

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 Національний університет «Запорізька політехніка»

Машинобудівний факультет
(повне найменування інституту, факультету)
Деталей машин, трайно-транспортних механізмів
(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

(ступінь вищої освіти)

на тему Конструкція спеціального гідротієїотника
 $Q = 2407$

Виконав: студент(ка) 4 курсу, групи М-311

Спеціальності 133 Галузь машинобудування
(код і найменування спеціальності) двигуна

Освітня програма (спеціалізація)

Трайно-транспортні, будівельні, механічні машини і обладнання
(прізвище та ініціали)
 Керівник Мартвицький В. М.
(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 НУЗІП, Машинобудівний
 Кафедра Деталей машин, підійомно-транспортних механізмів
 Ступінь вищої освіти Бакалавр
 Спеціальність підійомно-транспортні, будівельні, меліоративні машини та обладнання (код і назва спеціальності)
 Освітня програма (спеціалізація) 133 Галузь машинобудування (назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

« _____ » _____ 20 _____ року

ЗАВДАННЯ
 НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Вдовкітв Іван Вікторович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Конструкція спеціального гідропідійомника
Q-170T

керівник проєкту (роботи) доцент, Могутвицький Сергій Миколайович,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце роботи)

затверджені наказом закладу вищої освіти від «15» квітня 2015 року № 102

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 30 травня 2015р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) 1. Гідравліка (200-170-0-9, 6)

1 Зусилля підійомне, транспортний захід 100

3 Зусилля утримувальне, транспортний захід 170

4 Внутрішній діаметр гідроциліндра, мм 400

5 Діаметр штанги гідрочити гідроз, мм 160

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Задавальні вимоги

2 Робота гідроприводів

3 Розрахунок гідроприводу

4 Вибір проєкту

5 Експлуатаційна частота

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

Лист 1, формат А1 - План мех.стм. + 406.000

Лист 2, формат А1 - Експлуатація

Лист 3, формат А1 - Гідравліка

Лист 4, формат А0 - Гідравліка

Лист 5, формат А0 - Привод мех. електродвигуна

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

РЕФЕРАТ

У записці представлено проєкт гідроприводу робочих затворів водоприймача гідроелектростанції.

Пояснювальна записка включає такі розділи: охорона праці, економічні розрахунки та розрахунок гідроприводу.

Гідропривід призначений для обслуговування двох робочих затворів турбінних водоводів. До його складу входять: два гідроциліндри, дві гідравлічні станції, блоки керування, дві керуючі колонки, два візки та маслопроводи.

Під час розробки проєкту максимально використовувались стандартні деталі, вузли та агрегати, паспортні (каталожні) характеристики яких відповідають розрахунковим параметрам. За каталогами добиралися гідронасоси, запобіжні клапани, дроселі та інші елементи. За стандартами обиралися канати, трубопроводи та інші компоненти.

Нестандартні деталі розраховувались відповідно до сучасних методик.

Основні складові: гідроциліндр, гідронасос, гідробак, електродвигун, канат, барабан, трубопровід.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ЗМІСТ	5
ВСТУП	6
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	8
1.1 Характеристика гідроприводу	9
1.2 Опис гідроприводу	10
1.3 Работа гідропривода.....	14
2. РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ	20
2.1 Розрахунок гідроприводу.....	20
2.2 Енергетичний розрахунок	21
2.3 Вибір бака	26
2.4 Кінематичний розрахунок.....	27
2.5 Розрахунок на міцність.	31
3. ОХОРОНА ПРАЦІ	33
3.1 Заходи з охорони праці	36
4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52
ВИСНОВКИ	55
ЛІТЕРАТУРА	56

ВСТУП

Гідравліка надає методи для розрахунку та проектування різноманітних гідротехнічних споруд, таких як дамби, канали, водоскиди, трубопроводи для транспортування різних рідин, а також гідравлічних машин — насосів, гідротурбін, гідропередач. Вона охоплює й інші гідравлічні пристрої, які широко використовуються в багатьох галузях техніки. Особливо важливу роль гідравліка відіграє в машинобудуванні, де часто маємо справу з замкненими потоками (наприклад, у трубах) та напірними течіями — потоками без вільної поверхні, які перебувають під тиском, що відрізняється від атмосферного.

Гідросистеми, що складаються з насосів, трубопроводів та різних гідроагрегатів, широко застосовуються в машинобудівній галузі як системи рідинного охолодження, подачі пального, змащування тощо.

У сучасних машинах дедалі активніше використовуються гідропередачі (гідроприводи) та гідравтоматика.

Гідропередачі — це пристрої, які забезпечують передачу механічної енергії та перетворення руху за допомогою рідини. Порівняно з іншими видами передач (наприклад, зубчастими), гідропередачі мають низку суттєвих переваг: просте перетворення обертального руху у зворотно-поступальний, можливість плавної (безступеневої) зміни співвідношення швидкостей вхідної та вихідної ланок, компактність конструкції та менша маса гідромашин при однаковій потужності, наприклад, у порівнянні з електродвигунами.

Гідропередачі, оснащені системами автоматичного або ручного керування, утворюють гідроприводи, які завдяки своїм перевагам широко застосовуються в металорізальних верстатах, літальних апаратах (літаках, вертольотах, ракетах), на наземному транспорті (колісному й гусеничному), у

будівельно-дорожніх, вантажопідйомних машинах, прокатних станах, пресах тощо.

Гідроприводи, гідроавтоматика та різні гідравлічні пристрої мають великі перспективи для комплексної автоматизації та механізації виробничих процесів.

Для ефективного розрахунку та проєктування гідроприводів, систем їх автоматичного регулювання, а також інших пристроїв із гідромашинами та гідроавтоматикою, необхідно мати відповідні знання з гідравліки та теорії гідравлічних машин. Це також важливо для їхньої належної експлуатації, обслуговування, ремонту та налагодження.

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Гідропривід (200-270-0-9,6) призначений для обслуговування двох робочих затворів турбінних водоводів на гідроелектростанції. До складу гідроприводу входять: два гідроциліндри, дві гідравлічні станції, блоки керування, дві керувальні колонки, дві візки та система маслопроводів.

Гідроциліндр монтується над пазом затвора на опорній рамі, а його проушина штока з'єднується з підвісною штангою затвора. Закріплення гідроциліндра до рами здійснюється за допомогою проміжного фланця та шпильок через кріпильне кільце. Проушина опирається на візок і фіксується до нього за допомогою болтів. Переміщення візка відбувається по напрямних.

Керувальна колонка встановлюється на відмітці +396.000 м. Консольний барабан колонки з'єднаний з проушиною штока гідроциліндра за допомогою троса та системи обвідних блоків.

Гідравлічна станція монтується в окремому приміщенні та закріплюється до бетонної основи анкерними болтами. У цьому ж приміщенні знаходиться місцевий пульт керування затворами. Блоки керування затвором встановлюються безпосередньо на гідроциліндрі. Гідравлічна станція, блоки керування та гідроциліндр з'єднані між собою маслопроводами, прокладеними в каналах та по стінах бетонних опор.

Маслопроводи кріпляться скобами, а канали закриваються настилами.

Система локального керування гідроприводом включає силову шафу вводу та шафу керування з ПЛК (програмованим логічним контролером), яка постачається компанією *Energ Power*. На дверцятах шафи з ПЛК розміщується перемикач режиму керування (локальне або дистанційне).

Позначення гідроприводу (200-270-0-9,6) означає:

- 200 — номінальне зусилля підйому гідроциліндра, тс;
- 270 — номінальне утримуюче зусилля гідроциліндра, тс;

- 9,6 — повний хід поршня гідроциліндра, м.

При виборі гідроциліндрів та гідроапаратури враховано можливість перевантаження до 25% від номінального навантаження.

1.1 Характеристика гідроприводу

Зусилля підйомне, транспортний засіб 200

Зусилля утримання, транспортний засіб 270

Внутрішній діаметр гідроциліндра, мм 400

Діаметр штока гідроциліндра, мм 160

Тиск олії в гідроциліндрі, МПа: під час підйому 19.9 при утриманні
24,3

Хід поршня повний, м 9,6

Хід поршня робітник, м 9,3

Швидкість підйому затвора, м/хв 1,258

Швидкість опускання затвора, м/хв 18,6

Час підйому затвора, хв 7,4

Час опускання затвора, хв 0,5

Кількість гідроциліндрів на затворі, шт. 1

Кількість гідроциліндрів у гідроприводі, шт. 2

Марка олії Shell Tellus Oil-W32 або інше для гідроприводів

Станція гідроприводу, шт. 2

Об'єм номінальний гідробака, л. 630

Об'єм гідробака маневровий, л. 480

Агрегат насосний основний, шт. 2

Тип насоса аксіально-поршневий A2F090/61R-PBB050

Подача номінальна, л/хв 158

Тиск номінальний, МПа 35

Тип електродвигуна K21R280S4

Потужність номінальна, кВт 90

Частота обертання, об/хв 1776

Станція фільтрації, шт. 1

1.2 Опис гідроприводу

Коротка характеристика

Гідроциліндр (гідропідйомник)

Тип гідроциліндра односторонньої дії з проміжним опорним фланцем

Тип ущільнення: поршня манжети гумо-тканинні шевронного перерізу; штока манжети гумово-тканинні та гумові кільця круглого перерізу.

Верхня головка ковано-зварена, низьконапірна, має поповнювальний (підживлювальний) масляний бак.

Нижня головка кована, з отвором для переливу олії при підході затвора до порога.

Вушко кована, з різьбовим отвором для штока

Тележка – сварная металлоконструкция из листового проката с установленными на осях колесами на подшипниках качения.

Станция гидропривода представляет собой комплекс устройств, установленных на общей сварной раме. В этот комплекс входят: гидробак, два насосных агрегата(один из них- резервный), две установки предохранительных блоков, два запорных клапана, станция фильтрации и ручной насос.

Гидробак номинальным объёмом 630л оборудован фильтрами, маслоуказателями, указателями уровня масла. Заливка масла производится через заливную горловину или насосом, расположенным на станции фильтрации.

Бак сварной, круглого сечения, разделён перегородкой на две полости: всасывающую и сливную.

Фільтри напірні типу HP.241.10VG.HR.E.P.-.G.6 INTERNORMEN з індикатором забрудненості, тонкість фільтрації 10 мкм.

Вказівник рівня рідини типу AB31-07/0500L4R4 AB31-07

Фільтр повітряний типу BFD.125.3VL.P.G.6.11.FM1 з селікогелевим наповнювачем, тонкість фільтрації 3 мкм.

Фільтр зливного типу TEFB.310.10VG.16.S.P.-G5.-E1.0.1 з індикатором забрудненості

Агрегат насосний Тип двигуна асинхронний K21R280S4, виконання тропічне.

Тип насоса аксіально-поршневий нерегульований A2F090/61R-PBB050, виконання тропічне.

Муфта пружна, втулково-пальцева.

Рама зварна, з кронштейном для кріплення насосу.

Запобіжний блок – плита з гідроапаратами пристойного виконання.

Блок встановлюється на стійку, закріплену на рамі станції гідроприводу.

Апарати:

клапан запобіжний тип DBW20.B25X/3506EG24N9K4 з електромагнітним керуванням, захищає гідропривід від поломок при перевантаженні;

гідроклапан зворотний тип RVP-16-01...X HYDAC; датчик тиску тип HM15-1X/315, контролює величину тиску насосів A2F090/61R та в штоковій порожнині гідроциліндра - під час підйому;

перемикач манометра з манометром тип AF6EP4X/Y400V пружинний з радіальним розташуванням штуцер зі шкалою на 400 бар. Ущільнення апаратів гумові кільця круглого перерізу.

Станція фільтрації призначена для фільтрації та відкачування забрудненої олії з бака та для заливки чистої олії.

Тип двигуна асинхронний K21R80G4, виконання тропічне.

Тип насоса шестеренний 1PF2G2-4X/022RA01MB.

Апаратура:

клапан запобіжний DB10G1-5X/50; фільтр напірний HP.151.10VG.HR.E.P.-.G.5.-.AE30 з індикатором забрудненості; перемикач манометра з манометром AF6EP4X/Y60V; крани кульові.

Муфта пружна, втулково-пальцева.

Блоки керування встановлюються на гідроциліндр і закріплюються на ньому за допомогою хомутів.

Апарати, що управляють підйомом та спуском затвора з малою швидкістю:

Гідророзподільник тип H4WEN22E7X/6AG24N9K4 трипозиційний з електрогідравлічним керуванням;

датчик тиску тип HM15-1X/315, контролір е величину тиску впоршневої порожнини гідроциліндра при спуску затвора; перемикач манометра з манометром тип AF6EP4X/Y60V із шкалою на 60 бар.

Апарати, що керують швидким спуском затвора:

2-лінійний вбудований клапан тип LC80A10E6X з функцією розподільника;

керуюча головка тип LFA80WEA-6X/A20P20T20, має свердління для встановлення пілотного клапана;

гідравлічний розподільник тип M-3SED10UK1X/350CG24N9K4, електрокерований, стикового приєднання; 2/2-ходовий пропорційний патрон-клапан тип 2WRC80K001-1X/SM вбудований пропорційний регулятор потоку з індуктивним позиційним датчиком керованим зовнішнім електронним блоком типу VT-SR35-1X/12 (2WRC-80).

Інші апарати, встановлені на блоках гідроапаратури:

Гідравлічний розподільник тип H4WEN32HD6X/OF6AG24ETK4, двопозиційний з електрогідравлічним управлінням, стикового приєднання;

2х-лінійний вбудований клапан тип LC80DB20E6X з функцією по тиску; кришка тип LFA80DB2-6X/200 з пілотним клапаном (клапан обмеження) тиску з безпосереднім управлінням);

перемикач манометра з манометр тип AF6EP4X/Y400V пружинний з радіальним розташуванням штуцера зі шкалою на 400 бар.

гідравлічний розподільник тип 4WE10A73-3X/CG24N9K4, електрокерований, стикового приєднання; клапан запобіжний тип DB20-2-5X/50 стикового приєднання. Колонка управління є стійкою, всередині якої переміщається контрвантаж зі стрілкою.

Стійка круглого перерізу з вальцованого листа зі стрілкою-індикатором положення затвора та кронштейном.

Контрвантаж поковка циліндричної форми.

Барабан (консольний) зварний, нарізка права. Барабан-вал сталевий точений, нарізка права.

Канат сталевий, подвійний звивки, вантажного призначення, що не розкручується.

Електроапарати:

сигналізатор затворного положення датчик кодовий типу 6FX2 001;

датчик положення датчик індуктивний BERO типу 3RG4014-3CD00.

Гідравлічною та електричною схемами передбачено два режими роботи гідроприводу:

- 1) пусконаладжувальний;
- 2) експлуатаційний.

При пусконаладжувальних та експлуатаційних роботах виникає необхідність висування штока гідроциліндра для з'єднання його із затвором.

Вказівки щодо цієї роботи

В експлуатаційному режимі гідропривід виконує такі операції:

підрив затвора на 150мм для заповнення турбінного водоводу;

- 1) підйом затвора у безнапірному стані;
- 2) опускання затвора в потік під впливом власної ваги;

- 3) автоматичну зупинку затвора в крайніх положеннях;
- 4) автоматичне підживлення у разі просідання затвора на 100мм у верхньому положенні;
- 5) опускання затвора в потік під впливом власної ваги аварійної ситуації за відсутності електроенергії.

1.3 Работа гидропривода.

Підйом затвора

Підйом затвора здійснюється в режимі безнапірної роботи. Оператор зі щита керування АЕ2 вмикає електродвигун М1 (М2) насоса НР1 (НР2). Через 1–3 секунди після розгону двигуна активуються електромагніти УА4, УА8 розподільників Р1, Р4 та УА1 (УА2) запобіжного клапана КП1 (КП2).

Мастило, яке подається насосом, надходить у штокову порожнину гідроциліндра Ц аварійно-ремонтного затвора.

Коли шток гідроциліндра проходить відстань у 150 мм від порогу, подається сигнал на вимкнення електродвигуна насосного агрегату та електромагнітів УА4 і УА1 (УА2).

Після того як водовід турбіни буде заповнений, на центральний щит керування та локальний пульт надходить дозвільний сигнал на подальше підняття затвора.

У крайньому верхньому положенні затвора, встановлені на колонці керування пристрої надсилають сигнали на зупинку приводу. У будь-якому проміжному положенні підйом затвора можна зупинити за допомогою кнопочового вимикача «Стоп» або з центрального пульта керування оператором.

Для запобігання перевантаженню гідроприводу на напірній лінії встановлено датчик тиску ДД1 (ДД2), який подає сигнал при перевищенні

тиску на 10% понад розрахункове значення. У разі неспрацювання датчика спрацьовує запобіжний клапан КП1 (КП2), налаштований на спрацювання при перевищенні тиску на 20% від розрахункового значення.

Кодовий датчик, змонтований на колонці керування, передає на панель оператора інформацію про поточне положення затвора. Якщо затвор опуститься з верхнього положення на 100 мм, контролер PLC надсилає команду на повторне вмикання двигуна насосного агрегату для підйому.

У разі подальшого опускання затвора до позначки 150 мм від верхнього положення, контролер PLC подає повторний сигнал на повне вимкнення гідроприводу.

Опускання затвора

Затвор опускається під дією власної ваги. Оператор за допомогою шафи керування активує електромагніт YA6 розподільника P3.2, а також пропорційний електромагніт YA7 вбудованого регулятора потоку РП1. При цьому електромагніт YA8 розподільника P4 має бути вимкнений. Масло, що переміщується під тиском, зумовленим вагою затвора, розподіляється на два потоки — через основний отвір у корпусі циліндра та отвір у нижній головці гідроциліндра. У поршневу порожнину масло подається через вбудований клапан P3 і регулятор потоку РП1, який керується електронним блоком, забезпечуючи опускання затвора за 25 секунд зі змінною швидкістю.

Коли затвор наближається до порогу, основний отвір для переливу масла у корпусі циліндра повністю закривається. Подальший перелив відбувається через отвір у нижній головці гідроциліндра. На завершальному етапі затвор опускається на поріг із малою швидкістю протягом 5 секунд. У крайньому нижньому положенні датчик подає сигнал на вимкнення електромагнітів YA6 і YA7.

Брак масла, обумовлений об'ємом штока, компенсується шляхом всмоктування його з додаткового бачка, розташованого на верхній головці гідроциліндра. Поповнення бачка здійснюється з бака гідростанції через запуск двигуна М1 (або М2) та електромагніта УА5 розподільника Р2 — за сигналом від рівнеміра УУ2 (нижній рівень). Вимкнення двигуна відбувається автоматично при досягненні верхнього рівня рідини за показником УУ2.

Контроль тиску в поршневій порожнині виконується за допомогою датчика тиску ДДЗ, що передає сигнал до ЦПУ. Налаштування тиску здійснюється за допомогою манометра МН5.

Наявність зависання затвора контролюється за допомогою кодованого датчика положення. Зупинка затвора в будь-якому проміжному положенні виконується оператором.

Опускання затвора за відсутності електроживлення

У разі необхідності опускання затвора на поріг без електропостачання натискається кнопка ручного керування розподільником РЗ.2.

Масло надходить у поршневу порожнину через дволінійний вбудований клапан РЗ та регулятор витрати РП1.

Пусконаладжувальні роботи зі штоком проводяться одним із двох способів:

- Відкрити кран ручного спуску КН12, а також крани КН15 і КН16 — шток висувається. Якщо ущільнення поршня та штока сильно затягнуті, зусилля може бути недостатнім.
- Закрити кран КН12, відкрити крани КН15 і КН16, увімкнути насос і електромагніт УА3 розподільника Р1. Масло надходитиме в поршневу порожнину, а з штокової буде зливатися в бак — відбудеться висування штока.

Тиск у поршневій порожнині при висуванні штока не повинен перевищувати 1,0 МПа. Запобіжний клапан КП1 (або КП2) має бути налаштований на цей тиск.

Робота станції фільтрації

Відкачування забрудненого масла:

- Закрити крани КН7 і КН6, відкрити КН5 і КН3;
- Увімкнути шестеренний насос НШ і відкачати масло до ємності для забрудненого масла.

Заправка бака чистим маслом:

- Закрити крани КН3 і КН5, відкрити КН6 і КН7;
- Під'єднати гнучкий шланг до КН6, опустити його в ємність із чистим маслом та увімкнути насос. Масло через крани і фільтр Ф3 надходить у бак Б1.

Фільтрація робочої рідини:

- Закрити крани КН5 і КН6, відкрити КН3 і КН7, увімкнути насос НШ. Масло прокачується через фільтр Ф3 назад у бак.
- Тиск контролюється за манометром МН4.

Правила експлуатації гідропривода

До обслуговування гідропривода допускаються лише працівники з відповідною підготовкою. Керівництво будівництва та служба експлуатації зобов'язані організувати навчання персоналу.

Робота гідропривода не допускається в режимах, що перевищують параметри, визначені проєктною документацією.

Установлені тиски для захисної гідроапаратури вказано в гідросхемі MD H005 PL 010 02 (1-287393ГЗ).

Підключення джерел енергії проводиться лише після завершення всіх монтажних робіт.

Заборонено експлуатацію при:

- протіканнях рідини у місцях з'єднань, зварювання та ущільнень;
- підсмоктуванні повітря;
- витоках по штоку;
- перебуванні біля трубопроводів високого тиску під час запуску.

У разі несправностей під час пробного пуску необхідно: негайно припинити роботу, знеструмити систему, скинути тиск і тільки після цього усувати несправності.

Заборонено виконання зварювальних робіт на змонтованому гідрообладнанні. При потребі зварювання — демонтувати елемент, злити масло.

Під час роботи заборонено:

- підтягування болтів і гайок;
- демонтаж гідроапаратури при відкритих кранах;
- заміну прокладок під час протікань при відкритих кранах;
- експлуатацію при перегріві двигунів, відсутності заземлення, оголених дротах, надмірному шумі, ударах або вібрації.

Манометр не повинен використовуватись, якщо його стрілка відхиляється від нуля понад половину допустимої похибки або є пошкодження.

Робоча рідина – масло Shell Tellus Oil-W32 або аналогічне, з в'язкістю 41–51 мм²/с при +40°C.

Не допускати попадання вологи, пилу й забруднень у систему. Масло зберігати в герметичній тарі.

Правила зберігання

До монтажу всі елементи гідропривода мають зберігатися згідно з відомчими інструкціями, технічними умовами та настановами заводу-виробника.

Обладнання, яке тривалий час зберігається або має пошкоджене покриття, слід захистити від корозії та механічних впливів відповідно до норм.

Не встановлені на об'єкті елементи повинні зберігатися у приміщенні, захищеному від пилу та вологи, при температурі $+5...+20^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості 50–65%.

Заборонено зберігати поруч кислоти, хімікати або гігроскопічні матеріали (вата, повсть, тканини, невулканізована гума тощо).

Перед зберіганням зібраного гідроциліндра слід двічі обернути його навколо поздовжньої осі для змазування внутрішніх поверхонь маслом. При довготривалому зберіганні обертати щонайменше раз на місяць.

Отвори трубних з'єднань мають бути закриті спеціальними заглушками, виготовленими з полімерів або металу. Дерев'яні пробки не допускаються.

На обладнанні, що надійшло на склад, повинні бути бирки з датою останнього огляду та переконсервації.

Підготовка до монтажу гідропривода

Усі підготовчі роботи проводяться на спеціально облаштованій монтажній базі з підйомними засобами та захистом від опадів і пилу.

Деталі постачаються в заводській упаковці. Захисні покриття мають відповідати вимогам стандартів та креслень. Усе обладнання повинно бути марковане та супроводжуватись прийнятною документацією заводу-виробника.

2. РОЗРАХУНОК ГІДРОПРИВОДУ

2.1 Розрахунок гідроприводу

До установки прийнятий гідроциліндр з такими параметрами:

$D_{\text{вн}}=400\text{мм}$ – внутрішній діаметр гідроциліндра;

$d_{\text{шт}}=160\text{мм}$ – діаметр штока;

$S_{\text{раб}}=9300\text{мм}$ – робочий хід затвора

Площа поршневої порожнини гідроциліндра

$$F_{\text{п}} = 0,785 \cdot D_{\text{вн}}^2; \quad (2.1)$$

$$F_{\text{п}} = 0,785 \cdot 0,4^2 = 0,1256\text{м}^2$$

Площа штокової порожнини гідроциліндра

$$F_{\text{шт}} = 0,785 \cdot (D_{\text{вн}}^2 - 2d_{\text{шт}}^2) \quad (2.2)$$

$$F_{\text{шт}} = 0,785 \cdot (0,4^2 - 2 \cdot 0,16^2) = 0,1055\text{м}^2$$

Об'єм поршневої порожнини гідроциліндра

$$V_{\text{п}} = F_{\text{п}} \cdot S_{\text{раб}} \quad (2.3)$$

$$V_{\text{п}} = 0,1256 \cdot 9,3 = 1,1681\text{м}^3$$

Тиск у штоковій порожнині під час підйому затвора

$$p_{\text{п}} = \frac{P_{\text{п}}}{F_{\text{шт}} \cdot \eta_{\text{ц}}}; \quad (2.4)$$

$$p_{\text{п}} = \frac{200000}{1055 \cdot 0,95} = 199,6 \text{ кгс/см}^2 = 19,96\text{МПа}$$

де $P_{\text{п}}=200000\text{кгс}$ – підйомне зусилля гідроциліндра (розраховується експериментально);

$\eta_{\text{ц}}=0,95$ – ККД гідроциліндра.

Тиск у штоковій порожнині при утриманні затвора

$$p_{\text{y}} = \frac{P_{\text{y}}}{F_{\text{шт}}} \cdot \eta_{\text{ц}} \quad (2.5)$$

$$p_{\text{y}} = \frac{270000}{1055} \cdot 0,95 = 243,2 \text{ кгс/см}^2 = 24,32\text{МПа}$$

де $P_y=270000$ кгс – утримують зусилля гідроциліндра (розраховується експериментально)

Схема гідравлічна

Тиск у штоковій порожнині при опусканні затвора

$$P_{оп} = \frac{G_3}{F_{шт}} \cdot \eta_u \quad (2.6)$$

$$P_{оп} = \frac{150000}{1055} \cdot 0.95 = 135 \text{ кгс/см}^2 = 13,5 \text{ МПа}$$

де $G_3=150000$ кг – вага затвора

Тиск, що розвивається насосом

$$P_n = \frac{P_{оп}}{\eta_c}; \quad (2.7)$$

$$P_n = \frac{199.6}{0.95} = 210.11 \text{ кгс/см}^2 = 21.011 \text{ МПа}$$

де $\eta_c=0,95$ – ККД гідросистеми

2.2 Енергетичний розрахунок

Вибір насосу

До установки прийнято насос А2FO 90/61R-PBV050 з наступними параметрами:

$Q_{ном}=158$ л/мин – подача номінальна;

$p_{ном}=35$ МПа– тиск номінальний;

$Q_{раб}=158$ л/мин – робоча подача насоса (настроєна)

Вибір електродвигуна

Необхідна потужність двигуна

$$N_{дв} = \frac{Q_{раб} \cdot P_n}{612 \cdot \eta_n}; \quad (2.8)$$

$$N_{\text{дв}} = \frac{158 \cdot 210.11}{612 \cdot 0.91} = 59.61 \text{ кВт}$$

де $\eta_n=0.91$ – КПД насоса

Необхідна максимальна потужність двигуна

$$N'_{\text{дв}} = N_{\text{дв}} \cdot k \quad (2.9)$$

$$N'_{\text{дв}} = 59.61 \cdot 1.2 = 71.64 \text{ кВт}$$

де $k=1.2$ – коефіцієнт, що враховує підвищення тиску в системі при спрацьовуванні запобіжного клапана

До установки прийнято електродвигун К21R280S4 з наступними параметрами:

$N_{\text{дв}}=90\text{кВт}$ – номінальна потужність електродвигуна;

$n_{\text{дв}}=1776\text{об/мин}$ – число оборотів електродвигуна.

Швидкісні та часові характеристики

Швидкість підйому затвора

$$v_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{раб}}}{F_{\text{пор}}} \quad (2.10)$$

$$v_{\text{п}} = \frac{158 \cdot 10^{-3}}{0.1256} = 1.258 \text{ м/хв}$$

Час підйому затвора

$$t_{\text{п}} = \frac{S_{\text{раб}}}{v_{\text{п}}} \quad (2.11)$$

$$t_{\text{п}} = \frac{9,3}{1,258} = 7.4 \text{ хв.}$$

де $Q_{\text{др}}^{\text{раб}}=158\text{л/хв}$ – робочий потік через регулятор витрати.

Розрахунок гідроліній

Внутрішній діаметр всмоктувального трубопроводу (умовний прохід)

$$d_{\text{вс}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{раб}}}{v_{\text{вс}}}}$$

$$d_{\text{вс}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{158}{1.5}} = 39 \text{ мм}$$

де $v_{\text{вс}}=0.8 \dots 1.5 \text{ м/с}$ – швидкість потоку на всмоктуванні.

Прийнято трубу 40х3,5.

Внутрішній діаметр напірного трубопроводу

$$d_{\text{н}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{раб}}}{v_{\text{н}}}} \quad (2.12)$$

$$d_{\text{н}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{158}{5}} = 21 \text{ мм}$$

де $v_{\text{н}}=5 \text{ м/с}$ – швидкість потоку в напірному трубопроводі при $p > 100 \text{ кгс/см}^2$.

Прийнято трубу 34х4.

Розрахункова напруга в стінці труби, навантаженої внутрішнім тиском

$$\sigma_{\text{ос}} = p_{\text{н}} \cdot \frac{d_{\text{н}}^2 + d_{\text{вн}}^2}{d_{\text{н}}^2 - d_{\text{вн}}^2} < [\sigma] \quad (2.13)$$

$$\sigma_{\text{ос}} = 157.6 \cdot \frac{3.4^2 + 2.6^2}{3.4^2 - 2.6^2} = 602 \text{ кгс/см}^2 = 60.2 \text{ МПа} < [\sigma]$$

де $d_{\text{н}}=34 \text{ мм}$ – зовнішній діаметр труби;

$d_{\text{вн}}=26 \text{ мм}$ – внутрішній діаметр труби;

$[\sigma]=1080 \text{ кгс/см}^2=108 \text{ МПа}$ – допустима напруга для труб із сталі 20.

Внутрішній діаметр напірного трубопроводу на ділянці від штокової порожнини до гідрозамку

$$d'_{\text{н}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{др}}}{2 \cdot v_{\text{н}}}} \quad (2.14)$$

$$d'_{\text{н}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{200}{2 \cdot 4}} = 23 \text{ мм}$$

де $v_{\text{н}}=4 \text{ м/с}$ – швидкість потоку в напірному трубопроводі при $p < 100 \text{ кгс/см}^2$.

$Q_{\text{др}}=200 \text{ л/хв}$ – номінальний потік через регулятор витрати

Прийнято трубу 34х4.

Внутрішній діаметр загального напірного трубопроводу на ділянці від штокових порожнин гідроциліндрів до гідрозамку

$$d_{\text{н}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{др}}}{v_{\text{н}}}} \quad (2.15)$$

$$d_{\text{н}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{200}{4}} = 32.5 \text{ мм}$$

Прийнято трубу 42х4.

Напруги в напірному трубопроводі

$$\sigma_{\text{ос}} = p_{\text{н}} \cdot \frac{d_{\text{н}}^2 + d_{\text{вн}}^2}{d_{\text{н}}^2 - d_{\text{вн}}^2} < [\sigma_{\text{ос}}] \quad (2.16)$$

$$\sigma_{\text{ос}} = 157.6 \cdot \frac{4.2^2 + 3.4^2}{4.2^2 - 3.4^2} = 757 \text{ кгс/см}^2 = 75.7 \text{ МПа} < [\sigma_{\text{ос}}]$$

де $d_{\text{н}}=42\text{мм}$ – зовнішній діаметр труби;

$d_{\text{вн}}=34\text{мм}$ – внутрішній діаметр труби;

Внутрішній діаметр загального зливного трубопроводу на ділянці за регулятором витрати

$$d_{\text{сл}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{др}}}{v_{\text{сл}}}} \quad (2.17)$$

$$d_{\text{сл}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{200}{3}} = 37.5 \text{ мм}$$

де $v_{\text{сл}}=2\dots3\text{м/с}$ – швидкість потоку у зливному трубопроводі.

Прийнято трубу 32х3.2 .

Внутрішній діаметр зливного трубопроводу на ділянці від регулятора витрати до поршневої порожнини гідроциліндра

$$d_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{др}}}{2 \cdot v_{\text{сл}}}} \quad (2.18)$$

$$d_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{200}{2 \cdot 3}} = 26.5 \text{ мм}$$

Прийнято трубу 25х3.2.

Внутрішній діаметр зливного трубопроводу на ділянці від поршневої порожнини гідроциліндра до бака

$$d'_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{сл}}}{v_{\text{сл}}}} \quad (2.19)$$

$$d'_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{62.8}{2}} = 25.8 \text{ мм}$$

де $Q_{\text{сл}}=62.8$ л/хв – витрата з поршневої порожнини гідроциліндра під час підйому затвора

$$Q_{\text{сл}} = \frac{V_{\text{п}}}{t_{\text{п}}} \quad (2.20)$$

$$Q_{\text{сл}} = \frac{1256}{20} = 62.8 \text{ л/хв}$$

Прийнято трубу 25х3.2 .

Внутрішній діаметр загального зливного трубопроводу

$$d'_{\text{сл}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot Q_{\text{сл}}}{v_{\text{сл}}}} \quad (2.21)$$

$$d'_{\text{сл}}^{\Sigma} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 62.8}{3}} = 29.8 \text{ мм}$$

Прийнято трубу 32х3.2.

Внутрішній діаметр зливного трубопроводу із запобіжного клапана

$$d''_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{раб}}}{v_{\text{сл}}}} ; \quad (2.22)$$

$$d''_{\text{сл}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{105}{2}} = 33.3 \text{ мм}$$

Прийнято трубу 32х3.2.

Трубопровід підсмоктування масла з бака

Об'єм масла, що підсмоктується, при опусканні затвора

$$V_{\text{подс.}} = n \cdot 0.785 \cdot d_{\text{шт}}^2 \cdot S_{\text{раб}} \quad (2.23)$$

$$V_{\text{подс.}} = 2 \cdot 0.785 \cdot 1.6^2 \cdot 100 = 402 \text{ л}$$

де $n=2$ – кількість одночасно працюючих гідроциліндрів.

Витрата масла, що підсмоктується

$$Q_{\text{подс}} = \frac{V_{\text{подс}}}{t_{\text{оп}}} \quad (2.24)$$

$$Q_{\text{подс}} = \frac{402}{20} = 20.10 \text{ л/хв}$$

Внутрішній діаметр трубопроводу підсмоктування

$$d_{\text{подс}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{подс}}}{v_{\text{подс}}}} \quad (2.25)$$

$$d_{\text{подс}} = 4.6 \cdot \sqrt{\frac{20.1}{0.8}} = 23 \text{ мм}$$

де $v_{\text{подс}} = 0.5 \dots 0.8 \text{ м/с}$ – швидкість потоку на всмоктуванні.

Прийнято трубу 25x3.2.

2.3 Вибір бака

Об'єм бака.

$$V_{\text{б}} = n \cdot 1,5 \cdot 0,785 \cdot d_{\text{шт}}^2 \cdot S_{\text{раб}} \quad (2.26)$$

$$V_{\text{б}} = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,785 \cdot 1,6^2 \cdot 100 = 630 \text{ дм}^3 = 630 \text{ л}$$

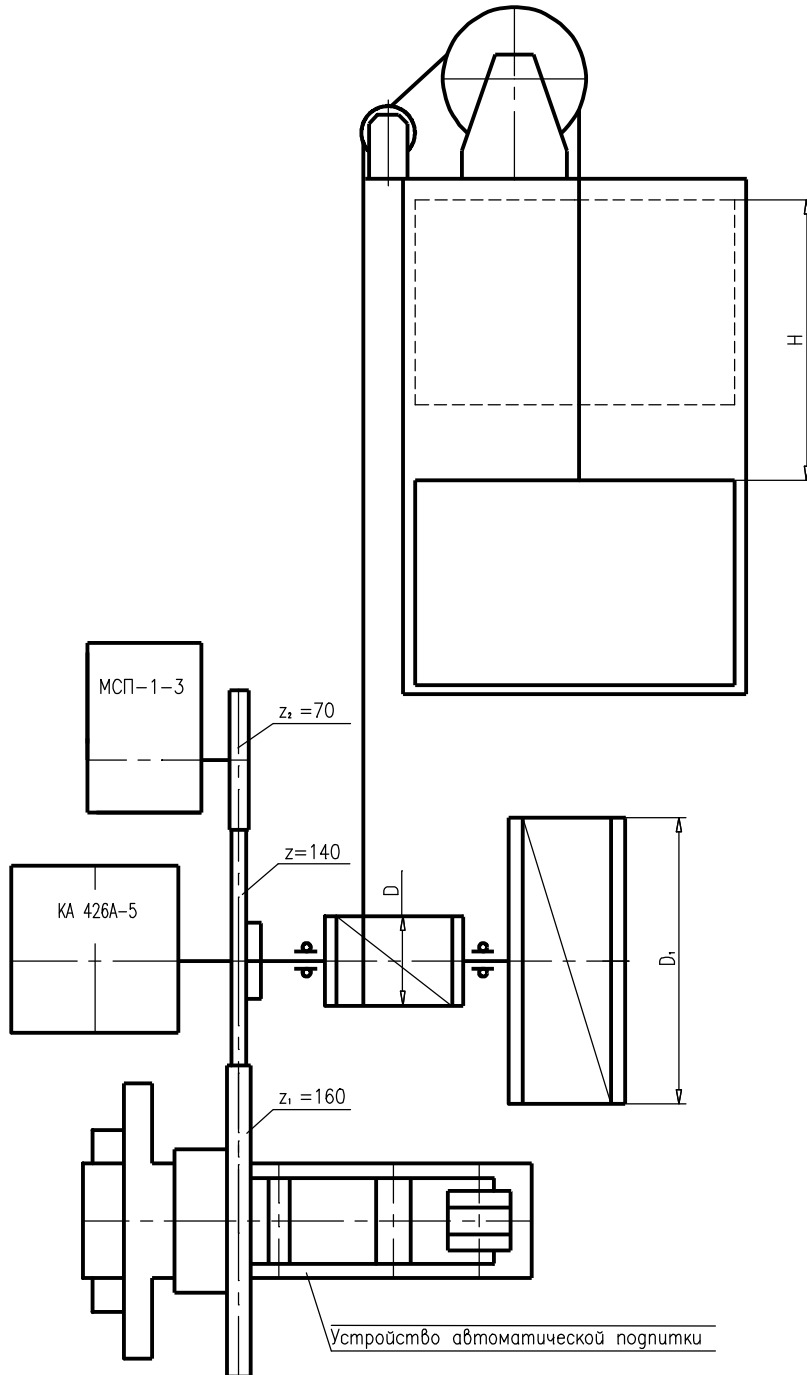
де 1,5– коефіцієнт запасу олії

До установки прийнято бак Б630 з такими параметрами:

$V_{\text{ном}} = 630 \text{ л}$ – номінальний об'єм бака;

$V_{\text{ман.}} = 480 \text{ л}$ – маневровий об'єм бака.

2.4 Кінематичний розрахунок



Малюнок 2 – Кінематична схема колонки керування

До установки прийнято колонку управління з наступними параметрами:

$D=100\text{мм}$ – середній діаметр барабан-валу;

$D_1=300\text{мм}$ – середній діаметр консольного барабана;

Командоапарат КА 426А-5 з передавальним числом $i = 5$;

Механізм сигналізації положення МСП-1-3 з повним перебігом вхідного валу $n_{\text{МСП}}=7.5\text{об.}$

Число оборотів валу барабанів колонки

$$n_6 = \frac{L}{\pi \cdot D_1} \quad (2.27)$$

$$n_6 = \frac{3323}{3.14 \cdot 300} = 3.53 \text{ об.}$$

де $L=3323\text{мм}$ – довжина каната намотуваного на консольний барабан колонки управління при робочому ході гідроциліндра штока $S_{\text{раб.}}=10000\text{мм}$

Хід контрвантажу колонки

$$H = n_6 \cdot \pi \cdot D ; \quad (2.28)$$

$$H = 3.53 \cdot 3.14 \cdot 100 = 1108\text{мм}$$

Кут повороту кулачкового валу командоапарата

$$\alpha = \frac{360^\circ \cdot n_{\text{ка}}}{i} = \frac{360^\circ \cdot 3.53}{5} = 254^\circ$$

де $n_{\text{ка}} = n_6 = 3.53\text{об.}$

Передатне число між валом командоапарата та валом механізму сигналізації положення

$$i_1 = \frac{n_{\text{МСП}}}{n_6} \quad (2.29)$$

$$i_1 = \frac{7.5}{3.53} = 2.12$$

Отримане передавальне число реалізовано за допомогою відкритої зубчастої пари з числом зубів $z = 140$, $z_2 = 70$, $m_n = 2$ и $i_1 = 2$.

Фактична кількість обертів вхідного валу МСП

$$n_{\text{мсп}}^{\phi} = n_6 \cdot i_1 \quad (2.30)$$

$$n_{\text{мсп}}^{\phi} = 3.53 \cdot 2 = 7.06 \text{ об.}$$

Число оборотів вала напівмуфт у пристрої автоматичного підживлення при просіданні затвора

Кут установки кінцевих вимикачів у пристрої автоматичного підживлення прийнятий $\alpha_1 = 30^\circ$, вал напівмуфт при просіданні затвора зробить

$$n_{\text{п}} = \frac{\alpha_1}{360^\circ} = \frac{30^\circ}{360^\circ} = 0.0833 \text{ об.}$$

Число оборотів валу командоапарата при просіданні затвора

$$n'_{\text{ка}} = \frac{n_{\text{п}}}{i_2} \quad (2.31)$$

$$n'_{\text{ка}} = \frac{0.0833}{0.875} = 0.0952 \text{ об.}$$

де $i_2 = z/z_1 = 140/160 = 0.875$ – передавальне число відкритої зубчастої пари

Довжина каната змотується з консольного барабана колонки управління при просіданні затвора

$$\Delta L = n'_6 \cdot \pi \cdot D_1 \quad (2.32)$$

$$\Delta L = 0.0952 \cdot 3.14 \cdot 300 = 89.7 \text{ мм}$$

$$\text{де } n'_6 = n'_{\text{ка}} = 0.0952 \text{ об.}$$

Хід контрвантажу колонки при просіданні затвора

$$\Delta H = n'_6 \cdot \pi \cdot D \quad (2.33)$$

$$\Delta H = 0.0952 \cdot 3.14 \cdot 100 = 29.9 \text{ мм}$$

Хід штока гідроциліндра при просіданні затвора

визначиться із пропорції

$$S_{\text{раб.}} \rightarrow H$$

$$\Delta S \rightarrow \Delta H$$

$$\Delta S = \frac{S_{\text{раб.}}}{H} \cdot \Delta H$$

$$\Delta S = \frac{10000}{1108} \cdot 29.9 = 270 \text{ мм.}$$

Вибір вантажного каната.

Відповідно до правил Держнаглядохоронпраці канат обираємо за розривним зусиллям :

$$F_{\text{разр}} = Z_p \cdot S \leq [F],$$

де Z_p - коефіцієнт використання каната;

$Z_p=3.15$ - для легкого роботи;

S - найбільше зусилля у канаті, Н;

$$S = \frac{10^4 \cdot Q}{a \cdot i_n \cdot \eta_n \cdot \eta^m}$$

$$S = \frac{10^4 \cdot 0,4}{1 \cdot 1 \cdot 0,98 \cdot 0,98^1} = 4164,93 \text{ Н}$$

де Q - номінальна маса вантажу;

$Q=0,4$ т;

a - кількість гілок каната, що намотуються на барабан;

$a=1$;

i_n - кратність поліспасту;

$i_n=1$;

η_n – ККД поліспасту;

$\eta_n=0,98$;

m - кількість блоків, що відхиляють;

$m=1$;

$$F_{\text{разр}} = 3,15 \cdot 4164,93 = 13119,53 \text{ Н.}$$

Вибираємо сталевий канат подвійної звивки типу ЛК-Р конструкції 6х19(1+6+6/6)+1 о.с., з умовним позначенням:

Канат 8,3-Г-В-О-Н-1764.

Діаметр каната, мм – 8,3

Маркувальна група, МПа – 1568

Розрахункова площа розрізу, мм² - 26,15

Розрахункова маса 1000м каната, кг – 256

Розрахункове розривне зусилля, кН – 34,8

Розрахунок блоку та барабана.

Мінімально допустимий діаметр блоків і барабана по середній лінії навитого каната:

$$D_{\min} = h \cdot d_k,$$

де d_k – діаметр канату;

$$d_k = 8,3 \text{ мм};$$

h - коефіцієнт, що залежить від групи режиму роботи;

$$h_1 = 11,2 \text{ – для барабана};$$

$$h_2 = 12,5 \text{ – для блоку};$$

$$D_{\min \text{б}} = 11,2 \cdot 8,3 = 92,96 \text{ мм};$$

$$\text{Приймаємо } D_{\text{б}} = 100 \text{ мм},$$

$$D_{\min \text{бл}} = 12,5 \cdot 8,3 = 103,75 \text{ мм},$$

$$\text{Приймаємо } D_{\text{бл}} = 110 \text{ мм}.$$

2.5 Розрахунок на міцність.

Визначаємо товщини стін гідроциліндрів для випадку статичного навантаження.

Товщина стінки визначається за формулою:

$$\delta = \frac{C_1 D_1 p}{200 \frac{K}{S} - 2p}$$

або

$$\delta = \frac{C_1 D_0 \cdot p}{200 \frac{K}{S}},$$

де D_1 и D_0 – зовнішній та внутрішній діаметр циліндра в мм;

p – найбільший тиск у циліндрі кГ/см^2 ;

K – допустима напруга у матеріалі в кГ/мм^2 ;

S – запас міцності ($\kappa=1,8\div 3$);

C_1 – коефіцієнт, що враховує допуск виготовлення труб.

Співвідношення $K/S=16 \text{ кГ/мм}^2$ (xxx)

$$\delta = \frac{0,9 \cdot 400 \cdot 243,2}{200 \cdot 16} = 27,36 \text{ мм.}$$

Приймаємо товщину стінки $\delta=30\text{мм}$.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ

Дисципліна «Охорона праці» є соціально-технічною наукою, яка виявляє та досліджує виробничі небезпеки та професійні шкідливі фактори, розробляючи способи їх запобігання або зменшення з метою уникнення нещасних випадків, професійних хвороб, аварій і пожеж.

Основними об'єктами її вивчення є людина і трудова діяльність, умови виробництва, взаємодія працівника з промисловим обладнанням, організація праці й виробництва, а також технологічні процеси.

Методологічною основою курсу є науковий аналіз умов праці, технічних процесів, апаратури та обладнання з погляду ймовірності виникнення аварій, появи небезпечних чинників і виділення шкідливих речовин. Такий аналіз дозволяє виявити потенційно небезпечні ділянки виробництва, змодельовати можливі надзвичайні ситуації та розробити засоби їх попередження або зниження їхніх наслідків.

Абсолютно безпечних і нешкідливих виробництв не існує. Завдання охорони праці полягає в тому, щоб максимально знизити ризик нещасних випадків або захворювань серед працівників, одночасно забезпечивши комфортні умови праці при збереженні високої продуктивності.

Наука охорони праці тісно взаємодіє з багатьма іншими галузями знань, активно використовує новітні науково-технічні досягнення, спирається на фундаментальні положення фізики, хімії, математики, електроніки, медицини, економіки тощо.

Важливе значення в розробці питань охорони праці мають такі наукові напрямки, як ергономіка, інженерна психологія, фізіологія праці та технічна естетика.

Для наукового обґрунтування шляхів покращення умов праці, оздоровлення робочого середовища, встановлення раціонального режиму праці й відпочинку необхідно враховувати вимоги психології та фізіології

праці. Це включає дослідження змін працездатності, пов'язаних із втомою, емоційним навантаженням, монотонністю діяльності тощо. Технічна естетика, у свою чергу, вивчає принципи естетичного оформлення виробничих приміщень і обладнання.

У сучасних умовах активного технічного оновлення виробництва на основі механізації й автоматизації охорона праці можлива лише при всебічному врахуванні людських можливостей у процесі праці. У цьому ключову роль відіграє ергономіка — наука, що досліджує питання оптимального розподілу функцій між людиною і машиною, формулює вимоги до засобів і умов діяльності, а також розробляє методи їх урахування при створенні та експлуатації техніки. Раціональне поєднання можливостей людини й характеристик машин, а також правильний розподіл функцій у системі значно підвищують її ефективність і забезпечують найкраще використання технічних засобів за їх призначенням.

Робоче місце визначається як простір, де працівник постійно або періодично перебуває для виконання виробничих завдань чи експериментів. Організація робочого місця включає вибір робочої пози, визначення зон досяжності, розташування органів керування, індикаторів, інструментів та заготовок. Частина простору можна умовно поділити на функціональні зони. Робоча поза буде найменш стомлювальною за умови, що зона досяжності спроектована правильно — відповідає оптимальному полю зору та траєкторії рухів руки працівника.

Взаємодія людини з технікою у виробничому процесі (система «людина – машина – виробниче середовище») повинна враховуватись під час проєктування безпечних умов праці та при вирішенні завдань щодо її оптимізації. Це є предметом ергономіки, яка комплексно досліджує людину в умовах її діяльності, пов'язаної з використанням технічних засобів.

У межах ергономіки висуваються такі вимоги до організації й проєктування трудових процесів:

- Економічні вимоги: підвищення рівня технічного оснащення праці; вибір найкращих технологій; скорочення втрат робочого часу; ефективне використання обладнання; оптимізація ритму й темпу роботи; раціональне облаштування робочого місця.
- Психофізіологічні вимоги: узгодження швидкості, енергетичних і зорових можливостей людини з виробничим процесом; впровадження оптимальних режимів праці й відпочинку; зменшення обсягу інформації; зниження нервового напруження та фізичного навантаження; професійний добір персоналу.
- Психологічні вимоги: відповідність сформованих навичок до здібностей сприйняття, пам'яті та мислення.
- Антропометричні й біомеханічні вимоги: відповідність інструментів і робочого обладнання розмірам, формі, масі тіла людини, силовим характеристикам і напрямкам рухів.
- Гігієнічні вимоги: створення оптимального мікроклімату, допустимих рівнів шуму, вібрації, освітленості та складу повітря відповідно до норм.
- Естетичні вимоги: відповідність естетичних характеристик обладнання й робочого середовища потребам людини.
- Соціальні вимоги: підвищення рівня професійної підготовки, змістовності праці, ефективності управління та розвитку творчої активності працівників.

Ергономіка розглядає людину як головну ланку системи «людина – машина – виробниче середовище» (ЧМВС). Із зростанням складності техніки та ускладненням взаємодії з нею значення людського фактору зростає.

Під "людським фактором" розуміють сукупність психологічних і психофізіологічних властивостей людини, які проявляються у трудовій діяльності.

Під терміном "машина" мають на увазі всі технічні засоби, що перебувають між працівником і об'єктом управління в системі ЧМВС.

Під "виробничим середовищем" у ергономіці розуміють умови, пов'язані з наявністю небезпечних і шкідливих факторів, параметрами, що супроводжують функціонування машин (електричний струм, вібрації тощо), а також потоки інформації, що надходять іззовні (накази, інструкції, команди).

У період широкого впровадження нових технологій в усіх галузях господарства питання гармонізації взаємодії людини з машиною та виробничим середовищем набуває особливої актуальності.

3.1 Заходи з охорони праці

Гідропривод забезпечує роботу двох робочих затворів турбінних водоводів. До його складу входять два гідроциліндри, дві гідравлічні станції, блоки керування, дві колонки керування, дві візки та система маслопроводів.

Гідроциліндр монтується над пазом затвора на опорній рамі й через вушко штока з'єднується з підвісною штангою затвора. До рами гідроциліндр кріпиться за допомогою шпильок через проміжний фланець і кільце. Вушко спирається на візок і прикручується до нього болтами. Переміщення візка відбувається по напрямних.

Під час експлуатації гідропривода існують небезпечні та шкідливі виробничі чинники, які можуть спричинити травми або зашкодити здоров'ю працівників.

До потенційно небезпечних для людини факторів належать:

1. Імовірність ураження електричним струмом;
2. Ризик травмування через рух візка;
3. Можливість травмування натяжним вантажним пристроєм — розрив каната, що утримує вантаж, може призвести до травм;
4. Підвищений рівень шуму та вібрацій. Шум негативно впливає на організм, насамперед на нервову та серцево-судинну системи. Тривалий вплив сильного шуму може спричинити погіршення слуху або навіть

глухоту. На виробництві шум знижує уважність, пришвидшує втому, уповільнює реакції та ускладнює вчасне реагування на небезпеку, що підвищує ризик нещасних випадків;

5. Наявність обладнання, яке працює під надлишковим тиском. Недотримання правил експлуатації такого обладнання може спричинити вибух. Це, у свою чергу, несе загрозу руйнування будівель і конструкцій, а також ураження людей уламками, отруйними речовинами, полум'ям, парами, рідинами тощо. Причини вибухів можуть бути різні: недостатня міцність апаратів, удари або поштовхи, перевищення робочого тиску, електростатичний розряд, іскри, порушення технологічного процесу, несправності арматури, корозія.

Приміщення, у якому розміщується обладнання, класифікується як таке, що має підвищену небезпеку ураження електрострумом (згідно з ПУЕ-86 — «Правила улаштування електроустановок»).

Основні засоби захисту від електричного струму:

- унеможливлення випадкового дотику до струмопровідних частин під напругою;
- електрична ізоляція мереж;
- запобігання ураженню у випадку появи напруги на корпусах та інших деталях електрообладнання шляхом використання малих напруг;
- застосування подвійної ізоляції, вирівнювання потенціалів;
- використання захисного заземлення, занулення, автоматичного вимикання;
- застосування спеціальних захисних електричних засобів: переносних приладів, інструментів;
- дотримання правил безпечної експлуатації електроустановок.

Рівні звукового тиску в діапазоні 11–20 кГц не повинні перевищувати 75–110 дБ, а загальний рівень тиску в діапазоні 20–100 кГц — не більше 110 дБ.

Заходи для зниження шуму:

- зменшення шуму в самому джерелі шляхом удосконалення конструкцій;
- зниження механічного шуму за рахунок поліпшення технологічних процесів (балансування обертових частин, заміна сталевих шестерень на пластмасові тощо);
- раціональне планування території підприємства (наприклад, відстань від шумних об'єктів — не менше 100 м);
- спрямування шуму в протилежний бік від робочих місць чи житлових будинків;
- акустична обробка приміщень (звукопоглинаючі облицювання, панелі, елементи);
- перешкоди на шляху поширення шуму: стіни, кожухи, кабіни;
- використання шумоглушників для зменшення аеродинамічного шуму.

Щоб запобігти вибухам у ємностях під тиском, використовуються спеціальні контрольно-вимірювальні прилади й арматура: рівнеміри (водоуказувачі), манометри, запобіжні клапани для автоматичного випуску надлишкового пару чи повітря, запірні, живильні, продувні арматура (вентилі, засувки, клапани).

Особи, які допускаються до роботи з гідроприводом, мають пройти відповідну професійну підготовку. Адміністрація об'єкта та служба експлуатації зобов'язані організувати навчання персоналу.

Заборонено експлуатацію гідропривода в режимах, які перевищують проєктні параметри. Підключення джерел живлення дозволяється лише після завершення всіх монтажних робіт.

Не допускається витік робочої рідини з нерухомих з'єднань, ущільнень, зварних або різьбових стиків у межах робочих тисків, а також підсмоктування повітря. Заборонені зовнішні витоки масла по штоку.

Забороняється перебування біля трубопроводів високого тиску під час пробного пуску або випробувань гідропривода.

У разі виявлення несправностей під час пробного пуску, необхідно негайно припинити всі операції, відключити електроживлення та зняти тиск у системі. Лише після цього дозволяється усувати несправності.

Строго заборонено проводити зварювальні роботи на змонтованому й експлуатованому обладнанні. Труби з протіканням у швах потрібно демонтувати й повністю злити з них масло перед ремонтом.

Під час роботи гідропривода заборонено підтягувати болти, гайки та інші з'єднання.

Забороняється демонтаж гідравлічної апаратури або приладів для огляду чи ремонту, якщо запірні клапани відкриті.

Заміна ущільнень у з'єднаннях маслопроводів при наявності витoku масла дозволяється тільки після закриття запірної арматури.

Ремонтні роботи з обладнанням та гідравлічними приладами дозволено виконувати лише при повному відключенні електропостачання.

Не допускаються:

- перегрів електродвигунів;
- наявність оголених дротів;
- відсутність заземлення;
- робота системи при підвищеному шумі, стуках або вібрації;
- експлуатація манометра, якщо його стрілка відхиляється від нуля більше ніж на половину допустимої похибки або у разі його пошкодження;
- проникнення пилу, вологи чи забруднень у гідросистему.

Масло зберігають у герметично закритій тарі.

До монтажу гідропривода його елементи повинні зберігатися відповідно до чинних інструкцій з консервації та технічних вимог заводу-виробника.

Все обладнання, що зберігається тривалий час або має пошкоджене покриття, слід захистити від корозії й механічних ушкоджень згідно з нормативними документами.

Усі невстановлені частини гідропривода повинні зберігатися в сухому приміщенні, захищеному від пилу та вологи, при температурі $+5\dots+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ та відносній вологості 50–65%.

Категорично заборонено зберігати в одному приміщенні з гідрообладнанням кислоти чи хімікати, пари яких викликають корозію, а також гігроскопічні матеріали — вату, повсть, ганчір'я, невулканізовану гуму тощо.

Перед закладкою зібраного гідроциліндра на зберігання його слід обертати навколо поздовжньої осі не менше двох разів для нанесення масляної плівки на внутрішні стінки. За умов тривалого зберігання такий оберт необхідно виконувати щонайменше раз на місяць.

Таблиця 3.1 – Метеорологічні умови у приміщенні оператора гідроприводу

Сезон року	Категорія робіт	Температура повітря, С	Відносна вологість, %	Швидкість повітря
Холодний період	Легка	20-23	60-40	0,2
Теплий період	Легка	22-25	60-40	0,2

Недостатнє природне освітлення компенсується використанням штучних джерел світла.

Таблиця 3.2 - Норми освітленості робочих місць

Характеристика роботи	Розміри об'єкта відмінності, мм	Розряд зорових робіт	Комбіноване освітлення, лк
Низька точність	Більше 1 - до 5	5	200

Освітлення має важливе значення, оскільки його нестача викликає відчуття дискомфорту або напруженості — зоровий дискомфорт, який відволікає увагу, знижує рівень концентрації, сприяє зоровій втомі та загальному виснаженню. Для загального освітлення використовуються газорозрядні лампи, а на робочих місцях — лампи розжарювання.

У наявності є допоміжні та складські приміщення, роздягальні, душові кабінки, туалети, їдальня та медичний пункт.

Проектування систем водопостачання та водовідведення здійснюється згідно з Санітарними нормами (СН 245-71)

Для господарсько-питних потреб передбачено використання 25 літрів води на одну зміну. Мережа господарсько-питного водопостачання відокремлена від системи, яка постачає технічну (непитну) воду.

Таблиця 3.3 – Ступінь вогнестійкості будівель та споруд

Основні будівельні	Ступінь вогнестійкості II	
	Група займистості	Межа вогнестійкості
Несучі стіни та колони	Незгоряння	2,0 години
Плити, перегородки та інші несучі конструкції	Незгоряння	0,75 години
Внутрішні перегородки, сходові клітини та ін.	Важкозаймисті	0,25 години
Брандмауери	Незгоряння	2,5 години

Найпоширенішими причинами виникнення пожеж на промислових підприємствах є необережне поводження з вогнем і несправність виробничого обладнання. Також до цього призводять порушення технологічного процесу, недотримання правил експлуатації електрообладнання, ігнорування вимог пожежної безпеки під час проведення електрогазозварювальних робіт, а також інші фактори.

Пожежа на виробництві може виникнути як з електричних, так і з неелектричних причин, зокрема:

- неправильне встановлення або несправності у вентиляційних і опалювальних системах, опалювальних приладах і технологічному обладнанні;
- несправності у системах живлення та змащення працюючих двигунів механізмів;
- порушення технологічного процесу, наприклад, негерметичність обладнання, яке виділяє пил або гази;
- недотримання правил пожежної безпеки під час газозварювання, різання металів або використання паяльних ламп;

- недбале та необережне поводження з вогнем — куріння, залишення нагрівальних приладів без нагляду, нагрівання деталей і сушка, зокрема приміщень, відкритим полум'ям тощо;
- самозаймання або самоzapалювання речовин.

У приміщенні, де буде розміщене запроєктоване обладнання, передбачено шляхи евакуації працівників у разі пожежі — проходи, проїзди та евакуаційні виходи.

Максимальна відстань від найбільш віддаленого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу становить менше ніж 140 метрів. Ширина коридорів — не менше 1,4 метра, дверей — 0,8 метра, а висота дверей і проходів — 2,0 метра. Двері, які призначені для евакуації, відкриваються у напрямку виходу з будівлі.

Приміщення належить до категорії Д (клас пожежі А) і повинно бути захищене двома вогнегасниками типу ОУ-5. Відстань між вогнегасниками та потенційним місцем займання не перевищує 70 метрів.

Рівень шуму від двох різних джерел визначається так:

у разі одночасної дії двох джерел з різними рівнями шуму сумарний рівень визначається за формулою:

$$L_{\Sigma} = L_1 + \Delta, \text{ дБ}, \quad (3.1)$$

де Δ — додаткова величина, яка дорівнює 1,5 дБ.

Отже, сумарний рівень шуму становить:

$$L_{\Sigma} = 81 + 1,5 = 82,5 \text{ дБ}.$$

Проектування гідроприводу здійснювалося з урахуванням збереження здоров'я працівників, створення безпечних умов праці, запобігання професійним захворюванням і виробничому травматизму.

У процесі проектування було проаналізовано умови виробничого процесу та функціонування обладнання, а також обрано найефективніші методи захисту від виробничих небезпек.

Організація безпечної експлуатації електроустановок

Оперативне обслуговування діючих електроустановок на підприємствах передбачає регулярні та позапланові огляди електрообладнання, систем електропостачання та споживачів електроенергії, контроль та облік споживання електроенергії, а також оперативні перемикання в електромережах для забезпечення безперебійного живлення. Це обслуговування виконується інженерно-технічним, черговим та оперативно-ремонтним електротехнічним персоналом.

Оперативне обслуговування може здійснюватися як однією особою, так і бригадами з двох або більше працівників. У разі обслуговування установок з напругою понад 1000 В старший зміни (бригадир) або черговий працівник повинен мати кваліфікаційну групу з техніки безпеки не нижче IV, а для установок до 1000 В – не нижче III групи.

Окрім чергового (оперативно-ремонтного) персоналу, самостійні огляди електроустановок дозволяються адміністративно-технічному персоналу служби експлуатації за умови наявності кваліфікаційної групи V (для установок до 1000 В – IV група).

Під час огляду електроустановок з напругою понад 1000 В забороняється заходити за огорожу або входити в камери розподільчих пристроїв (РУ). Огляд слід проводити лише з порогу або стоячи перед бар'єром. У разі необхідності допускається вхід до камери РУ особі з групою не нижче IV, якщо відстань від підлоги до нижньої частини ізоляторів апаратів (трансформаторів тощо) становить не менше 2 м, а до відкритих струмопровідних частин – щонайменше 2,75 м при напрузі до 35 кВ. Якщо ці відстані менші, доступ дозволено лише у присутності іншої особи з кваліфікаційною групою не нижче III.

Якщо під час огляду виявлено випадкове замикання струмопровідної частини на землю, забороняється наближатися до місця замикання ближче ніж на 4 м у закритих РУ і 8 м на відкритих підстанціях до відключення аварійної ділянки, щоб уникнути ураження кроковою напругою. Якщо

необхідно наблизитися (наприклад, для надання першої допомоги), слід використовувати засоби захисту – діелектричне взуття (боти, калоші).

Електрикам з кваліфікаційною групою не нижче III дозволено самостійно обслуговувати електроустановки до 1000 В, зокрема проводити регулярні огляди, перевірки, вимірювання та поточні ремонти. Під час огляду заборонено виконувати будь-які роботи на обладнанні, за винятком заходів для запобігання аваріям або нещасним випадкам. Не дозволяється знімати огорожі струмопровідних і обертових частин, торкатися до струмопровідних елементів або наблизитися до них на небезпечну відстань. Черговому електрику дозволяється обережно відкривати дверцята розподільчих щитків, шаф, пускових пристроїв тощо для огляду.

Заміна перегорілих плавких вставок запобіжників, як правило, проводиться після зняття напруги. У разі заміни вставок закритих (пробкових, трубчастих) запобіжників під напругою, це допускається лише при відключеному навантаженні. Роботи у мережах до 1000 В слід виконувати у діелектричних рукавицях і захисних окулярах, а у мережах понад 1000 В – з використанням ізолювальних кліщів та аналогічних засобів захисту.

Якщо обладнання було відключено на прохання персоналу, який не є електротехнічним, для проведення ремонтів, його повторне увімкнення дозволяється лише за вимогою особи, що подала заявку, або її заміни. Перед включенням після ремонту черговий електрик має оглянути установку, впевнитися в її справності та попередити персонал про подачу напруги.

Оперативні перемикання в РУ промислових підприємств здійснюються черговим або оперативно-ремонтним персоналом за вказівкою або з дозволу старшого за посадою електротехнічного працівника. Вказівка може передаватися усно або телефоном із обов'язковим записом в оперативному журналі. У невідкладних випадках (аварія, пожежа, нещасний випадок) допускаються перемикання без попереднього погодження, але з подальшим повідомленням та записом у журналі.

Список осіб, що мають право на виконання оперативних перемикань, затверджується головним енергетиком підприємства. У РУ понад 1000 В складні перемикання, що стосуються кількох приєднань, виконуються двома особами. Одноосібне перемикання дозволено тільки в установках із блокуванням, яке виключає відключення під навантаженням. У РУ до 1000 В черговому дозволено самостійно проводити перемикання.

Складні перемикання виконуються за спеціальними бланками, де зазначається їхнє призначення, послідовність дій з апаратами і приладами, перевірка наявності або відсутності напруги, накладання заземлення тощо. Бланк заповнює черговий, який отримав розпорядження, і підписується всіма учасниками. Після ремонту чи випробувань установка може бути включена лише після її приймання черговим або оперативно-ремонтним персоналом від відповідальної особи.

Згідно з Правилами техніки безпеки, роботи в діючих електроустановках за заходами безпеки поділяються на чотири категорії:

1. Роботи при повному знятті напруги – у всіх частинах установки немає напруги, відсутній доступ до приміщень з напругою (огляд і чистка розподільчих пристроїв, ремонт трансформаторів тощо).

2. Роботи при частковому знятті напруги – напруга знята лише з окремих приєднань або є незачинений прохід до сусідніх під напругою установок.

3. Роботи поблизу або на струмопровідних частинах без зняття напруги з використанням захисних засобів – наприклад, вивішування знаків, заміна ламп, доливка масла, догляд за щітками, вимірювання кліщами.

4. Роботи без зняття напруги на відстані від струмопровідних частин, де виключене випадкове наближення – очищення пилу, ремонт і фарбування стін, прибирання приміщень.

Перед початком ремонтних або налагоджувальних робіт необхідно виконати технічні та організаційні заходи для забезпечення електробезпеки.

Технічні заходи включають:

- відключення обладнання та унеможливлення його помилкового або самовільного вмикання;
- встановлення тимчасових огорож струмопровідних частин та вивішування заборонних плакатів («Не вмикати – працюють люди»);
- приєднання переносного заземлення до заземлювальної шини та перевірка відсутності напруги;
- накладання заземлення на відключені частини або увімкнення спеціальних заземлювальних ножів роз'єднувачів;
- огороження робочого місця з вивішуванням дозволяючого плаката «Працювати тут».

Ці заходи виконує особа, що допускає до роботи, відповідно до вказівки відповідального за роботу. Нею може бути працівник з числа чергового або оперативно-ремонтного персоналу з групою не нижче III для установок до 1000 В, і IV – для понад 1000 В

Пожежна безпека на виробництві та заходи профілактики

Найпоширенішими причинами виникнення пожеж на промислових підприємствах є необережне поводження з вогнем, несправність обладнання, порушення технологічного процесу, неправильна експлуатація електроприладів, недотримання правил пожежної безпеки під час проведення електрозварювальних та газозварювальних робіт тощо.

Пожежа на виробництві може бути спричинена як електричними, так і неелектричними факторами.

До неелектричних причин належать:

- неправильно облаштовані або несправні котельні, печі, вентиляційні та опалювальні системи, нагрівальні прилади та інше технологічне обладнання;

- несправності у системах живлення й мастила в працюючих двигунах механізмів;
- порушення технології виробництва, зокрема недостатня герметизація обладнання, яке виділяє пил або газу;
- порушення режимів топлення печей і котлів, відсутність іскрогасників, залишення обладнання без нагляду;
- недотримання вимог пожежної безпеки під час газозварювання, різання металу, використання паяльних ламп;
- недбале поводження з вогнем: куріння, залишення без нагляду нагрівальних пристроїв, підігрівання деталей чи сушіння з використанням відкритого вогню;
- самозаймання або самоzapалювання речовин.

Електричні причини:

- коротке замикання, перевантаження, іскріння через пошкоджену ізоляцію, що призводить до перегріву провідників і займання ізоляційного матеріалу;
- утворення електричної дуги між контактами обладнання, не призначеного для роботи з великими струмами, або при дуговому зварюванні;
- слабкі контакти у місцях з'єднання проводів, перегрівання через велике перехідне опір;
- аварії з маслонаповненим обладнанням (трансформатори, вимикачі), коли відбувається викид і загоряння розкладених продуктів мінерального масла;
- іскріння в електричних машинах та апаратах, зокрема через статичні розряди чи блискавку;
- замикання в обмотках електродвигунів при відсутності відповідного захисту.

Більшість пожеж і загорянь, викликаних необережним поводженням з вогнем, трапляються у побутових, адміністративних, складських та допоміжних приміщеннях.

Пожежна небезпека виробничих будівель залежить від технологічного процесу та конструктивних особливостей самої споруди. Ймовірність займання або вибуху, швидкість поширення вогню та масштаб пожежі обумовлюються саме технологічним процесом. На тривалість і температурний режим пожежі впливають обсяг горючих матеріалів, їх теплова здатність та швидкість згоряння.

Під час проектування й будівництва виробничих будівель потрібно враховувати категорію їх пожежонебезпечності. Згідно з ОНТП 24-86, приміщення поділяються за вибухо- та пожежонебезпечністю на категорії: А, Б, В, Г, Д.

- Категорія А (вибухопожежонебезпечні): використовуються горючі гази й легкозаймісті рідини з температурою спалаху до 28°C включно у таких кількостях, що можуть утворювати вибухонебезпечні парогазоповітряні суміші. Також це речовини, що взаємодіють з водою, киснем або між собою з вибухом чи займанням. Приклади – водневі установки, склади ЛЗР, балонні установки.
- Категорія Б: присутні горючі пил або волокна, легкозаймісті рідини з температурою спалаху від 28°C до 61°C, які також можуть утворювати вибухонебезпечні суміші. Наприклад, склади дизпалива чи мазуту.
- Категорія В (пожежонебезпечні): мають у складі тверді горючі чи важкозаймісті речовини, легкозаймісті рідини, а також матеріали, що можуть горіти при контакті з повітрям або водою (наприклад, вузли пересипання торфу й вугілля).
- Категорія Г: використовуються негорючі речовини в розігрітому стані, процеси пов'язані з тепловим випромінюванням, іскрами, відкритим полум'ям (машинні відділення, котельні).

- Категорія Д: застосовуються лише негорючі матеріали в холодному стані (електрощитові, ремонтні майстерні, компресорні станції).

Основні завдання виробничої санітарії та гігієни праці
Під час роботи на людину можуть впливати різноманітні шкідливі чинники – пил, гази, пари, шум тощо, які здатні викликати захворювання або втрату працездатності.

Ці чинники поділяються на три групи:

- фізичні (температура, шум, вібрація);
- хімічні (гази, пил, пари);
- біологічні (інфекції).

Їх називають професійними шкідливостями.

Головною метою виробничої санітарії є впровадження заходів для оздоровлення умов праці, зменшення впливу шкідливих факторів і профілактика професійних захворювань.

Санітарні норми передбачають гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони, які не повинні викликати захворювань чи змін у здоров'ї протягом робочого дня і всієї трудової діяльності.

Речовини поділяються за ступенем небезпеки:

- I клас – надзвичайно небезпечні ($\text{ГДК} \leq 0,1 \text{ мг/м}^3$);
- II – високонебезпечні ($0,1-1 \text{ мг/м}^3$);
- III – помірно небезпечні ($1-10 \text{ мг/м}^3$);
- IV – малонебезпечні ($>10 \text{ мг/м}^3$).

Усього нормується понад 700 шкідливих речовин.
Токсичними називають речовини, які негативно впливають на організм людини, порушуючи його життєві функції. Існують:

- гострі отруєння – через разовий вплив великої кількості токсинів;
- хронічні – через тривалий вплив малих доз, що викликає професійні захворювання.

Види отрут:

- їдкі (пошкоджують шкіру й слизові: H_2SO_4 , HCl);
- ті, що вражають органи дихання (SO_2 , SiO_2);
- токсини, що діють на кров (чадний газ, миш'яковистий водень);
- отрути, які впливають на нервову систему (спирти, ефіри, сірководень).

У приладобудуванні використовуються токсичні речовини, як-от ртуть, свинець та їхні пари й пил, які утворюються при фарбуванні, металізації, монтажі з використанням свинцевих припоїв.

Вплив і небезпека цих речовин залежать від їхніх властивостей: леткості, розчинності, агрегатного стану тощо.

Повітря у виробничих приміщеннях може містити домішки шкідливих газів та парів, що утворюються під час технологічних процесів: у гальванічних і травильних цехах – пари кислот, у фарбувальних і просочувальних – пари розчинників (бензол, толуол), при зварюванні – пари металів.

Профілактика професійних захворювань і отруєнь досягається за рахунок комплексу технічних та організаційних заходів, спрямованих на очищення повітряного середовища та дотримання правил особистої й виробничої гігієни працівників.

4. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для прийняття рішення щодо доцільності розробки та впровадження нової техніки або модернізації наявної, як критерій використовують порівняльну економічну ефективність. Економічний ефект визначають шляхом порівняння сукупних витрат на базову та нову техніку, які й беруть за основу оцінки економічної ефективності.

У дипломному проєкті було спроектовано гідропривід, призначений для обслуговування робочого затвора водоприймального пристрою ГЕС. Для підтвердження економічної доцільності використання нового гідропривода замість вантажопідіймальної лебідки виконується розрахунок економічного ефекту.

Економічний ефект від застосування гідропривода:

$$E = C_1 \cdot \frac{B_2}{B_1} \cdot \frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} + \frac{(I_1' - I_2') - E_n(K_2' - K_1')}{P_2 + E_n} - C_2, \quad (4.1)$$

де C_1 - ціна вантажопідійомної лебідки;

C_2 - ціна гідроприводу;

$\frac{B_2}{B_1}$ - коефіцієнт обліку зростання продуктивності нової

машини порівняно з базовою

$$\frac{B_2}{B_1} = \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{270}{270} = 1.$$

де Q_1 , Q_2 - вантажопідійомність відповідно до базової та нової машини, т;

$$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n} = 1,42 - \text{коефіцієнт урахування зміни терміну}$$

служби нової машини порівняно з базовою;

P_1 , P_2 - відповідно частини відрахувань від балансової вартості на повне відновлення базової та нової машини, розраховуються як значення обернені до термінів служби машин, з урахуванням їх морального зносу;

$$P_1 = \frac{1}{T_c} = \frac{1}{25} = 0,04$$

$$P_2 = \frac{1}{T_c} = \frac{1}{35} = 0,028,$$

де T_c - термін служби машини (років);

$$\frac{(I'_1 - I'_2) - E_n(K'_2 - K'_1)}{P_2 + E_n} - \text{економія споживача на поточних}$$

експлуатаційних витратах та відрахування від супутніх капітальних вкладень за весь термін служби нової машини порівняно з базовою, грн.;

K'_1 , K'_2 - супутні капітальні вкладення споживача при використанні відповідно базової та нової машини в розрахунку на обсяг продукції (роботи), що виконується за допомогою нової машини;

$$K'_2 - K'_1 = 17000 \text{ грн};$$

I'_1 , I'_2 - річні експлуатаційні витрати споживача при використанні відповідно базової та нової машини з розрахунком на обсяг роботи виконуваної за допомогою новою машиною, грн;

$$I'_1 - I'_2 = 32000 \text{ грн};$$

E_n - коефіцієнт ефективності капітальних вкладень ($E_n = 0,15$);

$$E = 542000 \cdot 1 \cdot 1,42 + \frac{32000 - 0,15 \cdot 17000}{0,028 + 0,15} - 673000 = 262089 \text{ грн.}$$

Економічний ефект, як основний показник економічної ефективності, являє собою сукупну економію трудових ресурсів, електроенергії, матеріалів, експлуатаційних витрат, капіталовкладень тощо. У процесі проектування нового гідроприводу було досягнуто покращення якості ПТМ, зменшення

матеріаломісткості, підвищення надійності та зниження експлуатаційних витрат, що забезпечило позитивний економічний ефект

ВИСНОВКИ

У цій пояснювальній записці представлено проєкт гідропривода робочих затворів водоприймача гідроелектростанції. Гідропривод розроблено з урахуванням сучасних світових тенденцій у галузі проєктування, максимально використано сучасні каталожні деталі, вузли та агрегати. Під час проєктування особливу увагу приділено збереженню здоров'я працівників, створенню безпечних умов праці, запобіганню професійним захворюванням і виробничому травматизму.

У процесі розробки гідропривода були проаналізовані умови виробничого процесу, особливості роботи обладнання, а також обрані найбільш ефективні способи і методи захисту від виробничих ризиків.

ЛІТЕРАТУРА

1. Гречанюк В.І. *Гідроприводи і гідроавтоматика: Підручник*. — К.: Каравела, 2013.
2. Скрипник І.Ю. *Гідравліка та гідропневмопривід*. — Харків: НТУ "ХПІ", 2020.
3. Сінельников О.М., Дерев'янка С.І. *Підйомно-транспортні машини: Підручник*. — Київ: Видавництво Ліра-К, 2017.
4. Мартиненко І.І., Ващенко А.А. *Основи конструювання машин*. — Київ: Видавництво КНУБА, 2015.
5. Кравченко В.І. *Основи проектування гідросистем*. — Львів: Видавництво ЛПНУ, 2012.
6. ДСТУ Б В.2.8-12:2000. *Підйомально-транспортне устаткування. Загальні вимоги до безпеки*.
7. Чередниченко О.І. *Гідравлічні машини та гідроприводи*. — Харків: УкрДУЗТ, 2018.
8. Кузнецов С.О. *Основи гідропневмоавтоматики*. — Київ: НАУ, 2016.
9. Esposito, A. *Fluid Power with Applications*. — Pearson Education, 2014.
10. Jagadeesha T. *Hydraulics and Pneumatics*. — I.K. International Publishing House, 2015.
11. Majumdar, S.R. *Oil Hydraulic Systems: Principles and Maintenance*. — Tata McGraw-Hill, 2002.
12. Parr, A. *Hydraulics and Pneumatics: A Technician's and Engineer's Guide*. — Butterworth-Heinemann, 2013.
13. Liu, Y., Ye, G. *Design of Hydraulic Systems for Lift Equipment*. — Springer, 2021.

14. ISO 4413:2010. *Hydraulic fluid power – General rules and safety requirements for systems and their components.*
15. Miller, R. W. *Flow Measurement Engineering Handbook.* — McGraw-Hill, 1996.
16. Ivantysynova, M. *Hydraulic Control Systems: Design and Analysis of Hydraulically Actuated Systems.* — Wiley, 2013.