якою здійснює переміщення. До того ж для подолання

сил тертя при повороті вимагаються значні крутні моменти. Недоліком коліс Ілона можна назвати складність і деталомісткість конструкції та відносно невеликі швидкості переміщення [4].

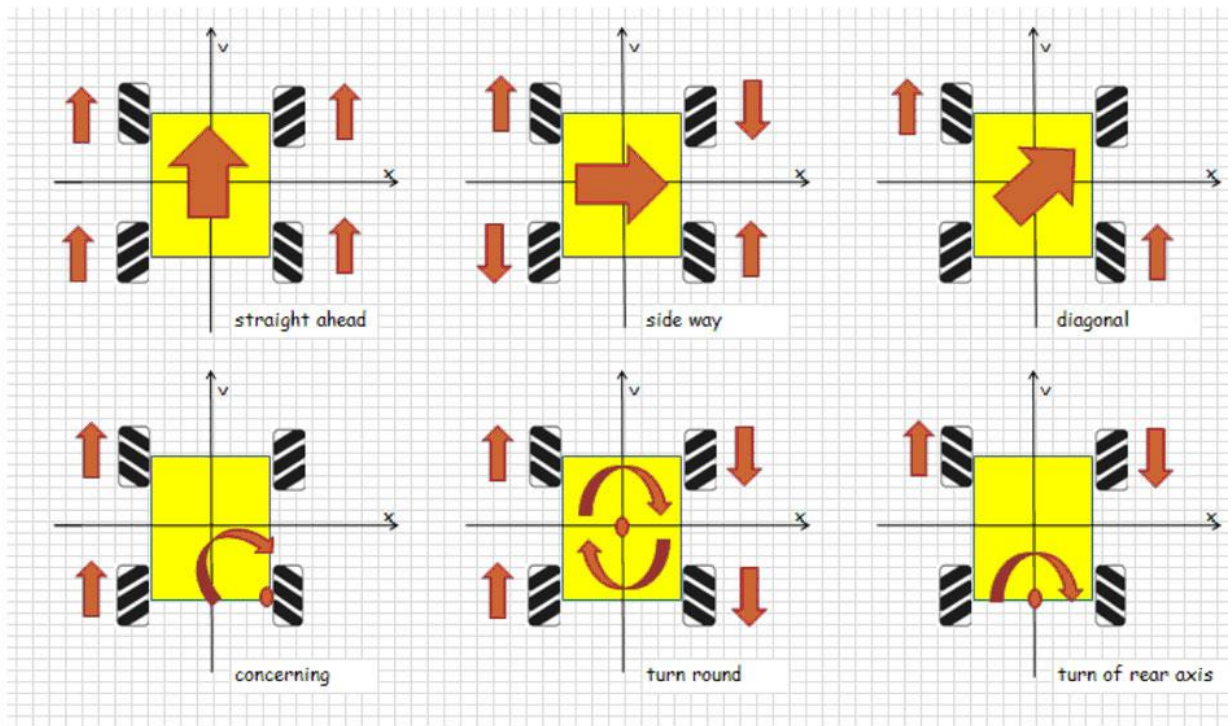
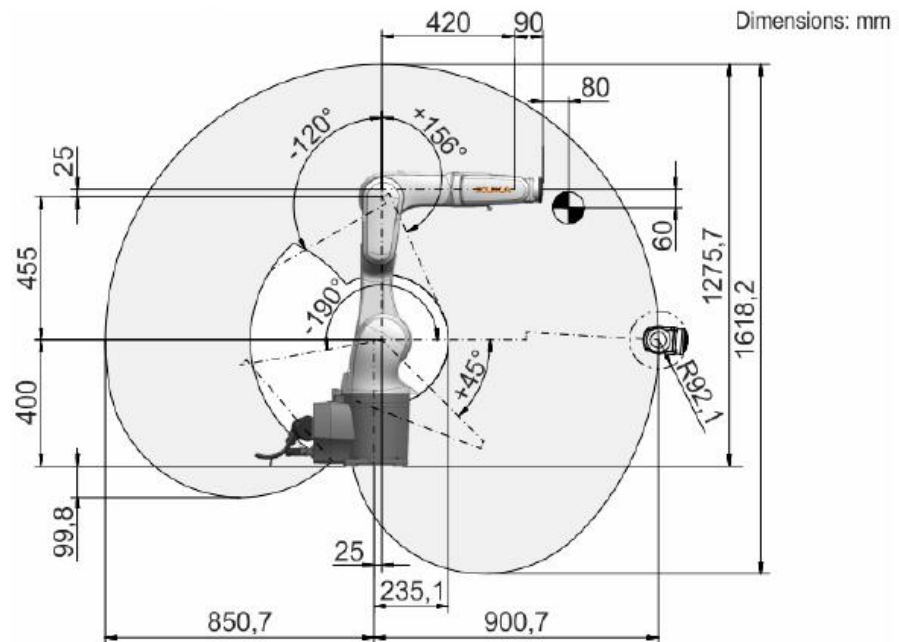


Рис. 2.3. Напрямок руху платформи в залежності від обертання окремих коліс [4]

Після компоновання ходової частини виберемо конструкцію маніпулятора який буде підбирати тверді побутові відходи та переміщати їх в бак пресу для подальшої обробки. Із каталогів промислових роботів [5] обираємо компактний шестиосевий робот KR AGILUS (рис.2.4) який підтримує високу продуктивність. Завдяки міцній конструкції KR AGILUS забезпечує високу точність, стабільність переміщення та тривалу працездатність. Завдяки спеціальному порошковому покриттю і спеціальним ущільненням, що перешкоджає викиду частинок, робот для чистих приміщень має дуже гладку поверхню. Запобігає виділення пилу і частинок, що утворюються в результаті стирання ущільнень. Надійно захищений від бризок води, вологи та інтенсивного впливу навколишнього середовища.

Система управління маніпулятором - KR C4 інтегрується в архітектуру програмного забезпечення Robot Control, PLC Control, Motion Control, і Safety Control та ін. Всі системи управління мають одну базу даних і інфраструктуру. Це дозволяє спростити автоматизацію і зробити її ефективнішою.

Workspace graphic



Payload diagram

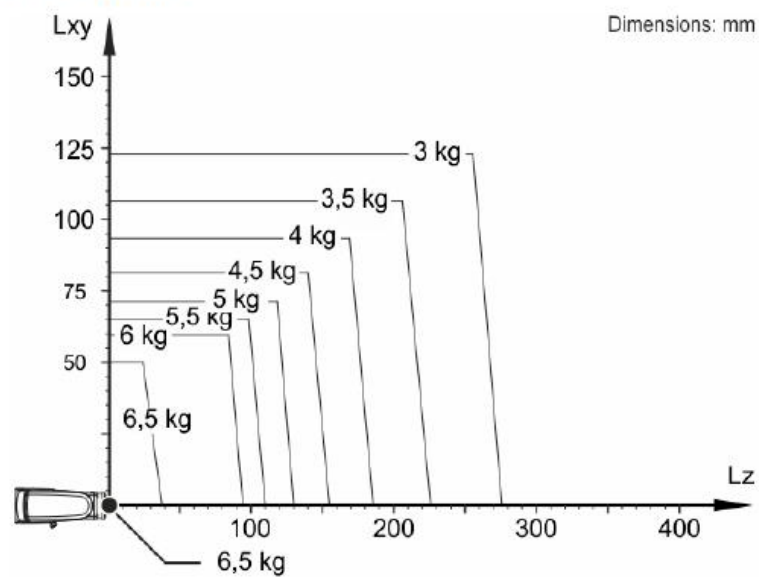


Рис. 2.4. Діаграма робочого простору та навантажувальна діаграма робота KUKA AGULUS KR 6 R900-2 [5]

Потужність звичайного робота зазвичай обмежена діаграмою корисного навантаження. Це пояснюється тим, що корисне навантаження додає додаткові сили тяжіння до ланок робота, що призводить до великих крутних моментів на вхідній ланці.

Робочий простір маніпулятора - частина простору, обмежена поверхнями огинають до безлічі можливих положень його ланок, він визначається кінематичною схемою, і зв'язками між її ланками. Робочий простір маніпулятора повинен забезпечувати можливість підіймати сміття із поверхні не вищої за ту на якій розміщуються колеса платформи. Розроблення алгоритму для автоматичного розрахунку меж робочої зони (РЗ) маніпулятора полягає в почерговому переборі ділянок кордону РЗ шляхом руху в межах допустимих кутових діапазонів одного ступеня рухливості при всіх інших, які перебувають або в центрі діапазону (в початку процесу), або на черговий межі діапазону. Геометрично всі межі шуканої РЗ у ангулярних маніпуляторах утворюють дуги кіл, еквідистантні (рівновіддалені) їх "вихідним дугам".

Вузлом обробки твердих побутових відходів які підбиратимуться являється гідравлічний прес (рис. 2.5). Він складається із каркасу 1, виконаного із зварених між собою швелерів, які забезпечуватимуть жорсткість і міцність конструкції. У деталях каркасу зроблені отвори для зменшення маси конструкції. Гідроциліндр 2, що здійснюватиме пресування твердих відходів розташований вертикально, і кріпиться фланцем до верхніх балок. Гідроциліндр має порожнистий шток, через це маса при тих же габаритах буде меншою. До штока приєднана зварна пресувальна плита 3, розмірі якої відповідають розмірам поперечного перерізу бака, у якому безпосередньо буде відбуватися пресування. До бака сміття потраплятиме через похилий лоток 4. Після того як бак повністю заповниться відпресованим сміттям він буде відвантажуватись за допомогою гідроциліндра 7, який шпильками кріпиться до плити, що з'єднана із рамою преса. Рух бака буде здійснюватися по роликах 6.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Ролики підібрані важкої серії, оскільки вони мають витримувати зусилля яке передаватиметься їм при пресуванні.

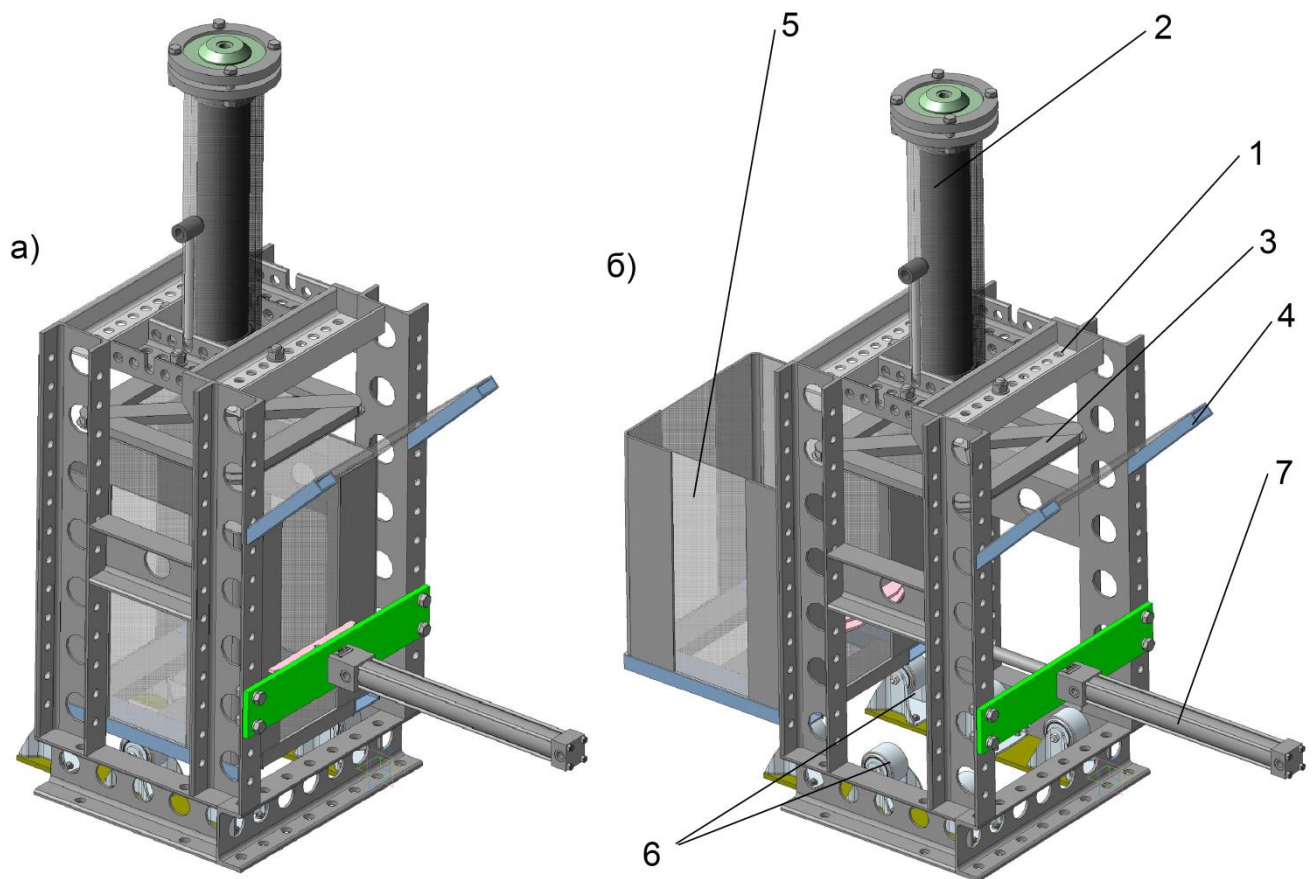


Рис.2.5. Прес для пакування твердих побутових відходів у режимі пресування (а) та при подачі бака на відвантаження: 1 – рама; 2 – пресувальний гідроциліндр; 3 – пресувальна плита; 5 – бак; 6 – ролики; 7 – гідроциліндр подачі баку на відвантаження

2.2. Розробка принципової гідравлічної схеми.

Гідравлічна система мобільного робота призначена для пресування твердих побутових відходів і подачі уже пакованого сміття на відвантаження. Відходи відбираються маніпулятором і ним же переміщується до баку, який є складовою частиною преса, і в якому безпосередньо здійснюється їхня обробка тиском, тим самим суттєво зменшуючи об'єм і збільшуючи щільність сміття.

Гідросистема являється частиною машини яка працюватиме автономно, у зв'язку зі специфічними режимами і умовами експлуатації до неї ставляться наступні вимоги:

- стійкість проти вібрацій, захищеність від пилу, здатність до роботи в широкому діапазоні змін температури навколишнього середовища;
- зменшення габаритних розмірів, маси, подачі насосної установки, ємності гідросистеми, баків і витрат робочої рідини за рахунок збільшення тиску в гідросистемі;
- використання робочої рідини яка максимально продовжує працездатність ущільнень, пар тертя в клапанах, гідроциліндрах і т.д;
- забезпечення роздільної і сумарної зміни робочого об'єму гідромашин з регуляторами дискретної і безперервної дії, що керуються автоматично в залежності від дії зовнішнього навантаження;
- збільшення технічного ресурсу гідроапаратів за рахунок збільшення тонкості фільтрації рідини;
- використання якомога більш уніфікованого обладнання;
- придатність до технічного обслуговування безпосередньо в умовах експлуатації;
- можливість акумуляції та/або рекуперації енергії при холостих ходах виконавчих гідравлічних машинах.

Принципова схема гідравлічного пресу для пакування побутових відходів зображена на рис. 2.6. Виконавчими пристроями гідравлічної системи є гідроциліндри Ц1 та Ц2. Гідроциліндр Ц1 перетворює гідравлічну енергію тиску рідини на зусилля яке здійснює пресування твердих відходів. Коли бак, де відбувається пресування, заповнюється по окремій команді, коли робот знаходиться у визначеній зоні гідроциліндр Ц2 здійснює подачу бака на відвантаження. Опорожнення бака відбувається вручну, або механізмами які не входять до складу робота. Насосна установка складається із електродвигуна постійного струму Дв та нерегульованого гідронасосу Н.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

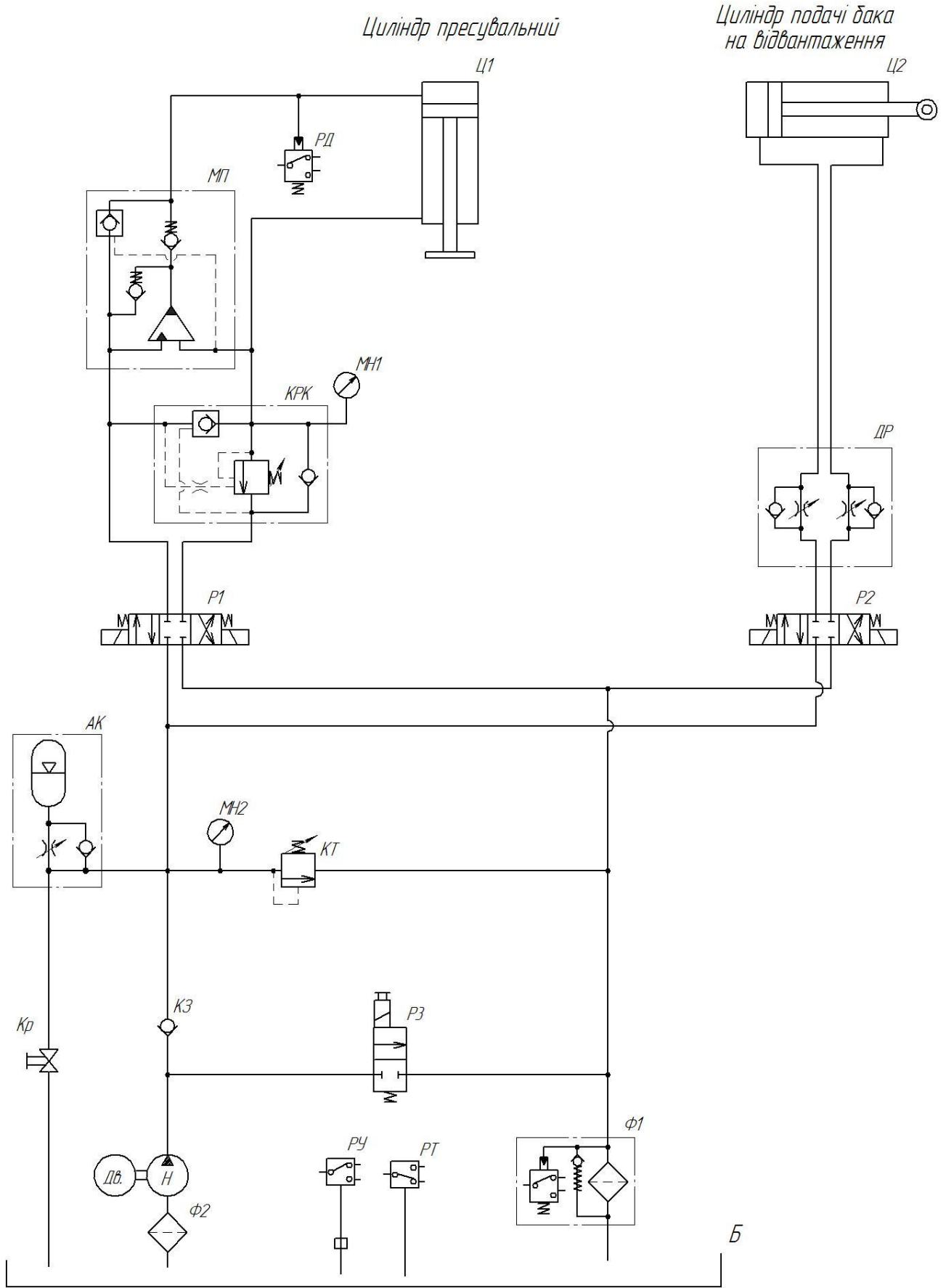


Рис.2.6. Гідравлічна принципова схема пакетувального пресу

Живлення електродвигун може отримувати як від сонячних панелей так і від акумулятора. Для увімкнення насосної установки без навантаження в схемі передбачено клапан розгрузки насоса РЗ з ручним дублюванням. Робочий тиск обмежується переливним клапаном КТ і налаштовується з допомогою манометра М2. В гідравлічному баку встановлено реле рівня РУ та реле температури РТ для контролю рівня і температури робочої рідини відповідно. Як зазначалось вище, важливою умовою експлуатації являється чистота робочої рідини, для цього встановлено всмоктувальний Ф2 та зливний Ф1 фільтри. Для можливості роботи без увімкнення насосної установки або при відсутності електричного живлення, а також для можливості завершення циклу при аварії передбачено гідравлічний акумулятор АК. Розрядка акумулятора відбуватиметься відкриттям шарового крану Кр. Керування подачею рідини до гідроциліндрів і її напрямком здійснюється трьохпозиційними розподільниками. В нейтральному положенні розподільники запобігають руху поршнів гідроциліндрів під дією зовнішніх сил.

Клапан регенерування контуру КРК, який встановлено в схемі управління гідроциліндром Ц1 дозволяє відбирати робочу рідину із штокової порожнини гідроциліндра і відправляти її через клапан в лінію тиску, додаючи її до основного потоку насоса, таким чином збільшуючи швидкість переміщення поршня. Коли тиск в клапані досягає значення, яке відповідає початку пресування рідина із штокової порожнини відправляється через зливну лінію в бак, тим самими відновлюючи схему роботи без регенерування. Таким чином за допомогою клапана КРК здійснюється швидкий підвід штока гідроциліндра до поверхні сміття де починатиметься пресування, і в той же час він забезпечує вимогу малої швидкості робочого такту пресу. Налаштування на відповідний тиск проводиться з допомогою манометра МН1. Клапан регенерування контуру зменшує загальний час роботи насосної станції, тим самим зменшуючи споживання електроенергії.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Окрім підвищення ефективності гідросистеми по витраті здійснюється підсилення тиску насоса та гідроаккумулятора безпосередньо під час етапу пресування відходів. Цю функцію виконує мультиплікатор МП miniBOOSTER - це гідравлічний підсилювач із зворотньо-поступальним переміщенням поршневого робочого органу.

Він автоматично збільшує випуск у гідроконтурі силового виконавчого механізму на величину, пропорційну коефіцієнту підсилення. При цьому компенсуються виникаючі в ній внутрішні перетікання робочої рідини. Схема роботи системи гідропідсилювача miniBOOSTER показана на рис. 2.7.

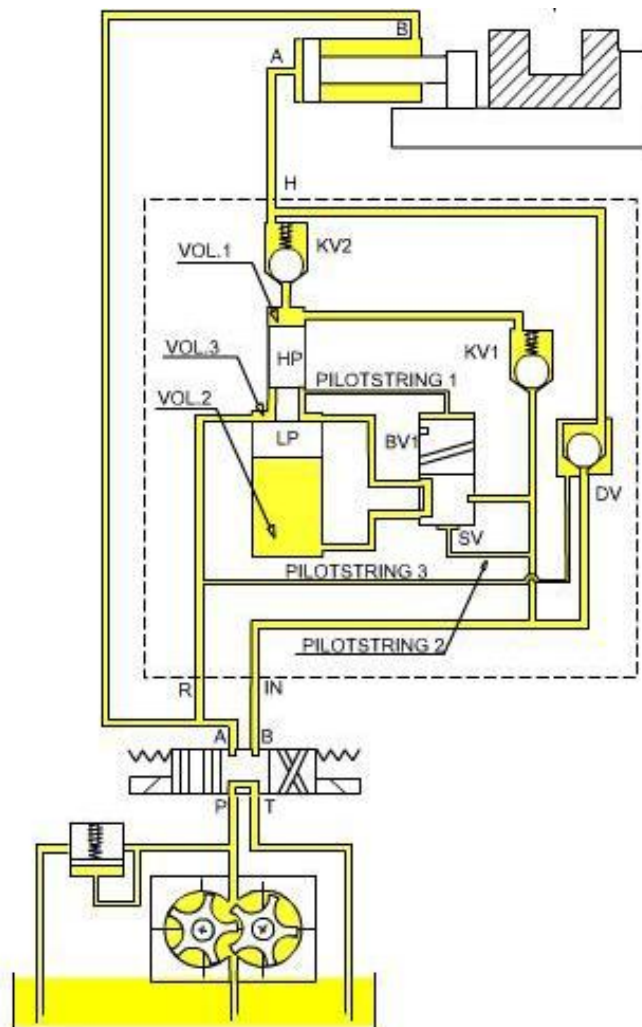


Рис.2.7. Схема роботи гідравлічного мультиплікатора [6]

Конструкція включає в себе робочий орган, на якому виконані поршень низького тиску LP, та поршень високого тиску HP. Рух поршня керується трьохлінійним двопозиційним золотником BV1. Його переміщення здійснюється під дією гідравлічних сигналів, що поступають по пілотному каналу 1 і 2 в торцевих порожнинах. Гідросистема містить зворотні клапани KV1 і KV2 та клапан зкидання тиску DV.

Гідравлічна рідина від насосного агрегату подається в порт IN контуру посилення тиску. Вона вільно перетікає через зворотні клапани KV1, KV2 і DV і через випускний порт H поступає у виконавчий силовий гідроциліндр, який починає робочий рух.

Коли виконавчий гідроциліндр зустрічає великий опір, тиск в його поршневій порожнині (порт A - H) зростає до значення, що подається насосом. Зворотні клапани KV2 і DV закриваються. Гідравлічна рідина від насоса через зворотний клапан KV1 направляється в порожнину Vol1 і, впливаючи на поршень HP, переміщує його вниз.

Як тільки бокова поверхня поршня HP відкриє пілотний канал 1, робоча рідина почне надходити в торцеву порожнину золотника BV1 і змістить його в іншу позицію. Золотник BV1 відкриє доступ рідини від насоса в робочу порожнину Vol2. Поршень LP почне підніматися вгору. При цьому поршень HP витісняє рідину в виконавчий гідроциліндр, розвиваючи високий тиск. Величина високого тиску визначається відношенням площ поршня низького тиску LP до поршня високого тиску HP.

При досягненні поршнем HP верхнього крайнього положення, пілотна лінія 1 через проміжну порожнину Vol3 з'єднується зі зливом. Під дією керуючого потоку, що надходить з пілотної лінії 2, золотник BV1 піднімається вгору, з'єднуючи порожнину Vol2 з проміжною Vol3 і, відповідно, зі зливом. Робоча рідина від насоса, проходячи через зворотний клапан KV1, надходить в порожнину Vol1 і опускає поршні HP і LP вниз. Зворотний клапан KV2 залишається закритим, оскільки на нього діє високий тиск робочої рідини, що

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

знаходиться в каналі Н. Цикл повторюється до тих пір, поки у виконавчому гідроциліндрі не буде досягнуто необхідний кінцевий тиск. Після цього гідропідсилювач зупиняється, відновлюючи роботу тільки для підтримки високого тиску в каналі Н (виконавчому гідроциліндрі).

Скидання високого тиску з каналу Н може бути здійснено через керований зворотний клапан DV. Підключення порту R до насоса, а порту IN до зливу, змушує робочу рідину прямувати в пілотну лінію 3 і відкрити керований зворотний клапан DV, який з'єднує канал високого тиску Н зі зливом.

Під час роботи над цим розділом було проведено компонування робота для збирання і обробки твердих побутових відходів. Підібрано ходову частину робота та маніпулятор, обрано спосіб управління та тип живлення виконавчих механізмів, також розроблено конструкцію пресу та гідросистему пресу. Гідросистема забезпечує обробку сміття тиском, та подачу пакетованих відходів на відвантаження. Гідравлічна схема дозволяє роботу в режимі без увімкнення насосної установки, також вона зменшує використання енергоресурсів за рахунок використання рекуперуючих та підсилюючих компонентів.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКИ ГІДРОПРИВОДУ

У попередньому розділі було обрано конструкцію преса та робота, розроблено принципову схему гідросистеми, описано її принцип дії. Зараз на даному етапі роботи необхідно розрахувати основні параметри: зусилля яке розвиватиме прес, геометричні розміри гідроциліндрів, тиск, витрата та потужність гідравлічної станції, обрати оптимальну робочу рідину, за результатами розрахунків обрати апаратуру яка буде забезпечувати відповідні умови роботи. Оскільки прес працюватиме під навантаженням необхідно відповідальні його частини перевірити на міцність.

3.1. Розрахунок зусилля пресувального гідроциліндра.

Мета пресування відходів - зменшення їх обсягу за рахунок ущільнення.

Відповідність процесу пресування технічним вимогам процесу зменшення обсягу твердих відходів обумовлено специфічною природою і станом вступників матеріалів. Незалежно від того, є ТПВ сухі або вологими, вони представляють собою здебільшого двофазні системи - тверді частинки і порожнечі. Простір, заповнений повітрям, як правило, у багато разів більше простору, зайнятого твердими частинками. Таким чином, тільки за рахунок видалення цих пустот може бути досягнуто значне зменшення обсягу. Видалення пустот при ущільненні залежить від прикладеного тиску: чим воно більше, тим менше залишається пустот. Тиск прикладається до тих пір, поки тверді частки не спресуються разом настільки щільно, що сформують твердий брикет. Ця здатність окремих частинок, складових суміші твердих відходів, триматися разом навіть після того, як тиск знято (і без додавання сполучних компонентів), забезпечує необхідну стійке зменшення обсягу, тобто утворення стабільних міцних і компактних брикетів.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У загальному випадку ТПВ можна розглядати як сипучу деформуючу суміш твердих частинок різної форми і розмірів. Проміжки між частинками і пори самих частинок заповнені водою і повітрям. Для вирішення завдання розподілу напружень в середовищі ТПВ при їх ущільненні в камері пресового пристрою прийнятий ряд припущень:

- ТПВ розглядаються як суцільна деформуєме середовище, щільність якого у всьому обсязі однакова;
- при стисканні в товщі матеріалу можуть виникати напруги стиснення і дотичні напруження зрізу;
- в процесі стиснення щільність матеріалу безперервно зростає;
- початкові напруги в матеріалі дорівнюють нулю (при відсутності зовнішніх навантажень);
- зусилля при статичному стиску не залежать від швидкості деформації;
- нормальні напруги в кожній точці перетину, перпендикулярному осі камери, однакові;
- в камері пресування на матеріал діють об'ємні сили (сила тяжіння, сила інерції) і гранична сила (сила тиску).

Зроблені припущення дозволяють вважати похідну тиску (dP) по щільності ($d\gamma$) функцією прикладеного тиску [7]:

$$\frac{dP}{d\gamma} = f(P)$$

Дослідження, проведені на середовищах, які при певних умовах можна прийняти за модель середовища, що містить ТПВ, дозволили встановити вплив характеру прикладання навантаження на параметри ущільнення матеріалу. Міцність елементів, що входять до складу ущільнюваного середовища (ТПВ), значно перевищує міцність зв'язку між ними, тому ущільнення таких матеріалів

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

відбувається в основному за рахунок взаємного переміщення частинок твердої фази і зменшення внаслідок цього пористості матеріалу.

Робота, що витрачається на ущільнення, витрачається на подолання сил взаємодії і тертя між частинками твердої фази і тертя їх об стінки камери пресування.

Для ефективного ущільнення матеріалу напруження в ньому не повинні перевищувати межі його міцності. В іншому випадку поверхня матеріалу виходить пухкою.

Встановлено, що найкращі результати ущільнення виходять при умові:

$$\sigma_0 = (0,9 \dots 1,0) \sigma_B,$$

де σ_0 – нормальне контактне напруження, МПа; σ_B – границя міцності матеріалу, МПа.

При тиску до 0,5-1,0 МПа ущільнення відходів відбувається в основному за рахунок зменшення об'ємних розмірів крупногабаритних пустотілих фракцій ТПВ (наприклад, мнуться і ламаються ємності і коробки). Обсяг ТКО при цьому зменшується в 5-10 разів залежно від їх вихідного складу і властивостей, а їх щільність досягає 0,6...0,8 т/м³. Подальше збільшення тиску пресування до 10-20 МПа призводить до зниження пористості відходів, а також до інтенсивного виділення вологи, обсяг кип знижується ще в 2,0-2,5 рази, а об'ємна вага збільшується в 1,5 рази в порівнянні з пресуванням при тиску 0,5-1,0 МПа і досягає 1,2 т/м³.

Для ефективного ущільнення ТПВ, мають підвищену вологість, необхідно прикладати навантаження за схемою повільного зростання і тривалої дії навантаження.

Пресування відходів може проводитись безпосередньо в місці їх збору, так і в процесі транспортування і переробки (табл. 3.1.).

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Таблиця 3.1

Способи пресування відходів при зборі, транспортуванні і переробці [7]

Спосіб пресування	Питомий тиск кгс/см ²	Ступінь ущільнення
<p>При зборі:</p> <p>Пресування «сухих» відходів в установах і підприємствах:</p> <ul style="list-style-type: none"> - запресовка в мішки - запресовка в кіпи з перев'язаним дротом. <p>Пресування побутових відходів під каналом сміттєпровода житлових будинків:</p> <ul style="list-style-type: none"> - запресовка в мішки - запресовка в змінні контейнери сміттєвозів. 	<p>1,0-1,6</p> <p>1,6-2,0</p> <p>1,0-1,6</p> <p>2,0-3,5</p>	<p>3-5</p> <p>4-6</p> <p>2-3</p> <p>6-10</p>
<p>При транспортуванні:</p> <p>Пресування в сміттєвозі.</p> <p>Пресування при перевантаженні із маневрового сміттєвоза в крупновантажний.</p> <p>Пресування при перевантаженні із пневмотранспортної системи в сміттєвоз.</p>	<p>0,2-1,0</p> <p>4-8</p> <p>4-8</p>	<p>1,5-2,0</p> <p>8-10</p> <p>10-15</p>
<p>При переробці</p> <p>Брикетування суміші подрібнених відходів</p> <p>Виготовлення із відходів крупних блоків з подальшим використанням їх в якості будівельних елементів</p>	<p>20</p> <p>50-300</p>	<p>5-10</p> <p>10-18</p>

Розрахунок зусилля яке має розвивати пресувальний гідроциліндр, а також розрахунок його геометричних параметрів (рис.3.1) та інших характеристик гідравлічної системи залежить від питомого тиску обробки та ступеня ущільнення сміття, а вони в свою чергу визначаються від способу

пресування. Обираємо оптимальний варіант який дозволить зручно перевантажувати відходи після їх збору роботом, при цьому має високий ступінь стиснення і вимагає середніх значень зусиль, а саме пресування при перевантаженні із маневрового сміттєвоза в крупногабаритний. Для подальших розрахунків обираємо:

- питомий тиск пресування відходів в баці мобільного робота $p_{II} = 5$ кгс/см²;
- ступінь стиснення 5 із щільністю $\gamma_{max} = 0.6$ т/м³ (рис.3.1).

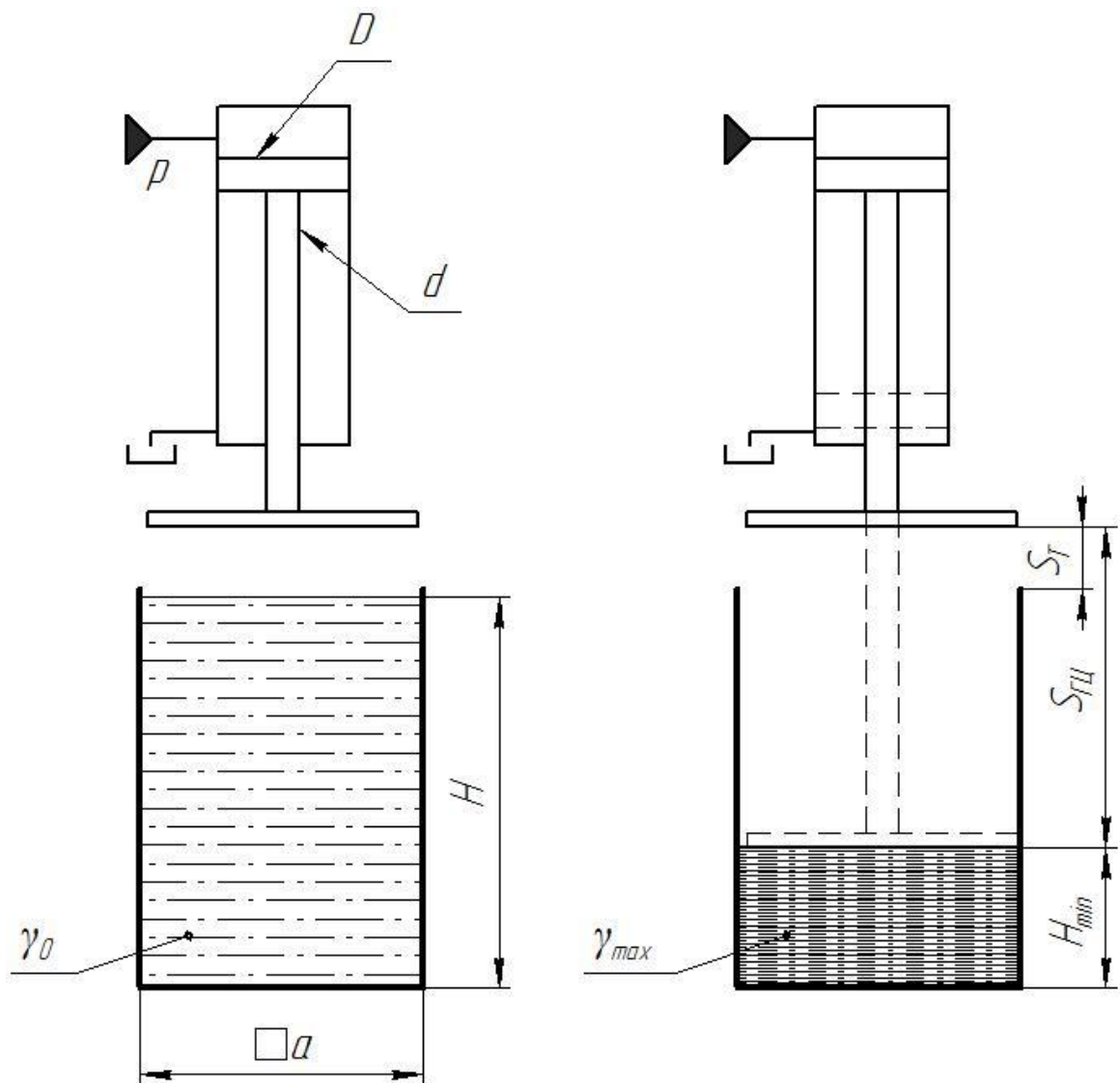


Рис. 3.1. Схема роботи пресувального циліндра: γ_0 – початкова щільність ТПВ; γ_{max} – щільність після пресування; H , a – розміри контейнера; H_{min} – висота

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

ущільнених ТПВ; $S_{ГЦ}$ –робочий хід гідроциліндра; S_T – технологічний хід гідроциліндра; $a = 0,3$ м. – розміри поперечного перерізу бака; D, d – діаметри поршня і штока пресувального гідроциліндра

Визначаємо площу пресувальної плити $F_{Пл}$ гідроциліндра, яка буде безпосередньо тиснути на поверхню сміття в баку, її розміри відповідають розмірам поперечного перерізу бака:

$$F_{Пл} = a \times a = 0,3\text{м} \cdot 0,3\text{м} = 0,09\text{м}^2$$

Як вище було зазначено для обраного режиму питомий тиск пресування складає $p_{П} = 6 \text{ кгс/см}^2 = 0,6 \text{ МПа}$. Тоді зусилля яке повинен розвивати шток:

$$P = p_{П} \cdot F_{Пл} = 0,5\text{МПа} \cdot 0,09\text{м}^2 = 0,045\text{МН} = 45\text{кН}$$

3.2. Розрахунок гідроциліндрів.

Знаючи зусилля яке має розвивати гідроциліндр для забезпечення необхідного рівня стиснення сміття можемо визначити його розміри, та тиск який необхідно подавати в його поршневу. Діаметр поршня і штока гідроциліндра можна визначити із рівняння рівноваги сил:

$$p_1 \cdot F_1 - p_2 \cdot F_2 - P' = 0$$

де, p_1 – тиск в робочій порожнині гідроциліндра (рис. 3.2); p_2 – тиск в зливній порожнині (рис. 3.2), $p_2=0,3..0,5$ МПа; F_1 – площа поршня; F_2 – площа поршня з боку штокової порожнини; P' – повне навантаження з врахуванням

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

механічного ККД; $\eta_M = 0,93...0,97$ – механічний ККД пресувального гідроциліндра [8].

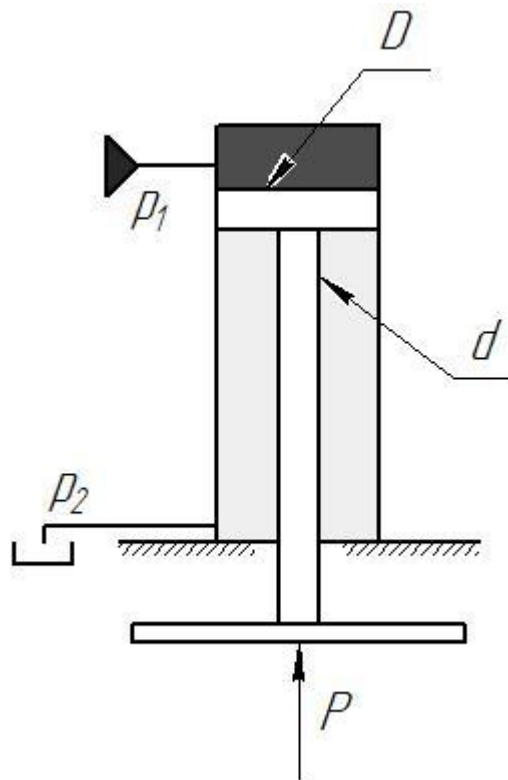


Рис. 3.2. Схема навантаження гідроциліндра

Номінальним тиском $p_{ном}$ називають найбільший надлишковий тиск, при якому гідравлічна система повинна працювати протягом встановленого терміну служби зі збереженням закладених характеристик та норм. В гідросистемі мобільного робота найбільшим тиском буде тиск під час ущільнення відходів пресувальним гідроциліндром, відповідно усі розрахунки проводитимуться з врахуванням цього параметра.

Згідно до ГОСТ 12445-80 (СТ СЕВ 518-77) номінальний тиск (МПа) вибирають із наступного ряду [8]: 0,1; 0,16; 0,25; 0,4; 0,63; 1; 1,6; 2,5; 4; 6,3; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250.

Оскільки гідравлічний прес мобільного робота буде працювати в легкому режимі, тобто характер роботи буде періодичним не постійним, не пов'язаним з технологічним циклом. Для таких умов роботи рекомендовані значення

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

номінального тиску від 5 до 12,5 МПа. В якості номінального тиску обираємо значення 6,3 МПа. Для гідроциліндра шток якого працює на стиск знайдемо діаметр поршня із виразу:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2 / \psi)\eta_m}},$$

ψ – коефіцієнт співвідношення площ циліндра з боку поршневої і з боку штокової порожнини:

$$\psi = \frac{F_1}{F_2} = \frac{D^2}{(D^2 - d^2)}.$$

Коефіцієнт ψ в залежності від умов роботи гідроциліндра і його конструктивних особливостей має наступні значення [8]:

- зі зменшеним діаметром штока $\psi = 1,25$;
- із нормальним діаметром штока $\psi = 1,33$;
- із збільшеним діаметром штока $\psi = 1,6$.

Так як шток гідроциліндра, з міркувань мінімізації маси буде порожнинним приймаємо значення $\psi = 1,6$. Тоді:

$$\begin{aligned} D &= \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2 / \psi)\eta_m}} = \\ &= \sqrt{\frac{4 \cdot 45 \text{кН}}{\pi(6,3 \text{МПа} - 0,3 / 1,6) \cdot 0,95}} = 0,099 \text{м} = 99 \text{мм} \end{aligned}$$

Найближчим до розрахованого діаметру за стандартом ДСТУ 12447-80 є значення $D = 100 \text{мм}$.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Розраховуємо діаметр штока враховуючи коефіцієнт відношення площ гідроциліндра:

$$d_1 = D_1 \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 100 \sqrt{1 - \frac{1}{1.6}} = 63.2 \text{ мм.}$$

В якості діаметра штока приймаємо більше стандартне значення із головного ряду по ДСТУ 12447-80 $d = 80 \text{ мм}$.

Після вибору стандартних значень діаметрів гідроциліндра визначаємо реальний тиск в поршневі порожнині гідроциліндра, цей тиск і буде максимальним тиском який повинна розвивати гідросистема пресу:

$$p_o = \frac{p_2 \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4} + P}{\left(\frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot d^2}{4}\right) \cdot 0.95} = \frac{0.3 \text{ МПа} \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} - \frac{\pi \cdot 0.08^2}{4}\right) + 45 \text{ кН}}{\frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} \cdot 0.95} = 6 \text{ МПа.}$$

Загальний хід гідроциліндра складається із технологічного ході S_T (відстань між пресувальною плитою і верхом бака у положенні коли шток циліндра втягнутий) та робочого ходу $S_{ГЦ}$ (відстань між верхньою кромкою бака і мінімальним рівнем сміття після його ущільнення) (рис. 3.1). Із конструктивних міркувань $S_T = 75 \text{ мм}$. $S_{ГЦ}$ розраховуємо із умов стиснення відходів у баці. Для обраного питомого тиску і умов пресування ступінь стиснення становить 5. Тоді мінімальна висота спресованого сміття становить:

$$H_{\min} = H / 5 = 400 \text{ мм} / 5 = 80 \text{ мм} = 0,8 \text{ м}$$

де, H – висота порожнини бака.

Тоді робочий хід гідроциліндра становить:

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$S_{ГЦ} = H - H_{\min} = 400\text{мм} - 80\text{мм} = 3,2\text{м}$$

Визначаємо загальний хід гідроциліндра S:

$$S = S_{ГЦ} + S_T = 320\text{мм} - 75\text{мм} = 395\text{мм} = 0,395\text{м}$$

Обираємо розміри відвантажувального циліндра. Навантаження що діє на нього зумовлені масою ущільненого сміття, яке заповняє контейнер. Маса ущільнених відходів залежить від їх щільності і об'єму який вони заповнюють:

$$m = \gamma_{\max} \cdot F_{Пл} \cdot H = 0,8\text{т} / \text{м}^3 \cdot 0,09\text{м}^2 \cdot 0,4\text{м} = 28,8\text{кг}$$

Тоді зусилля що діятиме на відвантажувальний гідроциліндр з врахуванням ККД η що враховує переміщення бака по роликах:

$$P = \frac{m \cdot g}{\eta} = \frac{28,8\text{кг} \cdot 9,8}{0,8} = 352,8\text{Н}$$

Діаметр поршня відвантажувального гідроциліндра:

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(p_1 - p_2 / \psi)\eta_m}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 352,8\text{Н}}{\pi(6,3\text{МПа} - 0,3 / 1,3) \cdot 0,95}} = 0,026\text{м} = 26\text{мм}$$

Обираємо стандартизований діаметр поршня D=32мм.

Діаметр штока:

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

$$d_1 = D_1 \sqrt{1 - \frac{1}{\psi}} = 32 \sqrt{1 - \frac{1}{1.3}} = 15.6 \text{ мм.}$$

Обираємо стандартизований діаметр штока $d=20\text{мм}$.

В якості відвантажувального гідроциліндра обираємо гідроциліндр ATOS СК-32220350-Y001-B1X1 із ходом $s=350\text{мм}$.

3.3. Розрахунок витрати.

Швидкість з якою переміщується гідроциліндр залежить від витрати рідини яка поступає в його порожнини. Технологічний процес пресування не вимагає високих швидкостей переміщення гідроциліндра, навіть, як правило, в цілях безпеки забезпечують низьку швидкість пресування.

Для розрахунку витрати задаємось швидкістю переміщення поршня гідроциліндра під час пресування $v = 0.8 \text{ м/хв}$. Тоді розрахункова витрата:

$$Q_p = v \cdot \frac{\pi D^2}{4} = 0.8 \text{ м/хв} \cdot \frac{\pi \cdot 0.1^2 \text{ м}^2}{4} = 0.00628 \text{ м}^3 / \text{хв} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} = 6.28 \text{ л/хв}$$

Реальне (дійсне) значення витрати буде розраховане після підбору насосного агрегату і відповідно робочого об'єму насоса.

3.4. Розрахунок насосного агрегату і гідроаккумулятора.

На основі отриманих даних у попередніх розрахунках можна визначити параметри насоса, електродвигуна та гідроаккумулятора. Згідно з отриманими параметрами виберемо необхідне каталожне обладнання.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Для вибору електродвигуна визначаємо яка має бути його теоретична потужність:

$$N_T = \frac{Q_p \cdot p_\delta}{\eta_M} = \frac{1 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3 / \text{с} \cdot 6 \text{ МПа}}{0,85} = 0,7 \text{ кВт}$$

Обираємо електродвигун прямого струму Hydronit M46C2ST08 (рис. 3.3) і з напругою $U = 24\text{В}$, потужністю $N = 0,8\text{кВт}$ і частотою обертання $n = 3100$ об/хв.

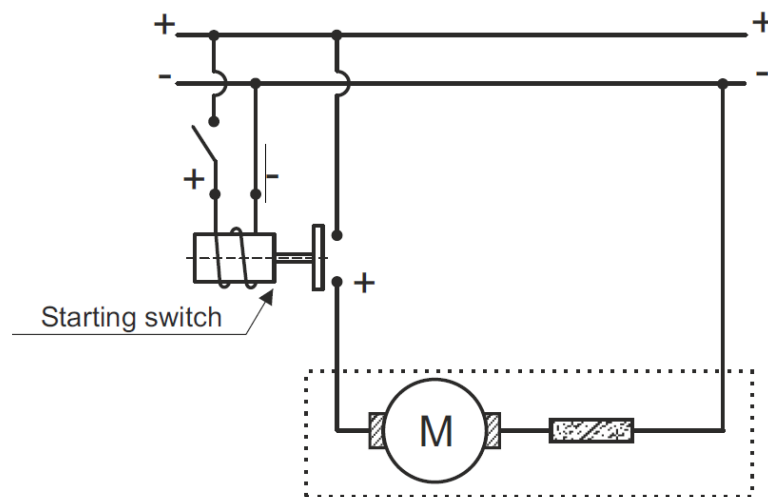


Рис.3.3. Схема підключення двигуна прямого струму Hydronit M46C2ST08

Визначаємо необхідний робочий об'єм насоса q :

$$q \geq \frac{Q_p}{n} = \frac{6,28 \text{ л} / \text{хв}}{3100 \text{ об} / \text{хв}} = 0,002 \text{ дм}^3 = 2 \text{ см}^3$$

За каталогами обираю шестеренний гідронасос Diplomatic 1P-3.3R/11N із робочим об'ємом $q = 2,1 \text{ см}^3$, максимальним робочим тиском $p_{\text{max}} = 23 \text{ МПа}$, об'ємним ККД $\eta_{\text{об}} = 0,94$, загальним ККД насоса $\eta_{\text{Н}} = 0,9$.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Розраховуємо реальну (дійсну) витрату:

$$Q_H = q \cdot n \cdot \eta_{об} = 0.0021 \text{ дм}^3 \cdot 3100 \text{ об / хв} \cdot 0,94 = 6,3 \text{ л / хв} = \\ = 0,0063 \text{ м}^3 / \text{хв} = 0,000105 \text{ м}^3 / \text{с}$$

Дійсна потужність насосної установки:

$$N_D = Q_o \cdot p_{\max} = 0,000105 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot 6 \text{ МПа} = 0,6 \text{ кВт}$$

Розраховуємо фактичну швидкість пресування:

$$v_{\phi n} = \frac{4Q_H}{\pi D^2} = \frac{4 \cdot 0.0063 \text{ м}^3 / \text{хв}}{\pi \cdot 0,1^2 \text{ м}} = 0,802 \text{ м / хв}$$

Оскільки під час холостого опускання штоку гідроциліндра він працює по диференціальній схемі, коли витрата із штокової порожнини йде разом із основним потоком від насоса в поршневу порожнину, тоді швидкість руху штока під час швидкого підводу $v_{шп}$ визначається із виразу:

$$v_{шп} \cdot F_1 = Q_H + v_{шп} \cdot F_2$$

$$v_{шп} (F_1 - F_2) = Q_H$$

$$v_{шп} = \frac{Q_H}{F_1 - F_2}$$

Тоді швидкість швидкого підводу:

$$v_{шп} = \frac{4Q_H}{\pi(D^2 - d^2)} = \frac{4 \cdot 0.0063 \text{ м}^3 / \text{хв}}{\pi(0,1^2 \text{ м} - 0,08^2 \text{ м})} = 2,2 \text{ м / хв}$$

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Гідроакумулятор в системі являтиметься елементом, який дублюватиме роботу гідронасоса з метою економії електроенергії або при несправності насосної установки. Тому обираємо його об'єм в залежності від кількості циклів роботи пресувального та відвантажувального гідроциліндрів. Гідроакумулятор має забезпечувати роботу 3-х циклів спрацювання пресувального циліндра та одного відвантажувального циліндра.

$$V_{Ак} = 3 \cdot \left(\frac{\pi D_1^2}{4} + \frac{\pi d_1^2}{4} \right) \cdot s_1 + \left(\frac{\pi D_2^2}{4} + \frac{\pi d_2^2}{4} \right) \cdot s_2$$

$$V_{Ак} = 3 \cdot \left(\frac{\pi \cdot 0.1^2}{4} + \frac{\pi \cdot 0.08^2}{4} \right) \cdot 0.395 + \left(\frac{\pi \cdot 0.032^2}{4} + \frac{\pi \cdot 0.02^2}{4} \right) \cdot 0.35 = 0.0156 \text{ м}^3 = 15,6 \text{ л}$$

Обираю гідроакумулятор балонний ОМТ А-51С-Е020НК-АС із об'ємом $V = 20 \text{ л}$ та максимальним тиском $p_{\max} = 35 \text{ МПа}$.

3.5. Розрахунок об'єму гідробака.

Об'єм бака під мастило розраховують із умови 2-3 хвилинної роботи насосної установки. Отже:

$$V_M = (2 \dots 3) Q_{н.хв.} = 3 \text{ хв} \cdot 6,3 \text{ л / хв} = 18,9 \text{ л}$$

Повний геометричний об'єм гідробака V_6 – визначають з умови його заповнення на 0,8 висоти:

$$V_6 = \frac{V_M}{0,8} = \frac{18,9}{0,8} = 23,6 \text{ л}$$

Обираю стандартне значення по ГОСТ16770-71 $V_6 = 25 \text{ л}$.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

3.6. Вибір робочого середовища.

Робоча рідина (робоче середовище) в гідроприводі служить для передачі енергії від вхідної данки (вала насоса) до вихідної ланки (валу гідродвигуна або поршня гідроциліндра). Окрім цього вона являється змащувальним і антикорозійним середовищем та виконує ще ряд важливих функцій, визначальних для експлуатаційних властивостей і техніко-економічних показників гідроприводу. При виборі і застосуванні робочих рідин варто враховувати її експлуатаційні властивості, які в свою чергу залежать від багатьох факторів, тісно пов'язаних з умовами експлуатації.

Робоча рідина повинна володіти хорошими змащувальними і антикорозійними властивостям по відношенню до сталі, чавуну, бонзи та алюмінієвих сплавів; високою протипінною стійкістю, що включають утворення повітряно-масляної суспензії і відкладення смолистих осадів, що викликають облітерацію прохідних капілярних каналів і дросельних щілин в гідрообладнанні; термічною і гідролітичною стабільністю в процесі експлуатації.

Обираю гідравлічну рідину АМГ-10, яка широко використовується в мобільній гідравліці. Масло АМГ-10 (авіаційна модифікована гідравлічна рідина) представляє собою горючу рідину, основою якої є нафтова фракція, загущена полімером вінілбутилового ефіру з інгібітором окислення і барвником. Відмінними рисами АМГ-10, як і багатьох інших рідин, які використовуються в системах гідроприводу в авіації, є широкий температурний діапазон для експлуатації та висока стабільність ряду основних характеристик [9].

У гідросистемах, верхня межа температури експлуатації яких не перевищує 125°C, допускається контакт масла в гідравлічних баках як з інертними газами і азотом, так і з повітрям. При роботі олії з перегрівом до 150°C допускається контакт в гідравлічних баках тільки з азотом [9].

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Якщо режими експлуатації рідини такі, що складно забезпечити температуру не більше 125°C, або гарантувати, що подібний перегрів не відбудеться, то і вимоги до контакту рідини з газами посилюються [9].

Таблиця 3.2. [9]

Характеристики рідини АМГ-10

Властивості/параметри	Значення
Основа рідини	Очищена нафтова фракція (гас)
Зовнішній вигляд	Прозора, червоного кольору
Щільність, г/см ³	0.833-0.850
Інтервал робочих температур, °С	Від - 60 до +125
Температура спалаху, °С	92-105
Температура самозапалювання, °С	290-310
Температура застигання, °С	-70 (не вище)
Поверхневий натяг, Дн/см	28.9
Кінематична в'язкість (АСТ) при: а) t=+20°C; б) t=+50°C.	20-23 10-11.3
Токсичні властивості	Малотоксична
Матеріали, що працюють у контакті з рідиною	Практично будь-які
Матеріали трубопроводів і агрегатів; матеріали ущільнень	Матеріали на основі нітрильних каучуків У-14,ІРП-1087,У-14-1
Схильність до деструкції	Піддається механічній деструкції
Корозійна активність стосовно матеріалів системи	Корозійно пасивна

3.7. Гідравлічний розрахунок трубопроводів.

При гідравлічному розрахунку трубопроводів визначаються внутрішній діаметр d і втрата напору Δp на робочій довжині L , що задаються з конструктивних розумінь. Результати даного порівняльного розрахунку будуть приведені в таблиці 3.3.

Внутрішній діаметр трубопроводу можна визначити по витраті рідини [8]:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V_{np}}{4},$$

де V_{np} — припустима швидкість плинину рідини в трубопроводі.

d - внутрішній діаметр трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{np}}}.$$

У лінії нагнітання витрата складає $Q = 6,3$ л/хв. Швидкість у лінії нагнітання приймаємо рівної $V_{np} = 4$ м/с.

У загальній лінії нагнітання знайдемо, значення діаметра:

$$d_{Tn} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.000105}{3,14 \cdot 4}} = 0.0057 \text{ м} = 5.7 \text{ мм}$$

Приймаємо значення $\varnothing 6$ мм.

Для лінії зливу швидкість рідини складає $V_{np} = 2$ м/с.

$$d_{Tzl} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0.000105}{3,14 \cdot 2}} = 0.0082 \text{ м} = 8.2 \text{ мм}$$

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Приймаємо значення $\varnothing 10$ мм.

За вибраним стандартним діаметром трубопроводів з'ясуємо розрахункову величину середньої швидкості на ділянках:

$$V_{\text{нап}} = 4 \frac{Q_T}{3,14 \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.000105}{3.14 \cdot 0.006^2} = 3.7 \text{ м/с}$$

$$V_{\text{зл}} = 4 \frac{Q_T}{3,14 \cdot d_T^2} = \frac{4 \cdot 0.000105}{3.14 \cdot 0.010^2} = 1.4 \text{ м/с}$$

Визначимо число Рейнольдса Re та коефіцієнт гідравлічного тертя λ для кожного трубопровода з використанням рідини АМГ-10:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu},$$

$$\lambda = 75 / Re.$$

де, V — середня швидкість рідини; d — стандартний діаметр; ν — коефіцієнт кінематичної в'язкості робочої рідини.

Для напірного трубопроводу:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{3.7 \text{ м/с} \cdot 0.006 \text{ м}}{21 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 1057 < 2320 \text{ - ламінарний режим.}$$

$$\lambda = 75 / 1057 = 0.07.$$

Для зливного трубопроводу:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{1.4 \text{ м/с} \cdot 0.01 \text{ м}}{21 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2 / \text{с}} = 666 < 2320 \text{ - ламінарний режим.}$$

$$\lambda = 75 / 666 = 0.11.$$

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Визначимо втрати енергії по довжині трубопроводу з використанням рідини АМГ-10:

$$\Delta p_l = \rho \cdot \lambda \cdot \frac{l}{d} \cdot \frac{V^2}{2}$$

Де, ρ - густина робочої рідини ; λ - коефіцієнт гідравлічного опору; l - довжина ділянки трубопроводу; V - середня швидкість рідини; d – діаметр ділянки трубопроводу.

Напірна лінія $l = 2.5\text{м.}$:

$$\Delta p_T = \frac{(0,5\lambda\rho V^2)}{d_T} = \frac{(0,5 \cdot 0,07 \cdot 2,5 \cdot 850 \cdot 3,7^2)}{0,006} = 0,17\text{МПа}$$

Зливна лінія $l = 3\text{м.}$:

$$\Delta p_T = \frac{(0,5\lambda\rho V^2)}{d_T} = \frac{(0,5 \cdot 0,11 \cdot 3 \cdot 850 \cdot 1,4^2)}{0,01} = 0,03\text{МПа}$$

Розраховані дані заносимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3.

Результати гідравлічного розрахунку трубопроводів

Ділянка	Параметр				
	Діаметр, мм	Швидкість, м/с	Re	Коефіцієнт тертя, λ	Втрати тиску, МПа
Нагнітання	6	3,7	1057	0,07	0,17
Злив	10	1,4	666	0,11	0,02

Споживана потужність із врахуванням втрат тиску на тертя в трубопроводах:

$$N_D = Q_d \cdot p_{\max} + \Delta p_H + \Delta p_{зл} =$$

$$= 0,000105 \text{ м}^3 / \text{с} \cdot 6 \text{ МПа} + 0,17 \text{ МПа} + 0,02 \text{ МПа} = 0,65 \text{ кВт}$$

3.8. Розрахунок штока на жорсткість.

Найбільш навантаженим елементом є шток пресувального гідроциліндра, він перетворює тиск насосна на зусилля пресування, крім того для зменшення маси конструкції пресу він був виконаний порожнинним. Тому є необхідність у перевірці його міцності та жорсткості. Дія згинального моменту призводить до росту бокового переміщення (рис. 3.4) і подальшого збільшення згинального моменту, що може призвести до раптової втрати несучої здатності стиснутого елемента. Тому в ряді випадків окрім розрахунків на міцність необхідно обов'язково провести перевірку на стійкість [10].

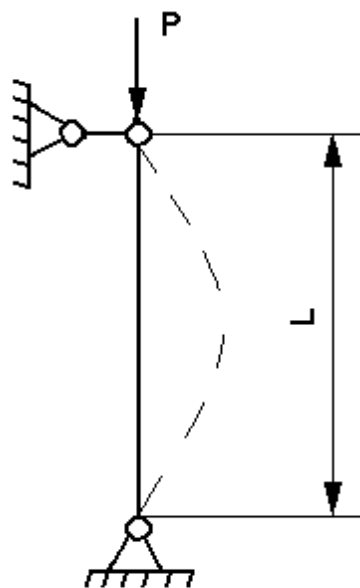


Рис.3.4. Вигинання стержня під осьовим навантаженням

Рівняння стійкості штока на повздовжній згин [10]:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \varphi [\sigma]_{cm}$$

де $P = 45$ кН – навантаження; F – площа поперечного перерізу стержня з врахуванням місцевих послаблень; $[\sigma]_{cm}$ – допустиме напруження на стиск.

φ – коефіцієнт зменшення основного допустимого напруження стержнів залежить від гнучкості λ . Значення λ визначається з рівняння [9]:

$$\lambda = \frac{\mu l}{i}$$

де l – довжина стержня, м; i – найменший радіус моменту інерції поперечного перерізу, рівний квадратному кореню із відношення моменту інерції I_{min} до площі поперечного перерізу F .

$$i = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}}$$

де I_{min} – найменший момент інерції; F – площа поперечного перерізу без врахування місцевих ослаблень.

Коефіцієнт μ залежить від способів кріплення кінців стрижня. При шарнірно закріплених кінцях (рис. 3.5, а) $\mu = 1$; при одному затиснутому і другому вільному (рис. 3.5, б) - $\mu = 2$; при одному затиснутому і другому шарнірно закріпленому (рис. 3.5, в) - $\mu = 0,7$; при обох затиснутих кінцях (рис. 3.5, г) - $\mu = 0,5$ [9].

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

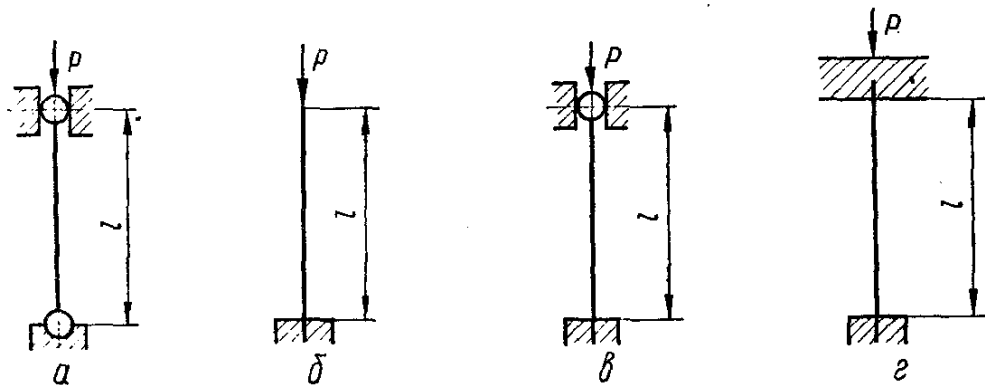


Рис. 3.5. Способи закріплення стрижнів

Визначаємо допустиме напруження на стиск. Шток гідроциліндра виготовлений із матеріалу Сталь 45 (ГОСТ 1050-74) для якого $\sigma_T = 360$ МПа. Коефіцієнт допустимого напруження для порожнинних штоків приймаємо $n = 2.5$.

Допустиме напруження на стиск:

$$[\sigma]_{cm} = \frac{\sigma_T}{n} = \frac{360 \text{ МПа}}{2.5} = 144 \text{ МПа}$$

Знаходимо найменший радіус моменту інерції та площу перерізу із умови, що діаметри штока $D = 0.8$ м, $d = 0.06$ м (рис.3.6).

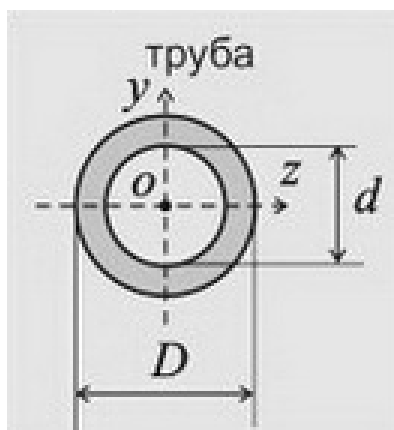


Рис.3.6. Поперечний переріз штока

$$I_{\min} = \frac{\pi D^2}{64} \cdot \left(1 - \frac{d^4}{D^4}\right) = \frac{\pi \cdot 0.08^4}{64} \cdot \left(1 - \frac{0.06^4}{0.08^4}\right) = 0.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

$$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} = \frac{\pi(0.08^2 - 0.06^2)}{4} = 0.022 \text{ м}^2$$

$$i = \sqrt{\frac{I_{\min}}{F}} = \sqrt{\frac{0.6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4}{0.022 \text{ м}^2}} = 0,006$$

Знаходимо значення гнучкості стрижня λ . Довжина штоку l (відстань від кріплення ГЦ до пресувальної плити) становить 400 мм. При способі кріплення гідроциліндра переднім фланцем $\mu = 2$.

Тоді:

$$\lambda = \frac{\mu l}{i} = \frac{2 \cdot 0,4}{0,006} = 133$$

По розрахованому значенні коефіцієнту гнучкості λ визначаємо коефіцієнт повздовжнього згину φ (рис. 3.7) [11]. Як бачимо для значення $\lambda = 133$ підходить значення $\varphi = 0,32$

Тепер визначаємо стійкість стрижня:

$$\sigma = \frac{P}{F} \leq \varphi [\sigma]_{cm}$$

$$\sigma = \frac{45 \text{ кН}}{0.022 \text{ м}^2} = 2 \text{ МПа} \leq \varphi [\sigma]_{cm} = 0,32 \cdot 144 \text{ МПа} = 46 \text{ МПа}$$

Рівність виконується із запасом, отже геометричні розміри задовольняють умови жорсткості та міцності.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Гнучкість λ	Сталь			Чугун			Дюралюмин Д16Т	Гнучкість λ	Сталь			Чугун			Дюралюмин Д16Т
	Ст3, Ст4, 20, 25	Ст5, 35, 40	14Г2, 10Г2С, 15ХСНД	СЧ 15-32, СЧ 12-28, СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48	Ст3, Ст4, 20, 25			Ст5, 35, 40	14Г2, 10Г2С, 15ХСНД	СЧ 15-32, СЧ 12-28, СЧ 18-36, СЧ 21-40	СЧ 24-44, СЧ 28-48			
0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	120	0,45	0,37	0,33	—	—	—	0,119	
10	0,99	0,98	0,98	0,97	0,95	0,999	130	0,40	0,32	0,29	—	—	—	0,101	
20	0,97	0,96	0,95	0,91	0,87	0,998	140	0,36	0,28	0,25	—	—	—	0,087	
30	0,95	0,93	0,92	0,81	0,75	0,835	150	0,32	0,25	0,23	—	—	—	0,076	
40	0,92	0,89	0,89	0,69	0,60	0,700	160	0,29	0,23	0,21	—	—	—	—	
50	0,89	0,85	0,84	0,57	0,43	0,568	170	0,26	0,21	0,19	—	—	—	—	
60	0,86	0,80	0,78	0,44	0,32	0,455	180	0,23	0,19	0,17	—	—	—	—	
70	0,81	0,74	0,71	0,34	0,23	0,353	190	0,21	0,17	0,15	—	—	—	—	
80	0,75	0,67	0,63	0,26	0,18	0,269	200	0,19	0,15	0,13	—	—	—	—	
90	0,69	0,59	0,54	0,20	0,14	0,212	210	0,17	0,14	0,12	—	—	—	—	
100	0,60	0,50	0,46	0,16	0,12	0,172	220	0,16	0,13	0,11	—	—	—	—	
110	0,52	0,43	0,39	—	—	0,142									

Рис.3.7. Залежність коефіцієнт повздожнього згину ϕ від гнучкості стрижнів

У цьому розділі було проведено розрахунок зусилля яке виникає при пресуванні твердих відходів. Розраховано геометричні розміри гідроциліндрів, а також визначено основні параметри гідравлічної системи робота як тиск, витрата, швидкість переміщення виконавчих органів. Підібрано насосну установку та гідроакумулятор які забезпечуватимуть працездатність системи. Обрано оптимальну робочу рідину, та зроблено гідравлічний розрахунок трубопроводу. За результатом міцнісного розрахунку встановлено що шток пресувального гідроциліндра відповідає у мовам міцності та жорсткості.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

На сьогоднішній день велика увага приділяється інтенсифікації та підвищенню ефективності виробництва на базі упровадження досягнень науково-технічного прогресу. Провідна роль у вирішенні даної проблеми відводиться машинобудуванню. Перед цією галуззю поставлені завдання підвищення якості продукції та продуктивності праці, зниження питомої металоємкості машин та обладнання. Саме тому технологічний процес виготовлення деталі має бути таким, щоб з найменшими витратами ресурсів забезпечити встановлений конструктором рівень якості.

У пояснювальній записці описані порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка задня»: технологічний контроль якості кресленника, 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.

4.1 Технологічний контроль якості кресленника

При проектуванні технологічного процесу виготовлення деталі вихідним документом є її креслення. Технолог повинен проконтролювати робоче креслення деталі, у відповідності до ГОСТ 14.206-73. 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.4.1) можна сказати, що на кресленні вказані всі розміри, необхідні для виготовлення деталі. Невказана шорсткість та

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

шорсткість усіх поверхонь деталі позначена відповідно до ГОСТ 2789-73. Допуски та відхилення розмірів наведено відповідно до ГОСТ 25346-89 та ГОСТ 25347-82.

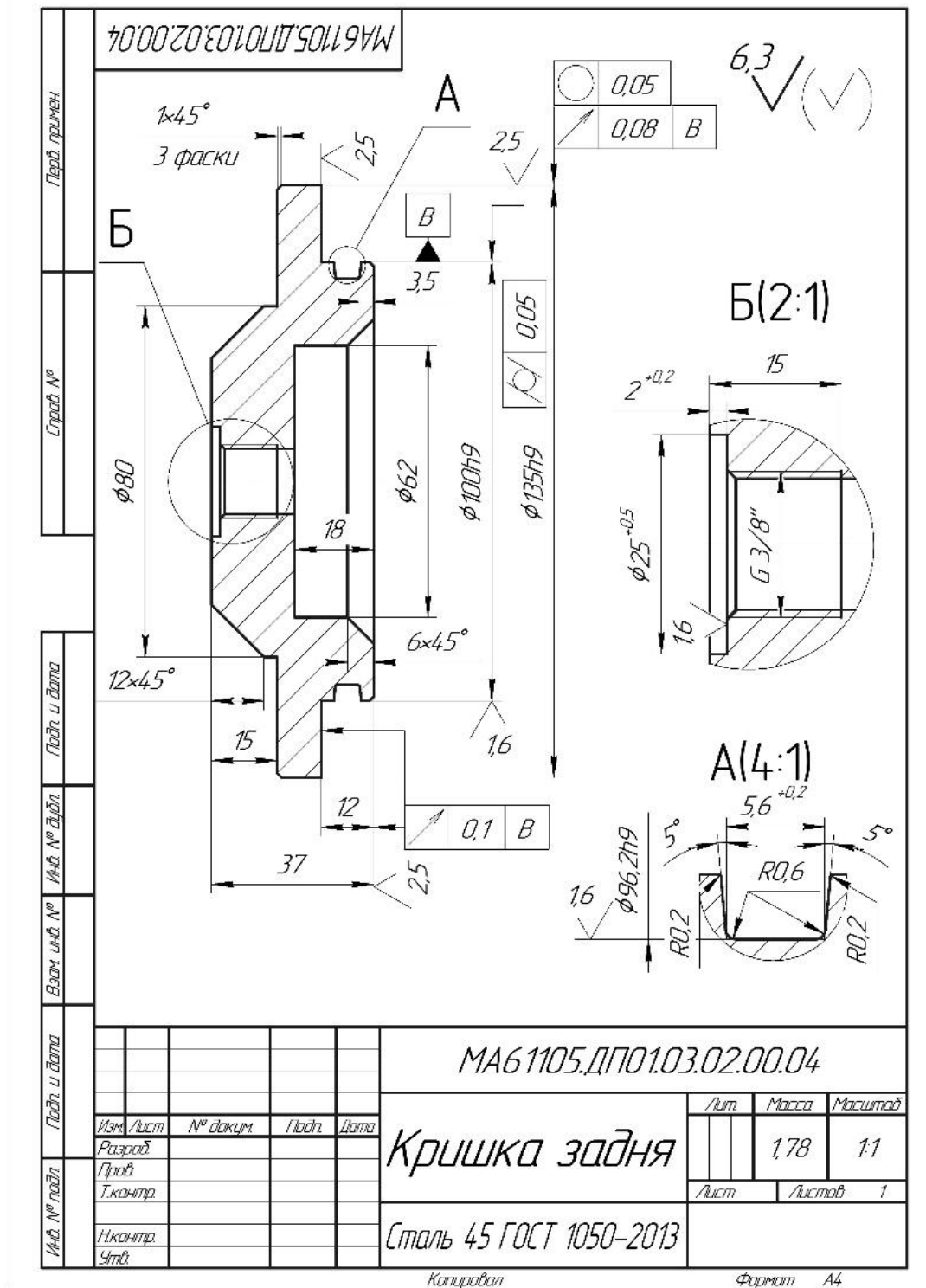


Рис. 4.1. Креслення деталі «Кришка задня»

					К.
МА61105.ДП.00.00.00ПЗ					65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

4.2 Аналіз службового призначення деталі та умов її роботи у вузлі.

Оскільки кришка відноситься до класу дисків (рис. 4.2), то типовий технологічний процес складається з таких етапів.

- чорнова і чистова обробка торця і отвору, а також чорнова обробка вільної зовнішньої поверхні ;
- чорнова і чистова токарна обробка другого торця, а також чорнова і чистова обробка зовнішньої поверхні при базуванні деталі на чисто оброблені внутрішню поверхню і торець (кріплення деталі кулачками, що розтискаються, або на розтискній оправці);
- свердління і розвертання малих отворів і нарізування в них різьби;
- фрезерування малих поверхонь, протягування шпонкових канавок.

Виходячи із заданих на кресленні вимог до якості (точності і шорсткості) оброблюваних поверхонь і типового технологічного процесу, підбирають типові схеми їх обробки.

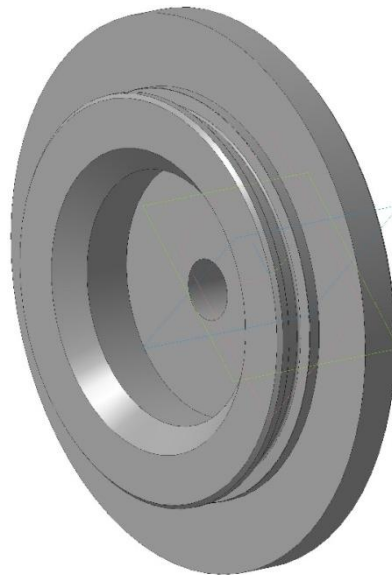


Рис. 4.2. Зовнішній вигляд деталі

Спосіб виготовлення: гарячекатаний прокат за ГОСТ 1050-88. До складу сплаву входять: вуглець (C) - 0.17-0.24%, кремній (Si) - 0,17-0,37%, марганець

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

(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.

Структура сталі 45 являє собою суміш перліту і фериту. Термічна обробка даного матеріалу дозволяє отримувати структуру рейкового (пакетного) мартенситу. При таких структурних перетвореннях міцність зростає, і пластичність зменшується. Після термічного зміцнення заготовки зі сталі 45 можна використовувати для виготовлення метизної продукції класом міцності [12].

4.3. 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.

000. Заготівельна операція

Обираю спосіб різання плазмово-дугова різка. Яким можна проводити різання прокату товщиною до 60 мм.

Розрахунок припусків на механічну обробку наведено в таблиці 4.1 [13].

Таблиця 4.1.

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

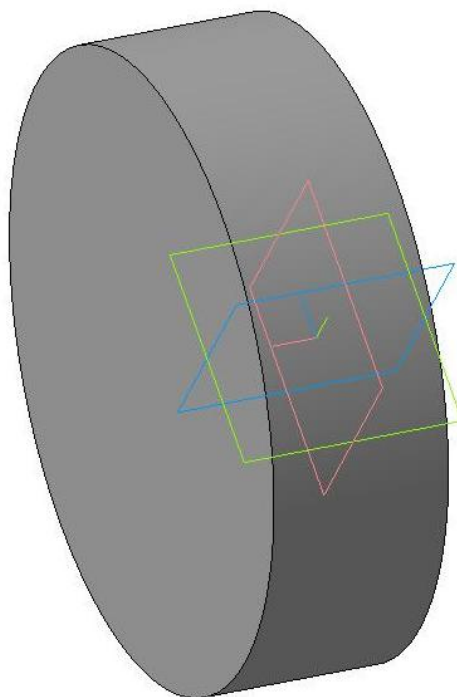


Рис. 4.3. Зовнішній вигляд заготовки

005. Токарна з ЧПУ

Верстат 16К20Ф3. Інструмент – різець BK8, різець підрізний T5K10, свердло по металу DIN 1869 TL 3000. Припуски на механічну обробку наведені в таблиці 4.2, та 4.3.

А. Встановити, закріпити, зняти.

005.01. Підрізати начорно торець в розмір 1.

005.02. Підрізати начисто торець в розмір 2.

005.03. Обточити начорно поверхню в розміри 3, 5, 7.

005.04. Обточити напівчисто поверхню в розміри 4, 6, 8.

005.05. Підрізати однократно торець в розміри 13.

005.06. Просверлити начорно поверхню в розміри 11.

005.07. Розточити напівчисто поверхню в розміри 7, 8.

005.08. Розточити начорно поверхню в розміри 9, 10.

005.09. Розточити начисто поверхню в розміри 9, 15.

005.10. Розточити канавку начорно в розміри 5, 6.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

005.11. Обточити фаску в розмір 12,14.

Таблиця 4.2.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Обточування різцями зовн. циліндричної поверхні	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
	Чистове	9	20	25	25	70
						342
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450
Розточування різцями, внутр. циліндричної поверхні	Чорнове	12	40	50	50	140
	Чистове	11	20	20	20	60
	Чистове	9	20	17	17	54
						254

Таблиця 4.3.

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Свердління	Свердління спіральним и свердлами	12	50	70	40	160

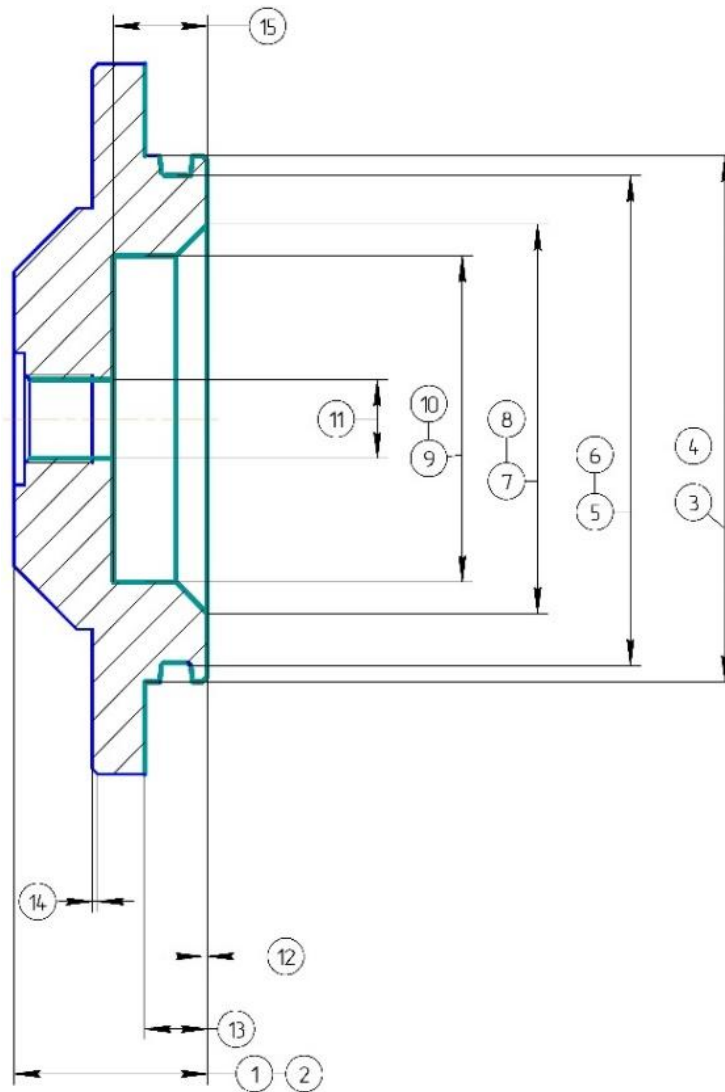


Рис.4.4. Технологічна операція 005

010. Токарна з ЧПУ

Верстат 16K20Ф3. Інструмент – різець BK8, мітчик KING TONY 3/8"

NC16. Пруски на механічну обробку наведені в таблиці 4.4.

А. Встановити, закріпити, зняти.

010.01. Підрізати однократно торець в розмір 1.

010.02. Обточити однократно поверхню в розміри 2, 5.

010.03. Підрізати торець однократно в розмір 2.

010.04. Обточити однократно поверхню в розміри 4, 5, 6.

010.05. Обточити однократно поверхню напрохід в розмір 4.

010.06. Розточити однократно поверхню напрохід в розмір 7,8.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

010.07. Обточити фаску в розмір 3,11.

010.08. Нарізати різьбу 9,12.

Таблиця 4.4

Спосіб обробки	Вид обробки	Квалітет	Rz, мкм	h, мкм	Δ, мкм	Σ, мкм
Обточування різцями зовнішньої циліндричної поверхні	Чорнове	12	50	50	50	150
	Чистове	11	32	30	30	122
						272
Підрізання торцевих поверхонь	Чорнове	14	100	100	100	300
	Напівчистове	12	50	50	50	150
						450

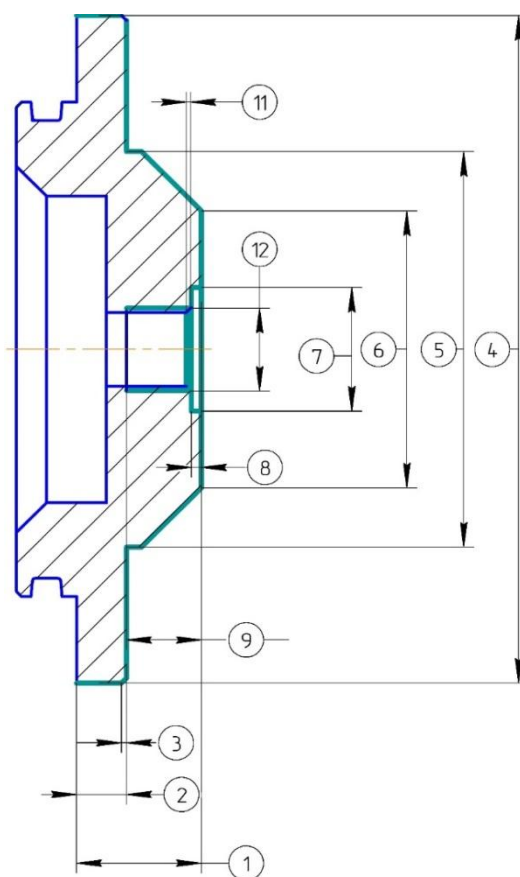


Рис.4.5. Технологічна операції 010

У процесі розробки технологічного процесу виготовлення кришки було виконано наступне:

- розглянуто службове призначення кришки і її конструктивні особливості;
- проаналізовано технологічність кришки і її заготовки;
- складений орієнтовний план обробки поверхонь кришки, визначено тип виробництва;
- вибрано спосіб виготовлення заготовки;
- розроблено маршрут виготовлення кришки;
- підібрано моделі металорізальних верстатів;
- розраховано припуски на обробку отвору чорновим, напівчистовим та чистовим розточуванням.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Мета охорони праці - звести до мінімуму можливість ураження чи захворювання працюючого з одночасним забезпеченням максимальної продуктивності праці.

Згідно теми дипломного проекту «Гідропривод мобільної машини комунального господарства» в даний розділ дипломного проекту входить як розробка загальних питань охорони праці, умов роботи під час проектування дипломної роботи, так і спеціальні питання охорони праці, які стосуються безпосередньо системи, що проектується - гідравлічної системи.

5.1. Перелік небезпечних і шкідливих факторів при технічному обслуговуванні мереж джерел тиску гідравлічної системи мобільного робота.

Заходи безпеки при технічному обслуговуванні і ремонті мобільних гідравлічних систем регламентуються: державними та галузевими стандартами; системами стандартів безпеки праці; технологією ремонту, посібниками і інструкціями з безпеки праці і т.д.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які можуть діяти на персонал при обслуговуванні гідросистеми:

- ударна хвиля (вибух ємностей, які працюють під тиском, парів і рідини), гідроакумулятори, балони з азотом. Під час експлуатації найчастіше причинами аварій і вибухів посудин є перевищення гранично допустимого тиску, порушення температурного режиму, втрата ними механічної міцності. На підприємствах повинні бути забезпечені утримання посудин в справному стані і безпечні умови їх роботи.

- витікання цівки газів або рідини із судин і трубопроводів які працюють під тиском (втрата герметичності з'єднань трубопроводів, зношеність ущільнюючих елементів). Одною з причин зниження міцності і герметичності

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

муфтових з'єднань обсадних труб виявляється нарізання різьб на заводах-виробниках з відхиленнями, які зменшують натяг.

- підвищена чи понижена температура поверхонь мобільної техніки, обладнання та матеріалів (під час роботи температура робочої рідини значно підвищується), в результаті чого матеріал втрачає свої властивості та міцнісні характеристики.

- гострі кромки, заусениці та шорсткість на поверхні обладнання та інструменту, можуть спричинити ушкодження м'яких тканин тіла людини або пошкодити гумові вироби які взаємодіють із обладнанням, мають бути затуплені.

- відсутність чи недостатність природного світла (розміщення агрегатів системи в погано освітлених місцях). Для того, щоб людина могла якісно виконувати зорову роботу, необхідні певні характеристики світлових приладів і системи освітлення, що повинні відповідати параметрам об'єкта розрізнення і конкретним умовам праці.

5.2. Пожежна безпека.

У дипломній роботі передбачено проведення ряду заходів, що спрямовані на забезпечення пожежної безпеки в приміщенні.

Перелік документів за якими дотримується протипожежний захист гуртожитку:

1. ДБН В.2.2-15:2019 “Житлові будинки. Основні положення”.
3. ДБН Б.2.2-12:2019 “Планування та забудова територій”.
3. ППБ в Україні.

Пожежна небезпека лабораторному приміщенні характеризується такими показниками:

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

1. Наявність великої кількості горючих речовин та матеріалів (меблі, речі одягу, килимові вироби, вироби з пластмас, матеріали для оздоблення, товари побутової хімії та ін.).

2. Присутність різноманітних джерел запалення.

3. Наявність шляхів розповсюдження пожежі (по горючому оздобленню, по пустотам будівельних конструкцій, по ліфтовим шахтам, тощо).

Устрій протипожежного захисту [14]:

- установки димовидалення із коридорів поверхів;
- внутрішній п/п водопровід;

Основні запобіжні заходи і правила пожежної безпеки при експлуатації електричних та нагрівальних приладів, що використовуються у побуті, такі:

- нагрівальні прилади встановлюються тільки на негорючі підставки;
- забороняється залишати прилади, що включені, без нагляду;
- забороняється включати в одну розетку одночасно декілька приладів;
- необхідно спостерігати за щільністю контактів в місцях приєднання проводів приладів до вилки, клем між собою тощо;
- небезпечно замінювати запобіжники, що перегоріли, в побутових приладах саморобними або плавкими запобіжниками;
- забороняється користуватися саморобними нагрівальними приладами.

Починати гасіння пожеж треба з того місця (ділянки), де вогонь може створити загрозу для людей, заподіяти найбільші матеріальні збитки, викликати вибух або руйнування конструкцій.

У перший період основною задачею є - обмежити розповсюдження полум'я і одночасно здійснити заходи по рятуванню людей із палаючих будівель.

Первинні засоби гасіння пожеж призначені для гасіння пожеж на початковій стадії їх розвитку і можуть застосовуватися для спасіння людей. До них відносяться: вогнегасники, внутрішні пожежні крани; відра; ломи; пісок (земля) та інші речовини і матеріали. У цілях ефективного використання

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

первинних засобів і протипожежного інвентарю обладнуються протипожежні пости. Пожежний пост обладнується пожежним щитом, на якому розміщуються: вогнегасники - 2 шт.; лопати - 2 шт.; ломи - 2 шт.; відра - 2 шт.; сокири - 2 шт.; багри - 2 шт.; кошма - 1 шт. Крім того, біля щита встановлюється діжка з водою місткістю не менш як 200 л і ящик з піском місткістю не менш як 0-5 куб. м.

Вогнегасники - надійний засіб гасіння займань до прибуття пожежних підрозділів, випускаються наступні типи вогнегасників: вуглекислотні, пінні, порошкові (рис.5.1) і аерозольні. Вогнегасник являє собою сталеву тонкостінну посудину, у верхній частині якої приварена бобишка, у яку угвинчують вентиль з насадкою для створення струменя і ручкою для перенесення. В середині балону мається сифонна трубка.

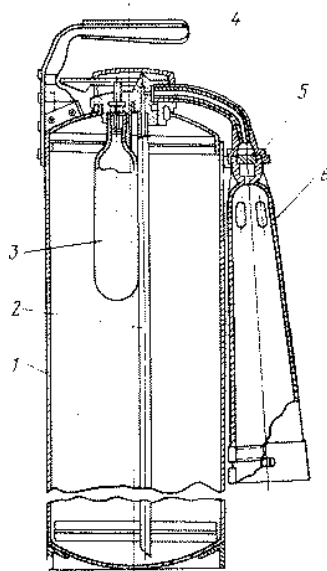


Рис.5.1. Повітряно-пінний вогнегасник ОВП-10 1 - корпус; 2 - сифонова трубка; 3 - балон; 4 - рукоятка; 5 - розпилювач; 6 - розтруб з сіткою

Для приведення вогнегасника в дію необхідно:

1. Звільнити запор кронштейна і піднести вогнегасник до вогнища пожежі, тому що виробники залишають вогнегасники у зарядженому стані з опломбованими запірними вентилями.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

2. Узявшись лівою рукою за рукоятку вогнегасника, правою рукою відкрити вентиль, обертаючи маховичок до упору проти годинникової стрілки.

3. Спрямувати струмінь на місце найбільш інтенсивного горіння.

5.3. Визначення відповідності освітленості приміщення нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

Робочою зоною являлась лабораторія кафедри гідроаеромеханіки та механотроніки, яка була постійним робочим місцем під час розробки дипломної роботи. Серед чинників зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, світлу відводиться чільне місце. Недостатня або надмірна освітленість, нерівномірність освітлення в полі зору втомлює очі, призводить до зниження продуктивності праці, при цьому зростає потенційна небезпека помилкових дій і нещасних випадків. Визначаємо згідно ДБН В.2.5-28:2018 нормоване значення освітленості у робочому приміщенні, схема розміщення світильників зображена на рисунку 5.2.

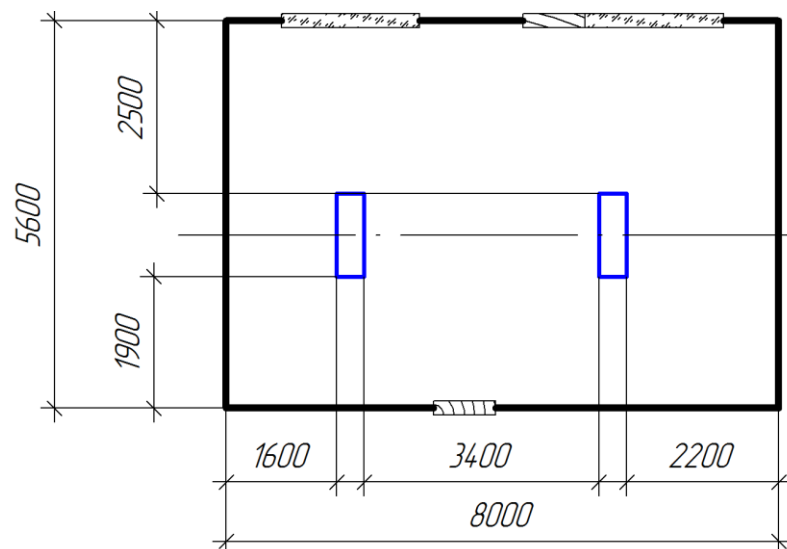


Рис. 5.2. Схема розташування світильників у робочому приміщенні

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	К.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначте фактичну освітленість у приміщенні. Для цього визначаємо індекс приміщення i по формулі [15]:

$$i = \frac{a \cdot b}{h_c(a+b)} = \frac{5,6 \cdot 8}{3,2 \cdot (5,6+8)} = 2,05,$$

де, $a = 5,6$ м і $b = 8$ м довжина і ширина приміщення; $h_c = 3,2$ м – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

Виходячи з індексу приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{сл}, \rho_{ст}, \rho_n$), визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η . Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{сл} = 70\%$, стіни мають світлосірий колір $\rho_{ст} = 50\%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30\%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8 м. Для встановленої системи освітлення визначимо нормоване значення освітленості, яке залежить від характеристики зорової роботи при роботі над дипломною роботою: $s_0 = 3$ мм - мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, характеристика фону – світла, контраст об'єкта розпізнавання з фоном – великий. З заданих параметрів можемо встановити, що $E_n = 200$, лк.

Виходячи з типу ламп, а саме дволампові світильники ENERLIGHT QUADRO потужністю 40 Вт, світловий потік відповідатиме значенню $F_{л} = 3100$ лм. Визначаємо фактичне значення освітленості в приміщенні $E_{ф}$:

$$E_{ф} = \frac{F_{л} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z},$$

де, $N=2$ – кількість світильників, од.; $n=2$ – кількість ламп в світильнику, од.; $\eta=0,56$ – коефіцієнт використання світлового потоку; $S=44,8$ м² – площа приміщення; $k_3=1,5$ – коефіцієнт запасу; $z=1,1$ – коефіцієнт нерівномірності [15].

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$E_{\phi} = \frac{3100 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 0,56}{44,8 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 93,9, \text{ лк}$$

Порівняємо фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення, з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_{н} - E_{\phi}}{E_{н}} \cdot 100\% = \frac{200 - 93,9}{200} \cdot 100\% = 53\%$$

Оскільки маємо невідповідність освітленості приміщення нормам, розраховуємо необхідну кількість світильників та зобразимо умовну схему їх розташування. Кількість світильників N_p , необхідних для досягнення оптимального значення освітленості:

$$N_p = \frac{S \cdot k_3 \cdot z \cdot E_{н}}{F_{л} \cdot n \cdot \eta} = \frac{44,8 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 200}{3100 \cdot 2 \cdot 0,56} = 4$$

Освітленість з оптимальною кількістю світильників:

$$E_p = \frac{F_{л} \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot k_3 \cdot z} = \frac{3100 \cdot 4 \cdot 2 \cdot 0,56}{44,8 \cdot 1,5 \cdot 1,1} = 187,9, \text{ лк}$$

Повторно проведемо порівняння фактичного значення освітленості з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони.

$$\frac{E_{н} - E_{\phi}}{E_{н}} \cdot 100\% = \frac{200 - 187,9}{200} \cdot 100\% = 6,05\%$$

Освітленість приміщення відповідає нормам.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Таким чином при розробці даного розділу мною було розглянуто такі питання, як визначення небезпечних факторів при роботі з гідросистемою робота, пожежна безпека в приміщенні та правила користування вогнегасником. Практично було визначено загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості приміщення. Загалом умови праці на робочому місці є достатніми, загальна безпека приміщення відповідає основним нормам.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

ВИСНОВКИ

Під час роботи над проектом було розглянуто роботизовані методи збору та переробки твердих побутових відходів, а також описано способи пакування та пресування сміття, проведено аналіз їхніх переваг та недоліків, характеристик і вимог. На основі цього аналізу проведено розробку гідроприводу мобільної мехатронної машини для збору і переробки сміття.

Розроблено гідравлічну принципову схему гідроприводу, обрано насосну установку та елементи які забезпечуватимуть необхідні технічні характеристики системи. Розраховано основні параметри гідросистеми: робочий тиск, витрату, потужність, проведено гідравлічний розрахунок та розрахунок гідравлічних втрат. Проведено перевірочний розрахунок порожнистого штока пресувального гідроциліндра на стійкість.

У проекті описано порядок і всі етапи розробки технологічного процесу виготовлення деталі «Кришка задня»: технологічний контроль якості кресленика, аналіз службового призначення деталі та умов її роботи, вибір способу виготовлення заготовки та його технічне обґрунтування.

Практично було визначено загальний мікроклімат приміщення, виконано розрахунок освітленості, проведено аналіз пожежо- і електробезпеки місця де виконувався проект.

					<i>МА61105.ДП.00.00.00ПЗ</i>	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Турілова К. Тверді побутові відходи в Україні: Потенціал розвитку [Електронний ресурс] / К. Турілова, Д. Крищенко, Д. Мітчелс // IFC. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/504c5765-89d4-4be1916eea27aa94feaf/22>.

2. Reggente M. The DustBot System: Using Mobile Robots to Monitor Pollution in Pedestrian Area [Електронний ресурс] / M. Reggente, A. Mondini, G. Ferri // Istituto Italiano di Tecnologia. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.researchgate.net/publication/263398048>.

3. Woollacott E. Robot garbage cart set to hit Italian streets [Електронний ресурс] / Emma Woollacott // TG Dayli. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://web.archive.org/web/20090602115635>.

4. Jablonski R. Recent Advances in Mechatronics / R. Jablonski, M. Turkowsk. – Warsaw: Springer, 2007. – 693 с. – (7th International Conference Mechatronics 2007).

5. Braumann J. Rob|Arch 2012: Robotic Fabrication in Architecture, Art and Design / J. Braumann, S. Brell-Cokcan. – Wien: Springer, 2013. – 313 с.

6. Свешников В. К. Станочные гидроприводы. Справочник / В. К. Свешников. – Санкт-Петербург: Политехника, 2015. – 627 с.

7. Управление отходами. Сбор, транспортирование, прессование, сортировка твердых бытовых отходов: монография / Я.И. Вайсман, В.Н. Коротаев, Н.Н. Слюсарь, В.Н. Григорьев. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 236 с.

8. 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.

9. Рабочие жидкости систем гидропривода / В. А. Трофимов, О. М. Яхно, А. П. Губарев, Р. И. Солонин. – Киев: НТУУ "КПИ", 2009. – 184 с.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		82

10. Підручник / Г. С. Писаренко О. Л. Квітка, Е. С. Уманський. Опір матеріалів / За ред. Г. С. Писаренка — К.; Вища школа, 1993. – 655 с.

11. Самохвалов Я. А., Левицкий М. Я., Григораш В. Д. Справочник техника-конструктора. Киев, Техніка, 1978. – 592 с.

12. Механіка матеріалів і конструкцій. Частина II [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів, які навчаються за спеціальністю «Прикладна механіка» / А. Є. Бабенко, О. О. Боронко, С. М. Шукаєв [та ін.] ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,82 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 192 с.

13. Харламов Г. А. Припуски на механическую обработку / Г. А. Харламов, А. С. Тарапанов. – Москва: Машиностроение, 2006. – 256 с.

14. Ганзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Ганзюк, Є.П. Желібо, М.О.Халімовський. – видання 2-ге – Київ: Каравела, 2005 – 390 с. – (Вища освіта в Україні).

15. Основи охорони праці: Підручник 2-ге видання, доповнене та перероблене. К.Н.Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, С.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Козяков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського – К.: Основа,2006 – 448с.

					МА61105.ДП.00.00.00ПЗ	к.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

