

Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
Кафедри ЕІС та РК

«Допущений до захисту»
Завідувач кафедри ЕІС та РК

к.т.н., доцент  Д.В. Костенко

“ 12 ” 06 2026 року

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Розробка маніпулятора для підводного апарату

Виконав: студент IV курсу, групи 4367ст3
спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Субботін О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Бабкін Г. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Войтасик А. М.

(прізвище та ініціали)

м. Миколаїв – 2026 рік

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки

Кафедра ЕІС та РК

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

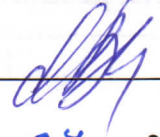
(шифр і назва)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва)

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор  Я.Б. Волянська

“ 22 ” 07 20 26 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ на здобуття ступеня вищої освіти «бакалавр»

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

Студенту Субботін Олексій Вадимович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка маніпулятора для підводного апарату

Керівник роботи Бабкін Георгій Володимирович, к.т.н., доцент НУК

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від “ 22 ” 04 20 26 року № 286-уч

2. Термін подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані по роботі потрібно проводити маніпуляцію об'єкта під водою, що володіє наступними характеристиками : форма об'єкта-циліндр; діаметра 150 мм, довжина 300мм; маса 5 кг; кут повороту 50

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1 Огляд конструкції маніпуляторів. 2 Елементи маніпулятора. 3 Розробка маніпулятора. 4 Охорона праці

5. Перелік презентаційних матеріалів (з точним зазначенням назв)

1.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	к.т.н., доцент кафедри ЕІС та РК Бабкін Г.В.		

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Призначення та область застосування		
2	Технічні характеристики		
3	Опис та обґрунтування прийнятих технічних рішень		
4	Розрахунки, що підтверджують працездатність		
5	Охорона праці		

Студент

(підпис)

Субботін О. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Бабкін Г.В.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Об'єктом дослідження є: процес проектування маніпулятора для підводного робота, здатного виконувати поставлені завдання.

Мета роботи – спроектувати конструкцію маніпулятора, провести всі необхідні розрахунки та скласти документацію.

У процесі дослідження вирішувалися такі завдання: вибір найбільш ергономічної та економічно доцільної конструкції руки маніпулятора, здатної захоплювати та переміщати об'єкти під водою. В результаті дослідження є готова модель маніпулятора і технічна – документація для безпосереднього виробництва.

Область застосування: підводні роботи здатні проводити маніпуляцію об'єктів під водою.

Ключові слова: підводний робот, маніпулятор, проектування.

ABSTRACT

The subject of the research is: the process of designing a manipulator for underwater work, the specification of which was set beforehand.

Meta-works – design the design of the manipulator, carry out all the necessary work and compile the documentation.

The process had the following tasks: choosing the most ergonomic and economical design of the manipulator hand, want to spit and move objects under the water. As a result of the research, there is a ready-made model of the manipulator and technical documentation for straightforward viral production.

Stagnation area: daily work here, manipulate the object under water.

Key words: underwater robot, manipulator, design.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Огляд конструкції маніпуляторів	9
1.1 Маніпулятор	9
1.2 Структура скелета руки маніпулятора	11
2 Елементи маніпулятора	14
2.1 Захоплюючий пристрій	14
2.2 Складові частини схватів	17
2.3 Конструкція механічних захватних пристроїв	24
3 Розробка маніпулятора	27
3.1 Вибір компунувальної схеми механізму маніпулятора	27
3.2 Вибір захватного пристрою	29
3.3 Профільування губок захоплення	30
3.4 Силовий розрахунок захоплення	34
3.5 Характеристики приводу	38
3.6 Розробка поворотного механізму	40
3.7 Забезпечення кута повороту	43
4 Охорона праці	48
4.1 Вступ	48
4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на людину	51
4.3 Природне освітлення	53
4.4 Штучне освітлення	54
4.5 Розрахунок штучного освітлення	56
4.6 Заходи щодо техніки безпеки	61
4.7 Висновки до розділу 4	64
Перелік джерел посилання	65

ВСТУП

Вода займає 70,8% площі всієї землі, а саме понад 361 мільйон квадратних кілометрів [1]. Сам факт цього залучає вчених до вивчення, дослідження та знаходження практичного застосування особливостей гідросфери для життя людини.

В даний час у світі проводиться великий обсяг робіт з дослідження морського і океанського дна, з виявлення затонулих об'єктів і підйому їх, з контролю прокладених по дну трубопроводів. Кількість цих трубопроводів незмінно зростає, розробка нафтових родовищ у шельфовій зоні проводиться все активніше, тому контроль за загальним станом мережі є нагальною проблемою, вирішення якої пов'язане з проектуванням новітніх механічних систем, здатних переміщати під водою прилади для контролю стану труб, що забезпечують надходження.

Найбільш актуальні сфери застосування підводного робота з маніпулятором:

- оглядово-пошукові роботи, включаючи пошук та обстеження затонулих об'єктів, інспекцію підводних споруд та комунікацій (трубопроводів, водопроводів, кабелів);
- підлідні роботи, у тому числі прокладка кабелю на арктичному дні, обслуговування систем спостереження та освітлення підлідної обстановки ;
- океанографічні дослідження, моніторинг водного середовища;
- роботи військового призначення, що включають, зокрема, протило чну розвідку, патрулювання, забезпечення безпеки об'єктів військової техніки, пошук та знешкодження мін.

Тенденціями розвитку підводних робіт йде до використання універсальних робототехнічних комплексів, створених із застосуванням простих, малих та дешевих агрегатів. У цьому маніпулятор сприймається як найважливіша складова частина підводного робота.

Підводні маніпулятори є частиною великого сімейства для промислових

роботів. Вони встановлюються на населених і безлюдних підводних апаратах, самопідйомних платформах, гирловому обладнанні морських свердловин.

У сукупності маніпулятора та підводного апарату народжується поняття підводного апарату-робота. До 80% населених підводних апаратів і 50% безлюдних озброєні, як мінімум, одним маніпулятором, а значна частина їх числа має по два і більше маніпуляторів.

У зв'язку з проблемою автоматизації різних виробничих процесів через труднодоступність та небезпеки для людини вирішується завдання автоматичної орієнтації (маніпулювання) робочого органу, виробу або інструменту. Повною мірою це стосується цілого ряду робіт під водою, чим і пояснюється широке впровадження маніпуляторів у підводну техніку та підводні технології.

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЇ МАНІПУЛЯТОРІВ

1.1 Маніпулятор

З позицій кінематики маніпулятор - це просторовий механізм, ланки якого пов'язані обертальними або поступальними кінематичними парами, і кожна така пара забезпечує один ступінь рухливості. Таких пар може бути необмежена розумна множина на відміну від ступенів свободи, число яких не більше шести. Чим більше ланок у маніпуляторі, тим більше ступенів рухливості.

В цілому робот з позицій функціонування та керування – це керована машина з властивими їй властивостями:

- універсальністю застосування – здатністю виконувати різні механічні дії в часі та просторі;
- адаптивністю до зовнішнього середовища – здатністю самостійно або по команді змінювати свою поведінку при зміні стану середовища.

Перша властивість передбачає необхідність деякої механічної структури із змінною геометрією ланок (механізм має просторовий об'ємний характер).

Будь-яка за конфігурацією така структура у вигляді розімкнутого кінематичного ланцюга є маніпулятор.

Маніпулятор – це пристрій, призначений для імітації рухових і робочих функцій руки людини, керований оператором або автоматично, що діє, тобто. так чи інакше здатне адаптуватися до довкілля.

У структурі маніпуляторного пристрою присутні такі елементи:

- задаючий орган – засіб, що сприймає та аналізує інформацію про об'єкт маніпулювання та стан навколишнього середовища, що виробляє сигнал на зміну положення активного виконавчого органу. Іншими словами – система керування. У будь-якому випадку це орган - або автомат, або людина, озброєна відповідними технічними засобами та бере участь у телеметричному режимі керування;
- виконавчий орган – функціональна частина маніпуляторного пристрою, призначена для виконання команди, сформованої за органом, що дає. Це

виконавчий механізм із його приводом;

- сполучний орган – засіб передачі сигналів керування та іншої інформації між задаючим та виконавчим органами. Інакше, це система зв'язку - кабель, апаратура ущільнення ліній зв'язку, труба з робочою рідиною або іншим середовищем, що передає;

- робочий орган – частина виконавчого органу, призначена для виконання технологічної операції. Він представляє пристрій для захоплення об'єкта маніпулювання - виробу, що обробляється, або оброблювального інструменту. Це інструментальний комплекс. Якщо операція захоплення виконується відносним переміщенням частин захоплення, він називається схва - том.

Часто елементи виконавчого органу називають за аналогією з чоло вічною рукою пензлем, передпліччям, плечем, а рухи обертальним або поступальним для кожної з ланок кінематичного ланцюга.

Приводи виконавчого органу – це силові елементи пневматичні, гідравлічні, електричні або їх комбінації.

Основні складові приводу: підсилювач потужності, виконавчий двигун, передача. Крім цих основних частин, є додаткові елементи, що реалізують внутрішні зворотні зв'язки - тахогенератори, датчики сил і моментів, пристрої, що коректують.

За наявності зовнішніх зворотних зв'язків (наприклад, за становищем) говорять про так звані стежать приводи або стежать системах. Типовою автоматичною системою, що стежить, є система динамічного позиціонування.

Розрізняють дві основні системи керування - позиційну та контурну.

У позиційній програмується тільки послідовність точок, в яких повинен зупинятися робочий орган, що взаємодіє з об'єктом роботи, та порядок проходження цих точок. Рух між ними відбувається за випадковими траєкторіями.

При малому числі точок позиціонування та зупинок та закріплення в них робочого органу за допомогою упорів керування називають цикловим.

У контурній системі керування програмується та забезпечується траєкторія руху будь-якої заданої форми.

У роботах з позиційним або контурним керуванням використовуються слідчі приводи: для роботи з цикловим керуванням – розімкнені води (тобто виконують команду одного разу і до упору, наприклад, у вигляді кінцевих вимикачів), для контурної – безперервної дії.

Вимоги до приводів з їх керуванням зводяться до наступного:

- володіння необхідною потужністю та зусиллями;
- забезпечення точності керуючого впливу;
- володіння необхідними кінематичними характеристиками

1.2 Структура скелета руки маніпулятора

Від вибору структури скелета залежить різноманітність можливих рухів робота. Однак залишається незрозумілим, чим вимірювати цю різноманітність і які міркування покласти в основу вибору.

Для довільного маніпулювання об'єктом у просторі достатньо шість ступенів рухливості механізму. Тому скелет руки будується, як правило, з ланцюжка в 6 ланок, послідовно з'єднаних один з одним за допомогою шарнірів. Остання від основи ланка несе захватний пристрій – сьому ступінь рухливості. Прийнято розділяти рухи робота на глобальні, регіональні та локальні.

Глобальні рухи – це переміщення відстані, перевищують розміри самого робота.

Регіональні рухи – це переміщення захоплення робота у різні зони робочого простору, що визначається розмірами ланок скелета руки.

До локальних відносяться переміщення захватів, порівняні з його розмірами, зокрема орієнтацію в малій зоні робочого простору, невеликі настановні переміщення тощо.

Поняття про локальні та регіональні рухи дозволяє розчленувати скелет руки робота на дві кінематичні ділянки, що несуть різне функціональне навантаження: кисть із захопленням і власне руку. Кінематика пензля визначає орієнтовні можливості робота, кінематика руки – конфігурацію та розміри

робочого простору робота.

Можливі структурні кінематичні схеми власне руки наведені на рис. [2]. Вони утворені поєднаннями трьох пар п'ятого класу (Обертальних – В і поступальних – П) і забезпечують регіональні переміщення кінцевої точки розімкнутого ланцюга (ця точка є базовою для приєднання кисті із захопленням) в межах деякого робочого простору, контури якого показані тонкими лініями. Для кожного поєднання представлено кілька схем, що реалізуються, що відрізняються взаємним розташуванням осей кінематичних пар, а саме розворотом яких-небудь з пар на 90° .

Вказані назви моделей роботів, що реалізують ту чи іншу структуру. Аналіз наведених структур дозволив виявити умови взаємного розташування пар, що забезпечують об'ємні рухи кінцевої точки ланцюга, вплив співвідношень довжин ланок і обмежень в шарнірах на конфігурацію робочого простору, наявність двозначності, що дозволяє заносити схоп у тіньову сторону перешкод (на рис, такі структури позначені).

Слід підкреслити, що не всяка структура розімкнутого ланцюга, що містить три (або більше) кінематичні пари п'ятого класу, забезпечує об'ємний рух кінцевої точки. Такий рух здійснюється механізмом, структурна схема якого задовольняє хоча б одній із таких умов:

- є дві обертальні пари, осі яких непаралельні ;
- є дві обертальні пари з паралельними осями і поступальна пара, вісь якої не перпендикулярна до осей обертальних пар;
- є дві поступальні пари з непаралельними осями і обертальна пара, вісь якої перпендикулярна до площини, утвореної напрямками цієї поступальних пар, або поступальна пара, вісь якої не паралельна тій же площині.

Виняток становить механізм, що має лише обертальні пари, осі яких перетинаються в одній точці. Невиконання зазначених умов виключає об'ємний рух і призводить до руху поверхнею.

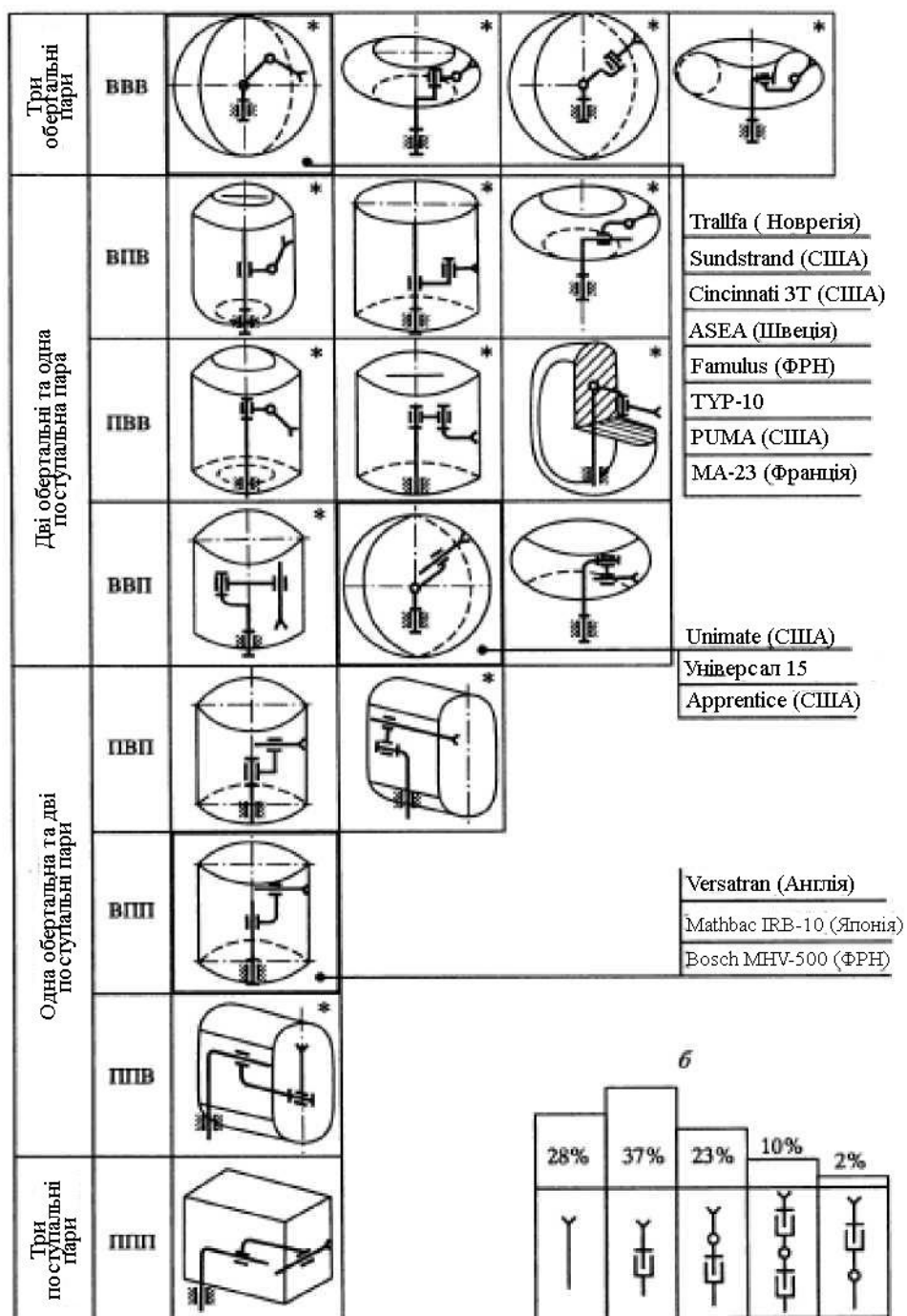


Рисунок 1.1 – Структурні кінематичні схеми

2 ЕЛЕМЕНТИ МАНІПУЛЯТОРА

2.1 Захоплюючий пристрій

Як стверджувалося раніше підводні маніпулятори є частиною родини промислових роботів, далі ПР. Вони мають подібну класифікацію, конструкцію захватних пристроїв та методику розрахунку.

Захоплювальним пристроєм ПР називається його робочий орган, призначений для захоплення та утримування предмета виробництва (або) технологічного оснащення, що називається об'єктом. Нормативна документація встановлює наступні типи захватних пристроїв ПР: механічні, вакуумні, магнітні та інші (рис. 2.1). Для магнітних захватних пристроїв робочими елементами є елементи магнітної системи, до яких притягується об'єкт, для вакуумних присоска, що контактує з об'єктом, що обмежує порожнину розрядження повітря. Поряд з терміном «робочі елементи» в літературі вживаються антропоморфні терміни: «губки», «пальці», «щелепи» та ін.

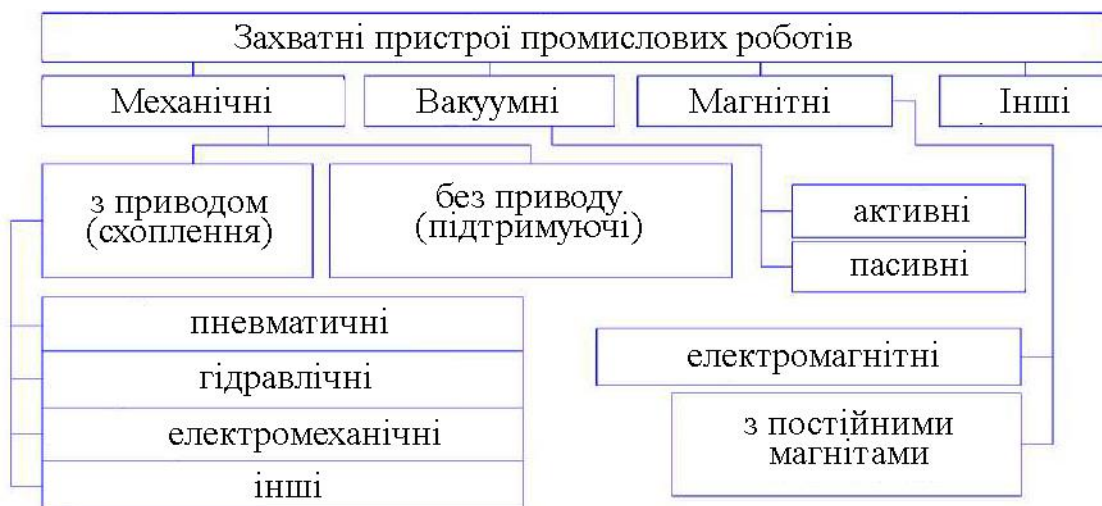


Рисунок 2.1 – Захоплювальні пристрої промислових роботів

Механічними називаються захватні пристрої, в яких утримування об'єкта здійснюється під дією реакцій у точках (зонах) контакту з робочими елементами, створених двигуном або власною вагою об'єкта. Механічні захватні пристрої

поділяються на схвати та підтримуючі захватні пристрої. Схватом називається механічний захватний пристрій, що є механізмом, що утримує об'єкт за допомогою затиску робочим і елементами при їх переміщенні двигуном. Підтримуючими називаються механічні захватні пристрої, що не мають рухомих ланок і являють собою опори, на яких об'єкт утримується під дією сил тяжіння (ковші для захоплення, гаки, штирі, призматичні опорні елементи, лопатки тощо).

Вакуумними називаються захватні пристрої, що утримують об'єкт за допомогою розрідження повітря в замкненій порожнині робочого елемента – присоски. Розрізняють активні захватні вакуумні пристрої, в яких розрідження повітря створюється примусово за допомогою вакуумних насосів або інжекційних пристроїв, і пасивні, в яких розрідження повітря створюється за рахунок його витіснення при деформуванні робочих елементів.

Магнітними називаються захватні пристрої, що утримують об'єкт при дії магнітних сил, створюваних постійним магнітом або електромагнітом.

За способом заміни захватні пристрої поділяються на вручну, що замінюються, і автоматично. Незмінні захватні пристрої, що встановлюються за допомогою нероз'ємних з'єднань, як правило, не використовуються. Вузол кріплення захватного пристрою до рук маніпулятора називається механічним інтерфейсом.

Основними технічними характеристиками захватних пристроїв всіх типів є: номінальна вантажопідйомність, зусилля захоплення, гранично допустимі значення прикладених сил і моментів по осях системи координат захватного пристрою, час захоплення та час відпускання, маса, габаритні розміри, показники надійності.

Зусилля захоплення у стандартах не визначається; зазвичай кажуть, що це сила впливу робочих елементів на об'єкт. У схватах зусилля захоплення створюється приводом, що переміщає робочі елементи при захопленні аж до затискання ними об'єкта. У пружинних хватах зусилля захоплення забезпечується пружинами, що утримують об'єкт у положенні рівноваги.

Часом захоплення називається час від подачі сигналу пристроєм керування

на захоплення до моменту завершення процесу, коли об'єкт займає стійке положення рівноваги в схваті, а зусилля захоплення досягає свого значення, що встановилося. Час відпускання називається час від подачі пристроєм керування сигналу на відпускання до моменту завершення процесу. Для схватів під завершенням процесу від пускання розуміється вивільнення об'єкта і повне розкриття схвата.

Номінальною вантажопідйомністю захватного пристрою називається найбільше допустиме для даного захватного пристрою значення маси об'єктів, що захоплюються. При оснащенні таким захватним пристроєм ПР конкретної моделі реальна маса утримуваного об'єкта не повинна перевищувати корисної вантажопідйомності ПР, тобто того найбільшого значення маси об'єкта, при якому гарантуються його захоплення, утримування та забезпечення встановлених значень експлуатаційних характеристик ПР.

Гранично допустимими значеннями прикладених сил (моментів) називаються найбільші значення центрально прикладеної до об'єкта (на початку системи координат захватного пристрою) сили (моменту), при яких об'єкт утримується захоплюючим пристроєм. Прикладені сили (моменти) створюються силами тяжкості, інерції, силами взаємодії з іншими предметами та оснащенням, що діють на об'єкт. До прикладених сил не належать зусилля захоплення та реакції в точках контакту об'єкта з робочими елементами. Як правило, захватні пристрої призначені для роботи з одним об'єктом і виконують лише функції захоплення, утримування та відпускання. У той же час застосовуються багато об'єктні та багатофункціональні захватні пристрої.

Багато об'єктними називаються захватні пристрої, призначені для захоплення та утримання двох та більше об'єктів.

Багатофункціональними називаються захватні пристрої, перепризначені для виконання поряд з основними функціями технологічних операцій та операцій вимірювання.

2.2 Складові частини схватів

Відомості про функціональне призначення основних складових частин представлені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Складові частини схвату	Функціональне призначення складових частин
Сполучні елементи	Збільшення виносу схвата , його вертикальне або бічне зміщення, зміна орієнтації схвата , забезпечення можливості встановлення двох і більшої кількості схватів або схвата іншого ПР.
Двигуни	Переміщення робочих елементів, створення зусиль захоплення.
Механізми передачі	Перетворення виду руху, зміна його напрямку, передача руху до кількох ланок, отримання необхідних передавального числа та залежності передавального числа від розкриття схвата .
Останні ланки механізмів	Завдання необхідного положення та кінематики переміщень робочих елементів, пристосування до габаритів об'єктів, що захоплюються.
Робочі елементи	Забезпечення базування та жорсткого фіксування предметів за заданими координатами; забезпечення контакту об'єкта за заданими точками, лініями або поверхнями
Накладки (вставки)	Підвищення несучої здатності за рахунок збільшення коефіцієнта тертя, зменшення контактної напруги за рахунок збільшення зон контакту, адаптація до змін форми поверхонь

Детальний аналіз схем і конструкцій схватів показує, що їхня велика різноманітність виходить при поєднаннях невеликої кількості варіантів складових

частин. Автори пропонують розділяти схвати на наступні складові: з'єднувальні елементи, двигуни (або джерела створення переміщень і зусиль), механізми передачі зусиль і перетворення рухів, останні ланки механізмів, робочі елементи, накладки або вставки. У конкретних випадках деякі з перерахованих складових частин можуть або бути відсутніми, або об'єднуватися з суміжними складовими частинами.

Сполучні елементи вставляються між сполучним вузлом руки маніпулятора та основою схвату. Використання сполучних елементів дозволяє змінювати відносне положення та конфігурацію робочої зони маніпулятора найпростішими засобами. Наявність наборів сполучних елементів дозволяє оперативно підлаштовувати ПР за місцем роботи, позбавляючи необхідності проектування та виготовлення таких елементів для конкретного робочого місця. Сполучні елементи можуть бути нерегульованими і регульованими (перезакріплюваними).

Нерегульовані з'єднувальні елементи мають незмінну конфігурацію (див. табл. 2.1), при їх застосуванні положення підстави схвату щодо руки маніпулятора ПР цілком визначено. Параметрами нерегульованих сполучних елементів є відстані між площинами з'єднань, міжосьові відстані та кути між осями. Деякі типи з'єднань, наприклад, фланцеві допускають закріплення схвату в кількох положеннях, повернутих один щодо одного на 45 або 90 °.

Регульовані сполучні елементи складаються з двох або кількох частин, які можуть з'єднуватися та закріплюватися у різних положеннях заданого діапазону. При цьому можуть задаватися або лінійні переміщення, або повороти (по одній або двох осях), або разом і те, й інше. При мірі регульованих сполучних елементів зображено на рис. 2.2.

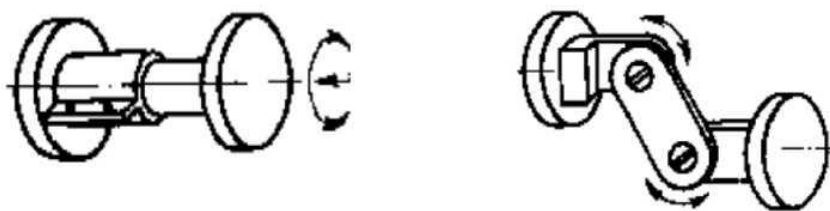


Рисунок 2.2 – Регульовані сполучні елементи

За принципом дії ЗП можна поділити на три групи.

- затискні ЗП впливають на об'єкт за допомогою робочих елементів – губок, пальців, кліщів тощо – і утримують його за рахунок сил тертя, що виникають при затиску, або комбінації сил тертя і зусиль, що замикають. Усі затискні ЗП – активного типу.

Вони поділяються на механічні – кліщі, лещата, шарнірні пальці. – і ЗП з еластичними робочими елементами – камерами, що деформуються під дією стиснутого повітря або рідини, що нагнітається всередину.

- підтримуючі ЗП використовують для утримання нижньої поверхні об'єкта, частини, що виступають, або наявні в корпусі отвори. Це раз особистого роду гаки, петлі, виделки, лопатки та захоплення живильників, що не затискають заготовок.

- притяжні ЗП чинять на об'єкт силовий вплив, використовуючи різні фізичні ефекти. Найбільш поширені вакуумні та магнітні. Зустрічаються ЗП, що використовують електростатичне тяжіння, адгезію, ЗП з липкими накладками тощо.

За характером базування об'єкта ЗП поділяються на п'ять груп.

- ЗП, здатні перебазувати об'єкт, можуть змінювати положення деталі, що утримується завдяки керованим діям робочих елементів. Цією властивістю володіють тільки антропоморфні ЗП з керованими кульовими пальцями.

- центруючі зу визначають положення осі або площини симетрії захоплюваного об'єкта. Це насамперед механічні ЗП, оснащені кінематично пов'язаними робочими елементами, що мають губки у вигляді призм тощо. У деяких випадках центрувати можуть і ЗП з еластичними камерами.

- базуючі зу визначають положення базової поверхні (-ей), що характерно для ЗП, що підтримують, але часто використовується і в затискних ЗП.

- фіксуючі зу зберігають положення об'єкта, яке мав у момент захоплення.

- зу, що не забезпечують базування або фіксації об'єкта, для оснащення ПР майже не застосовуються.

Залежно від призначення ЗП можуть оснащуватися додатковими пристроями для виконання переміщень, що орієнтують. Іноді застосовуються ЗП з пристроями для виконання деяких технологічних операцій.

За кількістю робочих позицій ЗП можна поділити на однопозиційні та багатопозиційні. За характером роботи багатопозиційні ЗП у свою чергу діляться на три підгрупи: послідовної, паралельної та комбінованої дії. ЗП послідовної дії – це, як правило, двопозиційні пристрої, що мають завантажувальну та розвантажувальну позиції.

Робочі елементи кожної позиції діють незалежно. ЗП паралельної дії мають ряд позицій для одночасного захоплення або вивільнення групи деталей. ЗП комбінованої дії оснащені групами паралельно працюючих позицій, причому ці групи приводяться в дію незалежно одна від іншої.

За видом керування ЗП поділяються на чотири групи.

- некеровані ЗП – пристрої з постійними магнітами, з вакуумними присосками без примусового розрядження та ін, для зняття об'єкта з яких потрібна більша сила, ніж для утримання;

- командні ЗП – управляються лише командами на захоплення або відпускання об'єкта. Це, зокрема, ЗП із пружинним приводом та стопорними пристроями, які спрацьовують через такт. Розтискання та затискання губок відбувається завдяки взаємодії з об'єктом маніпулювання або елементами зовнішнього обладнання;

- жорсткопрограмовані ЗП – управляє система програмного керування. Величина розкриття або закриття губок, взаємне розташування робочих елементів, зусилля затиску в таких ЗП змінюються залежно від заданої програми, яка може керувати і дією допоміжних технологічних пристроїв;

- адаптивні ЗП – програмовані пристрої, оснащені різними датчиками зовнішньої інформації, що визначають форму поверхні та масу об'єкта, зусилля затиску, прослизання об'єкта щодо робочих елементів ЗП тощо.

За характером кріплення до руки ПР усі ЗП можна поділити на чотири групи.

– незмінна ЗП – невід'ємна частина конструкції робота. Заміна таких ЗП не передбачається;

– змінні ЗП – самостійні вузли з базовими поверхнями для кріплення до роботи, не розраховані на швидку заміну, наприклад, встановлені на фланці за допомогою кількох гвинтів;

– швидкозмінні ЗП – змінні вузли з конструкцією базових поверхонь для кріплення до роботи, що забезпечує швидку зміну;

– ЗП, придатні для автоматичної зміни – пристрої, конструкція базових поверхонь яких забезпечує можливість автоматичного закріплення на роботі.

Командні ЗП зі стопорними механізмами – автономні пристрої з чергуванням циклів затискання та розтискання деталей, що не потребують спеціальних команд від системи керування та підведення енергії. Деталь утримується пружинами за рахунок ефекту самозатягування або замикаючої дії губок. Як правило, подібні ЗП можуть працювати тільки за вертикального розташування.

На рис. 2.3,а представлена схема ЗП для захоплення валів або фланців за зовнішню поверхню. Пристрій являє собою корпус 7, на якому закріплена напрямна 5, що несе замикаючу планку 4. По напрямній 5 ковзає головка 3, в якій шарнірно закріплені губки 1. У робочому положенні ЗП замикаюча планка 4 входить між верхніми кінцями губок 1, перешкоджаючи.

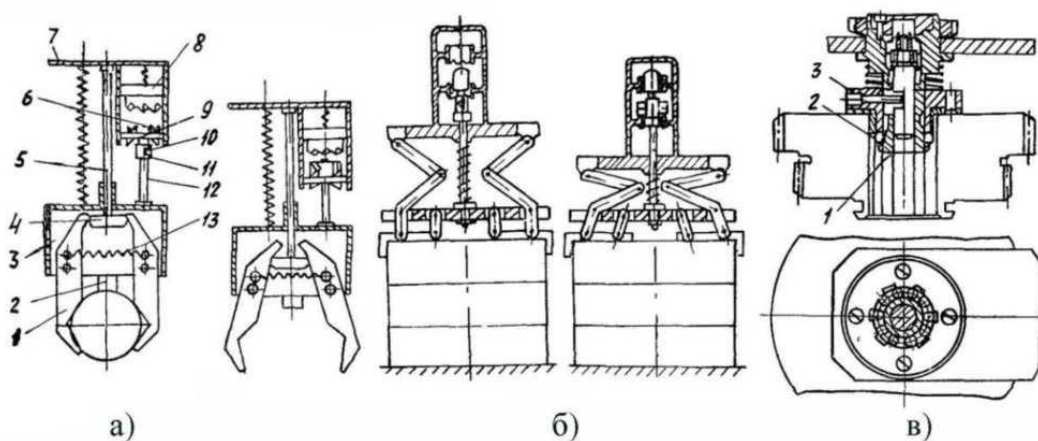


Рисунок 2.3 – Схеми пристроїв для захоплення валів або фланців за зовнішню поверхню

При укладанні виробу у розвантажувальну позицію ЗП переміщається вниз. Після контакту виробу з позицією головка закріпленим у ній упором 2 упирається у виріб і зупиняється, а корпус 7 продовжує опускатися. При цьому планка 4 також опускається і звільняє губки 1, які під дією пружини 13 розходяться, звільняючи виріб.

Одночасно спрацьовує стопорний пристрій. Воно складається з вільно закручування 11, що вміщується на осі 12, нижньої втулки 9, закріпленої на корпусі 7, і верхньої втулки 8. Ця втулка має знизу храпові зубці, а нижня 9 має зубці зверху і зверху і, крім того, забезпечена просте. сторонам є трикутні виступи 10, зміщені щодо храпових зубців. При зближенні корпусу 7 і головки 3 клямка входить у зачеплення з верхніми храповими зубцями і повертається на 45° . Після того як корпус і головка розходяться, клямка входить у зачеплення з верхніми храповими зубцями в тулки 9, повертається ще на 45° і її виступи 10 виявляються зміщеними на 90° щодо прорізів втулки 9. Клямка буде утримуватися втулкою.

Губки захоплень при цьому виявляються розкритими.

Щоб затиснути виріб, треба ще раз зблизити корпус головки. При цьому клямка знову увійде в зачеплення з храповими зубцями верхньої втулки і повернеться на 45° . Коли корпус і головка будуть розходитися, клямка увійде в зачеплення з храповими зубцями верхньої втулки, повернеться ще на 45° і її виступи 10 потраплять у прорізи втулки. Одночасно замикаюча планка 4 переміщається між верхніми кінцями губок 1 і виріб захоплюється.

На рис. 2.3,б представлено тактове пружинне ЗП конструкції ЕНІМС, що забезпечує взяття деталей типу фланців, зубчастих коліс і втулок зі стопи. Принцип дії аналогічний до описаного вище (див. рис. 2.3,а). Пристрій складається з двох пластин, верхня кріпиться до руки ПР, нижня підвішена на важелях. Коли пластини розсуваються, важелі повертаються, зводячи затискні губки, закріплені на шарнірних паралелограмах. Пружини, поміщені між пластинами, забезпечують попереднє зусилля стиснення губок, захоплення здійснюється за принципом самозатягування. У склянці, співвісній одній з

пружин, розташований замикаючий механізм, що спрацьовує при зближенні пластин через такт. Оскільки затискач, деталі відбувається при контакті з нею, таке ЗП не вимагає програмування переміщень по вертикалі дня розбирання деталей зі стопи.

Пружинні тактові ЗП застосовуються до роботи з деталями типу тіл обертання масою до 30 кг за умов масового виробництва.

Аналогічний пристрій для захоплення деталей за отвір показано на рис. 2.3, *ст.* Це ЗП є вузько діапазонним з діаметром об'єктів, що захоплюються, близько 1,5 мм. Пристрій складається з фіксуючої та захоплюючої частин. Фіксуюча частина служить для утримання захоплення у вільному стані. Захопна частина являє собою конус 1 з кульками 2, розташованими по колу в обоймі 3. Кут конуса повинен бути меншим за кут тертя між кульками і деталлю (рекомендується 5° – 6°). В іншому пристрій захоплення та принцип його роботи аналогічні описаним вище (див. рис. 1.1, *а, б*).

Командні ЗП з важільним передавальним механізмом – найчастіше влаштування кліщового типу. Рух губок забезпечується пневматичним, гідравлічним чи електромеханічним приводом. Переваги пневматичного приводу – простота, зручність підведення енергії (один шланг), відсутність течі, легкість регулювання зусилля затиску, можливість використання в агресивних середовищах та зонах високих температур. Недолік – великі габарити при порівняно малих зусиллях затиску. Гідравлічний привід забезпечує великі зусилля затиску при малих габаритах, що у поєднанні зі здатністю до регулювання зумовлює його широке застосування. Найбільш обмежене використання внаслідок порівняльної складності має електромеханічний привід.

2.3 Конструкція механічних захватних пристроїв

Завдання дослідження. Головним завданням магістерської роботи є створення прототипу руки маніпулятора для підводного апарату, модель якого представлена на малюнку. Несуча конструкція робота виконана у вигляді герметичної зварної конструкції з алюмінієвої профільної труби. Переміщення здійснюється за допомогою шести рушіїв, технічні характеристики представлені в табл. 2.2. Чотири з них розташовуються по внутрішній частині каркаса і відповідають за навантаження і керування в горизонтальній площині. Дві, що залишилися, дають можливість до маневрування, виконують функції повороту і руху вперед-назад, розташовані на периферії контракції.

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики робота

Габаритні розміри	720x500x400 мм
Маса (каркас + рушії)	10 кг
Вантажопідйомність	20 кг
Максимальна глибина занурення	20 м
Число рушіїв	6
Матеріал каркасу	Сплав АД31Т
Тяга двигуна	50 Н
Спосіб керування	телекерований

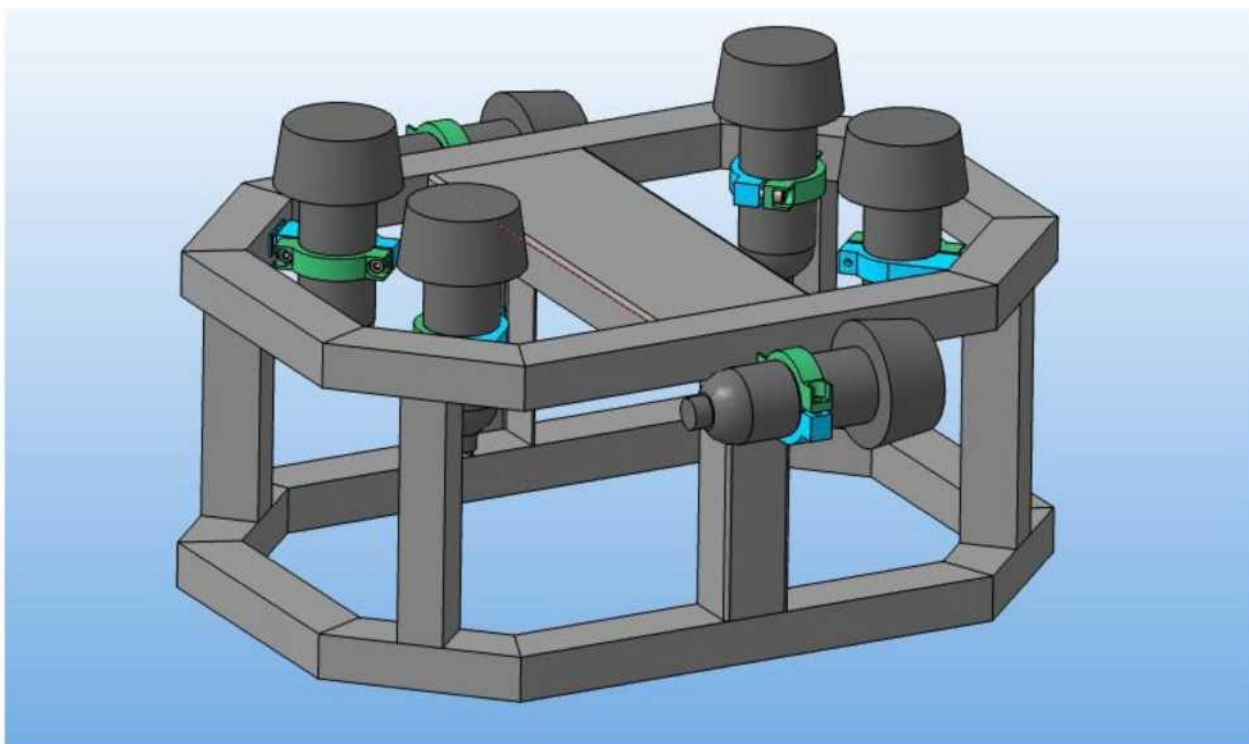


Рисунок 2.4 – Модель каркасу підводного апарату

Основні завдання:

1. Маніпулятор повинен піднімати циліндричні об'єкти (рис.) масою не більше 5-ти кілограм, діаметром до 150 мм і довжиною не більше 300 мм.
2. Також необхідною умовою є забезпечити поворот руки у вертикальній площині на $\alpha = 140^\circ$.
3. Здійснити, необхідні для проектування, розрахунки.
4. Розробити конструкцію маніпулятора.
5. Вибрати приводи для маніпуляторів.
6. Розробити технологію серійного виробництва профільованої стінки схвату, «Стінка велика ліва».
7. Розробити технологію збирання руки маніпулятора.

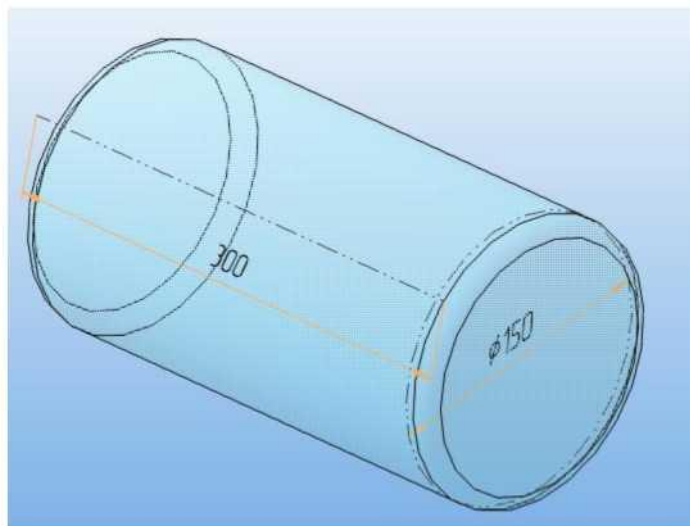


Рисунок 2.5 – Об'єкт маніпуляції та її габаритні розміри

Після створення моделі маніпулятора в середовищі САПР слід зробити розрахунок її характеристик міцності. В результаті аналізу, внести необхідні зміни до конструктиву.

Кінцевим етапом проектування є складання технічної документації, що включає в себе технологічний процес виготовлення окремих деталей конструкції руки маніпулятора. А також виконання розділу економічної та соціальної відповідальності.

3 РОЗРОБКА МАНІПУЛЯТОРА

Проектування передбачає розгляд наступних технічних вимог до конструкції:

Функціональні:

- вигляд і розташування ступенів рухливості;
- розмір та форма робочої зони;
- діапазони можливих зусиль у робочих органах;

Конструктивні:

- спосіб установки маніпуляторного пристрою;
- матеріали;
- масові та габаритні характеристики;
- тип джерел живлення та проводів;

Експлуатаційні

- параметри середовища.

3.1 Вибір компонуванняльної схеми механізму маніпулятора

На цьому етапі вибирається кількість, вид і взаємне розташування ступенів рухливості маніпулятора. Також розглядаються експлуатаційні характеристики, такі як: форма, розташування та розміри робочої зони. Робоча зона характеризує досяжність роботом тих чи інших просторів.

Виходячи з технічного завдання необхідна конструкція, що містить один ступінь рухливості маніпулятора, для здійснення повороту в вертикальній площині. Для простоти та здешевлення конструкції, обертальний рух буде реалізовано за допомогою перетворення поступального руху, шарнірним механізмом, схема якого представлена на рис. 3.1.

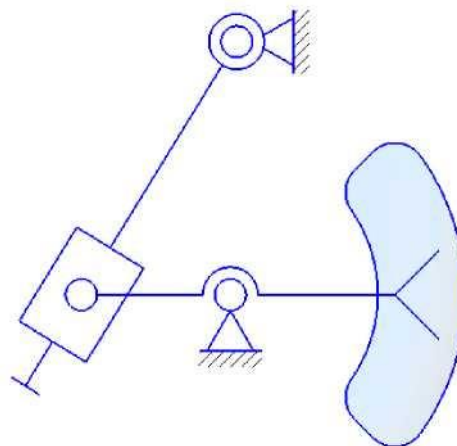


Рисунок 3.1 – Кінематична схема повороту маніпулятора у вертикальній площині

Причому обертальний ступінь рухливості з'єднаний з нерухомим корпусом робота і буде розташований на фронтальній частині.

Як привод поступального руху приймемо багатопозиційний пневмоциліндр двосторонньої дії, з відповідним зусиллям (отриманими в ході силового розрахунку).

Розглянемо переваги та недоліки обраного типу приводу [4].

Переваги:

- відсутність необхідності повертати робоче тіло (повітря) назад до компресора, отже, зменшення шлангів, що надходять до роботи;
- менша вага порівняно з альтернативними приводами;
- простота конструкції (мала кількість рухомих частин при великій навантажувальній здатності та високій швидкості), що веде до дешевизни кінцевого виробу;
- ККД малочутлива до витоків робочого газу;
- малі ремонтні витрати;
- легкість регулювання зусилля.

Недоліки:

- перепади температур робочого газу можуть призвести до появи водяної пари та подальшого промерзання системи;
- низька плавність ходу;

– необхідність додаткового простору на керованому судні для пневматичної станції та підведення додаткового кабелю на робота (що збільшить опір у воді).

3.2 Вибір захватного пристрою

Захоплювальні пристрої (рука) необхідні для захоплення та утримання об'єкта маніпулювання (ОМ). До них пред'являються такі вимоги: збереження положення ОМ при подальшій роботі робота, пристосування до змін форми і розмірів ОМ (в даному випадку довжини і діаметра), швидкодія, довговічність, надійність, можлива компактність, простота конструкції.

Для утримання ЗМ буде задіяний класичний принцип, заснований на використанні сили тертя шляхом створення унікальної форми схватів.

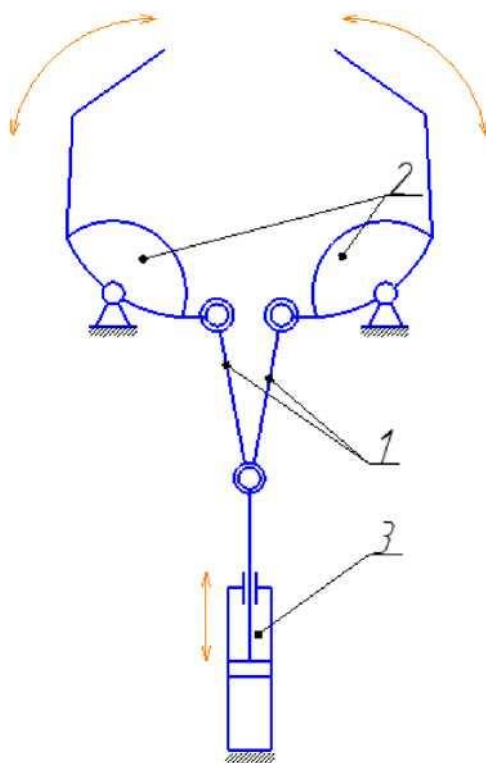


Рисунок 3.2 – Кінематична схема захоплення

При русі штока пневмоциліндра (3) вниз, відбувається обертально – поступальний рух шарнірів (1). Що призводить до обертання захватів (2) та

«захоплення» об'єкта маніпулювання.

3.3 Профільування губок захоплення

Побудова профілю поворотних губок, що центрують кліщових захватних пристроїв для деталей типу тіл обертання. До механічних ЗП кліщового типу, призначених для маніпулювання ступінчастими валами та фланцями, часто пред'являються вимоги забезпечення центрування деталей при зміні їх діаметрів. Губки повинні бути профільовані так, щоб забезпечувати в певному діапазоні центрування поверхні ЗМ різного діаметру. Верхні частини губок роблять однаковою шириною, а нижні зрізають так, щоб вони заходили одна за іншу (рис. 3.3). Це дозволяє надійно центрувати вал навіть у тому випадку, коли в зоні дії губок з'являється об'єкт з перепадом діаметрів.

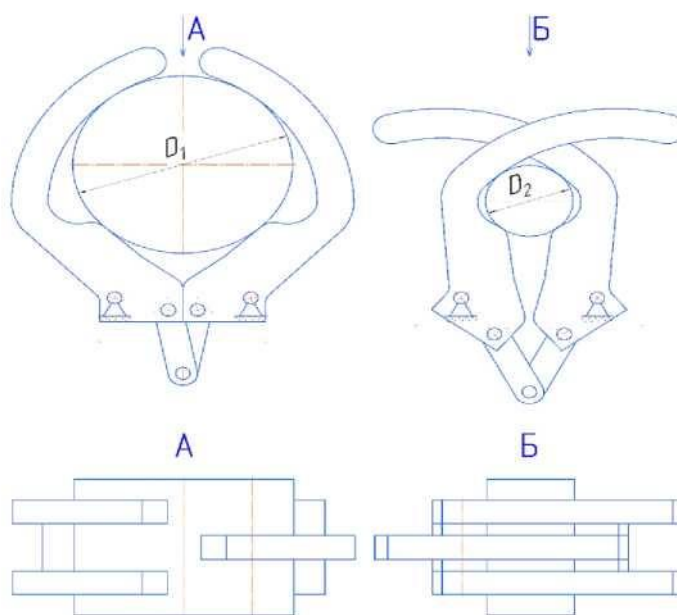


Рисунок 3.3 – Схема заходу губок одна в одну

Для точного центрування заготовки профіль губок апроксимується дугами кола.

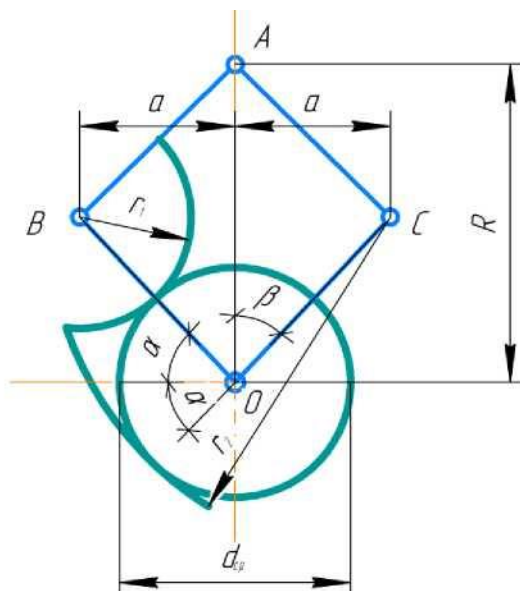


Рисунок 3.4 – Схема, що пояснює побудову профілю поворотних губок, що обертаються навколо загальної осі А

Де А – загальна вісь повороту губок;

Про – вісь ОМ;

r_1 і r_2 – радіуса дуг профілю губки;

В, С – точки, з яких окреслюються дуги профілю радіусами r_1 і r_2 ;

R – радіус повороту губок;

a – горизонтальна координата точок В та С щодо осі А;

$d_{ср}$ – середній діаметр ОМ;

2α – центральний кут між точками контакту губок з деталлю;

β – кут, що отримується побудовою;

Вихідними параметрами при побудові профілю губок є діа пазон діаметрів деталей, що затискаються (D_{max} і D_{min}) та центральний кут між точками контакту губок із деталлю 2α . Рекомендуються $\frac{D_{max}}{D_{min}} = 2,5$ та $2\alpha = 40...50^\circ$, приймемо $\alpha = 25^\circ$.

При $D_{max} = 150$ мм, з технічного завдання, знайдемо D_{min} :

$$D_{\min} = \frac{D_{\max}}{2,5} = \frac{150}{2,5} = 60 \text{ мм},$$

Знайдемо d_{cp} :

$$d_{cp} = \frac{D_{\max} + D_{\min}}{2} = \frac{150 + 60}{2} = 105 \text{ мм},$$

Розмір R між центром валу, що затискається, і віссю повороту губки вибирається конструктивно і повинен бути більше d_{cp} , приймемо $R=110$ мм.

З точок В і С окреслюють дуги профілю радіусами r_1 і r_2 . Ці точки лежать з відривом від осі повороту губки на $\frac{R}{2}$. Горизонтальні координати точок В, з розрахуємо за формулою:

$$a = \frac{R}{2} = 55 \text{ мм}.$$

Радіуси дуг профілю губок та вертикальну координату точок В та С знайдемо при побудові.

$$r_1 = 8,2 \text{ мм}, r_2 = 113,2 \text{ мм}.$$

При даному методі похибка центрування становить ($\beta=50^\circ$):

$$\Delta = \pm \frac{(D_{\max} - D_{\min})^4}{4096 \cdot R^3} \cdot \text{tg}^2 \beta = \pm \frac{(150 - 60)^4}{4096 \cdot 110^3} \cdot \text{tg}^2 50 = \pm 0,017 \text{ мм}.$$

На рис зображено першу схему побудови профільованих губок, особливістю є симетричний поворот губок щодо загальної осі, точки А.

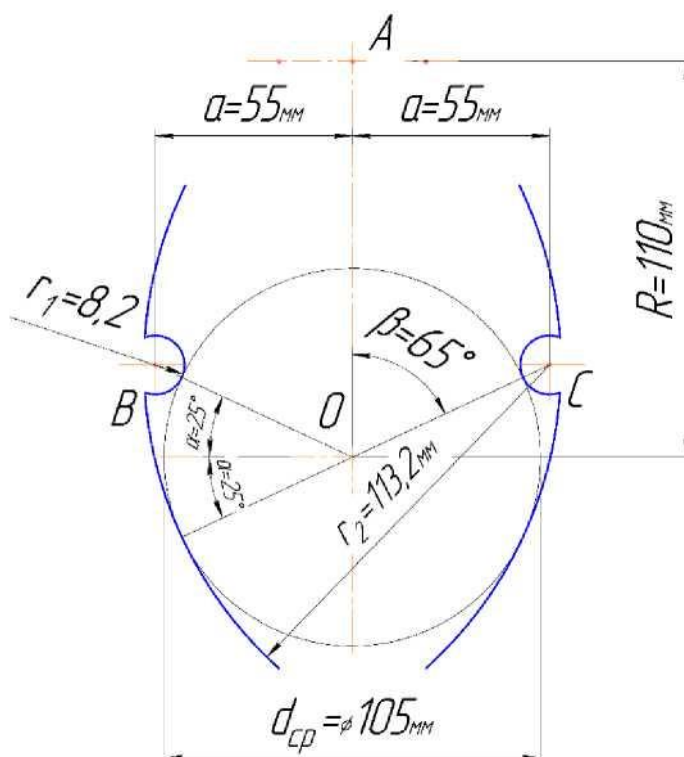


Рисунок 3.5 – Схема при повороті губок довкола загальної осі А

Так само розглянемо схему, при якій губки мають різні осі повороту A_1 і A_2 то точки контакту деталі з профілями радіуса r_1 і r_2 зміняться. Горизонтальні складові точок В і С збігаються з центрами обертання губок. Центральний кут φ між осями повороту губок та центром об'єкта маніпулювання О (кут A_1OA_2) рекомендується вибрати в межах:

$$0 \leq \varphi \leq (2\alpha - 40^\circ).$$

Прийmemo $\varphi = 50^\circ$ і збудуємо другу схему рис. 3.6.

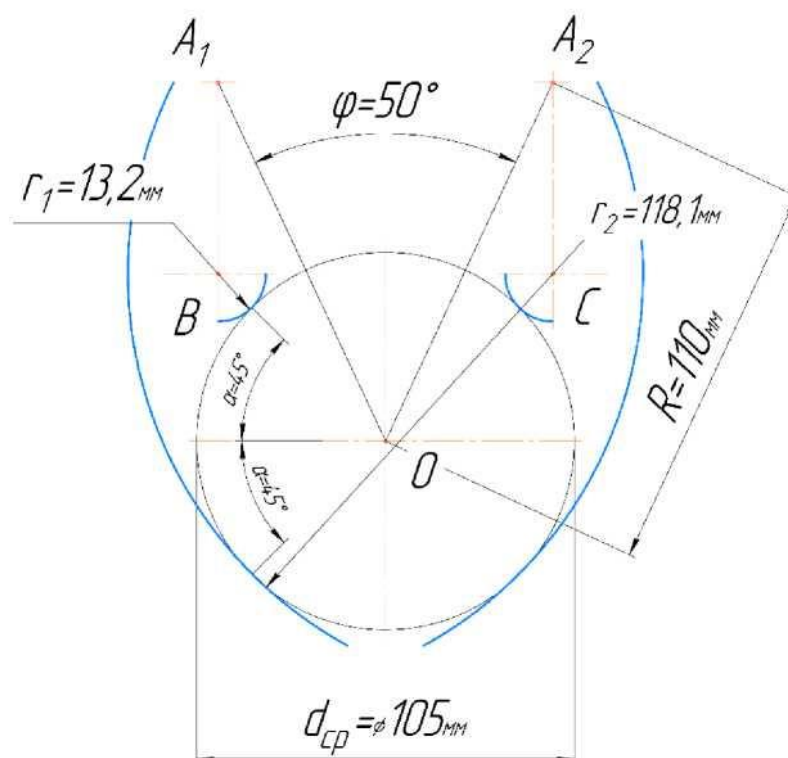


Рисунок 3.6 – Схема при повороті губок навколо осей A_1 та A_2

Для порівняння отриманих схем, побудуємо їх у момент захоплення найменшого та найбільшого можливого діаметра об'єкта маніпулювання (рис. 3.7).

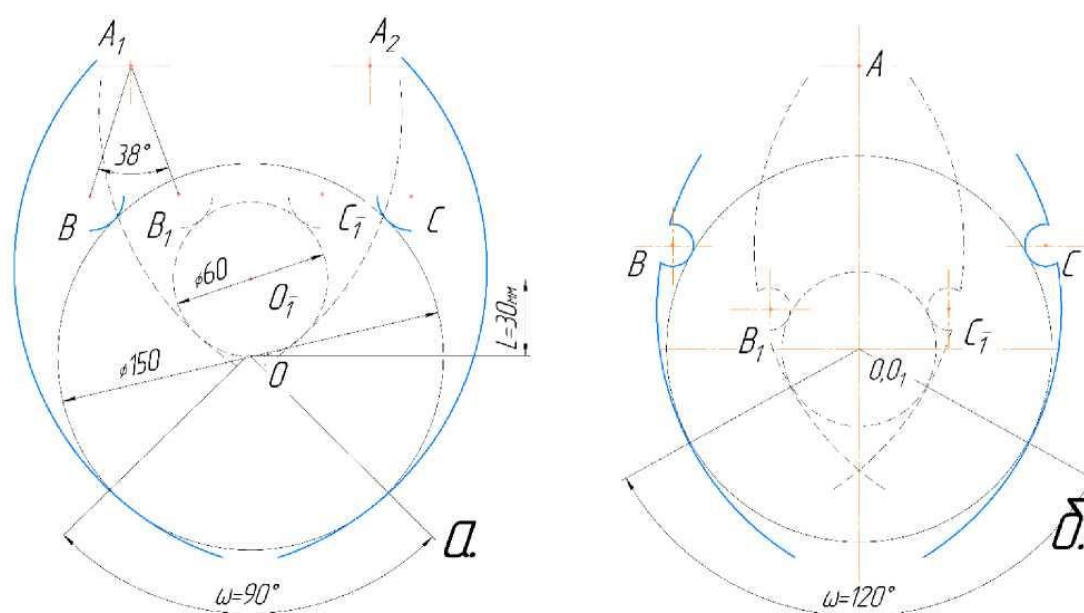
На рис. 3.7, можна помітити, що при зміні діаметра ЗМ його вісь зміщується строго вертикально, в ідеальні умови значення цього переміщення $L = 30$ мм. Коли схемою б. вісь постійно знаходиться в одному положенні.

Ще однією основною відмінністю є кут, який впливає на величину зусилля, що виникає в момент контакту об'єкта і губок захоплення.

3.4 Силевий розрахунок захоплення

Розрахунок механічних захватних пристроїв включає знаходження сил, які у місцях контакту ОМ і губок; визначення зусиль приводу. Методика розрахунку захватних пристроїв ведеться аналогічно до розрахунків деталей машин. Необхідно визначити найбільшу реакцію, що виникає на губках схвату під дією

ваги тіла. Це необхідно для подальшого знаходження зусилля приводу, необхідного для захоплення та утримання ЗМ. Слід враховувати, що з використання профільованих губок захоплення, ОМ безпосередньо підтримується з аними губками, а сили тертя мало беруть участь у утриманні. На рис. 3.8 представлена типова розрахункова схема.



а) – при повороті губок щодо власних осей A_1 і A_2 ; б) – при повороті щодо загальної осі A

Рисунок 3.7 – Схеми захоплення найменшого та найбільшого можливого діаметра ЗМ

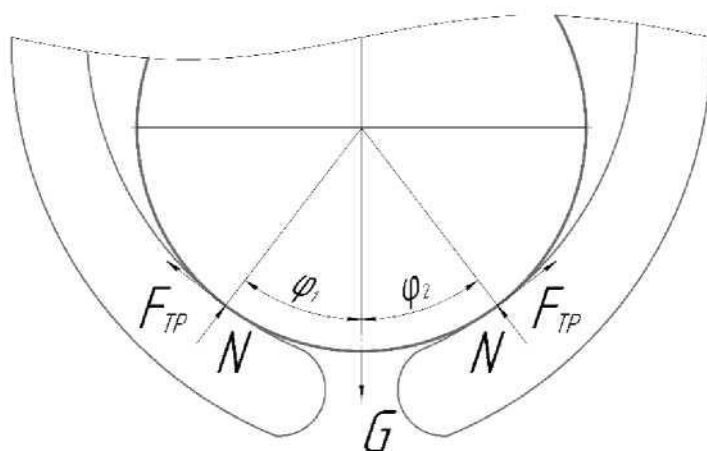


Рисунок 3.8 – Схема сил

Де,

N_i – зусилля контактування між об'єктом та губками;

R – реакція на губку захоплення (вага тіла);

φ – кут між проекцією сили R на площину та силою N_i , $\varphi_i = \frac{\omega_i}{2}$.

Розрахункова формула для зусилля N_i :

$$N_i = R \frac{\sin \frac{\omega_i}{2} - \mu \cdot \cos \frac{\omega_i}{2}}{\sin \omega_i - 2\mu \cdot \cos \omega_i}.$$

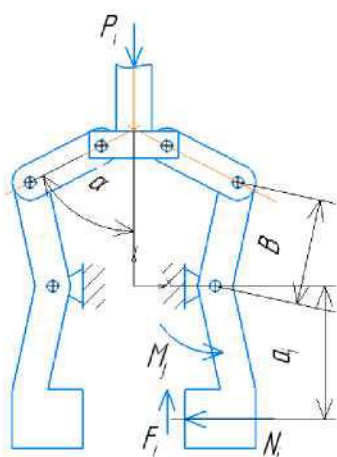
де $\omega_1 = 90^\circ$, $\omega_2 = 120^\circ$, $R = 50$ Н і коефіцієнт тертя у воді $\mu = 0,1$. Обчислимо N для двох схем захоплення:

$$N_1 = 50 \frac{\sin \frac{90^\circ}{2} - 0,1 \cdot \cos \frac{90^\circ}{2}}{\sin 90^\circ - 2 \cdot 0,1 \cdot \cos 90^\circ} = 31,82 \approx 32 \text{ Н},$$

$$N_2 = 50 \frac{\sin \frac{120^\circ}{2} - 0,1 \cdot \cos \frac{120^\circ}{2}}{\sin 120^\circ - 2 \cdot 0,1 \cdot \cos 120^\circ} = 42,24 \approx 43 \text{ Н}.$$

Далі розрахуємо необхідне зусилля приводу за типовою схемою та формулою.

З розрахункової формули зусилля приводу P можна зробити висновок, що воно збільшиться при збільшенні зусилля контакту між об'єктом і губками N_i . Це призведе до вибору потужнішого приводу, а отже, приводу, який важчий і вимагає великих витрат енергії для роботи. Тому подальший розрахунок та компонування конструкції вестиметься для схеми а із рис. 3.10. Оскільки там виходить найменше зусилля N .



Загальний випадок

$$P \geq \frac{\sum_{j=1}^m M_j \cos \alpha}{b \eta_p} ;$$

для симетричних губок

$$P \geq \frac{2 M_j \cos \alpha}{b \eta_p} ;$$

$$\eta_p = 0,9 \div 0,95$$

Рисунок 3.9 – Типова схема розрахунку зусилля приводу

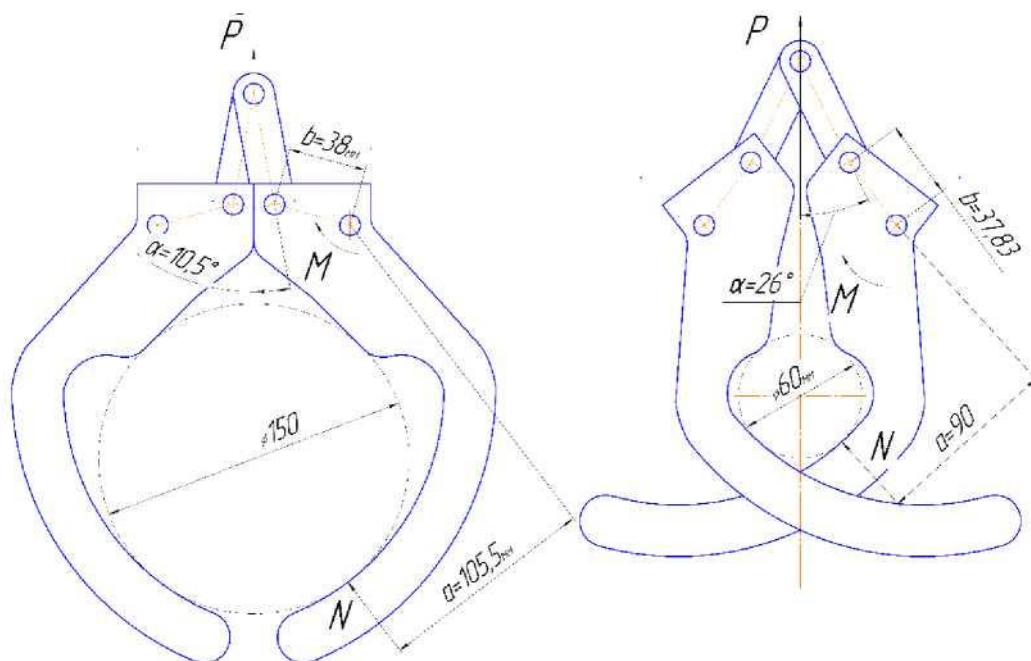


Рисунок 3.10 – Розрахункові схеми зусилля приводу під час захоплення об'єкта з $D_{\max}$ і $D_{\min}$

Для $D_{\max}$:

$$P_{D_{\max}} \geq \frac{2 \cdot M \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p} ,$$

$$\frac{2 \cdot M \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p} = \frac{2 \cdot a \cdot N \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p},$$

$$\frac{2 \cdot 0,11 \cdot 32 \cdot \cos 10,5^\circ}{0,038 \cdot 0,925} = 196,9 \text{ Н},$$

$$P_{D_{\max}} \geq 197 \text{ Н},$$

Для $D_{\min}$, аналогічно:

$$P_{D_{\min}} \geq \frac{2 \cdot M \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p},$$

$$\frac{2 \cdot M \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p} = \frac{2 \cdot a \cdot N \cdot \cos \alpha}{b \cdot \eta_p},$$

$$\frac{2 \cdot 0,09 \cdot 32 \cdot \cos 26^\circ}{0,038 \cdot 0,925} = 147,28 \text{ Н},$$

$$P_{D_{\min}} \geq 148 \text{ Н},$$

3.5 Характеристики приводу

Виберемо пневмоциліндр із каталогу. Технічні характеристики, вказані в табл.3.1, геометричні в табл.3.2.

Пневмоциліндр N3 R3 T3 A3 – 38E – 20L,

де N3 – відповідає ISO 15552;

A3 – варіант ущільнення штока;

R3 – високий захист від корозії;

38E – хід штока;

T3 – діапазон температур $-40 \dots + 80^{\circ}\text{C}$;

20L – довжина різьблення на штоку.



Рисунок 3.11 – Привід N3 R3 T3 A3-38E - 20L

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики приводу

Діаметр поршня, мм	32
Хід, мм	38
Демпфування	пружні демпфуючі кільця з двох сторін
Опитування положення	за допомогою датчиків положення
Тип монтажу	за допомогою внутрішнього різьблення
Робоче тіло	стиснене повітря
Робочий тиск, бар	0,3.12
температура , ^{про}	-40..+80
Клас стійкості до корозії CRC	3
Вага пневмоциліндра , г	550
Теоретичне зусилля при 6 барах,	483

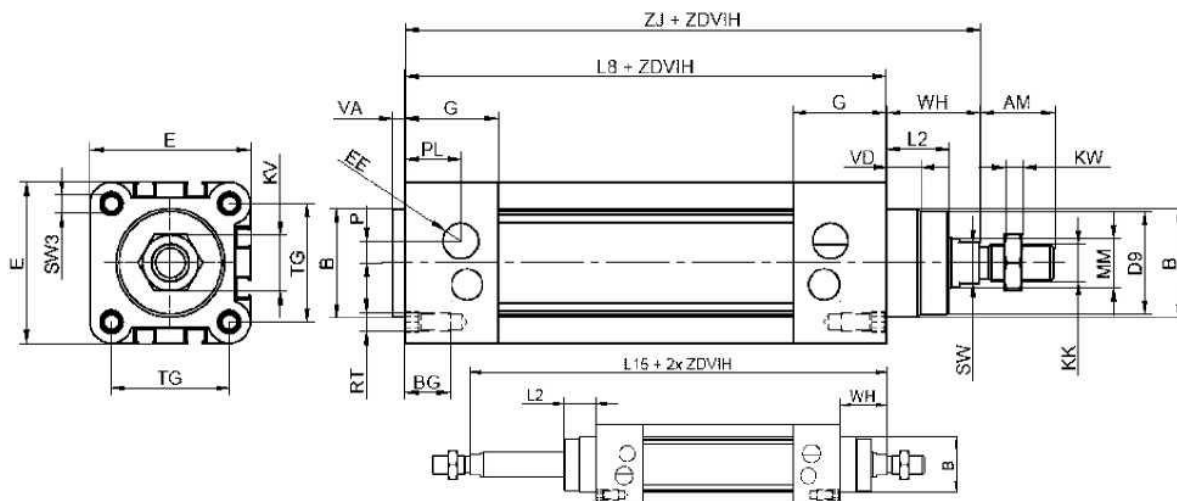


Рисунок 3.12 – Ескіз пневмоциліндра N3 R3 T3 A3-38E - 20L

Таблиця 3.2 – Геометричні параметри N3 R3 T3 A3-38E - 20L

0	AM	B	BG	D9	E	EE	G	KK	KV	KW	L2	ZJ
32	22	30	16	28	46	G1/8"	25	M10x	17	6	18	120
L8	L15	MM	P	PL	RT	SW	SW3	TG	VA	VD	WH	
94	146	12	5	16	M6	10	6	32.5	4	10	23	

Розрахуємо тиск необхідний забезпечення захватного зусилля, знаючи зусилля при 6 барах = 483 Н (з пропорції):

$$P = \frac{6\text{бар} \cdot 148\text{Н}}{483\text{Н}} = 1,8\text{бар}.$$

3.6 Розробка поворотного механізму

Схему поворотного механізму проілюстровано на рис. 3.13. На ній видно, що поворот маніпулятора здійснюється за допомогою пневмоциліндра (1), який закріплений в основі (2) гвинтами (12). Основа обертається на осях (6) встановлених на кронштейни (3). Кронштейни, у свою чергу, приварені до корпусу робота. Поступальний рух штока циліндра передається на корпус маніпулятора за допомогою шарнірного з'єднання, що складається з: штовхача (4)

з отвором під вісь (10) і шарніра (5). Толкач закріплений на штоку за допомогою різьбового з'єднання. Шарнір встановлений на корпусі маніпулятора і кріпиться болтовими з'єднаннями (8,9). Вісь (10) фіксується кільцями (11).

При русі штока пневмоциліндра маніпулятор здійснює поворот, на осі (13), встановленої в колоні (14).

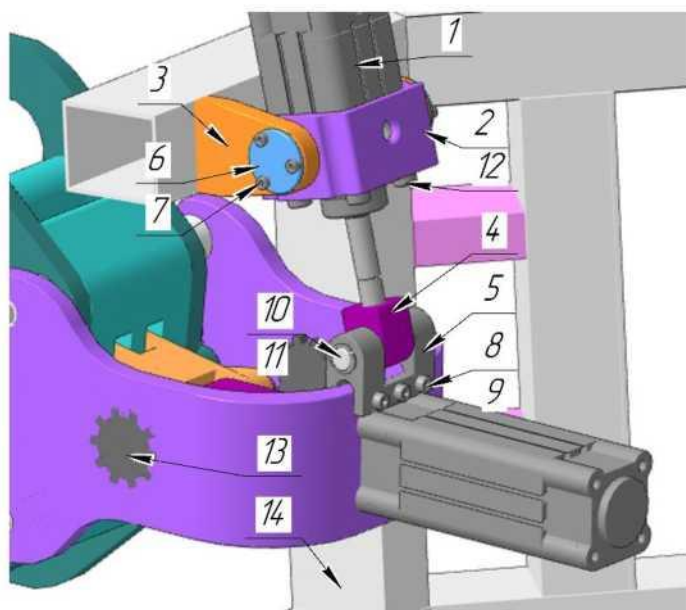


Рисунок 3.13 – Схема повороту маніпулятора у вертикальній площині

З конструктивних особливостей розташування маніпулятора щодо корпусу робота, з'явилася обмежувальна умова у величині кута повороту. Маніпулятор не здатний відхилитися від горизонтального положення більш ніж на 25° , отже, загальний кут повороту становить 50° у вітрувальній площині. З рисунку. Головним обмеженням на збільшення кута повороту вплинуло розташування центру мас маніпулятора, обчисленого в ході застосування операції «Масо-центрувальні характеристики (МЦХ) моделі» в САПР, щодо осі обертання в колоні (14).

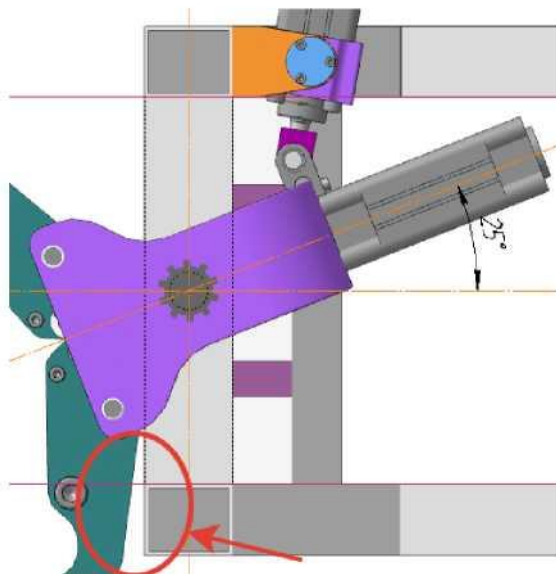


Рисунок 3.14 – Обмеження у повороті

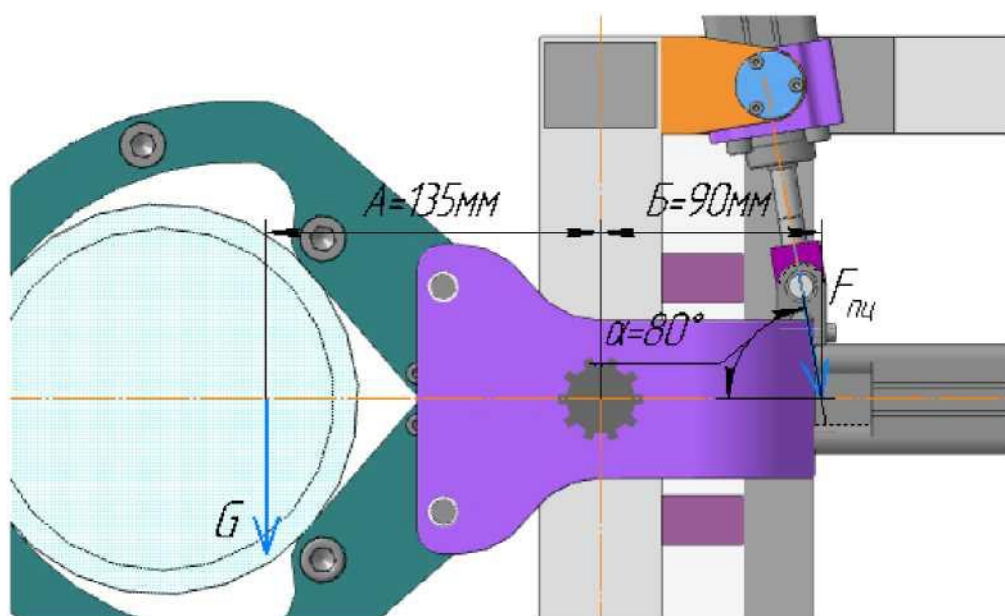


Рисунок 3.15 – Розрахункова схема

Розрахуємо необхідне зусилля на штоку використовуючи умову:

$$G \cdot A < F_{пц} \cdot \sin 80^\circ \cdot B,$$

де А – відстань від центру мас до осі повороту;

Б – відстань від осі повороту до зусилля, що прикладається приводом;

G – вага маніпулятора з ОМ при масі $M = 9,6$ кг з розрахунків САПР Компас 3D;

$P_{\text{пц}}$ – зусилля на штоку.

$$F_{\text{пц}} > \frac{G \cdot A}{B \cdot \sin 80^\circ},$$

$$F_{\text{пц}} > \frac{M \cdot g \cdot A}{B \cdot \sin 80^\circ},$$

$$\frac{M \cdot g \cdot A}{B \cdot \sin 80^\circ} = \frac{9,6 \cdot 10 \cdot 0,135}{0,09 \cdot \sin 80^\circ} = 146,2 \text{ Н},$$

$$F_{\text{пц}} > 147 \text{ Н}.$$

Виходячи з умови, виберемо пневмоциліндр, аналогічний використовуваному в приводі захоплення, Привід N3 R3 T3 A3 - 38E - 20L.

При збільшенні відстані A відбувається зменшення відстані B , що призводить до стрімкого збільшення зусилля пневмоциліндра $F_{\text{пц}}$, отже, збільшення ваги приводу, що вкрай несприятливо.

3.7 Забезпечення кута повороту

Для здійснення повороту маніпулятора на заданий у технічній умові кут 140^{про} необхідно змінити конструкцію каркаса підводного робота. Ці зміни пов'язані з переміщенням осі повороту руки вперед та використанням поворотного пневмоциліндра, рис. 3.16.

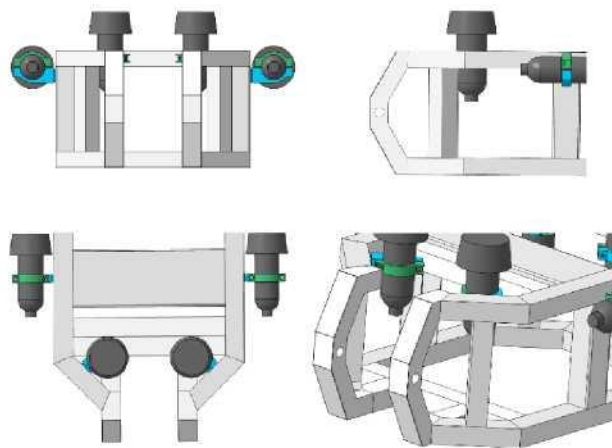


Рисунок 3.16 – Змінений каркас

Розрахуємо необхідний момент і виберемо пневмоциліндр аналогічно розрахункам вище:

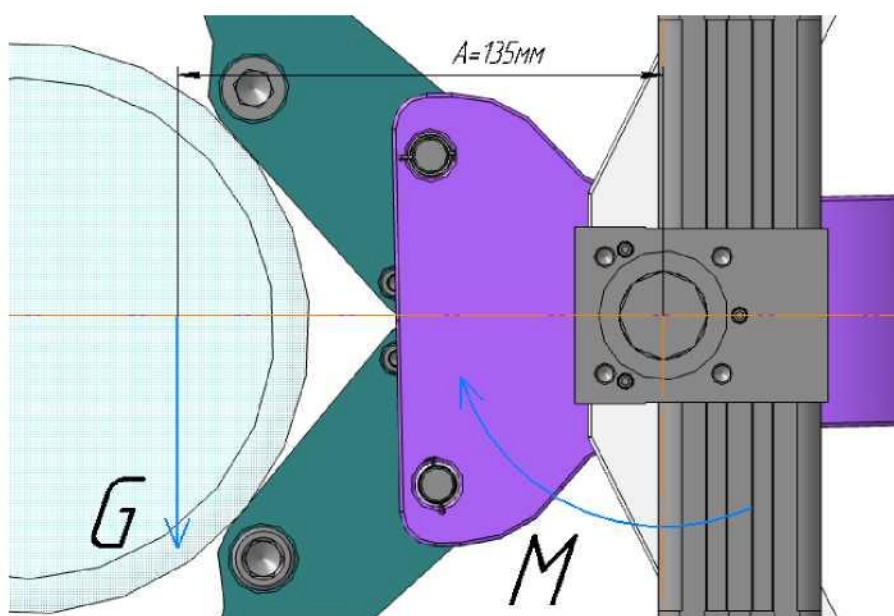


Рисунок 3.17 – Розрахункова схема

Розрахуємо необхідний момент, використовуючи умову:

$$G \cdot A < M,$$

де A – відстань від центру мас до осі повороту;

G – вага маніпулятора з ОМ при масі $M = 9,6$ кг з розрахунків САПР Компас 3D;

M – момент, що створюється пневмоциліндром.

$$M > G \cdot A,$$

$$M > m \cdot g \cdot A,$$

$$m \cdot g \cdot A = 9,6 \cdot 10 \cdot 0,135 = 12,3 \text{ Нм},$$

$$M > 12,3 \text{ Нм}.$$

Виходячи з умови, виберемо пневмоциліндр з каталогу [] – 69-040 /150-F. Технічні характеристики, якого вказані в табл. 3.3, геометричні в табл. 3.4.

Пневмоциліндр 69-032/150-F,
де 69 – серія;

040 – діаметр штока;

150 – кут повороту;

F – вихідний елемент втулки зі шпон пазом;



Рисунок 3.18 – Привід 69-032/150-F

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики приводу

Діаметр поршня, мм	40
Ціна поділу, ^{про}	5
Демпфування	пружні демпфуючі кільця з двох сторін
Опитування положення	за допомогою датчиків положення
Тип монтажу	через різьбові отвори в корпусі з потужністю кріпильних елементів
Робоче тіло	стиснене повітря
Робочий тиск, бар	1...10
температура, ^{про}	-20..+80
Клас стійкості до корозії СЯС	3
Вага пневмоциліндра, г	1650
Теоретичний момент при 6 барах,	13,5

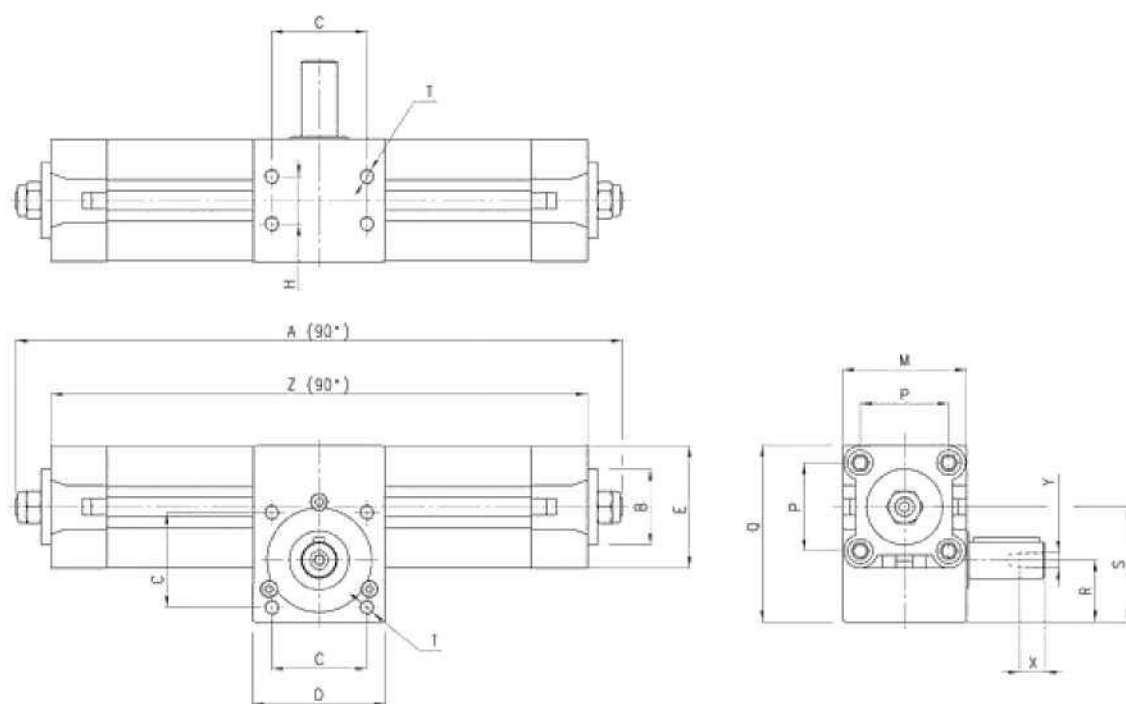


Рисунок 3.19 – Ескіз пневмоциліндра 69-032/150-F

Розрахуємо тиск необхідний для забезпечення обертання маніпулятора, знаючи момент при 6 барах = 13,5 Нм (з пропорції):

$$P = \frac{6\text{бар} \cdot 13,5\text{Нм}}{12,3\text{Нм}} = 6,6 \text{ бар},$$

Таблиця 3.4 – Геометричні параметри 69-032/150-F

0	A	B	*	3	D	E	F	G	H	J	K	L
40	249	35	63	40	60	55	5	14	22	25	25	31
M	N	P	Q	R	S	T	U	Y	X	Z		
60	G1/4	38	80	30	54,5	M6	10	M5	12.5	263		

Аналізуючи варіант із зміною конструкції каркаса робота для забезпечення заданого кута повороту, можна зробити висновок:

- збільшиться вага всієї конструкції;
- зміниться центр мас, що позначиться потреби у більш тонкому балансуванні роботи рушіїв;
- вага поворотного пневмоциліндра в 3 рази вище, ніж звичайного;
- необхідне тиск робочого газу для здійснення повороту 3 вище, ніж для звичайного пневмоциліндра.

Виходячи з висновку, було прийнято зупинитися на варіанті конструкції поворотного механізму з використанням пневмоциліндра N3 R3 T3 A3-38E – 20L.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Вступ

Метою управління охороною праці є забезпечення безпеки, збереження здоров'я та працездатності людини в процесі праці. Ця мета досягається виконанням відповідних функцій управління, тобто комплексом взаємопов'язаних видів, що здійснюються суб'єктом управління цілеспрямовано на об'єкт управління.

Об'єктом управління в системі управління охороною праці є діяльність функціональних служб і структурних підрозділів конкретних керівників та інженерно-технічних робітників підприємств із метою забезпечення безпечних, нешкідливих та сприятливих умов праці на робочих місцях, виробничих ланках, У цехах і на підприємстві в цілому.

Мета впровадження системи управління охороною праці (СУОП) — це всебічне сприяння виконанню вимог, які повністю ліквідують, нейтралізують або знижують до допустимих норм вплив на працюючих небезпечних та шкідливих факторів виробничого середовища, забезпечують усунення джерел небезпеки, ізолювання від них персоналу, використання засобів, що усувають небезпечні ситуації та підвищують технічну безпеку, створюють надійні санітарно-гігієнічні та ергономічні умови. СУОП передбачає встановлення конкретних кількісних показників діяльності виробничих підрозділів, підтримування котрих в заданих межах забезпечує досягнення основної мети щодо організації безпечних та нешкідливих умов праці.

Проблема створення безпечних і нешкідливих умов праці в Україні існувала завжди, про що свідчить статистика нещасних випадків: ще 10 років тому на виробництві щорічно травмувалося 125 000 працівників, з них гинуло майже 3000. Проте, справжній стан охорони праці та рівень виробничого травматизму на той час замовчувались. З цих причин багато важливих невідкладних наукових і виробничих завдань з питань умов праці зовсім не вирішувалось.

Наслідками такого становища стали:

- відставання від світових досягнень на 15-20 років вітчизняної науки з питань охорони праці;
- зростання в 5-8 разів рівня виробничого травматизму порівняно з такими ж показниками в інших промислово-розвинених країнах;
- перевищення майже в 2 рази в розрахунку на одного працюючого виплат на пільги і компенсації за роботу в шкідливих умовах над витратами на профілактику нещасних випадків і професійних захворювань.

В 1992 р. Україна прийняла Закон “Про охорону праці”.

Цей закон визначив пріоритетні напрямки реалізації конституційного права громадян на охорону їхнього життя і здоров’я в процесі трудової діяльності, проголосив основні принципи державної політики в галузі охорони праці.

За роки, що минули з часу прийняття Закону, зроблено для реалізації цих принципів:

- створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності населення при Кабінеті Міністрів України. Вона розробляє та здійснює заходи щодо створення цілісної системи державного управління охороною життя людей на виробництві, організовує контроль за виконанням відповідних законодавчих актів і рішень Уряду України, координує діяльність центральних і місцевих органів виконавчої влади з цих проблем;
- створено Державний комітет по нагляду за охороною праці, якому передано від профспілок державний нагляд за дотриманням законодавства про охорону життя і здоров’я працівників в усьому народному господарстві, доручено комплексне управління охороною праці на державному рівні.
- у 1994-1995 рр. в Україні були розроблені і, в основному, виконані перші галузеві, регіональні і виробничі програми поліпшення стану умов, безпеки праці і виробничого середовища.

У теперішній час йде реалізація національної, галузевих та інших програм з охорони праці, розроблених до 2000 року.

Фінансування програм здійснювалось із спеціально створених відповідних фондів охорони праці. Такі фонди були запроваджені Законом “Про охорону праці” вперше. Зазначені фонди певною мірою стали економічною основою для поліпшення стану безпеки і гігієни праці.

Створено Національний науково-інформаційний навчальний центр охорони праці, виходить щомісячний науково-виробничий журнал “Охорона праці”. Завершується створення єдиної автоматизованої інформаційної системи охорони праці, яка спрямована на підвищення ефективності управління охороною праці в масштабі всієї країни.

Створюється національне законодавство про охорону праці. Здійснюється заходи щодо використання в ньому конвенцій і рекомендацій МОП, директив Європейського Союзу, налагоджується більш тісні контакти з питань нормотворчої діяльності з Росією, Німеччиною, Великобританією, іншими країнами.

Незадовільний стан охорони праці важким тягарем лягає на економіку підприємств, організацій, всієї держави. Щорічно майже 17 000 осіб стають інвалідами внаслідок травм і профзахворювань. Чисельність пенсіонерів по трудовому каліцтву торік перевищила 150 000, а пенсіонерів у зв’язку з втратою годувальника внаслідок нещасного випадку — 50 000 осіб. Загальна сума витрат на фінансування пільгових професійних пенсій і пенсії по трудовому каліцтву, відшкодування шкоди потерпілим на виробництві та інших витрат, пов’язання з цим, сьогодні становить від 10-15 відсотків фонду оплати праці в промисловості, а в окремих галузях і регіонах – від 15-30 відсотків. Особливо гостро ці проблеми відчуються на підприємствах галузей з високим рівнем професійного ризику.

Викликає занепокоєння стан охорони праці та забезпечення соціальних гарантій на підприємствах недержавного сектору економіки, який все збільшується. Тут порушення правил безпеки носять масовий характер, допускається приховання нещасних випадків, свавілля роботодавців в додержанні тривалості робочого часу, відпочинку, ухилення від виплат і компенсацій за заподіяну шкоду від нещасних випадків.

4.2 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що впливають на людину

В приміщенні, в якому передбачається розробка, виготовлення та випробування системи, можливе виникнення наступних небезпечних і шкідливих факторів:

- підвищена небезпека поразки електричним струмом;
- підвищена пожежна небезпека;
- шкідливе електромагнітне випромінювання;
- недостатнє освітлення.

Одним з найбільш розповсюджених небезпечних виробничих факторів є електричний струм. Дія електричного струму на живу тканину має різнобічний і своєрідний характер. Проходячи через організм людини, електрострум здійснює термічний, електролітичний, механічний і біологічний вплив.

Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням до високої температури органів, розташованих на шляху струму, викликаючи в них значні функціональні розлади. Електролітична дія виражається в розкладанні органічної рідини, у тому числі крові, у порушенні її фізико-хімічного складу. Механічна дія струму приводить до розшарування, розриву тканин організму в результаті електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари з рідини. Біологічна дія струму виявляється подразненням і порушенням живих тканин організму, а також порушенням внутрішніх біологічних процесів.

Допустимим вважається струм, при якому людина може самостійно звільнитися від електричного ланцюга. Його величина залежить від швидкості проходження струму через тіло людини: при тривалості дії більш 10 с – 2 мА, при 1 с менш – 6 мА. Струм, при якому потерпілий не може самостійно відірватися від струмоведучих частин називається струмом, що не відпускає, і складає 10...20 мА. Змінний струм небезпечніше постійного, при високій напрузі не безпечнішим є постійний струм.

Пожежі на обжитих людиною територіях, на підприємствах виникають у більшості випадків у зв'язку з порушенням технологічного режиму. Це, на жаль, часте явище і державою передбачені спеціальні документи, що описують основи протипожежного захисту.

Важливим фактором, що впливає на продуктивність праці, є освітленість робочого місця. Організація раціонального освітлення робочого місця – одне з основних питань охорони праці. При незадовільному освітленні різко знижується продуктивність праці, можливі нещасні випадки, поява короткозорості, швидка стомленість.

Освітлення виробничих приміщень – один з основних факторів зовнішнього виробничого середовища, що впливають на людину в її процесі праці. Безпечною і високопродуктивною праця може бути лише за умови гарного освітлення робочих місць.

Недостатнє і нерівномірне освітлення робочих місць призводить до перенапруги зору, перевтоми організму, до виникнення надмірної нервової дратівливості, ослаблення уваги. Доведено, що в половини працюючих у таких умовах спостерігаються дефекти зору – короткозорість, зниження гостроти зору й інше, а в 3,8% чоловіків виникає частковий дальтонізм.

Негативно впливає на зір не тільки недостатня освітленість, а й занадто яскраве освітлення. Перевищення норм яскравості веде до зниження функцій зору, викликає роздратування і різь в очах, головні болі.

Низькі рівні освітленості, нерівномірність освітлення, світлові промені, що б'ють в очі, відблиски від блискучих поверхонь можуть бути причиною нещасних випадків, браку продукції і низької продуктивності праці.

Використовується як природне, так і штучне освітлення виробничих приміщень. Природне освітлення характерне для світлого часу доби і при роботі в приміщеннях, де є прорізи в стінах і даху будинку. При штучному освітленні застосовуються відповідні освітлювальні установки штучного світла.

Система освітлення повинна забезпечити:

- достатню освітленість і рівномірний розподіл світлового потоку на робочій поверхні;
- сталість величини освітлення;
- виключення глибоких тіней;
- відсутність різкої різниці в яскравості робочих поверхонь і навколишнього фону (стін, стелі);
- відсутність сліпучої дії джерела світла великої яскравості.

Основним документом, який визначає необхідні норми освітленості робочих поверхонь, є діючі будівельні норми і правила ДБН В 2.5-28-2006.

4.3 Природне освітлення

Природне освітлення – це освітлення приміщень світлом неба (прямим чи відбитим), що проникає крізь світлові прорізи в зовнішніх огорожувальних конструкціях.

Усі виробничі приміщення повинні мати світлові прорізи, що дають достатнє природне освітлення. Без природного освітлення допускається проектувати конференц-зали, виставочні зали, кіно сховища й архіви, підприємства побутового обслуговування населення, комори, коридори тощо.

Залежно від напрямку проникання світла в приміщення природне освітлення буває бокове – крізь світлові прорізи, верхнє — крізь спеціальні ліхтарі і світлові прорізи в стелі і комбіноване — крізь світлові прорізи і ліхтарі на стелі.

Бокове освітлення буває одностороннім (світлові прорізи в одній із зовнішніх стін приміщень) і двостороннім (світлові прорізи в двох протилежних зовнішніх стінах приміщення).

Природне освітлення характеризується тим, що утворювальна освітленість постійно змінюється і залежить від часу дня, року. Як нормовану величину для природного освітлення прийнято відносну величину – коефіцієнт природної освітленості (КПО).

4.4 Штучне освітлення

Штучне освітлення – освітлення приміщень штучним світлом за допомогою електричних ламп – газорозрядних чи розжарювання.

За конструктивним виконанням штучне освітлення може бути трьох систем – загальне, місцеве і комбіноване.

Загальне – освітлення, при якому світильники розміщуються у передній зоні приміщення рівномірно (загальне рівномірне освітлення), або стосовно до розташування устаткування (загальне локалізоване освітлення).

Місьцеве – освітлення, додаткове до загального, створюване світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Місьцеве освітлення приймається лише разом із загальним освітленням.

Комбіноване – освітлення, при якому до загального освітлення додається місцеве.

За функціональним призначенням штучне освітлення ділиться на робоче, аварійне, охоронне і чергове.

Робоче освітлення призначене для забезпечення нормальних зорових умов при виконанні робіт, проході людей і руху транспорту. Воно забезпечує нормовані характеристики (освітленість, яскравість освітлення) у приміщеннях і місцях провадження робіт поза будинками. Для приміщень, що мають зони з різними умовами природного освітлення і зони різних режимів роботи влаштовується роздільне керування освітленням таких зон.

Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки, застосовуване для продовження роботи, і евакуаційне — для евакуації з приміщення при аварійному відключенні робочого освітлення. Світильники систем аварійного освітлення підключаються до мережі, незалежно від робочого освітлення, починаючи від щита підстанції.

Чергове освітлення призначене для приміщень, а охоронне — для освітлення площадок підприємства, що охороняються в неробочий час, який

збігається з темним часом доби. Для чергового освітлення виділяють частину світильників робочого чи аварійного освітлення, які забезпечують мінімальну освітленість для несення чергувань і охорони.

Джерела штучного світла:

- лампа розжарювання ЛР – лампа загального призначення;
- газорозрядні лампи високого і низького тиску;
- люмінесцентні (ЛЛ) – ГЛ низького тиску використовують для освітлення приміщень з опаленням;
- дугова ртутна люмінесцентна лампа (ДРЛ) – газорозрядна лампа високого тиску, застосовують для освітлення територій підприємств, населених пунктів виробничі приміщення великої висоти $H > 12\text{м}$;
- металеві-галогенові лампи (МГЛ). Використовують для освітлення територій, а також внутрішніх приміщень з роботами, пов'язаними з великим освітленням(зборка радіоапаратури);
- натрієві лампи високого тиску(НЛВТ)застосовують для освітлення приміщень, де виконуються роботи грубіші 5-го розряду зорової напруги;
- світлодіодні лампи.

Методи розрахунку штучного освітлення:

- метод коефіцієнта використання світлового потоку. Призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь при відсутності затіняючих предметів з урахуванням світла, відбитим стінами та стелею;
- точений метод;
- метод питомої потужності (при приблизних розрахунках).

Робоче освітлення призначене для забезпечення нормальних зорових умов при виконанні робіт, проході людей і руху транспорту. Воно забезпечує нормовані характеристики (освітленість, яскравість освітлення) у приміщеннях і місцях провадження робіт поза будинками.

4.5 Розрахунок штучного освітлення

У приміщенні необхідно організувати змішане освітлення, тобто сполучення природного і штучного освітлення. Природне освітлення створюється бічним освітленням через вікно. Штучне освітлення використовується при недостатньому природному освітленні. У даному приміщенні використовується загальне штучне освітлення.

Розрахунок його здійснюється по методу світлового потоку з урахування потоку, відбитого від стін і стелі.

Потрібно зробити розрахунок загального освітлення приміщення для виготовлення та випробування системи. Довжина $A = 18$ м, ширина $B = 12$ м, висота $H = 3.5$ м. Висота робочої поверхні $h_p = 1$ м. Напруга мережі 220 В.

Загальна схема приміщення зображена на рис. 4.1.

H_0 – відстань від стелі до робочої поверхні;

H – висота приміщення (відстань від полу до стелі);

H_n – висота світильника над підлогою;

h_p – робоча висота;

h_c – відстань від стелі до світильника;

h – висота від світильника до робочої поверхні.

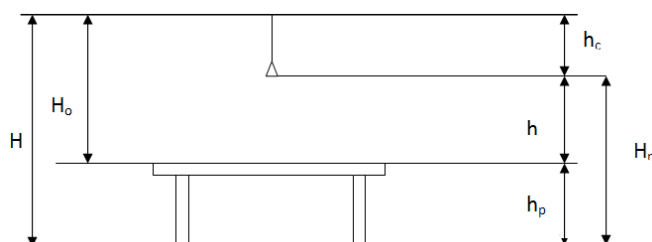


Рисунок 4.1 – Схема розміщення світильника у приміщенні

Знайдемо відстань від стелі до робочої поверхні:

$$H_0 = H - h_p, \quad (4.1)$$

$$H_0 = 3,5 - 1 = 2,5 \text{ м.} \quad (4.2)$$

Знайдемо відстань від підлоги до світильника:

$$h_c = (0,2 \dots 0,25) H_0, \quad (4.3)$$

$$h_c = 0,2 \times 2,5 = 0,5 \text{ м} \quad (4.4)$$

Знайдемо відстань між світильником і робочою поверхнею:

$$h = H_0 - h_c, \quad (4.5)$$

$$h = 2,5 - 0,5 = 2 \text{ м.} \quad (4.6)$$

Знайдемо висоту підвіса світильника над підлогою:

$$H_n = h + h_p, \quad (4.7)$$

$$H_n = 2 + 1 = 3 \text{ м} \quad (4.8)$$

Висота знаходиться в рамках норми.

Для досягнення найбільшої рівномірності освітлення приймаємо відношення:

$$\frac{L}{h} = 1,5 \quad (4.9)$$

де L – відстань між центрами світильників.

Тоді:

$$L = 1,5h, \quad (4.10)$$

$$L = 1,5 \times 2 = 3\text{ м.} \quad (4.11)$$

Необхідна кількість світильників N:

$$N = \frac{S}{L^2}, \quad (4.12)$$

$$S = A \cdot B, \quad (4.13)$$

$$N = (18 \cdot 12) / 3^2 \text{ св.} \quad (4.14)$$

Розташування світильників зображено на рис. 4.2.

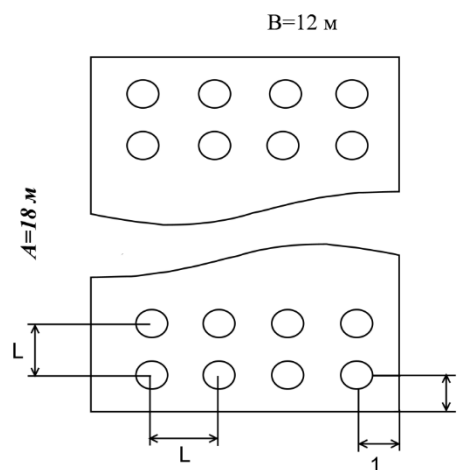


Рисунок 4.2 – Розташування світильників в приміщенні

Визначимо необхідну кількість рядів:

$$n_p = \frac{B}{L} \quad (4.15)$$

$$n_p = \frac{12}{3} = 4. \quad (4.16)$$

Визначимо кількість світильників в 1 ряду:

$$\frac{N}{n_p} = \frac{24}{4} = 6. \quad (4.17)$$

Приймаємо 6 світильників і робимо перевірку:

$$5L = 5 \cdot 3 = 15 < A = 18 \text{ м}, \quad (4.18)$$

$$4 \cdot 6 = 24 \text{ св.} \quad (4.20)$$

Приймаємо 24 світильника в 4 ряди по 6 світильників в ряду.

Знайдемо відстань від центру світильника до стіни.

При розміщенні робочої зони уздовж стіни:

$$l = (0,4 \dots 0,5) L, \quad (4.21)$$

$$l = 0,5 \times 3 = 1,5 \text{ м.} \quad (4.22)$$

При віддаленні робочих місць від стіни:

Перевірка:

$$\frac{12-9}{2} = 1,5 \text{ м та } \frac{18-15}{2} = 1,5 \text{ м.} \quad (4.23)$$

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{AB}{h(A+B)}, \quad (4.24)$$

$$i = \frac{12 \times 18}{2(12+18)} = 3,6 \quad (4.25)$$

По таблиці знаходимо коефіцієнти відбиття стелі, стін та робочої поверхні при $i=3,6$:

$$\rho_n = 70\%; \quad (4.26)$$

$$\rho_c = 50\%; \quad (4.27)$$

$$\rho_p = 30\%. \quad (4.28)$$

Для світильника типу «Астра» знаходимо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta=0.75$.

Світловий потік 1-ї лампи:

$$\Phi = \frac{E_{\min} SK_z Z}{N\eta}, \quad (4.29)$$

$$\Phi = \frac{200 \cdot 216 \cdot 1.5 \cdot 1.15}{24 \cdot 0.75} = 4140 \text{ лк} \cdot \text{м}^2, \quad (4.30)$$

де $E_{\min} = 200 \text{ лк}$ – нормоване освітлення;

$k_{\zeta} = (1,5 \dots 2) = 1,5$ – коефіцієнт запасу, який враховує різницю по відношенню із запланованими внаслідок забруднення стелі, стін, світильників і ламп, а також зменшення світлового потоку ламп в процесі експлуатації;

$Z = 1,15$ – коефіцієнт мінімального освітлення для лампи розжарювання, враховує нерівномірність освітлення і залежить від відношення відстані між світильниками і їх типу;

N – кількість світильників.

По знайденому світловому потоку вибираємо металогалогенну лампу OSRAM HCI-E/P 50/830 WDL PB потужністю 50 Вт, яка має світловий потік 4000 лм – найбільш близький до розрахункового.

Фактична освітленість:

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_{\lambda}}{\Phi_p} = 200 \frac{4000}{4140} = 193,24 \text{ лк}. \quad (4.31)$$

E_{ϕ} не відрізняється від E_n (-10%)-(+20%).

Загальна потужність установки освітлення:

$$P_3 = P_{\lambda} \times N \times n = 50 \times 24 \times 1 = 1200 \text{ Вт} = 1,2 \text{ кВт}. \quad (4.32)$$

4.6 Заходи щодо техніки безпеки

4.6.1 Забезпечення електробезпеки. Електробезпека забезпечується відповідною конструкцією електроустаткування, застосуванням технічних засобів захисту, організаційними і технічними заходами.

Конструкція електроустаткування повинна відповідати умовам його експлуатації, забезпечувати захист персоналу від зіткнення зі струмоведучими частинами й устаткуванням – від влучення усередину сторонніх предметів і води.

Організаційні і технічні заходи щодо забезпечення електробезпечності полягають в основному у відповідному навчанні, інструктажі і допуску до роботи

людей, що пройшли медичний огляд, виконанні ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні особливих вимог при роботі з частинами, що знаходяться під напругою.

4.6.2 Заходи щодо пожежної безпеки

Заходи щодо пожежної профілактики розділяються на організаційні, технічні, режимні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильний зміст будинків, території, протипожежний інструктаж робітників та службовців, організацію добровільних пожежних дружин, пожежно-технічних комісій, видання наказів по питаннях посилення пожежної безпеки та ін.

До технічних заходів відносяться дотримання протипожежних правил, норм при проектуванні будинків, встановленні електропроводів і устаткування, опалення, вентиляції, освітлення, правил розміщення устаткування.

Заходи режимного характеру – це заборона паління в невстановлених місцях, проведення зварювальних і інших вогневих робіт у пожежно небезпечних приміщеннях та ін.

Експлуатаційними заходами є своєчасні профілактичні огляди, ремонти й випробування технологічного устаткування.

4.6.3 Заходи щодо техніки безпеки при роботі на ПЕОМ

Рекомендації при роботі на ПК:

- необхідно дотримуватися часових обмежень щодо роботи з ПК для людей, які страждають захворюваннями опорно-рухового апарату, очей, шкіри, а також вагітних жінок;

- надавати перевагу використанню дисплеїв з високою роздільною здатністю та раціональним розміром екрана (15 дюймів і більше);

- краще вибирати відеоадаптери з високим дозволом і частотою оновлення екранного зображення (регенерація) не менше 72 Гц, а краще – 85 Гц і вище;

- обов'язково ставити на незахищений дисплей екранні поляризаційні фільтри, які зменшують шкідливе електромагнітне та ультрафіолетове випромінювання, роблять мерехтіння менш помітним;
- сидіти не ближче 70 см від дисплея;
- при розміщенні робочого місця поряд із вікном кут між екраном дисплея і площиною вікна повинен становити не менше 90 градусів (для виключення блимаць), ближню частину вікна бажано зашторити;
- не слід розміщувати дисплей безпосередньо під джерелом освітлення чи поряд із ним;
- освітленість робочого місця не повинна перевищувати 2/3 нормальної освітленості приміщення;
- при розміщенні в кімнаті декількох ПК відстань між ними повинна складати не менше 1.2;
- робоче місце повинно бути обладнано так, щоб виключити незручні пози і довгочасні статичні напруження тіла;
- загальний час роботи з ПК не повинен перевищувати 50% усього робочого часу, тобто не більше 4 годин на день для дорослих і 2 години для дітей;
- при роботі з ПК необхідно робити 15-хвилинні перерви через кожних 2 години, а при інтенсивній роботі – через 1 годину і навидь півгодини;
- під час роботи на ПК необхідно слідкувати, щоб лінія руки в області зап'ястя залишалась прямою, зап'ястя були розслаблені, а пальці трохи зігнуті; не напружуйте руки, зігніть їх у ліктях приблизно під прямим кутом; слідкуйте, щоб удари по клавішах були не занадто сильними;
- підлокітники робочого місця повинні бути опорою для рук як при роботі з клавіатурою, так і користуванні;
- при виникненні напруження або спазмів у м'язах слід припинити роботу і зробити декілька вправ для розслаблення;
- необхідно відрегулюйте висоту стільця так, щоб стегна розміщувалися паралельно підлозі, а ноги – твердо стояли на ній;

- під час роботи слід сидіти прямо чи нахилити корпус вперед, намагаючись зберегти природній згин тіла в поясниці; не сутультесь і не зводьте плечі; щоб не втомлювалась шия, не нахиляйте голову; верхній край монітора при цьому повинен знаходитися на рівні очей;

- необхідно регулярно робити вправи для очей;

- поверхня стола, клавіатури і корпуси ПК повинні бути одного кольору;

- якщо можливо, з дисплеєм необхідно працювати в режимі „темні символи на світлому фоні”;

- у приміщенні, де встановлено ПК, необхідно підтримувати відносну вологість повітря не нижче 40% з метою зменшення шкідливого впливу електростатичного поля;

- рекомендується відсунути все обладнання ПК на 60-90 см від робочого місця;

4.7 Висновки до розділу 4

В результаті виконання цієї частини дипломного проекту було спроектовано систему освітлення приміщення та надані рекомендації щодо захисту від шкідливих наслідків при розробці системи, забезпечення електробезпеки та безпеки від електромагнітного випромінювання.

При проектуванні освітлення була обрана система загального освітлення. В процесі розрахунку була розрахована освітленість на робочих місцях та обрана система освітлення із лампами OSRAM HCI-E/P 50/830 WDL PB, їх необхідно встановити в 4 ряди по 6 світильників в ряду. Загальна потужність усіх світильників складає 1,2 кВт.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

- 1 **Блинцов, В. С.** Проектирование самоходных привязных подводных систем [Текст] / В. С. Блинцов, В. Э. Магула. – К. : Наукова думка, 1997. – 140 с.
- 2 **Блинцов, В. С.** Привязные подводные системы [Текст] / В. С. Блинцов. – К. : Наукова думка, 1998. – 232 с.
- 3 **Блінцов, В. С.** Створення та застосування засобів морської робототехніки для знешкодження підводних потенційно небезпечних об'єктів [Текст]: Наукова монографія / В. С. Блінцов, О. В. Блінцов, Г. В. Бабкін, М. Г. Грицаєнко. – За загальною редакцією проф. В. С. Блінцова. – Миколаїв : Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова, 2016. – 367 с.
4. Управління успішними проектами створення складної техніки. Наукова монографія / Г. В. Бабкін, В. С. Блінцов, Є. А. Дружинін, С. Г. Кійко, Н. Р. Книрик, К. В. Кошкін, Д. М. Крицький, С. С. Рижков, С. О. Слободян // Миколаїв : Видавництво Торубари В. В., 2017. – 336 с.
5. **Блінцов, В. С.** Підводна діяльність держави: сучасний стан і завдання на перспективу [Текст] / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко // Підводна техніка і технологія: Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв : НУК, 2014. – С. 8–11.
6. **Блінцов, В. С.** Телекеровані підводні апарати на службі морегосподарської діяльності Миколаївщини [Текст] : в 2 ч. Ч.1 / В. С. Блінцов, М. Г. Грицаєнко // Підводна техніка і технологія (ПТТ-2014): Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю. – Миколаїв : НУК. – 2014. – С. 76–86.