НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ І МЕХАНОТРОНІКИ

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:

В.о. завідувача кафедри ПГМ
_____ Олег ЛЕВЧЕНКО
“___”_____2024 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: ____Вдосконалення гідравлічної системи керування боларда___
_____
_____

Виконав : студент 2 курсу, групи МА-21мп
(шифр групи)

Козлов Михайло Юрійович
(прізвище, ім’я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник доцент, к.т.н., Муращенко А.М. _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____ _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, , прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____доцент, к.т.н., доцент Борис Р.С. _____ _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____
(підпис)

Київ – 2024 рік

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

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри ПГМ
_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ
«___»_____2023 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Козлов Михайло Юрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Вдосконалення гідравлічної системи керування боларда
_____
науковий керівник дисертації Муращенко Альона Миколаївна, к.т.н. ___ ,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом по університету від «03» листопада 2023 р. №5127-с

2. Термін подання студентом дисертації 12 січня 2024 року _____

3. Об'єкт дослідження гідравлічна система керування блокіратора_____
_____

4. Вихідні дані F_p – площа поршня (0,005 м^2,), f – площа штока (0,00125 м^2, згідно параметрам гідроциліндра, визначеним у попередній дипломній роботі), S – хід поршня (0,3 м за умовою), n – число двійних ходів в хвилину $(n = 1)$, $\eta_{об}$ – об'ємний ККД гідроциліндру $(\eta_{об} = 1$ для манжетних ущільнень або гумових кілець..._____ _____

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: модернізувати систему гідравлічного боларда, промоделювати та зробити дослідження баку гідроакумулятора на деформацію, підібрати обладнання. _____
_____

_____
_____
_____
_____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 26 таблиць, 33 малюнки _____

7. Дата видачі завдання 01 вересня 2023 року

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Отримання завдання магістерської дисертації	01.09.23	Виконано
2	Проходження практики	01.09.23-26.10.23	Виконано
3	Виконання оглядової, розрахункової частини МД	27.10.23-05.11.23	Виконано
4	Робота над МД та виконання креслень	06.11.23-05.12.23	Виконано
5	Переддипломний захист	05.12.23-12.11.23	Виконано
6	Доопрацювання МД	13.11.23-12.01.24	Виконано
7	Захист МД	15.01.24	

Студент Козлов Михайло Юрійович

Керівник Муращенко Альона Миколаївна

Пояснювальна записка
до магістерської дисертації

на тему: Вдосконалення гідравлічної системи керування боларда_____
_____
_____

Київ – 2024 рік

АНОТАЦІЯ

Робота містить 26 таблиць, 33 малюнки та 41 літературне джерело. Обсяг роботи склав 101 сторінки.

Актуальність теми дослідження обумовлена потребою вдосконалення гідравлічної системи керування блокіратора з урахуванням особливостей енергопостачання в більшості країн, де використовується лише одна фаза на 220 В. Дослідження виявило, що в системі боларда існують проблеми, такі як обмежена потужність однофазних двигунів та недоліки у синхронізації роботи гідроциліндрів при використанні спареного насоса.

Технічне завдання на модернізацію визначило основні напрямки: вирішення проблеми моторно-насосною групою, покращення швидкодії циклу та зменшення собівартості гідростанції. Для цього було запропоновано вилучити спарений насос та замінити його на одиничний, який буде живити гідроакумулятор. Це покращить швидкодію та синхронізацію роботи гідроприводів, збільшуючи об'єм гідроакумулятора для збереження ефективності системи.

Метою дослідження є вдосконалення гідравлічної системи керування блокіратора, а завдання визначені як програма цілеспрямованих дій, орієнтованих на вирішення конкретних проблем і досягнення запланованих результатів.

Завдання дослідження визначено як послідовне вирішення проблем наукового дослідження, спрямоване на вирішення загальної проблеми магістерської дисертації.

Об'єкт дослідження – гідравлічна система керування блокіратора.

Предмет дослідження – конкретні властивості та характеристики цієї системи.

Методи дослідження включають аналіз, моделювання, експеримент та комплексне тестування, які використовуються для досягнення мети роботи.

Наукова новизна дослідження полягає в отриманні нових рішень та висновків, що відрізняються від відомих раніше, а також в уточненні раніше недостатньо досліджених аспектів.

Практичне значення одержаних результатів проявляється у рекомендаціях щодо впровадження та використання покращеної гідравлічної системи в гідротехнічних спорудах.

Ключові слова: ГІДРАВЛІЧНА СИСТЕМА, БОЛАРД, ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, ГІДРОАКУМУЛЯТОР.

ANNOTATION

The work contains 26 tables, 33 figures and 41 literary sources. The volume of work was 101 pages.

The relevance of the research topic is due to the need to improve the hydraulic control system of the blocker, taking into account the characteristics of the power supply in most countries, where only one phase of 220 V is used. The study revealed that there are problems in the bollard system, such as the limited power of single-phase motors and deficiencies in the synchronization of hydraulic cylinders at using a paired pump.

The technical task for modernization defined the main directions: solving the problem by the motor-pump group, improving the speed of the cycle and reducing the cost of the hydro station. To do this, it was suggested to remove the paired pump and replace it with a single one, which will feed the hydraulic accumulator. This will improve the speed and synchronization of the hydraulic drives, increasing the volume of the hydraulic accumulator to maintain the efficiency of the system.

The purpose of the study is to improve the hydraulic control system of the blocker, and the tasks are defined as a program of purposeful actions aimed at solving specific problems and achieving planned results. The task of the research is defined as a consistent solution to the problems of scientific research, aimed at solving the general problem of the master's thesis.

The object of research is the hydraulic blocker control system.

The subject of research is specific properties and characteristics of this system.

Research methods include analysis, simulation, experiment and comprehensive testing, which are used to achieve the objective of the work.

The scientific novelty of the research consists in obtaining new solutions and conclusions that differ from previously known ones, as well as in clarifying previously insufficiently researched aspects.

The practical significance of the obtained results is manifested in recommendations for the implementation and use of an improved hydraulic system in hydraulic structures.

Key words: HYDRAULIC SYSTEM, BOLLARD, RESEARCH, MODERNIZATION, HYDRAULIC ACCUMULATOR.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ 5
ВСТУП 11
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ГІДРОПРИВОДІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В СИСТЕМАХ ПРОПУСКНОГО КОНТРОЛЮ 12
1. Огляд існуючих систем гідроприводів 12
1.1. Системи мобільного гідроприводу 12
1.2. Вимоги до гідроприводу мобільних систем при експлуатації 14
1.3. Робочі рідини і вимоги до них 16
1.4. Види пропускних систем безпеки з ГП 16
1.5. Переваги використання ГС в системах пропускного контролю 18
1.6. Умови застосувань гідроприводу в болардах 23
1.7. Постановка проблеми та формулювання технічної задачі роботи. Варіант вирішення поставленої технічної задачі 26
Висновки до розділу 1 28
РОЗДІЛ 2. ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ БЛОКІРАТОРІВ 299
2.1. Опис первинної гідросистеми блокіратора 299
2.2. Розрахунок гідравлічної системи 322
2.3. Моделювання навантаження стінок корпусу гідроакумулятора тиском і дослідження зміщення при стандартних робочих тисках 387
2.4. Підбір робочої рідини 455
2.5. Модернізація гідравлічної схеми боларда 477
2.6. Підбір обладнання 499
Висновки до розділу 2 6060
РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБ'ЄКТА МОДЕРНІЗАЦІЇ 61
3.1. ТРАНСПОРТУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ 6161
3.2. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ 622
3.2.1. Профілактичні заходи 622
3.2.2 Рекомендовані види обслуговування 622
3.2.3. Детальні рекомендації 644
3.2.4. Додаткові рекомендації 666

3.3. ПРИЧИНИ НЕСПРАВНОСТЕЙ І ЇХ УСУНЕННЯ 666
РОЗДІЛ 4. СТАРТАП-ПРОЕКТ..... 73
Висновки до розділу 4 ……...96
ВИСНОВКИ..... 97
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... 98

ВСТУП

Сучасний розвиток гідротехнічних систем ставить перед собою виклик у забезпеченні оптимальної функціональності та ефективності роботи об'єктів в умовах обмеженого енергопостачання. Проблеми, пов'язані з однофазним електропостачанням, виокремлюються як актуальні та нагальні, оскільки існуючі гідравлічні системи не завжди відповідають сучасним енергетичним реаліям.

В процесі дослідження проблематики гідравлічних систем блокіраторів виявлено, що наявність лише однофазного електропостачання у більшості країн створює обмеження для функціонування таких систем. При потребі в енергії від 5.5 до 7 кВт, однофазні двигуни недостатні, що ускладнює експлуатацію та знижує продуктивність системи блокіратора.

Ця дисертація ставить своєю метою вирішення зазначених проблем шляхом модернізації гідравлічної системи керування блокіратора. Однією з основних причин неефективності є використання спарених насосів, які відстають за швидкістю та синхронізацією. У даній роботі будуть вирішені дані питання шляхом аналізу проблеми, пошуку варіантів рішення розрахунку основних параметрів та підбору нового обладнання для вдосконаленої гідросхеми, що сприятиме підвищенню ефективності гідроприводів.

Отже, дана робота визначається необхідністю удосконалення гідравлічної системи блокіратора, розв'язуючи питання ефективності, енергозбереження та адаптації до сучасних енергетичних умов. Результати цього дослідження визначатимуть нові підходи до конструювання та використання гідравлічних систем, а їх впровадження матиме позитивний вплив на функціональність та ефективність великої кількості гідротехнічних об'єктів.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ГІДРОПРИВОДІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ В СИСТЕМАХ ПРОПУСКНОГО КОНТРОЛЮ

1. Огляд існуючих систем гідроприводів

У цьому розділі ми розглянемо існуючі гідроприводи, які застосовуються в різних галузях техніки та промисловості. Гідроприводи є важливими компонентами гідравлічних систем і відіграють ключову роль у забезпеченні точності, потужності та надійності керування різними механізмами.

1.1. Системи мобільного гідроприводу

Системи гідроприводу, що застосовуються в мобільних агрегатах, включають в себе різноманітні рішення, які використовуються для керування та приводу рухливих об’єктів, таких як автомобілі, вантажівки, будівельна та сільськогосподарська техніка, а також судна та повітряні судна. Ось деякі загальні аспекти гідроприводів у мобільних системах [32]:

1) Гідравлічні рульові системи:

Гідравлічні системи використовуються в рульовому обладнанні автомобілів, вантажівок і інших транспортних засобів для допомоги водію у керуванні. Гідравлічні циліндри допомагають повертати передні колеса автомобіля, забезпечуючи легке та точне керування (як приклад рис.1.1.).

Рис. 1.1 – Гідравлічний бак для систем гідропідсилення кермового управління Vetus HT 1028 [1]

2) Гідравлічні гальма:

Гідравлічні гальма встановлюються в автомобілях, вантажівках, автобусах та інших транспортних засобах для забезпечення надійного гальмування. Під час натискання на гальмівну педаль створюється гідравлічний тиск, який передається до гальмівних механізмів, зупиняючи транспортний засіб (як приклад рис. 1.2.).

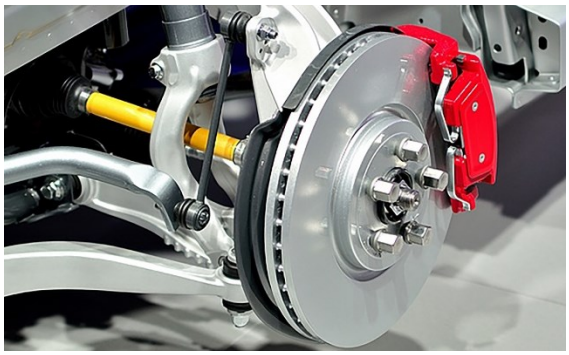

Рис.1.2 – Гальмівна система [2]

3) Гідравлічні трансмісії:

Деякі мобільні системи, такі як будівельна техніка і вантажівки, використовують гідравлічні трансмісії для керування перемиканням передач і передачею сили від двигуна до коліс (для прикладу рис.1.3.).

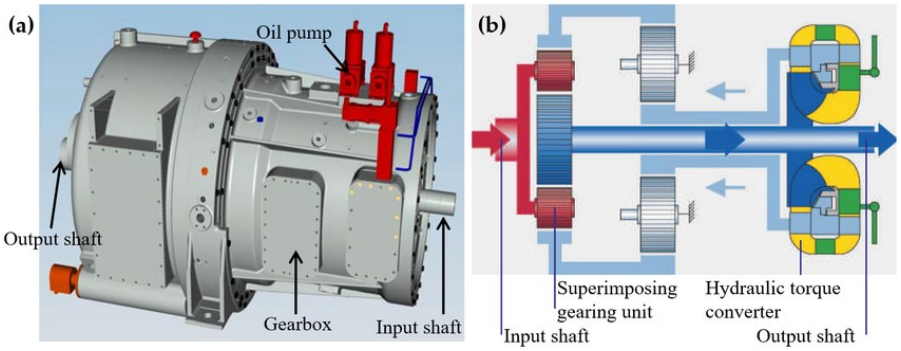

Рис. 1.3 – Гідравлічна трансмісія WinDrive: (а) тривимірне зображення та (б) потік потужності в WinDrive, який складався з накладного редуктора та гідродинамічного гідротрансформатора [3]

4) Гідравлічні системи в будівельній техніці:

Гідравлічні системи широко використовуються в будівельній техніці для підняття важких навантажень, руху різних робочих

органів, таких як лопати та бульдозерні леза, та для керування обладнанням для земельних робіт.

5) Гідравлічні системи в сільському господарстві:

Сільське господарство використовує гідравлічні системи для роботи тракторів, комбайнів, сівалок, культиваторів та іншої сільськогосподарської техніки. Ці системи допомагають сільському господарству виконувати різноманітні операції, такі як оранка, посів, збір врожаю та обробка землі.

6) Гідравлічні системи в морській техніці:

Судна використовують гідравлічні системи для керування гвинтовими допоміжними двигунами, керування якорями, підйому вантажів, регулювання рульового обладнання та багатьма іншими функціями (приклад рис. 1.4.).

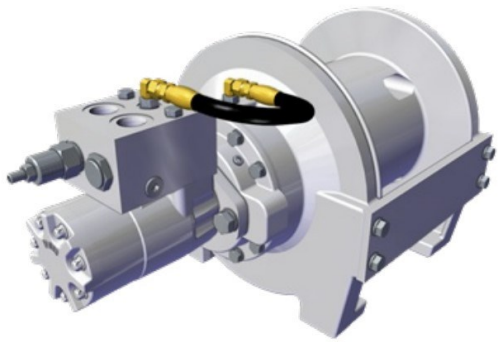

Рис. 1.4 – Гідравлічна лебідка Braden [4]

1.2. Вимоги до гідроприводу мобільних систем при експлуатації

Гідравлічні системи в мобільних агрегатах дозволяють забезпечити точне та надійне керування роботою приводу та забезпечити багатофункціональну роботу транспортних засобів та обладнання, що робить їх важливими компонентами в різних галузях, де мобільність та зусилля грають ключову роль [33].

Ефективна експлуатація гідроприводу мобільних систем вимагає дотримання ряду важливих вимог для забезпечення надійності та безпеки. Ось деякі основні вимоги до гідроприводу мобільних систем:

1. Надійність та довговічність:

Гідропривід повинен бути надійним та довговічним для забезпечення безперебійної роботи мобільної системи впродовж тривалого часу. Компоненти гідроприводу повинні бути високоякісними та витривалими, а система має підлягати регулярному обслуговуванню та проходити періодичні перевірки [34].

2. Ефективність та продуктивність:

Гідропривід має бути ефективним та забезпечувати необхідну продуктивність мобільної системи. Він має забезпечувати потрібне зусилля, керування та швидкість для виконання різних завдань[33].

3. Безпека:

Гідропривід повинен бути безпечним для користувачів та навколишнього середовища. Це включає в себе захист від можливих аварій та перевантажень, а також забезпечення правильної реакції на аварійні ситуації [36].

4. Енергоефективність:

Гідропривід повинен бути енергоефективним, щоб зменшити споживання пального або електроенергії, зокрема в транспортних мобільних системах [34].

5. Точність та керованість:

Гідропривід повинен забезпечувати точність та керованість рухом або функціями мобільної системи. Це особливо важливо для систем, де потрібна висока точність та надійне керування [40].

6. Відповідність стандартам та нормативам:

Гідропривід має відповідати стандартам та нормативам, які встановлені для конкретної галузі або виду мобільної системи, з метою забезпечення безпеки та якості.

7. Легка обслуговуваність:

Гідропривід має бути легко обслуговуваним та ремонтопридатним, щоб зменшити час простою та витрати на обслуговування. Регулярні перевірки та технічне обслуговування мають бути легко доступними.

8. Адаптованість до специфікацій мобільної системи:

   Гідропривід має відповідати специфікаціям та потребам конкретної мобільної системи. Він повинен бути розроблений з урахуванням особливостей використання та вимог системи.

9. Можливість автоматизації та дистанційного керування:

   Деякі мобільні системи вимагають можливості автоматизації функцій та дистанційного керування. Гідропривід повинен бути сумісним із системами автоматизації та забезпечувати можливість дистанційного керування.

Вимоги до гідроприводу мобільних систем залежать від конкретної галузі та виду мобільної системи. Важливо забезпечити, що гідропривід відповідає всім потребам та вимогам для безперебійної та продуктивної експлуатації мобільної системи.

1.3. Робочі рідини і вимоги до них

Робочі рідини (гідравлічні рідини) в системах гідроприводу мобільних систем відіграють критично важливу роль у забезпеченні надійності та ефективності роботи. Вони мають високі вимоги до своїх властивостей, так як вони передають енергію та створюють тиск, необхідний для руху та керування.

Вибір правильної робочої рідини та дотримання вищезазначених вимог грають критичну роль у забезпеченні ефективності, надійності та тривалості роботи гідроприводу мобільних систем. Під час вибору робочої рідини необхідно враховувати конкретні умови та потреби системи.

1.4. Види пропускних систем безпеки з ГП

Гідравлічні системи можуть бути використані у пропускних системах безпеки для контролю доступу та забезпечення безпеки в різних областях. Хоча вони не є найпоширенішими в цій сфері, але можуть бути застосовані

для певних специфічних завдань. Ось деякі приклади використання гідравлічних систем у пропускних системах безпеки:

Звісно, ось більш детальна інформація про кожен з видів пропускних систем безпеки, де застосовуються гідравлічні системи:

1. Контроль в’їзду транспорту:

- Бар’єри та шлагбауми:

Гідравлічні шлагбауми або бар’єри встановлюються на в'їздах або виїздах з території об'єкта. Гідравлічні пристрої контролюють підняття або опускання шлагбауму, дозволяючи або обмежуючи доступ автомобілів. Вони можуть бути використані на паркувальних майданчиках, автостоянках, аеропортах, а також на в’їздах на промислові об’єкти.

2. Контроль доступу осіб:

- Гідравлічні двері та ворота:

Гідравлічні системи можуть керувати рухом дверей або воріт для контролю доступу осіб до будівель, приміщень або об'єктів. Це може бути корисним у комерційних будівлях, лікарнях, аеропортах та інших місцях.

3. Автоматизовані бар’єри та системи блокування:

- Автоматизовані бар’єри:

Гідравлічні системи можуть контролювати рух автоматизованих бар’єрів або загороджень. Це дозволяє створити зони блокування для обмеження доступу в певних областях в разі аварійних ситуацій або потреби взяти під контроль рух на дорозі.

- Системи блокування:

Гідравлічні системи можуть керувати автоматизованими системами блокування, що перешкоджають доступу до певних об'єктів. Вони можуть бути використані для заборони доступу до заборонених зон, таких як конфіденційні об'єкти чи небезпечні місця.

4. Контроль рухомих перегородок:

- Рухомі перегородки:

Гідравлічні системи можуть керувати рухомими перегородками або загородженнями, які використовуються для розділення просторів або зон безпеки. Це може бути корисним у промислових комплексах, складах або на дорогах для організації руху та безпеки.

Гідравлічні системи зазвичай обираються завдяки їхній надійності, стабільності та здатності до автоматизації процесів контролю доступу. Вони можуть використовуватися у поєднанні з іншими електронними системами безпеки для створення комплексних систем контролю та захисту. Розробка та налагодження гідравлічних систем у пропускних системах безпеки допомагає підвищити рівень безпеки та ефективності в різних галузях, де важливий контроль доступу [35].

1.5. Переваги використання ГС в системах пропускного контролю

Гідросистеми, включаючи гідравлічні системи, широко використовуються для управління рухомими бар'єрами, болардами і блокіраторами в системах контролю доступу та безпеки. Використання гідравлічних систем в цьому контексті має численні переваги:

1. Висока надійність та стійкість:

Гідравлічні системи відзначаються високою надійністю і стійкістю до зносу. Вони розроблені для тривалої роботи без збоїв та потребують мінімального технічного обслуговування.

2. Висока сила та продуктивність:

Гідравлічні системи можуть створювати велику силу і забезпечувати швидку реакцію на команди. Це важливо для бар'єрів і блокіраторів, які повинні ефективно перешкоджати руху транспорту чи осіб.

3. Плавний та точний контроль:

Гідравлічні системи забезпечують плавний та точний контроль руху бар'єрів і блокіраторів. Це важливо для забезпечення безпеки та ефективності системи контролю доступу.

4. Забезпечення безпеки:

Гідравлічні системи можуть включати механізми аварійного зупинення, що забезпечують негайне зупинення руху бар'єра чи блокіратора в разі аварійної ситуації.

5. Можливість інтеграції:

Гідравлічні системи можуть легко інтегруватися з іншими системами контролю доступу, такими як кард-рідери, біометричні сенсори та системи відеоспостереження.

6. Довгий термін служби:

Гідравлічні системи зазвичай мають тривалий термін служби і мають низький рівень зносу, що робить їх вигідним в інвестиційному плані.

7. Ефективність і швидкість:

Гідравлічні системи здатні працювати дуже швидко та ефективно. Вони можуть виходити з активного стану і приймати позицію блокування або проїзду в дуже короткий термін. Це особливо важливо у випадках, коли потрібно негайно заблокувати рух, наприклад, для запобігання небажаному в'їзду на об'єкт.

8. Можливість віддаленого керування:

Гідравлічні системи можуть бути легко інтегровані з системами віддаленого керування. Це дозволяє операторам віддалено керувати блокіраторами та болардами через мережу, що спрощує керування і збільшує ефективність.

9. Безпека та аварійне зупинення:

Гідравлічні системи можуть включати механізми аварійного зупинення, що забезпечують безпеку в разі виникнення аварійних ситуацій. Це важливо для запобігання травматичним подіям та пошкодженням обладнання.

10. Автоматизація та робота в режимі реального часу:

Гідравлічні системи можуть бути легко автоматизовані та програмовані для роботи в режимі реального часу. Це дозволяє створити автоматичну систему контролю доступу, яка реагує на специфічні умови і команди.

Гідравлічні системи використовуються для різних типів бар'єрів і блокіраторів, зокрема:

1. Гідравлічні шлагбауми:

це вид шлагбаумів, які використовують гідропривід для піднімання та опускання стріли. Гідравлічні шлагбауми (рис. 1.5) мають деякі переваги перед електромеханічними, такі як висока швидкість роботи, висока надійність та довговічність, висока безпека та інтелектуальність Гідравлічні шлагбауми можуть відкривати та закривати проїзд за декілька секунд, що зменшує час очікування та підвищує пропускну здатність. Також мають міцну конструкцію, яка витримує великі навантаження та несприятливі погодні умови. Гідравлічні шлагбауми не потребують частого обслуговування та ремонту, а також мають вбудовану систему захисту від перегріву та перевантаження. Мають різні функції, які забезпечують безпеку користувачів та транспортних засобів, такі як: аварійне опускання стріли при відключенні електроенергії, зворотний хід стріли при зіткненні з перешкодою, сигнальна лампа та світловідбиваючі елементи на стрілі, датчики присутності транспорту, пульт дистанційного керування, інтеграція з системами контролю доступу тощо.

Рис. 1.5 – Шлагбаум з гідроприводом [24]

2. Гідравлічні боларди:

це дорожні стовпи, які використовуються для обмеження проїзду на певній території. Вони працюють за допомогою гідравлічної системи, яка піднімає або опускає боларди за допомогою дистанційного керування. Гідравлічні боларди (рис. 1.6) можуть бути паркувальними або антитаранними. Паркувальні боларди призначені для регулювання доступу до парковок, аеропортів, торгових центрів та інших місць із інтенсивним рухом. Антитаранні боларди призначені для захисту важливих об’єктів, таких як державні установи, від можливого тарану автомобілів. Гідравлічні боларди мають ряд переваг перед іншими типами болардів, такими як фіксовані або механічні. Вони зручні в управлінні, не вимагають безпосередньої участі людини, швидко піднімаються та опускаються, мають високу надійність та довговічність. Гідравлічні боларди також гармонійно вписуються в зовнішнє середовище, завдяки своєму лаконічному та ненав’язливому дизайну.

Рис. 1.6 – Гідравлічний болард [23]

3. Гідравлічні блокіратори:

це пристрої, які використовуються для обмеження доступу транспортних засобів на певній території. Вони складаються з металевих стовпів, які піднімаються або опускаються за допомогою гідравлічної системи, яка працює під тиском робочої рідини. Гідравлічні блокіратори (рис. 1.3) можуть бути різних типів, залежно від їх функціонального призначення та рівня захисту. Наприклад, паркувальні блокіратори призначені для регулювання доступу до парковок, аеропортів, торгових центрів та інших місць із інтенсивним рухом. Антитаранні блокіратори призначені для захисту важливих об’єктів, таких як державні установи, від можливого тарану автомобілів. Шиповані блокіратори призначені для знищення шин автомобілів, які намагаються прорватися через блокіратори. Гідравлічні блокіратори мають ряд переваг перед іншими видами блокіраторів, такими як фіксовані, механічні або електромеханічні. Вони зручні в управлінні, не вимагають безпосередньої участі людини, швидко піднімаються та опускаються, мають високу надійність та

довговічність. Гідравлічні блокіратори також гармонійно вписуються в зовнішнє середовище, завдяки своєму лаконічному та ненав’язливому дизайну [37].

Рис. 1.7 – Протитаранний дорожний блокіратор [22]

Загалом, гідравлічні системи для управління болардами та блокіраторами є ефективними, надійними та довговічними рішеннями для систем контролю доступу та безпеки. Вони забезпечують високу продуктивність та можливість інтеграції з іншими системами, що робить їх популярними у багатьох галузях, включаючи комерційні об'єкти, громадські місця та критичну інфраструктуру.

1.6. Умови застосувань гідроприводу в болардах

Гідроприводи в болардах використовуються для забезпечення керування підйому та опусканням цих висувних стовпів. Вони знаходять широке застосування в різних умовах роботи та об'єктах і забезпечують високу ефективність та надійність. Для доцільного та безпечного використання

гідроприводів у болардах необхідно враховувати специфічні умови та забезпечити відповідність цих умов роботи.

Гідроприводи у болардах можуть використовуватися на різних об'єктах, включаючи комерційні, промислові та громадські споруди. Умови роботи та технічні вимоги можуть варіювати в залежності від типу об'єкта, що потребує захисту або контролю доступу. Кліматичні умови мають велике значення. Гідроприводи повинні бути розраховані на роботу в різних погодних умовах, включаючи низькі температури, високу вологість, дощ та сніг [35].

Боларди можуть бути піддані механічним навантаженням, особливо в об'єктах з високим рівнем транспортного руху. Гідроприводи повинні витримувати ці навантаження і залишатися надійними. Також вони повинні мати вбудовані механізми аварійного зупинення, які забезпечують негайне зупинення руху боларда в разі аварійної ситуації чи загрози для безпеки.

Для ефективного управління гідроприводами в болардах необхідні відповідні системи керування, які можуть бути автоматизованими та інтегрованими з іншими системами контролю доступу.

Для захисту гідросистем від впливу зовнішнього середовища, таких як вологість, пил, корозія і механічні пошкодження, рекомендується використовувати спеціальні корпуси або контейнери. Це збільшує тривалий термін служби гідросистем і забезпечує надійну роботу. Для підтримання надійності та ефективності гідроприводів важливо проводити регулярне технічне обслуговування та перевірки, а також вчасно здійснювати заміну деталей, якщо це необхідно.

Застосування гідроприводів у болардах допомагає створити надійну та ефективну систему контролю доступу та безпеки. Врахування усіх специфічних умов роботи та вимог є ключовим для досягнення найвищої ефективності та гарантійності функціонування таких систем.

Підсумовуючи використання існуючих гідросистем для блокіраторів та болардів, можна виділити наступні переваги:

1. Надійність та тривалий термін служби:

   Гідросистеми в болардах та блокіраторах відзначаються високою надійністю та довгим терміном служби. Вони розроблені для роботи без збоїв протягом тривалого періоду.

2. Ефективність та швидкість:

   Гідросистеми дозволяють швидко та ефективно виконувати опускання та підйом блокіраторів і болардів. Це важливо для надійного контролю доступу.

3. Точний та плавний контроль:

   Гідросистеми забезпечують точний та плавний контроль руху блокіраторів і болардів, що дозволяє пристосовувати їх до конкретних умов.

4. Можливість інтеграції:

   Гідросистеми можуть легко інтегруватися з іншими системами контролю доступу, що дозволяє створити комплексні системи безпеки.

5. Безпека та аварійне зупинення:

   Гідросистеми можуть бути оснащені механізмами аварійного зупинення, що підвищує безпеку та запобігає аварійним ситуаціям.

Щодо недоліків – можна виділити наступні:

1. Високі витрати:

   Гідросистеми можуть бути високою вартістю встановлення та обслуговування, що може бути обмежуючим фактором для деяких проектів.

2. Складність обслуговування:

   Гідросистеми вимагають регулярного технічного обслуговування і контролю, що може збільшувати загальні витрати.

3. Залежність від джерела живлення:

   Гідросистеми потребують постійного джерела живлення, і в разі перебоїв у живленні можуть втратити функціональність.

4. Можливість пошкоджень:

Гідросистеми піддаються ризику механічних пошкоджень або корозії, особливо в зовнішньому середовищі.

У підсумку, гідросистеми є дієвими та надійними засобами управління блокіраторами та болардами в системах контролю доступу та безпеки. Вони забезпечують швидку реакцію, точний контроль та можливість інтеграції, хоча вимагають витрат і обслуговування. Однак вибір гідросистеми повинен базуватися на конкретних вимогах проекту та економічній доцільності.

1.7. Постановка проблеми та формулювання технічної задачі роботи. Варіант вирішення поставленої технічної задачі

В процесі дослідження проблематики використання гідравлічних систем болардів, було з’ясовано, що енергопостачання у більшості країн не підтримує три фази, а мають лише одну на 220 В. Як відомо, однофазних двигунів потужністю більше 4 кВт не існує, а в роботі даного виробу може знадобитися 5.5 – 7 кВт.

Також слід зазначити, що система зі спареним насосом програє по двом параметрам: швидкодія спрацювання циклу та синхронність спрацювання кількох гідроциліндрів за умови такого підключення до однієї станції.

Після ретельного дослідження вищезазначених проблем, було поставлено **наступні задачі**:

1) Розрахунок гідравлічної системи боларда;
2) Підбір оптимальної робочої рідини;
3) Розрахунок і підбір гідравлічного акумулятора;
4) Моделювання в середовищі SolidWorks навантаження стінок корпусу гідроакумулятора тиском і дослідження зміщення при стандартних робочих тисках;
5) Модернізація гідравлічної системи боларда;
6) Підбір нового обладнання.

За аналізом технічного завдання, було винесено на обговорення наступний варіант вирішення технічного завдання: прибрати спарений насос

та замінити його на одиничний. Одиничний насос буде живити лише гідроакумулятор, тоді робочий цикл буде проходити за допомогою викиду робочої рідини під тиском з порожнини гідроакумулятора, а не від роботи насоса. Таким чином система матиме кращу швидкодію та синхронність спрацювання гідроприводів. Головна умова – збільшити об’єм гідроакумулятора для того щоб він міг живити систему, що не підвищить собівартість комплектації системи через її зменшення за рахунок змін у насосно-моторній групі та відмови від спареного насоса.

Також з додаткових плюсів даного варіанту вирішення проблеми є покращення швидкодії відпрацювання циклу та зменшення собівартості базової комплектації гідростанції.

З огляду на обраний варіант вирішення технічної задачі, постає необхідність в розрахунках гідравлічної системи задля підбору нового насосу та гідроакумулятора.

Висновки до розділу 1.

У першому розділі було проведено огляд існуючих систем гідроприводів та їх застосування в системах пропускного контролю. Було розглянуто основні типи гідроприводів та їхнє застосування в мобільних системах. Було визначено вимоги до гідроприводів, такі як надійність, довговічність, енергоефективність, швидкість, сила, точність, безшумність, безпека та інші. Було проаналізовано вимоги до робочих рідин, які використовуються в гідроприводах, такі як в'язкість, щільність, температура, тиск, хімічна стійкість, вогнестійкість, екологічність та інші. Було розглянуто застосування гідроприводів у системах пропускного контролю, які призначені для обмеження доступу транспортних засобів на певній території. Було розглянуто основні види таких систем, такі як боларди, блокіратори та шлагбауми.

Таким чином, перший розділ дав загальне уявлення про гідроприводи та їх застосування в системах пропускного контролю, а також підготував теоретичну базу для подальшого дослідження та модернізації системи гідростанції (далі ГС) на прикладі ГС боларда.

РОЗДІЛ 2. ГІДРАВЛІЧНІ СИСТЕМИ БЛОКІРАТОРІВ

2.1. Опис гідросистеми блокіратора

В даному розділі дисертації розглядається гідравлічна система на прикладі гідростанції боларда від українського виробника TISO, з подальшим розрахунком та модернізацією. Під час написання роботи здійснена ознайомча-екскурсійна поїздка на виробництво для більш глибокого розуміння принципу роботи системи, етапів виробництва та налаштувань, а також вияснення актуальних проблем і задач на покращення системи для підвищення її якості без збільшення собівартості виробництва.

Під час екскурсії нами було розглянуто кілька основних варіантів засобів контролю проїзної частини, але наша увага зосередилась саме на гідравлічних станціях, які використовуються в керуванні болардами та блокіраторами.

Дані модульні станції комплектуються під замовлення в залежності від робочих умов навколишнього середовища (клімат, місцевість, тощо), та мають певний набір основних складових, а також мають можливість монтажу додаткової комплектації. Спочатку розкриємо саме поняття гідравлічної системи блокіратора.

Гідравлічна система блокіратора – це система, яка використовує стиснену робочу рідину для передачі енергії від насоса до блокіратора, який забезпечує фіксацію вантажу або механізму в певному положенні. Гідравлічна система гідравлічного блокіратора складається з таких основних елементів [41]:

- Насос – елемент, який створює потік рідини під тиском в гідросистемі. Насос може бути змінного або постійного об’єму, залежно від потреби регулювання потоку рідини.

- Бак – елемент, який зберігає рідину в гідросистемі і компенсує її витрату або надлишок. Бак також виконує функції очищення, охолодження і вентиляції рідини.
- Фільтри - елементи, які очищають рідину від механічних домішок і забезпечує її якість.
- Гідроакумулятор - елемент, який накопичує енергію рідини в гідросистемі і вирівнює її тиск. Гідроакумулятор складається з двох частин: газової і рідинної, які розділені мембраною. Газова частина заповнена азотом або повітрям, рідинна частина заповнена робочою рідиною.
- Клапан – елемент, який регулює потік, тиск, напрямок або утримує рідину в гідросистемі. Клапани можуть бути розподільними, редукційними, перепускними, зворотними, запобіжними, керованими або автоматичними.
- Гідроциліндр – елемент, який перетворює енергію рідини в механічний рух. Гідроциліндр складається з корпуса, поршня, штока і кільцевих ущільнень. Рідина під тиском впливає на поршень, який переміщає шток в одну або дві сторони.
- Гідрозамок – елемент, який фіксує шток гідроциліндра в певному положенні і запобігає його руху при відсутності тиску в гідросистемі. Блокіратор може бути механічним, гідравлічним, електрогідравлічним або пневмогідравлічним.

Також гідросистема включає в себе розподільники, клапани тиску, манометри та ручний насос на випадок заклинювання системи або відмови електродвигуна., що приводить електричний насос в дію.

Існуючу систему, якою її було досліджено під час візиту на виробництво, представлено на рис. 2.1.

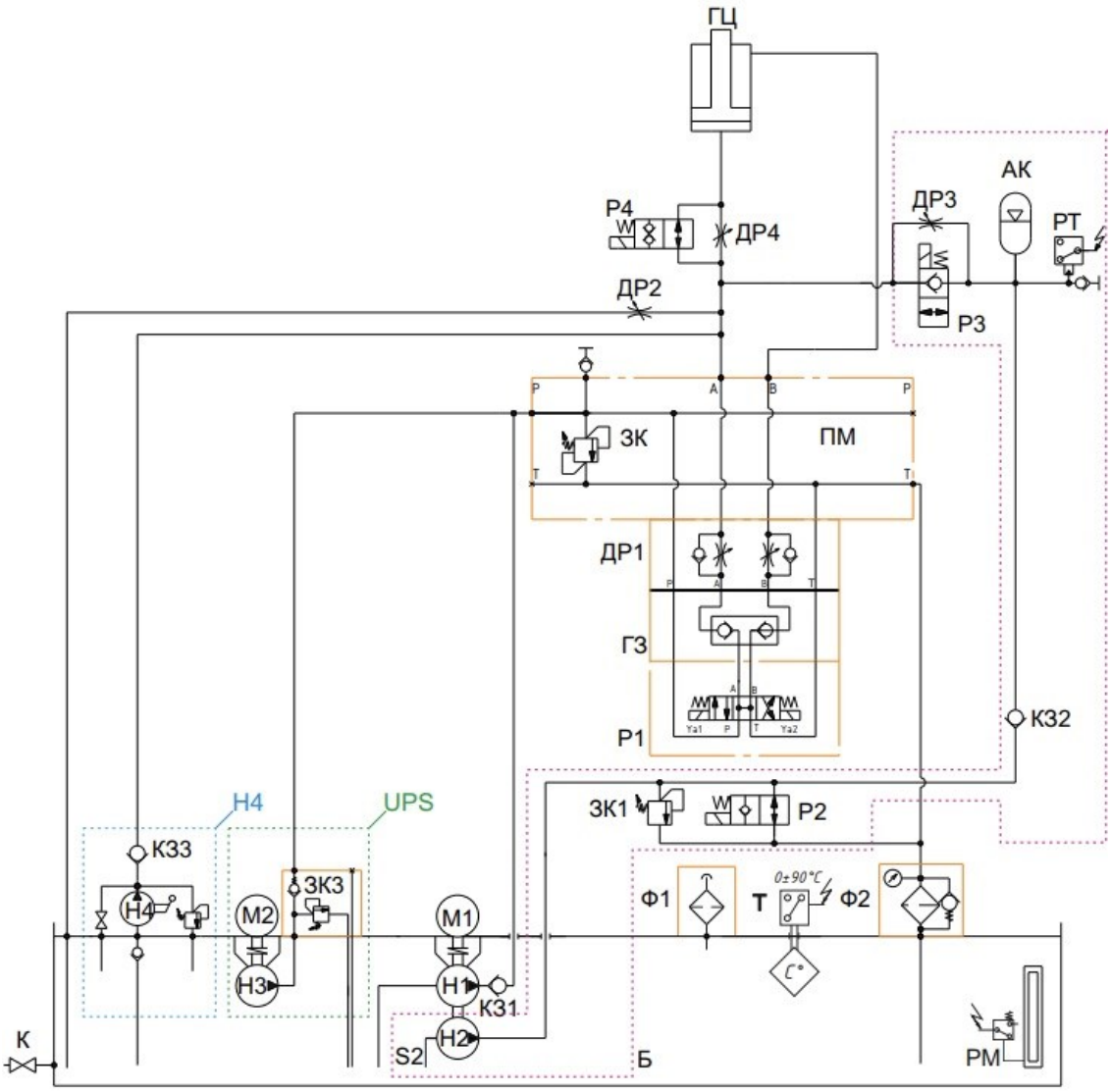

Рис. 2.1 – Система гідравлічного боларда [41]

Основні елементи даної схеми, по якій проведено наступні розрахунки, підписані умовними позначеннями (таблиця 2.1.):

Таблиця 2.1

Умовні позначення первинної гідросистеми боларда

Н- гідроакумулятор	М1 – електродвигун,
Б – гідробак	М2 – Електродвигун DC24
ГЦ – гідроциліндр	МН1-МН2 – манометр
ГЗ – гідрозамок	ПМ – плита монтажна
ДР1-ДР4 – дросель	Р1-Р4 – гідророзподільник
КЗ1-КЗ3 – зворотній клапан	РТ – реле тиску

ЗК1 – запобіжний клапан	Т – термореле регульоване
Н1,2 – насос здвоєний	РМ – показник рівня масла
Н3 – насос	Ф1 – заливна горловина
Н4 – ручний насос	Ф2 – фільтр зливний

2.2. Розрахунок гідравлічної системи

Користуючись класичними методика розрахунків гідравлічних систем, визначаємо спершу витрату рідини в системі Q_c (м^2/с) [29]:

$$Qc = Q * 1.02,$$

де 1.02 – коефіцієнт об'ємних втрат, Q – витрата рідини в гідроциліндрі.

$$Q = \frac{2(F_p - f)Sn}{60\eta_{об}},$$

де F_p – площа поршня (0,005 м^2, згідно параметрам гідроциліндра, визначеним у попередній дипломній роботі), f – площа штока (0,00125 м^2, згідно параметрам гідроциліндра, визначеним у попередній дипломній роботі), S – хід поршня (0,3 м за умовою), n – число двійних ходів в хвилину ($n = 1$), $\eta_{об}$ – об'ємний ККД гідроциліндру ($\eta_{об} = 1$ для манжетних ущільнень або гумових кілець.

$$Q = \frac{2(0{,}005 - 0{,}00125)0{,}3}{60 * 1} = 3{,}75 * 10^{-5}\frac{м^3}{с} = 2{,}25\ л/хв$$

Звідси знаходимо витрату рідини в системі:

$$Qc = 3{,}75 * 10^{-5} * 1.02 = 3{,}825 * 10^{-5}\frac{м^3}{с},$$

Визначення діаметра трубопроводів:

З рівняння нерозривності:

$$Q = \frac{\pi d^2 V}{4},$$

$$\text{Тоді } d = 1.13 * \sqrt{\frac{Qc}{V'}},$$

де V` - швидкість руху рідини.

Приймемо швидкість протікання рідини V`=6 м/с, тоді:

$$\text{Тоді } d = 1.13 * \sqrt{\frac{3{,}825*10^{-5}}{6}} = 0{,}0025 \text{ м} = 2{,}5 \text{ мм}.$$

Внутрішній діаметр трубопроводу (номінальний прохід) D_y визначають по ДСТУ 2193-93 з таким розрахунком, щоб кількість $D_y \geq d$ номінальних проходів в мм, передбачене ДСТУ [5], було наступним в мм: 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100. Подальший розрахунок проводиться відповідно до прийнятого D_y.

В нашому випадку визначаємо діаметр D_y=8 мм.

Уточнення значення швидкості рідини в трубопроводі V (м/с):

$$V = \frac{4Q_c}{\pi {D_y}^2} = \frac{4 * 3{,}825 * 10^{-5}}{\pi * 0.008^2} = 0.76 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

Втрати тиску:

1. Втрати тиску по довжині трубопроводу Δp_l (МПа) розраховуємо за формулою Дарсі-Вейбаха:

$$\Delta p_l = 10^{-6} * \rho g \lambda \frac{l}{Dy} * \frac{V^2}{2g},$$

де ρg – удільна вага робочої рідини, ($\rho g = 8{,}55$ н/м^3),

λ – коефіцієнт опору тертю,

l – сума довжини трубопроводу ($l = 10{,}5$ м за умовою),

Dy - внутрішній діаметр труби,

V – швидкість руху рідини.

Визначимо число Рейнольдса Re:

$$Re = \frac{V * D_y}{v} = \frac{0{,}76 * 0{,}008}{0{,}046 * 10^{-3}} = 132{,}17 < 2300,$$

тому вид течії – ламінарний, тому $\lambda = \frac{75}{Re} = \frac{75}{132.17} = 0{,}56.$

Звідси знаходимо втрати тиску по довжині трубопроводу:

$$\Delta p_l = 10^{-6} * 8{,}55 * 0{,}56 \frac{10{,}5}{0{,}008} * \frac{0{,}76^2}{2 * 9{,}81} = 0{,}00018 \text{ МПа}.$$

2. Втрати тиску в місцевих опорах $\Delta p_м$ (МПа) розраховують за формулою Вейсбаха:

$$\Delta p_м = 10^{-6} * \rho g * (\xi_1 + \xi_2 + \cdots + \xi_i) * \frac{V^2}{2g},$$

де ξ_i – коефіцієнт місцевих опорів (визначено у минулій дипломній роботі).

В напірній лінії акумулятора визначаємо:

$$\Delta p_м = 10^{-6} * 8{,}55 * (2 + 2 + 0{,}85) * \frac{0{,}76^2}{2 * 9{,}81} = 0{,}031 \text{ МПа}.$$

Сумарні гідравлічні втрати:

$$\Delta p_г = \Delta p_l + \Delta p_м = 0{,}0018 + 0{,}031 = 0{,}03118 \text{ МПа}.$$

Розрахунок параметрів і підбір насоса:

Відповідно до запропонованої схеми роботи, необхідним є підбір та розрахунок насосу, скористаємось відомими методиками інженерних розрахунків [28,29,32].

Як відомо, насос – це гідравлічна машина, яка перетворює механічну енергію на валу приводного двигуна в енергію потоку робочої рідини. Робота насоса визначається його витратою, тиском, споживаною потужністю, ККД і швидкістю обертання. Визначення параметрів насоса і його типу - один з найважливіших етапів розрахунку ДП.

Робочий тиск насоса $p_{нр}$ визначається в залежності від гідросхеми та її виконавчого елементу:

Для закритої схеми з гідроциліндром та системою підживлення:

$$p_{нр} = p_ц + \Delta p_{нр} + p_п,$$

де $p_п$ – тиск підживлення, який приймають 0,8÷1,0;

$p_ц$ – тиск на підводі до гідроциліндра, який рівний $\frac{F}{S}$, де F – корисне зусилля (кН), а S – площа поршня (задані за умовою).

$$\Delta p_{нр} = 0{,}5 * \Delta p_г = 0{,}5 * 0{,}03118 = 0{,}01559 \text{ МПа}, \text{ тоді}$$

$$p_ц = \frac{19 * 10^3}{5000} = 5{,}8 \text{ МПа},$$

$$p_{нр} = 5{,}8 + 0{,}01559 + 0{,}9 = 6{,}615 \text{ МПа}.$$

Далі за параметрами Q_c та $p_{нр}$ підбираємо в каталозі насос так, щоб задовольнити умови $Q_н \geq Q_c$, $p_н \geq p_{нр}$.

Обрана модель насосу: Gear pump X1P3102FBBA (рис. 2.3) [21]:

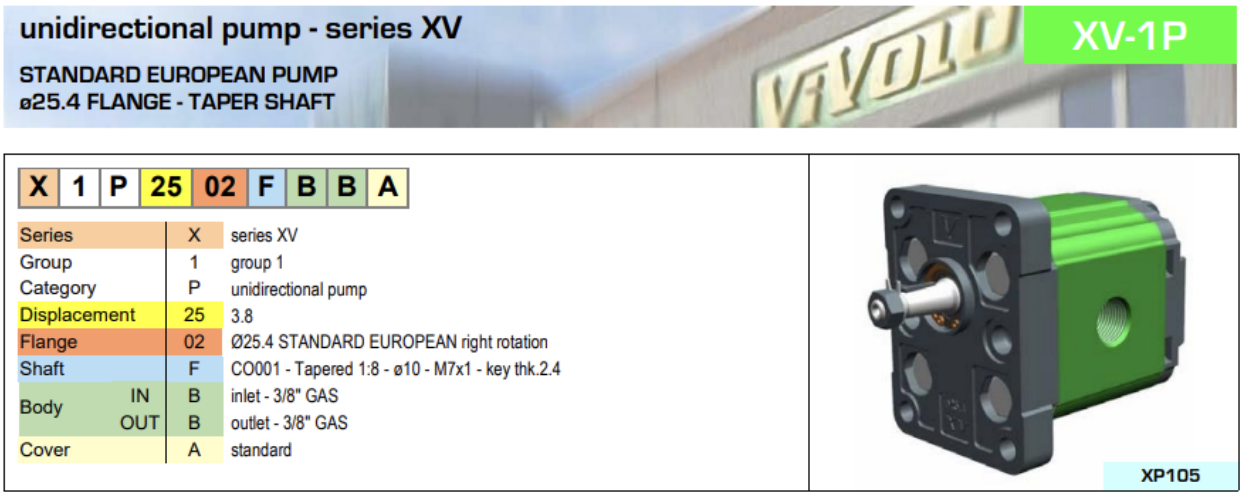

Рис. 2.3 – Обрана модель насосу Gear pump X1P3102FBBA [21]

- Робочий об'єм: 5,9 см3/об
- Напрямок обертання: праворуч
- Вал: конічний 1:8
- Вхід: G 3/8"
- Вихід: G 3/8"

За параметрами обраної моделі насосу розраховуємо необхідний об’єм гідроакумулятора.

Для даної системи було запропоновано використати мембранний гідроакумулятор завдяки його перевагам перед іншими типами гідроакумуляторів, такими як поршневі або балонні. До цих переваг належать:

- Компактність і легкість - гідроакумулятори мембранні займають менше місця і важать менше, ніж інші типи гідроакумуляторів, що полегшує їх транспортування і монтаж.
- Надійність і довговічність - гідроакумулятори мембранні мають високу якість і стійкість мембрани, яка не піддається корозії, старінню, деформації і протіканню. Мембрана також захищає корпус від утворення вапняного нальоту і бактерій, що збільшує термін служби гідроакумулятора.
- Економічність і екологічність - гідроакумулятори мембранні дозволяють зменшити частоту включення і виключення насоса, що знижує споживання електроенергії і шум. Також гідроакумулятори мембранні заповнені азотом або повітрям, які не є вибухо- і пожежонебезпечними, що підвищує безпеку експлуатації.

Розрахунок мембранного гідроакумулятора:

Відповідно до запропонованої схеми роботи, також, скористаємось відомими методиками інженерних розрахунків акумуляторів [29].

Об’єм V:

$$V = \frac{Q * \beta}{4 * k},$$

де β – коефіцієнт, що враховує зміну об’єму рідини при зміні тиску і дорівнює $\beta = \frac{1}{1 - \frac{P_2 - 2}{P_1}}$, де P_1 та P_2 – максимальний та мінімальний тиски в системі (задані за умовою: P_1=3 МПа та P_2=8МПа);

Q – витрата обраної моделі насосу (5,9 л/хв або 0,354 м^3/год);

k – кількість включень за годину.

Маємо:

$$\beta = \frac{1}{1 - \frac{P_2 - 2}{P_1}} = \frac{1}{1 - \frac{3 - 2}{8}} = 0{,}63,$$

Тоді

$$V = \frac{0{,}354 * 0{,}63}{4 * 3} = 0{,}018 \text{м}^3 \quad (18л)$$

Початковий тиск в гідроакумуляторі:

$$P_{pre} \approx P_{min} = 3 \text{ бар}, = 30 \text{ МПа}$$

де P_{min} – мінімальний тиск в системі (за умовою$P_{min} = 3$ бар)= 30 МПа

Підбираємо необхідний гідроакумулятор за обчисленими параметрами в каталозі [20].

Обрана модель з сайту Motorimpex об'ємом на $V = 20$ л:

Epol bladder accumulator AS20P360CA9V0C0C0 (рис. 2.3) [20]:

Рис. 2.4 – Обраний гідроакумулятор Epol bladder accumulator AS20P360CA9V0C0C0 [20]

2.3. Моделювання навантаження стінок корпусу гідроакумулятора тиском і дослідження зміщення при стандартних робочих тисках

Напруження, що виникають на внутрішній поверхні стінок корпусу гідроакумулятора спричиняють зміщення, які при певних значеннях можуть порушити коректну роботу системи або спричинити деформацію корпусу гідроакумулятора і спровокувати необхідність його заміни.

Постає необхідність у дослідженні даних зміщень для вибору оптимального тиску нагнітання в гідроакумуляторі. Перевірці підлягають чотири значення тиску (в бар): 80, 150, 210 та 360 (останнє значення-максимальне допустиме для даної моделі гідроакумулятора).

Моделювання та дослідження проводились в середовищі SolidWorks.

На початку було створено модель корпусу (рис.2.5) гідроакумулятора без урахування кришок баку, так як нас цікавить саме його деформація.

Рис. 2.5 – Модель корпусу гідроакумулятора

Матеріал баку – лита нержавіюча сталь, застосовуємо її до нашої моделі (рис. 2.6):

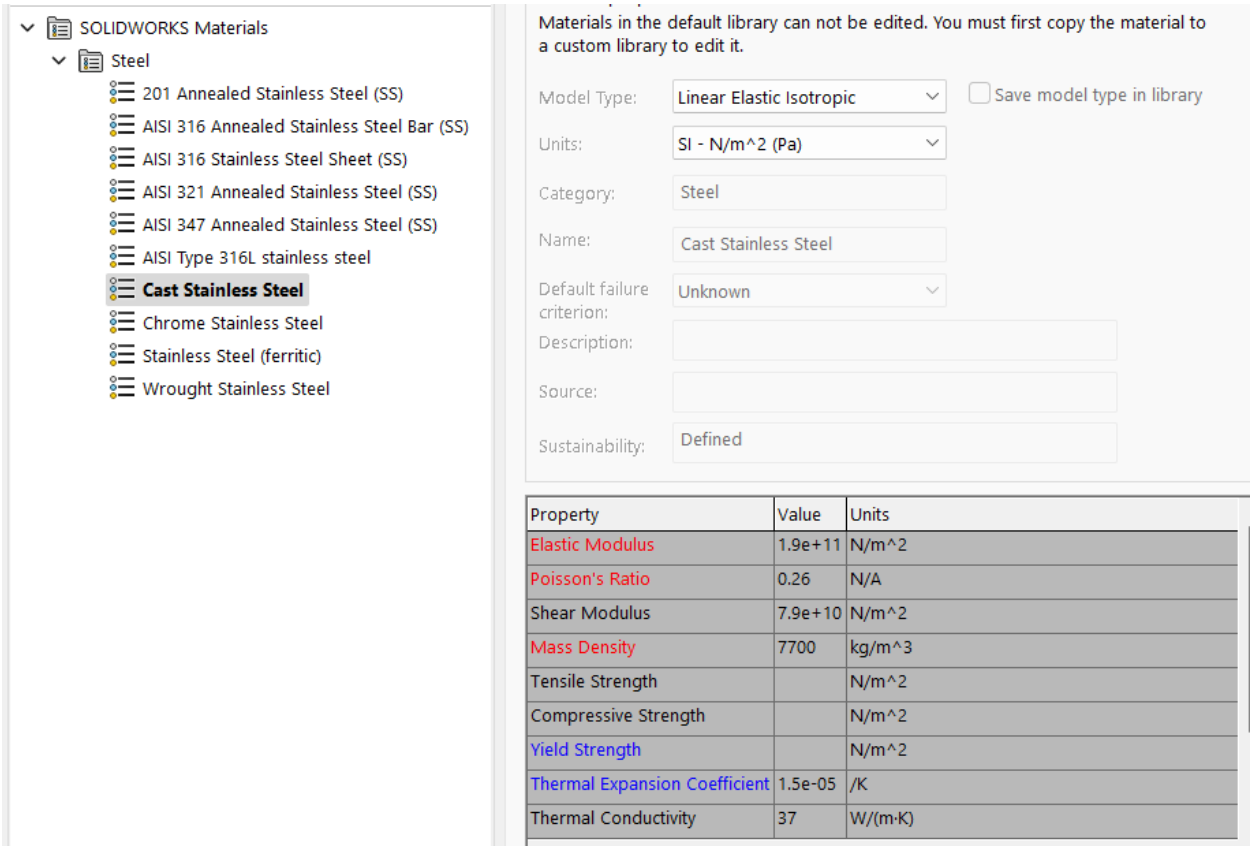

Рис. 2.6 – Характеристики матеріалу, застосованого до моделі баку

Після цього нам необхідно вказати розподілення тиску на внутрішніх стінках баку та вказати величину тиску в N/m^2. Демонструємо це на рис. 2.7:

Рис. 2.7 – Розподіл тиску при нагнітанні всередині баку гідроакумулятора

Далі приймаємо наступні стандартні значення для тиску нагнітання, вплив яких на зміщення необхідно дослідити (в барах, які переведемо в N/m^2): 80, 150, 210, 360. Результати дослідження на зміщення представлені на графіках у рис. 2.8 – 2.11 відповідно.

1) Дослідження зміщення при 80 бар (80000000 N/m^2).

   Згідно графіку, максимальне зміщення досягає значення 0,0792 мм (на моделі розподілу зміщень виділено червоним).

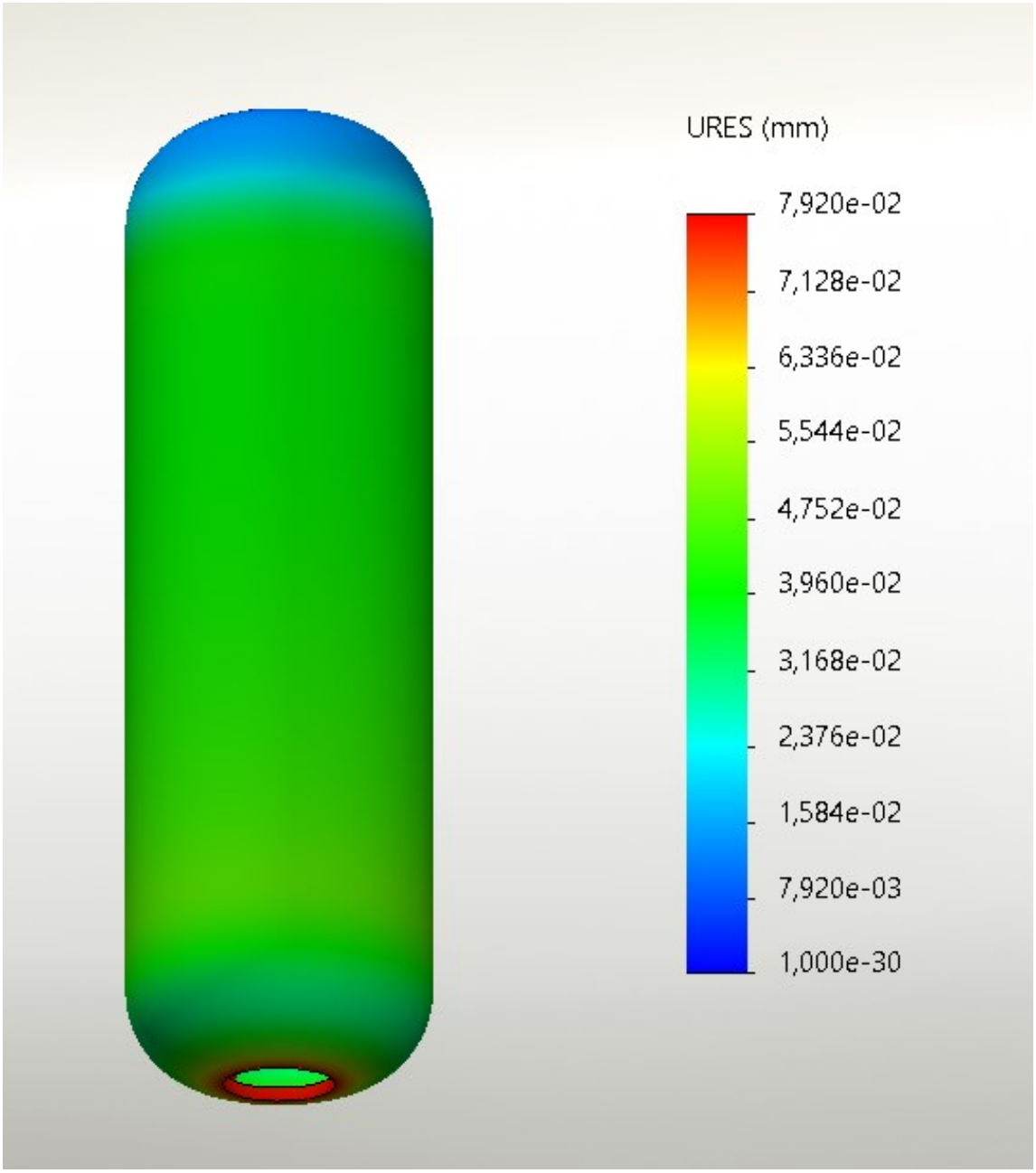

Рис. 2.8 – Графік зміщення стінок гідроакумулятора при 80 бар

2) Дослідження зміщення при 150 бар (150000000 N/m^2).

Згідно графіку, максимальне зміщення досягає значення 0,1485 мм.

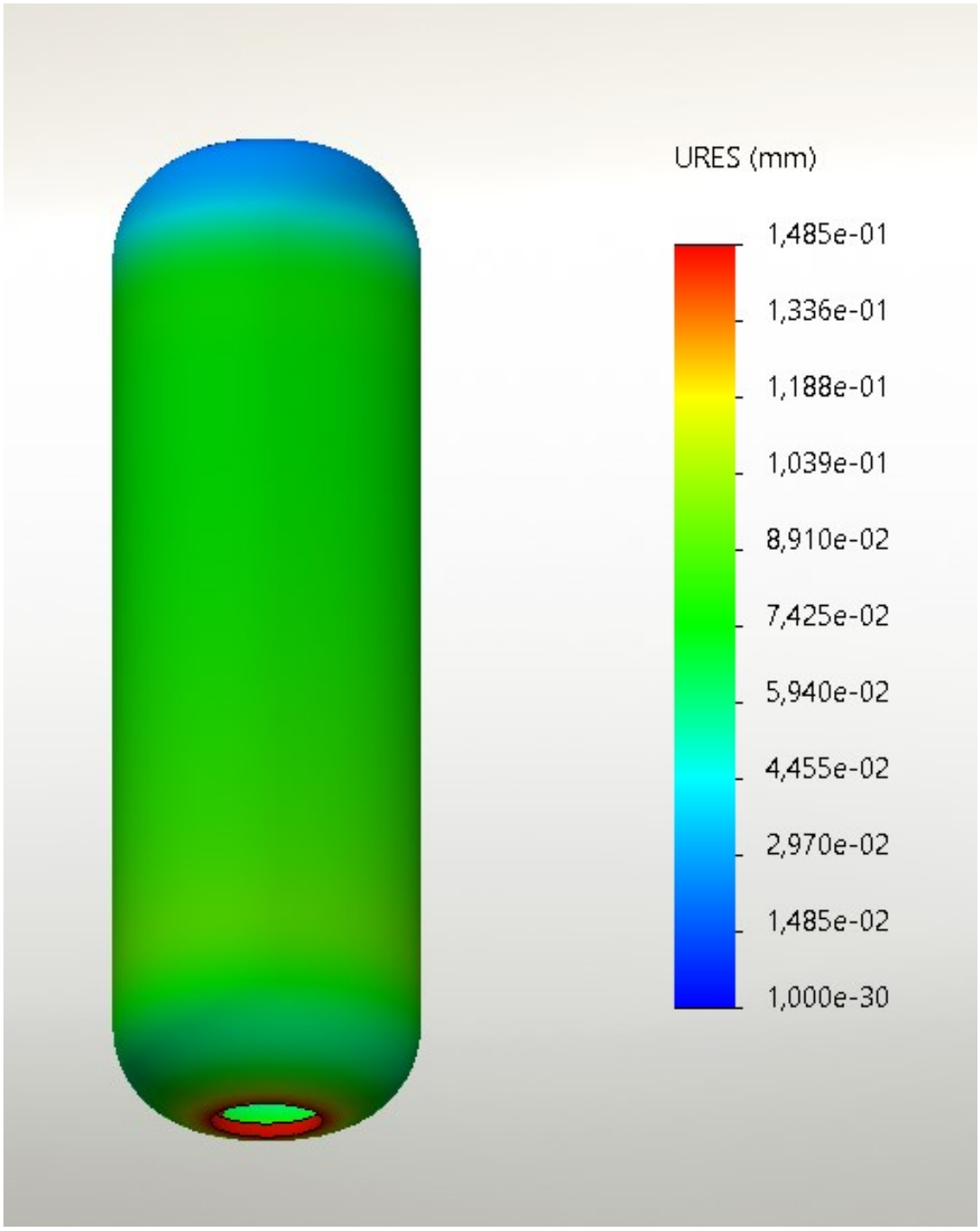

Рис. 2.9 – Графік зміщення стінок гідроакумулятора при 150 бар.

3) Дослідження зміщення при 210 бар (210000000 N/m^2).

Згідно графіку, максимальне зміщення досягає значення 0,2079 мм.

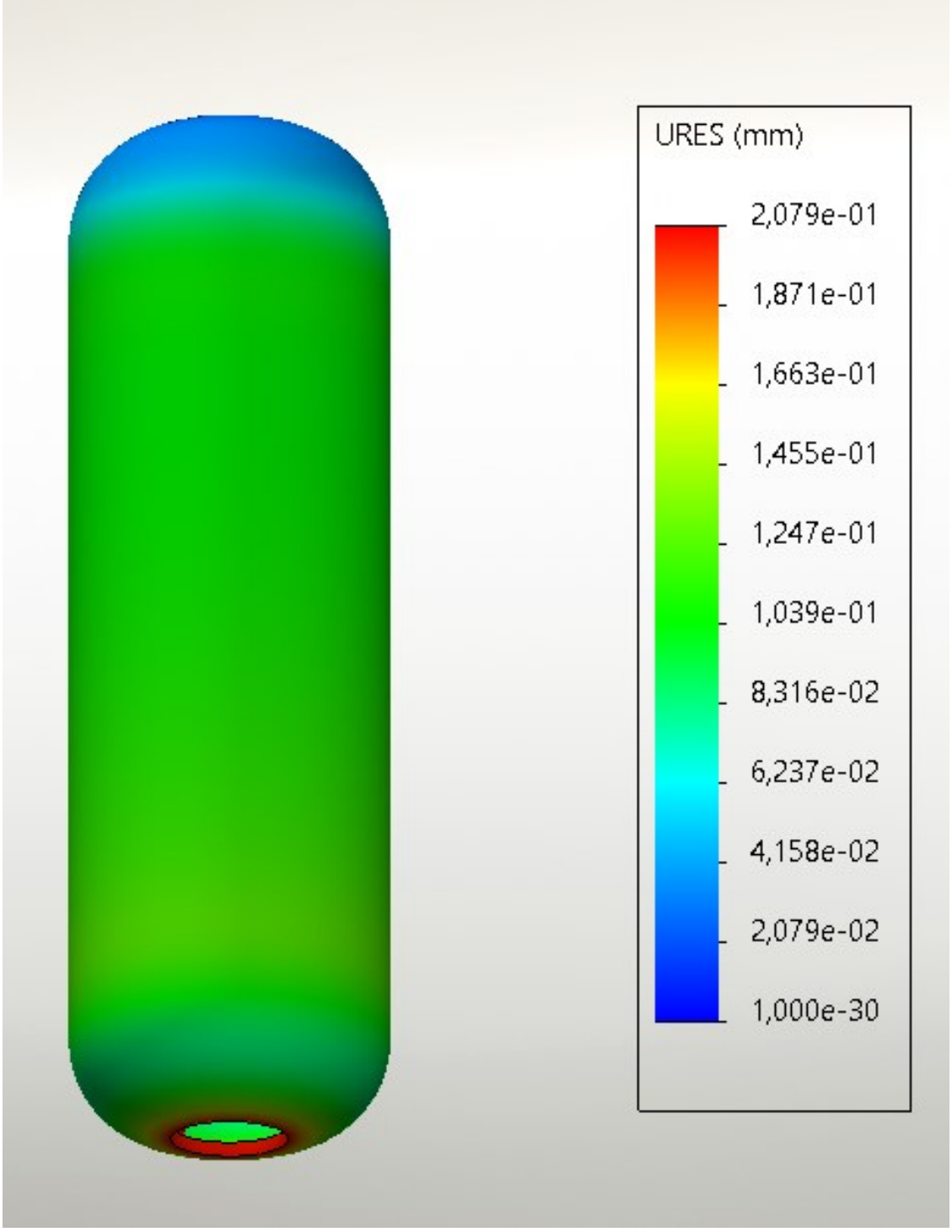

Рис. 2.10 – Графік зміщення стінок гідроакумулятора при 210 бар

4) Дослідження зміщення при 360 бар (360000000 N/m^2).

Згідно графіку, максимальне зміщення досягає значення 0,3564 мм.

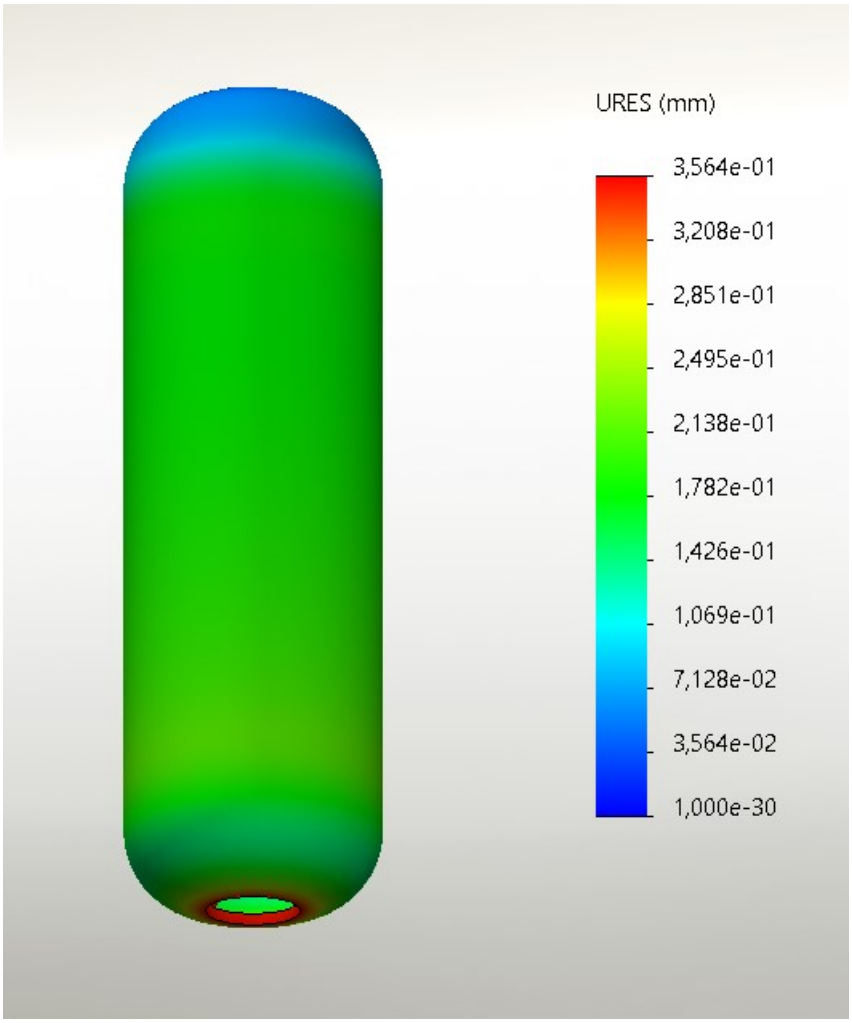

Рис. 2.11 – Графік зміщення стінок гідроакумулятора при 360 бар

Таким чином, ми дійшли висновку, що оптимальним тиском нагнітання є 210 бар, так як 360 бар – це максимальне допустиме значення тиску нагнітання всередині бака, яке несе за собою найбільшу деформацію.

2.4. Підбір робочої рідини

Робоча рідина для гідравлічної системи гідравлічного блокіратора повинна відповідати таким вимогам [42]:

- мати низьку температуру замерзання і високу температуру кипіння, щоб забезпечити роботу системи в широкому діапазоні температур;

- мати достатню в’язкість і температурні властивості, щоб забезпечити ефективне перетікання рідини і мінімальні втрати тиску в гідросистемі;
- мати добрі змащувальні властивості, щоб зменшити тертя і знос деталей гідросистеми;
- мати високу стабільність до термічного і хімічного розкладу, щоб запобігати утворенню відкладень і піни;
- мати високу антикорозійну активність, щоб захищати деталі гідросистеми від корозії;
- мати сумісність з матеріалами ущільнень, шлангів і лакофарбових покриттів, що використовуються в гідросистемі;
- мати невелику гігроскопічність, щоб не поглинати вологу з навколишнього середовища;
- мати невелику пожежонебезпечність, щоб не створювати підвищеної небезпеки при витоку або розпиленні рідини.

З урахуванням цих вимог, для гідравлічної системи гідравлічного блокіратора було обрано мінеральну гідравлічну рідину Shell Tellus S2 M 32, яка відповідає класу в’язкості ISO VG 32 і категорії якості ISO HM2. Ця рідина має такі характеристики (табл. 2.2) [43]:

Таблиця 2.2 – Характеристики обраної робочої рідини

Характеристика	**Значення**	**Одиниця**
Температура замерзання	-30	°C
Температура спалаху в відкритому тиглі	218	°C
Кінематична в’язкість при 40 °C	32	мм²/с
Індекс в’язкості	99	-
Щільність при 15 °C	0,87	г/см³
Тиск пари при 37,8 °C	менше 0,01	кПа
Термін служби при 60 °C	більше 5000	годин

Вміст води	менше 0,1	%
Вміст цинку	0,09	%

Shell Tellus S2 M 32 є високоякісною гідравлічною рідиною, яка забезпечує відмінну захист і безвідмовну роботу промислового обладнання і мобільної техніки. Рідина виготовлена за інноваційною технологією «Шелл», яка передбачає використання прогресивних цинковмісних присадок, які ефективно діють в різних умовах експлуатації: від низьких навантажень до жорстких умов експлуатації з високими навантаженнями. Рідина має хорошу стійкість до термічного і хімічного розкладу, що дозволяє збільшити інтервали між сервісними роботами, зводить до мінімуму утворення відкладень і забезпечує високу надійність і чистоту гідравлічної системи. Рідина має хорошу сумісність з більшістю гідравлічних насосів, матеріалами ущільнень і лакофарбових покриттів, що використовуються при роботі з маслами на мінеральній основі [29].

2.5. Модернізація гідравлічної схеми боларда

Розрахувавши гідравлічну систему та підібравши у минулих пунктах розділу необхідне обладнання, застосуємо результати наших досліджень і переглянемо гідравлічну схему (рис. 2.5):

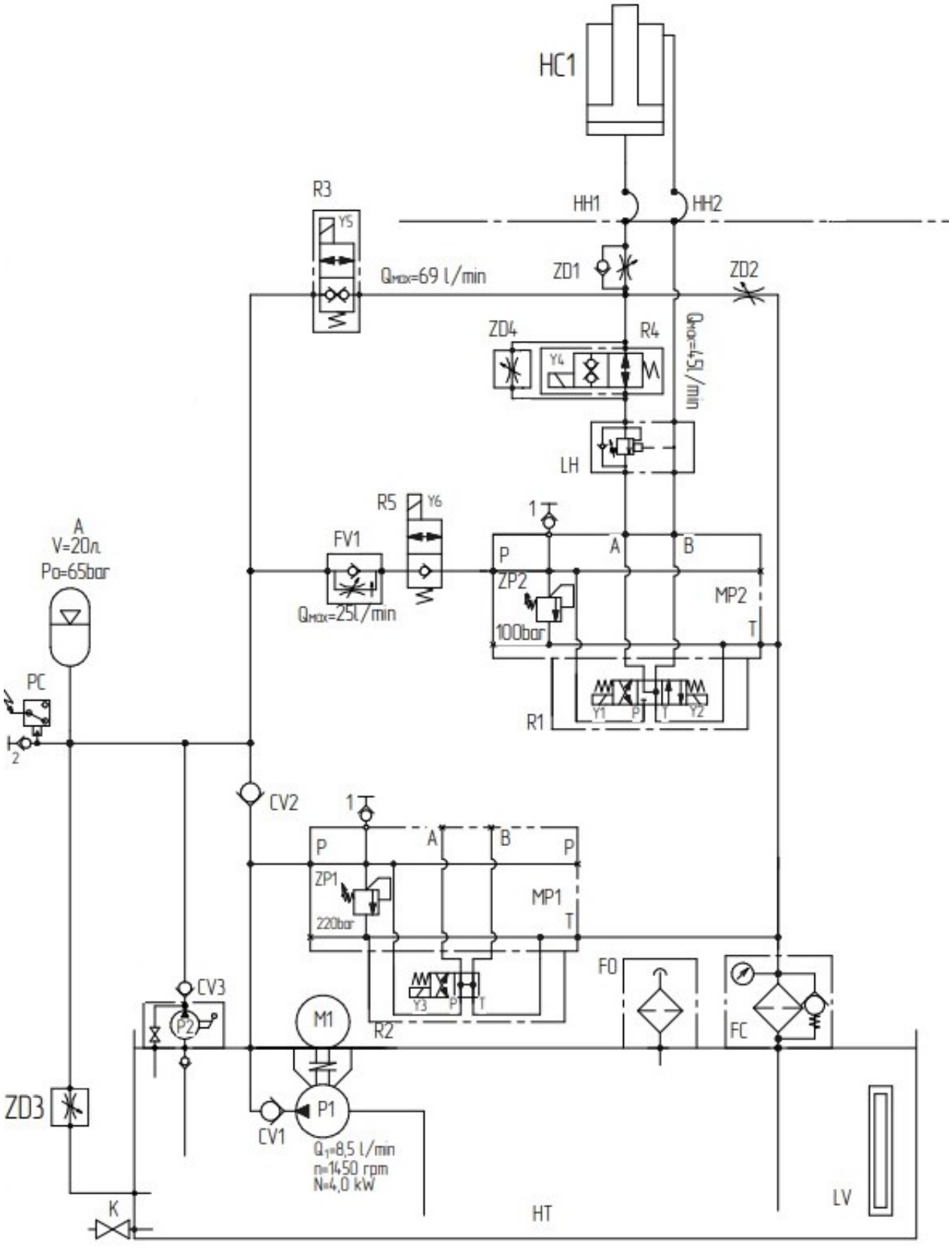

Рис. 2.12 – Модернізована гідравлічна схема боларда

При моделюванні у середовищі SolidWorks гідравлічна станція матиме наступний вигляд (рис. 2.13):

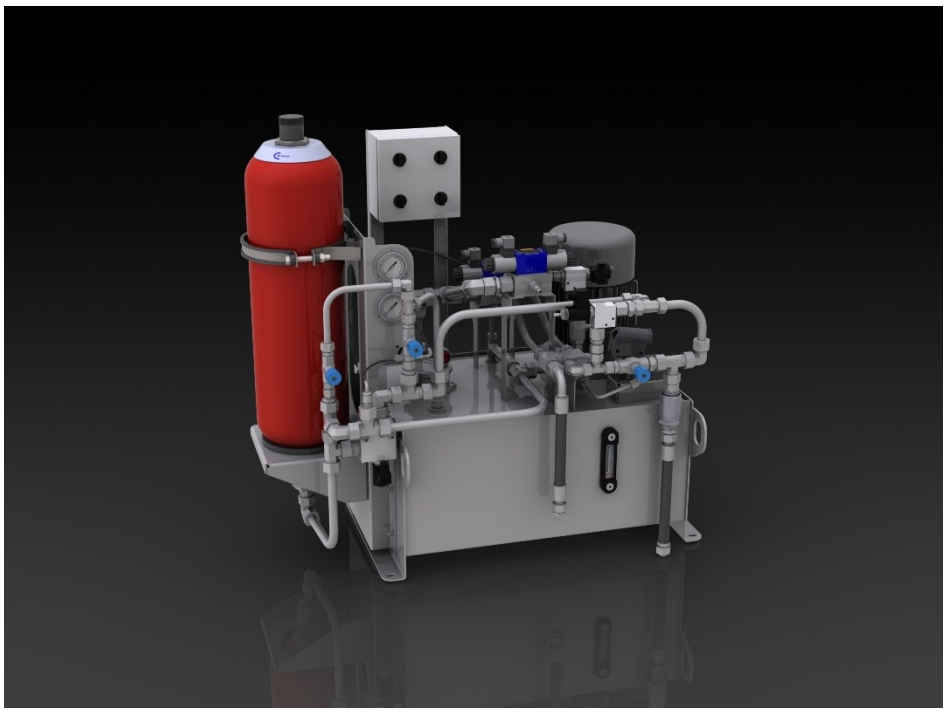

Рис 2.13 – Модернізована гідравлічна станція боларду, симульована у середовищі SolidWorks у фотореалістичному режимі

2.6. Підбір обладнання

Далі буде представлено підібране для модернізованої гідросхеми обладнання, окрім таких елементів як насос та гідроакумулятор, які було розраховано та підібрано у попередніх підрозділах.

Зворотній клапан VU 3/8":

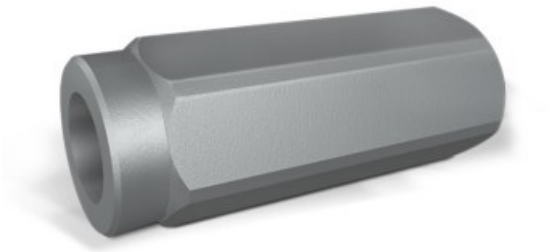

Рис. 2.13 – Зворотній клапан VU 3/8" [6]

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

Це клапан, який пропускає рідину в одному напрямку, і повністю блокує потік у протилежному напрямку. Використовується для захисту гідроприводу від гідроударів. Ось деякі особливості цього клапана:

- Максимальна витрата: 45 л/хв (0,000 75м^3/с);
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Різьба: G 3/8"
- Вага: 0,184 кг

Зворотній клапан VUMM 1/4":

Рис. 2.14 – Зворотній клапан VUMM 1/4" [7]

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

- Максимальна витрата: 8 л/хв (0,000 08м^3/с);
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Різьба: G 1/4"
- Вага: 0,038 кг

Дросель VRF3/4":

Рис. 2.15 – Дросель VRF3/4" [8]

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

- Максимальна витрата: 100 л/хв (0,001м^3/с);
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Різьба: G 3/4"
- Вага: 0,9 кг

Дросель VRFB90/3/8":

Рис. 2.16 – Дросель VRFB90/3/8" [9]

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

- Максимальна витрата: 30 л/хв (0,000 3м^3/с);

- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Різьба: G 3/8"
- Вага: 0,4 кг

Дросель VRFB90/1/2":

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

- Максимальна витрата: 50 л/хв (0,0005м^3/с);
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Різьба: G 1/3"
- Вага: 0,6 кг

Ручний насос PRB25M:

Рис. 2.16 – Ручний насос PRB25M [10]

Виробник: Badestnost.

- Робочий об'єм: 25 см^3
- Максимальний робочий тиск: 250 бар
- Оптимальний робочий тиск: 120 бар

- Вага: 4,2 кг

Манометр 63F400.MGE:

Рис. 2.17 – Манометр 63F400.MGE [11]

Виробник: Oleodinamica Mozioni.

- Діаметр: 63 мм
- Клас точності: 1,6
- Діапазон вимірювання: 0-400 бар
- Різьба: G 1/4"
- Матеріал корпусу: сталь
- Матеріал скла: полікарбонат

Плита для кріплення BASE CETOP C/VMP3/8 20/220:

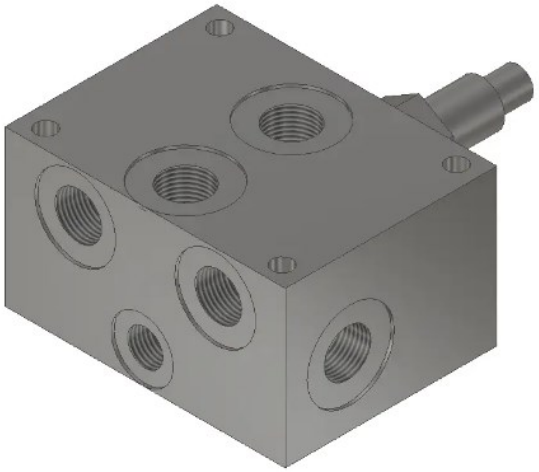

Рис. 2.18 – Плита для кріплення BASE CETOP C/VMP3/8 20/220 [12]

Виробник: Oleodinamica Marchesini.

- Розмір: 20/220
- Різьба: G 3/8"
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Матеріал: сталь
- Вага: 1,5 кг

Розподільник 4WE6J6XCW220RN9Z5L:

Рис. 2.20 – Розподільник 4WE6J6XCW220RN9Z5L [13]

Виробник: Bosh Retrox.

- Розмір: 6
- Метод управління: соленоїд
- Кількість позицій: 2
- Кількість портів: 4
- Номінальна витрата: 60 л/хв
- Максимальний робочий тиск: 350 бар
- Напруга живлення: 220В
- Тип різьби: G 3/8"
- Вага: 2,1 кг

Розподільник 005.585.000/NC:

Рис. 2.21 – Розподільник 005.585.000/NC [14]

Виробник: Luen.

- Тип: нормально закритий
- Робочий тиск: до 350 бар
- Витрата: до 40 л/хв
- Різьба: G 3/8"
- Матеріал: сталь

Розподільник 005.575.000/NO:

Виробник: Luen.

- Тип: нормально відкритий
- Робочий тиск: до 350 бар
- Витрата: до 40 л/хв
- Різьба: G 3/8"
- Матеріал: сталь

Розподільник 005.545.E00:

Виробник: Luen.

- Тип: нормально закритий
- Максимальний робочий тиск: до 300 бар
- Витрата: до 20 л/хв
- Різьба: G 3/8"
- Матеріал: сталь

Реле тиску IPNB350/A:

Рис. 2.22 – Реле тиску IPNB350/A [15]

- Діапазон налаштування: 30-350 бар
- Максимальний робочий тиск: 650 бар
- Вага: 0,65 кг
- Різьба: G 3/8"
- Напруга живлення: 220В

Гідрозамок VBCD1/2SEA

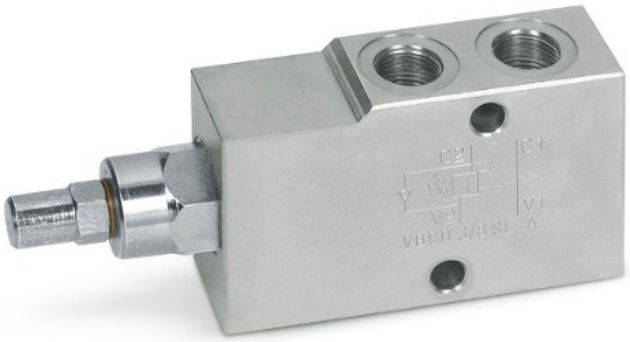

Рис. 2.23 – Гідрозамок VBCD1/2SEA [16]

Виробник: Marchesini.

- Тиск: 350 бар
- Роз'єми: G1/2"
- Об'ємна витрата: 60 л/хв
- Версія: з можливістю розблокування
- Налаштування: 250 бар

Фільтр-вентилятор для баку TA80B10A001P01

Рис. 2.24 – Фільтр-вентилятор для баку TA80B10A001P01 [17]

Виробник: MP Filtri

- Тип: Метал
- Фільтруючий елемент: 10 мкм
- Витрата повітря: до 550 л/хв
- Різьба: G 3/8"

Фільтр-вентилятор для баку OMTF112C25NA1:

Рис. 2.25 – Фільтр-вентилятор для баку OMTF112C25NA1 [18]

Виробник: OMT

- Розмір: 112

- Витрата повітря: до 150 л/хв (0,0015м^3/с);
- Фільтрація: 25 мкм
- Різьба: G 3/4"

Регулятор потоку VRFU90 3/8COMP:

Рис. 2.26 – Регулятор потоку VRFU90 3/8COMP [19]

Виробник: Walvoil

- Номінальна витрата: до 110 л/хв (0,0011м^3/с);
- Максимальний робочий тиск: до 350 бар
- Різьба: G 3/8"

Висновки до розділу 2

У цьому розділі ми провели аналіз гідравлічної системи гідравлічного блокіратора, який використовується для фіксації вантажу або механізму в певному положенні. Ми визначили технічне завдання модернізації системи, яке полягає в заміні насоса та гідроакумулятора на більш продуктивні і надійні. Ми розрахували основні параметри насоса та гідроакумулятора, такі як потужність, об’єм, тиск, і т.д.

Ми також розрахували гідросистему, враховуючи втрати тиску, гідравлічний удар, режими роботи і т.д. Ми підібрали обладнання для гідросистеми, таке як насос, гідроакумулятор, клапани, гідроциліндр, і т.д. Також було підібрано робочу рідину для гідросистеми, якою є мінеральна гідравлічна рідина Shell Tellus S2 M 32, яка має високі експлуатаційні характеристики і забезпечує захист і безвідмовну роботу гідросистеми.

Таким чином, **ми виконали технічні задачі роботи** та дали рекомендації щодо модернізації гідравлічної системи гідравлічного блокіратора, яке дозволить підвищити продуктивність, надійність і економічність системи, а також забезпечити безпеку і комфорт експлуатації.

РОЗДІЛ 3. БЕЗПЕЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБ'ЄКТА МОДЕРНІЗАЦІЇ

3.1. ТРАНСПОРТУВАННЯ І ЗБЕРІГАННЯ

Маслостанція повинна транспортуватися тільки у вертикальному положенні і не повинна нахилятися.

При транспортуванні неупакованої нафтової станції для монтажних і демонтажних робіт необхідно використовувати спеціально передбачені кронштейни. Захоплення стропами гідравлічним обладнанням і електродвигуном не допускається [11-15].

Розпакування і розконсервування масляної станції повинні проводитися в провітрюваному приміщенні, в якому повинні бути вогнегасні речовини.

	Категорично забороняється транспортувати (піднімати) гідроагрегат шляхом зачеплення канатів або транспортних вантажопідіймальних пристроїв до елементів або агрегатів, встановлених на кришці або бічних стінках бака.

Під час транспортування окремі деталі та елементи вузлів агрегату повинні бути належним чином укріплені та захищені від пошкоджень. Рекомендується перевозити бак, який не заповнений робочою рідиною. Підйомно-транспортні канати повинні встановлюватися таким чином, щоб не пошкодити елементи агрегатів і труб.

Під час транспортування гідроагрегату необхідно звертати увагу на те, щоб несучі напруги в канатах і ланцюгах розподілялися рівномірно і виключали можливість їх переміщення після підйому.

При транспортуванні всі гідравлічні з'єднання (фітинги, ніпелі, фланці) захищені від забруднень і пошкоджень.

3.2. ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТ

Технічне обслуговування гідравлічної системи полягає в забезпеченні оптимальної роботи вузлів і агрегатів.

Причиною зниження ефективності гідравлічної системи в основному є її знос, і слід розрізняти механічний знос через механічні домішки в робочій рідині. Ще одна причина аварії – зовнішнє втручання (силовий удар, помилки в експлуатації, перевантаження, неправильне обслуговування автоматики) […].

Видимими ознаками аварії, що наближається, є опади на дні резервуара, наявність великої кількості забруднень. Про всі ознаки, такі як дивні звуки, вібрації, травми слід негайно повідомляти начальника.

3.2.1. Профілактичні заходи

Профілактичні заходи вживаються для продовження терміну служби вузлів і агрегатів гідравлічної системи, а також для уникнення раптових аварій і простоїв. До таких дій належать:

- Плановий періодичний контроль робочих параметрів гідравлічної системи та стану робочої рідини
- Проведення відповідного технічного обслуговування через певні проміжки часу.

3.2.2 Рекомендовані види обслуговування

А) Щоденне технічне обслуговування

- контроль рівня робочої рідини перед кожним пуском, при необхідності доповнюють ідентичним ВЧ

- щоденне регулювання температури РЖ (оптимальна температура приблизно +35° С – + 50° С). При перевищенні верхньої межі температури визначають причину і усувають її
- Контроль температури вузлів і вузлів гідравлічної системи, насосів, клапанів, циліндрів і трубопроводів При підвищенні температури виявити причину і усунути її
- Контроль робочого тиску на манометрі
- контроль шумів, ударів, коливань тиску в насосі, блоках і агрегатах управління, циліндрах і трубопроводах; При аномальному рівні шуму, ударів і т.д. визначити причину і усунути її
- контроль герметичності клапанів, балонів, труб і шлангів високого тиску
- Контроль забруднення фільтра

Б) Щотижневе та щомісячне технічне обслуговування

- контроль кріплення вузлів і елементів гідравлічної системи, в разі виявлення ослаблених болтів - тяга.
- контроль стану трубопроводів і рукавів високого тиску (з'єднань, фланців, фітингів, кріплень і вигинів рукавів високого тиску); при необхідності усунути причину,
- Контроль показань вимірювальних приладів, наприклад, манометрів, термометрів тощо.
- Контроль забруднення фільтра.

В) Щоквартальне та річне технічне обслуговування

- Контроль роботи запобіжного клапана (кожні 3 місяці)

- контроль класу чистоти РЗ (не рідше ніж раз на 2-3 місяці), необхідний клас чистоти масла повинен бути не менше 10 класу по НП(С)БО 1638, 14 класу по ГОСТ 17216, 19/16 по ISO DIN 4406, в разі встановлення нижчого класу перевірити стан фільтруючих елементів і показники забруднення; При необхідності замініть їх.
- Зовнішній огляд елементів і вузлів гідравлічної системи; При необхідності очистіть і відремонтуйте пошкодження, а також замініть сильно зношені елементи.
- Заміна фільтруючих елементів

Г) Щорічне технічне обслуговування

- Заміна РЖ і чистка бака
- Ретельна деаерація гідроустановки
- Гідравлічна перевірка герметичності, перевірка всіх різьбових з'єднань, фланців і фітингів
- Заміна фільтруючих елементів
- контроль електричних з'єднань,
- контроль за станом вкладиша муфти, що з'єднує двигун і насос; У разі значного зносу замініть.
- Контроль робочого тиску
- Контроль робочої температури.

3.2.3. Детальні рекомендації

Заміна фільтруючих елементів

Заміна фільтруючих елементів проводиться відразу після включення індикатора забруднення фільтра (якщо він є) або за візуальним індикатором при знаходженні стрілки в червоній зоні.

Слід використовувати оригінальні фільтруючі елементи, рекомендовані постачальником гідравлічних силових агрегатів. Використання інших фільтруючих елементів анулює гарантію.

Заливний фільтр слід замінювати лише у разі механічного пошкодження.

Заміна робочої рідини

Робочу рідину, якою спочатку був заповнений бак гідросистеми, рекомендується замінити на нову через 500-1000 годин роботи.

Детальний контроль РЗ (вимірювання класу чистоти) проводиться через 300-500 годин роботи. Регулярні заміни слід проводити кожні 3000-5000 годин роботи агрегату (в залежності від типу і стану використовуваного РЗ особливе значення мають інструкція і рекомендації виробника, клас чистоти і фізико-хімічні показники РК, рекомендовані виробником).

Наведені тут значення є орієнтовними, точні значення залежать від типу робочої рідини, робочої температури та інших умов експлуатації.

Кожна зміна робочої рідини тягне за собою необхідність очищення бачка. Чистка бака пов'язана з оглядом внутрішньої частини бака. При виявленні пошкодження внутрішнього захисного шару ґрунтовки її необхідно оновити.

	Не допускається змішування декількох видів робочої рідини - під загрозою анулювання гарантії. Все доливання свіжої робочої рідини, а також заповнення системи після її заміни повинні здійснюватися за допомогою фільтруючої установки.

Заміна ущільнювачів

Заміну ущільнювачів слід проводити в разі будь-якого витоку, не пов'язаного з ослабленням різьбового з'єднання, а також відповідно до висновків, зроблених після періодичних оглядів, вимірювання класу чистоти і ступеня зносу гідравлічної системи.

3.2.4. Додаткові рекомендації

- Всі ремонтні роботи і заміна фільтруючих елементів повинні проводитися тільки при вимкненому обладнанні.

Протягом перших 6 місяців обслуговування після запуску або після ремонту слід частіше контролювати пристрій. Особливу увагу слід приділити різьбовим з'єднанням, рекомендується тимчасово підтягнути різьбові з'єднання.

	Увага: **Затягування з'єднання під тиском може призвести до поламки обладнання та серйозних травм!**

3.3. ПРИЧИНИ НЕСПРАВНОСТЕЙ І ЇХ УСУНЕННЯ

Кожен компонент гідравлічної системи може спричинити несправності, тому обслуговуючому персоналу важливо ознайомитися з роботою та конструкцією гідравлічної системи. При виникненні несправностей в роботі гідравлічної системи необхідно їх усунути. Перш за все, на підставі звіту обслуговуючого персоналу – а краще, якщо це можливо і не небезпечно, на підставі спостереження за цією частиною системного циклу, в якій виникла

проблема, визначте, чи пов'язана проблема з неправильною роботою механічної, гідравлічної або електричної частини. Потім, спираючись на ці дані, приступайте до аналізу можливих причин на основі гідравлічних і електричних схем, а також технічної документації, і намагайтеся звузити потенційне джерело несправностей в роботі системи, агрегату або окремого компонента.

Якщо визначити джерело несправностей не вдається, необхідно крок за кроком приступити до огляду гідравлічної системи. У цьому допомагають відповіді на наступні питання:

А) Несправності призвели до зміни швидкостей обертання виконавчих механізмів?

Б) Чи змінився раніше встановлений тиск?

В) Чи змінився робочий цикл, наприклад, послідовність рухів, час їх виконання тощо?

Г) Вся гідравлічна система зазнала раптової поломки, або деякі компоненти?

Д) Несправності наростали поступово, чи відразу погіршилися технічні параметри гідравлічної системи?

Е) Чи не перегрілася система?

Наступний коментар повинен допомогти в аналізі відповідей на вищевказані питання.

Відповідь: 1): Несправності, перераховані в цьому пункті, є результатом зміни витрати масла. Вони можуть бути наслідком раптових внутрішніх витоків або занадто низьких налаштувань параметрів на переливних клапанах, регуляторах витрати або дроселях.

Відповідь. 2): Якщо тиск масла в системі занадто низький, необхідно перевірити робочий тиск насоса , плавність регулювання запобіжного клапана. Також необхідно перевірити, чи немає витоків у всмоктуючій і нагнітальній магістралях, а також в компонентах насоса.

Відповідь. 3): Якщо порушена послідовність робочих рухів або час робочих циклів, причиною може бути як електрична, так і гідравлічна частина. Це може бути недолік контактів. Не можна виключати і вихід з ладу електромагнітів.

Однією з причин також може бути поломка трамблерів і т.д., через наявність забруднень в робочій рідині.

Відповідь 4): Найчастішою причиною раптової поломки гідравлічної системи або деяких її компонентів є вихід з ладу насоса, пошкодження муфти, відсутність електроживлення тощо.

Відповідь: 5): Поступове наростання несправностей свідчить про зростаюче забруднення робочої рідини. Найчастішою причиною зносу гідравлічної системи є знос насосів, клапанів та розподільників.

Відповідь 6): Перегрів системи, як правило, є наслідком:

- Короткочасне, часте відкриття переливного клапана на піках тиску
- Низький рівень масла
- Пошкодження теплообмінника
- механічний знос регулювальних механізмів.

Якщо знайти причину несправності на підставі вищевказаних зауважень не вдається, необхідно провести ретельний контроль всіх вузлів і вузлів системи, починаючи з приводних агрегатів (електродвигун, муфта, насос) і закінчуючи системою управління.

Таблиця 1 і 2 також можуть допомогти в процесі пошуку джерела несправностей.

3.4. ПРАВИЛА ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ

Під час експлуатації та технічного обслуговування блокувальника доріг необхідно дотримуватися відповідних заходів безпеки.

Забороняється користуватися несправними приладами, інструментами, контрольно-вимірювальними приладами, термін служби яких закінчився.

Ремонтувати блокувальник дороги повинні особи старше 18 років, які мають не нижче III рівня кваліфікації з електробезпеки, відповідний дозвіл на роботу з електроустановками напругою до 1000 В, проходять інструктаж з техніки безпеки на робочому місці та уважно вивчають інструкції з експлуатації виробу.

Власник несе відповідальність за забезпечення заходів безпеки.

Небезпечними характеристиками під час роботи дорожнього блокіратора є: ц механічний вплив підіймаючої/занурювальної динамічної частини; ц ураження електричним струмом напругою 230 В/400 В.

Обслуговування та ремонт повинні проводитися тільки при знеструмленому обладнанні, на ініціаторі встановлено заборонний знак безпеки відповідно до ISO 7010:2011 з табличкою «Не вмикати - чоловіки працюють!». Після закінчення робіт знаки безпеки знімаються, а обладнання вмикається тільки з дозволу виконроба. Блокіратор знеструмлюється вимикачем К-1 (автоматичний вимикач), розташованим всередині шафи управління.

Електрообладнання дорожнього блокіратора повинно бути заземлене. Опір між заземлюючою шиною і кожною доступною металевою неструмоведучою частиною корпусу електрообладнання дорожнього блокіратора не повинно перевищувати 4 Ом.

Загальні вимоги безпеки, прийняті на конкретному підприємстві, повинні діяти під час встановлення та експлуатації блокіратора. Вимоги безпеки, яких слід дотримуватися під час консервації та деконсервації.

Правила пожежної безпеки, яких необхідно дотримуватися, коли використовується легкозаймиста рідина для миття вузлів і деталей.

Інструкції з техніки безпеки, зазначені в інструкціях з експлуатації придбаних виробів та системи керування, повинні додатково керуватися під час роботи блокувальника доріг.

Блокувальник доріг, що працює спільно з іншим технологічним обладнанням, повинен мати з собою загальне замикання

Категорично забороняється:

- допускати осіб, які не знайомі з правилами експлуатації та техніки безпеки, до обслуговування блокувальника;
- експлуатувати дорожній блокіратор з розземленням;
- торкатися струмоведучих елементів;
- торкатися рухомих частин дорожнього блокіратора під час роботи;
- експлуатувати дорожній блокіратор при знятих захисних пристроях і вимикачах;
- не допускати підняття і занурення дорожнього блокатора;
- використовувати металоконструкції дорожнього блокіратора для приєднання нульового проводу електрозварювального апарату;
- виконувати зварювальні роботи поблизу дорожнього блокатора без захисту негорючих матеріалів, щоб уникнути його горіння.

Попередження!

- Перед початком роботи блокіратора необхідно переконатися в справності всіх агрегатів, що забезпечують безпеку проведення робіт, і правильно їх встановити;
- Слід враховувати, що виріб міг бути пошкоджений при транспортуванні;
- Не від'єднуйте елементи, що забезпечують безпеку робіт, і не намагайтеся їх модифікувати;

- У разі виявлення будь-яких несправностей або дефектів повідомте про це особу, відповідальну за обслуговування продукту.

Таблиця 3.1 - Рекомендації

Втручання	**Причини, пов'язані з**	**Перевіряти**
Зміна швидкості роботи на приводному обладнанні.	Витрата рідини	• Несучі ущільнення; • Внутрішні витоки; • Наявність повітря в системі; • Сталося або занадто сильне охолодження, або перегрів робочої рідини, масла і т.д.; • Забруднення розподільників і напірних клапанів.
Зміна робочого тиску, відсутність тиску	Робочий тиск	• Насоси; • Регулятори тиску; • Запобіжні клапани; • Герметичність бака (низький рівень масла);
Зміна робочого циклу, часу циклу та послідовності функцій	Електроніка, Електрика, Гідравліка	• Електричні та електронні елементи керування, кабелі; • Магніти, напруга, кінцеві вимикачі, важелі, контакти;

Таблиця 3.2 - Можливі несправності і способи їх усунення

Дефект	**Ймовірна причина**	**Рішення**
Насос не подає масло в гідравлічну систему	-Неправильний напрямок обертання валу насоса; -Недостатній рівень масла в баку; -Забір повітря у впускну магістраль; -Занадто висока в'язкість масла;	-Зміна напрямку обертання вала насоса; -Долити масло в гідробак до рівня верхнього покажчика рівня масла; -Затягніть з'єднання на всмоктувальній лінії; -Заповніть гідробак мінеральним маслом необхідної в'язкості;
Гідравлічний шум	-Засмічення всмоктуючого патрубка; -Всмоктування повітря у всмоктуючій трубі або вздовж шахти насоса;	-Перевірте та прочистіть всмоктувальну насадку; -Перевірити та затягнути патрубок всмоктувального патрубка. Щільно затягніть всі з'єднання.
Нерівномірний рух механізмів	-Заклинювання насоса; -Наявність повітря в гідравлічній системі;	- Замінити насос; - Виключити можливість попадання повітря в гідравлічну систему. Випустіть повітря з гідравлічної системи.

РОЗДІЛ 4. СТАРТАП-ПРОЕКТ

Розділ має на меті проведення маркетингового аналізу стартап проекту задля визначення принципової можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження. Проведення маркетингового аналізу передбачає виконання нижченаведених кроків.

Етапи маркетингового аналізу стартап-проекту подано у наступних таблицях (табл. 4.1-4.22):

Таблиця 4.1. – Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	**Напрямки застосування**	**Вигоди для користувача**
Вдосконалення гідравлічної системи керування боларда	Автопарковки та парковочні станції	Збільшення ефективності управління
	Міський благоустрій та безпека пішоходів	Зменшення часу на реакцію та спрацювання
	Об’єкти з високим рівнем безпеки	Автоматизація та зменшення необхідності в ручному керуванні
	Території з обмеженим доступом	Енергоефективність
	Промислові об’єкти та склади	Зниження ризиків поломок та заклинювань
	Зони для вантажних та логістичних процесів	Покращення управління транспортним рухом
	Транспортні коридори та контроль за в’їздом	

Таблиця 4.2. – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	Товари/концепції конкурентів					
		Мій проект	NAFFCO FZCO	SMART EL			
1	Тип гідроприводу	Гідроциліндр	Гідроциліндр	Гідромотор		X	
2	Тип контролера	Електронний	Механічний	Електронний			X
3	Тип сенсорів	Тиск та температура	Тиск	Тиск			X
4	Тип робочої рідини	Оптимізована за параметрами	Стандартна	Стандартна			X
5	Надійність	Висока	Висока	Середня		X	
6	Довговічність	Висока	Висока	Середня		X	
7	Енергоефективність	Висока	Середня	Низька			X
8	Швидкість	Висока	Середня	Низька			X
9	Сила	Висока	Висока	Середня		X	
10	Точність	Висока	Середня	Низька			X
11	Безшумність	Висока	Середня	Низька			X
12	Безпека	Висока	Висока	Середня		X	
13	Вартість	Середня	Висока	Середня		X	

З цієї таблиці можна зробити висновок, що мій проект має значні техніко-економічні переваги перед конкурентами, оскільки він має більше сильних сторін та менше слабких та нейтральних сторін. Мій проект пропонує вдосконалену гідравлічну систему керування боларда, яка забезпечує високу якість, ефективність, безпеку та зручність роботи. Мій проект також враховує екологічні та вогнестійкі аспекти, які є важливими для сучасного ринку. Мій проект має середню вартість, яка виправдовується його перевагами. Таким чином, мій проект має великий потенціал для успішної реалізації та конкурентоспроможності на ринку.

Таблиця 4.1. – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Модернізація гідравлічної системи блокіратора шляхом встановлення більшого за об’ємом гідроакумулятора	Вибір типу та розміру гідроакумулятора, який відповідає параметрам гідравлічної системи та потребам користувача.	Так, технології вибору, підключення та встановлення гідроакумулятора є наявними та відомими.	Техгології вибору, підключення та встановлення гідроакумулятора є доступними автору проекту, оскільки вони не вимагають спеціального обладнання або кваліфікованого персоналу.
		Розробка схеми підключення гідроакумулятора до гідравлічної системи.		
		Встановлення гідроакумулятора та налаштування його роботи.		

Висновок за результатами аналізу таблиці щодо можливості технологічної реалізації проекту є таким:

Так, проект про модернізацію гідравлічної системи блокіратора шляхом встановлення більшого за об’ємом гідроакумулятора є технологічно можливим, оскільки він використовує наявні та доступні технології. Технологічний шлях, яким це доцільно зробити, полягає в наступному:

- Вибрати тип та розмір гідроакумулятора, який відповідає параметрам гідравлічної системи та потребам користувача.
- Розробити схему підключення гідроакумулятора до гідравлічної системи.

- Встановити гідроакумулятор та налаштувати його роботу роботу. Для цього можна використати інструкції, які надаються виробниками гідроакумуляторів.

Цей технологічний шлях не вимагає великих витрат часу, грошей або ресурсів, але дозволяє значно покращити роботу гідравлічної системи блокіратора.

Таблиця 4.2. – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців	5
2	Загальний обсяг продаж	100 млн грн
3	Динаміка ринку	Зростає
4	Наявність обмежень для входу	Високі вимоги до якості та безпеки продукції
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Необхідність отримання сертифікатів відповідності вимогам ДСТУ, ISO, CE та інших
6	Середня норма рентабельності по ринку	15%

Таблиця 4.3. – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Забезпечення ефективного та надійного контролю доступу до	Організації та установи, які потребують захисту від несанкціонованого в'їзду транспортних	Залежать від: -потреби в безпеці та захисті; -бюджету та фінансування;	Вимоги до продукції: - якість та надійність; -стандарти та

	об’єктів різного призначення	засобів, такі як аеропорти, військові бази, посольства, банки, музеї, стадіони, парковки тощо	-технічних характеристик та функцій блокіратора; -інфраструктури та персоналу; -репутації та досвіду постачальника; -гарантії та сервісу; - відгуків та рекомендацій; -законів та норм	сертифікати; енергоефективність та екологічність; -швидкість, сила, точність та безшумність; -безпека та зручність; -вартість та термін служби. Вимоги до компанії: -професійність та досвід; -гнучкість та індивідуальність; -гарантія та сервіс; -відгуки та рекомендації; -ліцензії та дозволи.
2	Забезпечення економії електроенергії та підвищення екологічності виробництва	Підприємства та організації, які використовують електроенергію для своєї діяльності та хочуть зменшити свої витрати та забруднення навколишнього середовища	Залежать від: -потреби в енергозбереженні та екології; -бюджету та фінансування; -технічних характеристик та функцій блокіратора; -інфраструктури та персоналу; -репутації та досвіду постачальника; -гарантії та сервісу; -відгуків та рекомендацій; -законів та норм	
3	Забезпечення естетичного та сучасного дизайну об’єктів	Організації та установи, які хочуть покращити зовнішній вигляд своїх об’єктів та підкреслити їх статус, престиж та інноваційність	Залежать від: -потреби в естетиці та сучасності; -бюджету та фінансування; -технічних характеристик та функцій	

			блокіратора; -інфраструктури та персоналу; -репутації та досвіду постачальника; -гарантії та сервісу; -відгуків та рекомендацій; -законів та норм	

Таблиця 4.4. – Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Конкуренція	Існування сильних та динамічних конкурентів на ринку систем пропускного контролю, які можуть пропонувати аналогічні або кращі рішення за нижчу ціну або з більшою якістю та надійністю	Підвищення конкурентоспроможності за рахунок вдосконалення продукції, зниження витрат, підвищення якості обслуговування, розширення асортименту та географії постачання, залучення нових клієнтів, формування лояльності та довіри до бренду
2	Технологічні зміни	Поява нових технологій, які можуть зробити продукцію застарілою або непотрібною, або потребувати значних інвестицій у модернізацію та оновлення обладнання та програмного забезпечення	Стеження за технологічними трендами та інноваціями, впровадження нових технологій у виробництво та продукцію, підвищення гнучкості та адаптивності до змін, здійснення постійного дослідження та розробки, пошук нових можливостей для розвитку та диверсифікації
3	Ринкові ризики	Зменшення попиту на продукцію через зміну потреб та уподобань клієнтів, кризові явища, зростання конкуренції, зниження купівельної спроможності, зміна законодавства та нормативів, політична та економічна нестабільність тощо	Аналіз ринкової ситуації та прогнозування ринкових ризиків, розроблення стратегії мінімізації та уникнення ризиків, створення резервних фондів та планів дій у разі кризи, розширення ринків збуту та пошук нових ніш, адаптація продукції до змінних потреб та уподобань клієнтів

4	Організаційні ризики	Втрата ключових співробітників, партнерів або постачальників, недостатня якість управління та контролю, конфлікти та проблеми в команді, низька мотивація та продуктивність персоналу, порушення договорів або законів, репутаційні ризики тощо	Побудова ефективної системи управління та контролю, створення команди професіоналів та забезпечення їх розвитку, мотивації та лояльності, підтримання довгострокових відносин з партнерами та постачальниками, дотримання договорів та законів, формування позитивного іміджу та репутації компанії
5	Правові ризики	Порушення прав інтелектуальної власності, патентних спорів, судових позовів, штрафів, санкцій, заборон або обмежень на ввезення чи вивезення продукції тощо	Захист прав інтелектуальної власності, отримання необхідних патентів, ліцензій, дозволів, сертифікатів тощо, дотримання міжнародних та національних норм та законів, ведення юридичної експертизи та консультацій, страхування від правових ризиків
6	Соціальні ризики	Негативне ставлення до продукції або компанії з боку громадськості, ЗМІ, екологічних або громадських організацій, протести, бойкоти, кампанії проти продукції або компанії тощо	Формування соціальної відповідальності та етики, підтримання діалогу та співпраці з зацікавленими сторонами, врахування соціальних та екологічних аспектів у виробництві та продукції, підвищення свідомості та освіти про переваги та безпеку продукції, створення позитивного іміджу та репутації компанії

Таблиця 4.5. – Фактори можливостей

№ п/п	**Фактор**	**Зміст можливості**	**Можлива реакція компанії**

1	Зростання попиту на системи контролю доступу	За даними аналітичної компанії MarketsandMarkets, світовий ринок систем контролю доступу очікується у зростанні з $8,6 млрд у 2020 році до $12,8 млрд у 2025 році, з середньорічною темпом зростання 8,2%. Основними факторами, що впливають на попит, є підвищення потреби в безпеці та захисті, розвиток технологій та інфраструктури, а також збільшення інвестицій у сфері захисту об’єктів.	Компанія може використати цю можливість для розширення свого ринкового сегменту, просування свого продукту як інноваційного та конкурентоспроможного
2	Зменшення витрат на електроенергію	Середня ціна на електроенергію для промислових споживачів у 2020 році склала 1,47 грн/кВт·год, що на 9,3% нижче, ніж у 2019 році2. Одним з факторів, що вплинули на зниження ціни, була пандемія COVID-19, яка призвела до зменшення попиту на електроенергію.	Компанія може використати цю можливість для зниження своїх виробничих витрат, підвищення своєї прибутковості та конкурентоздатності,
3	Підвищення інтересу до естетичного та сучасного дизайну об’єктів	За даними Інституту дизайну та архітектури, дизайн об’єктів є важливим фактором, що впливає на їх привабливість, функціональність та інноваційність. Дизайн об’єктів може відображати їх статус, престиж та ідентичність, а також сприяти створенню позитивного іміджу та емоційного зв’язку з користувачами.	Компанія може використати цю можливість для розробки та пропонування своїм клієнтам естетичного та сучасного дизайну свого продукту, який би відповідав їхнім смакам, потребам та очікуванням
4	Розвиток технологій та інфраструктури	Україна має значний потенціал для покращення своєї логістичної інфраструктури, особливо у сфері дорожнього транспорту, який становить більшу частину внутрішніх перевезень.	Компанія може використати цю можливість для поліпшення своїх логістичних процесів, зокрема зменшення часу та витрат на доставку свого продукту до клієнтів

5	Збільшення інвестицій у сферу захисту об’єктів	Основними країнами, що збільшили свої військові витрати, були США, Китай, Індія, Росія та Саудівська Аравія. Одним з напрямків військових витрат є захист об’єктів від терористичних атак, шпигунства, саботажу та інших загроз.	Компанія може використати цю можливість для проникнення на нові ринки

Таблиця 4.6. – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	**В чому проявляється дана характеристика**	**Вплив на діяльність підприємства**
Монополістична конкуренція	Монополістична конкуренція – це ситуація на ринку, коли існує велика кількість продавців, які пропонують схожі, але не ідентичні товари чи послуги, і мають невелику владу над ціноутворенням.	Підприємство повинно враховувати реакцію конкурентів на свої дії, а також намагатися виділитися на ринку за допомогою унікальної торгової пропозиції, реклами, брендінгу, лояльності клієнтів тощо.
Національний рівень конкурентної боротьби	Національний рівень конкурентної боротьби – це ситуація, коли підприємство конкурує з іншими підприємствами, які працюють на території однієї країни, і підпорядковуються одним законам, нормам, податкам тощо.	Підприємство повинно враховувати особливості національного ринку, такі як попит, пропозиція, цінова політика, регулювання, культура, традиції, смаки тощо.
Внутрішньогалузева конкуренція	Внутрішньогалузева конкуренція – це ситуація, коли підприємство конкурує з іншими підприємствами, які належать до однієї галузі та виробляють однорідні товари чи послуги.	Підприємство повинно враховувати стан та перспективи розвитку галузі, а також аналізувати сильні та слабкі сторони, можливості та загрози своїх конкурентів.
Товарно-видова конкуренція	Товарно-видова конкуренція – це ситуація, коли підприємство конкурує з іншими підприємствами, які пропонують товари чи послуги, що належать до одного товарного роду, але мають різні види, якості, характеристики	Підприємство повинно враховувати потреби та бажання своєї цільової аудиторії, а також намагатися підкреслити переваги свого товару чи послуги перед аналогами.

	тощо.	
Нецінова конкуренція	Нецінова конкуренція – це ситуація, коли підприємство конкурує з іншими підприємствами, не змінюючи ціну свого товару чи послуги, а використовуючи інші фактори, такі як якість, дизайн, сервіс, гарантія, репутація тощо.	Підприємство повинно враховувати нецінові фактори, які впливають на вибір споживачів, а також намагатися покращити свою пропозицію за цими параметрами.
Марочна конкуренція	Марочна конкуренція – це ситуація, коли підприємство конкурує з іншими підприємствами, які мають відомі та впізнавані бренди, які формують лояльність та вподобання споживачів.	Підприємство повинно враховувати силу та слабкість брендів своїх конкурентів, а також намагатися створити та просувати свій власний бренд, який би відповідав цінностям та очікуванням своїх клієнтів.

Таблиця 4.7. – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

Складові аналізу	**Прямі конкуренти в галузі**	**Потенційні конкуренти**	**Постачальники**	**Клієнти**	**Товари-замінники**
Загроза нових учасників	NAFFCO FZCO, SMARTEL	Підприємства, які можуть вирішити проблеми вхідних бар'єрів	Спеціалізовані постачальники, які контролюють унікальні ресурси	Середні та великі клієнти, які можуть об'єднатися та впливати	Товари, що можуть замінити основний продукт на ринку
Сила конкурентів	Висока	Середня	Низька	Висока	Середня
Загроза замінників	Немає конкретних замінників	Низька	Немає впливу	Низька	Середня
Постачальники	Виробники сировини, Технічні постачальники	Існує висока загроза входження нових постачальників	Залежність від конкретних постачальників, які контролюють ринок	Можливість здійснювати об'єднані покупки, що зменшує вплив	Наявність альтернативних постачальників та ресурсів
Клієнти	Крупні дистриб'ютори, Великі роздрібні мережі	Малі підприємства та стартапи	Великі покупці, які мають значний вплив на ринок	Велика кількість клієнтів, розподілених по різних секторах	Високий рівень цінової чутливості та велика кількість клієнтів

Перешкоди для входу	Високі витрати на рекламу та маркетинг, Високі технічні бар'єри	Великі початкові вкладення, Складність у будівництві дистриб'юційних каналів	Великі витрати на зміну постачальників, Потреба в спеціалізованих знаннях	Можливість заміни продуктів, Низькі переваги залишають можливість для нових учасників	Наявність ефективних альтернативних продуктів
Висновки	Загроза нових учасників-висока	Висока конкурентна боротьба в галузі	Постачальники мають високий ступінь впливу	Клієнти мають великий вплив на ринок	Загроза замінників низька

Висновок щодо можливості роботи на ринку:

1. Інтенсивність конкурентної боротьби: Ринок відзначається високою конкурентною боротьбою з боку прямих конкурентів, що вимагає від проекту високого рівня інновацій та диференціації, щоб виділятися серед інших гравців.
2. Можливості входу на ринок: Заходження на ринок є складним завданням через високі технологічні бар'єри та проблеми диференціації. Проте, наявність інновацій та стратегічних партнерств може полегшити вхід.
3. Потенційні конкуренти: З'явлення нових гравців можливе через технологічні бар'єри. Строки виходу на ринок можуть бути визначені тим, наскільки швидко потенційні конкуренти зможуть подолати технологічні труднощі.
4. Влада постачальників і клієнтів: Сильна позиція постачальників та влада клієнтів визначають необхідність стабільних та вигідних відносин з ними для успішної роботи на ринку.
5. Загроза товарів-замінників: Існує велика загроза з боку товарів-замінників. Проект повинен мати високу унікальність та забезпечувати значущі переваги перед конкурентами.

Характеристики (сильні сторони) для конкурентоспроможності:

1. Інноваційні технології: Проект повинен мати інноваційні технології, які дозволять створювати унікальні продукти та послуги.
2. Стратегічні партнерства: Укладання стратегічних партнерств може допомогти вирішувати проблеми постачальників, підсилюючи позицію на ринку.
3. Диференціація продукту: Здатність виокремлювати свій продукт від конкурентів через унікальні функції та характеристики.
4. Стійкість до змін у вимогах ринку: Готовність швидко адаптуватися до змін в умовах ринку та вимогах клієнтів.
5. Ефективне управління ризиками: Здатність визначати та управляти ризиками, пов'язаними з конкурентною ситуацією та змінами на ринку.

Таблиця 4.8. – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Ефективність системи управління	Встановлення більшого гідроакумулятора забезпечить швидший та ефективніший відгук системи на команди, що важливо для безпеки та контролю за доступом.
2	Енергоефективність	Модернізація гідравлічної системи дозволить зменшити витрати енергії на операції блокування та розблокування боларда, що важливо для сталого та екологічного використання.
3	Надійність та довговічність системи	Застосування нового гідроакумулятора покращить стійкість та тривалість служби системи, зменшуючи частоту обслуговування та витрати на ремонт.
4	Гнучкість у налаштуванні	Можливість індивідуального налаштування гідравлічної системи дозволить власникам адаптувати її до конкретних потреб та умов використання.
5	Цінова конкурентоспроможність	Модернізація засобів управління забезпечить покращені характеристики за доступну ціну, що робить проект привабливим для різних клієнтів та ринків.
6	Інтеграція з сучасними технологіями	Використання передових технологій у системі управління дозволить легко інтегрувати її з іншими "розумними" рішеннями та технічними системами.

Таблиця 4.9. – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «назва проекту»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів конкурентів (SMARTELL vs TISO)
1	Ефективність системи управління	18	+2
2	Енергоефективність	17	+1
3	Надійність та довговічність	19	+3
4	Гнучкість у налаштуванні	15	+2
5	Цінова конкурентоспроможність	16	+1
6	Інтеграція з сучасними технологіями	20	+3

Таблиця 4.10. – SWOT- аналіз стартап-проекту

SWOT-аналіз стартап-проекту "Модернізація гідравлічної системи керування болардом"
Сильні сторони (Strengths):
1. Ефективність системи управління
2. Надійність та довговічність системи
3. Інтеграція з сучасними технологіями
Слабкі сторони (Weaknesses):
1. Гнучкість у налаштуванні
2. Цінова конкурентоспроможність
3. Енергоефективність
Можливості (Opportunities):
1. Зростання попиту на інтегровані технології управління
2. Підвищення свідомості про енергоефективні рішення
3. Розширення ринків та використання в різних галузях
Загрози (Threats):
1. Конкуренція з боку вже встановлених систем управління
2. Зміни у законодавстві та стандартах, що можуть вплинути на ринок
3. Негативний вплив економічних факторів на інвестиції в інноваційні проекти

Таблиця 4.11. – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	**Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки**	**Ймовірність отримання ресурсів**	**Строки реалізації**
1	Інтенсивна рекламна кампанія та участь у виставках і конференціях для збільшення усвідомлення ринку про ефективність та переваги системи	Висока	6-12 місяців
2	Встановлення стратегічного партнерства з великими гравцями ринку для забезпечення підтримки та фінансових ресурсів	Середня	12-18 місяців
3	Залучення інвестицій через участь у стартап-програмах та звернення до інвесторських фондів	Висока	9-15 місяців
4	Активне тестування та зібрання фідбеку від потенційних користувачів для підтвердження конкурентоспроможності та корекції продукту	Висока	3-6 місяців
5	Запуск пілотних проектів з ключовими клієнтами для отримання реального досвіду та рекомендацій для оптимізації продукту	Висока	6-9 місяців

Після аналізу можна обрати альтернативу, враховуючи ймовірність отримання ресурсів та стислість строків реалізації:

Обрана альтернатива:

- Альтернатива 4: Активне тестування та збір фідбеку від потенційних користувачів для підтвердження конкурентоспроможності та корекції продукту.
- Ймовірність отримання ресурсів: Висока.
- Строки реалізації: 3-6 місяців.

Обґрунтування обраної альтернативи:

- Активне тестування та збір фідбеку дозволить швидко отримати відгуки від потенційних користувачів і визначити, наскільки продукт відповідає їхнім потребам.
- Ймовірність отримання ресурсів висока, оскільки це ефективний спосіб залучення уваги та підтримки інвесторів або партнерів.
- Строки реалізації є відносно короткими, що дозволяє швидше взаємодіяти з ринком і швидше адаптувати продукт до вимог клієнтів.

Таблиця 4.12. – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	**Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів**	**Готовність споживачі в сприйняти продукт**	**Орієнтований попит в межах цільової групи (сегменту)**	**Інтенсивність конкуренції в сегменті**	**Простота входу у сегмент**
1	Місцеві муніципалітети та управління	Висока	Високий, оскільки це основний сегмент ринку	Середня	Середня
2	Комерційні нерухомість та об'єкти інфраструктури	Середня	Середній, потребують спеціалізованих рішень	Висока	Висока

3	Архітектурні та будівельні компанії	Висока	Високий, оскільки вони часто впроваджують нові технології	Висока	Середня
4	Транспортні компанії та логістичні оператори	Середня	Середній, оскільки їм потрібні ефективні системи управління рухом	Висока	Висока
5	Промислові підприємства та заводи	Середня	Середній, вони зацікавлені в покращенні процесів	Висока	Середня

Обрані цільові групи:

1. Цільова група- Місцеві муніципалітети та управління.

- Стратегія охоплення: Концентрований маркетинг.

- Обґрунтування: Оскільки муніципалітети є ключовим сегментом ринку, спрямована стратегія на них дозволить зосередити зусилля на вирішенні їхніх унікальних потреб.

3. Цільова група- Транспортні компанії та логістичні оператори.

- Стратегія охоплення: Диференційований маркетинг.

- Обґрунтування: Цільові групи мають специфічні потреби, тому стратегія орієнтована на надання індивідуалізованих рішень.

4. Цільова група- Промислові підприємства та заводи.

- Стратегія охоплення: Диференційований маркетинг.

- Обґрунтування: Спрямованість на унікальні потреби промислових підприємств дозволяє надати їм спеціалізовані рішення.

Використання диференційованої стратегії дозволить задовольнити потреби різних цільових груп, забезпечуючи їм індивідуалізовані підходи.

Таблиця 4.13. – Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні позиції	Базова стратегія розвитку
1	Промислові підприємства та заводи	Диференційований маркетинг	Технологічна адаптація, висока ефективність	Розробка технологій для вдосконалення гідравлічних систем з урахуванням особливостей виробничих процесів (стратегія диференціації)

Таблиця 4.14. – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так	Шукати нових споживачів	Не копіювати, а підвищувати ефективність та технічні характеристики	Стратегія лідера

Ця таблиця визначає базову стратегію конкурентної поведінки для проекту. У цьому випадку, стратегія обрана як "Стратегія лідера", оскільки

проект є "першопрохідцем" на ринку та має прагнення залучати нових споживачів, не копіюючи основні характеристики конкурентів, а підвищуючи їх ефективність та технічні параметри.

Таблиця 4.15. – Визначення стратегії позиціонування

№ п/п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Якість та надійність	Диференційований маркетинг	Технологічна адаптація, висока ефективність, безпека та зручність	Технологічний лідер, Надійність, Інноваційні рішення
2	Стандарти та сертифікати	Диференційований маркетинг	Відповідність стандартам та наявність сертифікатів	Сертифікованість, Відповідність стандартам, Професіоналізм
3	Енергоефективність та екологічність	Диференційований маркетинг	Енергоефективність, Екологічність	Екологічна дружність, Ефективність в енергоспоживанні, Збалансованість
4	Швидкість, сила, точність та безшумність	Диференційований маркетинг	Висока швидкість, Сильна сила, Велика точність, Безшумність	Висока продуктивність, Потужність, Точність, Безшумна робота
5	Безпека та зручність	Диференційований маркетинг	Висока безпека та комфорт в експлуатації	Безпека використання, Зручність, Інноваційні рішення
6	Вартість та термін служби	Диференційований маркетинг	Відповідність ціни якості та довгий термін служби	Доступність ціни, Довгий термін служби, Вартість в ефективності
7	Професійність та досвід	Стратегія лідера	Значний досвід та висока кваліфікація команди	Досвід, Професійність, Надійність
8	Гнучкість та індивідуальність	Стратегія лідера	Гнучкість в узгодженні з потребами клієнтів та індивідуальність	Індивідуальні рішення, Гнучкість, Персоналізований сервіс
9	Гарантія та сервіс	Стратегія лідера	Довготривала гарантія та високий рівень сервісу	Надійність гарантії, Високий рівень сервісу, Довготривала гарантія
10	Відгуки та рекомендації	Стратегія лідера	Позитивні відгуки та рекомендації від клієнтів	Позитивні рекомендації, Надійність, Довготривала гарантія
11	Ліцензії та дозволи	Стратегія лідера	Наявність всіх необхідних ліцензій та дозволів	Юридична безпека, Легальність, Наявність всіх ліцензій та дозволів

Таблиця 4.16. – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами

1	Підвищення ефективності гідравлічної системи блокіратора	Забезпечення більшої сили і точності управління, швидкого реагування та безперебійної роботи	Використання інноваційних технологій для поліпшення продуктивності; великий об'єм гідроакумулятора дозволяє забезпечити потужніше і стабільне функціонування
2	Зниження витрат енергії та підвищення екологічності	Мінімізація споживання енергії та зменшення викидів	Використання енергоефективних технологій; відповідність нормам екологічної безпеки
3	Забезпечення високого рівня безпеки та довговічності	Системи аварійного вимикання, надійність та довговічність	Розробка інтегрованих систем безпеки; використання високоякісних матеріалів та технік конструкції для підвищення тривалості служби
4	Простота в управлінні та обслуговуванні	Легка інтеграція та обслуговування, мінімізація часу зупинки	Розробка інтуїтивно зрозумілих інтерфейсів управління; врахування можливостей швидкого та простого технічного обслуговування
5	Конкурентоспроможна цінова пропозиція	Розумна цінова політика та привабліва вартість	Оптимізація виробництва для зниження витрат; встановлення конкурентоспроможних цінових позицій

Таблиця 4.17. – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	**Сутність та складові**
І товар за задумом	Опис базової потреби споживача, яку задовольняє товар: Забезпечення безпеки в роботі. Його основна

	функціональна вигода полягає в забезпеченні надійного гідравлічного блокування для запобігання несанкціонованому використанню об'єкта.
ІІ товар у виконанні	Властивості та характеристики: Механічний гідроакумулятор з інтегрованим блоком управління. Забезпечує швидку реакцію на команди та має високу стійкість до впливу навколишнього середовища. Якість підтверджена стандартами, нормативами та параметрами тестування. Пакування відповідає стандартам безпеки та транспортування.
ІІІ товар із підкріпленням	До продажу та після продажу: Гарантія 3 роки та технічна підтримка. Постачається з інструкцією з експлуатації та можливістю консультації з технічної підтримки.
Узагальнений	За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Інтегрований підхід та високі стандарти якості та обслуговування створять бар'єри для конкурентів, а гарантія та підтримка після продажу зроблять його привабливим для споживачів.

Таблиця 4.18. – Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	**Рівень цін на товари-замінники**	**Рівень цін на товари-аналоги**	**Рівень доходів цільової групи споживачів**	**Верхня межа встановлення ціни**	**Нижня межа встановлення ціни**
1	Високий	Високий	Високий	За високою вартістю конкурентів або високими потребами споживачів	Врахування витрат на виробництво та конкурентоспроможності
2	Середній	Середній	Середній	За середньою вартістю конкурентів та середніми потребами споживачів	Узгодження з рівнем конкурентів та платоспроможністю цільової аудиторії

3	Низький	Низький	Низький	За низькою вартістю конкурентів або низькими можливостям и споживачів	Забезпечення доступності та конкурентоспроможност і

Таблиця 4.19. – Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Багатофункціональність, потреба в індивідуальному підході	Консультації, сервіс, індивідуалізація товару	Прямий (виробник - споживач)	Власна система збуту для забезпечення індивідуального обслуговування
2	Високі обсяги закупівель, потреба в ефективності та вартості	Масштабність, ефективна логістика, гуртовий обсяг постачання	Прямий та косвений (виробник - дистриб'ютор - споживач)	Залучена система збуту для оптимізації постачання та зниження витрат
3	Вимоги до інновацій та технічної підтримки	Технічна підтримка, надання нових рішень	Косвений (виробник - дилер - споживач)	Залучена система збуту для просування інновацій та надання технічної підтримки

Таблиця 4.20. – Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуютьс я цільові	Ключові позиції, обрані для позиціонуван ня	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламног о звернення

		клієнти			
1	Прагнення до індивідуального обслуговування та ексклюзивності	Онлайн платформи, особисті консультації	Індивідуальність та персоналізація	Повідомлення про індивідуальність та доступність особистого консультанта	"Ваш унікальний досвід з нашим продуктом"
2	Орієнтація на ефективність та вартість	Соціальні мережі, спеціалізовані веб-ресурси	Ефективність, вартість, масовість	Повідомлення про високу ефективність та доступність за доступною ціною	"Досягайте більше за менше"
3	Зацікавленість у нових технологіях та інноваціях	Технічні виставки, вебінари, спеціалізовані форуми	Інноваційні рішення, передові технології	Повідомлення про передові технології та можливості впровадження новаторських ідей	"Змінюємо гру правил"

Підсумок Ринкової (Маркетингової) Програми:

Розроблена ринкова програма для стартап-проекту з модернізації гідравлічної системи керування болардом включає в себе комплекс концепцій, що охоплюють товар, збут, просування та аналіз ціноутворення. Програма розроблена на основі вивчення цінностей та потреб потенційних клієнтів, враховує конкурентні переваги ідеї та аналізує стан ринкового середовища.

1. Концепція Товару:

- Відповідає базовим потребам споживачів, забезпечуючи безпеку та надійність.

- Висока якість та надійність, підтверджені стандартами та сертифікатами.

- Інтегрований підхід та ефективне пакування.

2. Концепція Збуту:

- Обрана оптимальна система збуту: власна система збуту зі здійсненням продажу через онлайн платформи та дилерську мережу.

- Глибина каналу збуту підібрана з урахуванням специфіки товару та потреб клієнтів.

3. Концепція Просування:

- Орієнтована на ефективність та безпеку роботи.

- Використовуються різноманітні канали комунікації, з фокусом на онлайн платформах та технічних форумах.

- Ключові позиції: надійність, інноваційність, технічна підтримка.

4. Ціноутворення:

- Узгоджено з концепціями товару та позиціонування.

- Встановлені верхні та нижні межі цін на товар, враховуючи рівень доходів цільової аудиторії.

5. Підсумкова Аналіз Можливостей Ринкової Поведінки:

- Обрана альтернатива: стратегія диференційованого маркетингу.

- Захист від копіювання через інтегрований підхід, високі стандарти та обслуговування.

Розроблена програма сприятиме успішному впровадженню проекту на ринок, забезпечуючи конкурентоспроможність та високу якість обслуговування для клієнтів.

Висновки до розділу 4.

У висновках проведеного аналізу можна підкреслити, що проект виявив себе як потенційно успішний на ринку. Динаміка попиту та стан конкуренції свідчать про можливість ефективної комерціалізації.

Ретельний огляд бар'єрів входження та визначення конкурентоспроможності проекту вказують на його здатність подолати труднощі та впевнено існувати в конкурентному середовищі.

Обрана альтернатива впровадження, зокрема орієнтація на власний канал збуту та дилерську мережу, схоже, відповідає особливостям ринку та сприятиме успішному виходу на нього. Спрямованість на стратегію позиціонування та ефективні маркетингові комунікації створюють сприятливе середовище для взаємодії з цільовою аудиторією.

Отже, у врахуванні вищезазначених факторів та перспектив проекту, імплементація є доцільною, з упевненістю можна очікувати успіху на ринку.

ВИСНОВКИ

У ході цієї дослідницької роботи були вирішені ключові завдання, які стояли перед нами у контексті модернізації гідравлічної системи керування блокіратора. Результати представленого дослідження вказують на те, що впроваджені зміни мають значущий потенціал для покращення ефективності та функціональності системи.

Одним із головних викликів було вирішення проблеми потужності живлення системи в умовах однофазного електропостачання більшості країн. Встановлення одиночного насосу, який живить гідроакумулятор від якого працює весь робочий цикл, дозволило подолати цю обмеженість та забезпечити систему необхідною потужністю для ефективної роботи.

Досліджено вплив цих змін на швидкодію та синхронізацію роботи гідроприводів. Виявлено, що відмова від спареного насоса дозволила покращити обидва параметри, забезпечивши більш точне та координоване управління гідравлічними елементами системи.

Однією з ключових мет цієї роботи було зниження собівартості базової комплектації гідростанції. Заміна насосно-моторної групи та відмова від спареного насоса, при збільшенні об'єму гідроакумулятора, суттєво зменшили витрати на виробництво та експлуатацію системи без втрати її продуктивності.

Отже, можна визначити, що модернізація гідравлічної системи керування блокіратора, яка була представлена у даній роботі, успішно вирішила поставлені завдання. Запропоновані технічні рішення та новаторський підхід до конструкції системи виявляються важливим внеском у розвиток гідротехнічних технологій, забезпечуючи підвищення ефективності та стійкості в умовах обмеженого енергопостачання. Результати цього дослідження стануть важливим ресурсом для інженерів та дослідників, спрямованих на вдосконалення гідравлічних систем в різних галузях промисловості та інфраструктури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Каталог гідравлічного обладнання HYDROMARKET – гідравлічний бак: https://hydromarket.com.ua/ua/p613624264-gidravlicheskij-bak-dlya.html

2. Застосування ГП у гальмівних системах: https://pv.usv-kiev.com/t-11.html

3. Застосування ГП у системах трансмісій: https://www.researchgate.net/figure/Hydraulic-transmission-WinDrive-86-a-a-three-dimensional-view-and-b-the-power-flow_fig5_366074770

4. Каталог гідравлічного обладнання HYDROMARKET – гідравлічна лебідка: https://hydromarket.com.ua/ua/p1220892152-gidravlicheskaya-lebedka-braden.html

5. ДСТУ 2193 – 93 – Гідроприводи об'ємні; гідроапарати; Загальні технічні вимоги: https://www.ksv.biz.ua/GOST/DSTY_ALL/DSTU1/dstu_2193-93.pdf

6. Зворотній клапан VU 3/8": https://motorimpex.ua/files/downloads/8.1.pdf

7. Зворотній клапан VUMM 1/4": https://zkmgidro.ru/product/klapan-obratnyy-s-naruzhnoy-rezboy-vumm-1-4-v0594-1-8-l-min-g1-4-1-bar#&gid=product&pid=1

8. Дросель VRF3/4": https://motorimpex.ua/files/downloads/9.4.pdf

9. Дроссель VRFB90/3/8": https://motorimpex.ua/files/downloads/9.5.pdf

10. Ручний насос PRB25M: Ручний насос Badestnost PRB25M (25 см3) 250бар, односторонній без клапану (promhydraulic.com.ua)

11. Манометр 63F400.MGE: https://motorimpex.ua/products/manometry-glitserinonapolnennye-mgef-s-perednim-flantsem

12. Плита для кріплення BASE CETOP C/VMP3/8 20/220: https://hydro-maximum.com.ua/ua/p547016711-plita-predohranitelnym-klapanom.html

13. Розподільник 4WE6J6XCW220RN9Z5L: file:///C:/Users/mkozl/Downloads/RE%2029038_2022-08.pdf

14. Розподільник 005.585.000/NC: Гідроклапани картриджні 005.575.000/NO || ГідроОфіс (hydrooffice.com.ua)

15. Реле тиску IPNB350/A: https://hydrooffice.com.ua/ru/ipnb-350

16. Гідрозамок VBCD1/2SEA: https://nfz-hydraulik.de/shop/en/products/hydraulic-valves/line-mount-valves/pressure-control/630/overcentre-valves-vbcd-1/2-se/a

17. Фільтр-вентилятор для баку TA80B10A001P01: https://motorimpex.ua/files/downloads/E%207.404.2.04.15.pdf

18. Фільтр-вентилятор для баку OMTF112C25NA1: OMTF Filters – OMT Group

19. Регулятор потоку VRFU90 3/8COMP: Walvoil - VRFU90 - Walvoil S.p.A.

20. Гідроакумулятор Epol bladder accumulator AS20P360CA9V0C0C0: https://motorimpex.ua/files/downloads/3.1%20Bladder%20accumulators%20type%20AS%20and%20ASP.pdf

21. Каталог. Шестерінчастий насос Gear pump X1P3102FBBA XP105-–-Standard-European-Pump-XV-1P-–-ø25.4-Flange-–-Taper-Shaft-–-BSPP-Ports.pdf (mahydraulics.co.uk)

22. Протитаранний дорожний блокіратор: https://antitaran.com/catalog/cyclope-series/city-light-cyclope

23. Гідравлічний блокіратор: https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fneols.kiev.ua%2Fua%2Fp60610821-avtomaticheskij-parkovochnyj-bollard.html&psig=AOvVaw0c6YLwFumqlw6wOXvFY5ol&ust=1705160201790000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=0CBIQjRxqFwoTCJisrPWW2IMDFQAAAAAdAAAAABAD

24. Шлагбаум з гідроприводом: https://www.youtube.com/watch?v=dQw4w9WgXcQ&ab_channel=RickAstley

25. Мехатроніка: від структури системи до алгоритму управління: учб. пос. для студ. спец. «Гідравл. і пневмат. машини» спеціалізації «Мехатроніка в машинобудуванні / О. П. Губарєв, О. В. Левченко. – К.: НТУУ «КПІ», 2007.- 156 с.

26. Функціональні модулі систем мехатроніки з пневматичними, електромеханічними та гідравлічними виконавчими пристроями / О. П. Губарєв, О. С. Ганпанцурова, К. О. Бєліков, А. М. Муращенко.
27. Керівництво з ремонту та технічному обслуговуванню зовнішньої гідростанції/ ООО «ТиСО-ПРОДАКШН» - К.: Україна, 2017.- 19с.
28. Методичні вказівки до курсового проекту за курсом «Проектування об'ємних гідроприводів» для студентів з фаху «Гідравлічні і пневматичні машини» (Укладач В. К. БУСЛОВ – Київ, НТУУ «КПІ», 2008 –121 с.)
29. Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи студентів з дисципліни з дисципліни «Об'ємний гідропривод, ч.2» для студентів напряму підготовки 6.050502 Інженерна механіка спеціальності 7/8.05050205 Гідравлічні машини, гідропривод та гідропневмоавтоматика / Укладачі Ганпанцурова О.С., Губарев О.П. – К.: Електронне видання, 2013. – 34 с
30. Бабенко В. І. Гідромеханіка: підручник / В. І. Бабенко, О. В. Кузьмін, В. М. Поліщук. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2004. — 368 с. — С. 56.
31. Бойко В. С. Гідроелектричні станції: навчальний посібник / В. С. Бойко, В. І. Калініченко, В. І. Степаненко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2005. — 296 с. — С. 112.
32. Горбунов В. І. Гідропневмоприводи: навчальний посібник / В. І. Горбунов, В. І. Литвиненко, В. І. Степанов. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2009. — 312 с. — С. 59.
33. Демченко В. І. Гідроелектротехніка: навчальний посібник / В. І. Демченко, В. І. Коваленко, В. І. Степаненко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2010. — 296 с. — С. 104.
34. Коваленко В. І. Гідромашини: навчальний посібник / В. І. Коваленко, В. І. Литвиненко, В. І. Степанов. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2012. — 320 с. — С. 50.

35. Корнієнко В. І. Гідроелектромеханіка: навчальний посібник / В. І. Корнієнко, В. І. Степаненко, В. І. Шевченко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2013. — 288 с. — С. 95.

36. Литвиненко В. І. Гідродинаміка: навчальний посібник / В. І. Литвиненко, В. І. Степанов, В. І. Шевченко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2014. — 304 с. — С. 134.

37. Степаненко В. І. Гідроенергетика: навчальний посібник / В. І. Степаненко, В. І. Бойко, В. І. Калініченко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2017. — 304 с. — С. 113.

38. Шевченко В. І. Гідроаеромеханіка: навчальний посібник / В. І. Шевченко, В. І. Васильєв, В. І. Корнієнко. — 2-ге вид., перероб. і доп. — Київ: Вища школа, 2018. — 296 с. — С. 140.

39. Мельник В. І. Гідротехнічні споруди: навчальний посібник / В. І. Мельник, В. І. Степаненко, В. І. Калініченко. — Київ: Вища школа, 2019. — 320 с. — С. 115.

40. Степанов В. І. Гідроприводи: навчальний посібник / В. І. Степанов, В. І. Литвиненко, В. І. Горбунов. — Київ: Вища школа, 2020. — 336 с. — С. 61.

41. Мануал антитаранного боларда компанії Tiso: https://ua.antitaran.com/documentation/manuals/ke.p1.RB348-342%20(ua)%20rev.3.3.4.pdf

42. Яхно О. М. Реологічні особливості робочих рідин авіаційного гідропривода / О. М. Яхно, О. П. Губарев, А. М. Муращенко // Промислова гідравліка і пневматика. – 2012. - № 1. – С. 35-39. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/inhpn_2012_1_10.

43. Каталог товарів / Tellus S2 v 32,v 3.5 – 2020. https://strans.ua/images/certificates/shell/pdf/Shell_Tellus_S2_M_32_(TDS-ukr).pdf