

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ
Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра механічної інженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на тему: Дослідження та розробка захватних пристроїв маніпуляторів

Виконав студент групи МгПМ -21

спеціальності 131 Прикладна механіка

Фещенко Антон Сергійович

Науковий керівник к.т.н., доц. Манойленко О.П.

Рецензент _____

Київ 2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ДИЗАЙНУ
Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра механічної інженерії

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Дипломного проекту

на тему

Дослідження та розробка захватних пристроїв маніпуляторів

Виконав студент групи МгПМ -21

спеціальності 131 Прикладна механіка

Фещенко Антон Сергійович Науковий

керівник к.т.н., доц. Манойленко О.П.

Рецензент _____

Київ 2022

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

Факультет мехатроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра механічної інженерії
Спеціальність 131 прикладна механіка
Освітня програма мехатроніка та робототехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
механічної інженерії

Олександр МАНОЙЛЕНКО

« ____ » _____ 2022 року

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТА**

Фещенку Антону Сергійовичу

1. Тема дипломної магістерської роботи (проєкту) Дослідження та розробка захватних пристроїв маніпуляторів
Науковий керівник роботи (проєкту) Манойленко Олександр Петрович,
кандидат технічних наук, доцент
затверджені наказом КНУТД від «28» вересня 2022 року № 180 уч
2. Строк подання студентом дипломної роботи (проєкту) 10.11.2022 року
3. Вихідні дані до проєкту: розробки кафедри прикладної механіки та машин,
кресленник загального промислового робота М10П.62.01, технічна
характеристика основов'язальної машини.
4. Зміст дипломної магістерської роботи (проєкту) (перелік питань, які потрібно
розробити) Розділ 1. Аналітичний огляд роботів та маніпуляторів, Розділ 2.
Розробка конструкції вакуумних ежекторів, Розділ 3 Аналіз конструкцій
вакуумних ежекторів . Розділ 4 Обслуговування робота-маніпулятора.
Розробити кресленник загального виду зав автоматизованого пристрою подачі
текстильних матеріалів на швейних машинах згідно ГОСТ 2.119-73 Ескізний
проєкт, кресленник схама кінематична принципова, кресленник складальний
вакумного ежектора, кресленник деталей вакумного ежектора. Листи 5, 6. ВЗ
промислового робота по ДСТУ 2.120-73, Лист 7 Складальне креслення, Лист 8
Креслення деталей виробу
5. Дата видачі завдання 28.09.2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи (проєкту)	Терміни виконання етапів	Примітка про виконання
1	Вступ	5.10.2022	
2	РОЗДІЛ 1. Аналітичний огляд роботів та маніпуляторів	15.10.2022	
3	РОЗДІЛ 2. Розробка конструкції вакуумних ежекторів	20.10.2022	
4	РОЗДІЛ 3 Аналіз конструкцій вакуумних ежекторів	25.10.2021	
5	Розділ 4 Обслуговування робота-маніпулятора.	30.10.2021	
6	Висновки	05.11.2022	
7	Оформлення дипломної роботи (проєкту) (чистовий варіант)	10.11.2022	
8	Здача дипломної роботи (проєкту) на кафедрі для рецензування (за 14 днів до захисту)	10.11.2021	
9	Перевірка дипломної роботи (проєкту) на наявність ознак плагіату (за 10 днів до захисту)	11.11.2022	
	Подання дипломної роботи (проєкту) на затвердження завідувачу кафедри (за 7 днів до захисту)	15.11.2022	

Студент _____ Антон ФЕЩЕНКО
(підпис)

Науковий керівник роботи _____ Олександр МАНОЙЛЕНКО
(підпис)

Директор НМЦУПФ _____ Олена ГРИГОРЕВСЬКА
(підпис)

АНОТАЦІЯ

Фещенко Антон Сергійович. Дослідження та розробка захватних пристроїв маніпуляторів. Магістерська дипломна робота на здобуття ступеня магістра за спеціальністю 131 Прикладна механіка освітньої програми «Мехатроніка та робототехніка», Київський національний університет технологій та дизайну, Київ, 2022, рукопис.

Тема магістерської роботи присвячена аналізу захватних пристроїв робототехнічних систем для автоматизації технологічних процесів при виготовленні виробів індустрії моди. Автоматизація технологічних процесів дозволяє, в першу чергу, підвищити продуктивність праці, а також підвищити якість готових виробів. Переміщення текстильних матеріалів здійснюється шляхом вакуумного пристрою.

При визначенні конструкції захвату вакуумного типу було виконано аналітичний огляд та порівняльний аналіз відомих вакуумних захватів, які реалію вакууму. Також проведений аналіз адаптерів, які можуть бути застосовані для забезпечення технологічних процесів різних типів текстильних матеріалів, шкіри, фурнітури, та інших деталей виробу.

В роботі розглянуто варіанти конструкції захватних пристроїв, які містять з різним типом вакуумного ежектора з різними параметрами. Для запропонованих конструкцій були розроблені 3Д моделі в середовищі SolidWorks та проведене комп'ютерне моделювання потоків, досліджено конструкції та визначено зусилля потоку, який утворює вакуум. З аналізу запропонованих варіантів найбільше значення вакууму досягається за рахунок пароструменевого вакуумного ежектора.

Також було розроблено конструкцію маніпулятора, який забезпечує переміщення об'єктів в циліндричних системах координат.

Для розробленої конструкції було розроблене креслення загального виду згідно ДСТУ 2.120-73 Технічне креслення, розроблене складальне креслення пристроїв та робочі креслення деталей ежектора. Запропонована конструкція може бути застосована не лише для автоматизації технологічних процесів при виготовленні швейних виробів, а також для виготовлення інших виробів.

Ключові слова: *вакуумний захват, автоматизація операцій завантаження технологічних машин, моделювання вакууму, пароструменевий ежектор, дослідження потоків в ежекторах*

SUMMARY

Feshchenko Anton. Research and development of gripping manipulator devices. Master's thesis for obtaining a master's degree in specialty 131 Applied mechanics of the educational program "Mechatronics and robotics", Kyiv National University of Technology and Design, Kyiv, 2022, manuscript.

The topic of the master's thesis is devoted to the analysis of the gripping devices of robotic systems for the automation of technological processes in the manufacture of products of the fashion industry. Automation of technological processes allows, first of all, to increase labor productivity and also to improve the quality of finished products. The movement of textile materials is carried out by means of a vacuum device.

When determining the design of a vacuum-type gripper, an analytical review and comparative analysis of known vacuum grippers, which realizes vacuum, was performed. An analysis of adapters that can be used to ensure the technological processes of various types of textile materials, leather, accessories, and other product details was also analyzed. The paper considers design options for gripping devices that contain different types of vacuum ejectors with different parameters. For the proposed structures, 3D models were developed in the SolidWorks environment and computer simulation of flows was carried out, the structures were studied and the force of the flow that creates a vacuum was determined.

From the analysis of the proposed options, the greatest value of vacuum is achieved due to the parajet vacuum ejector. The design of the manipulator, which ensures the movement of objects in cylindrical coordinate systems, was also developed.

For the developed structure, a general drawing was developed according to DSTU 2.120-73 Technical drawing, an assembly drawing of devices and working drawings of ejector parts were developed.

The proposed design can be used not only for the automation of technological processes in the manufacture of sewing products, but also for the manufacture of other products.

Key words: *vacuum gripper, automation of loading operations of technological machines, vacuum modeling, steam jet ejector, study of flows in ejectors*

ЗМІСТ

ВСТУП	8
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ	9
РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РОБОТІВ ТА МАНІПУЛЯТОРІВ	
1.1 Типи промислових роботів за поданням	10
1.2. Виробники промислових роботів	13
1.3 Класифікація захватних пристроїв роботів-маніпуляторів	18
1.4 Вакуумні та магнітні захватні пристрої	26
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ВАКУУМНИХ ЕЖЕКТОРІВ	
2.1. Класифікація та типи ежекторів	30
2.2 Розрахунок вакуумних та магнітних захватних пристроїв	34
2.3 Розрахунок ежектора з циліндричною змішувальною камерою	36
РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМНИХ ЕЖЕКТОРІВ	
3.1 Процедура розрахунку та прийняті припущення в Flow SolidWorks Simulation	41
3.2 Визначення параметрів струменю та величини вакууму вакуумних ежекторів в Flow SolidWorks Simulation	43
3.3 Дослідження вакуумного ежектора простого типу	49
3.4 Дослідження вакуумний ежектор з соплом	50
3.5 Розрахунок вакуумного пароструменевого ежектора з соплом а дифузором	52
РОЗДІЛ 4 ОПИС ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ З ЗАСТОСУВАННЯМ РОЗРОБЛЕНОГО ВИРОБУ	
4.1 Технічне обслуговування пневматичних приводів	41
4.2 Обслуговування мастильних пристроїв	42
4.3 Обслуговування пневмоапаратура і виконавчих механізмів.....	43

4.4 Організація технічного обслуговування.....	44
4.5 Пошук і усунення несправностей.....	57
4.6 Вимоги безпеки.....	60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТОК	73

ВСТУП

На сьогодні підвищення продуктивності праці в виробництвах індустрії моди не можливо уявити без автоматизованих пристроїв, автоматизованих ліній та автоматів при виконання типових операцій з виготовлення виробів. Збільшення рівня автоматизації вимагає від сучасного виробництва переснащення технічного парку обладнання, застосування автоматизованих пристроїв. Одним з основних напрямків технічного переоснащення є оновлення сучасним обладнання, що поруч з економічною ефективністю не забезпечує бажаного економічного результату. Тому більш передовим напрямком є підвищення продуктивності праці та за рахунок модернізації технологічних процесів та технічного обладнання. Розробка нових пристроїв вимагає багато часу, а застосування сучасного програмного продукту та засобів інженерного розрахунку забезпечує швидко перейти в ідеї до готового виробу і є більш економічно обґрунтованим варіантом вирішення поставлених питань модернізації. Автоматизація промислових потужностей дозволяє збільшити продуктивність обладнання і випуск продукції, поліпшує якість продукції.

Серед багатьох засобів автоматизації технологічних процесів слід виділити автоматизовані пристрої-маніпулятори, які прості в конструкції не потребують особливого підходу проектування, та може бути виготовлений з застосуванням типових пневмоциліндрів та пневмоелектроніки. В якості захватних пристроїв слід виділити пневмозахвати, як забезпечують необхідне утримування плоских деталей з текстильних матеріалів, шкіри, шкірозамінників та ін.. Особливість конструктивного виконання захватів та адаптерів формується на базі необхідної конфігурації деталі її розмірів, типу матеріалу та його маси.

Основні вимоги до захватних пристроїв висувуються у вигляді необхідного зусилля вакууму, яке забезпечує надійне захоплення і утримання деталей різної форми, а сам пристрій забезпечувати чітку орієнтацію в просторі; стабільність базування; швидкість переміщення в робочу зону та вихід з неї.

Аналіз та розробка вакуумних ежекторів, які здатні забезпечувати необхідне зусилля вакууму, має дуже важливе значення.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Мета роботи – розроблення та аналіз захватних пристроїв для автоматизації процесів виготовлення виробів індустрії моди, аналіз відомих конструкцій пристроїв для генерації вакууму, вибір їх конструкції, та розрахунок їх параметрів.

Задача роботи – виконати порівняльний аналіз захватних пристроїв різних конструкцій, розробка раціональної конструкції якій забезпечується надійне утримання деталей та переміщення їх в зону обробки, або влучення їх після обробки на швейних машинах.

Об'єктом дослідження є геометричні параметри захватних пристроїв вакуумних ежекторів та зусилля, яке виникає під дією вакууму.

Предметом дослідження служить конструкція вакуумних захватів.

Методи досліджень теоретичні дослідження базуються на основних положеннях методами кінцевих елементів та об'ємів з застосуванням систем автоматизованого проектування.

Практичне значення результати дослідження можуть бути використані для автоматизації операцій при виробництві окремих деталей виробів легкої промисловості при завантаженні технологічного обладнання швейного, взуттєвого тощо.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД РОБОТІВ ТА МАНІПУЛЯТОРІВ

1.1 Типи промислових роботів за поданням

Універсальні, тобто виконують різні види операцій.

Спеціальні. Вони працюють навіть у несприятливих умовах або мають особливі функції.

Спеціалізовані. Такі роботи призначені для здійснення будь-якого одного виду діяльності: збирання, різання, зварювання, фарбування, палетування та ін. Розглянемо деякі з них.

- Роботи для палетування. Вони використовуються для вантажно-розвантажувальних робіт та укладання виробів у палети за певними схемами. Це, наприклад, роботи Fanuc серії M410 (робота із середніми та важкими вантажами). Сюди ж можна віднести KUKA KR QUANTEC PA Arctic – палетоукладач, що працює навіть за мінус 30 градусів.

- Роботи для зварювання. Наприклад, апарати серії FANUC Arc Mate можуть паяти і виконувати всі види зварювання.

- Роботи для фарбування. Вони оснащуються розпилюючими пристроями та успішно працюють з лакофарбовими покриттями різних типів (FANUC Paint).



Роботи-маніпулятори • Традиційні. Це своєрідні робо-руки, що працюють на сервоприводах. Рухи обмежуються розмірами самої руки та інструменту, що закріплюється на ній. Вони повертаються і роблять складні рухи з різних траєкторій. До них відносяться пневмоприсоски, захвати, розпилувачі фарби, роботи для 3D-друку, сварки.

- Дельти-роботи. Здійснюють швидкі та точні рухи, тому служать для виконання фасувальних та монтажних робіт у фармацевтиці, електронній та харчовій промисловості.

- Роботи типу SCARA. Їх особливість: висока точність і повторюваність, поряд із меншою областю роботи та ступенем свободи. Відповідно, використовуються у виробництвах, де важлива точність, а не велика зона доступу (комплектація виробів та ін.).



Роботи для обслуговування верстатів. Їхні основні функції – вилучення деталей зі верстатів з ЧПУ, завантаження матеріалу, технічне обслуговування: заміна інструментів, мастило. Можуть обслуговувати кілька верстатів.



Колаборативні роботи (коботи). Працюють разом із людьми, та цілком безпечні для них. Легко налаштовуються різні види робіт, їх можна швидко навчити виконувати нові завдання. На даний момент вважаються найкращими промисловими роботами.

Перспективи застосування Як було сказано вище, робототехніка стає дешевшою і доступнішою, оскільки:

- Один робот замінює кілька десятків людей.
- Він виробляє більше продукції.
- Окупає себе приблизно за 12-15 років. Розвиток цієї галузі йде шляхом розробки штучного інтелекту.

Найбільш перспективні галузі розвитку робототехніки– це:

- Будівництво.
- Обробна промисловість.
- Гірничодобувна промисловість.
- Сільське господарство.

Основні переваги використання промислових роботів Ці пристрої вже довели свою ефективність. Завдяки їм:

- Знижуються витрати, у тому числі на робочу силу.
- Підвищується точність виготовлення.
- Зменшується кількість браку.

- Прискорюються виробничі процеси.
- Заощаджується матеріал та електроенергія.
- Знижується вартість обробки.
- Прискорення переходу на інший проект.

1.2. Виробники промислових роботів

Серед передових фірм які пропонують робото технічне обладнання слід виділити наступні: Fanuc, Японська компанія Fanuc – світовий лідер із виробництва промислових роботів. За даними на 2018 рік, у всьому світі було встановлено 400 000 роботів виробництва Fanuc. До асортименту входять різні типи пристроїв: роботи для зварювання, фарбування, палетування, дельта-роботи.



В частности, разработанная компанией модель FANUC M-1iA отлично подходит для предприятий, занимающихся небольшими электронными устройствами. Ее основные характеристики: высокая точность, небольшая грузоподъемность, повышенная производительность, быстрая сборка деталей.

Hanwha



Kuka



Hanwha – відомий виробник колаборативних роботів. Продукція цієї південнокорейської фірми використовується в Азії, Європі та США. Кобати (колаборативні роботи) стають дедалі популярнішими, т.к. вони дешевші в обслуговуванні та прості в управлінні. Найбільший попит має Hanwha HCR-5 cobot. Він застосовується для виготовлення електронних пристроїв, при обробці пластику, харчової, автомобільної та фармацевтичної промисловості.

Kuka выпускает промышленных роботов, выполняющих многосерийные задачи: паллетирование, погрузку, упаковку, сварку, сборку, обработку. Более 80 тыс. роботов от этого производителя установлены по всему миру.

Например, роботы Kuka, которые выполняют автоматическое дуговое сваривание, используются на заводе Gestamp в Билефельде при производстве рам сходового типа для автомобилей Volkswagen. Они обеспечивают надежность и высокую продуктивность.

Universal Robots



uFactory



Universal Robots заснована у 2005 році. Вона виробляє гнучких колаборативних роботів невеликого розміру. Перша модель – UR5 – була випущена у 2008 році. Роботи Universal Robots використовуються при складанні, палетизації, упаковці, фарбуванні, литті, зварюванні. Вони сумісні зі верстатами з ЧПК. Наприклад, модель UR 10 із середньою вантажопідйомністю застосовується при зварюванні, склейці, пайці деталей, поєднується з фармацевтичним, сільськогосподарським та технологічним обладнанням. Може розміщуватись на столі.

uFactory – китайський виробник, який спеціалізується на випуску настільних роботів для малого бізнесу та навчання. Одна з останніх розробок компанії – uArm Swift Pro. Ця роботизована рука призначена для побутових цілей, зокрема для 3D-друку. На неї можна встановити лазерний гравер, головки для друку, різноманітні захвати. При необхідності апарат легко перевести в навчальний режим.

ABB



ABB

ABB – швейцарська фірма, яка на сьогоднішній день випустила понад 160 тисяч роботів. Вони використовуються в харчових та меблевих виробництвах, у фармакології, електроніці та ін. Фірма ABB – піонер на ринку робототехніки. Саме вона 40 років тому виробила першого у світі електричного промислового робота та першого у світі робота для фарбування. У Росії її задіяні близько 1,5 тис. роботів цієї фірми. Наприклад, вони здійснюють контроль якості на підприємствах компанії Novo Nordisk (Калужська область), автоматизують виробничі процеси заводу "МолПродукт" (Московська область) тощо.



Yaskawa

Ця одна з найстаріших японських фірм заснована у 1915 році. У 1977 році зробила першу серію власних промислових роботів MOTOMAN-L10. Вони призначені для фарбування, зварювання, різання, пакування, збирання.

У 2007 компанією Yaskawa розроблений найшвидший робот для дугового зварювання – MOTOMAN SSA2000.

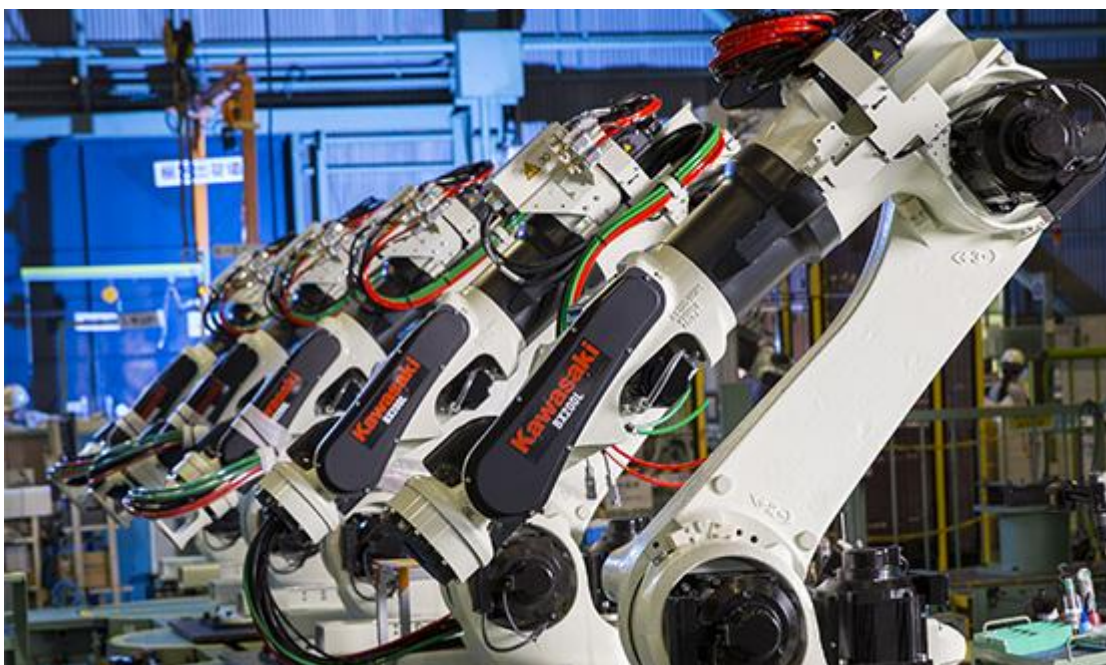


Рис. Kawasaki

Компанія працює на ринку робототехніки з 1969 року. Вона спеціалізується на випуску роботів для покраски, палетизування, зварки. Високо цінуються серед покупців роботи для чистих приміщень, дворукає, шарнірні. Вони також підходять для роботи в складних умовах (агресивні середовища, високі температури).

1.3 Класифікація хватних пристроїв роботів-маніпуляторів

1.3.1 Основні поняття в галузі хватних пристроїв

Захоплюючим пристроєм ПР називається його робочий орган, призначений для захоплення та утримання предмета виробництва та (або) технологічного оснащення, званого об'єктом. ГОСТ 26063-84 встановлює такі типи хватних пристроїв ПР: механічні, вакуумні, магнітні та інші (рис. 10).

Загальним поняттям для хватних пристроїв всіх видів є поняття «робочий елемент». Робочим елементом називається елемент хватного пристрою, що вступає безпосередньо в контакт з об'єктом. Для магнітних хватних пристроїв робочими елементами є елементи магнітної системи, до яких

притягується об'єкт, для вакуумних - контактує з об'єктом присоска, що обмежує порожнину розрядження повітря. Поруч із терміном «робочі елементи» у літературі використовуються антропоморфні терміни: «губки», «пальці», «щелепи» та інших.

Механічними називаються захватні пристрої, у яких утримання об'єкта здійснюється під впливом реакцій у точках (зонах) контакту з робочими елементами, створюваних двигуном чи власним вагою об'єкта. Механічні захватні пристрої поділяються на схвати та підтримуючі захватні пристрої. Схватом називається механічний захватний пристрій, що представляє собою механізм, що утримує об'єкт за допомогою затиску робочими елементами при їх переміщенні двигуном. Підтримуючими називаються механічні захватні пристрої, що не мають рухливих ланок і являють собою опори, на яких об'єкт утримується під дією сил тяжіння (ковші для захоплення, транспортування та розливу рідкого металу, гаки, штири, призматичні опорні елементи, лопатки та ін.).

Вакуумними називаються захватні пристрої, що утримують об'єкт за допомогою розрідження повітря в замкнутій порожнині робочого елемента - присоски. Розрізняють активні вакуумні захватні пристрої, в яких розрідження повітря створюється примусово за допомогою вакуумних насосів або ежекційних 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

До ЗП висуваються вимоги як загального характеру, так і спеціальні, пов'язані з конкретними умовами роботи. До числа обов'язкових вимог за джерелом [7] відносяться надійність захоплення і утримання об'єкта, неприпустимість його пошкодження або руйнування, стабільність базування. Пред'являються підвищені вимоги до міцності ЗП при одночасному забезпеченні малих габаритів і маси. Особлива увага звертається на надійність кріплення ЗП до ПР.

Захватним пристроєм промислового робота називається його робочий орган, призначений для захоплення і утримування предмета виробництва і (або)

технологічного оснащення, так званих об'єктів. ГОСТ 26063-84 встановлює наступні типи захватних пристроїв ПР: механічні, вакуумні, магнітні та інші. Більш детальна класифікація зазначена на рис. 10.

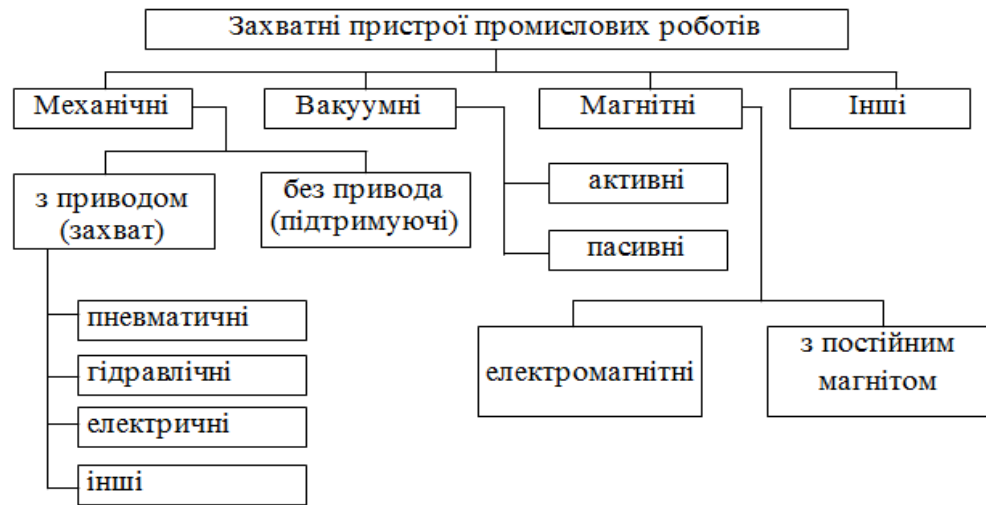


Рисунок 1 Захватні пристрої промислових роботів

Вакуумними називаються захватні пристрої, які утримують об'єкт за допомогою розрідження повітря в замкнутій порожнині робочого елемента - присоски. Розрізняють активні вакуумні захватні пристрої, в яких розрідження повітря створюється примусово за допомогою вакуумних насосів або ежекційних пристроїв, і пасивні, в яких розрідження повітря створюється за рахунок його витіснення при деформації робочих елементів.

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

За способом заміни захватні пристрої поділяються на замінні вручну і автоматично. Незмінні захватні пристрої, що встановлюються за допомогою нероз'ємних з'єднань, як правило, не використовуються. Вузол кріплення захватного пристрою до руки 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 захвату і час відпускання, маса, габаритні розміри, показники надійності.

Різноманітність ЗП, придатних для вирішення подібних завдань, велику кількість ознак, що характеризують різні конструктивно-технологічні особливості, не дозволяють побудувати класифікацію по чисто ієрархічним принципом. У табл.1.1 наведені приклади ЗП, що відносяться до окремим класифікаційним групам.

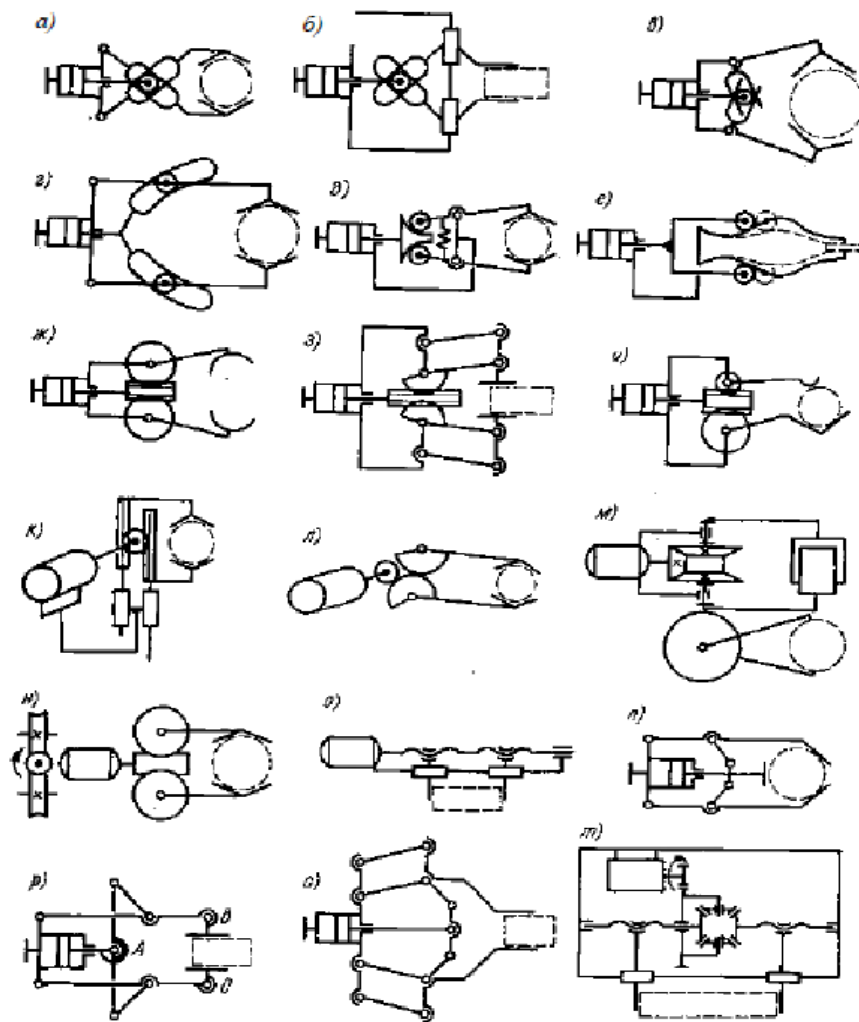


Рисунок 2 Схеми механізмів передачі захватів для захвату циліндричних об'єктів

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

2. Підтримуючі ЗП використовують для утримання нижньої поверхні об'єкта, виступаючі частини або наявні в корпусі отвори. Це різного роду гаки, петлі, вилки, лопатки і захоплення живильників, що не затискають заготовок.

3. Притяжні ЗУ надають на об'єкт силовий вплив, використовуючи різні фізичні ефекти. Найбільш поширені вакуумні та магнітні. Зустрічаються ЗУ, що використовують електростатичне тяжіння, адгезію, ЗП з липкими накладками .

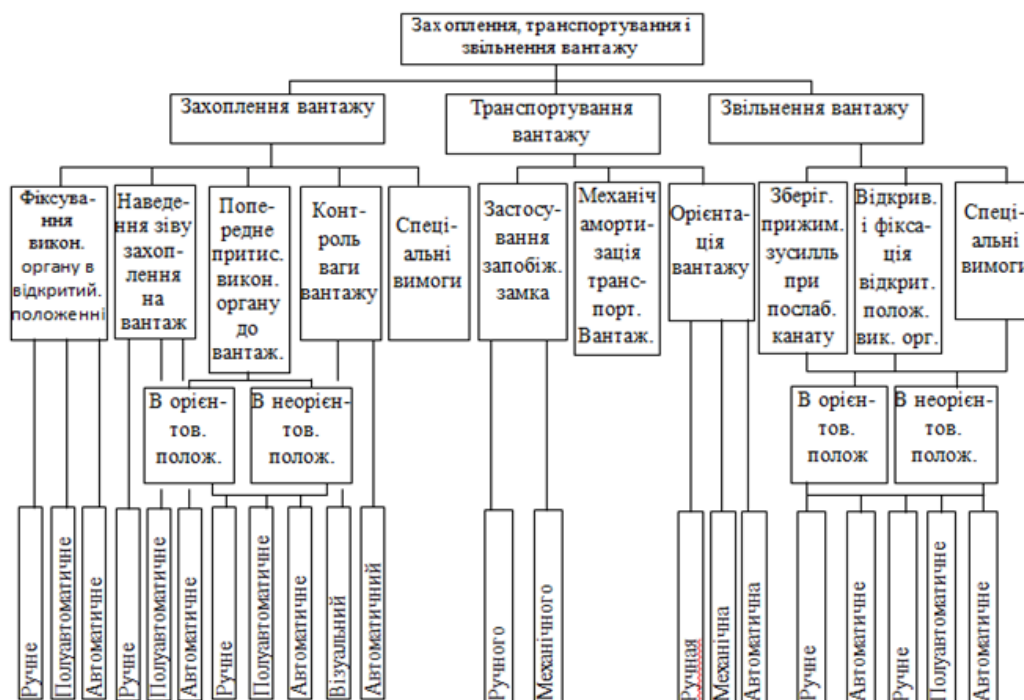


Рисунок 3 Систематизація етапів вантажно-розвантажувальних робіт, вироблених фрикційними захватними пристроями за ступенем їх механізації і автоматизації

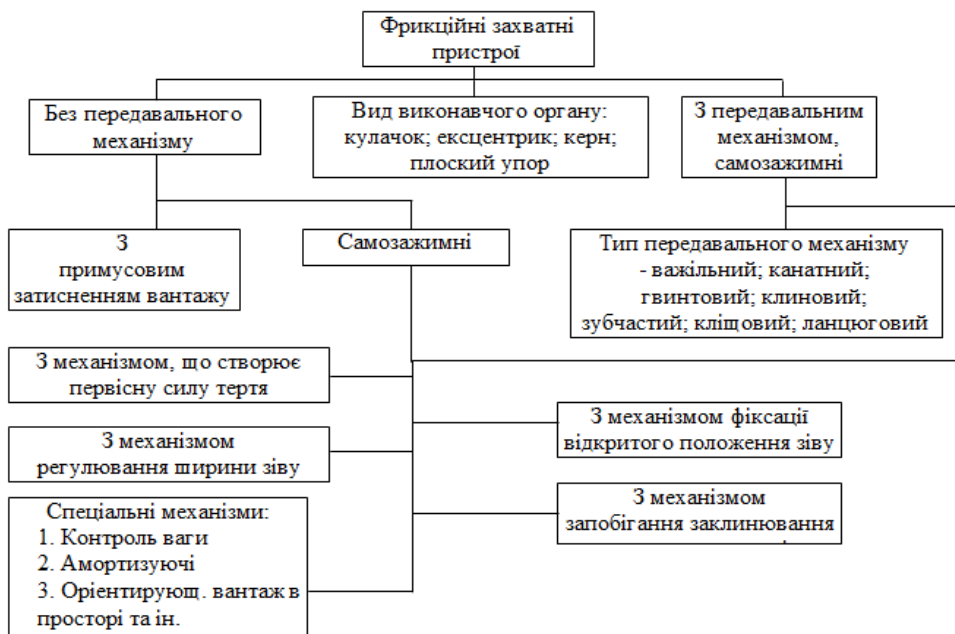


Рисунок 4 Систематизація фрикційних захватних пристроїв за конструктивними ознаками

Захвати цього виду являє собою скобу, забезпечену сережкою і гвинтом 1 з рухомим упором 2 (рисунок 11, а, б). З протилежного боку упор 3 також може бути виконаний рухомим і переміщатися по похилих напрямних. Останній варіант є комбінацією примусового і самозатискаючого захоплення вантажу. Конструкції захоплень відрізняє низький рівень механізації та надійності процесу захоплення вантажу.

Самозатискаючих захватів без передавальних механізмів (рисунок 1.3, в, г, д, е). Найбільш простий захват цієї підгрупи з криволінійним кулачком (виконавчим органом) показаний на малюнку 1.3, в. Захоплення напівавтоматичної дії з затискними колодками і стопорним механізмом наведено на малюнку 1.3, м. Затискні колодки переміщуються по похилих напрямних і за допомогою тяг шарнірно пов'язані з важелем 1, що має засувку 2 для фіксації виконавчих органів у відкритому положенні.

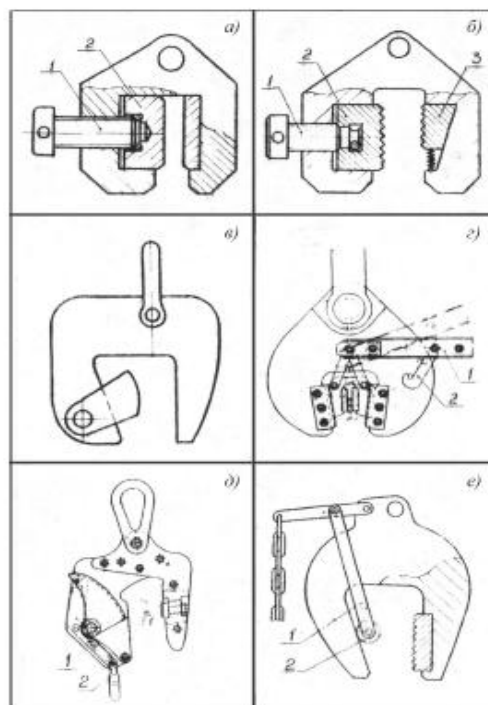


Рисунок 5 Фрикційні захвати без передавальних механізмів

Фрикційний захват вантажопідйомністю до 75 т представлений на малюнку 11, д. Криволінійність кулачка дозволяє затискати листовий метал товщиною понад 50 мм практично з постійним кутом затиснення (10-15 °), що виключає як випадання аркушів, так і надмірне їх затискання. Захват

забезпечений пружинним механізмом-важелем 1, що створює первинну силу тертя. Важіль підвісний 2 може бути переведений у відкрите або закрите (показано пунктиром) становище. конструктивно пружинний механізм виконує також функції стопорного.

З огляду актуальності та часу існування проблеми поштучного відокремлення м'яких плоских деталей від стопи, цілком природною є розробка досить великої кількості захватних пристроїв, в основі функціонування яких покладено той чи інший принцип взаємодії захватного органу з деталлю. Саме природа взаємодії стала однією з основних класифікаційних ознак при проведенні аналізу методів відокремлення рядом авторів[5].



Рисунок 6 Класифікація захватних пристроїв

До першої групи відносяться пристрої, які діють на деталь, що відокремлюється, активним струменем повітря чи електростатикою. Другу групу можна розділити на три підгрупи: першу характеризують пристрої, принцип дії яких базується на використанні фрикційної взаємодії між робочими органами і деталлю; принцип дії пристроїв другої підгрупи базується на використанні

розрідження в порожнині робочого органу в момент контакту з об'єктом маніпулювання; до третьої підгрупи варто віднести пристрої, у яких будуть використовувати високотехнологічні матеріали, здатні взаємодіяти з поверхнею деталі на молекулярному рівні завдяки силам Ван-дер-Ваальса.

З пристроїв третьої групи також можна виділити дві підгрупи: пристрої першої підгрупи тим чи іншим способом викликають нерелаксовані зміни у поверхневих шарах деталі, пристрої другої – у товщі матеріалу. Робочі органи пристроїв першої підгрупи можуть діяти на деталь адгезивними речовинами.



Рисунок 7 Варіанти застосування вакуумних захватів при автоматизації процесів різних промисловостей



1.4 Вакуумні та магнітні захватні пристрої

В табл. 1 наведено порівняльні характеристики електро-магнітних і вакуумних захватних пристроїв. За формою на об'єкт вакуумні і магнітні захватні пристрої (див. табл. 2) подібні між собою - вони забезпечують утримання деталі притягненням до будь-якої поверхні.

Основними елементами вакуумних захватів служать присоски та пристрої для створення вакууму.

Таблиця 1 – Характеристики електромагнітних та вакуумних захватних пристроїв

Електромагнітні	Вакуумні
Придатні для деталей тільки з матеріалів, що намагнічуються.	Придатні тільки для плоских та рівних поверхонь з будь-яких матеріалів
Велика сила тяжіння на одиницю поверхні	Обмежена сила тяжіння на одиницю поверхні
Висока точність базування завдяки жорсткості сердечника	Знижена точність базування через еластичність присосок
Супроводжує деякий залишковий магнетизм захоплення деталі, що викликає небезпеку забруднення та пошкодження дення поверхні деталі	Обов'язково відсутність будьяких частинок між присосками та поверхністю деталі

захвата	
Швидкість захоплення деталі	Захоплення сповільнене - потрібно деякий час. торий час для створення необхідного розрідження, що залежить від обсягу патрубків, клапанів тощо.
Простота конструкції: катушки та сердечники можуть бути легко виготовлені повимагачем	Конструкція складніша: необхідима герметичність з'єднанній, потрібні присоски та трубопроводи
Катушки нагріваються, але конструкція довговічна	Термін роботи конструкції обмежен

Простим і поширеним засобом створення вакууму є ежектори. Розрідження виходить без спеціальної насосної установки за рахунок енергії стисненого повітря, що надходить із заводської мережі. Одна з відомих конструкцій ежектора представлена на рис. 8, а. Основою ежектора служить трійник, в який вклеюються або впаюються пробки з отворами малого діаметра.

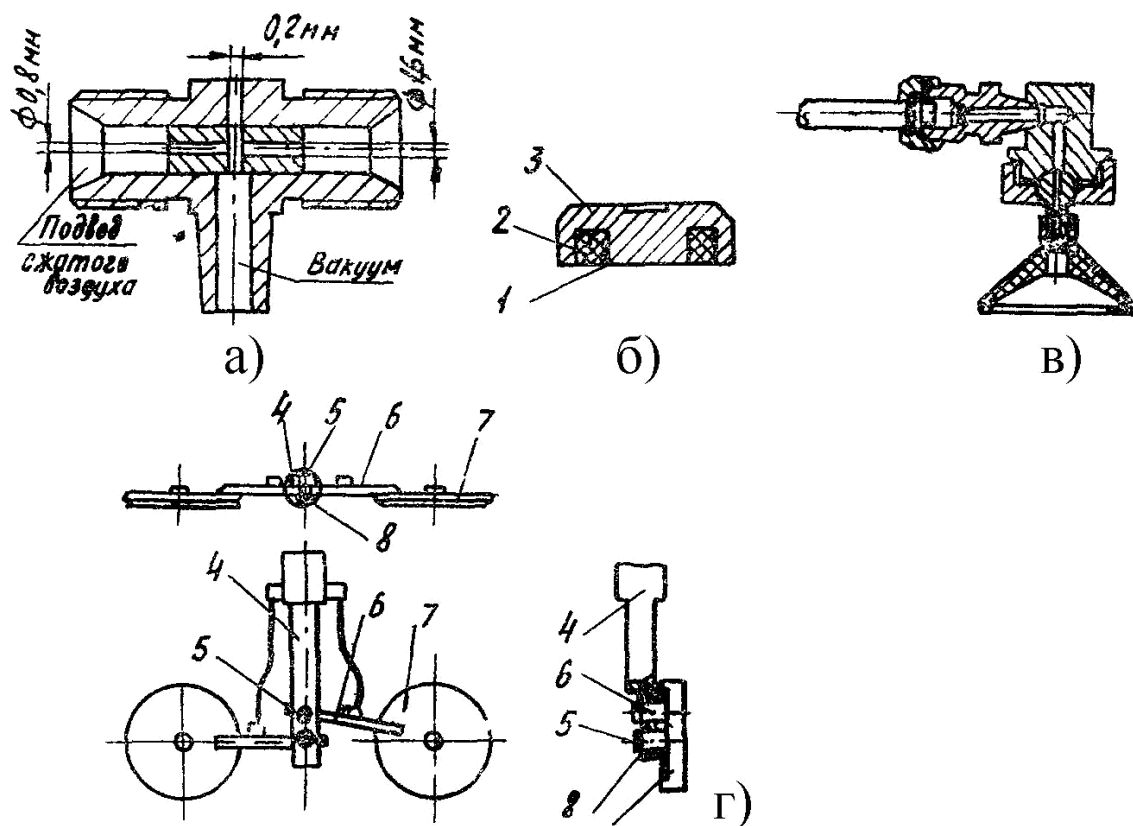


Рисунок 8 – Пристрій для створення вакууму



Рисунок 9 класифікація залатниковових системи

В табл. 2, ескіз 11, показаний вакуумне захоплення з чотирма присосками, де вакуум створюється ежектором, загальним для всіх присосок і розташованим на рамі захоплення. У конструкціях не центруючих вакуумних ЗУ (див. табл. 2,) ежектори встановлені до кожної присоски, причому вони виконують роль приєднувальної арматури повітропроводу.

Електромагнітні ЗП часто компонуються на базі невеликих електромагнітів, встановлених на загальній рамі. Такі захоплення застосовуються для перенесення фасонних і круглих деталей, а також об'єктів з решітчастою поверхнею, захопити які вакуумними захопленнями важко або неможливо. Застосовуються також ЗУ з постійними магнітами, проте при їх використанні потрібні пристрої для утримання деталі на позиції розвантаження або оснащення ЗУ спеціальними скидувачами.

Наведено схеми електромагнітних (б) і вакуумних (в) робочих елементів, а також один із можливих варіантів їх кріплення (г).

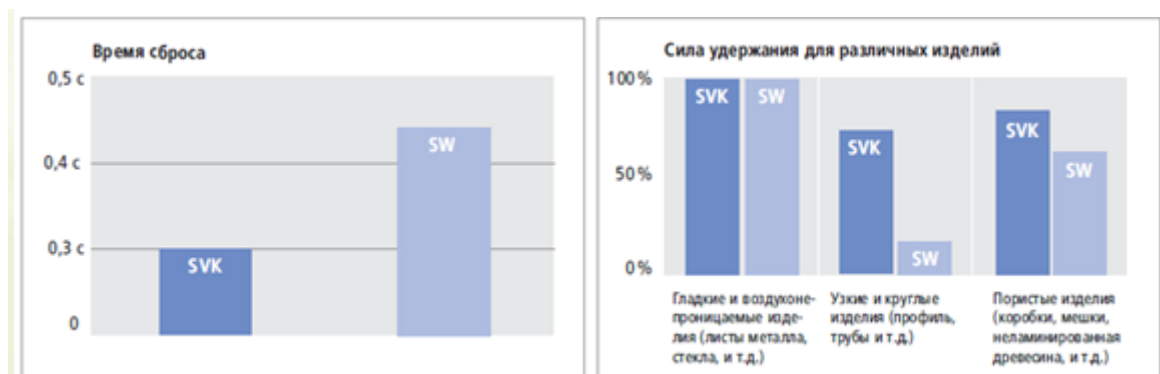


Рисунок 10 Порівняльні характеристики типів схватів

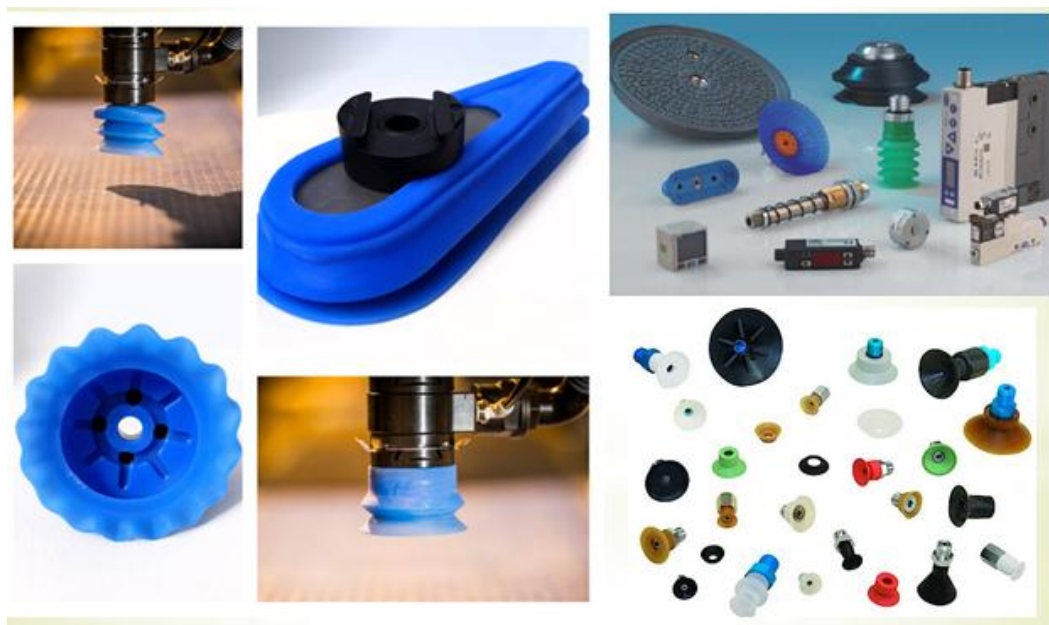


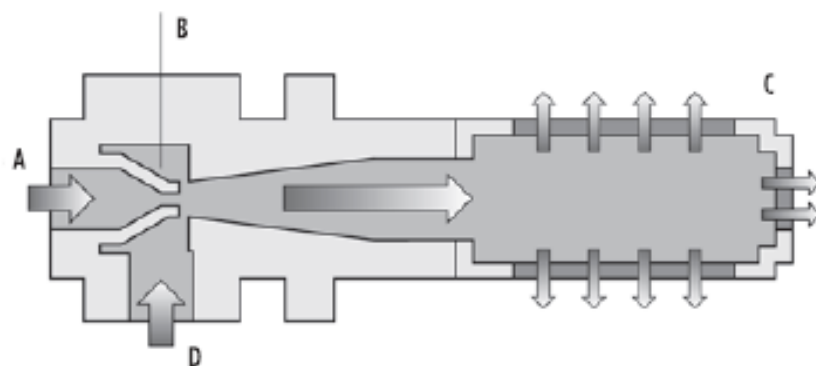
Рисунок 11 Типи писосок для вакуумних захватів

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ вакуумних ежекторів

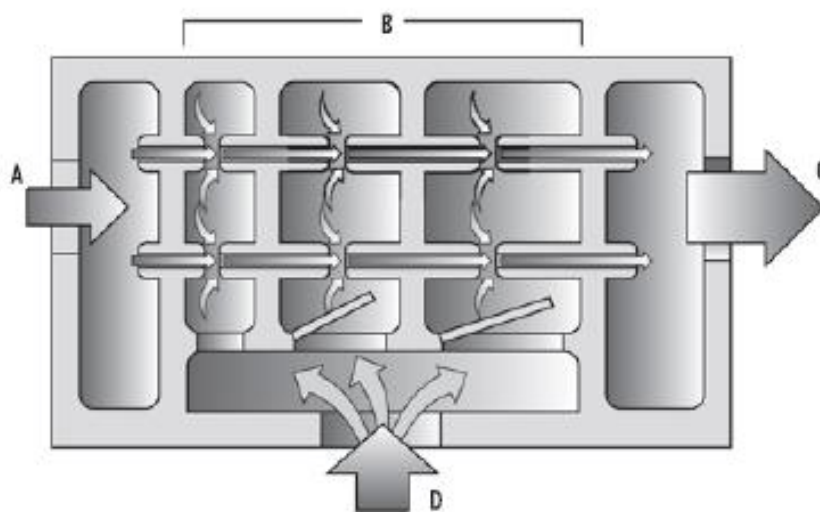
2.1. Класифікація та типи ежекторів

Вакуумний ежектор, або просто ежектор - це тип вакуумного насоса, який створює вакуум за допомогою ефекту Вентурі. В ежекторі робоча рідина (рідка або газоподібна) проходить через струменеве сопло трубка, яка спочатку звужується, а потім розширюється в поперечному перерізі. Рідина, що виходить із струменя, тече з високою швидкістю, що з принципу Бернуллі призводить до того, що вона має низький тиск, створюючи цим вакуум. Потім зовнішня трубка звужується в секцію змішування, де робоча рідина з високою швидкістю змішується з рідиною, що втягується вакуумом, повідомляючи швидкість, достатню для її викиду, потім трубка зазвичай розширюється, щоб зменшити швидкість викиду. Потік, що дозволяє тиску плавно збільшуватися до зовнішнього тиску. Сила створюваного вакууму залежить від швидкості та форми струменя рідини, а також форми секцій звуження та змішування, але якщо рідина використовується як робоча рідина, сила вакууму виробляється обмежене тиском пари рідини (для води 3,2 кПа або 0,46 фунт/кв. дюйм або 32 мбар при 25 ° C або 77 ° F). Однак якщо використовується газ, цього обмеження не існує. Якщо не враховувати джерело робочої рідини, вакуумні ежектори можуть бути значно компактнішими, ніж автономний вакуумний насос тієї ж потужності.

Промисловий паровий ежектор (також званий "пароструйний ежектор", "паровий аспіратор" або "ежектор") використовує пару як робоче тіло, а багатоступінчасті системи можуть виробляти дуже високий вакуум. Через відсутність крихких рухомих частин і потоку пари, що забезпечує деяку очищувальну дію, парові ежектори можуть обробляти потоки газу, що містять рідини, пил або навіть тверді частинки, які можуть пошкодити або засмічити інші вакуумні насоси. Ежектори, повністю виготовлені зі спеціальних матеріалів, таких як ПТФЕ або графіт, дозволяють використовувати надзвичайно агресивні гази, оскільки парові ежектори не мають частин, що рухаються, вони можуть бути повністю виготовлені практично з будь-якого матеріалу, який володіє достатньою міцністю. Щоб уникнути використання занадто великої кількості пари або



а)



б)

Рисунок 12. Ежектора з короткою камерою змішування та дифузором: а – однокамерний, б – багатокамерний

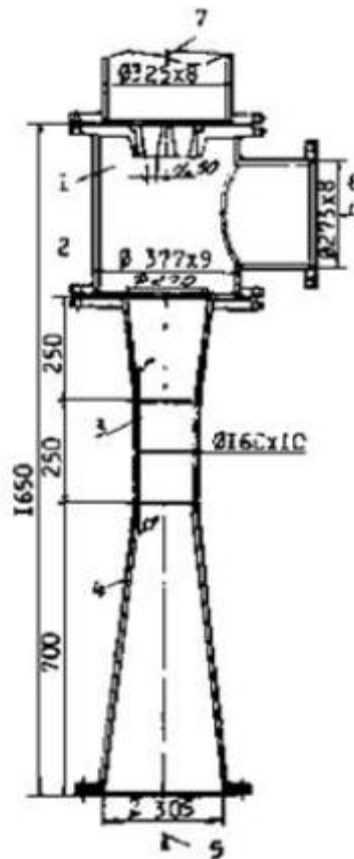
непрактичних робочих тисків, одиночний ступінь парового ежектора зазвичай не використовується для створення вакууму нижче приблизно 10 кПа (75 мм рт.ст.). Для створення вищого вакууму використовуються кілька щаблів; у двоступінчастому паровому ежекторі, наприклад, другий ступінь забезпечує розрідження для виходу відпрацьованої пари першого ступеня. Конденсатори зазвичай використовуються між ступенями, щоб значно знизити навантаження на пізніших щаблях. Парові ежектори з двома, трьома, чотирма, п'ятьма і шістьма ступенями можуть використовуватися для створення вакууму до 2,5 кПа, 300 Па, 40 Па, 4 Па та 0,4 Па відповідно. Парові ежектори також підходять для перекачування багатьох рідин, оскільки якщо пара може легко конденсуватися в рідину, немає необхідності відокремлювати робочу рідину або керувати туманом з крапель рідини. Так працює паровий інжектор.

Водоструйний ежектор являє собою одноступінчастий струменевий апарат, в якому струмінь робочої води, що витікає з сопла, захоплює, захоплює і стискає в проточній частині неконденсуючі гази і транспортує їх по трубопроводній зливальній системі до місця викиду у відкритий канал або зливний колодязь водоповітряного потоку.

Водоструйні ежектори, що застосовуються для конденсаторів паротурбінних установок, призначені для підтримки певного тиску в конденсаторі шляхом постійного видалення з нього повітря, що проникає через нещільності у вакуумній зоні паротурбінної установки (основні ежектори), а також для набору вакууму при пуску парової турбіни (пуск . 2.3 Основною характеристикою водоструминного ежектора є функціональна залежність тиску в приймальній камері ежектора P_n від витрати повітря, що міститься в пароповітряної суміші, що відсмоктується з конденсатора G_v . Тиск у конденсаторі P_k , що визначається в основному температурою охолодної води, її витратою та навантаженням турбіни, відрізняється від P_n на величину парового опору конденсатора та траси між конденсатором та ежектором. Витрата повітря, що відсмоктується водоструминним ежектором G_v визначається щільністю вакуумної системи парової турбіни.

Водоструйний ежектор відсмоктує з конденсатора не тільки газу, що не конденсується (в основному повітря), але й деяка кількість пари, яка конденсується на струмені робочої води і не вимагає витрати енергії на її стиснення. Співвідношення витрат повітря і пари в паровоздушній суміші, що відсмоктується з конденсатора, залежить від щільності вакуумної системи, режимних параметрів конденсатора і водоструминних ежекторів і числа працюючих ежекторів.

На малюнку 1 зображена традиційна конструктивна схема водоструминного ежектора із зазначенням основних елементів та позначенням геометричних та режимних параметрів.



- 1 - робоче сопло, 2 - приймальна камера, 3 - камера змішування, 4 - дифузор, 5 - зливна труба, 6 - стисла повітряна суміш, 7 - робоче середовище (вода); 8 - пароповітряна суміш з конденсатора.

Рисунок 13- Схема водоструминного ежектора

2.2 Розрахунок вакуумних та магнітних захватних пристроїв

Вакуумні захоплення відрізняються простотою конструкції і невеликою масою.

Сила вакуумного тяжіння визначається формулою:

$$P_B = K_p F_3 (p_a - p_v)$$

де $K_p = 0,85$ - коефіцієнт, що враховує можливу зміну атмосферного тиску та властивостей ущільнювача;

p_a - Атмосферний тиск, Па;

p_v – тиск вакууму всередині камери присосів, тобто залишковий тиск у камері, Па;

F_3 - ефективна площа захоплення, м².

Для вакуумних захватів з кільцем ущільнювачів, з'єднаних з вакуумним насосом, тиск всередині порожнини захоплення приймають рівним значенню залишкового тиску, створюваного насосом. Для вакуумних захватів без кільця ущільнювача і для некерованих захватів з кільцем ущільнювача різниця тисків

$$(p_a - p_v) = 29,4 - 34,3 \text{ МПа.}$$

Для круглих захоплень з ущільнювальним кільцем:

$$F_3 = (0,6 - 0,7) \cdot F_n$$

F_n – площа поверхні, обмежена зовнішньою лінією контакту захоплення з деталлю.

Для захоплення без кільця ущільнювача як значення F_3 приймають площу поверхні, обмежену внутрішніми лініями контакту захоплення з деталлю.

Формули для перевірки можливості утримання деталі вакуумними та магнітними захватами наведені в табл. 3.

Таблиця 3 – Перевірка можливості утримання деталі вакуумними магнітними захопленнями

1		$\mu \left(\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} - g \cos \theta_0 + a \cos \theta \right) \geq g \sin \varphi_0 \sin \theta_0 + a \sin \varphi \sin \theta;$ $\mu \left(\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} - g \cos \theta_0 + a \cos \theta \right) \geq g \cos \varphi_0 \sin \theta_0 + a \cos \varphi \sin \theta$
2		$\varphi = \varphi_0 = 90^\circ;$ $\mu \left(\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} - g \cos \theta_0 + a \cos \theta \right) \geq g \sin \theta_0 + a \sin \theta $
3		$\varphi = \varphi_0 = 90^\circ; \theta_0 = 0^\circ;$ $\mu \left(\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} - ga \cos \theta \right) \geq a \sin \theta$
4		$\varphi = \varphi_0 = 90^\circ; \theta_0 = 90^\circ;$ $\mu \left(\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} - a \cos \theta \right) \geq g + a \sin \theta$
5		$\varphi = \varphi_0 = 90^\circ; \theta_0 = \theta = 0^\circ;$ $\frac{P}{m \cdot k_1 \cdot k_2} \geq g + a$

Позначення: P – сила вакуумного чи магнітного тяжіння, Н; m – маса заготовки, кг; g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ; a – прискорення захоплення m/c^2 ; θ – кут між вектором прискорення та віссю Z , градусів; φ – Кут між проекцією прискорення на площину \perp осі Z та віссю Y , градусів; μ – Коефіцієнт тертя між заготовкою і захватом (для металевих захватів і сталевих заготовок $\mu=0,17$, для гумових манжет та сталевих заготовок $\mu=0,3$); Do_1 – Коефіцієнт запасу ($Do_1=2$); Do_2 – Коефіцієнт, що враховує зміщення точки застосування підйомної сили і центру тяжіння. ної поверхні захоплення, Δx – Величина зсуву осі захоплення і центру тяжкості заготовки).

2.3 Розрахунок ежектора з циліндричною змішувальною камерою

Розрахунок ежектора, що працює в системі постачання стиснутого повітря, що зводиться до визначення робочих перерізів сопла та камери, що забезпечують необхідний витрата та напір у системі, а також до побудування робочих характеристик ежектора при відомому діапазоні коливань рівнів в-оди у верхньому і нижньому б'єфах. Методи розрахунку ежектора можуть бути різними: за рівнянням балансу енергії та безперервності руху, по теорії турбулентності, по рівнянням динамічно рівноваги сил, графоаналітичного методу і т. д. Кожні з цих методів має свої переваги та недоліки. Найбільш простим є графоаналітичний. Обґрунтований на теорії змішуванні двох потоків. Правильність розрахунків ежектора цим методом підтверджується досвідченими даними, одержувані характеристики ежектора добре погоджуються з розрахунковими. Стабілізація епюри швидкістю по довжині змішувальної камери супроводжується втратою енергії та зміною тиску по довжині камери. В окремому випадку, коли кількість повітря, яке потрапляє в камеру, не змінюється в процесі змішування потоків, тобто. коли тиск за довжиною епюри практично залишається постійним, втрати енергії будуть найменші. Значення к. п. д. ежектора в цьому випадку будуть максим ними. Відзначимо, що під к. п. д. ежектору при роботі його в ме технічного водопостачання слід поні. відношення енергії води, і системі охл очікування, до енергії, затраченої робочим потоієм, що поступає і з верхнього б'єфа. Це вираз до. п. д. Сальним і відрізняється від виразів к. п. д. ежектора, працюючих на інших промислових установках. Зазвичай у вираз і сплаченої енергії входить Лише енергія підсмоктуваного потоку, тут же враховується енергія і робочого потоку.

Тому максимальні значення к. п. д. будуть по чалено виють звичайних. Крім того, макісимальні значення к. п. д. ежектора В· системи технічного водопостачання залежно тільки від його конструкції, але і від розрахункових напорів. Вплив робочих напорів еже ктора на оптимальний режим его роботи буде пока зано у приведенні нижче гідравліки з ким розрахунку. Існуючими

методами розрахунку ежектора визначаються геометричні розміри його проточної частини, відповідно завдань їй од ільно ст, і ежектора і максимально му значенню до . п. д. Зазвичай але східними розрахунковими даними рідинних ежекторів, що працюють в основному на відкачуванні води або іншої рідини, я ля ють ся ра.схід відкачуваної води і наразі за ежектором. У цьому випадку, при різних значеннях коефіцієнтів підсмоктування ежектора, визначаються необхідні напір і витрата робочого струменя, що дає можливість 14 підібрати робоче обладнання. Виробництво ежектора в процесі роботи не змінюється. Для умов роботи гідроелектростанції ставиться наступна задача: при відданих натиску з ежектором і его виробляє е льності, а також напорах гідроелектростанції забезпечити мінімальний забір води в систему з верхнього б'єфу, тобто максимальне підсмоктування ежектора. Для вирішення цього завдання насамперед необхідно визначити основні кокструктивні розміри сопла а d_c і змішувальної камери ежектора d'' . Вони повинні бути підібрані так, щоб к. п. д. ежектора при заданих

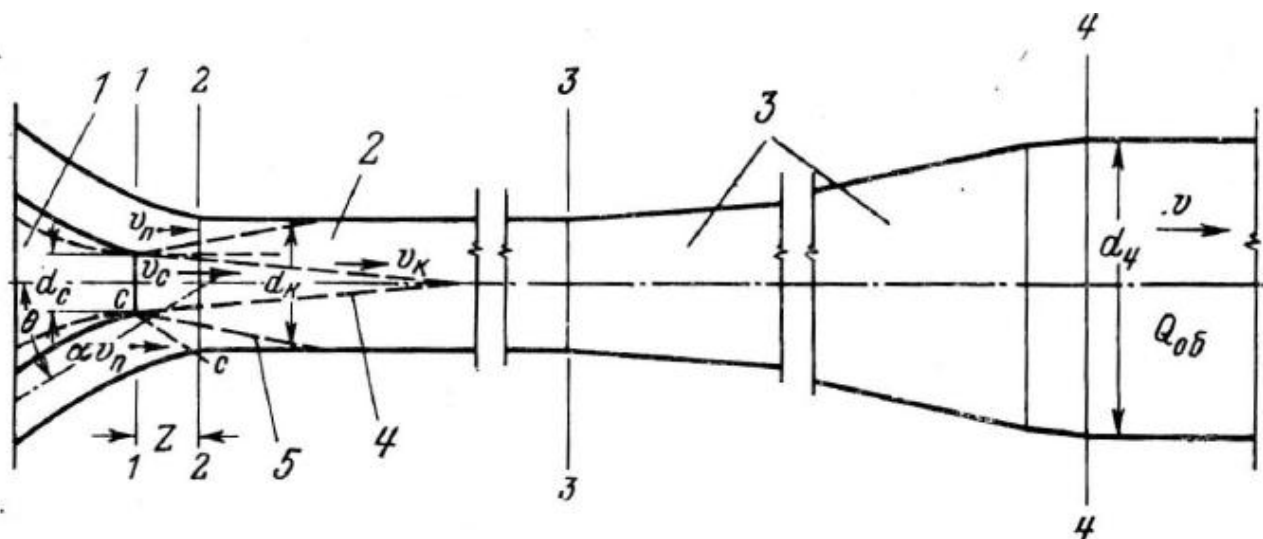


Рис. 14. Розрахована схема ежектора: а. 1 – сопло; 2 – камера змішування; 3 – дифузор; 4 – границя ядра; 5 – границя струменя.

опір у системі і коефіцієнт підсмоктування мають були максимальними. Для цього запишемо вирази кількості руху потоків (рис. 14):

у перерізі 1-1

$$M_1 = \frac{\gamma}{g} (Q_c v_c + Q_{II} v_{II} a_0 \cos \theta);$$

у перерізі 2-2

$$M_3 = \frac{\gamma}{g} (Q_c + Q_{II}) v_{II}.$$

Де: M_1 – кількість руху в перерізі 1-1;

M_3 - кількість руху у перерізі 3-3;

Q_c - витрата води, що надходить з верх 11 його б'єфа через сопло;

v_c - швидкість закінчення струї і сопла;

Q_{II} - розхід води, по д -)S сосать ежектором з нижнього б'єфа;

v_{II} - середня швидкість потоку, що підсмоктується;

v_n – середня швидкість сумарного по'юка в змішувальній камері;

γ - кут між віссю ежектора і середнім напрямком підсмоктування потоку, що зникає;

a_0 - відношення швидкості підтікання підсмоктується потоку до v_{II} , що визначається за формулою:

$$a_0 = \frac{m_c - 1}{(V \overline{m_c} - 1) \sqrt{4\delta^2 + m_c - 2} \sqrt{\overline{m_c} + 1}},$$

де m_c - - відношення площі змішувальної камери F_k до площі сопла F_c , а про - відношення відстані від зрізу за сопла до суміші:поживної камери z до діаметру сопла d_c .

Коефіцієнт підсмоктування ежектора

$$\beta = \frac{Q_{II}}{Q_c},$$

Звідки: $Q_{II} = \beta Q_c,$

$$Q_{\text{общ}} = Q_c (1 + \beta)$$

Сумарний разход ежектора при :

$$m_{\text{п}} = \frac{F_{\text{к}}}{F_{\text{п}}} = \frac{m_c}{m_c - 1}$$

Виразимо середні швидкості $V_{\text{п}}$ і $V_{\text{н}}$ через швидкість витікання струменя із сопла V_c :

$$\beta = \frac{Q_{\text{п}}}{Q_c} = \frac{(m_c - 1) v_{\text{п}}}{v_c},$$

Звідки:

$$v_{\text{п}} = v_c \frac{\beta m_c}{m_c};$$

$$1 + \beta = \frac{Q_{\text{общ}}}{Q_c} = \frac{m_c v_{\text{к}}}{v_c},$$

Звідки:

$$v_{\text{к}} = v_c \frac{1 + \beta}{m_c}.$$

Вираз кількість руху потоку в перерізах 1-1 та 3-3

$$\begin{aligned} M_1 &= \frac{\gamma}{g} \left(Q_c v_c + \beta Q_c \frac{v_c \beta}{m_c - 1} a_0 \cos \theta \right) = \\ &= \frac{\gamma}{g} Q_c v_c \left(1 + \frac{\beta^2}{m_c - 1} a_0 \cos \theta \right); \\ M_3 &= \frac{\gamma}{g} (Q_c + \beta Q_c) \frac{v_c (1 + \beta)}{m_c} = \frac{\gamma}{g} Q_c v_c \frac{(1 + \beta)^2}{m_c}. \end{aligned}$$

Змішування потоків у камері зіпроножує і'ся зміною тиску за її довжиною.

Імпульс чинної сили при цьому дорівнює зміні кількості руху. Це означає що:

$$\Delta p_{1-3} F_{\text{к}} = \Delta M_{1-3} = M_1 - M_3,$$

$$\Delta p_{1-3} F_{\text{к}} = \frac{\gamma}{g m_c} Q_c v_c [m_c + \beta^2 a_0 \cos \theta m_{\text{п}} - (1 + \beta)^2],$$

Тут $\Delta p_{1-3} / \gamma / y$ - зміна тиску в змішувальній камері дільниці 1-3.

$$\frac{\Delta p_{1-3}}{\gamma} = \frac{v_c^2}{gm_c^2} [m_c + \beta^2 a_0 \cos \theta m_{II} - (1 + \beta)^2].$$

Виражаючи швидкість у відвідному трубопроводі за ежектором через v_k/n , де n - іступінь розширення дифузора, отримуємо і з і зміню іе тиску по довжині проточної частини ежектора у такому вигляді:

$$\frac{\Delta p_{1-4}}{\gamma} = \frac{\Delta p_{1-3}}{\gamma} + \left(\frac{n^2 v_k^2 - v_k^2}{2gn^2} \right) \eta_{II} - \frac{v_k^2}{2g} \zeta_T - \frac{a_0^2 v_{II}^2}{2g} \zeta_{вх} - \frac{a_0^2 v_{II}^2}{2g},$$

де η_{II} - к. п. д. дифузора; ζ_T - коефіцієнт опору тертя у камері; $\zeta_{вх}$ - коефіцієнт опору на вході в камеру. Потенційний запас енергії $\Delta p_{1-4}/\gamma$ є напір ежектора, тобто.

$$\frac{\Delta p_{1-4}}{\gamma} = \Delta h + h_2,$$

де Δh - сумарні опори в системі охолодження; h_2 - іпотері напору у всмоктувальному трубопроводі з боку нижнього б'єфу.

Енергія потоку, що виходить із сопла,

$$E_c = (H'_1 - H'_2) Q_c \approx \frac{v_c^2}{\varphi^2 2g} Q_c,$$

де H'_1 - розрахунковий напір ежектора перед соплом; H'_2 - підпір ежектора; φ - Коефіцієнт швидкості сопла, повідомляється підсасипаною рідиною і енергією, витраченої в процесі змішування потоків.

Енергія потоку, отримана процесі змішування,

$$E_{1-4} = (H'_3 - H'_2) Q_{общ},$$

$$E_{к4} = \left[\frac{\Delta p_{1-3}}{\gamma} + \left(\frac{n^2 v_k^2 - v_k^2}{2gn^2} \right) \eta_{II} - \frac{v_k^2}{2g} \zeta_T - \frac{a_0^2 v_{II}^2}{2g} \zeta_{вх} - \frac{a_0^2 v_{II}^2}{2g} + \frac{v_k^2}{n^2 2g} \right] Q_{общ},$$

РОЗДІЛ 3 АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМНИХ ЕЖЕКТОРІВ

3.1 Процедура розрахунку та прийняті припущення в Flow SolidWorks Simulation

Порядок розрахунку

SolidWorks Flow Simulation є модулем гідрогазодинамічного аналізу в середовищі SolidWorks.

Підготовка моделі:

Підтримка довільних систем одиниць;

Можливість поповнення інженерних баз даних властивостей речовин, об'єктів і матеріалів.

Початкові і граничні умови:

Вхідні параметри - швидкість, тиск (статичне, динамічне, навколишнього середовища), масовий і об'ємний витрата;

Температура, концентрація компонентів, параметри турбулентності;

Витратно-напірні характеристики віртуальних вентиляторів;

Різні типи стінок, включаючи шорсткість, коефіцієнт тепловіддачі і параметри, умовної середовища на стінках, що не межують з реальною текучим середовищем;

Джерела тепла (об'ємні і поверхневі), віртуальні тепло вентилятори;

Можливість завдання залежності граничних умов, параметрів і тп. від часу та координат;

Симетрія відносно базових площин і періодична симетрія;

Розрахункова сітка і керування процедурою обчислення;

Генерація розрахункової сітки безпосередньо по моделі SolidWorks;

Автоматичне створення розрахункової області і генерація сітки в області твердого тіла та області течії;

Автоматична адаптація сітки в залежності від геометричних характеристик моделі і полів рішення;

Можливість запуску на розрахунок декількох варіантів в пакетному режимі з управлінням числом задіяних процесорів;

Завдання цілей моделювання (визначення параметрів на поверхнях або в об'ємі) та їх моніторинг в ході розрахунку;

Можливість попереднього перегляду полів течії в заданих перетинах без зупинки розрахунку;

Критерії автоматичної зупинки розрахунку.

Можливості моделювання:

Стаціонарні та нестаціонарні течії;

Стискувані і не стискувані (рідина або газ) течії, включаючи до-, транс-і надзвукові режими;

Ідеальні і реальні гази; Не ньютонівські рідини;

Одне і багатоконпонентні течії без хімічної взаємодії і розділення фаз;

Спільний розрахунок течії рідини, або газу і теплопередачі всередині твердого тіла без наявності кордону розділу газ – рідина;

Ламінарні і турбулентні течії, облік ламінарного / турбулентного переходу;

«Заморожування» течії для розділення «швидких» і «повільних» процесів;

Течії в пористих середовищах з урахуванням теплопровідності стінки;

Облік шорсткості стінки; Зовнішнє та / або внутрішнє дослідження;

Конвективний теплообмін, вільна, вимушена, або змішана конвекція;

Радіаційний теплообмін з керуванням прозорістю стінок і поділом властивостей стінок для теплообміну випромінюванням і сонячної радіації;

Розрахунок траєкторій твердих часток і крапель в потоці;

Можливість розрахунку двовимірної (2D) моделі;

Теплові елементи Пельтьє;

Результати:

Результати виводяться у вікні *SolidWorks*;

Висновок функції на будь-якій площині, або поверхні у вигляді кольорових епюр, векторів і ізоліній, відображення результатів ізоповірхнею;

Інтегральні характеристики на довільній грані, або сукупності граней;

Створення тривимірних траєкторій;

Висновок характеристик розрахунку в *MS Excel*;

Розподіл будь характеристик уздовж будь-якої кривої і передача в *MS Excel*;

Анімація результатів:

Розрахунок характеристик в точках, визначених користувачем;

Висновок основних розрахункових та інтегральних величин в *MS Excel*;

Автоматичне створення звіту;

Передача тиску на стінки, коефіцієнтів тепловіддачі і температур в *SolidWorks Simulation*.

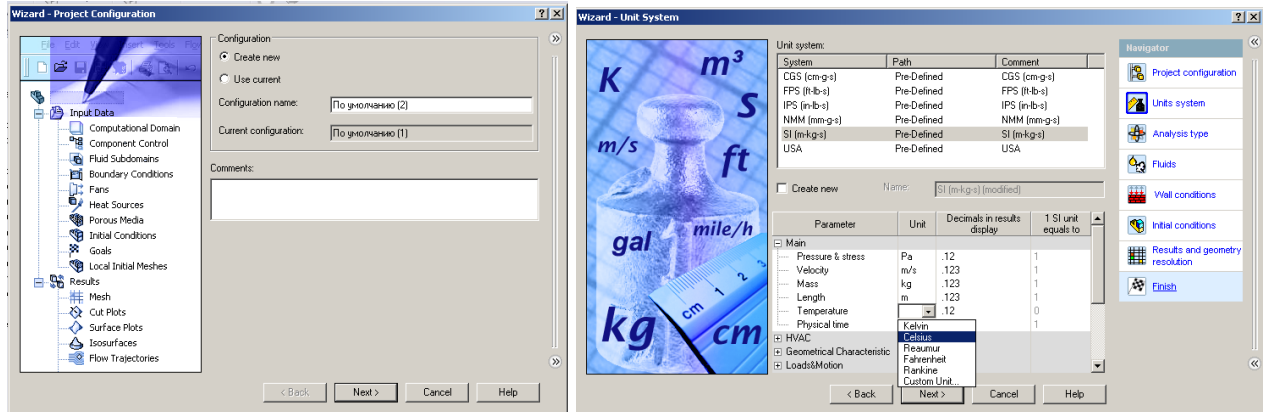
3.2 Визначення параметрів струменю та величини вакууму вакуумних ежекторів в Flow SolidWorks Simulation

Перед тим, як приступити до виконання аналізу за допомогою додатку *Flow Simulation*, необхідно визначитись з граничними умовами процесу поведінки системи. З вихідних даних визначаються з типом дослідження, який впливає з можливості поведінки потоку, в більшості всі системи поділяють на *внутрішні* та *зовнішні*. В першому випадку речовина (рідина або газ) обмежена твердими тілами, в другому випадку, навпаки, тверде тіло охоплене потоком речовини. В залежності від напрямку дослідження необхідно визначити граничні умови, які описують впускні чи випускні отвори, або швидкість потоку, наявність теплопровідності, випромінювань, гравітації тощо. Ці параметри можуть бути задані також за допомогою рівнянь.

Роботу з *Flow Simulation* починають з активації менеджера, для цього додають додаток *Flow Simulation*, після чого розпочинають роботу при ряді досліджень спочатку необхідно створюємо нову конфігурацію (*рис. 15, а*), а в випадку здійснення перерахунку даних вказати до якої конфігурації результатів здійснюється розрахунок. Другим етапом є вибір одиниць вимірювання (*рис. 15, б*), їх обирають виходячи з типу дослідження, розмірності вхідних параметрів і т.п.

Проблеми Внутрішнього аналізу потоку потоків обмежена зовнішніх твердих поверхонь, наприклад, течій всередині труб, резервуарів, систем

вентиляції та кондиціонування і т.п. Для виконання аналізу внутрішнього потоку, модель повинна бути повністю закрита.



а

б

Рис. 15. Налаштування розрахунку *Flow Simulation*: **а** – створення нових конфігурацій результатів, **б** – редагування одиниць вимірювання.

Heat conduction in solid (Проведення теплових розрахунків). При проведенні **теплових розрахунків** необхідно вказати про наявність теплопровідності в тілах. Оскільки вага рідини в залежності від напрямку потоку також впливає на його швидкість та поведінку, тому необхідно врахувати Гравітацію (**Gravity**) та напрямок її спрямування, для цього вибирають вісь системи координат (на **рис. 7.13**. в якості вісі вибрано X).

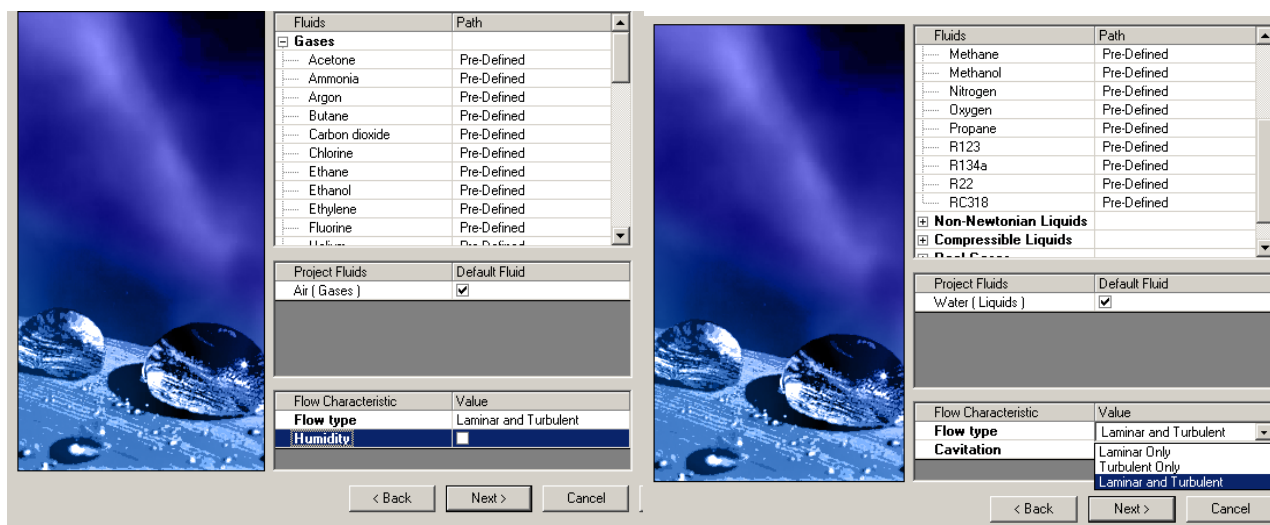
Gravity (Проведення розрахунків з врахуванням гравітації). Для врахування в процесі дослідження сил гравітації (сили тяжіння) необхідно встановити прапорець **Gravity** (**рис. 7.15**), і вказати величину прискорення сили тяжіння та напрямок X, Y або Z.

Компоненти в глобальній системі координат.

Для залежних від часу аналізів, можна вказати вектор гравітаційного прискорення в залежності від часу, натиснувши **Залежність**.

Для врахування глобальної системи необхідно вказати вихідні осі глобальної системи координат (X, Y або Z). Ця вісь використовується в діалоговому вікні залежностей для визначення даних, як табличних, або за схемою залежностей на R координата, відраховується в циліндричній системі координат з віссю відліку.

Завдання параметрів за умовчанням. Подальший вибір параметрів стосується вибору основних речовин (рис. 16) серед яких можна вибрати: гази, рідини, газ / пар, не ньютонівські рідин і стисливої рідини.



a

б

Рис. 16 Менеджер вибору основних речовин та їх властивості:

a – при аналізі газів; *б* – при аналізі рідини

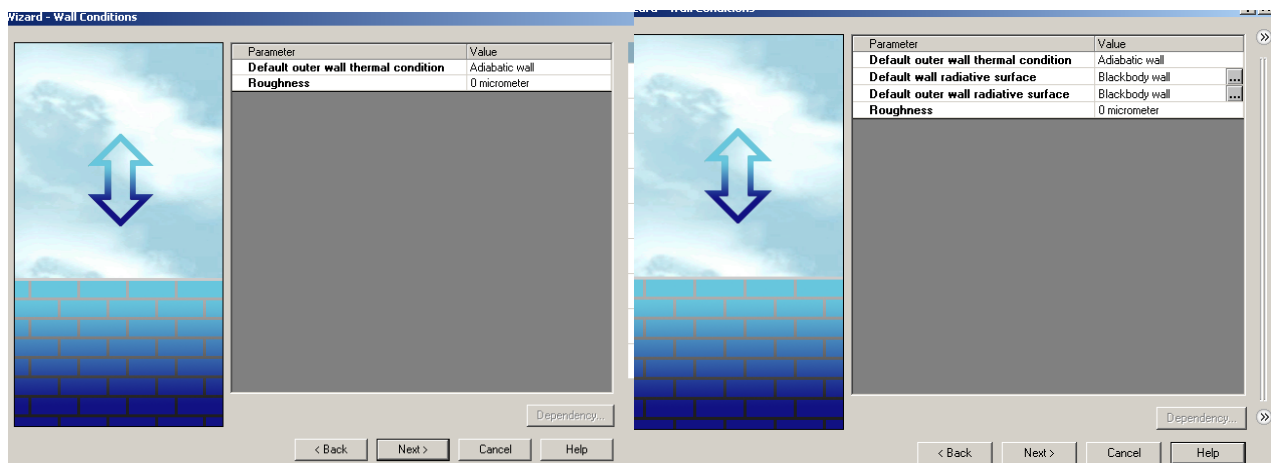
За замовчуванням рідини дозволяється задати речовини, які аналізується в проекті *Flow Simulation*. При моделюванні процесу дозволяє аналізувати потоки з десяти різних типів рідин у тому ж проекті. При аналізі змішаних рідин їх аналіз можливий, тільки при змішуванні однакових типів. У діалоговому вікні **Fluid** можна вказати рідин за замовчуванням, яка буде присвоєна для всіх регіонів простору об'єму. Після створення проекту можна вказати різні типи рідин для конкретних регіонів рідини за допомогою функції **Fluid Subdomain** (безпосередньо в менеджері аналізу *Flow Simulation*, який описаний нижче). Рідини різних типів повинні бути відокремлені один від одного твердою областю. Якщо немає необхідної рідини з перерахованих, можна визначити нову речовину в **Engineering Database**.

Для відображення списку рідин, які досліджуються необхідно вибрати з списку рідин (у лівій частині назви рідини (**Fluid**), які доступні в **Engineering Database** та двічі клацнути на потрібну рідину, або - вибрати рідину зі списку рідин і натисніть кнопку **Додати**. Список рідини **Проект** відображає рідин, які доступні для поточного аналізу. Щоб видалити рідину з аналізу виберіть його у

списку рідин *Project* і натисніть кнопку *Видалити*.

Врахування фізичних процесів в аналізі. Дозволяє за замовчуванням задати умови застосовуються до всіх модельних стін. Характер розрахунків залежить від фізичного процесу поведінки потоку. В випадку внутрішнього аналізу з теплопровідністю в твердих тілах, необхідно вказати за якого фізичного типу відбувається цей процес до в всіх зовнішніх модельних стін. Ця умова дозволяє визначити теплообмін між зовнішнім потоком і зовнішніми моделями стін для внутрішнього аналізу, інтерфейс змінюється в залежності від вибраних умов (рис. 17).

Default outer wall thermal condition (За Замовчуванням Умова Стіни) – Дозволяє задати умови застосовуються до всіх модельних стін за замовчуванням. Щоб вказати умови стіни за замовчуванням: необхідно задатись значенням властивості параметра стіни. Наступні типи властивостей стіни доступні в залежності від типу аналізу і фізичних особливостей, зазначених у діалоговому вікні помічника.



a

б

Рис. 17. Визначення фізичних процесі розрахунку:

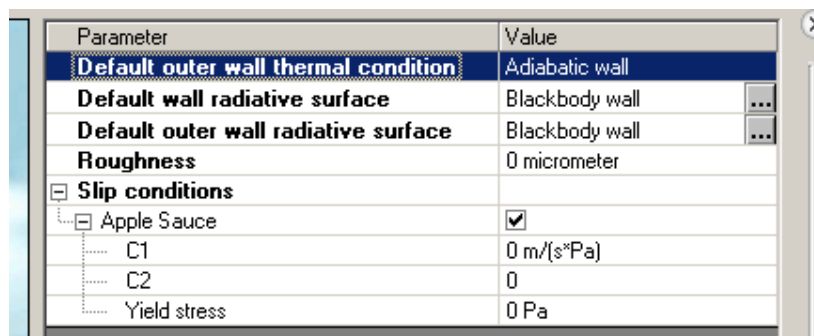
a – без врахування радіації в тілах; *б* – з врахуванням радіації в тілах.

Можливі наступні термічні умови на зовнішніх модельних стінках:

Roughness (*Шорсткість*). Надає можливість вказати значення шорсткості за замовчуванням стінки застосовується на всіх модельних стін. Якщо необхідно встановити шорсткість для конкретних поверхонь, це можна вказати пізніше за

допомогою поверхневого реального кордону. Чисельно значення зазначеної шорсткості визначається параметром Rz.

Slip conditions (Умови ковзання). У разі аналізу за участю неньютоновських рідин, можна вказати умови ковзання (рис. 18), які застосовуються до всіх модельних стін. Умови ковзання можна вказати окремо для кожного з неньютоновських рідин в проекті. Опція умови ковзання доступна, якщо неньютонівські рідини обраний тип замовчуванням рідини проекту в діалоговому вікні за умовчанням Fluid майстра.



Parameter	Value
Default outer wall thermal condition	Adiabatic wall
Default wall radiative surface	Blackbody wall
Default outer wall radiative surface	Blackbody wall
Roughness	0 micrometer
Slip conditions	
Apple Sauce	<input checked="" type="checkbox"/>
C1	0 m/(s*Pa)
C2	0
Yield stress	0 Pa

Рис. 18. Налаштування умов ковзання рідини з поверхнею

Результати і геометрія. Результати і геометрія визначають параметри розрахункової сітки та точність розрахунків, ці параметри встановлюються на вкладці Автоматичні налаштування сітки в діалоговому вікні Initial Mesh (рис. 7.21.), що регулює тільки початкову сітку, і її густину. В діалоговому вікні Параметри Розрахунок управління, керування закінченням розрахунку і переробка Обчислювальні сітки при розрахунку, яка стосується варіантів дозволу геометрії, яка впливає на первісну сітку також, ці параметри можуть бути змінені на вкладці Автоматичне налаштування в діалоговому вікні Сітка поле Вихідний, та / або їх наслідки можуть бути виправлені в діалоговому Сітка поле Локальний Початковий.

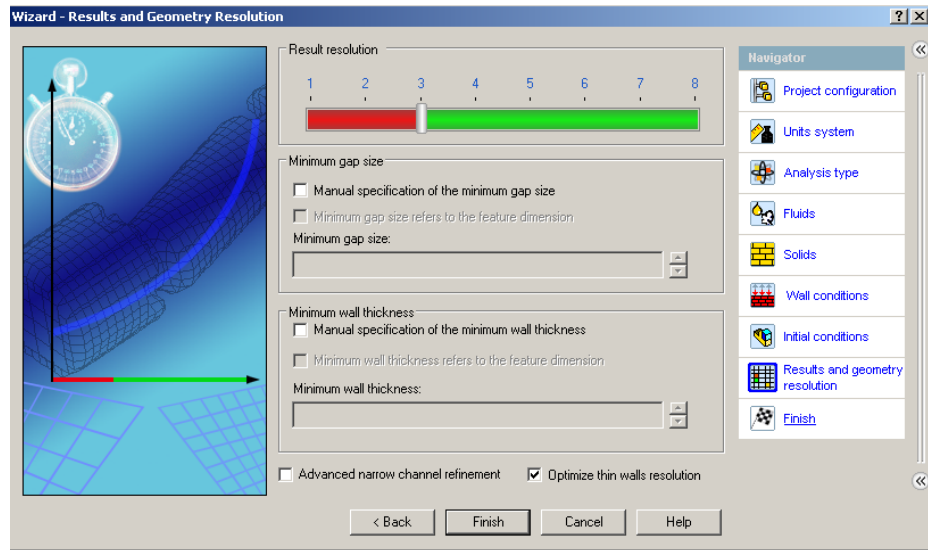


Рис. 19. Налаштування сітки та параметрів розрахунку

Дозволений результат визначає точність рішення за допомогою параметрів та умов завершення розрахунку, що може бути інтерпретовано як результат розрахунку сітки. Густина сітки вказує на швидкість та точність отриманого результату, її величина впливає на швидкість розрахунків та необхідну кількість оперативної пам'яті комп'ютера.

Дозвіл Геометрії. Дозволяє визначити мінімальний розмір зазору і мінімальна товщину стінки та величину зменшення геометрії, яка автоматично не розпізнається Flow Simulation. Ці параметри впливають на розмір сітки клітини і разом на їх кількість.

Моделювання процесу обчислює розмір мінімального зазору за замовчуванням і мінімальну товщину стінки, використовуючи інформацію про габарити моделі, розрахункові області, та умови розрахунків, як і були задані. Однак, ця інформація може бути недостатньою враховуючи порівняно невеликі зазори. Всі ці фактори можуть призвести до помилкових результатів. У цих випадках Мінімальний розмір зазору і Мінімальна товщина стінки повинні бути зазначені вручну.

Перед початком розрахунок рекомендується перевірити дозволу геометрію для того, щоб можна було визначити найменші параметри. Для цього необхідно застосовувати опцію спостерігати Мінімальний розмір зазору і мінімальна товщина стінки. Якщо ви встановите граничні умови, цілі поверхні

або змінити модель або розрахункову область, ці характерні розміри можуть бути змінені.

Мінімальний розмір розриву. Автоматично створений мінімальний розмір зазору залежить від розміру моделі, розрахункової області, об'ємних джерел, початкових умов і граничних умов. Якщо модель має щілину, яка менше, ніж мінімальний розмір зазору, то зазор може бути не враховуватись при розрахунку (наприклад, рідина не пройде через зазор). Для визначення мінімального розміру зазору вручну, виберіть Ручна діагностика мінімального розміру зазору і введіть значення в полі Мінімальне розміру зазору.

3.3 Дослідження вакуумного ежектора простого типу

3 Д модель конструкції вакуумного ежектора представлена на рис. 20

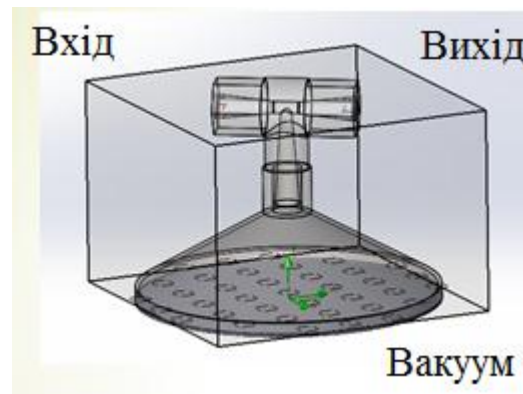


Рис. 20 3Д модель вакуумного ежектора простого типу

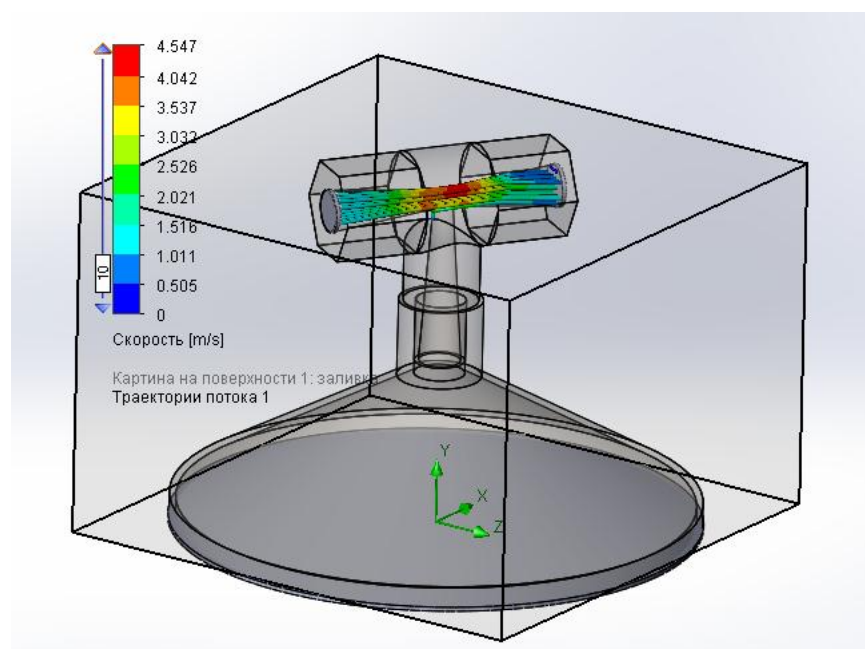


Рис. 21 Епюра швидкості потоку потоку в вакуумному ежекторі, м/с

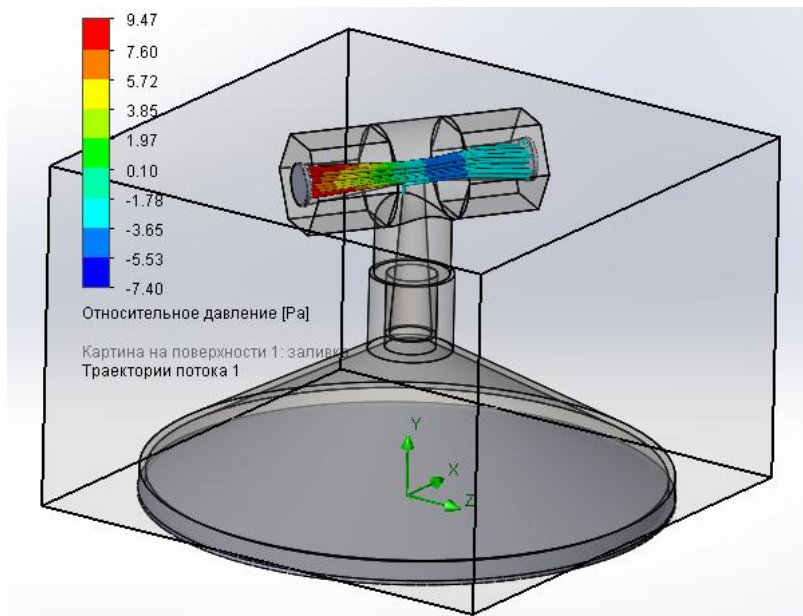


Рис. 22 Епюра відносного тиску потоку в вакуумному ежекторі, МПа

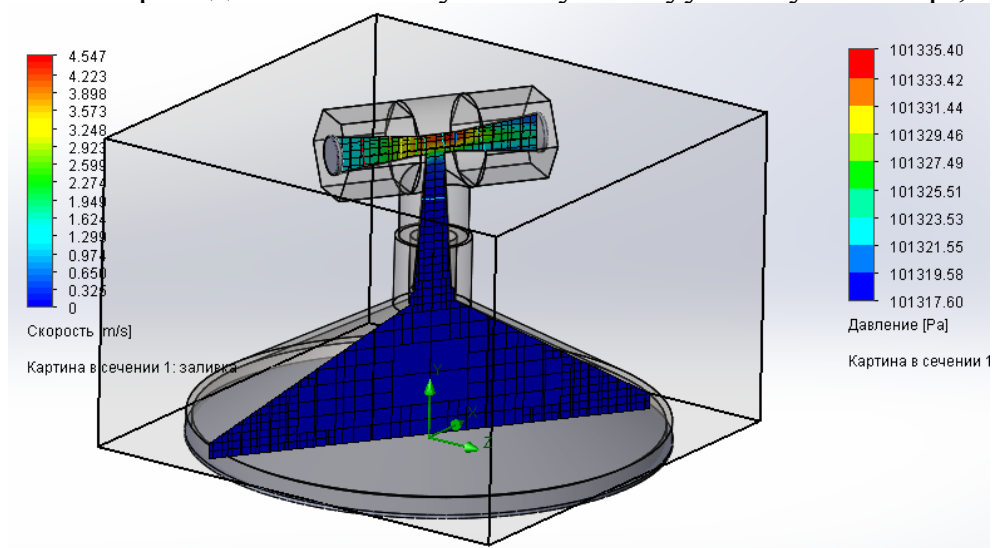


Рис. 23 Епюра тиску в вакуумному ежекторі, МПа

3.4 Дослідження вакуумний ежектор з соплом

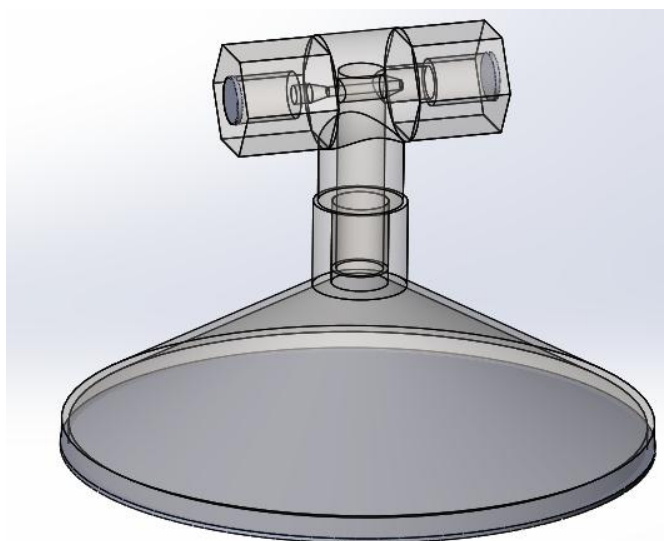


Рис. 24 3Д модель вакуумного ежектора з соплом

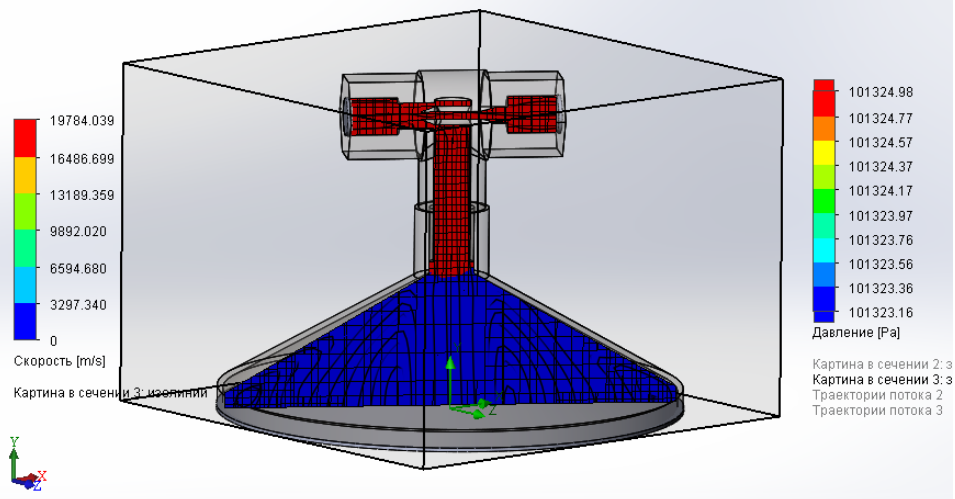


Рис. 25 Епюра швидкості потоку потоку в вакуумному ежекторі, м/с

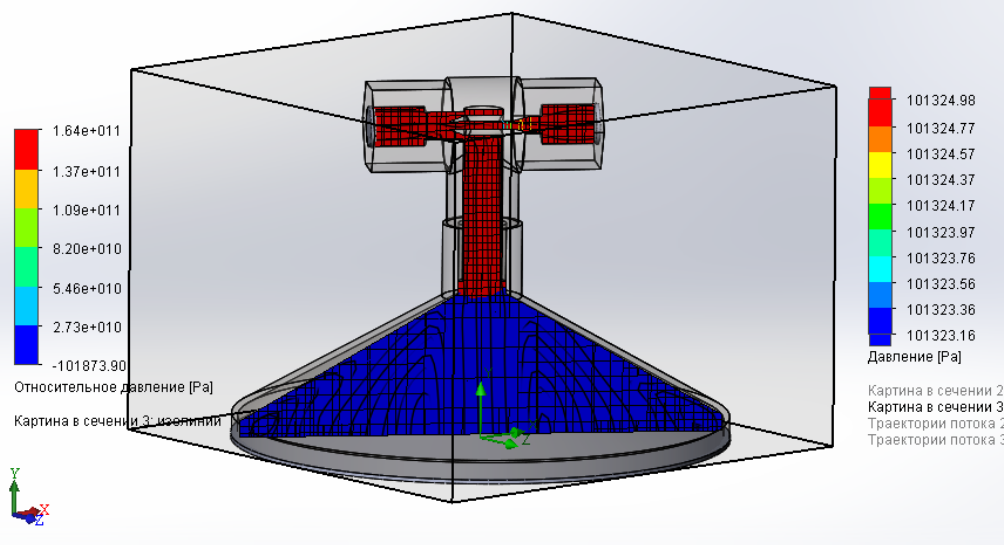


Рис. 26 Епюра відносного тиску потоку в вакуумному ежекторі, МПа

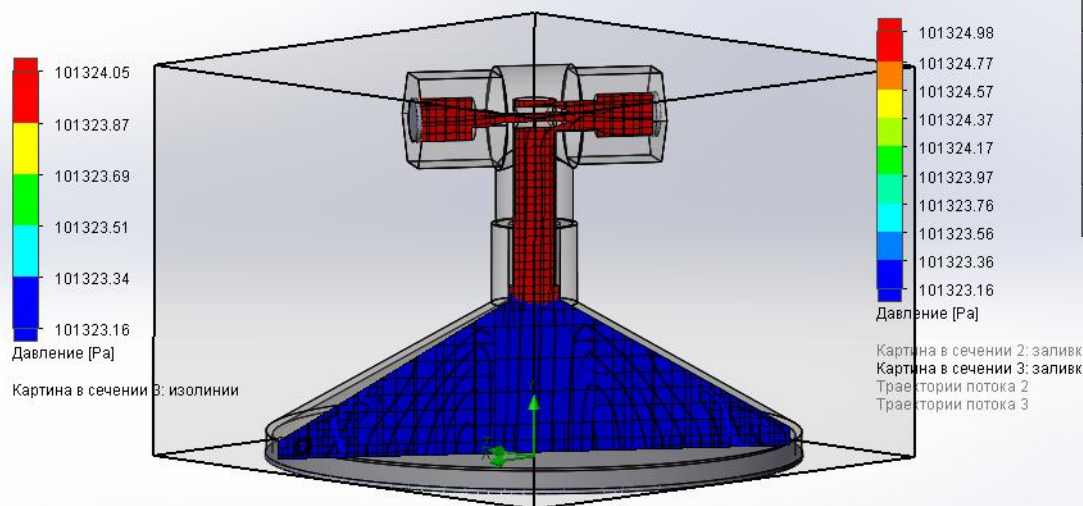


Рис. 27 Епюра тиску в вакуумному ежекторі, МПа

3.5 Розрахунок вакуумного пароструменевого ежектора з соплом та дифуззором

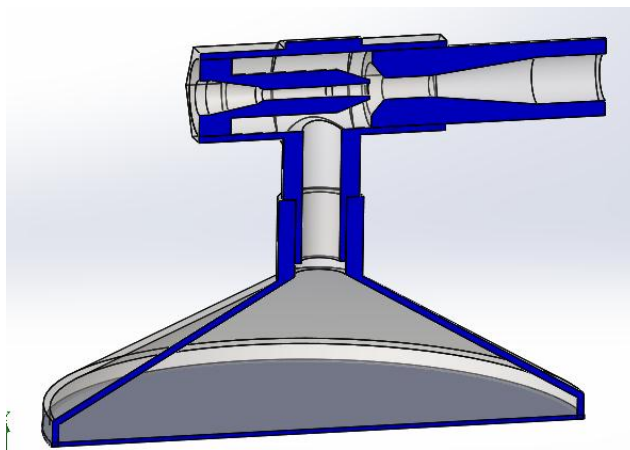


Рис. 28 3Д модель вакуумного пароструменевого ежектора з соплом та дифуззором

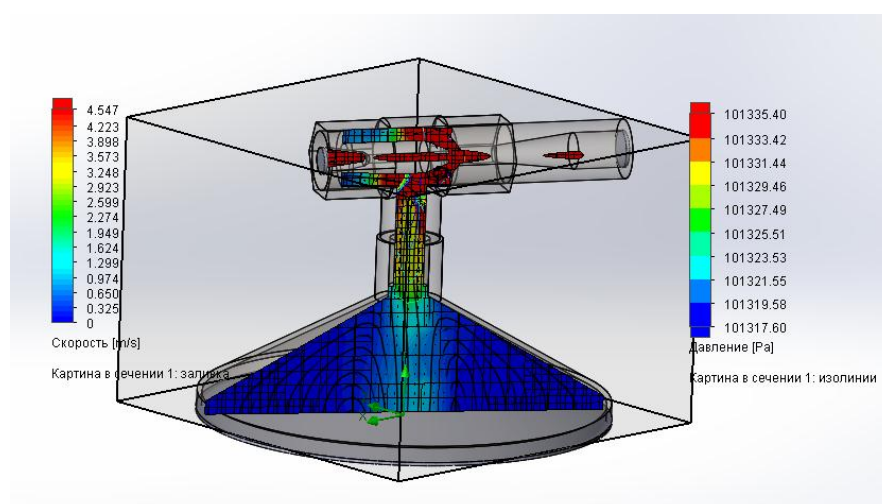


Рис. 29 Епюра швидкості потоку потоку в вакуумному ежекторі, м/с

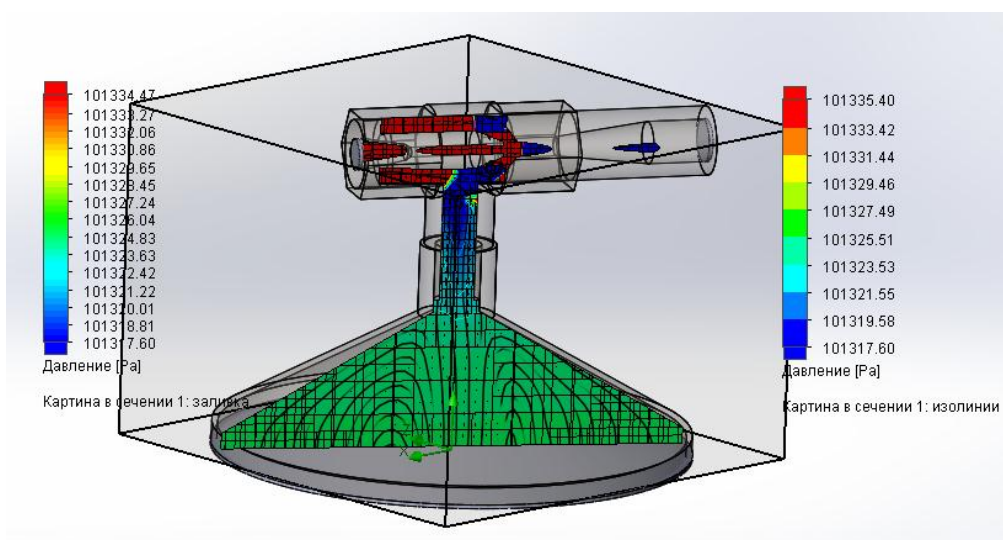


Рис. 30 Епюра швидкості потоку потоку в вакуумному ежекторі, м/с

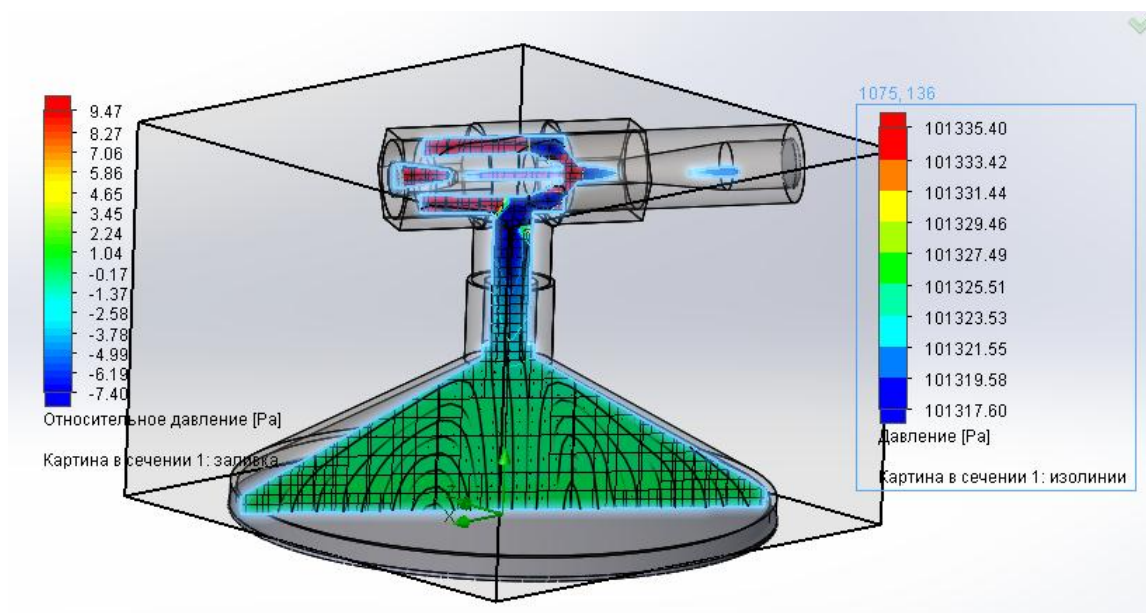


Рис.31 Епюра тиску в вакуумному ежекторі, МПа

Проведений аналіз різних конструкцій ежектора показав що варіант з соплом (Рис. 3.24), така конструкція має кращі показники. Однак з огляду значень відносного тиску така конструкція не може забезпечити необхідний вакуум та надійно утримувати деталі вагою понад 50 гр. Тому запропонована конструкція пароструменевого ежектора, як видно з епюри відносного тиску (рис. 3.30), швидкості потоку, які показують більшу ефективність, що дозволяє утримувати деталі вагою понад 150 гр..

РОЗДІЛ 4. ОПИС ОРГАНІЗАЦІЇ РОБІТ З ЗАСТОСУВАННЯМ РОЗРОБЛЕНОГО ВИРОБУ

4.1 Технічне обслуговування пневматичних приводів

Обслуговування пристроїв очищення стислого повітря.

Якість роботи пневмоприводів безпосередньо залежить від чистоти стисненого повітря, обумовленою, у свою чергу, рівнем технічного обслуговування пристроїв підготовки повітря, станом внутрішніх поверхонь трубопроводів та іншими факторами.

При експлуатації пневмоприводів необхідно виключити можливість потрапляння забруднювачів повітря до споживача, що забезпечується своєчасним видаленням їх з резервуарів очисних вуз трійств. У випадках використання пристроїв очищення стислого повітря з ручним керуванням і непроз рачние резервуаром (візуальний контроль неможливий) утворюється конденсат слід зливати періодичного - за графіком, складеним на основі досвідчених чи розрахункових даних.

Якщо застосовуються автоматичні пристрої відведення конденсату, то процедуру його зливу вимагається орга нізувати таким чином, щоб уникнути забруднення навколишнього середовища. При відмові конденсатовідвідників їх необхідно демонтувати, прочистити робочі канали і зливні отвори, промити фільтруючі елементи і внутрішні поверхні, висушити та встановити на попереднє місце. Для промивання резервуарів можна використовувати теплу мильну воду.

В процесі експлуатації фільтрів пори їх фільтроелементів забиваються частинками забруднювачів, що призводить до зростання опору потоку стислого повітря. Якщо перепад тиску на фільтрі 0,1 МПа, то фільтроелемент замінюють або відновлюють його пропускну спроможність.

Нагадаємо, що ефективна робота очисних пристроїв можлива тільки в певному діапазоні рас ходів стисненого повітря, вказуються в технічній документації.

4.2 Обслуговування мастильних пристроїв

Однією з найважливіших умов забезпечення експлуатаційної надійності пневмоприводів є виконання вимог до мастила тертьових поверхонь пневматических пристроїв. Технічне обслуговування мастильних пристроїв полягає у своєчасному восполь нені витрачаються мастильних матеріалів і спостереженні за їх якісним станом.

Стабільність подачі мастильного матеріалу маслораспилітелі в значній мірі визначається в'язкістю використовуваного масла, яка, в свою чергу, істотно залежить від температури. Тому при достатньо великих змінах температури навколишнього середовища в зоні роботи пневмоустройств або при зміні температури стисненого повітря необхідно перерегулювати маслораспилітелі або змінити березня ку масла, що заливається.

Марки, кількість і періодичність внесення мастильних матеріалів обумовлюються в інструкціях по ек атації конкретних пневматичних пристроїв.

Обслуговування трубопроводів. Стан повітропроводу контролюють шляхом розкриття наявних на ньому контрольних ділянок. При необхідності для очищення трубопроводу застосовують продування стисненим возду хом і промивання водою або хімічне очищення.

Якість очистки перевіряють візуально або на підставі оцінки чистоти потоків повітря і води, виходячи щих із труби. В останньому випадку на виході поміщають аркуш чистого картону та по слідах забруднень визна чають якість проведених робіт.

Зазначені методи використовують при обслуговуванні металевих трубопроводів. При обслуговуванні Еластичного пластмасових трубопроводів, а також шлангів переконуються у відсутності перегинів і порушень їх цілісності, а також у тому, що трубопроводи, з'єднані з рухомими частинами машин не стосуються непод рухомих деталей останніх. При порушенні працездатності еластичні трубопроводи замінюють.

4.3 Обслуговування пневмоапаратура і виконавчих механізмів.

Технічне обслуговування пневмоапаратура і Пневмодвигуни зводиться в основному до належного забезпечення процесу підготовки стисненого повітря і контролю роботи даних пристроїв. У розподільній апаратурі перевіряють чіткість перемикачів, переконуються у відсутності заїдань при ручному і механічному управлінні, в герметичності з'єднань трубопроводів і стиків, в щільності кріплення кришок.

Герметичність з'єднань трубопроводів та ефективність роботи ущільнювальних елементів контролюють шляхом огляду і прослуховування або за допомогою засобів виявлення витоків. При необхідності підтем Гів'а або замінюють з'єднання, ущільнення, трубопроводи. Слід враховувати, що порушення герметично сті не тільки призводить до непродуктивної збільшення витрати стисненого повітря, але може також спричинити за собою порушення працездатності пневматичних пристроїв і приводу в цілому.

У настраюються і регульованих елементах контролюють відповідність параметрів необхідних значень ям, а також стан ступорів пристроїв. У пневматичних двигунах перевіряють також значення швидкості переміщення вихідної ланки і величину зусилля.

4.4 Організація технічного обслуговування

Організація технічного обслуговування пневматичного обладнання є одним з вирішальних факторів підвищення надійності його роботи. У зв'язку з відсутністю суворої регламентації робіт з обслуговування пневмосистем рекомендується наступний порядок проведення щоденних та планових оглядів пневмообладнання.

Щоденні огляди. Щоденні огляди проводять на початку зміни - протягом перших десяти хвилин роботи устаткування - в кінці зміни - під час прибирання устаткування. Фактично щоденні огляди зводяться до візуального контролю стану пневмообладнання і спрямовані на:

- виявлення явних змін (наприклад, кількості конденсату у фільтрівологовідділювачах, кількості масла в маслораспилітелі та ін);
- виявлення очевидних ознак стану системи або її частин (наприклад, послідовності отримання ботки циклу, швидкостей руху вихідних ланок виконавчих механізмів та ін, що визначаються за індикаторами або іншим контрольним приладами);
- виявлення ознак, якісно характеризують роботу обладнання (наприклад, рівня шуму від вихлопів відпрацьованого повітря або ударів та ін).

Результати щоденних оглядів заносять в протокол, а інформацію про виявлені відхилення та заходи щодо їх усунення (якщо такі були прийняті) доводять до відома відповідних служб. Ці дані використовують при розробці графіків періодичних оглядів, відомостей запасних частин і т. д.

Періодичні огляди. Періодичні огляди проводять з інтервалом в 3, 6 або 12 місяців в залежності від типу пневматичного обладнання, характеру роботи окремих його елементів і умов експлуатації.

Нижче дано приблизний перелік операцій при проведенні періодичного огляду.

Перевірка функціонування Пневмодвигуни та інших пристроїв.

Перевірка наявності витіку.

Перевірка пневмоустройств з електричним керуванням на справність електропроводки.

Визначення ступеня забрудненості фільтрів.

Перевірка надійності різьбових з'єднань.

На основі інформації про результати щоденних та періодичних оглядів, про величину коефіцієнта завантаження устаткування за добу, місяць, а також враховуючи інші дані, відповідні служби проводять аналіз причин простоїв устаткування і планують заходи по їх зменшенню.

4.5 Пошук і усунення несправностей

При експлуатації пневматичного приводу, як і будь-який інший технічної

системи, настає момент, коли процес його нормального функціонування порушується, що виявляється в різного роду відмовах, як раптових, так і поступових.

Раптові відмови характеризуються стрибкоподібним зміною заданих значень параметрів приводу (одного або декількох), що зазвичай призводить до його останову або порушення послідовності виконання технологічних операцій. Відмова подібного роду очевидний, функціонування об'єкта припиняється в цілях проведення ремонтних робіт.

У разі поступової відмови значення параметрів приводу (одного або декількох) змінюються поступово, що може бути обумовлено зносом або прогресуючим порушенням налаштувань будь-яких його елементів то, зменшенням прохідних перетинів дросселируючих пристроїв, надмірним збільшенням витоків та іншими факторами. Поступова відмова може і не супроводжуватися видимими порушеннями роботи пневмоприводу, але його наявність призводить до погіршення якості та / або зменшення обсягів випуску продукції. У зв'язку з цим важливо своєчасно виявити і усунути причини поступових відмов, що дозволяє забезпечити нормальне функціонування системи і скоротити кількість аварійних ремонтів.

Час, що витрачається на ремонт пневмопривода, складається з двох складових: часу на пошук несправності і часу на її усунення.

Час на пошук несправності істотно скорочується, якщо використовуються методи технічної діагностики, що дозволяють локалізувати місце її наявності, а також у тому випадку, якщо в приводі застосовуються пневматичні елементи, забезпечені різними індикаторами і дублюючими пристроями.

До пристроїв індикації відносять штирьковий індикатори тиску і положення запірно-регулюючого елемента розподільників, світлодіоди на електромагнітних приводах розподільників і т. п.; до дублюючим - пристрої ручного включення пневмо-і електропневматичних розподільників, тактових модулів та ін

Стосовно до пневмоприводом можна виділити два методи пошуку несправностей:

табличний - на основі аналізу принципової пневматичної схеми складають

таблицю, по якій виявляють оптимальну послідовність перевірки елементів системи залежно від зовнішніх проявів наявних неполадок;

алгоритмічний - пошук несправностей здійснюють за заданим алгоритмом з використанням списку досить простих рекомендацій, виведених виходячи з досвіду експлуатації пневмоприводів.

Якщо схема приводу досить складна, з метою полегшення пошуку несправностей слід умовно розділити її на частини по виконуваних функцій, по черговості спрацьовування та іншим критеріям.

При пошуку несправності в першу чергу необхідно провести зовнішній огляд для перевірки перебуваючи на приводу і машини (тобто з'ясувати, чи не відбулося заклинювання небудь деталі, матеріалу або рухомої частини машини, не поламани чи деталі приводних механізмів пристроїв з механічним управлінням та ін.) При цьому, щоб уникнути нещасних випадків або поломки пристроїв не слід натискати на кнопки, вимикачі і т. п.

Необхідно перевірити, чи відповідає тиск стисненого повітря на вході пневмопривода нормативам технічної документації. У ситуації, коли в силу виробничої необхідності до системи можуть підключатися додаткові споживачі і при цьому загальна витрата повітря перевищуватиме вироб дільного компресора, можуть виникати збої (самоусувається відмови), такі як порушення вимог послідовності, зниження величин зусиль, що розвиваються приводом, нижче допустимих значень та ін. Якщо в пневмоприводі використовуються пристрої з електричним керуванням, слід перевірити, наявні чи електричні пристрої під напругою.

Перевірити трубопроводи (в особливості еластичні) і переконатися у відсутності перегинів, скручувань і т. п. дефектів. Перевірити герметичність з'єднань.

При перевірці працездатності приводу необхідно враховувати наступне: витік стисненого повітря з каналу вихлопу пневмораспределителя можуть мати місце не тільки в результаті пошкодження ущільнень в ньому, але і внаслідок виходу з ладу ущільнень поршня в циліндрі;

причиною зміни динаміки функціонування приводу можуть стати не тільки

порушення настройки регулюючих пристроїв (дроселів з механічним керуванням і ін) або їх несправність, але і засорення глушників в пневмораспределителя.

Пневматичний привід доцільно ремонтувати шляхом заміни пневмоустройств. З одного боку, в результаті цього скорочується тривалість ремонту виробничого обладнання, а з іншого - забезпечується більш висока якість ремонту в зв'язку з тим, що отказавшие пневмоустройства підлягають відновленню на спеціалізованій ділянці.

При демонтажі і монтажі пневмоустройств в процесі ремонту необхідно дотримуватися наступних правил:

необхідно замінити ущільнювальні кільця, а також прокладки на стикових поверхнях і в соединеннях;

бажано маркувати трубопроводи при їх від'єднанні (особливо це стосується гнучких трубопроводів дів), навіть у разі від'єднання тільки одного кінця трубопроводу, що дозволить уникнути помилок вчасно подальшого монтажу пневмоустройств;

при виконанні робіт з монтажу-демонтажу пневматичних пристроїв особливу увагу слід приділяти запобіганню потрапляння забруднювачів в їх внутрішні порожнини.

4.6 Вимоги безпеки

Загальні вимоги безпеки до пневмоприводом, які вводяться в експлуатацію, регламентуються наступними стандартами: ГОСТ 12,1.003-83 ССБТ. «Шум. Загальні вимоги безпеки »; ГОСТ 17770-86. «Машини ручні. Вимоги до вібраційних характеристиках »; ГОСТ 12.2.007-75 ССБТ. «Вироби електро технічні. Загальні вимоги безпеки ».

Вимоги безпеки до конструкції пневмоприводів і пневмоустройств. Конструкція пневмоприводов і пневмопистрої повинна бути надійною, забезпечувати безпечну експлуатацію і передбачати можливість проведення огляду, очищення і ремонту. Огородження, кожухи та інші пристосування, що перешкоджають зовнішньому огляду пневмоустройств, повинні бути знімними.

Пневмоприводи повинні забезпечувати пристроями, призначеними для повного зняття тиску з того повітря в системі.

З метою виключення впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів пневмоприводи також повинні бути оснащені:

- пристроями, що запобігають підвищенню тиску понад значення, встановленого нормативно-технічною документацією;
- пристроями для уловлювання масляних аерозолів при виведенні відпрацьованого повітря в атмосферу, якщо рівень їх концентрації в робочому приміщенні може перевищити граничні значення, встановлених мі ГОСТ 12.1.005-88.

Якщо падіння тиску в пневмоприводом або напруги в електричній мережі може створити небезпеку для обслуговуючого персоналу або викликати аварійну ситуацію, необхідно передбачити можливість блокування пневмопривода - автоматичного припинення роботи обладнання з одночасною подачею відповідного світлового або звукового сигналу. В той же час не повинні відключатися пристрої, висновок яких з робочого стану може призвести до аварій і виробничого травматизму (затискні, при режимних, що врівноважують, гальмові, та інші пристрої).

Якщо кінцеві положення пневматичних виконавчих механізмів обмежуються за допомогою електричних або пневматичних колійних вимикачів, то в разі порушення процесу нормального функціонування останніх може виникнути небезпека травмування обслуговуючого персоналу або аварійної ситуація. З метою запобігання подібних наслідків необхідно встановлювати жорсткі упори, захисні кожухи та інші пристосування для обмеження небезпечних переміщень.

Поверхні огорожень, захисних пристроїв і елементи конструкції пневмоприводів і пневмопристроїв, які можуть становити небезпеку для обслуговуючого персоналу, повинні мати знаки безпеки та сигнальні кольори відповідно до ГОСТ 12.4.026-76 *.

Конструкція регульованих пневмопристроїв, зміна налаштувань яких може привести систему в аварійне стан, повинна передбачати надійну фіксацію регулюючих елементів із застосуванням замків, пломб та інших засобів.

Конструкція органів управління і їх взаємне розташування, в свою оче редь, повинні виключати можливість самовільного пуску привода. На пульті управління технологічним обладнанням, оснащеним пневмоприводами з підтримкою можливості спільного останову системи, встановлюють керуючий елемент червоного кольору «СТОП ЗАГАЛЬНИЙ».

Величини зусиль, що розвиваються на ручних органах управління пневмопристроями, повинні задовольняти вимогам відповідних ГОСТів (це не відноситься до спеціальних керуючим органам і елементам, призначеним для налаштування редукційних пневмоклапанів): для перемикачів типу тумбле рів - ГОСТ 22615-77; для кнопкових і клавішних вимикачів і перемикачів - ГОСТ 22614-77; для маховиків управління і штурвалів - ГОСТ 21752-76 *; для важелів управління - ГОСТ 21753-76 *.

Органи управління і засоби відображення супровідної інформації розміщують відповідно до вимог ГОСТ 12.2.032-78 і ГОСТ 12.2.033-78, а позначення функцій органів управління - у відповідності до ГОСТ 12.4.040-78 * (СТ СЕВ 3082-81) . Символи та написи розташовують в безпосередній близькості від органів управління, при цьому не повинно виникати жодних перешкод їх читання. Написи, крім того, повинні бути короткими і зрозумілими при швидкому зчитуванні.

Поблизу запірних пристроїв (вентилів, кранів тощо) повинні бути добре видні стрілки, що вказують напрямок обертання маховиків, кранів, а також написи «ВІДКРИТО», «ЗАКРИТО» або інші позначення.

На пульті управління пневмоприводами необхідно застосовувати наступну колірну індикацію або сигнали: червоний колір - для позначення аварійних і отключаючих органів управління, а також для сигнальних елементів, що сповіщають про порушення процесу нормального функціонування пневмопривода або умов безпеки; зелений колір - для сигнальних елементів, що підтверджують нормальне функціонування пневмопривода.

Для оповіщення про аварійний стан пневмопривода можна використовувати звукову сигналізацію, застосування якої переважно в ситуаціях, що вимагають

негайного реагування.

У тих випадках, коли пневмопривід знаходиться в приміщенні, де розпізнати звуковий сигнал важко слідом ствие високого рівня виробничих шумів, рекомендується додатково використовувати яскравий миготливий щий сигнал, колір якого вибирають по ГОСТ 12.4.026-76 *.

Пневматичні приводи і пристрої, в яких за характером роботи або у зв'язку з впливом навколишнє середовища можливе зростання тиску вище допустимого, повинні забезпечуватися запобіжними клапана мі, розміщеними в доступних для їх огляду та обслуговування місцях.

У будь-якому випадку початку експлуатації пневмопривода повинна передувати перевірка настройки пре дохранітельного клапана особами, відповідальними за додержання правил техніки безпеки. Запобіжного тільних клапан, в свою чергу, повинен бути забезпечений пристроєм, службовцям для перевірки справності клапана шляхом його примусового відкриття у процесі функціонування привода.

Вимоги безпеки при підготовчих роботах, монтажі та випробуваннях. Монтаж пневматичні приводів і пристроїв для проведення випробувань слід виконувати відповідно до вимог, викладених у робочих кресленнях, інструкціях, методиках і програмах випробувань. Керівництво випробування мі доручають відповідальній особі, розпорядження якого є обов'язковими для всіх учасників.

Обслуговування пневмоприводів при випробуваннях можна доручати особам, які досягли 18-річного віку, пройшли виробниче навчання та інструктаж з безпечною обслуговування пневмосистем. Все захищеності робочих місць при випробуваннях повинна становити не менше 50 лк. Джерело світла повинен розташовується таким чином, щоб не відбувалося осліплення робітників. Шкали приладів повинні бути чітко видно з відстані до 3 м. У всіх випадках необхідно домагатися того, щоб освітлення забезпечувало зручність спостереження за приладами.

Місце випробувань повинне бути обгороджено, або поблизу нього повинен знаходитися спостерігає. В якості огорож можна застосовувати щити, бар'єри, канати з підвішеними до них плакатами з написом «УВАГА! Йдуть

випробування!» Або світлове табло з аналогічним написом. На обладнанні, столах, механізмах, на підлозі біля випробувального стенду не повинно бути сторонніх предметів (заготовок, готових виробів, відходів виробництва).

Забороняється залишати інструменти, матеріали, спецодяг та інші предмети на елементах, що входять в привід. Робочі місця повинні бути обладнані стелажми для зберігання пристосувань, інструментів, перевірочних шаблонів, прокладок і т. п. Габарити подібних стелажів повинні відповідати найвеликим розмірам укладаються на них виробів.

Перед випробуваннями слід перевірити робочі інструменти на відповідність основним вимогам техніки безпеки.

Електрифікований інструмент можна застосовувати лише з робочою напругою не більше 36 В і за умови повної справності. У випадку, якщо у виробничому приміщенні відсутні чинники підвищеної небезпеки, допускається використовувати значення напруги 127 і 220 В, але при обов'язковому використанні цих захисних засобів. Корпуси електроінструментів, що працюють під напругою понад 36 В, повинні бути заземлені незалежно від частоти струму.

Ручні інструменти, застосовувані для електромонтажних робіт (викрутки, плоскогубці, кусачки і т. п.), повинні мати ізольовані рукоятки.

Шланги необхідно кріпити до пневмоінструмент та трубопроводах таким чином, щоб виключити можливість своїх зриву.

Перед проведенням випробувань перевіряють готовність пневмопривода або пристрою. З цією метою їх ретельно оглядають і переконуються у відсутності тріщин, надривів, випинів, раковин, слідів корозії та других дефектів на внутрішніх і зовнішніх поверхнях пристроїв, в зварних швах, ущільнювальних вузлах і з'єднаннях. Крім того, перед початком випробувань пневмоприводів і пристроїв необхідно:

перевірити правильність і надійність приєднань пневмоліній і електричних проводів до відповідності пристроям;

перевірити надійність функціонування блокувань, наявність стопоріння і пломб на регулюючій апаратурі і приладах;

перевірити наявність і справність заземлення;
перевірити наявність і надійність закріплення огорожень, передбачених вимогами безпеки;

вивісити попереджувачий плакат з написом «Увага! Йдуть випробування!»;
встановити при необхідності аварійну сигналізацію (звукову або світлову).

Персонал, який бере участь у випробуваннях пневмоприводів і пристроїв, повинен бути ознайомлений:

зі схемою пневмопривода і правилами його обслуговування;
з конструкціями та принципами дії пристроїв, що входять в пневмопривід;
з розташуванням кондиціонерів стисненого повітря, пневмоапаратів і приладів;

зі способами регулювання параметрів (тиску, швидкості та ін);
з методами перевірки пневмоустройств на міцність і герметичність та правилами їх огляду при випробуваннях.

Пневмоустройства повинні бути випробувані на міцність. Входить до складу пневмопривода пневмоустройство загальнопромислового застосування, на які поширюються положення ГОСТ 12.3.001-85 (СТ СЕВ 3274-81), випробовують на міцність шляхом плавного підвищення тиску до пробного значення, яке должно перевершувати номінальне не менш ніж у 1,5 рази; для пневмоглушителей, встановлених в місцях вихлопу відпрацьованого повітря, пробне значення тиску повинен бути не менше номінального для пневмопривода. Тривалість випробувань на міцність повинна складати не менше 3 хв. Після цього тиск поступово знижують до номінального і потім проводять огляд пневмоустройства.

Перевіряють пневмоустройство шляхом використання повітря, мінерального масла або води. При випробуваннях його закривають захисним кожухом (екраном), або проводить їх персонал повинен перебувати на безпечної відстані від об'єкта випробувань, яке виключає можливість травмування в разі руйнування останнього.

При типових та періодичних випробуваннях на ресурс пневмоустройств та їх елементів, що функціонують в умовах циклічного навантаження тиском, їх

необхідно піддавати циклічному навантаженню робочим тиском у відповідності з вимогами та методикою розробника.

Пневмоустройства або їх елементи вважаються витримали випробування на міцність, якщо при посліду ющем ретельному огляді не було виявлено: ознаки розриву; видимі залишкові деформації; виток повітря понад рівень, встановленого в нормативних вимогах; підтікання і потіння в зварних швах при обпресування рідиною.

Випробування повинні бути перервані в наступних випадках: при підвищенні тиску в системі понад допу стім рівня; при несправності запобіжних клапанів; при виявленні в елементах пневмоуст роїств випинів, утонением стінок, підтікань у з'єднаннях, розривів ущільнень; при несправності манометрів, блокувальних пристроїв, а також при несправності (відсутності) передбачених схемою випробуваль ний контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації; при появі стуків, сторонніх шумов; при помітному зростанні вібрацій привідного механізму; при виявленні інших несправностей, які можуть призвести до аварійної ситуації.

Після зниження рівня тиску, досягнутого в ході випробувань, до номінального (робітника) значення, пневмоустройства і привід в цілому оглядають уповноважені на те особи, що пройшли спеціальний інст руктаж. В ході огляду забороняється підвищувати тиск. При виявленні дефектів під час випробувань роботи по їх усуненню (монтаж і демонтаж пневмоліній, підтягування з'єднань, рихтування, зварювальні роботи тощо) слід виконувати після припинення подачі повітря, повного зняття тиску в системі і її відключення від живильної електромережі, причому в місцях відключення в обов'язковому порядку вивішуються попереджувальні таблички з написом «Ремонт! Пуск заборонений! ». Припинення подачі повітря шляхом пере гібанія еластичних трубопроводів не допускається! Всі пристрої у складі приводу повинні бути наведені на такий стан, при якому їх мимовільне включення при випадковому натисканні пускових елементів тов не призведе до небезпечних наслідків.

Після усунення виявлених дефектів необхідно провести повторні випробування.

При повторному пуску слід вжити заходів безпеки, зазначені вище, і простежити за тим, щоб всі раніше прибрані огорожі та захисні пристосування були знову належним чином розміщені і закріплені. Випробування при знятих огороженнях допускаються тільки з дозволу адміністрації. Відключити наявне обладнання та його підключення до електромережі здійснюють після установки запобіжних вуст влаштування і також виключно на підставі дозволу адміністрації.

При випробуваннях необхідно стежити за тим, щоб вихлоп відпрацьованого повітря був направлений в сторону від місця знаходження оператора і не приводив до забруднення робочого приміщення. Рівень шуму при вихлопах не повинен порушувати гігієнічних норм.

Вимоги безпеки при експлуатації. Перед введенням в експлуатацію пневмоприводів і пневмо-пристроїв необхідно провести їх пробний пуск та наладку. У разі виявлення несправностей під час пробного пуску пневмопривід слід відключити. Роботи з усунення виявлених несправностей і ремонту пневматичних приводів і пристроїв необхідно виконувати тільки після повного зняття тиску повітря в системі і відключення їх від електромережі. Вентилі й пневморозподільники, що відповідають за соединення пневмолінії з пневмоприводом, повинні перебувати в справному стані і забезпечувати можливість надійного і швидкого перекриття подачі стисненого повітря і його скидання з приводу в атмосферу.

Підключати відремонтований пневмопривід до пневмолінії і електромережі слід після установки огороження та зняття попереджувальних плакатів.

Експлуатація пневмоприводів і пневмоустройств забороняється у випадках виникнення наступних несправностей:

наявність шумів, стуків, вібрацій і зовнішніх витоків, рівень яких перевищує значення, що встановлені нормативно-технічною документацією;

поява видимих пошкоджень або вихід якого параметра за межі допустимих значень, якщо подібна ситуація представляє небезпеку для обслуговуючого персоналу або може призвести до аварії;

відмова або пошкодження сигнальних пристроїв та приладів.

Очищати повітропроводи і пневмоустройства в місцях скупчення

забруднювачів необхідно способами, при яких виключається займання наявних відкладень.

За допомогою центрального кронштейну схват під'єднують до промислового робота-маніпулятора за допомогою фланцевого з'єднання болтами. Під'єднують до пневмоциліндра систему стисненого повітря від компресорної установки.

Після встановлення схвату на робот-маніпулятор, змащують кінематичні пари та зони контакту деталей мастилом. Перевіряють надійність кріплення всіх комплектуючих у посадкових місцях та місцях з'єднання елементів. Приєднують заземлення крокових електродвигунів промислового робота-маніпулятора до контуру заземлення. Після ретельного огляду та перевірки на легкість ходу рухомих елементів подається живлення на систему керування та у стані випробування перевіряється правильність та коректність роботи робота з схватом.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В дипломному проекті проведено аналіз захватних пристроїв на базі вакуумних ежекторів та розглянуто можливість їх застосування для захоплення деталей виробів легкої промисловості.
2. Розглянуто можливість автоматизації процесів виготовлення штучних деталей виробів легкої промисловості.
3. Розроблено конструкцію автоматизованого пристрою з ежекторним вакуумним захватом.
4. Розроблено кінематично-принципову схему автоматизованого захватного пристрою.
5. Розроблено кресленик складання вакуумного ежектора.
6. Розроблено кресленники деталей виробу.
7. Розроблено рекомендації що до вибору вакуумних захватних пристроїв.
8. Основні результати опубліковані у вигляді тез доповідей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. <https://3dtool.ua/stati/promyshlennye-roboty-dlya-proizvodstva/#chto-predstavlyayet-soboj-promyshlennaya-robototekhnika>
2. Gecko Tape That Lets Go/ Kristina Grifantini// Technology review. – 22.01.2009.–Режимдоступу:
<http://www.technologyreview.com/computing/21990/>
3. АГАЄВ, Ігор Анатолійович. Транспортуючі пневмоприводи маніпуляторів з вакуумними захоплюючими пристроями. 2018. Master's Thesis. Київ.
4. В.І. Онофрійчук, Г.М. Драпак. Класифікація захватних пристроїв у легкій промисловості. Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Луцьк, 2012. Випуск №37. С. 258-260.
5. Павленко І.І. Структура промислових роботів. — Кіровоград.: КІСМ, 1998. — 100с.
6. Павленко, І. І.; Годунко, М. О. Структурні особливості будови та функціонування захватних пристроїв промислових роботів. 2007.
7. Павленко, І. І.; Мажара, В. А. Продуктивність функціонування двозахватних промислових роботів на позиціях допоміжних пристроїв. 2005.
8. Похілько, Л. К. Питання систематизації та оцінювання фрикційних захватних пристроїв. Вісник СевНТУ. Механіка, енергетика, екологія, 2013, 137: 308-314.
9. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики. (Стандарт кафедри)/ Упор. Б. В. Орловський, В. О. Пищиков, Арабінова Н.С. - .: КНУТД. – 2003. -32 с.
10. Белянін, П. Н. Промислові роботи. - К.: Машинобудування, 1975. - 398 с.
11. Козирєв, Ю. Г. Промислові роботи. Довідник метал-листа, т.5. - М: Машинобудування, 1978. - 673 с.
12. Малов, А. Н. Автоматичні завантажувальні пристрої. Довідник металіста. Т.5. - К: Машинобудування, 1978. - 673 с.
13. Бобров, Ст П. Автоматизація транспорту. Довідник метал-листа. Т.5. -

М: Машинобудування, 1978. - 673 с.

14. А.С. №549311 СРСР. Захватний пристрій / Ю. М. Буянов - Оpubл. в Би. I. 1977 № 9.
15. Белянін, П. Н. Промислові роботи західноєвропейських країн: огляд зарубіжного досвіду - К.: НДАТ, 1976. - 171 с.
16. Gripping Tool for Industrial Robot. Каталог фірми ASEA (Швеція), 1975.
17. Лундстрем, Г. Захоплюючі пристрої промислових роботів. Матеріали симпозіуму фірми "Ретаб" (російською мовою), Швеція, вид. фірми, 1976.
18. РТМ 2 РВВ-1-78. Конструктивні виконання захватних пристроїв промислових роботів для металорізальних верстатів.-: ЕНІМС. 1978. – 36 с.
19. В.Б. Великович, С.В. Житомирський, І.І. Павленко, Л.І. Патрік, К.Ф. Романов, Б.Л. Самородських. // Б.І. К.: -1976. - №14.
20. Маніпулюючий пристрій/Ю.Г. Козирєв, Л.В. Круковець, С.В. Житомирський, В.Б. Великович, Г.М. Годович. // Б.І. – 1979. – № 27.
21. Okada Tokuji. On a versatile finger system. Proc. of the Int. Sympin Ind. Роботи. SOc. Biomech. Jap.; Jap. Ing. robot Assoc.1977. P. 345-352.
22. Орловський Б. В. Правила виконання кінематичних схем. Позначення умовні графічні в схемах. Елементи кінематики / Б. В. Орловський, В. А. Пищиков, Н. С. Абрінова. – К.: КНУТД, 2007. – 32 с. – (Стандарт кафедри машин легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну).
23. ДСТУ ГОСТ 2.001 : 2006. Загальні положення.
24. ДСТУ ГОСТ 2.102-68. Види та комплектність конструкторських документів.
25. ДСТУ ГОСТ 2.103-2013. Стадії розробки.
26. ДСТУ ГОСТ 2.104 : 2006. Основні написи.
27. ДСТУ ГОСТ 2.109-73. Загальні вимоги до креслеників.
28. ДСТУ ГОСТ 2.118-2013. Технічне завдання.