МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА МАШИН

ДИПЛОМНИЙ БАКАЛАВРСЬКИЙ ПРОЄКТ

на тему

«Робототехнічний пристрій для розвантаження міжопераційного транспорту»

Виконав: студент групи БЗПМ- 17
спеціальності 131 Прикладна механіка
Шпак О.Г.

Науковий керівник: канд. техн. наук, доц. Ковальов Ю.А.

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Плешко С.А.

Київ 2021

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет Мехатроніки та комп'ютерних технологій

Кафедра Прикладної механіки та машин

Спеціальність 131 Прикладна механіка

Освітня програма Прикладна механіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПММ

_____ О.П. Манойленко

«_____» _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Шпак Олександр Георгійович

1. Тема роботи: Робототехнічний пристрій для розвантаження міжопераційного транспорту
Науковий керівник роботи: канд. техн. наук, доцент Ковальов Ю.А.
затверджені наказом КНУТД від „15”березня 2021 року №75-уч.
2. Строк подання студентом дипломної роботи _____
3. Вихідні дані до дипломної роботи (проєкту) _____
– науково-технічні публікації, присвячені процесам завантаження об’єктів виробництва;
– результати науково-дослідних робіт кафедри ПММ;
– матеріали виробничої та переддипломної практик.
4. Зміст дипломний проєкт (перелік питань, які потрібно розробити)
   - Титульний лист;
   - Завдання на дипломний проект;
   - Перелік скорочень, умовних позначень;
   - Зміст;
   - Вступ;
   - РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ ОБ’ЄКТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ;
   - РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ РОБОТОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ;
   - РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ;
   - ВИСНОВКИ;
   - СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.
   - ДОДАТКИ
5. Дата видачі завдання: 18.02.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	05.05.2021 р.	
2	Розділ 1 (назва)	10.05.2021 р.	
3	Розділ 2 (назва)	17.05.2021 р.	
4	Розділ 3 (назва)	24.05.2021 р.	
5	Висновки	27.05.2021 р.	
6	Оформлення дипломної роботи (чистовий варіант)	29.05.2021 р.	
7	Здача дипломної роботи на кафедру для рецензування (за 14 днів до захисту)	31.05.2021 р.	
8	Перевірка дипломної роботи (проєкту) на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	___.06.2021 р.	
9	Подання дипломної роботи на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	___.06.2021 р.	

Студент _____ (підпис) О.Г. Шпак

Науковий керівник роботи _____ (підпис) Ю.А. Ковальов

Рецензент _____ (підпис) С.А. Плешко

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАТРОНІКИ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ МЕХАНІКИ ТА МАШИН

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

дипломного проєкту

на тему

«Робототехнічний пристрій для розвантаження міжопераційного транспорту»

Виконав: студент групи БЗПМ- 17
спеціальності 131 Прикладна механіка
Шпак О.Г.

Науковий керівник: Ковальов Ю.А.

Рецензент: Плешко С.А.

Київ 2021

Зміст

Вступ 3
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ 6
1.1 Огляд сучасних пристроїв для розвантаження об'єктів транспортування 6
1.2 Огляд промислових роботів 9
1.3 Огляд моделей промислових роботів-маніпуляторів 12
Висновки до розділу 1 13
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ РОБОТОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ 14
2.1 Принцип роботи та технічна характеристика робототехнічного пристрою . 14
2.2 Кінематична, пневматична та електрична схеми промислового робота 17
2.3 Механізм повороту руки маніпулятора 19
2.4 Механізм підйому маніпулятора 21
Висновки до розділу 2 23
РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ 24
3.1 Уточнений розрахунок валу 24
3.2 Перевірка довговічності підшипників 26
3.3 Перевірка міцності шліцьового з'єднання 28
3.4 Вибір та розрахунок гідроциліндра 29
Висновки до розділу 3 29
Висновки 31
Список використаних джерел 32
Додатки 34

Вступ

Успішна робота сучасного підприємства легкої промисловості пов’язана з переміщенням великої кількості різноманітних вантажів та їх переробка: затарування, формування в партії, завантаження в міжопераційну та міжцехову тару – контейнери, завантаження транспортних засобів та власне транспортування. Об’єкти транспортування мають різні типи, розміри та інші параметри. Тому проблема аналізу об’єктів логістичних систем взуттєвого виробництва є актуальною та своєчасною [1].

Для успішного рішення проблеми, яка пов’язана з промисловим виробництвом, особу актуальність набирають питання визначення досягнутого рівня техніки та напрямів її подальшого розвитку. Для рішення цих задач потрібен аналіз конструкцій існуючих машин та механізмів, а також обробка науко-технічної інформації – опис винаходів, патентів, наукових публікацій, промислових каталогів тощо [2].

Усі вантажі, з якими взаємодіють робочі органи транспортних пристроїв, поділяються на насипні та штучні [3, 4]. Штучні вантажі, по характеру та особливостям їх переробки, можна умовно поділити на одиничні (власне штучні), тарні, вантажі що запаковані та контейнерні.

Для обробки вантажопотоків створюються транспортні системи, до складу яких входять: транспортуючі машини безперервної дії (конвеєри різних конструкцій), машини не періодичної дії (крани, електротельфери, штабелери, вантажні візки тощо), а також різне технологічне обладнання.

Завантаження та розвантаження транспортувального, складського та технологічного обладнання здійснюють перевантажувальні пристрої, які встановлені проміж окремими видами обладнання. Продуктивна та надійна робота усієї транспортної системи багато в чому залежить від роботи перевантажувальних пристроїв. Особливого значення набуває вибір того чи іншого типу перевантажувального пристрою з урахуванням властивостей вантажів які обробляються та технологічного процесу. Необхідно помітити, що більшість видів перевантажувального обладнання серійно не випускається, а розробляється та випускається як нестандартне [5].

Крім зв’язку технологічних ліній з проміжними накопичувачами залишається важлива проблема передачі об’єктів транспортування взуттєвого виробництва з одного транспортного засобу на інший, з однієї технологічної лінії на іншу. Транспортні засоби відрізняються один від одного за такими особливостями: конструктивними (стрічковий конвеєр зв’язується з рольганговим, або люльковим тощо), геометричними (наприклад, розташовані на різних рівнях), частотою роботи (постійний режим чи дискретний), кінематичними параметрами (швидкість). Ці фактори також впливає на якість та ефективність транспортного ланцюга.

Таким чином, транспортні засоби, які стикуються, обумовлюють завдання їх взаємного зв’язку. В теперішній час в якості цього зв’язку виступає людина: завантаження та розвантаження транспортного засобу, перевантаження вантажів з одного конвеєра на інший виконується вручну. Це праця тяжка, стомлива,

монотонна. Вирішити дану проблему можливо використанням робототехнічних пристроїв, які зв'язують розрізнені міжопераційні технологічні конвеєрні лінії в єдину систему. При цьому вирішуються наступні задачі:

- забезпечення ком пактності та гнучкості виробництва;
- підвищення продуктивності усього виробничого процесу;
- забезпечення технологічної надійності функціонування виробництва;
- підвищення ефективності управління виробництвом;
- забезпечення якості виробів, що випускаються;
- підвищення економічної ефективності процесу виготовлення взуття;
- ліквідація важкої, монотонної праці.

Пристрій для здійснення рухових функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об'єктів в просторі, відповідно до [5], зветься маніпулятором. Іншими словами, транспортний пристрій, яке виконує допоміжні операції (передача, завантаження-розвантаження тощо), є маніпулятором.

Для автоматизації процесу перевантаження, маніпулятор слід оснастити перепрограмованим пристроєм управління, тим самим перетворивши маніпулятор, відповідно до [6], у промисловий робот (ПР), який відрізняється від інших роботів, що використовуються у виробничому процесі транспортування. Під перепрограмуванням розуміється властивість ПР, у якого при потребі заміняють управляючу програму. До перепрограмування відноситься зміна послідовності або значень переміщень по ступеням рухомості.

Таким чином, використовуючи в якості перевантажувальних пристроїв ПР, можливо вирішити встановлену раніше задачу – автоматизувати процес передачі об'єктів транспортування взуттєвого виробництва з одного транспортного засобу на інший з метою створення безперервного транспортного ланцюга.

По характеру операцій, які виконуються, перевантажувальні пристрої можна віднести до допоміжних роботів [6], які виконують дії типу взяти-перенести-покласти. ПР цієї групи використовують при обслуговуванні основного технологічного обладнання, для автоматизації допоміжних операцій по установці-зняттю об'єктів виробництва, а також на інших операціях.

Маніпулятори та промислові роботи є одними з основних компонент гнучких виробничих систем, підйомно-транспортного обладнання та логістичних систем.

У сучасному виробництві все найчастіше використовуються промислові роботи, які здатні незалежно від людини виконувати досить складні завдання, що пов'язані з переміщенням та транспортуванням різних об'єктів, виконанням технологічних функцій, здійсненням функцій контролю та обслуговування. Перевагою промислових роботів є можливість переналагодження тільки шляхом зміни виконавчих пристроїв, перепрограмуванням алгоритму виконання закладених функцій та траєкторії переміщення робочих органів. Це дає можливість використовувати промислові роботи для вирішування широкого кола задач у складі виробничих та логістичних систем [7].

Працездатність маніпуляторів характеризується рядом технічних характеристик: робоча зона, зона обслуговування, число ступенів свободи,

вантажопідйомність, швидкість руху, енергетичні показники тощо.

Метою проєкту є розроблення та аналіз робототехнічного пристрою для розвантаження міжцехового транспорту.

Завдання:

- аналіз існуючих конструкцій механізмів розвантаження;
- розробка конструкції робототехнічного пристрою для розвантаження міжцехового транспорту підприємств легкої промисловості;
- теоретичний аналіз робототехнічного пристрою для розвантаження міжцехового транспорту підприємств легкої промисловості;
- розробка спеціального робототехнічного пристрою для розвантаження міжцехового транспорту.

Об’єкт дослідження: процес розвантаження міжцехового транспорту підприємств легкої промисловості.

Предмет дослідження: робототехнічний пристрій для розвантаження міжцехового транспорту підприємств легкої промисловості.

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ РОЗВАНТАЖЕННЯ ОБ'ЄКТІВ ТРАНСПОРТУВАННЯ

1.1 Огляд сучасних пристроїв для розвантаження об'єктів транспортування

Завантаження та розвантаження транспортувального, складського та технологічного обладнання здійснюють перевантажувальні пристрої, які встановлені проміж окремих видів обладнання.

Перевантажувальні пристрої, що більш підходять для транспортування об'єктів взуттєвого виробництва враховуючи як властивості об'єктів транспортування в логістичних системах цього виробництва [1] так і особливості логістичних схем вантажопотоків взуттєвих підприємств [8].

Перевантажувальні операції (розвантаження) у ряді випадків можуть здійснюватися і без спеціальних перевантажувальних пристроїв шляхом безпосереднього перевантаження з одного конвеєра на інший за належним взаємним розташуванням трас конвеєрів.

До групи скидальних пристроїв віднесені такі, в яких процес розвантаження (перевантаження) визначається та регулюється положення спеціального зовнішнього елементу, який реактивно впливає безпосередньо на вантаж або на ходову частину конвеєру. Активним джерелом процесу перевантаження для даної групи пристроїв є тягове зусилля ходової частини конвеєру, тому скидальні пристрої мають власні приводи для виконання процесу розвантаження (за виключенням приводного плугового та дискового скидачів).

Найпростішим з цієї групи є плуговий скидач, який представляє з собою плоский елемент, який розташовано упоперек полотна конвеєру, під деяким кутом до його повздовжньої осі. Плугові скидачі використовуються переважно для виконання операцій проміжної розгрузки і рідше – для завантажувальних операцій. Даний тип перевантажувального пристрою частіше використовується для розгрузки конвеєрів: стрічкових, пластинчатих з гладким настилом та візкових з суцільним настилом. Розвантаження конвеєру робиться в сторону від повздовжньої осі конвеєра. Використовуються два види плугові скидачі: неприводні (рис. 1.1) та приводні (рис. 1.2), які мають рухому поверхню плугу, що полегшує та прискорює процес розвантаження.

Данні види пристроїв що скидають можуть встановлюватися стаціонарно без зміни свого положення, а також бути керованими, тобто такі, якими при потребі керують з траси. Наявність приводу, який керує плугом, дозволяє використовувати режим автоматичного керування. При цьому використовують різні схеми керування: у функції часу, у функції споживання тощо.

Плугові скидачі бувають стаціонарні, які обслуговують постійний пункт розвантаження, та пересувні, які обслуговують заданий фронт розвантаження (рис. 1.3).

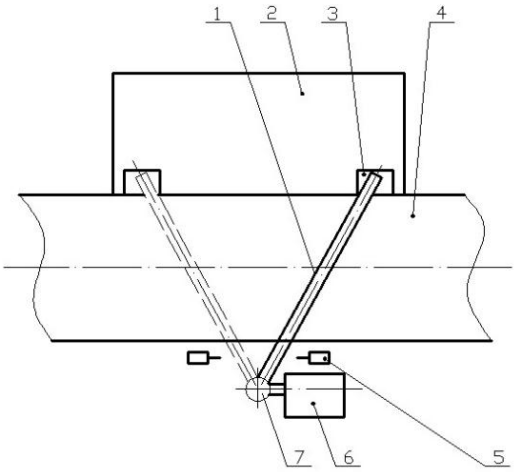


Рис. 1.1. Плуговий скидач: 1 – плуг; 2 – приймальний бункер; 3 – електромагнітний пристрій фіксатору; 4 – конвеєр; 5 – електроперемикач; 6 – двигун-редуктор; 7 – зубчата передача

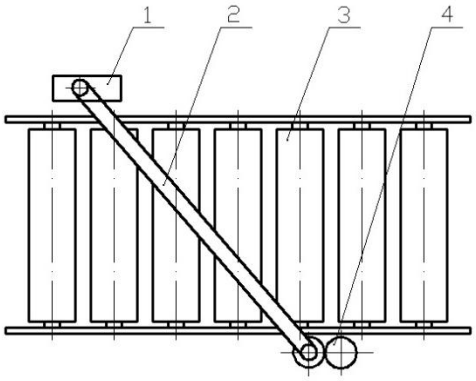


Рис. 1.2. Плуговий скидач з приводною стрічкою: 1 – фіксатор; 2– плуг; 3 – пластинчатий конвеєр; 4 – привод

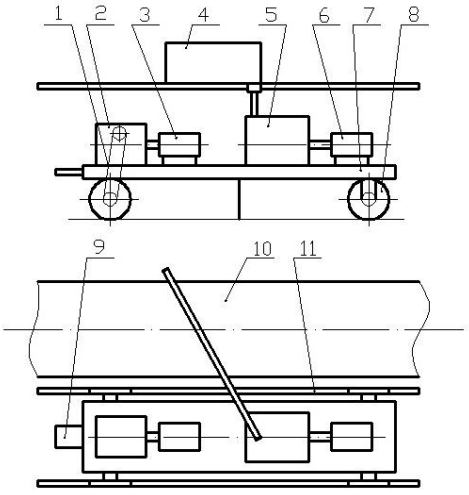


Рис. 1.3. Пересувний пристрій що зіштовхує: 1 – ланцюгова передача; 2 – редуктор; 3 – електродвигун; 4 – плуг; 5 – редуктор; 6 – електродвигун; 7 – конвеєр; 8 – візок; 9 – колесо; 10 – рейка, опора

Зовнішній виконавчий елемент гравітаційного скидача впливає на елемент, який несе вантаж. Під цією дією елемент нахиляється, в наслідок чого вантаж під дією власної ваги зісковзує з транспортного засобу. Гравітаційні скидачі, як стаціонарні та пересувні, використовуються для конвеєрів з горизонтальною несучою площиною (підвісні, візкові, люлечні) для розвантажувальних операцій, рідше – для виконання перевантажувальних операцій (рис. 1.4).

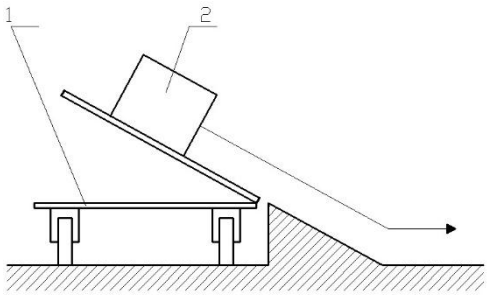


Рис. 1.4 - Гравітаційний скидач: 1 – транспортний засіб;
2 – об’єкт перевантажування

Дискові скидальні пристрої відрізняються тим, що вантаж, який знаходиться на полотні конвеєру, передається безпосередньо на диск, який перевантажує об’єкт на полотно послідуючого конвеєра. Область застосування охоплює головним чином перевантажувальні операції на стрічкових конвеєрах, які розташовані під кутом один до одного (рис. 1.5).

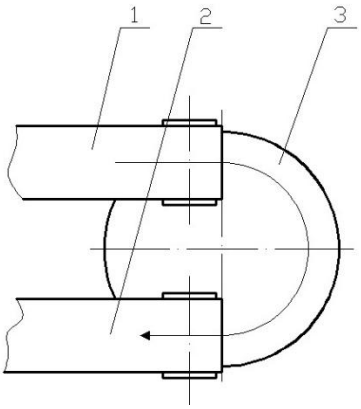


Рис. 1.5. Дисковий скидач: 1 – подавальний конвеєр;
2 – приймальний конвеєр; 3 – диск

Перевантажувальний пристрій, який встановлено на стику технологічного ланцюга, повинен передавати об’єкти транспортування з одного транспортного засобу на інший, тобто заміняти людину, виконуючи її рухові функції. А пристрій для здійснення рухових функцій, аналогічних функціям руки людини при переміщенні об’єктів в просторі, відповідно до [6], зветься маніпулятором. Іншими словами, транспортний пристрій, який виконує допоміжні операції (передача, завантаження-розвантаження тощо), є маніпулятором.

1.2 Огляд промислових роботів

Для автоматизації процесу перевантаження, маніпулятор слід оснастити перепрограмованим пристроєм управління, тим самим перетворивши маніпулятор, відповідно до [6], у промисловий робот (ПР), який відрізняється від інших роботів, що використовуються у виробничому процесі транспортування. Під перепрограмуванням розуміється властивість ПР, у якого при потребі заміняють управляючу програму. До перепрограмування відноситься зміна послідовності або значень переміщень по ступеням рухомості.

Таким чином, використовуючи в якості перевантажувальних пристроїв ПР, можливо вирішити встановлену раніше задачу – автоматизувати процес передачі об'єктів транспортування взуттєвого виробництва з одного транспортного засобу на інший з метою створення безперервного транспортного ланцюга.

По характеру операцій, які виконуються, перевантажувальні пристрої можна віднести до допоміжних роботів [6], які виконують дії типу взяти-перенести-покласти. ПР цієї групи використовують при обслуговуванні основного технологічного обладнання, для автоматизації допоміжних операцій по установці-зняттю об'єктів виробництва, а також на інших операціях.

За ступеню спеціалізації, підйомно-транспортні ПР підрозділяються на спеціальні, цільові (спеціалізовані) та багатоцільові [6]. Функціональні можливості спеціального ПР дозволяє йому виконувати певну операцію або обслуговувати конкретну модель основного технологічного обладнання. Цільові (спеціалізовані) ПР призначені для виконання операцій одного виду або для обслуговування широкої номенклатури моделей обладнання, які об'єднані спільністю маніпуляцій них дій. Багатоцільові ПР призначені для виконання різних операцій, у тому числі таких, які потребують різнотипних прийомів для свого виконання. Якщо ПР може виконувати і основні і допоміжні операції, він відноситься до числа універсальних.

Робот ТРТ-1-250 („Спрут" відноситься до транспортуючих роботів (транс роботам) та призначений для внутрішньо цехове переміщення об'єктів виробництва у спеціальному контейнері. Робот МАК-1-50 призначений для розвантаження та завантаження підвісних вантажонесучих конвеєрів. Робот МАК-2-50 служить для навішування та знімання підвісок з вантажем на гак вантажної каретки. Робот МП-1 виконаний пересувним по верхній трасі монорейки, успішно використовується на меж операційних переміщеннях.

Роботи СМ 40 (ЦРВ-50), СМ 80, СМ 160, УМ 160, ГМ 500 відносяться до пересувних роботів портального типу та призначені для обслуговування автоматичних ліній [2].

Поділ перевантажувальних пристроїв на окремі типи дуже умовний. Прикладом цього є як вище згадані комбіновані перевантажувальні пристрої, так важільні. До цієї категорії можна віднести групу деяких представники ПР. В якості прикладу перевантажувальних пристроїв, які випускаються промисловістю, підлоговому стаціонарного типу можна навести ПР моделей: ПР-4, МП-5, РКТБ, ЛП-30, МАН-63С та інші [2].

Робот ПР-4 призначений для штабелювання та подачі до технологічного обладнання плоских деталей. Робот МП-5 – для транспортних операцій на конвеєрі. Робот РКТБ призначений для автоматизації у виробництві операцій перевантажування, установки і знімання коробчастих виробів вагою до 10 кг. Робот ЛП-4 може маніпулювати вантажами в цехових та складських приміщеннях. Робот МАН-63С служить для виконання вантажно-розвантажувальних робіт, передачі вантажу з конвеєра на конвеєр.

До групи підлогових пересувних ПР відносяться моделі: МАН-100П, МП-12 та інші. Робот МАН-100П призначений для обслуговування підвісних штовхаючи та підлогових конвеєрів. Робот МП-12 призначений для внутрішньо цехового переміщення та розподілу об’єкт виробництва у тарі [2].

До відокремленої групи слід віднести захватні пристрої, живильники та накопичувачі [2].

Захват є одним з основних елементів перевантажувального пристрою та служить сполученою ланкою між робочим органом та вантажем. Захвати поділяються на механічні, електромагнітні, вакуумні. Захвати можуть мати ручне, дистанційне або автоматичне керування. За призначення захвати виконуються універсальними або спеціалізованими.

Живильники відносяться до пристроїв, які виконують тільки операції завантаження. Слід зауважити, що живильники являються дуже істотною ланкою у сучасних схемах комплексної механізації. Для надійної роботи в автоматичних перевантажувальних пристроях потребується спеціальна укладка вантажів на несучих площинах: не тільки дотримання кроку між вантажами, але і правильне розташування об’єкту транспортування відносно повздовжньої осі конвеєру. Укладання вантажів на конвеєрі у заданому порядку і робиться живильниками.

Накопичувальні пристрої використовуються у складі транспортних систем з метою забезпечення ритмічності роботи виробничих ділянок та окремих агрегатів. До найбільш важливим ознакам, які характеризують накопичувальні пристрої, відносяться: функціональне призначення (накопичування, розподіл та перевантаження), місце розташування в лінії, конструкція, особливості вантажів які накопичуються.

У статті [8] відмічалося, що починаючи з розрубу, транспортування різних об’єктів взуттєвого виробництва здійснюється в єдиній транспортній тарі – контейнерах. Таким чином проаналізуємо розглянуті перевантажувальні пристрої для використання в якості передаючого пристрою, який вбудований у транспортно-технологічний потік взуттєвого виробництва.

Для порівняної оцінки того чи іншого типу перевантажувального пристрою або ПР необхідно користуватися наступними критеріями:

1. Найменша тривалість повного циклу роботи пристрою.
2. Коефіцієнт продуктивності, який представляє собою відношення довжини вантажу у вздовж осі конвеєру до найменшого кроку об’єкту на конвеєрі.
3. Витрата енергії на один об’єкт.
4. Застосовність перевантажувального пристрою для різних об’єктів транспортування.

5. Здатність обслуговування конвеєрів різних типів.

По виду взаємодії з об’єктами перевантажування, робочі органи перевантажувальних пристроїв можна поділити на: які взаємодіють за рахунок сил тертя – захвати, та робочі органи, які переносять об’єкт перевантажування на несучий площині.

Використання будь яких захватів в якості робочого органу перевантажувального пристрою викликає ряд труднощів:

1. Використання захватів потребує приводів для повідомлення робочому органу необхідного руху з метою фіксації об’єкту перевантаження, що ускладнює конструкцію, підвищує енергоємність, скорочує надійність пристрою в цілому. Наявність допоміжних рухів (захват та відпускання) збільшує час процесу перевантаження.

2. Для фіксації об’єкту у робочому органі необхідно забезпечити таку силу тертя між поверхнею об’єкту перевантажування та елементами пристрою, яка б виключила самовільне зміщення контейнеру відносно робочого органа в процесі перевантаження. Контейнер має відносно малу жорсткість, тому надмірне зусилля може визвати деформацію його стінок вище допустимих меж, що виведе об’єкт з ладу. А мале зусилля не забезпечить надійність утримання об’єкту взуттєвого виробництва у робочому органі.

3. У попередній статті [1] відмічалися велика різноманітність габаритних розмірів контейнерів що перевантажуються. А це викликає необхідність у переналадці робочого органу перевантажувального пристрою, що, в свою чергу, ускладнює конструкцію та знижує надійність усього пристрою.

4. Перевантажувальні пристрої захватного типу мають обмежену продуктивність, що пояснюється специфікою конструкції.

В якості несучої площини перевантажувального пристрою доцільно використовувати площину яка утворена роликами – рольганг. В даному випадку завантаження забезпечується під дією подавальної несучої площини, а розвантаження – під дією сил гравітації. Отже завантаження та розвантаження не потребує додаткових пристроїв та приводів для них. Але, іноді, для гарантованого розвантаження виникає потреба в приводній несучій площині.

Рух вантажів по рольгангам вивчений достатньо повно [3]. Але дані дослідження відносяться до рольгангів, які встановлені стаціонарно. В нашому випадку, робочий орган перевантажувального пристрою, в процесі передачі об’єкт транспортування взуттєвого виробництва з однієї позиції на іншу, переміщується по деякій траєкторії.

Об’єкт перевантажування зафіксовано на несучій площині обмежувальними елементами, отже, в процесі перевантажування питомий тиск, який з’являється проміж них, не повинен перевищувати допустимих величин.

Отже, здійснення процесу перевантаження об’єктів взуттєвого виробництва потрібний такий пристрій, який має в якості робочого органу рольганг.

1.3 Огляд моделей промислових роботів-маніпуляторів

Робот KR 3 AGILUS (рис. 1.6) розроблений для збірки дрібних деталей, маніпулювання, упаковки і перевірки якості. Він використовується, де необхідні короткі цикли виробництва з максимальним виходом продукції.

Рис. 1.6. Робот-маніпулятор Kuka KR3 AGILUS

Робот Fanuc LR Mate (рис. 1.7) є кращим компактним рішенням для навантаження-розвантаження деталей вагою до 7 кг і може застосовуватися в багатьох галузях промисловості, наприклад у виробництві харчових продуктів або легкій промисловості. Система автоматизованого проектування.

Рис. 1.7. Робот-маніпулятор Fanuc LR Mate

Робот Universal Robot UR3 (рис. 1.8) є кращим компактним універсальним колаборативним роботом, який в короткі терміни може бути впроваджений в будь-який технологічний процес.

Рис. 1.8. Робот-маніпулятор Universal Robot UR3

Висновки до розділу 1

В даному розділі дипломного проєкту проаналізовані різні види конструкцій спеціального обладнання роботів, проведено аналіз та запропоновано конструкцію, яка задовольняє поставленому завданню – підлоговий промисловий універсальний робот-маніпулятор, який здатний незалежно від людини виконувати досить складні завдання, що пов’язані з переміщенням та транспортуванням різних об’єктів, в тому числі при виконанні завантаження міжцехового транспорту на підприємствах легкої промисловості.

Перевагою промислових роботів є можливість переналагодження тільки шляхом зміни виконавчих пристроїв, перепрограмуванням алгоритму виконання закладених функцій та траєкторії переміщення робочих органів. Це дає можливість використовувати промислові роботи для вирішування широкого кола задач у складі виробничих та логістичних систем.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ ТА КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ РОБОТОТЕХНІЧНОГО ПРИСТРОЮ

2.1 Принцип роботи та технічна характеристика робототехнічного пристрою

Для виконання розвантаження міжцехового транспорту по [12] вибираємо багатоцільовий промисловий робот (ПР).

Загальний вигляд промислового робота представлений на рисунку 2.1.

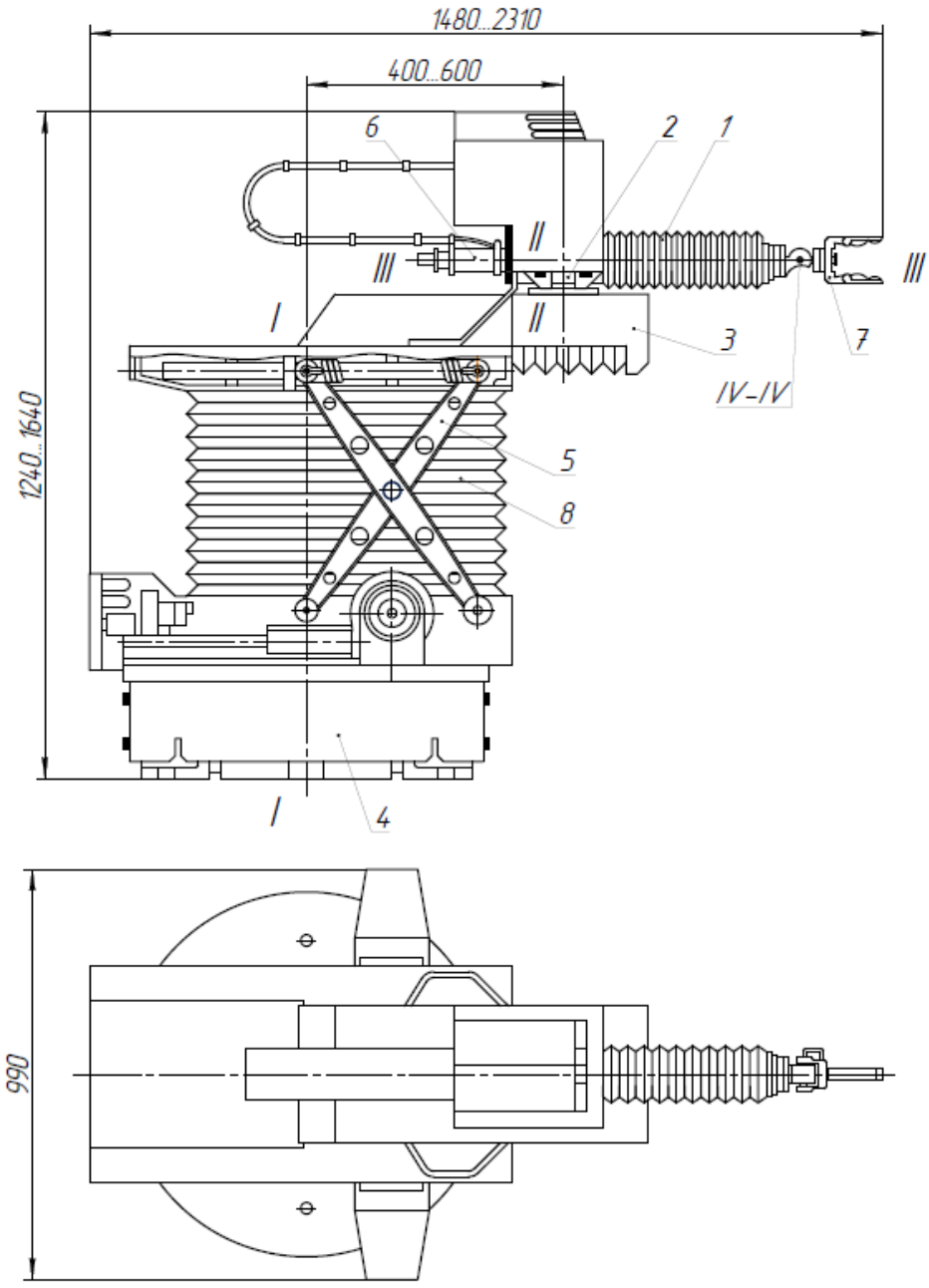


Рис. 2.1. – Багатоцільовий промисловий робот: 1 - механічна рука; 2 - механізм повороту; 3 - механізм висування; 4 - механізм повороту руки; 5 - механізм підйому руки; 6 - механізм обертання кисті руки; 7 - захват; 8 - огородження

Багатоцільовий промисловий робот застосовуються для автоматизації завантажувально-розвантажувальних робіт, обслуговування різного технологічного обладнання, міжопераційного транспортування об'єктів та виконання інших допоміжних операцій.

Технічна характеристика промислового робота наведена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики багатоцільового промислового робота

Назва характеристики	Значення
Вантажопідіймальність, кг, не більш	5
Число ступенів рухомості з них:	6
- транспортних (переносних)	4
- орієнтуючих	2
Точність позиціонування, мм	±1
Геометричні розміри робочої зони	див. рис. 2.2
Максимальні величини переміщень:	
- навколо вертикальної осі I-I, град	340
- вздовж осі I-I, мм	400
- вздовж горизонтальної осі III-III, мм	630
- навколо вертикальної осі II-II, град	240
- навколо осі III-III, град	180
- навколо осі IV-IV, град	180
Максимальні швидкості:	
- повороту навколо осі I-I, град/с	84
- вертикального ходу руки, вздовж осі I-I, м/с	0,27
- висування руки, вздовж осі III-III, м/с	1,08
- повороту руки навколо осі II-II, град/с	132
Маса, кг, не більш	690

Виконавчим механізмом ПР є маніпулятор, який забезпечує установку в межах робочої зони механізму-захвату. Маніпулятор має чотири ступені рухомості рук 1 у системі систематичної координати, які реалізують механізми: повороту 2 відносно осі *II-II,* висування 3, руки 1 вздовж осі *III-III*, повороту 4 руки відносно вертикальної осі *I-I,* підйому 5 руки вздовж осі *I-I*. Дві орієнтуючі ступені рухомості робочого органу - захвату 7 створюють механізми 6 обертання кисті рук щодо її повздовжньої осі *III-III* і поперечної осі *IV-IV*. Підвісні механізми маніпулятора захищені від попадання пилу, грязі та масла огородженням 8.

Установочні переміщення рук здійснюються за допомогою електромеханічних приводів, що відстежують, а орієнтуючі рухи кистей рук і зажим-розжим схем - пневмоциліндрами.

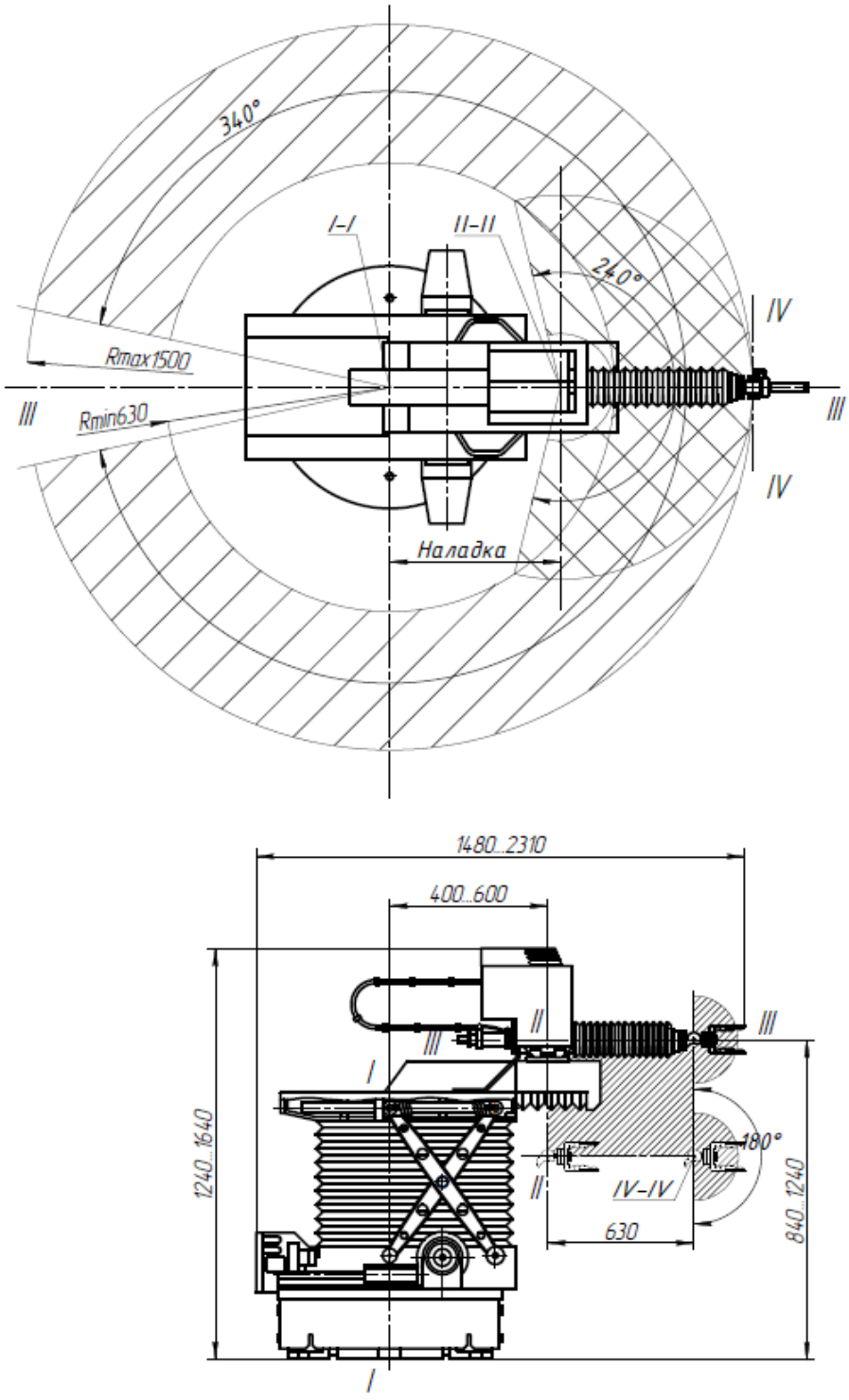


Рис. 2.2. Геометричні розміри робочої зони і діапазони переміщень ланок робота

Пневмоблок, яким комплектується ПР, призначений для підготовки, регулювання подачі стисненого повітря із заводської мережі та блокування роботи маніпулятора при падінні тиску нижче допустимого.

Блок тиристорних електроприводів формує управляючі напругою та якірною системою електродвигунів постійного струму.

Пристрій програмного управління позиційного типу має можливість запису програм у режимі навчання (за першим циклом) та формує керуючі сигнали на блоці, а також технологічні команди управління циклом роботи маніпулятора та обслуговування обладнання.

2.2 Кінематична, пневматична та електрична схеми промислового робота

Принципіальна кінематична схема ПР приведена на рис. 2.3.

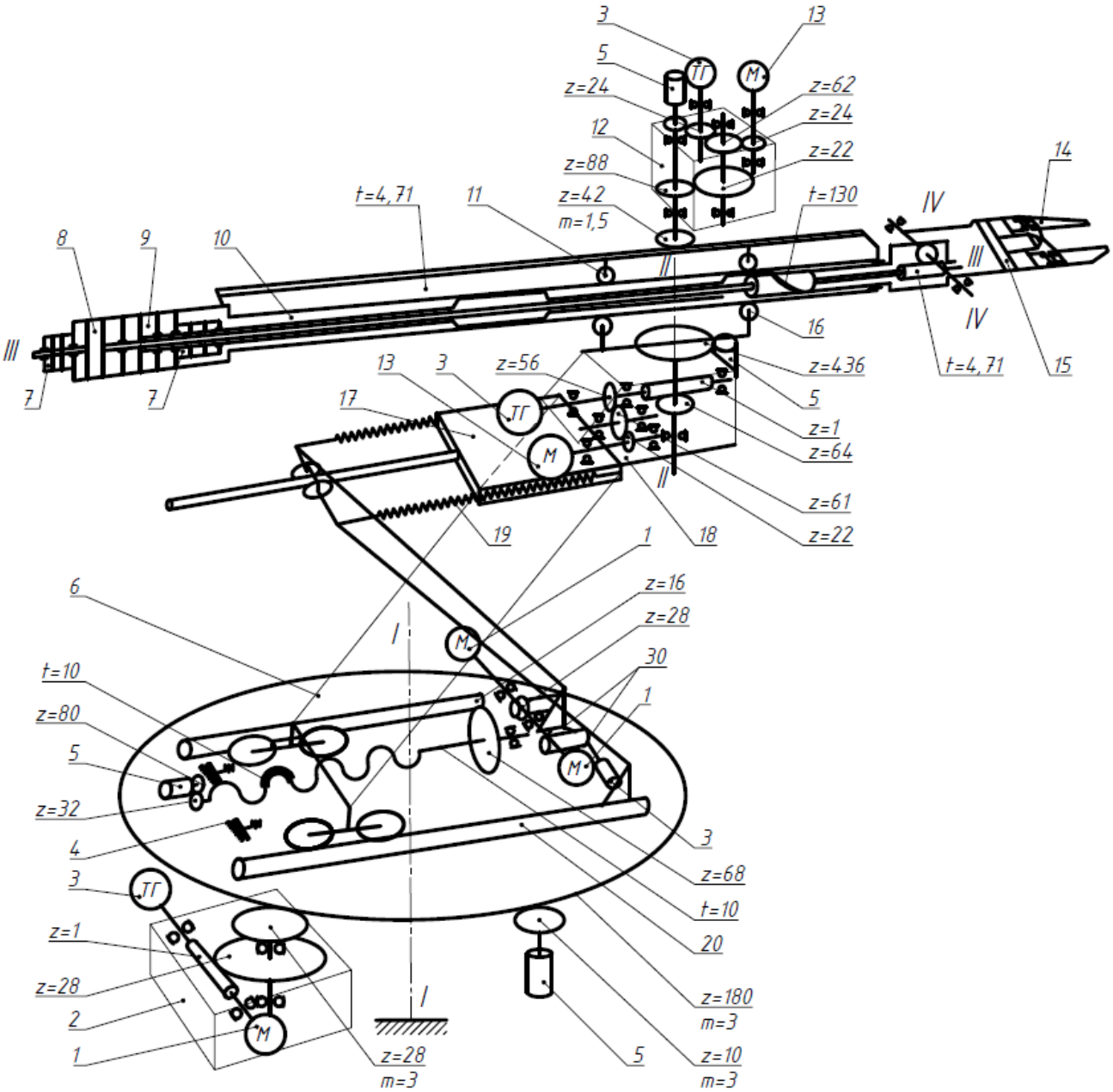


Рис. 2.3. Принципіальна кінематична схема ПР

Блоки тиристорного електроприводу ЕПТ6-У5.02 забезпечують управління в наступному режимі електродвигунами постійного струму типу СЛ-559 і СЛ-661,

встановлені в механізмі чотирьох програмованих ступенів рухомості маніпулятора.

Механізми електроприводів включають у себе зубчасті або черв'ячні редуктори, параметри яких дані в кінематичній схемі. Звернення до виконавчих механізмів маніпулятора по положенню і швидкості реалізується потенціометричними датчиками типу ППМЛ, що призводить до використання зубчастих редукторів і тахогенераторів типу СЛ-121, які вводяться в рух за допомогою спеціальних зубчастих або ремінних механізмів.

Пневмоблок, яким комплектується ПР, призначений для підготовки стисненого повітря, що подається із заводської мережі до маніпулятора, а також для циклового управління двостороннім орієнтуванням рухів кисті рук та захватним пристроєм. Приводи цих рухів здійснюються від пневмоциліндрів (див. рис. 2.4). Для перетворення поступального переміщення поршня при обертальному русі кисті руки використовується гвинтовий копір (у приводі повороту кісти руки відносно її поздовжньої осі) та передача рейка-шестерня (у приводі качання кисті відносно поперечної осі).

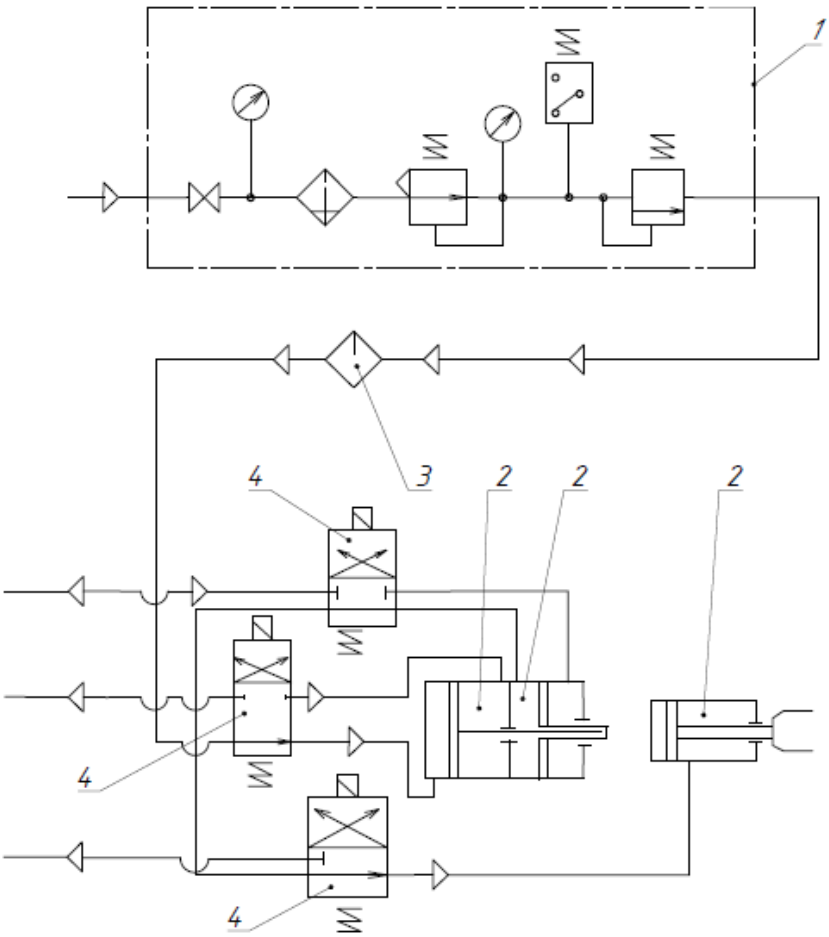
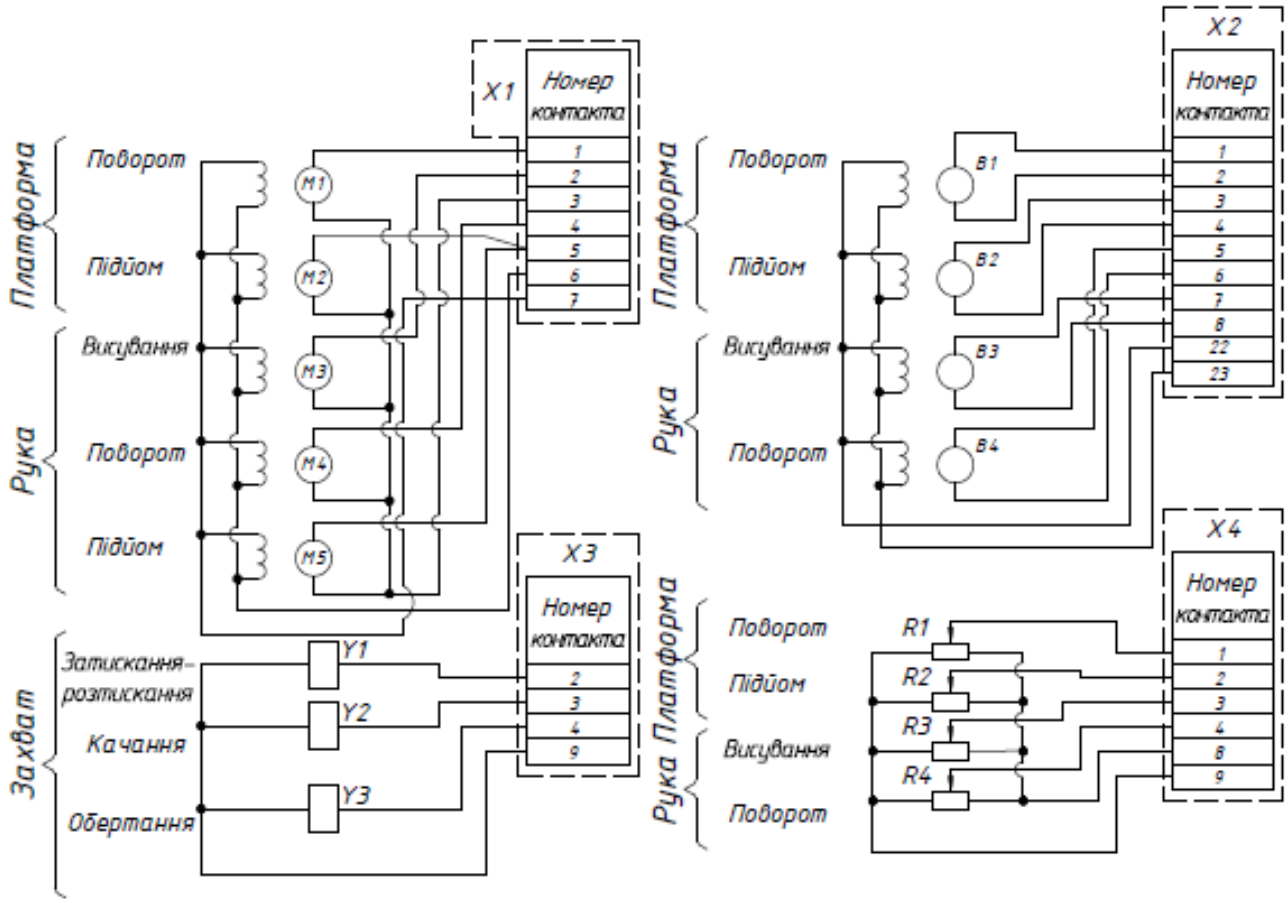


Рис. 2.4. Принципіальна пневматична схема ПР: 1- блок пневматичний; 2 – пневмоциліндр; 3 – мастилорозпилювач; 4 - повітророзподільник

Привід зажиму та розжиму губок захвату здійснюється важільним механізмом, який приєднаний до штока пневмоциліндра. З’єднання механізмів

маніпулятора між собою та пристроєм аналогового позиційного програмного управління типу АПС-1 відповідно до принципової електричної схеми (див. рис. 2.5).



Поз.	Найменування	Кільк.
R1...R4	Потенціометр прецизійний ППМЛ	4
Y1...Y3	Електромагніт	3
M1, M2, M5	Електродвигун постійного струму СЛ-661М	3
M3, M4	Електродвигун постійного струму СЛ-569М	2
B1...B4	Тахогенератор постійного струму СЛ-121	4
X1...X4	Вилка	4

Рис. 2.5 - Принципіальна електрична схема ПР

2.3 Механізм повороту руки маніпулятора

Конструкція механізму повороту руки маніпулятора ПР з зубчато-черв'ячним редуктором показана на рисунку 2.6.

Поворотний стіл 1, на якому кріпиться за допомогою напрямних планок і гвинтів рука маніпулятора (на рисунку не показана), приводиться в обертання двигуном 2 постійного струму через зубчастий і черв'ячний редуктори. Зубчастий редуктор включає в себе вал-шестерню 3, пов'язану муфтою 4 з ротором двигуна,

і зубчасте колесо 5, яке зачіпається з колесом 6, нерухомо встановленим на валу черв'яка 7. Співвісно з черв'яком встановлений тахогенератор 8, приєднаний до валу черв'яка за допомогою муфти 9.

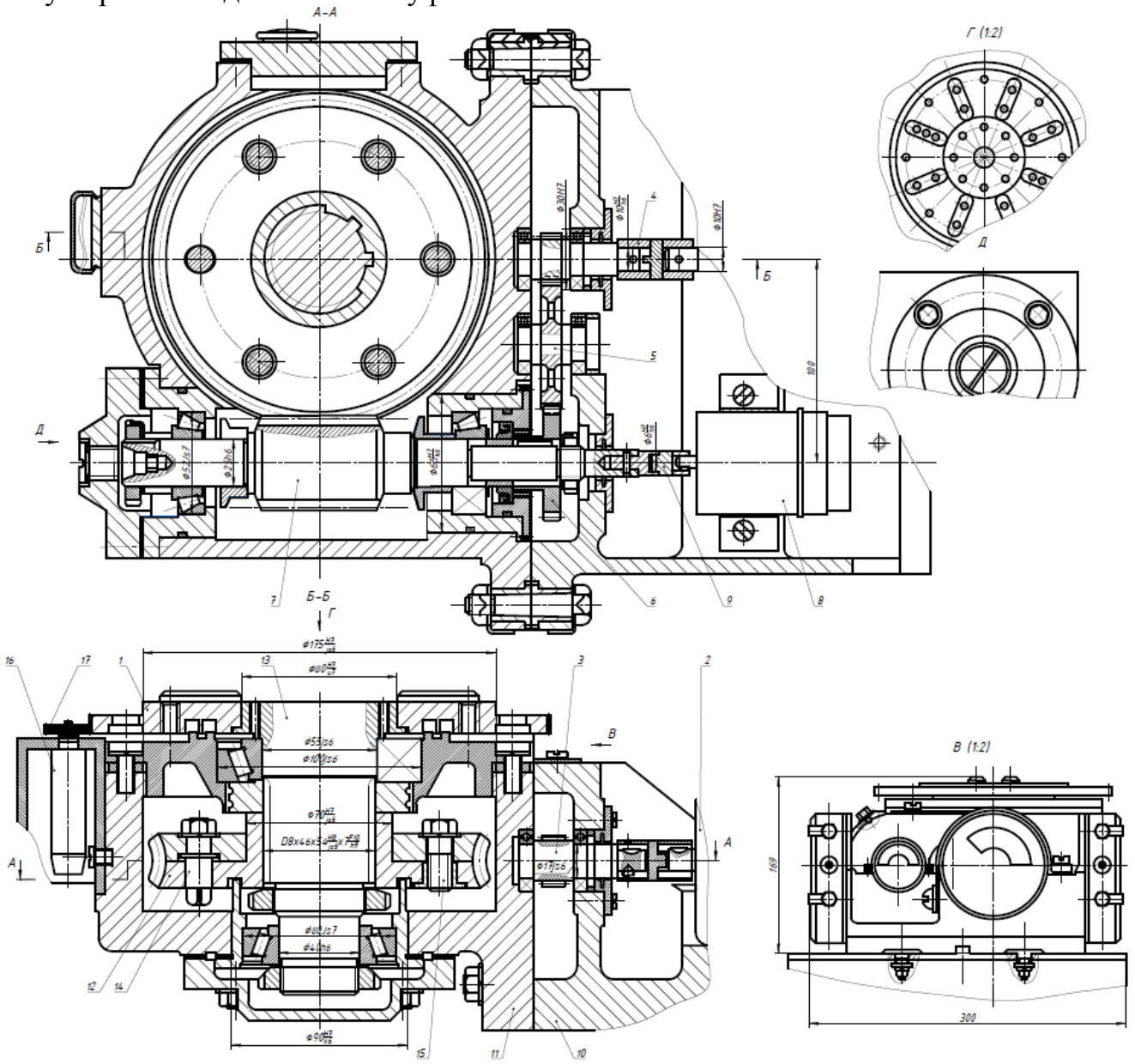


Рис. 2.6. Механізм повороту руки маніпулятора ПР з електроприводом

Електродвигун, зубчастий редуктор і тахогенератор змонтовані на основі 10, до якого призонними болтами кріпиться корпус 11 черв'ячного редуктора.

З метою вибору люфту в передачі черв'ячне колесо 12 виконано розрізним: нижня частина надіта на шліци валу 13, а верхня базується на ступиці нижній частині. Вибір люфту проводиться ексцентриком 14 шляхом повороту верхньої і нижньої частин черв'ячного колеса відносно один одного. Після установки необхідного бокового зазору (0,02 ... 0,05 мм) обидві частини черв'ячного колеса стягуються гвинтами 15.

Датчик 16 кутового положення (потенціометр типу ППМЛ-М) кріпиться до кронштейну на корпусі 11 і приводиться шестернею 17 від зубчастого вінця на зовнішній поверхні столу 1.

2.4 Механізм підйому маніпулятора

На планшайбі механізму повороту встановлений механізм підйому маніпулятора, конструкція якого показана на рисунку 2.7.

Механізм підйому маніпулятора виконаний у вигляді просторового важільного пристрою (типу пантографа), нерухомі нижні шарніри якого закріплені в кронштейні 1 на основі 2. Рухливі нижні шарніри пантографа встановлені на каретці 3, яка пересувається на роликах 4 по напрямних 5. При горизонтальному русі каретки 3 пантограф переміщається вертикально разом з верхньою платформою 6 до платформи кріпиться механізм повороту руки (на малюнку не показаний) і скалка 7, що є направляючою для конічних роликів 8 каретки 9, в якій встановлені верхні рухливі шарніри 10 пантографа.

Механізм приводу підйому маніпулятора складається з двох електродвигунів 11 постійного струму, встановлених співвісно відносно один одного на основі 2, редуктора 12 і гвинтової передачі 13. Контроль переміщення виконується за допомогою потенціометричного датчика 14, з'єднаного за допомогою зубчастої передачі 15 з ходовим гвинтом. Зворотній зв'язок по швидкості здійснюється тахогенератором 16, який з'єднаний зубчасто-ремінною передачею 17 з вхідним валом редуктора 12.

Гвинтова передача 13 конструктивно являє собою гвинт 18 з трапецеїдальної різьбою, встановленою в опорах на підшипниках кочення. У корпусі 20 каретки 3 встановлені дві напівгайки 19. Для компенсації похибки розташування опор гвинта відносно напрямних 6 корпус 20 має осьовий люфт (0,01 ... 0,03 мм) і радіальний зазор (0,5 мм) щодо каретки 3.

Для вибору бічного зазору в зачепленні циліндричних коліс редуктора 12 і передачі 15 приводу датчика положення (потенціометра) 14 ведені зубчасті колеса 21 і 22 виконані розрізними з розвідних пружинними кільцями.

Для врівноваження навантаження в конструкції механізму підйому застосовані дві пружини 23 в опорі гвинта і дві пружини 24 у верхній частині пантографа.

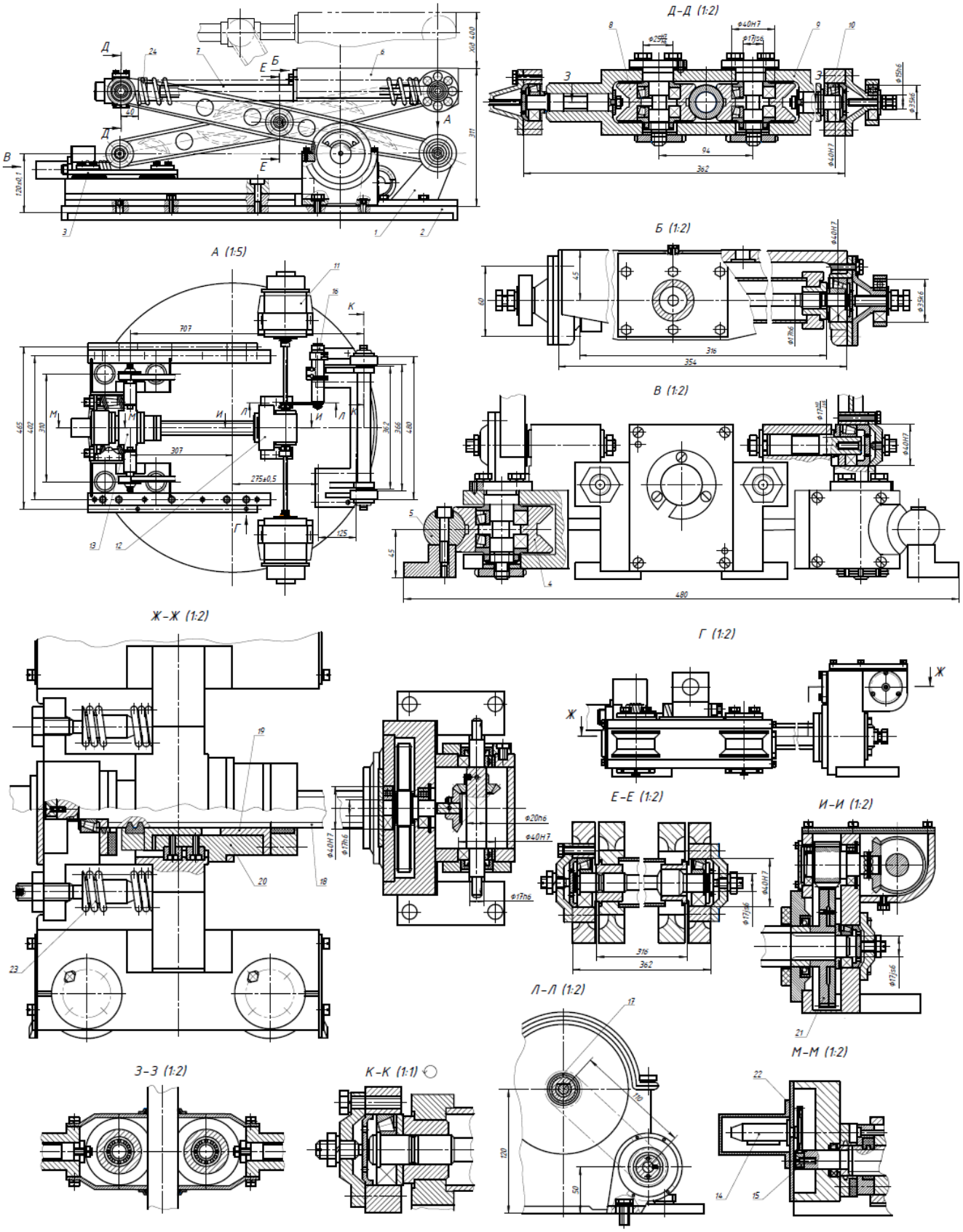


Рис. 2.7 - Механізм підйому маніпулятора ПР

Висновки до розділу 2

В даному розділі дипломного проєкту проаналізована конструкція та кінематика робота-маніпулятора, який здатний виконувати роботи, пов’язані із розвантаженням об’єктів виробництва, які переміщуються міжцеховим транспортом на підприємствах легкої промисловості.

Визначені технічні характеристики та геометричні розміри робочої зони і діапазони переміщень ланок робота, що дозволяє визначити місце встановлення промислового робота біля конвеєра в цеху підприємств легкої промисловості.

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ

3.1 Уточнений розрахунок валу

У цьому пункті робимо розрахунок шліцьового валу.

Уточнений розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності s для небезпечних перерізів і порівнянні їх з необхідними (що допускаються) значеннями [s]. Міцність дотримана при s≥[s]. Допустиме значення [s]=2,5 по [15]. Розрахунок проводимо для небезпечного перерізу цього валу.

Матеріал валу - сталь 40Х, термічна обробка - поліпшення, межа міцності $\sigma_B = 930\ МПа$ по [15].

Коефіцієнт запасу міцності по нормальній напрузі [15]:

$$s_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma}{\varepsilon_\sigma} \cdot \sigma_v + \psi_\sigma \cdot \sigma_m}, \qquad (3.1)$$

де σ_{-1} - межа витривалості стали при симетричному вигині, для легованої сталі $\sigma_{-1} = 0,35 \cdot \sigma_B + 100 = 0,35 \cdot 930 + 100 = 426\,\text{МПа}$;

k_σ - ефективний коефіцієнт концентрації нормальної напруги, $k_\sigma = 1,7$;

ε_σ - масштабний чинник для нормальної напруги, $\varepsilon_\sigma = 0,82$;

σ_v - амплітуда циклу нормальної напруги, рівна найбільшій напрузі вигину в даному перерізі;

ψ_σ - коефіцієнт, $\psi_\sigma = 0,25$;

σ_m - середня напруга циклу нормальної напруги, якщо відсутня осьова сила Fa, то приймається $\sigma_m = 0$.

Коефіцієнт запасу міцності по дотичній напрузі [15]:

$$s_\tau = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_\tau}{\varepsilon_\tau} \cdot \tau_v + \psi_\tau \cdot \tau_m}, \qquad (3.2)$$

де τ_{-1} - межа витривалості стали при симетричному циклі кручення: $\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 426 = 247\,\text{МПа}$;

k_τ - ефективний коефіцієнт концентрації дотичної напруги, $k_\tau = 2,65$;

ε_τ - масштабний чинник для дотичної напруги, $\varepsilon_\tau = 0,70$;

τ_v - амплітуда циклу дотичної напруги;

ψ_τ - коефіцієнт, $\psi_\tau = 0,1$;

τ_m - середня напруга циклу дотичної напруги, $\tau_m = \tau_v$.

Сумарний згинаючий момент в розрахунковому перерізі визначається по формулі:

$$M = \sqrt{\left(R_X{}^1 \cdot \left(L - l_2\right)\right)^2 + \left(R_Y{}^1 \cdot \left(L - l_2\right)\right)^2}, \tag{3.3}$$

$$M = \sqrt{\left(3423 \cdot \left(650 - 470\right)\right)^2 + \left(1370 \cdot \left(650 - 470\right)\right)^2} = 664 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Момент опору згину для шліцьового валу визначається по [15]:

$$W_{нетто} = \frac{\pi \cdot d^4 + b \cdot z \cdot \left(D - d\right) \cdot \left(D - d\right)^2}{32 \cdot D}, \tag{3.4}$$

$$W_{нетто} = \frac{3,14 \cdot 46^4 + 7 \cdot 8 \cdot \left(54 - 46\right) \cdot \left(54 + 46\right)^2}{32 \cdot 54} = 10,4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Амплітуда циклу нормальної напруги, рівна найбільшій напрузі згину в даному перерізі:

$$\sigma_v = \frac{M}{W_{нетто}}, \tag{3.5}$$

$$\sigma_v = \frac{664 \cdot 10^3}{10,4 \cdot 10^3} = 62,6 \text{ МПа}.$$

Коефіцієнт запасу міцності по нормальній напрузі:

$$s_\sigma = \frac{426}{\frac{1,7}{0,82} \cdot 62,6 + 0,25 \cdot 0}.$$

Момент опору крученню для шліцьового валу визначається по [15]:

$$W_{Кнетто} = 2 \cdot W_{нетто}, \tag{3.6}$$

$$W_{Кнетто} = 2 \cdot 10,4 \cdot 10^3 = 20,8 \cdot 10^3 \text{ мм}^3.$$

Амплітуда циклу дотичної напруги в даному перерізі:

$$\tau_v = \tau_m = \frac{T_{II}}{2 \cdot W_{Knetto}}, \quad (3.7)$$

$$\tau_v = \tau_m = \frac{169 \cdot 10^3}{2 \cdot 20,8 \cdot 10^3} = 4,06.$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичній напрузі:

$$s_\tau = \frac{247}{\frac{2,65}{0,7} \cdot 4,06 + 0,1 \cdot 4,06}.$$

Коефіцієнт запасу міцності в небезпечних перерізах:

$$s = \frac{s_\sigma \cdot s_\tau}{\sqrt{s_\sigma{}^2 + s_\tau{}^2}}, \quad (3.8)$$

$$s = \frac{2,80 \cdot 8,84}{\sqrt{2,80^2 + 8,84^2}} = 2,67.$$

Умови міцності s≥[s] дотримано 2,67>2,5, отже розміри вала вибрані правильно.

3.2 Перевірка довговічності підшипників

Для вибору підшипників кочення і визначення їх робочого ресурсу при проектуванні і розрахунку опорних вузлів редукторних валів необхідно враховувати експлуатаційні умови, характер і величину навантажень, що сприймаються опорами.

На основі аналізу навантажень конструктор намічає тип підшипника: радіальний, радіально-упорний, упорний і його номер відповідно до діаметра цапфи. Обраний підшипник повинен володіти необхідною нормативною довговічністю, узгодженої з ресурсом роботи даної машини або механізму. Наприклад, для зубчастих редукторів встановлений термін служби 36000 годин, для черевячних 20000 годин. Для підшипників таких редукторів мінімальний ресурс рекомендується відповідно 10000 і 5000 годин, бажано передбачати його таким же, як і у редукторів.

На основі цих данних підберемо підшипник кочення для вала d=40 мм. Перевіримо на довговічність при частоті обертання n=1000 об/хв; радіальне навантаження F_r=2500 Н, осьове навантаження F_a=1000 Н.

Перевіримо підшипник для посадочного діаметра d=40 мм, починаючи з середньої серії - №308, у якого [15]:

-статична вантажопідйомність C_0=22700 Н;

-динамічна грузопідйомність С= 31900 Н;

Приймаємо k_σ= 1,4 та k_τ=1,0 (див. додаток Б).

Так, як F_a=1000 Н, то відношення

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{1000}{22700} = 0.044.$$

З таблиці 2 додатку 1 знаходимо *e*=0,26.

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{1000}{1 \cdot 2500} = 0{,}4 > e,$$

де V - коефіцієнт обертання (якщо обертається внутрішнє кільце, то V = 1, якщо ж обертається зовнішнє кільце, то V = 1,2);

Отже виходячи з цього знаходимо: X=0,56; Y=1,85.

Еквівалентне динамічне навантаження знаходимо за формулою:

$$P = \left(XVF_r + YF_a\right)k_\sigma k_\tau \qquad (3.9)$$

де X,Y - коефіцієнт радіальної і осьової навантажень

k_σ – коефіцієнт безпеки;

k_τ – коефіцієнт температури;

Отже $P = (0{,}56 \cdot 1 \cdot 2500 + 1{,}85 \cdot 1000) \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}0 = 4550$ Н.

Розрахунковий ресурс в міліонах обертів:

$$L=(C/P)^3=(31900/4550)^3=350(\text{млн. об.}).$$

Разрахункова довговічність в годинах:

$$L_h=(L\cdot 10^6/60\cdot n)=(350\cdot 10^6/60\cdot 1000)=5800(\text{час})$$

Така довговічність для нас не достатня.

Перевіримо підшипник важкої серії №408, у якого: C_0=37000 Н, С=50300 Н.

Так, як F_a=1000 Н, то відношення

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{1000}{37000} = 0.027.$$

З Додатку В знаходимо *e*=0,22.

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{1000}{1 \cdot 2500} = 0{,}4 > e,$$

де V - коефіцієнт обертання (якщо обертається внутрішнє кільце,

то V = 1, якщо ж обертається зовнішнє кільце, то V = 1,2);

Отже виходячи з цього знаходимо: X=0,56; Y=1,99.(див. додаток В)

Еквівалентне динамічне навантаження знаходимо за формулою(1.14):

Отже $P = (0{,}56 \cdot 1 \cdot 2500 + 1{,}99 \cdot 1000) \cdot 1{,}4 \cdot 1{,}0 = 4750(\text{Н})$.

Розрахунковий ресурс в міліонах обертів:

$$L=(C/P)^3=(50300/4750)^3=1200(\text{млн. об.}).$$

Разрахункова довговічність в годинах:

$$L_h=(L \cdot 10^6/60 \cdot n)=(1200 \cdot 10^6/60 \cdot 1000)=20000(\text{час})$$

Отже, в результаті розрахунків беремо підшипник №408.

3.3 Перевірка міцності шліцьового з'єднання

Перевіримо на міцність шліци цього валу D - 8x46x54x7.
Вибране з'єднання перевіряється на зминання по [15]:

$$\sigma_{зм} = \frac{T}{0{,}75 \cdot z \cdot A_{зм} \cdot R_{ср}} \le [\sigma_{зм}] \qquad (3.10)$$

де T - обертовий момент, $T = 169 \cdot 10^3$ Н·мм;

$0{,}75$ - множник, введений для обліку нерівномірності розподілу тиску по шліцах;

z - число шліців, $z = 8$;

$A_{зм}$ - розрахункова поверхня зминання;

$R_{ср}$ - середній радіус, $R_{ср} = 0{,}25 \cdot (D + d) = 0{,}25 \cdot (54 + 46) = 25$ мм;

$[\sigma_{зм}]$ - допустима напруга зминання по [15]: $[\sigma_{зм}] = 98$ МПа.

Розрахункова поверхня зминання визначається [15]:

$$A_{зм} = \left(\frac{D - d}{2} - 2 \cdot f \right) \cdot l \qquad (3.11)$$

де D - зовнішній діаметр шліців, $D = 54$ мм;

d - внутрішній діаметр шліців, $d = 46$ мм;

f - фаска шліца, $f = 0{,}4$ мм;

l - довжина маточини, $l = 55$мм.

$$A_{зм} = \left(\frac{54 - 46}{2} - 2 \cdot 0,4 \right) \cdot 55 = 176 \text{ мм}^2.$$

Напруга на зминання дорівнює:

$$\sigma_{зм} = \frac{169 \cdot 10^3}{0,75 \cdot 8 \cdot 176 \cdot 25} = 6,4 \text{ МПа}.$$

Умова міцності $\sigma_{зм} \le [\sigma_{зм}]$ дотримана 6,4<98.

3.4 Вибір та розрахунок гідроциліндра

Знаходимо діаметр гідроциліндра за формулою:

$$D = 2 \cdot \sqrt{\frac{P_{дв} \cdot \varphi}{\pi \cdot (p_{nom} - p_{atm}) \cdot \eta}}, \quad (3.8)$$

де p_{nom} -номінальний тиск (відповідно до рекомендацій приймаємо 2МПа);

p_{atm} - атмосферний тиск (0,1 МПа);

$p_{дв} = p_{nom} \cdot 0.85$ - робочий тиск;

η - коефіцієнт втрати тертя, η= 1,5;

D - діаметр циліндра;

d- діаметр штока;

Зі співвідношення d/D = 0.5 попередньо знаходимо діаметр циліндра: D=20мм.

У відповідності з ГОСТ 6540-68 «Гідроциліндри і пневмоциліндри», вибираємо циліндр з параметрами: D=20мм, d=12мм.

Вибираємо гидроцилиндр моделі СФ65 20/12/850.

Основні характеристики:

-тиск номінальний / максимальне - 2,0 / 5МПа
-зусилля на штоку штовхає / тягнуче - 28 / 27,5кН
-швидкість переміщення штока до 0,6 м / с
-передні/задні вушка - підшипник GE30ES.

Висновки до розділу 3

В даному розділі дипломного проєкту проведені розрахунки основних елементи конструкцій проми слового робота. Результати розрахунків показують,

що вибрані конструктивні елементи значно менше допустимих, відповідно вибір конструктивних елементів виконаний вірно.

Таким чином, обрані конструктивні елементи забезпечать надійну роботу промислового робота.

Висновки

В даному дипломному проекті проаналізовані різні види конструкцій робото технічних пристроїв та спеціальних роботів, проведено аналіз та запропоновано конструкцію, яка задовольняє поставленому завданню – підлоговий промисловий універсальний робот-маніпулятор, який здатний незалежно від людини виконувати досить складні завдання, що пов’язані з переміщенням та транспортуванням різних об’єктів, в тому числі при виконанні розвантаження міжцехового транспорту на підприємствах легкої промисловості.

Таким чином, використовуючи в якості перевантажувальних пристроїв ПР, можливо вирішити встановлену раніше задачу – автоматизувати процес передачі об’єктів транспортування взуттєвого виробництва з одного транспортного засобу на інший з метою створення безперервного транспортного ланцюга.

Перевагою промислових роботів є можливість переналагодження тільки шляхом зміни виконавчих пристроїв, перепрограмуванням алгоритму виконання закладених функцій та траєкторії переміщення робочих органів. Це дає можливість використовувати промислові роботи для вирішування широкого кола задач у складі виробничих та логістичних систем.

Для автоматизації процесу перевантаження, маніпулятор слід оснастити перепрограмованим пристроєм управління, тим самим перетворивши маніпулятор у промисловий робот (ПР), який відрізняється від інших роботів, що використовуються у виробничому процесі транспортування. Під перепрограмуванням розуміється властивість ПР, у якого при потребі заміняють управляючу програму. До перепрограмування відноситься зміна послідовності або значень переміщень по ступеням рухомості.

У даній роботі визначені технічні характеристики та геометричні розміри робочої зони і діапазони переміщень ланок робота, що дозволяє визначити місце встановлення промислового робота біля конвеєра в цеху підприємств легкої промисловості та проведені перевірочні розрахунки деяких конструктивних елементів цього робота.

Список використаних джерел

1. Ковальов Ю.А. Аналіз об’єктів транспортування в логістичних системах взуттєвого виробництва / К овальов Ю.А., Плешко С.А., Лавренчук В.І. // К.: Легка пром-сть. – 2016. – №2. – С. 29-31.

2. Ковальов Ю. А. Огляд та аналіз сучасних пристроїв для перевантаження об’єктів транспортування / Ковальов Ю.А., Плешко С.А. // К.: Легка пром-сть. – 2017. – №1. – С. 21-29.

3. Ивановский К. Е. Перегрузочные устройства конвейеров штучных грузов / К. Е. Ивановский, Оболенский А. С. – М. : Машиностроение, 1966. – 208 с.

4. Лапкин Ю. П. Перегрузочные устройства :[справочник] /Ю. П.Лапкин, А. Р. Малкович. – Л. : Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1984. – 224 с.

5. Вавилов В. И. Оборудование заготовочных цехов обувных фабрик: [учебник] В. И. Вавилов. – М. : Легкая индустрия, 1978. – 192 с.

6. Козырев Ю. Г. Промышленные роботы: [справочник]. – М.: Машиностроение, 1983. – 376 с.

7. Спыну Г.А. Промышленные роботы. Конструирование и применение: Учеб. пособие. / Спыну Г.А.- К.: 2-е изд., перераб. и доп. Выща шк., 1991. - 311 с.: ил.

8. Ковальов Ю.А. Стан і аналіз логістичних схем вантажопотоків взуттєвих підприємств / Ковальов Ю.А., Плешко С.А., Лавренчук В.І. // К.: Легка пром-сть. – 2016. – №2. – С. 29-31.

9. Жавнер В. Л. Погрузочные манипуляторы / В. Л. Жавнер, Э. И. . Крамской. – Л. : Машиностроение, 1976. – 157 с.

10. Козырев Ю. Г. Захватные устройства и инструменты промышленных роботов. – М.: КНОРУС, 2010. – 312 с.

11. Н. В. Василенко. Основы робототехники / Н. В. Василенко, К. Д. Никитин, В. П. Пономарев, А. Ю. Смолин / – Томск: МГП «Раско», 1993. – 467 с.

12. Промышленные роботы в машиностроении. Альбом схем и чертежей / Под ред. Ю. М. Соломенцева. — М. : Машиностроение, 1987. — 140 с.

13. Цвіркун Л. І., Грулер Г. Робототехніка та мехатроніка: Навч. посібник. – Д.: Національний гірничий університет, 2007. – 216 с.

14. Шахинпур М. Курс робототехники: Перевод с англ. – М.: Мир, 1990. – 527 с.

15. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие / СА.Чернавский, К.Н.Боков, И.М.Чернин, Г.М.Ицкович, В.П.Козинцов. — М.: Машиностроение, 1979.

16. Роботизированные технологические комплексы и гибкие производственные системы в машиностроении: Альбом схем и чертежей. М.: Машиностроение, 1989. – 192 с.

17. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х томах / В.И. Анурьев.: Машиностроение, 2003. – Электронный справочник.

18. Конструирование деталей и узлов технологических и транспортных

машин: Учебное пособие для вузов / В. Ф. Пантелеев, С. А. Кулишенко, В. В. Сенькин и др.; под общ. ред. В. Ф. Пантелеева. – Пенза: Инф.-изд. Центр ПГУ, 2004. – 204 с.

19. Детали и механизмы роботов. Основы расчета, конструирование и технология производства / П од ред. Б.Б.Сомотокина. - Киев: Вища школа, 1990. - 343с.

20. Проць Я.І., Автоматизація виробничих процесів. Навчальний посібник для технічних спеціальностей вищих навчальних закладів./ Я.І. Проць, В.Б. Савків,О.К. Шкодзінський, О.Л. Ляшук Ę Тернопіль: ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. Ę 344с.

21. Подураев Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение: учеб. пособие / Ю.В.Подураев. - 2-е изд., стер. - М.: Машиностроение, 2007. - 256 с.

22. Иванов А.А . Основы робототехники: учеб. пособие /А.А.Иванов; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2011. - 200 с.

Додатки