

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Національний університет «Запорізька політехніка», машинобудівний
факультет
(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра деталей машин і підйомно-транспортних механізмів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

Бєхалєв

(ступінь вищої освіти)

на тему механізм управління скіпними
забійрами

Виконав:

студент(ка) IV курсу, групи МЗ-313-1
Спеціальності 133 «Галузеве
машинобудування», ОПП «Підйомно-
транспортні, дорожні, будівельні
меліоративні машини і обладнання»

(код і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Александр Александрович

(прізвище та ініціали студента)

Керівник Трач Р.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Сидоренко М.В.

(прізвище та ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
 (повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет машинобудівний факультет
 Кафедра деталей машин ТДМ
 Ступінь вищої освіти бакалавр
 Спеціальність 133 Галузеве машинобудівництво
(код спеціалізації)
 Освітня програма (спеціалізація) Додаток-броньовий додаток до вузла і в.ч.
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри [підпис]
 « 18 » 04 2024 року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Михайло Тарас Сергійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Механізм управління сальними рідверами

керівник проєкту (роботи) Тронов Р.О. старший викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від « 24 » квітня 2024 року № 167









2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 18.06.2024

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) Механізм управління рідверами (сальними) на вузлі вузла РЕС Аварія на р. Велі Республіки Євстадієвська Гвінея.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Опис конструкції до пункту 1.1. 2. Розрахунок до вибір сальних рідверів та системи. 3. Експлуатаційна схема механізму управління сальними рідверами. 4. Оцінка ризику до безпеки у надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
Лист 1. Аварія на роз'їзній вузлі - змб. Лист 2. Аварія на рідвері - змб. Лист 3. Аварія на вузлі конструкції - змб

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1	Трелов Р.О. С.В.В.М.		
2	Трелов Р.О. С.В.В.М.		
3	Трелов Р.О. С.В.В.М.		
4	Трелов Р.О. С.В.В.М.		

7. Дата видачі завдання « 19 » Березня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Н-зва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Опис конструкції та принципів її	20.04.2024	
2	Розрахунок та вибір елементів урів. системи	30.04.2024	
3	Експериментальна оцінка мех. урів. системи та роб.	03.06.2024	
4	Охорона праці та безпека у надзв. ситуац. ек	18.06.2024	

Студент


(Підпис)


(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)


(Підпис)


(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

Завдання до дипломного проекту.....	3
Зміст.....	4
Реферат.....	5
Вступ.....	6
1. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ЇЇ.....	8
1.1 Загальні відомості.....	8
1.2 Опис конструкції вузлів.....	9
1.3 Робота гідроприводу.....	13
1.4 Електрообладнання.....	17
2. РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ.....	23
2.1 Основні данні базового та інноваційного проекту.....	23
2.2 Визначення характеристик та геометричних параметрів Гідроциліндру.....	25
2.3 Гідравлічний розрахунок.....	27
2.4 Вибір елементів гідроапаратури.....	28
3. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ СЕГМЕНТНИМ ЗАТВОРОМ.....	40
3.1 Характеристика та розрахунок інноваційного проекту.....	40
3.2 Економічна ефективність інноваційного проекту.....	45
3.3 Висновки.....	47
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	48
4.1 Аналіз потенційних небезпек.....	48
4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки.....	49
4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці.....	50
4.4 Заходи з пожежної безпеки.....	58
4.5 Порядок дій сил цивільної оборони (ЦО) при ліквідації наслідків стихійних лих.....	61
ВИСНОВОК.....	63
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	64
ДОДАТОК А – ДОДАТКОВІ ДАННІ.....	65

РЕФЕРАТ

ПЗ : 71с., 8 рис., 20 табл., 3 додаток, 13 джерел.

Об'єкт проектування – механізм керування сегментним затвором на водоскиду ГЕС Сенджу на р. Веле Республіки Екваторіальна Гвінея.

Мета роботи-модернізація механізму керування затвором.

Метод дослідження – розрахунково-аналітичний, з використанням стандартних пакетів: Word, Excel.

Модернізація механізму керування полягає в заміні дорогого та складного у виготовленні гідроциліндру на гідроциліндр меншого розміру та більш дешевший та заміні розташування вузла кріплення гідроциліндра к конструкції поворотного затвора . Заміна гідроциліндру потребує перерахунку гідравлічної системи та заміні деяких її елементів.

Ключові слова: ГІДРОПРИВІД, ДВИГУН, НАСОС, ШВИДКІСТЬ ПІДЙОМУ, ЗАТВОР, ВОДОСКИД, ГІДРОЦИЛІНДР, МУФТА, ФІЛЬТРИ, ГІДРОБАК, КОЛОННА УПРАВЛІННЯ.

ВСТУП

Гідропривід призначений для маневрування трьома основними сегментними затворами водоскиду ГЕС Сенджу на р. Веле Республіки Екваторіальна Гвінея і забезпечує виконання наступних операцій: 1) незалежний (почерговий / одночасний) підймання затворів при не вирівняному тиску; 2) автоматичну зупинку затворів в крайніх положеннях; 3) утримання затворів в крайньому верхньому положенні; 4) автоматичну підживлення в разі «осідання» затворів з будь-яких положень (крім положень на порогах) в стані очікування; 5) незалежне (почергове / одночасне) опускання затворів в потік під дією власної ваги; 6) зупинку і утримання затворів в проміжних положеннях.

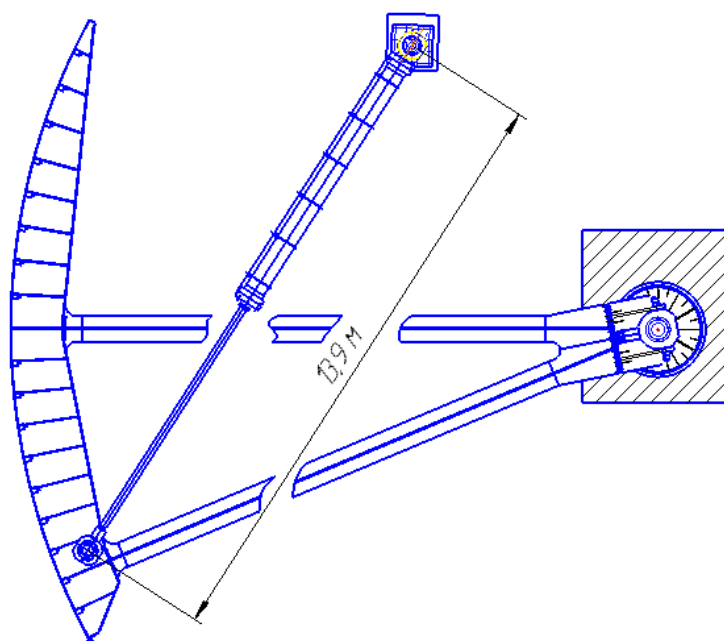


Рисунок В.1 – Базова конструкція затвора.

Аналіз базової конструкції дозволив встановити конструктивні елементи які не є достатньо опрацьовані в технологічному плані. Слабким місцем вважаємо конструкцію силового гідроциліндра. Його розміри визначені робочим ходом поршня і становить 5,9 м. Гідроциліндри такого розміру представляють певні складності при виготовленні, особливо чистової обробки внутрішнього діаметру гільзи циліндра. Тому було запропоновано рішення по зменшенню розміру ходу поршня, тим самими знизив трудомісткість по виготовленню і монтажу. Результатом економічного опрацювання такої модернізації ми отримуємо економію, яка склала 31% в порівнянні з вартістю механізму керування сегментним затвором базового проекту.

Модернізація потребує змінити розташування вузла кріплення гідроциліндра і конструкції поворотного затвора. Зміни представлені на розрахунковій схемі:

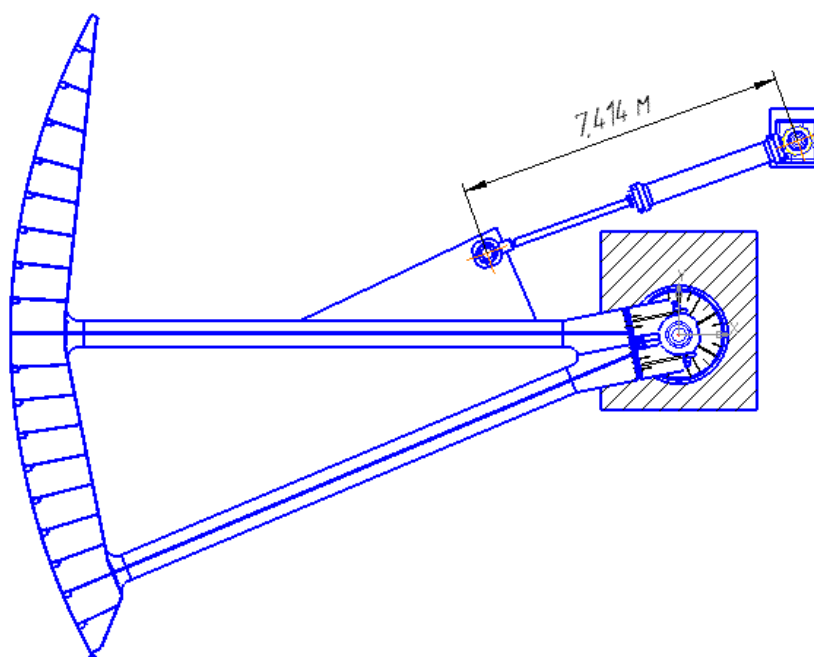


Рисунок В.2 – Спроектована конструкція.

Розрахунок гідроприводу з рекомендованими змінами вимагає певної швидкості висування штока, а отже подачі насосу і проведення проектного розрахунку гідроприводу в цілому.

1. ОПИС КОСНТРУКЦІЇ ТА ПРИНЦИП ДІЇ

1.1 Загальні відомості

Три отвори водоскиду перекриваються трьома затворами. Для маневрування трьома затворами передбачений гідропривід. Маневрування кожним затвором здійснюється під напором двома гідроциліндрами. Кожен гідроциліндр шарнірно з'єднаний верхньою головкою з опорною конструкцією, а вушком штока - з затвором. Гідропривід забезпечує компенсацію «осідання» затворів з будь-яких положень (крім положень на порогах) в стані очікування від можливих внутрішніх протікань шляхом включення одного з агрегатів насосних МНУ відповідної гідросистеми. Зовнішні витікання робочої рідини з гідравлічних апаратів, пристроїв, мастилопроводів і з'єднань між ними, за умови виконання вимог правильної експлуатації, повністю виключаються. До складу гідроприводу входять три гідравлічно незалежні один від одного гідросистеми, три колонки управління, з'єднані канатом з відповідними затворами і три поста місцевого управління затворами. До складу кожної гідросистеми входять два гідроциліндра, одна маслонасосні установка (МНУ), один блок управління і мастилопроводи. Гідроциліндри, МНУ і блоки управління взаємозамінні між гідросистемами.

У приміщенні МНУ, на позначці +91,000 м, розташовані три МНУ, три установки блоків управління і три поста місцевого управління затворами. МНУ, установки блоків управління і гідроциліндри, в межах своїх гідросистем, з'єднані мастилопроводи, прокладені в каналі і по гідроциліндрам. Канал в приміщенні МНУ закритий настилами з рифленої сталі, а поза приміщенням МНУ - залізобетонними плитами. Проекти залізобетонних плит і приміщень МНУ розробляє Розробник креслень будівельної частини споруд.

Систему дистанційного керування гідроприводом передбачає компанія DUGLAS ALLIANCE.

Позначення гідроприводу 2 (100-90-0-6,1) 6,

де 2 - кількість гідроциліндрів на затвор;

100 - підйомне зусилля гідроциліндра, тс;

90 - стримуюче зусилля гідроциліндра, тс;

0 - дожимная зусилля гідроциліндра, тс;

6,1 - повний хід поршня гідроциліндра, м;

6 - загальна кількість гідроциліндрів в гідроприводі.

1.2. Опис конструкцій вузлів

Гідроциліндр односторонньої дії, складається з кованиго циліндра, верхньої головки, нижньої головки з комплектом ущільнень штока, поршня з комплектом ущільнень шевронного типу, штока, вушка і вантажних пальців, за які може підвішуватися гідроциліндр під час підйомно-транспортних операцій.

Кований циліндр являє собою трубу з потовщеннями на кінцях - у вигляді фланців. У циліндрі передбачені конструктивні елементи для кріплення верхньої і нижньої головок, повітряноспускного пристрою і вантажних пальців. Для приєднання фланця маслопроводу в верхньому фланці циліндра передбачено відповідне місце, з різьбовими отворами і радіальним маслопровідним каналом.

Верхня головка складається з корпусу, сферичного підшипника з кришками і кріпильними виробами, а також повітряноспускним пристроєм. Корпус - поковка, що представляє собою з одного боку фланець, яким кріпиться за допомогою шпильок і гайок до верхнього фланця циліндра, з іншого боку - вушко з циліндричним отвором. Підшипник встановлений в циліндричний отвір вушка корпусу і зафіксований двома кришками. Нижня головка складається з корпусу, бронзових втулок, комплекту змінних шевронних ущільнень, двох ущільнюючих кілець типу «O-ring», брудоспинні кільця, натискного кільця зі шпильками і гайками, вбудованого дроселя і двох вантажних пальців. Корпус являє собою фланець з конструктивними елементами для кріплення маслопроводу, вантажних пальців і інших складових частин. У корпусі також передбачена система каналів (отворів) для з'єднання штокової порожнини з мастилопроводом. Бронзові втулки призначені для напрямку руху штока, а також для зменшення тертя і зносу покриття штока. Комплект змінних шевронних ущільнень виключає зовнішні витіки робочої рідини з гідроциліндра і, в разі необхідності, може бути легко підібраний або замінений. Дросель дозволяє перекрити штокову порожнину і демонтувати гідроциліндр з втягнутим штоком з опорних конструкцій без необхідності зливу робочої рідини, що знаходиться всередині гідроциліндра. Дросель відрегульований на максимальну швидкість опускання затвора (3 м/хв) в разі порушення цілісності (пошкодження) гідросистеми.

Міцність фланцевих з'єднань циліндра з верхньої та нижньої головками забезпечується шпильками і гайками підвищеної міцності, а герметичність - гумовими ущільнювальними кільцями типу «O-ring».

Поршень з комплектом шевронних ущільнень жорстко з'єднаний зі штоком і зафіксований спеціальною гайкою. Додатково, для зниження тертя і зносу внутрішньої поверхні циліндра, на поршні передбачені бронзові направляючі втулки. Конструкція поршня є легкорозбірною і дозволяє, при необхідності, провести підтяжку або заміну комплекту ущільнень знявши верхню головку гідроциліндра.

Шток гідроциліндра - кований і механічно оброблений ступінчастий стрижень. З двох кінців штока виконані різьбові ділянки: з одного кінця - для з'єднання з вушком, з іншого кінця - для спеціальної гайки кріплення поршня. Шток, на ділянці контакту з ущільненнями, покритий твердим хромом з наступним шліфуванням і поліруванням. Отвір складається з корпусу, сферичного підшипника, планок для стопоріння нарізного сполучення, кришок і кріпильних виробів. Корпус - кування, з різьбою для кріплення до штоку і гладким циліндричним отвором - під сферичний підшипник. Підшипник встановлений в циліндричний отвір вушка корпусу і зафіксований двома кришками.

У верхній голівці і нижньому фланці циліндра передбачені пристрої для спуску повітря, які крім спуску повітря з гідроциліндра, розраховані на приєднання манометрів для контролю тиску в порожнинах при випробуванні гідроциліндра та налаштування гідравлічних апаратів.

У проектному положенні на спорудженні гідроциліндр забезпечує запас ходу поршня (по відношенню до геометрично необхідного): при підйомі затвора - 100 мм, при опусканні - 100 мм. Запас дозволяє компенсувати похибки монтажу обладнання та теплові деформації конструкцій під час експлуатації.

МНУ являє собою комплекс пристроїв, встановлених на загальній зварній рамі. У цей комплекс входять: гідробак, два насосних агрегати однакової продуктивності (один - основний, а другий - резервний, постійно готовий для автоматичного включення в роботу), ручний насос, дві установки блоків запобіжних, два зливних фільтра, трубопровідна арматура, фітинги та трубопроводи.

Гідробак складається із зварного бака, фільтра заливного (з функцією повітряного фільтра), датчиків-реле рівня рідини, візуальних показників рівня рідини і температури, а також відводів з кранами. Датчики-реле сигналізують про досягнення робочою рідиною в баку максимального або мінімального рівня. Верхня частина бака закрита знімною герметичною кришкою. Бак розділений перегородкою на дві порожнини - всмоктувальну і зливну. На кожній порожнині встановлені крани для зливу всієї робочої рідини (при заміні). Всмоктуючий патрубок закріплений на відстані 50 мм від дна бака (щоб уникнути засмоктування бруду) і знаходиться нижче мінімального рівня

робочої рідини в баку (щоб уникнути підсосу повітря). Зливний патрубок в баку розташований нижче мінімального рівня робочої рідини (щоб уникнути аерації), а патрубок зливу витоків - вище максимального рівня робочої рідини. На лінії зливу в гідробак, зовні, встановлено паралельно два зливних фільтра, що дозволяють здійснювати обслуговування одного будь-якого з двох, не перериваючи роботи МНУ. Заливка робочої рідини в бак здійснюється через заливну горловину фільтра заливного, встановленого у верхній частині бака.

Два насосних агрегата: один - основний, другий - резервний, призначені для перетворення електричної енергії в енергію рухомої під тиском робочої рідини. Кожен агрегат складається з електродвигуна K21R 180M4 HB TWS і насоса пластинчастого регульованого типу НПлР 80/16-04, з'єднаних муфтою і встановлених на загальній рамі.

Установка блоку запобіжного являє собою закріплену на стійці плиту, з розміщеними на ній запобіжним клапаном, реле тиску і манометром з гідровентелем.

Установка блоку управління являє собою встановлену на стійці плиту, з розміщеними на ній Гідророзподільниками, реле тиску, гідрозамками, регулятором витрати і манометром з гідровентелем. Основний гідророзподільник – трьохпозиційний з електромагнітним управлінням типу РЕ10.3. Гідророзподільник для управління гідрозамками - двопозиційний з електромагнітним управлінням типу РЕ6.3.

Колонка управління (креслення 1577680ВО) являє собою стійку трубчастого перетину, усередині якої переміщається вантаж. Для візуального контролю положення затвора на стійці колонки передбачена лінійка з нержавіючої сталі зі шкалою і стрілка, поєднана з вантажем. На кронштейні, привареному до стійки, розміщуються кожух, на підшипникових опорах барабан-вал з насадженим барабаном, а також кінематично з'єднані з барабан-валом командоапарат (через пальцеву муфту), механізм сигналізації положення типу МСП-1 (через відкриту зубчасту передачу) і пристрій автоматичного підживлення. Барабан-вал, за допомогою каната, через систему відхиляють блоків, з'єднаний з вантажем. Насаджений на барабан-вал барабан, за допомогою каната, з'єднаний з затвором. Таким чином, забезпечується кінематична зв'язок всіх пристроїв колонки управління з положенням затвора.

Командо-апарат призначений для автоматичного відключення гідропривода в крайніх положеннях.

Механізм сигналізації положення МСП-1 призначений для генерування сигналів положення затвора на місцевий пост управління і в систему дистанційного керування затвором. Пристрій автоматичного підживлення (креслення 1577799ВО) складається з важеля підпружиненої системи, двох

стійок з віссю, конусної муфти тертя і одного електромагніту типу МІС 6100ЕТЗ закріплених на загальних підставах, а також двох мікрореле типу МР 1303ЛТ2.011А. Підпружиненого важеля утримує конусну муфту тертя замкнутою. У цапфах стійок закріплена вісь, на якій встановлені (на підшипниках) дві напівмуфти конусної муфти тертя. Два мікрореле закріплені в дугоподібних отворах одній зі стійок, з взаємним центральним кутом 60° (в процесі експлуатації кут може бути змінений). На одній напівмуфті - напівмуфті з дебаланс - закріплений керуючий упор (трубка), який при повороті напівмуфти включає один або інший (в залежності від напрямку повороту) мікрореле. На іншій напівмуфті є зубчастий вінець, який знаходиться в зачепленні з зубчастим колесом, насадженим на барабан-вал. При включенні електромагніта МІС 6100ЕТЗ - муфта розмикається.

Труби та з'єднання маслопроводів виконані з нержавіючої сталі. Розумні з'єднання - фланцеві і різьбові з кульовими ніпелями, нероз'ємні - зварні. Труби розраховані витримувати максимальні робочі тиску гідросистеми. Труби закріплені за допомогою приварних рознімних трубних кріплень.

Пост місцевого управління затворами (система місцевого управління гідроприводом) включає в себе шафа з електроапаратурою управління і ключем вибору режиму управління (місцеве або дистанційне).

1.3 Робота гідроприводу

Принципові гідравлічна схема визначають взаємозв'язок і послідовність роботи всіх агрегатів і вузлів, що входять в гідропривід. Схема гідравлічна принципова - НУЗП 355800ГЗ. Робота кожної з трьох гідросистем гідроприводу однакова і гідравлічно незалежна один від одного, тому приводиться опис роботи тільки однієї гідросистеми гідроприводу.

Гідропривід дозволяє здійснювати маневрування затворами в контрольованому режимі. При нормальній роботі управління затворами виконується системою дистанційного керування. У разі повної відсутності електропостачання опускання і підймання затворів може здійснюватися за допомогою ручних насосів при ручному управлінні гідроапаратурою. Встановлені на колонках управління механізми сигналізації положень МСП-1 безперервно передають сигнали про положення затворів на місцеві пости керування і в систему дистанційного керування. Вбудовані в баки МНУ датчики-реле рівнів робочої рідини RU1 і RU2 блокують роботу відповідних гідросистем гідроприводу при неприпустимих значеннях рівнів робочої рідини у відповідних баках ВК1. У разі неприпустимого засмічення (підвищення опору) фільтруючих елементів зливних фільтрів FS1 (FS2) (входять до складу МНУ), вбудовані реле тиску подають відповідні сигнали на пости місцевого управління і в систему дистанційного керування.

Візуальний контроль тиску в лініях управління гідрозамками ZM1 і настройка реле тиску RD1 здійснюються за допомогою манометрів MN2 відповідних гідросистем гідроприводів. Візуальний контроль тиску в напірних лініях насосів NP1 і NP2, а також настройка реле тиску RD2 (RD3) здійснюються за допомогою манометрів MN1 (MN3) відповідних гідросистем гідроприводу.

1.3.1 Підйом затвора

З місцевого поста управління або з системи дистанційного керування оператор включає гідропривід на підйом затвора. При цьому включається електродвигун M1 (M2) насоса NP1 (NP2). Через 1 ... 3 с після розгону двигуна реле часу включає електромагніт YA1 (гідророзподілювача R1) і YA2 (YA5) (запобіжного клапана KP1 (KP2)). Робоча рідина від насоса NP1 (NP2), через пристрої KO2 (KO3), KN12 (KN15), KN11, R1 розділяючись на два потоки і далі через пристрої KN4, DR1 і KN18, DR2, надходить в штокові порожнини гідроциліндрів С1 і С2. З поршневих порожнин гідроциліндрів С1 і С2 робоча рідина, через крани KN9 і KN17 об'єднуючись в один потік і далі через пристрої

R1, KN14, KN2 (KN6), фільтр зливний FS1 (FS2) і KN3 (KN7), надходить в бак ВК1 - затвор піднімається.

В крайньому верхньому положенні затвора, командоапарат подає сигнал на відключення електромагнітів YA1 (гідророзподільвача R1) і YA2 (YA5) (запобіжного клапана KP1 (KP2)) і електродвигуна M1 (M2) - затвор зупиняється. На пост місцевого управління і в систему дистанційного керування подаються сигнали - затвор в крайньому верхньому положенні.

З місцевого поста управління або з системи дистанційного керування затвор може бути зупинений в будь-якому проміжному положенні за допомогою кнопочового вимикача «Стоп» відключенням електромагнітів YA1 (гідрораспределителя R1) і YA2 (YA5) (запобіжного клапана KP1 (KP2)) і електродвигуна M1 (M2). Для відключення гідроприводу при підвищенні тиску до 10,8 МПа (10% -ве перевищення тиску над розрахунковим) на лінії нагнітання встановлено реле тиску RD2 (RD3). При спрацьовуванні реле тиску RD2 (RD3) на пост місцевого управління і в систему дистанційного керування подаються сигнали про надмірно великому тиску в лінії нагнітання. У разі відмови реле тиску RD2 (RD3), спрацьовує запобіжний клапан KP1 (KP2), налаштований на тиск 11,3 МПа, і перепускає робочу рідину в бак ВК1.

У разі відсутності електропостачання, підйом затвора з місцевого поста управління здійснюється наступним способом: натиснути і утримувати кнопку ручного переміщення золотника (функція електромагніту YA1) на Гідророзподільники R1 блоку управління; хитаючи ручним насосом NR1, забезпечується подача робочої рідини в штокові порожнини гідроциліндрів - затвор піднімається.

Автоматичне підживлення в разі «осідання» затвора Просадка кожного з трьох затворів з будь-якого становища (крім положення затвора на порозі) контролюється пристроями автоматичного підживлення (дивись креслення 1577799ВО), встановленими на відповідних колонках управління. Пристрій автоматичного підживлення (для кожного затвора) працює в такий спосіб. При кожному включенні гідроприводу на підйом або опускання затвора, включається електромагніт МИС-6100 автоматичного пристрою підживлення. Електромагніт МИС-6100 втягує свій якір, і через систему важеля підпружинену систему розмикаємо конусну муфту тертя. При зупинці затвора в будь-якому положенні електромагніт знеструмлюється, а конусна муфта тертя - замикається, під дією важеля підпружиненої системи. При осіданні затвора, барабан-вал, пов'язаний з затвором канатом, повертається, і через зубчасту пару повертає замкнуту конусну муфту. Керуючий упор (трубка), закріплений на відомій напівмуфті, включає перший мікрвимикач. Мікрвимикач подає сигнал на включення гідроприводу на

підйом затвора (якщо вихідне положення затвора будь-яке, крім положення на порозі), не включаючи електромагніт МИС-6100, - затвор піднімається. При цьому відома полумуфта, повернувшись в протилежну сторону на налаштований кут (60°), керуючим упором включає другий мікрореле, який подає сигнал на зупинку підйому гідроприводу. Робота пристрою автоматичного підживлення, в разі повторної просадки, - повторюється.

Для відключення гідроприводу при підвищенні тиску до 10,8 МПа (10% - перевищення тиску над розрахунковим) на лінії нагнітання встановлено реле тиску RD2 (RD3). При спрацьовуванні реле тиску RD2 (RD3) на пост місцевого управління і в систему дистанційного керування подаються сигнали про надмірно великому тиску в лінії нагнітання. У разі відмови реле тиску RD2 (RD3), спрацьовує запобіжний клапан КР1 (КР2), налаштований на тиск 11,3 МПа, і перепускає робочу рідину в бак ВК1.

1.3.2 Опускання затвора

З місцевого поста управління або з системи дистанційного керування оператор включає гідропривід на опускання затвора. При цьому включається електромагніт YA4 (гідророзподільвача R2). Робоча рідина під тиском (від ваги затвора, вушок, штоків і т.д.) з штокової порожнин гідроциліндрів С1 і С2, через пристрої DR1, KN4 і DR2, KN18 і R2, надходить в лінію управління гідрозамками ZM1 і відкриває його; робоча рідина з штокової порожнин гідроциліндрів С1 і С2, через пристрої DR1, KN4 і DR2, KN18 об'єднуючись в один потік і далі через пристрої ZM1, RP1 розділяючись на два потоки і далі через крани KN9 і KN17, надходить в поршневі порожнини гідроциліндрів С1 і С2 - затвор опускається. Недолік робочої рідини в поршневих порожнинах гідроциліндрів С1 і С2 підсмоктується з бака ВК1 через пристрої KN10, КО1, KN9 і KN17. В крайньому нижньому положенні (на порозі) затвора командоапарат подає сигнал на знеструмлення електромагніта YA4 (гідророзподільвача R2). На пост місцевого управління і в систему дистанційного керування подаються сигнали - затвор на порозі. У разі «зависання» затвора, реле мінімального тиску RD1 подає сигнал на відключення гідроприводу. На пост місцевого управління і в систему дистанційного керування подаються сигнали про «зависанні» затвора. Після цього, необхідно включити гідропривід на підйом затвора (дивись пункт 3.3.1), вимкнути гідропривід на підйом затвора і повторно включити гідропривід на опускання затвора. Якщо після двох спроб затвор не сяде на поріг, необхідно з'ясувати і усунути причину «зависання» затвора.

Вимкнення гідроприводу на опускання затвора, в будь-якому проміжному положенні, з місцевого поста управління або з системи дистанційного керування, здійснюється відключенням електромагніту YA4 (гідророзподільвача R2) за допомогою вимикача «Стоп». У разі повної відсутності електропостачання, опускання затвора ручним керуванням гідроапарата з місцевого поста управління здійснюється шляхом натискання та утримування кнопки ручного переміщення золотника на гідророзподільники R2 (функція електромагніту YA4). Робоча рідина з штокової порожнини гідроциліндрів C1 і C2, через пристрої DR1, KN4 і DR2, KN18 об'єднуючись в один потік і далі через пристрої ZM1, RP1 розділяючись на два потоки і далі через крани KN9 і KN17, надходить в поршневі порожнини гідроциліндрів C1 і C2 - затвор опускається. Недолік робочої рідини в поршневих порожнинах гідроциліндрів C1 і C2 підсмоктується з бака BK1 через пристрої KN10, KO1, KN9 і KN17. Якщо при натисканні та утримуванні кнопки ручного переміщення золотника на гідророзподільники R2 (функція електромагніту YA4) опускання затвора не відбувається (форс-мажорне збіг обставин), тоді необхідно відкрити кран KN5 - затвор опускається зі швидкістю 3 м/хв (швидкість настройки дроселів DR1 і DR2, вбудованих в гідроциліндри). Пусконаладжувальні роботи з висунення штока гідроциліндра (описано на прикладі гідроциліндра C1) здійснюються таким способом: закрити кран KN17, повернути і зафіксувати лімб регулятора потоку RP1 в положенні нульовий пропускної здатності (дивись документацію на регулятор потоку RP1) і включити електродвигун M1 (M2) насоса NP1 (NP2). Через 1 ... 3 с після розгону двигуна реле часу включає електромагніт YA2 (YA5) (запобіжного клапана KP1 (KP2)) і YA3 (гідророзподільвача R1). Робоча рідина від насоса NP1 (NP2), через пристрої KO2 (KO3), KN12 (KN15), KN11, R1 і KN9, надійде в поршневу порожнину гідроциліндра C1. З штокової порожнини гідроциліндра C1 робоча рідина, через пристрої DR1, KN4, R1, KN14, KN2 (KN6), фільтр зливний FS1 (FS2) і кран KN3 (KN7), надходить в бак BK1 - шток висувається.

Зупинка висунення штока проводиться за допомогою кнопкового вимикача «Стоп» вимкненням електромагнітів YA2 (YA5) (запобіжного клапана KP1 (KP2)) и YA3 (гідророзподільвача R1) і електродвигуна M1 (M2).

Тиск у поршневих полостях гідроциліндрів C1 и C2 при висуваннях штоків не має перевищувати 1,0 МПа. Для цього налаштовують запобіжний клапан KP1 (KP2) на спрацьовування при тиску 1,0 МПа.

1.4 Електрообладнання

Призначення електрообладнання. Електрообладнання гідроприводу призначене для забезпечення його працездатності відповідно до вимог технології виконуваних робіт. Електрообладнання має виконання для роботи в районі з тропічним кліматом.

Технічні характеристики електрообладнання

Електрообладнання гідроприводу харчується від джерела трифазного змінного струму 380 В, 50 Гц.

Характеристика напруг:

- а) силові ланцюги, В ~ 380;
- б) загальні ланцюга управління, В ~ 220;
- в) ланцюга харчування електромагнітів гідророзподільників, В = 24;
- г) ланцюга світлової сигналізації, В ~ 220.

Допустимі відхилення напруги від номінального в межах від мінус 5 до плюс 10%. Найбільший одночасно споживаний струм електроустаткуванням гідроприводу - 50 А. Технічні дані на кожен конкретний вид електрообладнання вказані на його заводському щитку (ярлику).

Опис роботи схеми управління. Принципова електрична схема керування гідроприводом передбачає:

- вибір режиму управління;
- фіксацію і сигналізацію крайніх положень затвора;
- автоматичну підживлення в разі «осідання» затвора з будь-якого становища.

Принципова електрична схема передбачає режими роботи:

- управління з місцевого пульта управління (рукоятка перемикача SA4 повернута в положення + 45°, «Місцевий»);
- управління з дистанційного пульта управління (рукоятка перемикача SA4 повернута в положення -45°, «Дистанційне»). Дистанційне керування передбачає DUGLAS ALLIANCE.

Схемою передбачено перемикачі для наступного призначення:

- SA5 - вибір одного працюючого маслососа з двох на гідроприводі;
- 1-SA1 - перемикач для подачі команди на підйом або опускання затвора;
- 1-SA2 - перемикач для включення автоматичної компенсації осідання затвора.

4.3.1 Місцеве управління гідроприводом

Схема управління дає можливість виконувати такі операції:

- 1) незалежний (почерговий / одночасний) підймання затворів при не вирівняному тиску;
- 2) автоматичну зупинку затворів в крайніх положеннях;

- 3) утримання затворів в крайньому верхньому положенні;
- 4) автоматичну підживлення в разі «осідання» затворів з будь-яких положень (крім положень на порогах) в стані очікування;
- 5) незалежне (почергове / одночасне) опускання затворів в потік під дією власної ваги;
- 6) зупинку і утримання затворів в проміжних положеннях.

Місцеве управління гідроприводом здійснюється з приміщення маслонапірної установки за допомогою електроапаратури, встановленої на дверях шафи з електроапаратурою.

Перед початком маневрування затвором необхідно включити всі автоматичні вимикачі в силових ланцюгах і ланцюгах управління. Перемикач SA4 встановити в положення $+ 45^\circ$, «Місцевий». Перемикачем SA5 необхідно вибрати працює маслонасосів №1 (положення $+ 45^\circ$) або маслонасосів №2 (положення -45°). Схемою виключена спільна робота робочого маслонасоса №1 і резервного №2. Вибираємо, наприклад, маслонасосів №1 (електродвигун M1 [M1]). Для цього рукоятку перемикача SA5 необхідно встановити в положення $+ 45^\circ$

Підйом затвора

Для підйому затвора №1 необхідно поворотом рукоятки перемикача 1-SA1 в положення 1 ($+ 45^\circ$, «Підйом») подати команду на підйом затвора. При цьому включається командне реле 1-KCC1 і подає команду на запуск маслонасоса через проміжне реле KL4. Чи включається котушка магнітного пускача KM1, пускач замикає свої контакти в силовому ланцюзі і електродвигун M1 [M1] запускається. З витримкою часу 3 с, яка забезпечує розвантаження електродвигуна M1 [M1], за допомогою реле KL3 підключений до джерела живлення на електромагніт запобіжно-розвантажувального клапана YA3 [YA2] і електромагніт гідро 1-YA2 [YA1]. Масло надходить у штокову порожнину гідроциліндра і затвор починає підніматися. При досягненні затвором крайнього верхнього положення спрацьовує командоапарат 1-SQ1 (контакт №1) і відключаються електромагніт гідро 1-YA2 [YA1], електромагніт YA3 [YA2] запобіжно-розвантажувального клапана і електродвигун M1 [M1] маслонасоса №1. Затвор зупиняється. У будь-якому проміжному положенні затвор зупиняється за допомогою кнопочового вимикача SB1 («Стоп»). Сигналізація крайнього верхнього положення затвора здійснюється сигнальною лампою 1-HLG5. Показання проміжних положень затвора здійснюється за допомогою механізму сигналізації положення 1-BG і цифрового приладу 1-PA з передачею сигналу про становище затвора в систему дистанційного керування. Автоматична підживлення з будь-якого положення затвора в разі «осідання»

(крім положень затвора, «на підхватах» і «на порозі») в стані очікування. Схемою передбачена автоматична підживлення при осіданні затвора з будь-якого положення, крім положення затвора, «на підхватах» і «на порозі». Підйом затвора при осіданні відбувається при включеному електромагніт підживлення 1-YA1. Для роботи затвора в режимі просадки необхідно перемикач 1-SA2 встановити в положення (+ 45°, «Включити»). У разі самовільного опусканні затвора з будь-якого положення, замикається ланцюг вимикача 1-SQ2, який включає командне реле 1-KCC4, яке подає команду на запуск маслососа №1 через проміжне реле KL4. Чи включається котушка магнітного пускача KM1 і електродвигун M1 [M1] запускається. З витримкою часу 3 с забезпечується розвантаження електродвигуна M1 [M1], за допомогою реле KL3 подається харчування на електромагніт запобіжно-розвантажувального клапана YA3 [YA2] і електромагніт 1-YA2 [YA1]. Масло надходить у штокову порожнину гідроциліндра і затвор починає підніматися. При досягненні затвором свого початкового положення вимикач 1-SQ3 відключає командне реле 1-KCC4. Ланцюг управління затвором розмикається і припиняється його підйом. У разі повторної просадки затвора робота пристрою автоматично повторюється.

Опускання затвора.

Розглянемо опускання затвора №1. Для опускання затвора №1 необхідно рукоятку перемикача 1-SA1 встановити в положення -45° («Опускання») і подати команду на опускання затвора. При цьому включається командне реле часу 1-KCC2 і подає команду на включення електромагніта гідророзподільвача затвора 1-YA5 [YA4]. Масло надходить в поршневу порожнину гідроциліндра і затвор починає опускатися. При досягненні затвором крайнього нижнього положення спрацьовує командоапарат 1-SQ1 (контакт №2) і відключається електромагніт гідро 1-YA5 [YA4] внаслідок відключення командного реле 1-KCC2. Затвор зупиняється.

Сигналізація нижнього положення затвора здійснюється сигнальною лампою 1-HLB4. Показання проміжних положень затвора здійснюється за допомогою механізму сигналізації положення 1-BG і цифрового приладу 1-PA з передачею сигналу про положення затвора в систему дистанційного керування. Примусове висування штока гідроциліндра. Під час пуско-налагоджувальних робіт, а також під час ремонту гідроприводу виникає необхідність примусового висування штока гідроциліндра без приєднання затвора.

Розглянемо примусове висування штока гідроциліндра затвора.

Для забезпечення цього режиму необхідно рукоятку перемикача SA4 повернути в положення 0. ("Випробування") і виконати необхідні операції за гідравлічною схемою.

Для висування штока гідроциліндра затвора рукоятка перемикача 1-SA3 повертається в положення +45° ("Увімкнути") і утримується в цьому положенні до закінчення операції.

При цьому вмикається електродвигун маслонасоса №1 (за допомогою командного реле 1-KL3).

Після закінчення витримки часу (3 с) вмикається електромагніт гідророзподільника 1-YA3[YA3] і запобіжно-розвантажувального клапана YA3[YA2]. Масло надходить у поршневу порожнину гідроциліндра і шток висувається. Висування відбувається доти, доки рукоятка перемикача 1-SA3 утримується в положенні +45° ("Увімкнути").

Під час відпускання рукоятки перемикача 1-SA3 вона повертається у вихідне положення. Вимикаються електромагніти 1-YA3[YA3], і YA3[YA2], електродвигун M1[M1] оливнонасоса вимикається, висування штока припиняється. Аналогічним чином здійснюють висування штока для гідроциліндра №2 затвора. Після закінчення пуско-налагоджувальних або ремонтних робіт і приєднання затвора до штоків гідроциліндрів необхідно зібрати гідравлічну схему для умов постійної експлуатації.

Захист і блокування Захист електродвигунів M1 [M1], M2 [M2] від перевантаження і струмів короткого замикання здійснюється автоматичними вимикачами QF1, QF2. Захист кіл керування та сигналізації від струмів короткого замикання здійснюється автоматичними вимикачами SF1, SF2, SF7 ... SF9, SF11 ... SF18, 9SF1 ... 9SF3. Схемою передбачено: - захист від перевищення тиску в гідросистемі під час операції підйому затворів (реле KSP1 [RD2], KSP2 [RD4]) з відключенням схеми управління; - захист від зниження тиску в гідросистемі при опусканні затворів (реле 1-KSP [RD1], 2-KSP [RD1]) з відключенням схеми управління; - захист від підвищення рівня масла в маслобаку до максимального (реле рівня PL1 [RU1]) з відключенням схеми управління; - захист від зниження рівня масла в маслобаку до мінімального (аварійного) рівня (реле рівня PL2 [RU2]) з відключенням схеми управління; - захист від поганої якості масла (фільтри PL3 [FS1], PL4 [FS2]) з відключенням схеми управління; - захист від роботи двигуна на двох фазах (реле обриву фаз KSV); - захист електродвигунів маслонасосів M1 [M1], M2 [M2] від їх перегріву (термодатчики 1RK, 2RK).

Сигналізація. Схемою передбачена оптична (світлова) сигналізація і візуальний контроль положення затвора по цифровим приладам 1-PA. Оптична сигналізація здійснюється за допомогою сигнальних ламп зі світлофільтрами різних кольорів. Оптична сигналізація фіксує наступні параметри і стан гідросистеми:

- місцеве управління (лампа синього кольору HLB1);

- дистанційне керування (лампа синього кольору HLB2);
- вибір маслососа №1 (лампа зеленого кольору HLG1);
- вибір маслососа №2 (лампа зеленого кольору HLG2);
- перевантаження двигуна маслососа №1 (лампа червоного кольору HLR1);
- перевантаження двигуна маслососа №2 (лампа червоного кольору HLR2);
- включення в роботу маслососа №1 (лампа зеленого кольору HLG3);
- включення в роботу маслососа №2 (лампа зеленого кольору HLG4);
- верхнє (крайнє) положення затвора (лампа зеленого кольору 1-HLG5);
- нижнє (крайнє) положення затвора (лампа синього кольору 1-HLB4);
- режим випробування (лампа синього кольору HLB3);
- зниження тиску в гідросистемі при опусканні затвора (лампа червоного кольору 1-HLR1);
- перевищення тиску в гідросистемі (лампи червоного кольору HLR11, HLR12);
- максимальний (верхній) рівень масла в маслобаку (лампа червоного кольору HLR5);
- мінімальний (аварійний) рівень масла в маслобаку (лампа червоного кольору HLR6);
- погана якість масла фільтра PL3 [FS1] (лампа червоного кольору HLR7);
- погана якість масла фільтра PL4 [FS2] (лампа червоного кольору HLR8).

Всі струмопровідні частини електрообладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок пробою ізоляції (електродвигуни, командоапарат і т.д.), повинні бути надійно заземлені. Опір заземлюючих провідників електрообладнання, електроапаратури та заземлюючого контуру має бути не більше 4 Ом. Опір ізоляції проводів, електрообладнання та електроапаратури, вимірний мегомметром, має бути не менше 0,5 МОм.

2 РОЗРАХУНКИ ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРАВЛІЧНОЇ СИСТЕМИ

2.1 Основні данні базового та інноваційного проекту

2.1.1 Основні данні базового проекту

Зусилля при підйомі затвору, МН (тс).....	0,981 (100)
Зусилля при утриманні затвора, МН (тс).....	0,883 (90)
Діаметр поршня гідроциліндра, м.....	0,400
Діаметр штока гідроциліндра, м.....	0,160
Тиск робочої рідини в гідроциліндрі, МПа:	
при підйомі затвора.....	9,78
при утриманні затвора.....	7,94
Хід поршня повний, м.....	6,1
Хід поршня робочий, м.....	5,9
Швидкість підйому затвора, м/с (м/хв).....	0,0060 (0,36)
Швидкість опускання затвора, м/с (м/хв).....	0,0060 (0,36)
Час підйому затвора, с (хв).....	983 (16,4)
Час опускання затвора, с (хв).....	983 (16,4)
Кількість гідроциліндрів на затвор, шт.	2
Кількість гідроциліндрів в гідроприводі, шт.	6
Марка робочої рідини.....	Neste Biohydrauli SE 32
Кількість масло насосних установок в гідроприводі, шт.	3
Емність бака, м ³	1,0
Кількість насосних агрегатів в одній установці, шт.	2
Тип насосу.....	НПЛР 80/16-04
Подача номінальна, л/хв.....	97,0
Тиск номінальний, МПа.....	16
Тип електродвигуна.....	K21R 180 M4 HB TWS
Ппотужність номінальна, кВт.....	18,5
Частота обертання, об/хв.....	1460

2.1.2 Основні данні розробленого проекту

Зусилля при підйомі затвора, МН (тс).....	2,616 (266,8)
Зусилля при утриманні затвора, МН (тс).....	2,48 (252)
Діаметр поршня гідроциліндра, м.....	0,56
Діаметр штока гідроциліндра, м.....	0,22
Тиск робочої рідини в гідроциліндрі, МПа:	
при підйомі затвора.....	13,77
при утриманні затвора.....	9,57
Хід поршня повний, м.....	6,1
Хід поршня робочий, м.....	2,62
Швидкість підйому затвора, м/с (м/хв).....	0,00266(0,36)
Шшвидкість опускання затвора, м/с (м/хв).....	0,00266 (0,36)
Час підйому затвора, с (хв).....	983 (16,4)
Час опускання затвора, с (хв).....	983 (16,4)
Кількість гідроциліндрів на затвор, шт.	2
Кількість гідроциліндрів в гідроприводі, шт.	6
Марка робочої рідини.....	Neste Biohydraul SE 32
Кількість масло насосних установок в гідроприводі, шт.	3
Емність бака, м ³	1,0
Кількість насосних агрегатів в одній установці , шт.	2
Тип насосу.....	VPPL-022-R0S/20N
Подача номінальна, л/хв.....	97,0
Тиск номінальний, МПа.....	33
Тип електродвигуна	AIP 180 M4 T2
Ппотужність номінальна, кВт.....	30
Частота обертання, об/хв.....	1500

2.2 Визначення характеристик та геометричних параметрів гідроциліндру

Швидкість висування / втягування штока в вихідному проекті становила $V'_{ш} = 0,006 \text{ м/с}$. Шток у вихідному проекті висувався на 5901,65 мм. У нашому проекті шток висувається на 2620,3мм. Тоді швидкість висування / втягування штока в запропонованому варіанті буде складати:

$$V_{ш} = \frac{L'_{ш} \cdot V'_{ш}}{L_{ш}} \quad (2.1)$$

; где $L_{ш}$ - хід поршня у новому проекті; $L'_{ш}$ - хід поршня в вихідному проекті

$$V_{ш} = \frac{2,62 \cdot 0,006}{5,901} = 0,00266 \text{ м/с}$$

Для визначення розмірів гідроциліндра визначаємо момент від дії гідроциліндра при повороті затвора. Складаємо рівняння моментів щодо точки повороту затвора, при цьому розміри беремо з розрахункової схеми.

$$M = P_p \cdot l_1 \quad (2.2)$$

, где P_p - зусилля при підйомі в вихідному проекті; l_1 - відстань від осі обертання затвора і лінів дії гідроциліндра.

$$M = 100 \cdot 8,49 = 849 \frac{\text{тс}}{\text{м}}$$

Тоді зусилля в новому проекті при підйомі затвора, буде рівнятися:

$$P_p = \frac{M}{l} \quad (2.3)$$

$$P_p = \frac{849}{3,182} = 266,8 \text{ тс} (2,616 \cdot 10^6 \text{ Н})$$

Зусилля при утриманні затвора буде рівнятися:

$$P_u = F_n \cdot \eta_c ; \quad (2.4)$$

где η_c – КПД гідроциліндра.

$$P_u = 266,2 \cdot 0,95 = 252,89 (2,48 \cdot 10^6 \text{ Н})$$

Визначаємо геометричні параметри циліндра і поршня:

$$F_1 = A \cdot P \cdot \eta_{об} \quad (2.5)$$

; де S – площа штокової частини поршня гідроциліндра; P – номінальний тиск; $\eta_{об}$ - КПД гідропривода.

$$P = 16 \text{ МПа}$$

$$\eta_{об} = 0,95$$

Площа штокової частини поршня дорівнює:

$$A_{шт.п} = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \quad (2.6)$$

; где D – діаметр поршня; d – діаметр штока (d = 0,5 D)

Тоді:

$$F_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot P \cdot \eta_{об} = \frac{0,75 \cdot \pi \cdot D^2}{4} \cdot P \cdot \eta_{об} \quad (2.7)$$

Звідки діаметр гідроциліндра дорівнює:

$$D = \sqrt{\frac{4F_1}{0,75 \cdot \pi \cdot P \cdot \eta_{об}}} \quad (2.8)$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,616 \cdot 10^6}{0,75 \cdot 3,14 \cdot 16 \cdot 0,95}} = 540,6 \text{ мм.}$$

Вибираємо діаметр гідроциліндра і діаметр штока з стандартного ряду по ГОСТ 6540-68 *

$$D = 560 \text{ мм}$$

$$d = 220 \text{ мм}$$

Реальна площа поршня в штоковій порожнині дорівнює:

$$A_{шт.п} = \frac{\pi(D_{гост}^2 - d_{гост}^2)}{4} \quad (2.9)$$

$$A_{um.n} = \frac{3,14(0,56^2 - 0,22^2)}{4} = 0,2 \text{ м}^2$$

Реальна площа поршня в поршневої порожнини дорівнює:

$$A_{n.n} = \frac{\pi \cdot D_{\text{осм}}^2}{4} \quad (2.11)$$

$$A_{n.n} = \frac{3,14 \cdot 0,56^2}{4} = 0,246 \text{ м}^2$$

2.3 Гідравлічний розрахунок

Тиск в штоковий порожнини гідроциліндра при підйомі затвора:

$$p_p = \frac{P_p}{(A_{um.n} \cdot \eta_c)} \quad (2.12)$$

$$p_p = \frac{2,616 \cdot 10^6}{(0,2 \cdot 0,95)} = 13,77 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Тиск в штоковий порожнини гідроциліндра при утриманні затвора:

$$p_u = \frac{P_u \cdot \eta_c}{A_{um.n}} \quad (2.13)$$

$$p_u = \frac{2,48 \cdot 10^6 \cdot 0,95}{0,246} = 9,577 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Визначаємо робочий об'єм циліндра в штоковий порожнини:

$$V_{um.n.} = \frac{\pi}{4} S(D^2 - du^2) \quad (2.14)$$

$$V_{um.n.} = \frac{3,14}{4} \cdot 2,62 \cdot (0,56^2 - 0,22^2) = 0,545 \text{ м}^3$$

Знаючи робочий об'єм і час за яке відбувається повне висування штока (983 сек), ми визначаємо подачу насоса:

$$Q = \frac{V_{um.n.}}{t_{\text{откр.з.}}} \quad (2.15)$$

$$Q = \frac{0,545}{983} = 0,00055 \text{ м}^3 / \text{с}$$

2.4 ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ГІДРОАППАРАТУРИ

2.4.1 Золотниковий розподільник

Прохідний перетин золотника у вигляді бічної поверхні кругового циліндра утворюється кромкою золотника і отвори втулки. Площа прохідного перерізу визначається за рекомендованою середньою швидкості ($v_p = 3...5 \text{ м/с}$) і витраті Q_T .

$$\omega_i = \frac{Q_T}{v_p} \quad (2.16)$$

$$\omega_i = \frac{0,00055}{5} = 0,00011 \text{ м}^2$$

Основними параметрами направляючої і регулюючої апаратури є номінальне тиску, умовний прохід і подача. При проектуванні гідроприводів дана гідроапаратура зазвичай не розраховується, а вибирається за основними параметрами при дотриманні наступних умов:

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{ном.р}}$$

$$Q_{\text{ном}} \geq Q_{\text{ном.р}}$$

Вибираємо більш відповідний золотниковий розподільник PE10.3-44, виконаний з урахуванням географічного розташування в тропічному виконанні T2.

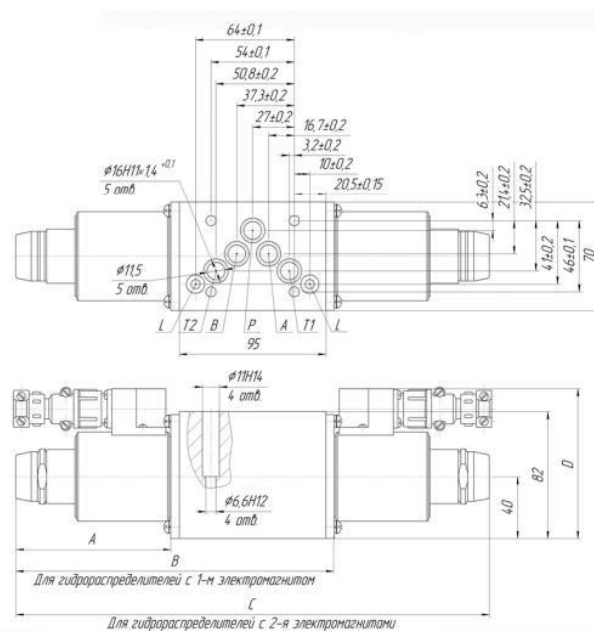


Рисунок 2.1 – Золотниковий розподільник PE10.3-44

Таблиця 2.1 – Характеристики золотникового розподільника.

Величина умовного прохода:	1 см
Показатель входного тиснення:	32 мПа
Значення сили вихідного тиснення:	4 мПа
Значення величини витрати робочого масла:	
Номинальне значення:	25; 40 л/мин
Найбільше значення:	80 л/мин
Значення внутрішньої герметичності:	0,2; 0,15 дм ³ /мин
Інтервал найбільших значень витік:	0,15-0,2 дм ³ /мин
Продовжителіть спрацювання:	
Показатель величини напруги живлення електромагнітів:	
Для постійного тиснення:	12 / 24 / 48 / 110 / 220 В
Для змінного тиснення:	24 / 36 / 110 / 220 / 380 В
Значення ваги:	
С урахуванням одного магніта:	4,8 кг
С урахуванням двох магнітів:	6,1 кг

2.4.2 Фільтр

У розглянутій гідросистемі встановлено 2 зливних фільтрів, встановлених на зливній магістралі паралельно і один заливний.

Для очищення масла, що заливається в резервуар мастильної системи від механічних домішок, а також для очищення циркулюючого в просторі над рівнем масла повітря від частинок пилу, застосовуємо фільтр Г42-12Ф, який виконаний в тропічному виконанні О4.1 і може працювати в діапазоні температур від +10 ° С до + 70 ° С. Температура навколишнього середовища від + 1 ° С до + 50 ° С.

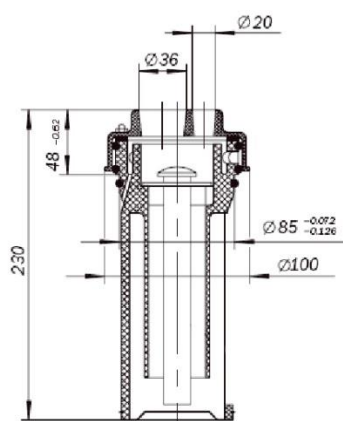


Рисунок 2.2 – Фільтр Г42-12Ф.

Таблиця 2.2- Характеристики фільтру Г42-12Ф

Найменування параметру	Значення
Номінальна тонкість фільтрації, мкм	125
Номінальна тонкість очищення повітряного фільтра, мм	40
Номінальна витрата при перепаді тиску 0,001 МПа	
- Для масла не менше, л/хв	20
- Для повітря не менше, дм ³ /с	0,4
Номінальний перепад тиску не більше (для масла і повітря) МПа	0,001
Маса не більше, кг	0,49

Для фільтрування масла на зливі, застосовуємо фільтр в тропічному виконанні ЗФС 10 Т2.

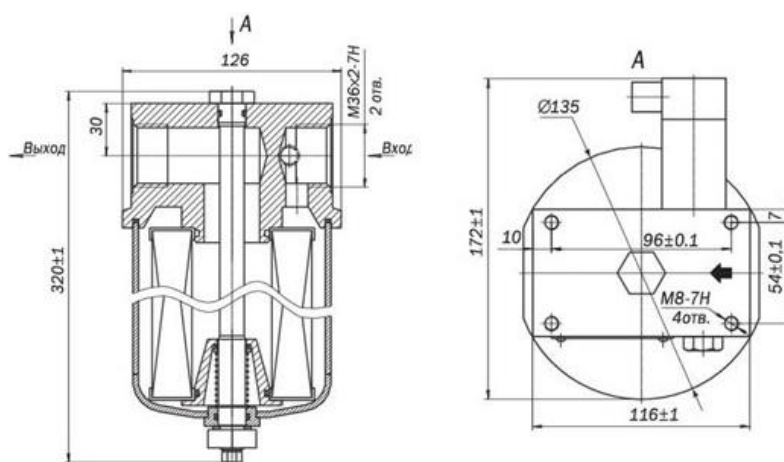


Рисунок 2.3 – Фільтр зливний ЗФС 10 Т2.

Таблица 2.3 – Технічні характеристики фільтру ЗФС-10.

Технические характеристики

Таблица 1

Обозначение фильтра	ЗФС 10	ЗФС 25	ЗФС 40
Параметры	Норма для исполнения		
Условный проход	32		
Номинальная тонкость фильтрации, мкм	10	25	40
Номинальный расход, л/мин.	100	160	200
Масса, кг, не более	6		
Перепад давления, при котором срабатывает реле давления, МПа	0,3 ± 0,03		
Напряжение питания реле давления, V(пост)	24		

2.4.3 Вибір гідродоселя

Дросельні пристрої служать для обмеження подачі рідини до виконавчого органу з метою регулювання швидкості його руху. Дросель вибираємо по номінальному витраті літрів за хвилину.

Розрахункова подача $Q = 0,00055 \text{ м}^3 / \text{с}$, що рівняється 0,33 л/м.

Обираємо лінійний дросель ДЛ 10.3 з наступними технічними характеристиками:

Таблица 2.4 – Характеристики дроселя ДЛ 10.3.

Умовний прохід, мм	10
Тиск на вході, МПа:	
- номінальний	32
- максимальний	38
Тиск відкривання (для виконання ДЛК), МПа	0,05
Витрата робочої рідини, л/хв:	

- номінальна	32
- максимальна	50
Витрата робочої рідини через повністю закритий дросель, см ³ /хв, не більш	600
Маса (без робочої рідини), кг, не більш	0,7

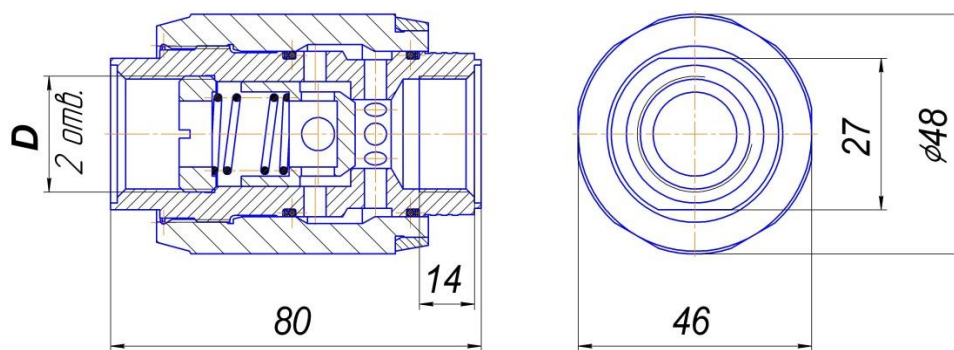


Рисунок 2.4 – Дросель лінійний.

2.4.4 Трубопроводи

Гідросистема має такі основні ділянки трубопроводів:

1. Всмоктувальний, від гидробака В до насосів NP1 і NP2
2. Напірний, від насосів NP1 і NP2 до основного гідро-распределителя R1 (при підйомі затвора)
3. Напірний, від штокової порожнини гідроциліндрів C1 і C2 до об'єднання потоків (при підйомі / опусканні затвора)
4. безнапірний, від регулятора потоку RP1 до з'єднання з лінією подсоса (при опусканні затвора)
5. Всмоктувальний, від об'єднання лінії подсоса з лінією від регулятора потоку RP1 до поділу потоку в поршневі порожнини гідро-ціліндрів C1 і C2 (при опусканні затвора)
6. Всмоктуючий, лінії в поршневі порожнини гідроциліндрів C1 і C2 (при опусканні затвора)
7. Зливний, від основного гідро-распределителя R1 до гидробака В (при підйомі затвора)

8. Зливний, від клапанів запобіжних КР1 і КР2 до гидробака В
9. Підсос, від гидробака В до з'єднання з лінією, що йде від регулятора потоку РР1 (при опусканні затвора).

Вибір діаметра трубопроводу d , здійснюється з умови обнеспечення заданої витрати при прийнятих швидкостях руху рідини:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi v}},$$

де Q - максимальний витрата рідини в трубопроводі м³ / с; v - максимальна швидкість руху рідини, приймається в соответствии з даними в таблиці.

Таблиця 2.5 – Швидкість руху робочої рідини на ділянках трубопроводу.

Магістраль	Всасывающая	Сливная	Нагнетательная, при давлении, МПа:			
			<2,5	<5	<10	>15
v (не более), м/с	0,74 – 1,2	2	3	4	5	8—10

Розрахуємо діаметр трубопроводу для кожної ділянки гідросистеми.

$$\text{Ділянка 1: } d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 1}} = 0,026 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 2: } d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 8}} = 0,0093 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 3: } d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 8}} = 0,0093 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 4: } d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 2}} = 0,018 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 5: } d_5 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 0,74}} = 0,03 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 6: } d_6 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 0,74}} = 0,03 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 7: } d_7 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 2}} = 0,018 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 8: } d_8 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 2}} = 0,018 \text{ м}$$

$$\text{Ділянка 9: } d_9 = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00055}{3,14 \cdot 8}} = 0,0093 \text{ м}$$

За розрахованими діаметрами труб, по ГОСТ 9941 – 81, вибираємо труби безшовні холодно – і теплодеформовані. Матеріал труб – сталь марки 12Х18Н10Т. Обрані гідро лінії та їх параметри, занесені до таблиці.

Таблиця 2.6 – Гідро лінії

Ділянка трубопроводу	Умовний прохід (зовнішній діаметр × товщина стінки труби), мм	Витрати робочої рідини	Швидкість робочої рідини, м/с	Максимальний робочий тиск, МПа	
				Розрахункова	Для труб
Всмоктуючий, від гід -робака до насосів	26 (Ø35х3,0)		1	-	-
Напірний від насосів до основного гідророзподільника (при підйомі)	10 (Ø16х3,0)		8	17,2	41,6
Напірний, від штокової порожнини до об'єднання потоків (при підйомі /опусканні)	10 (Ø16х3,0)		8	11,96	41,6
Безнапірний, від регулятора потоку	18 (Ø25х3,0)		2	-	-

до з'єднання з лінією підсоса(при опусканні)					
Всмоктуючий, від об'єднання лінії підсоса з лінією від регулятора потоку RP1 до поділу потоку в поршневі порожнини гідроциліндрів (при опусканні)	30 (Ø38x3,0)		0,74	-	-
Всмоктуючий, лінії в поршневі порожнини гідроциліндрів (при опусканні затвора)	30 (Ø38x3,0)		0,74	-	-
Зливний, від основного гідророзподільника до гидробака (при підйомі затвора)	18 (Ø25x3,0)		2	-	-
Зливний, від клапанів запобіжних до гидробака	18 (Ø25x3,0)		2	-	-
Підсосу, від гидробака до з'єднання з лінією, що йде від регулятора потоку (при опусканні затвора)	10 (Ø16x3,0)		8	-	-

Примітка:

1. Максимальні розрахункові робочі тиску вказані з коефіцієнтом перевантаження 1,25
2. Максимальні робочі тиску для труб наведені згідно з ГОСТ 15763-91.

2.4.5 Вибір насосу

Гідросистема має 2 насосних агрегату: один - основний, другий - резервний, призначені для перетворення електричної енергії в енергію рухомої під тиском робочої рідини. Кожен агрегат складається з електродвигуна і насоса, з'єднаних муфтою і встановлених на загальній рамі. Для проектованої системи ми застосуємо насос аксіально-поршневого типу.

Якщо порівнювати характеристики і роботу аксіально поршневого насоса з іншими подібними агрегатами, то вони:

- є досить компактними (вага установки відносно невеликий), і при цьому мають досить великою потужністю. Робочі органи мають невеликі розміри і обумовлюють малий момент інерції.
- У подібних машинах є можливість швидко регулювати частоту обертання.

Крім того, з переваг таких агрегатів варто відзначити, що вони здатні працювати при високому тиску. При цьому вони функціонують з порівняно великою частотою обертання і мають можливість змінювати робочий об'єм.

- Діапазон обертання в подібних агрегатах становить від 500 до 4 тисяч оборотів в хвилину. Це безсумнівне їх перевага в порівнянні з гідромоторами і пристроями радіально-поршневого типу.

Такі машини без особливих проблем можуть виконувати свої функції при тиску до 35-40 МПа.

З урахуванням номінального тиску в системі $P = 16$ Мпа (160 Бар) і подачею насоса

$$Q = 0,00055 \text{ м}^3 / \text{с} \text{ (33 л/хв)}, \text{ вибираємо насос VPPL-022-R0S/20N.}$$

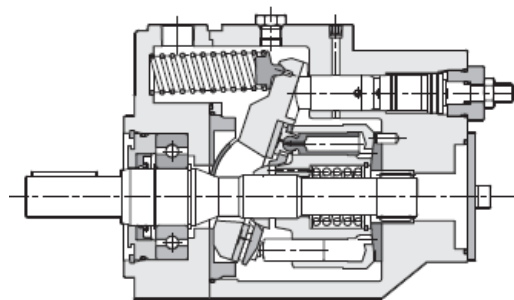


Рисунок 2.5 – Аксіально-поршневий насос VPPL-022-R0S/20N.

Таблиця 2.7-Технічні характеристики насоса VPPL-022-R0S/20N :

Типорозмір насоса VPPL		022
Максимальна продуктивність	см ³ /об	22
Витрата при 1500 об/м	л/хв.	33
Максимальний тиск	бар	210
Частота обертання	об/хв	Мін.500 – макс.2000
Напрямок обертання		За годинниковою стрілкою (вид з боку вала)
Гідравлічний опір		Фланец по SAE
Тип кріплення		Фланец по SAE J744
Об'єм заправки масла	л	0,3
Маса	кг	12
Температура навколишнього повітря	°C	-10...+50
Температура робочої рідини	°C	-10...+70

2.4.6 Вибір електродвигуна

Електродвигун вибираємо з каталогу по потужності і частоті обертання. Споживана потужність силовими гідроциліндрами розраховується за формулою

$$N = \kappa_3 \frac{P_p \cdot V_{px}}{\eta \cdot \eta_{дв}} \cdot 2, \text{ Вт} \quad (2.17)$$

$$N = 1,1 \cdot \frac{2,616 \cdot 10^6 \cdot 0,00266}{0,65 \cdot 0,95} \cdot 2 = 24791,6 \text{ Вт}$$

где: κ_3 – коефіцієнт запаса ($\kappa_3 = 1,1 \dots 1,3$);

P_p – розрахункове зусилля на штоке;

V_{px} – швидкість ходу поршня;

η – об'ємний КПД;

$\eta_{дв}$ – механічний КПД;

2 – кількість гідроциліндрів;

Згідно знайденої потужності та необхідній частоті обертання, вибираємо загальнопромисловий асинхронний з короткозамкненим ротором

електродвигун AIP 180 M4 T2, який має тропічне виконання і має ступінь захисту IP 55 (Захист від пилу і потрапляння водяних бризок).

Таблиця 2.8 - Технічні характеристики електродвигуна AIP 180 M4 T2:

Електродвигун	P, кВт	N, об/хв	Коеф. пот.	КПД %	Сила струму, А.	Ip/In	m, кг
AIP 180 M4 T2	30	1500	0,87	91,4	57,5	7	190

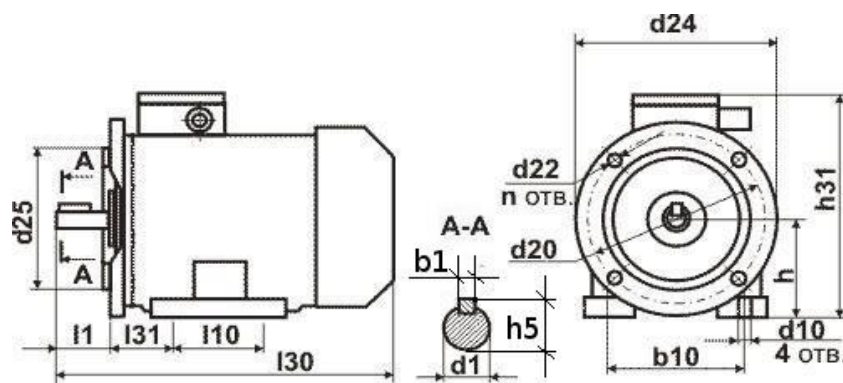


Рисунок 2.6 – Електродвигун AIP 180 M4 T2 з короткозамкненим ротором.

2.4.7. Вибір робочої рідини

В якості робочої рідини для гідравлічної системи механізму керування сегментними затворами водоскиду ГЕС Сенджу на р. Веле Республіки Екваторіальна Гвінея, приміняємо синтетичне масло на основі складних ефірів. Масла на основі складних ефірів за своїми властивостями перевершують мінеральні і синтетичні вуглеводневі масла. Вони відрізняються гарною в'язкісно-температурною характеристикою, низькою температурою застигання, стійки до гідролізу в присутності води, практично не токсичні.

Приміняємо мастило серії **Neste Biohydraul SE 32**, з наступними характеристиками.

Таблиця 2.9 – Характеристики масла Neste Biohydraulі SE 32.

ISOvg класс	Густина Кг/м ³	В'язкість мм ² /с 40 °с 100 °с		Індекс в'язкос- ті	Температу ра спалаху С ⁰	Температура застигання	В'язкість при н.т сп/-30 С ⁰
32	910	32	7,1	193	190	< -42	1100

Повністю синтетичні, що біологічно розпадаються високоякісні гідравлічні масла для гідравлічних систем, що працюють під відкритим небом і в приміщеннях. Мають чудова хладостійкість і хорошу стійкість до окислення виділяють ці масла з ряду стандартних рослинних масел і забезпечують довгий термін служби. Масла Neste Biohydraulі SE мають високі індекси в'язкості, відрізняються стабільністю в'язкості і містять ефективні протизношувальні присадки для підтримки високої ефективності роботи гідравлічної системи і протидії зносу в насосах і гідравлічних двигунах. Рекомендуються використовувати особливо при лісозаготівельних і землерийних роботах в районах ґрунтових вод, при водоканальних роботах і в водоочисних спорудах, а також у деревообробному обладнанні, кораблях і портових спорудах.

3. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗМУ УПРАВЛІННЯ СЕГМЕНТНИМ ЗАТВОРОМ

3.1 Характеристика розрахунків інноваційного проекту.

Надається характеристика продукції та інноваційного проекту. Техніко-економічні показники наводяться в таблиці 2.1

Таблиця 3.1 – Техніко-економічні показники.

Найменування показника	Базовий проект	Інноваційний проект
Зусилля при підйомі(утриманні) затвору МН; тс	0,981 (100)\(0,883 (90))	2,48 (252)\2,616 (266,8)
Діаметр поршня(штоку) гідроциліндра; мм	400(160)	560(220)
Хід поршня; м	5,9	2,6
Швидкість підйому(опускання) затвору ; с(м/хв.)	0,0060 (0,36)	0,00266(0,36)
Час підйому(опускання) затвора; с(хв.)	983 (16,4)	983 (16,4)
Подача; л/хв	97	33
Тиск; МПа	16	16
Потужність електродвигуна ; кВт	18,5	30

Собівартість продукції є економічним та фінансовим показником діяльності підприємства, характеризує ефективність управління і є основою розрахунку ціни. Ціна механізму управлінням затвору визначається за формулою:

$$Ц = C + П, \text{ грн} \quad (3.1)$$

$$Ц = 186807 + 52026 = 238833 \text{ грн}$$

Де: Ц – ціна виробу, грн.; С – собівартість виробу, грн.; П – прибуток, грн.

Собівартість продукції представляє вартісну оцінку природних ресурсів таких як сировина, основні матеріали, паливо, енергія, основні засоби, трудові

ресурси, а також інші витрати на виробництво та продаж продукції. Собівартість відображає величину поточних витрат, які мають виробничий, некапітальний характер та забезпечують процес простого відтворення. Собівартість є економічною формою відтворення спожитих факторів виробництва. Повна собівартість виробу розраховується за формулою:

$$C = M + K + 30 + 3Д + ВС + 3ВВ + АВ + ВЗ, \text{ грн} \quad (3.2)$$

$$C = 16900 + 144100 + 2176 + 870,4 + 670 + 8704 + 10880 + 2507,528 = 186807, \text{ грн}$$

Де: М - вартість сировини і основних матеріалів, грн;

К - вартість купівельних комплектуючих виробів, грн;

30-основна заробітна плата основних виробничих робітників, грн;

3Д - додаткова заробітна плата основних виробничих робітників, грн;

ВС - відрахування на соціальні заходи з заробітної плати основних виробничих робітників, грн;

3ВВ - загально виробничі витрати, грн; АВ - адміністративні витрати, грн;

Виробнича собівартість виробу (C_B) визначається за формулою:

$$C_B = M + K + 30 + 3Д + ВС + 3ВВ, \text{ грн} \quad (3.3)$$

$$C_B = 16900 + 144100 + 2176 + 870,4 + 670 + 8704 = 173420 \text{ грн}$$

Вартість сировини і основних матеріалів розраховується на основі технічно обґрунтованих норм використання на виробництво одиниці виробу, цін відповідних видів матеріальних ресурсів. При цьому враховуються транспортно-заготівельні витрати. Сума витрат на сировину та матеріали зменшується на величину зворотних відходів, які створюються в процесі виробництва.

Вартість сировини та основних матеріалів наведена в таблиці 3.2

Таблиця 3.2 – Вартість сировини та основних матеріалів.

Найменування сировини та основних матеріалів	Норма використання	Ціна, грн	Вартість грн
Сталь Ст3 Сп5,кг	800	18000/т	14400
Усього	-	-	14400
Транспортно – заготівельні витрати	-	2500	2500
Разом	-	-	16900

Вартість купівельних комплектуючих виробів розраховується на основі норм використання й цін, з урахуванням транспортно – заготівельних витрат.

Розрахунок вартості купівельних комплектуючих виробів наводиться в таблиці 3.3

Таблиця 3.3 – Вартість купівельних комплектуючих виробів.

Найменування купівельних комплектуючих виробів	Норма використання, одиниць	Ціна, грн	Вартість, грн
Насос	2шт	14000	28000
Єлектродвигун	2шт	16000	32000
Трубопроводи	500кг	18200 грн\тонна	9100
Гідроциліндр	2шт	23000	46000
Інше обладнання	-	-	29000
Усього	-	-	144100

Основна заробітна плата основних виробничих робітників на одиницю виробу розраховується на основі трудомісткості виготовлення та часових тарифних ставок.

Розрахунок основної заробітної плати наведений в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Основна заробітня плата.

Найменування операції	Норма часу, годин	Часова тарифна ставка, грн
Монтаж	32	42
Налагодження	16	52
Усього	48	2176

Додаткова заробітна плата виробничих робітників виплачується за кількість та якість виконаної роботи. Вона вміщує надбавки і доплати, премії за виробничі результати, оплату чергових та додаткових відпусток та інше. Додаткова заробітна плата складає 40% від основної, та розраховується за формулою

$$ЗД = ЗО \cdot \frac{К_d}{100}, \text{ грн} \quad (3.4)$$

$$ЗД = 2176 \cdot \frac{40}{100} = 870,40 \text{ грн}$$

де $К_d$ – процент додаткової заробітної плати.

Відрахування до єдиного соціального внеску являють собою форму перерозподілу доходу на фінансування суспільних потреб, розраховуються згідно діючого законодавства і складають 22% від фонду оплати праці. Відрахування на соціальні заходи розраховуються за формулою:

$$ВС = (ЗО + ЗД) \cdot \frac{К_{ВС}}{100}, \text{ грн} \quad (3.5)$$

$$ВС = (2176 + 870,4) \cdot \frac{22}{100} = 670 \text{ грн}$$

$К_{ВС}$ - % відрахування ЕСВ.

Загальновиробничі витрати вміщують витрати на утримання та експлуатацію обладнання, цехові витрати і послуги виробничого характеру. Витрати на утримання та експлуатацію обладнання вміщують витрати на технічне обслуговування машин і механізмів, витрати на поточний ремонт обладнання, цехового транспорту та інструментів, знос малоцінних і швидкозношуваних приладів, заробітну плату допоміжного персоналу та інші. Цехові витрати вміщують витрати, пов'язані з поточним ремонтом та амортизацією будівель цеху, заробітну плату керівників і спеціалістів цеху, витрати на охорону праці та техніку безпеки в цеху та інші.

Загальновиробничі витрати складають в середньому 400% до основної заробітної плати та розраховуються за формулою:

$$ЗВВ = ЗО \cdot \frac{\alpha}{100}, \text{ грн} \quad (3.6)$$

$$ЗВВ = 2176 \cdot \frac{400}{100} = 8704, \text{ грн}$$

де α - % загально виробничих витрат.

Вищенаведені витрати складають виробничу собівартість.

Адміністративні витрати вміщують витрати, пов'язані з утриманням адміністративно - управлінського персоналу.

підприємства, а також утриманням та експлуатацією основних засобів загального виробничого призначення, охорону праці та техніку безпеки персоналу та інші. Адміністративні витрати складають в середньому 500% від основної заробітної плати основних виробничих робітників та розраховуються за формулою

$$AB = 2176 \cdot \frac{\beta}{100}, \text{ грн} \quad (3.7)$$

$$AB = 2176 \cdot \frac{500}{100} = 10880, \text{ грн}$$

де β - % адміністративних витрат.

Витрати на збут складаються з витрат, пов'язаних з реалізацією продукції і вміщують витрати на тару та тарні матеріали, транспортування готової продукції, рекламу, витрати на маркетингові дослідження та інші. Витрати на збут складають 2% від виробничої собівартості і розраховуються за формулою

$$BZ = C_v \cdot \frac{\mu}{100}, \text{ грн} \quad (3.8)$$

$$BZ = 173420 \cdot \frac{2}{100} = 3468, \text{ грн}$$

де C_v – собівартість виробнича, грн; μ - % витрат на збут .

Прибуток складає 30% від повної собівартості і розраховується за формулою

$$П = C_v \cdot \frac{P}{100}, \text{ грн} \quad (3.9)$$

$$П = 173420 \cdot \frac{30}{100} = 52026, \text{ грн}$$

де P – рентабельність виробу, %.

Податок на додану вартість згідно законодавства становить 20%

і розраховується за формулою:

$$ПДВ = (Ц - М - К) \cdot \frac{H_{\text{пдв}}}{100}, \text{ грн} \quad (3.10)$$

$$ПДВ = (238833 - 16900 - 144100) \cdot \frac{20}{100} = 15566,6, \text{ грн}$$

де $H_{пдв}$ – норматив податку на додану вартість, %.

Ціна продажу виробу розраховується за формулою:

$$Ц_{пр} = Ц + ПДВ, \text{ грн.} \quad (3.11)$$

$$Ц_{пр} = 238833 + 15566 = 254399, \text{ грн.}$$

Калькуляція собівартості і ціни продукції наведена в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. – Калькуляція собівартості і ціни продукції.

Статті витрат	Сумма, грн
Сировина і основні матеріали	16900
Купівельні комплектуючі вироби	144100
Основна заробітна плата основних виробничих виробників	2176
Додакова заробітна плата основних виробничих робітників	870
Відрахування на соціальні заходи заробітної плати основних виробничих робітників	670
Загальновиробничі витрати	8704
Собівартість виробнича	173420
Адміністративні витрати	10880
Собівартість повна	186807
Прибуток	52026
Податок на додану вартість	15566,6
Ціна продажу	238833

2.2 Економічна ефективність інноваційного проекту

Розраховується економічна ефективність інноваційного проекту за такими показниками:

- економія витрат в виробництві;
- економія експлуатаційних витрат;
- питомі показники ефективності;

- (капітальних вкладень) в інноваційний проект.

Економія витрат в виробництві розраховується на основі економії конкретних видів матеріальних, трудових та інших ресурсів. Розрахунок економії витрат наведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6. - Економія витрат.

Найменування показника	Норма використання		Вартість, грн		Економія, грн
	базова	інноваційна	базова	інноваційна	
Насос	2	2	26000	28000	-2000
Електродвигун	2	2	78600	32000	46600
Трубопроводи	-	-	10200	9100	1100
Гідроциліндр	2	2	86000	46000	40000
Інше обладнання	-	-	29000	29000	0
Зміни у метало-конструкції	-	-	-	14400	-14400
Разом	-	-	229800	158500	71300

Економічна ефективність інноваційного проекту розраховується за формулою:

$$E = \frac{B_o - B_i}{B_o} \cdot 100\% \quad (3.12)$$

Де: E – економічна ефективність

B_o – собівартість базової конструкції

B_i – собівартість інноваційної конструкції

$$E = \frac{229800 - 158500}{229800} \cdot 100\% \approx 31\%$$

3.3 Висновок

В результаті модернізації, яка потребувала змінити розташування вузла кріплення гідроциліндра і конструкції поворотного затвора, що потребувало заміни елементів гідравлічної системи та збереження основних техніко-механічних параметрів затвору, ми досягли суттєвої економії, що склала 31%.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

В розділі надані основні заходи з охорони праці при виконанні модернізації механізму керування гідравлічним затвором водосбросу ГЕС Сендже.

4.1 Аналіз потенційних небезпек

а) Не виконання вимог ергономіки стосовно робочих місць конструктора зокрема нераціонального розташування офісного приладдя.

б) Недостатня професійна підготовка фахівця, яка може бути обумовлена недостатністю знань за фахом та не проведення усіх інструктажів з охорони праці та медичного огляду.

в) Можливість ураження електричним струмом, при виконанні службових обов'язків внаслідок порушення правил з електробезпеки

г) Можливість вимикання в системі керування сегментним затвором в наслідок вимкнення електроенергії, або просадки тиску робочої рідини у системі та можливість витікання робочої рідини.

д) Небезпеки, які пов'язані з використанням персональних комп'ютерів при виконанні аналізу, зокрема негативний вплив електромагнітних полів та випромінювань ПК застарілих моделей.

е) Незадовільні параметри повітряного середовища в адміністративних приміщеннях. Причина незадовільна робота системи опалення та повітрообміну.

є) Можливість загорянь внаслідок порушення правил з пожежної безпеки, що може призвести до пожеж.

4.2 Заходи по забезпеченню техніки безпеки

а) За ГОСТ 12.2.032-78. “ СС. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования” конструкція робочого місця повинна забезпечувати оптимальне положення співробітника, що досягається за рахунок регулювання висоти сидіння та підставки для ніг. Підставка для ніг повинна регулюватися по висоті. Ширина повинна бути не менше 300мм, довжина – не менш 400мм. Поверхня підставки повинна бути рифленою. По передньому краю слід передбачати бортик висотою 10 мм. Важливим фактором є простір під столом, його має бути досить, щоб можна було зручно згибати та розгинати коліна. Стіл повинен мати криволінійну форму. Крісло повинно забезпечити фізіологічно раціональну робочу позу, при якій не порушується циркуляція

крові і не було іншого шкідливого впливу. Для цього необхідно, щоб у крісла була пружна спинка анатомічної форми, яка зменшить навантаження на хребет. Також крісло обов'язково повинно бути з підлокітниками і мати можливість повороту, зміни висоти і кута нахилу сидіння й спинки. Монітор повинен розташовуватися на робочому столі прямо, і віддаленням від очей мінімум на 50-60 см. Верхня границя екрану повинна бути на рівні очей або не нижче 15 см від рівня очей. Клавіатура повинна розташовуватися в 10-15 см (в залежності від довжини ліктя) від краю стола. Глибина стола повинна дозволяти повністю повністю положити лікті на стіл, відсунути клавіатуру до монітора.

б) Для фахового виконання робіт до проекту допускаються особи, які мають професійні знання, що підтверджується документом встановленого зразка. Такий захід забезпечує врахування усіх вимог зазначених в НПАОП 0.00-1.01-07 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів», та в свою чергу є запобіжником виникнення аварійних ситуацій в процесі експлуатації.

в) З метою вирішення можливих питань стосовно електробезпеки, необхідним є знання основних заходів, для попередження уражень електричним струмом.

Організаційні заходи – до виконання робіт допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання, та перевірку знань з електробезпеки. Основним нормативним актом є ПУЄ (правовий устрій з електроустанов). Ремонт обладнання повинен здійснювати тільки спеціальний підготовлений персонал. Для кожного електроспоживного обладнання повинно бути складені експлуатаційні схеми нормальної і аварійної роботи.

Технічні заходи – розташування струмоведучих частин на недоступній висоті (до 1000В), не менше 3,5 м (більше 1000В- 6м). Всі не ізольовані струмопровідні лінії повинні бути надійно огороженні суцільними огорожами. Відкриття або зйом яких можливий тільки за допомогою спеціальних пристроїв. Опір ізоляції електричних дротів повинен бути не менше 0,5 Ом.

Обов'язковим є захисне заземлення або занурення. Обов'язковим є використання індивідуальних засобів захисту, зокрема гумовий діелектричний килимок, опір якого слід періодично перевіряти. Обов'язковим є встановлення автоматичних блокуючих пристроїв, які запобігають небезпечним діям людини, зокрема кінцеві вимикачі. Блокуючі пристрої розподіляють на механічні, електричні, та електромеханічні. Електробезпека обслуговуючого персоналу залежить від розташування органів управління відносно електричних ланцюгів

г) Для забезпечення безперервної роботи гідравлічної системи, застосовуємо дублювання насосних агрегатів. Один з них основний, інший резервний.

У разі відсутності електроенергії на одному з насосних агрегатів у наслідок обриву струмоведучих частин, ми включаємо у роботу резервний насосний агрегат. У разі повної відсутності електропостачання опускання і підймання затворів може здійснюватися за допомогою ручних насосів при ручному управлінні гідроапаратурою до поновлення постачання електричної енергії та усунення поломки та аварійної ситуації.

Гідропривід забезпечує компенсацію «осідання» затворів з будь-яких положень (крім положень на порогах) в стані очікування від можливих внутрішніх протікань шляхом включення одного з агрегатів насосних МНУ відповідної гідросистеми. Зовнішні витікання робочої рідини з гідравлічних апаратів, пристроїв, мастилопроводів і з'єднань між ними, за умови виконання вимог правильної експлуатації, повністю виключаються.

В якості робочої рідини у гідравлічній системі, приміняють екологічно безпечну синтетичне мастило марки Neste Biohydraulі SE 32. Навіть при зовнішньому протіканні(Що унеможливує конструкція гідравлічної системи), екологічної безпеки не буде, так як мастило повністю біологічно розкладається.

д) Загальні вимоги до техніки безпеки при роботі на комп'ютері

Персонал, що працює на комп'ютері зобов'язаний дотримуватися вимог інструкції, розробленої на підставі Санітарних норм і правил СанПин 2.2.2.542-96 «Гігієнічні вимоги до відео дисплейних терміналах, персональними електророзрахунковими машинами і організації робіт», а також нести особисту відповідальність за дотримання вимог безпеки своєї праці і за створення небезпечного чи шкідливого виробничого фактора для інших працюючих і поломку комп'ютера.

При роботі з комп'ютером шкідливими і небезпечними чинниками є:

- електростатичні поля;
- електромагнітне випромінювання;
- наявність потужних іонізуючих випромінювань;
- локальне стомлення, загальна втома;
- стомлюваність очей;
- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежонебезпека.

Режими праці та відпочинку при роботі з комп'ютером повинні організовуватися в залежності від виду та категорії трудової діяльності.

Види трудової діяльності поділяються на 3 групи:

Група А - робота з зчитування інформації з екрана комп'ютера з попереднім запитом;

Група Б - робота з введення інформації;

Група В - творча робота в режимі діалогу.

За основну роботу з комп'ютером слід приймати таку, яка займає не менше 50% часу протягом часу роботи комп'ютера.

Для видів трудової діяльності встановлюється 3 категорії тяжкості і напруженості роботи з комп'ютером, які визначаються:

для групи А - по сумарному числу прочитуються знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 60 000 знаків;

для групи Б - по сумарному числу зчитуються або вводяться знаків за час роботи з комп'ютером, але не більше 40 000 знаків;

для групи В - по сумарному часу безпосередньої роботи з комп'ютером, але не більше 6 годин за час роботи з комп'ютером.

Для забезпечення оптимальної працездатності і збереження здоров'я протягом часу роботи з комп'ютером повинні встановлюватися регламентовані перерви. Перед початком роботи необхідно переконатися, що монітори комп'ютера мають антиблокове покриття (окрім групи А) з коефіцієнтом відбиття не більше 0,5. Покриття повинне також забезпечувати зняття електростатичного заряду з поверхні екрана, іскріння і накопичення пилу. Корпус монітора повинен забезпечувати захист від іонізуючих та неіонізуючих випромінювань. Необхідно перевірити робоче положення комп'ютера відстань між стіною з віконними прорізами і столом має бути не менше 0,8 м. При невеликій кількості робочих місць бажано розташовувати столи біля протилежної стіни щодо віконних прорізів. Відстань між робочими столами повинно бути не менше 1,2 м. Не допускається знаходження другого робочого місця з боку задньої стінки комп'ютера. Оптимальними параметрами температури в кабінеті є 19-21, допустимими 18-22, відносна вологість повітря 62-55%.

У кабінеті слід здійснювати наскрізне провітрювання для поліпшення якісного складу повітря, щодня проводити вологе прибирання.

Для підвищення вологості повітря слід використовувати зволожувачі. У приміщенні повинно бути штучне і природне освітлення. Основний потік природного світла повинне бути ліворуч, не допускається праворуч, ззаду і спереду працює на комп'ютері. на вікнах повинні бути завіси в два рази більше ширини вікна. Забороняється застосовувати для вікон чорні завіси.

Кабінет, де знаходяться комп'ютери відноситься до пожежонебезпечного приміщенню категорії «Б», тому необхідно мати вуглекислотний вогнегасник типу ОУ-5 і вміти ним користуватися. Звернути увагу на заземлення, тому що в комп'ютері використовуються мікросхеми, чутливі до статичної електрики. Звернути особливу увагу на цілісність ізоляції всіх кабелів та роз'ємів, щоб не

виявитися несподівано під напругою щодо землі. Забороняється самостійно відкрити комп'ютера, з-за високої напруги всередині. Виключається робота з комп'ютером і його периферійними пристроями з відкритим корпусом, самостійно перемикає силові та інтерфейсні кабелі, проливати рідини і т.д. Робоче місце працює на комп'ютері передбачено обладнати спеціальними меблями: обертовим стільцем із змінною висотою сидіння і кута нахилу спинки. При роботі на комп'ютері працюючий повинен бути уважним, не відволікатися на побудову справи.

Під час роботи комп'ютера забороняється:

- залишати комп'ютер без нагляду;
- проводити ремонт;
- знімати корпус з комп'ютера.

Тривалість безперервної роботи з комп'ютером без регламентованого перерви не повинна перевищувати 2 годин. Під час регламентованого перерви з метою зниження нервово-емоційного напруження, стомлення зорового аналізатора, усунення впливу гіподинамії та гіпокінезії, запобігання розвитку втоми доцільно виконувати комплекси вправ. Рівень шуму в приміщенні під час роботи комп'ютерів не повинен перевищувати 50 дБА. Конструкція відео монітора повинна передбачати заходи, що забезпечують хорошу розбірливість зображення, незалежну від зовнішнього освітлення.

У залежності від призначення і області застосування відеотермінали можуть бути розділені на наступні групи:

- група А - кольорові монітори тільки для демонстраційних цілей.
- група Б - кольорові монітори для персональної роботи;
- група В - монохромні монітори.

Категорично забороняється використання на робочому місці електронагрівальних приладів з відкритим елементом, відкритим вогнем. Користування електронагрівальними приладами з закритими нагрівальними елементами дозволяється тільки у спеціально відведених для цього місцях. Недотримання вимог до мікроклімату приміщення може не тільки різко знижувати продуктивність праці, викликати втрати робочого часу через збільшеного числа помилок у роботі, але і приводити до функціональних розладів або хронічних захворювань органів дихання, нервової системи, імунної системи.

4.3 Заходи по забезпеченню виробничої санітарії та гігієни праці

е) Для нормалізації параметрів повітряного середовища в виробничих приміщеннях передбачається використовувати технічні засоби по забезпеченню нормованих параметрів. До них відноситься водяне або парове опалення, природня вентиляція та використання кондиціонера. В холодний період року штучну вентиляцію, проточну витяжку поєднують з функцією підігріву зовнішнього повітря калорифер. У адміністративних приміщеннях використовується кондиціонери.

Розрахунок надходження теплоти у приміщення, та визначення кондиціонера.

Визначаємо надходження теплоти в приміщення о 18 год. Орієнтування будівлі на ПівдЗ. Площа приміщення складає 35 м², висота 4 м. Розміри вікна 2x1,2 м², площа тіні 0,33 м², подвійне скління. Вікна без сонцезахисних пристроїв. Атмосфера району – незабруднена. Кількість робочих місць 6: 4 жінки та 2 чоловіка. Освітлення здійснюється за допомогою люмінесцентних ламп, загальна потужність яких в приміщенні складає 1,75 кВт. Температура в приміщенні складає 38°C.

За табл. 3.3.1 визначаємо значення прямої ($q_{в.п.}$) та розсіяної ($q_{в.р.}$) сонячної радіації о 18 години:

$$q_{в.п.} = 344 \text{ ккал/(год}\cdot\text{м}^2\text{)};$$

$$q_{в.р.} = 95 \text{ ккал/(год}\cdot\text{м}^2\text{)}.$$

Таблиця 4.1- Максимальні значення кількості теплоти прямої $q_{в.п.}$ та розсіяної $q_{в.р.}$ сонячної радіації

Показник	Кількість теплоти при заповненні світлових прорізів в залежності від часу доби та орієнтування світлових прорізів, ккал/(год·м ²)							
	до полудня							
	Пі	ПівнС	Сх	ПівдС	Пів	ПівдЗ	З	ПівнЗ
	після полудня							
	Пів	ПівнЗ	З	ПівдЗ	Півд	Півд	Сх	Півн
$q_{в.п.}$	80	426	423	344	257	96	-	-
$q_{в.р.}$	64	93	112	95	75	66	56	54

Кількість теплоти, що надходить до приміщення через подвійне скління для розрахункової години розраховуємо :

$$q_0 = (q_{вп} + q_{вр}) * K_1 * K_2 = (344 + 95) * 0,9 * 0,95 = 375 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2) \quad (5.1)$$

де q_0 та q_1 – кількість теплоти, яка надходить до приміщення через світлові прорізи, які опромінюються та не опромінюються прямою сонячною радіацією відповідно;

Таблиця 4.2 - Коефіцієнт K_1 , який враховує затінення скління світлових прорізів перепахотами та забруднення атмосфери

Скління	Значення коефіцієнту для світлових прорізів K_1 , за атмосфери		
	незабрудненої (незалежно від опромінення)	забруднений в промислових районах	
		які опромінюються сонцем в розрахункову годину	які в розрахункову годину перебувають в тіні
Одиарне без перепахотів	1	0,75	1,75
Подвійне без перепахотів	0,9	0,68	1,58

Таблиця 4.3 - Коефіцієнт K_2 , який враховує забруднення скла

Забруднення скла	Значення коефіцієнту
Значне	0,85
Помірне	0,9
Незначне	0,95
Чисте скло	1

$$q_1 = (q_{вр}) * K_1 * K_2 = (95) * 0,9 * 0,95 = 81,23 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2); \quad (4.2)$$

Площа віконного прорізу, яка опромінюється сонячною радіацією складає:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{ос}} - F_p = 2.4 - 0.33 = 2,07 \text{ м}^2 \quad (4.3)$$

Загальна кількість теплоти, яка надходить до приміщення через віконний проріз, визначається за формулою :

$$Q_{\text{спр}} = (q_0 F_{\text{пр}} + q_1 F_p) * K_{\text{відн}} = (375 * 2,07 + 81,23 * 0,33) * 0,8 = 642,4 \text{ ккал/(\text{год} \cdot \text{м}^2)}; \quad (4.4)$$

$K_{\text{відн}}$ - коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу. При одинарному склінні $K_{\text{відн}} = 0,9 \dots 1,0$; при подвійному $K_{\text{відн}} = 0,8 \dots 0,9$.

Виділення теплоти від штучного освітлення розраховують за формулою:

$$Q_{\text{осв}} = 860 * N_{\text{осв}} = 860 * 0,5 * 1,75 = 752,5 \text{ ккал/год} \quad (4.5)$$

де n - коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову; для люмінесцентних ламп $n = 0,5$;

$N_{\text{осв}}$ - сумарна потужність джерел освітлення, кВт.

При розрахунках слід пам'ятати правила переведення енергетичних одиниць:

1 кВт = 860 ккал/год;

1 ккал/год = 1,163 Вт;

1 Вт = Дж/с.

Розрахунок виділеної теплоти людьми, відповідно до табл.4.3.4, за умовою, що в

приміщенні знаходяться 2 чоловіка, та 4 жінки, температура в приміщенні 38°C.

Таблиця 4.4 - Кількість теплоти, яка виділяється дорослими людьми (чоловіками)

Кількість теплоти, ккал/год, яка виділяється однією людиною при температурі повітря в приміщенні, °C					
10	15	20	25	30	35
130	105	85	55	35	5

$$Q_{\text{л}} = 5 \cdot 2 + 5 \cdot 4 \cdot 0,85 = 27 \text{ ккал/год} \quad (4.6)$$

Загальна кількість теплоти в розрахункову годину в липні, яку необхідно відвести за допомогою кондиціонування, визначається сумою теплоти джерел теплонадходження:

$$Q_{\text{заг}} = Q_{\text{спр}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}} = 642,4 + 752,5 + 27 = 1421 \text{ ккал/год.} \quad (4.7)$$

Оскільки площа приміщення складає 35 м², то найбільш доцільним є використання кондиціонера типу COOPER&HUNTER CH-S12LHA з холодопродуктивністю 3100 ккал/год. Тоді, за формулою (5.8) знаходимо час, необхідний для охолодження приміщення за допомогою цього кондиціонера:

$$\tau = C \cdot \gamma \cdot V \cdot (t_{\text{вид}} - t_{\text{норм}}) / 3600 \cdot 1,163 \cdot Q_{\text{конд}} = 1000 \cdot 1,2 \cdot 140 \cdot (27 - 22) / 3600 \cdot 1,163 \cdot 3100 = 0,0647 \text{ год} \quad (5.8)$$

де C - масова теплоємність припливного повітря (дорівнює 1000 Дж/(кг·°C));

γ - густина припливного повітря (дорівнює 1,2 кг/м³);

V - об'єм приміщення, м³;

$t_{\text{вид}}$ - температура повітря, що видаляється з приміщення, °C;

$t_{\text{норм}}$ - нормована (оптимальна) температура в приміщенні, яку необхідно досягти шляхом кондиціонування (прийняти рівною 22°C).

4.4 Заходи з пожежної безпеки

є) Для попередження пожеж передбачається використовувати первинні засоби пожежогасіння. До них відносяться: вогнегасники, пожежний інвентар (покривала з негорючого теплоізоляційного полотна, ящики з піском, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати, ломи, сокири тощо), системи автоматичного пожежогасіння.

Первинні засоби пожежогасіння, в залежності від категорії приміщень, можуть розташовуватись як окремо, так і в складі пожежних щитів.

Також необхідно періодично проводити протипожежні інструктажі, навчання, та тренування персоналу.

Визначення категорії приміщення в приміщенні керування затвором.

За вибухопожежною небезпекою приміщення згідно НАПБ Б 03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений здания и нормативных установ по взрывоопасной и пожарной безопасности», наше приміщення відповідає класу Д. Що є найнижчою з усіх п'яти категорій. так як ця категорія більш підходить по характеристиці речовин і матеріалів, що зберігаються в приміщенні, а саме

знаходяться незаймісті речовини і матеріали в холодному стані, а також кабельні електропроводки до устаткування, окремі предмети меблів на місцях.

Визначення класу пожежі

Залежно від агрегатного стану й особливостей горіння різних горючих речовин й матеріалів пожежі за ДБНВ.1.1.7–2002 "Пожежна безпека об'єктів будівництва" поділяються на відповідні класи та підкласи:

- **клас А** – пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір);
- **клас В** – пожежі горючих рідин або твердих речовин, які розтоплюються;
- **клас С** – пожежі газів;3
- **клас D** – пожежі металів та їх сплавів;
 - **клас E**(додатковий) – пожежі, пов'язані з горінням електроустановок.
- Обираємо клас А пожежі твердих речовин, переважно органічного походження, горіння яких супроводжується тлінням (деревина, текстиль, папір).

Вибір первинних засобів пожежогасіння

Для категорії Д, та класу пожежі А обираємо: 2 вуглекислотних вогнегасника місткістю 5(8). Окрім вогнегасників приміщення повинні бути обладнані системами автоматичного сповіщення .

Своєчасне виявлення ознак займання й виклик пожежних підрозділів дає змогу швидко локалізувати осередки пожежі та вжити заходи щодо її ліквідації, а отже, створює можливість суттєво зменшити обсяги заподіяної шкоди. Найшвидшим та найнадійнішим засобом сповіщення про виникнення пожежі вважаються установки електричної пожежної сигналізації (ЕПС).

Залежно від схеми з'єднання розрізняють променеві (радіальні) та кільцеві установки ЕПС.

В установках ЕПС можуть обладнуватися адресовані та не адресовані пожежні сповіщувачі.

Не адресованим вважається автоматичний сповіщувач, який реагує на фактори, що супроводжують пожежу в місці його встановлення, та формує сигнал про виникнення пожежі в захищуваному приміщенні без зазначення свого номера (адреси).

Адресований сповіщувач постійно або періодично активно формує сигнал про стан пожежонебезпечності у захищуваному приміщенні та про власну працездатність із зазначенням свого номера (адреси).

Не адресовані пожежні сповіщувачі слід включати в установках ЕПС променевого типу, при цьому адреси займання визначаються номером шлейфа, за яким одержано сигнал «Пожежа». Одним шлейфом пожежної сигналізації з не адресованими сповіщувачами обладнують:

- приміщення в межах кількох поверхів при загальній площі 300 м² і менше;
- не більше десяти, а за наявності виносної світлової індикації біля входу в захищене приміщення – не більше двадцяти суміжних або ізольованих приміщень загальною площею не більше 1600 м², що розташовані на одному поверсі громадських, адміністративних та побутових будівель і мають вихід у спільне приміщення (коридор, хол, вестибюль).

Адресовані пожежні сповіщувачі можуть використовуватися в установках ЕПС як променевого, так і кільцевого типу. Кількість приміщень, обладнаних одним шлейфом з адресованими сповіщувачами, обмежується лише технічними можливостями приймально-контрольних приладів. В одному приміщенні слід встановлювати не менше двох не адресованих або один адресований пожежний сповіщувач.

Одним з основних елементів установок ЕПС є пожежні сповіщувачі. Розрізняють сповіщувачі ручної та автоматичної дії. Ручні пожежні сповіщувачі приводяться в дію натисканням на кнопку. Вони, як правило, використовуються для подачі сигналу про пожежу з території підприємства. У середині будівлі вони можуть застосовуватися як додатковий технічний засіб автоматичної пожежної сигналізації. технічно обґрунтованих випадках допускається встановлювати їх як основний засіб, що сигналізує про пожежу. Ручні пожежні сповіщувачі обладнують на стінах і конструкціях на висоті 1,5 м від підлоги (землі) у легкодоступних місцях.

Автоматичні пожежні сповіщувачі реагують на фактори, що супроводжують пожежу: підвищення температури, дим, полум'я. Вони підрозділяються на:

- теплові автоматичні пожежні сповіщувачі ДТЛ, ІТМ, ПОСТ– 1;2, МДПІ–028, ПІ 105–2/1
- димові автоматичні пожежні сповіщувачі ІДФ–М, ДПІ–1, ІДПІ–2
- світлові автоматичні пожежні сповіщувачі СІ–1, ДПІД, АПІ.

Все ширшого застосування набувають комбіновані сповіщувачі (КІ), які контролюють відразу кілька показників, наприклад, температуру та дим, а також ультразвукові сповіщувачі (ДУЗ–4), які реагують на зміну характеристик ультразвукового поля в захищеному приміщенні. Завдяки високій чутливості ультразвукові сповіщувачі (датчики) можуть поєднувати пожежні та охоронні функції.

Вид автоматичного пожежного сповісчувача вибирають з урахуванням призначення захищуваних приміщень, пожежної характеристики матеріалів, що в них розташовуються, первинних ознак пожежі та умов експлуатації.

Для адміністративних, побутових і громадських приміщень та споруд, залежно від їх призначення, рекомендуються димові, теплові або світлові пожежні сповісчувачі.

4.5 Порядок дій сил цивільної оборони (ЦО) при ліквідації наслідків стихійних лих

У більшості випадків стихійні лиха супроводжуються загибеллю матеріальних цінностей, а іноді і людськими втратами. Тому при ліквідації наслідків стихійних лих основним завданням сил ЦО є врятування людей і (по можливості) матеріальних цінностей. Успіх дій формувань багато в чому залежить від своєчасної організації і проведення розвідки й обліку конкретних умов обстановки. Оскільки стихійні лиха виникають раптово, оповіщення о. с. формувань, їх укомплектування і створення угруповань сил ЦО повинні проводитися в найкоротший термін. Виступ формувань з районів збору в райони дій повинен здійснюватися з максимально можливою швидкістю. Командири формувань у районах робіт повинні постійно знати обстановку і, у відповідності з її зміною, уточнювати раніше поставлені чи ставити нові завдання підрозділам. Прогнозування загрози повеней дозволяє вчасно здійснити комплекс попереджувальних заходів, які значно знижують можливі збитки, а також створити сприятливі умови для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у зонах затоплення. Зміст цих заходів і їх обсяг визначаються часом попередження повені.

Так, масштаби повеней, які викликаються весняними водами, можна прогнозувати за місяць і навіть більше завдяки постійним спостереженням органами гідрометеослужби, визначенню висоти снігового покриву і встановленню залежності виникнення повені від нього, визначенню запасів вологи в ґрунті, знанню строків скресання річок, температури повітря в період паводку і т.п. Отже, можна заздалегідь провести протипаводкові заходи.

При паводках, які викликаються заторами, час попередження звичайно обчислюється декількома годинами, тобто він значно менший, ніж у розглянутому вище випадку. Але з огляду на те, що місця постійних заторів звичайно відомі, запобіжні заходи можна вжити задовго до льодоходу.

Паводки, які викликаються випаданням рясних злив та інтенсивним таненням льодовиків, прогнозуються на основі багаторічних спостережень.

Про майбутню небезпеку повені чи селевого потоку оповіщаються всі організації і населення. Начальники, штаби і служби ЦО приводять у готовність формування, які залучаються до ведення боротьби зі стихійним лихом, ставлять їм завдання, вказують послідовність, способи і терміни їх виконання, уточнюють питання взаємодії й організовують управління.

Для виявлення й уточнення обстановки організовується розвідка. Найбільш оперативною є повітряна, яка до того ж дає можливість одержання інформації про значні території. Більш точний стан поблизу гребель і мостів визначають, використовуючи дані наземної розвідки.

У населених пунктах і на об'єктах, яким загрожує затоплення, виставляються рятувальні пости зі складу формувань і встановлюється зв'язок з ними. Для захисту мостів, гребель, водозабірних та інших споруд виділяються аварійні команди. У місцях, де можливі затори льоду, встановлюється цілодобове чергування команд підривників. За рішенням місцевих органів влади можуть бути проведені: завчасна евакуація населення, вивезення матеріальних цінностей і відгін сільськогосподарських тварин у безпечні місця. Про початок і порядок евакуації керівний склад ЦО оповіщає населення по місцевих каналах радіотрансляції і телебачення, через адміністрацію ОГ і домоуправління. У випадку раптових паводків попередження населення здійснюється всіма наявними технічними засобами, включаючи і гучномовні рухливі установки.

Успіх у проведенні рятувальних робіт залежить від того, наскільки оперативно організована розвідка, швидко і повно оцінена сформована обстановка, вчасно організовані дії сил і чітке управління ними.

РІНР у зонах затоплення і селевих потоків пов'язані з небезпекою, особливо при діях на воді, на льоду і при виконанні підривних робіт. Особовий склад, який залучається для цих цілей, повинен бути навчений правилам поведінки на воді, прийомам порятунку потоплюючих і надання їм першої медичної допомоги. Формування, що діють на плавзасобах, оснащуються необхідним інвентарем: рятувальними кругами, поясами, баграми, драбинами, канатами і т.п.

Для підтримки порядку в районах затоплення, на шляхах евакуації населення й у місцях його зосередження, на маршрутах руху сил, а також на автомобільних і залізничних шляхах організовується комендантська служба. Крім того, у зонах затоплення і місцях зосередження евакуйованого населення організовується охорона громадського порядку, яка гарантує безпеку людей, захист державного й особистого майна.

Урагани, володіючи великою руйнівною силою, можуть задати населенню і народному господарству серйозних матеріальних збитків і нерідко призводять

до загибелі людей. Виникають вони в результаті різкого порушення рівноваги в атмосфері, що виявляється в незвичайних умовах циркуляції повітря.

При ураганах обриваються електричні проводи на опорах, порушується телефонний і телеграфний зв'язок, зриваються покрівлі з житлових будинків, виробничих будинків і тваринницьких ферм, виникають різні пошкодження, аварії, пожежі.

У зонах ураганів у період їх виникнення за вказівками органів влади оповіщається населення і приводяться до готовності формування, виділені для ліквідації наслідків стихійних лих.

Командири військових частин і формувань ЦО, одержавши завдання, виводять підлеглі їм сили до об'єктів робіт; по прибутті в потерпілі від урагану райони організують порятунок людей, надання потерпілим медичної допомоги і їх евакуацію, локалізацію і гасіння пожеж, а також роботи з усунення аварій і ушкоджень на комунально-енергетичних мережах і лініях зв'язку та з розчищення завалів вулиць і доріг. Відновлення комунально-енергетичних мереж, ліній зв'язку й інших об'єктів організують відповідні відомства, що мають свої спеціальні ремонтні органи; при великих обсягах робіт можуть використовуватися аварійно-відбудовні й аварійно-технічні формування.

Зсуви можуть спричиняти великі руйнування. Виникають вони через порушення рівноваги порід, викликаного збільшенням крутизни схилу в результаті вимивання його основи морським прибою, течією річки, ослаблення міцності порід від вивітрювання чи надмірного зволоження атмосферними опадами або підземними водами, а також під впливом зовнішніх сил, особливо сейсмічних поштовхів. Зсуви можуть бути викликані і проведенням будівельних робіт без належного урахування геологічних умов місцевості.

Заходи для попередження зсувів і боротьба з ними здійснюються в залежності від факторів, які ці зсуви викликають. До таких заходів відносяться: будівництво споруд, які укріплюють берег проти підмивання схилів; обладнання дренажних споруд по перехопленню і відведенню підземних вод; вириття каналів для поверхневого водостоку, улаштування підпірних стінок різних конструкцій; зміцнення схилів рослинністю і насамперед — лісопосадками.

Роботи з проведення протизсувних заходів ведуться дорожньо-будівельними й іншими спеціалізованими організаціями, до їх виконання при необхідності можуть залучатися команди механізації робіт та інші формування ЦО. Дійовим засобом у зсувних районах є встановлення постійного спостереження за обстановкою. Про початок переміщення порід негайно оповіщається населення й організації прилеглих районів. Приводяться у готовність необхідні сили і

засоби, здійснюється евакуація людей, вивозяться з небезпечної зони матеріальні цінності.

Для ліквідації наслідків зсувів залучаються зведені загони та команди, зведені загони і команди механізації робіт, деякі формування служб. Можуть використовуватися і військові частини.

Рятувальні роботи в районах, де відбулися зсуви і обвали, полягають у пошуку і витягуванні людей з-під завалів, наданні їм першої медичної допомоги та евакуації в стаціонарні лікувальні установи. Одночасно влаштовуються проїзди в завалах, локалізуються і гасяться пожежі, ліквідуються аварії на газових і енергетичних мережах. Після зупинки зсуву проводиться ремонт і відновлення доріг, мостів, ліній і засобів зв'язку, розчищення вулиць від завалів. Землетруси відбуваються звичайно раптово, що може представляти дуже велику небезпеку. Переважна більшість їх відноситься до слабких і не викликає негативних наслідків, однак чимало буває і сильних, руйнівних землетрусів, які заподіюють численні лиха. Землетруси можуть стати причиною гірських і сніжних обвалів, які руйнують на своєму шляху ділянки доріг, мости через водні перешкоди та населені пункти.

Щоб уникнути руйнівних наслідків у районах загрози, де можливі поштовхи силою 7 і більше балів (за 12-бальною шкалою), будуються сейсмостійкі житлові будівлі, промислові будівлі й інші об'єкти та споруди. Для додання будинкам стійкості використовуються високоякісні матеріали, застосовуються особливі антисейсмічні конструкції, не допускається використання надто важких деталей, обмежується поверховість житлових будинків, ставляться підвищені вимоги до якості будівельних робіт. У містобудуванні переважає просторе планування, яке забезпечує наявність достатніх розривів між будинками, широких вулиць і проїздів. Вживаються заходи щодо підвищення сейсмостійкості підземних інженерних комунікацій, а також до посилення протипожежної безпеки.

При ліквідації наслідків землетрусів у постраждалих містах і на ОГ рішенням органів влади чи надзвичайних комісій для проведення рятувальних робіт, локалізації і ліквідації аварій на комунально-енергетичних мережах і гасіння пожеж залучаються спеціалізовані формування відомств, формування ЦО міст і районів, військові частини. Найбільш складні рятувальні й інші невідкладні роботи виконують військові частини ЦО, зведені загони і зведені загони механізації робіт, а також формування служб (спеціальні формування) різного призначення і, у першу чергу, аварійно-технічні й медичні.

Склад і дії сил при ліквідації наслідків землетрусів визначаються характером і обсягом руйнувань. Успіх багато в чому залежить від повноти і своєчасності одержання розвідувальних даних. Розвідка повинна установити характер

руйнувань будівель і споруд, місцезнаходження і стан постраждалого населення, яке опинилося під завалами чи в частково зруйнованих будівлях і спорудах, ступінь пошкодження комунально-енергетичних мереж, визначити зони суцільних пожеж, можливість їх розвитку, а також розвідати шляхи підходу до об'єктів робіт. Ведеться вона розвідувальними підрозділами військових частин ЦО і розвідувальними формуваннями різного призначення, при цьому використовується інформація від органів МВС й інших відомств. Для визначення санітарно-епідемічного стану району землетрусу, виявлення кількості і стану потерпілих, установа можливості розгортання медичних формувань і визначення потрібної кількості медичних сил проводиться медична розвідка.

Після одержання даних про обстановку і її оцінки уточнюються необхідні для ведення РІНР сили і засоби, їх завдання, створюються угруповання сил.

Виходячи з характеру забудови, наявності транспортних магістралей та інших місцевих умов, а головне — з характеру руйнувань, територія постраждалого міста (району) розбивається на ділянки й об'єкти ведення рятувальних робіт.

Швидке висування сил є одним з вирішальних факторів, що забезпечують успішність проведення рятувальних робіт. Але на шляху можуть зустрічатися різні перешкоди, завали, зруйновані мости, вогнища пожеж та інші перешкоди. Тому необхідно передбачити всі засоби забезпечення руху сил ЦО у вогнищах землетрусів. Чимале значення має порядок уведення техніки в зону руйнувань. У першу чергу підготовляються шляхи для пропуску гусеничних машин, а потім колісного транспорту. Висування їх слід здійснювати по декількох маршрутах, щоб не знижувати мобільність колон і не допускати розтягування. На кожен маршрут висилаються формування чи підрозділи розвідки і загони забезпечення руху, підсилені протипожежними підрозділами і санітарними дружинами.

В результаті землетрусу основна маса о.с. формувань загального призначення і спеціальних формувань ЦО районів, які попали в зону лиха, може виявитися в зонах руйнувань і сама буде потребувати допомоги. Тому можливо, що спочатку рятувальні роботи доведеться проводити на ОГ і в жилих кварталах обмеженими силами і засобами. У таких умовах першочерговими роботами повинні бути виявлення і витягування людей із зруйнованих будинків, з-під завалів, надання їм першої медичної допомоги й евакуація тих, хто потребує лікування, в медичні установи, а також улаштування людей, що залишилися без домівок. Рятування людей організовується в першу чергу з тих будинків, яким загрожують затоплення, пожежі, обвали. Лікарська допомога потерпілим здійснюється в загонах першої

медичної допомоги, на медичних пунктах військових частин ЦО й у лікувальних установах, які збереглись. Потім їх вивозять у заміську зону або в лікарні сусідніх міст. Здійснення інших невідкладних робіт припускає в першу чергу усунення тих аварій на комунально-енергетичних і технологічних мережах, що створюють безпосередню загрозу для життя людей і насамперед аварій на комунікаціях зі СДОР. При ліквідації аварій на газопроводах негайно повинна бути припинена подача газу в мережу. Аварії на водопроводі, що проходить поблизу будівель і споруд, можуть спричинити затоплення; пошкоджені ділянки якомога швидше відключаються. В міру прибуття військових частин і формувань із сусідніх районів, міст і областей сили будуть наростати і фронт робіт збільшиться. Але прибуваючі з інших місць не знають особливостей ділянок і об'єктів, на яких їм потрібно буде працювати. Щоб уникнути збільшення строків виконання рятувальних робіт і ускладнень у їх організації, необхідно безперервно вести розвідку, дані якої дозволяли б знати обстановку, і вчасно, з достатньою повнотою ставити завдання прибуваючим у район землетрусу військовим частинам і формуванням. Рятувальні роботи звичайно ведуться у важких і небезпечних умовах, тому о. с. військових частин і формувань повинен знати і суворо дотримуватись заходів безпеки. Для наведення і підтримки порядку серед населення, яке опинилося в зоні землетрусу, організовується комендантська служба (ядром її є о. с. служби охорони громадського порядку), на основних маршрутах устанавлюються контрольні-пропускні пункти і вводиться патрулювання.

ВИСНОВОК

В данному дипломному проекті виконано модернізацію механізму керування сегментним затвором на водоскиду ГЕС Сенджу на р. Веле Республіки Екваторіальна Гвінея.

Модернізація полягає у заміні дорогого та складного у виготовленні, обслуговуванні та монтажу гідроциліндра на більш дешевший та менш габаритний. Заміна потребувала заміни місце знаходження вузла кріплення гідроциліндра та конструкції затвору. Заміна гідроциліндра потребувала перерахунку гідравлічної системи та заміни деяких її складових.

За результатами розрахунків було обрано гідроциліндр діаметром 560мм та діаметром штоку 220мм. Ход поршня скоротився з 6.1 метра до 2,62 метрів. Замінено насос на насос аксіально-поршневого типу. Нова гідравлічна система потребує більш потужніший електродвигун, тому опираючись на розрахунок двигуна, було обрано електродвигун АІР 180 М4 Т2 з потужністю 30 кВт. Оскільки новий гідроциліндр потребує меншу подачу аніж гідроциліндр у базовому проекті, то було перераховано та вибрано нові трубопроводи. В результаті модернізації, під час якої ми заміняємо найбільш дорогі елементи на більш дешевші, ми досягли суттєвої економії, що склала 31%.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Головка, В. В. Механізми підйомно-транспортних машин / В. В. Головка. – К.: Наукова думка, 2011. – 320 с.
2. Harris, C. D. Crane Engineering: Design, Construction, and Maintenance / C. D. Harris. – New York: McGraw-Hill, 2012. – 560 p.
3. Шляхов, С. О. Теорія механізмів і машин: підручник / С. О. Шляхов, В. О. Лисенко. – К.: Вища школа, 2013. – 368 с.
4. Кузьменко, В. П. Проектування підйомно-транспортних машин / В. П. Кузьменко. – К.: Вища школа, 2014. – 294 с.
5. Технічне обслуговування та ремонт підйомно-транспортних машин / О. В. Мельник, Л. І. Федоренко, І. М. Сидоренко. – К.: ІПТМ, 2009. – 156 с.
6. Cohen, R. E. Cranes: Design, Practice, and Maintenance / R. E. Cohen. – London: Springer, 2009. – 430 p.
7. Lichtenstein, M. D. Cranes and Hoists: Design, Operation, and Maintenance / M. D. Lichtenstein. – Chicago: Industrial Press, 2007. – 490 p.
8. Garratt, R. J. Cranes and Other Hoisting Equipment / R. J. Garratt. – London: Newnes, 2011. – 350 p.
9. Яремчук, В. І. Мостові крани: конструкція та розрахунок / В. І. Яремчук. – Львів: Львівська політехніка, 2008. – 210 с.
10. MacLeod, T. J. Industrial Crane Design and Operation / T. J. MacLeod. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 2008. – 512 p.
11. Chironis, N. P. Cranes: Design, Theory, and Practice / N. P. Chironis. – New York: John Wiley & Sons, 2011. – 320 p.

ДОДАТОК А – ДОВІДКОВІ ДАННІ

Таблиця Д1 – Стандартний ряд основних діаметрів гідроциліндрів\штоку.

Таблиця 2					Таблиця 3				
Діаметр циліндра (поршня, плунжера) <i>D</i> в мм					Діаметр штока <i>d</i> в мм				
Основний ряд	Дополнительный ряд	Основной ряд	Дополнительный ряд	Основной ряд	Основной ряд	Дополнительный ряд	Основной ряд	Дополнительный ряд	
10	—	100	—	—	—	10	—	100	—
—	—	—	110	—	—	—	—	—	110
12	—	125	—	—	—	12	—	125	—
—	—	—	140	—	—	—	14	—	140
16	—	160	—	—	—	16	—	160	—
—	—	—	180	—	—	—	18	—	180
20	—	200	—	—	—	20	—	200	—
—	—	—	220	—	—	—	22	—	220
25	—	250	—	—	—	25	—	250	—
—	—	—	280	—	—	—	28	—	280
32	—	320	—	—	—	32	—	320	—
—	36	—	360	—	—	—	36	—	360
40	—	400	—	—	4	40	—	400	—
—	45	—	450	—	—	—	45	—	450
50	—	500	—	—	5	50	—	500	—
—	56	—	560	—	—	—	56	—	560
63	—	630	—	—	6	63	—	630	—
—	70	—	710	—	—	—	70	—	710
80	—	800	—	—	8	80	—	800	—
—	90	—	900	—	—	—	90	—	900

Примечание к табл 2 и 3. Для устройств, производство которых освоено до срока введения настоящего стандарта, допускается применять значения диаметров, не входящие в указанный ряд

Таблиця Д 2. – Характеристики електродвигунів серії АИР.

Електродвигун	Потуж. кВт	Об'єм	Струм при 380В, А.	КПД, %	Коеф. Потуж.	Іп\Ін	Вага, кг
АИР 160 S4	18,5,	1500	35	90	0,89	7	142
АИР 160 M6	15	1000	31	89	0,82	7	150
АИР 160 M8	11	750	26	87	0,68	6	150
АИР 180 M4	30	1500	57	92	0,87	7	190
АИР 180 M6	18,5	1000	36,9	89,5	0,85	6,5	160
АИР 180 M8	15	750	31,3	89	0,82	5,5	172
АИР 200 M2	37	3000	71	91	0,87	7	230
АИР 200 M4	37	1500	68,3	92,5	0,89	7,5	230
АИР 200 M6	22	1000	44	90	0,83	6	195

Таблиця Д 3. – Масла серії Neste Biohydraulі SE.

Характеристики	15 SE	32 SE	46SE	68SE
Густина кг/м ³ при 15 ⁰ С	924	910	919	921
Температура спалаху ⁰ С	>170	>190	>260	>238
Індекс в'язкості	155	193	191	182
в'язкість сСт/40 ⁰ С	15	32	46	68
в'язкість сСт/100 ⁰ С	3,8	7,1	9,1	12,3
в'язкість сСт/-10 ⁰ С	160	440	600	1000
в'язкість сСт/-20 ⁰ С	540	1200	1430	2300
в'язкість сСт/-30 ⁰ С	1200	2900	4000	-
Біоросклад OECD 301 F%	>80	>80	>80	>80
ISO VG	15	32	46	68