

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТеСЕТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри ПГМ
доктор техн. наук
М.І. Сотник

(підпис, дата)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА
на тему “ ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАПОРНО-РЕГУЛЮЮЧОГО ПРИСТРОЮ
ПЛАСТИНЧАТОГО ГІДРОМОТОРА ”.

освітня програма “Гідравлічні машини, гідроприводи та
гідропневмоавтоматика” зі спеціальності 131 “Прикладна механіка”

Виконавець роботи _____ Ворона В.О.

Керівник _____ Ігнат'єв О. С.

Суми 2021

Сумський державний університет

Факультет TeSET
Кафедра ПГМ

Спеціальність 131 - Гідравлічні машини, гідроприводи та гідروпневмоавтоматика

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ПГМ
Сотник М.І.
« » 2021р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу студентіві
Вороні Валентину Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1.Тема роботи: Дослідження запорно-регулюючого пристрою
пластинчатого гідромотора

затверджена наказом по університету від" р. №

2.Термін здачі студентом закінченої
роботи 20.12.21

3.Вихідні дані до роботи:номінальні витрати 0.0129 м³/хв, обертальний
момент 100 н*м,загальний ккд 0.76, механічний ккд 0.82,робочий
об'єм 125 см³/об.

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які
необхідно вирішити):будова,принцип дії гідромотора.Назначення вікон
,каналів, золотника,штифтів.Розрахунок геометричних розмірів ротора,
статора,пластин,
вікон,каналів.Розрахунок течії рідини в вікнах, каналах..Розділ охорони
праці.

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

Плакат з результатами моделювання

Консультанти по роботі із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Охорони праці	Васькін Р.А.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Найменування етапів бакалаврської роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
	Гідравлічні розрахунки: Камер, каналів, вікон.	01.10.21	
	Розрахунок розмірів диска, плунжера	15.10.21	
	Численні розрахунки обтікання плунжера	01.11.21	
	Розділ охорони праці	10.11.21	
	Складальне креслення мотора	15.11.21	
	Складальне креслення диска	20.11.21	
	Плакати з результатами моделювання	01.12.21	
	Оформлення записки	10.12.21	
	Підготовко доповіді	15.12.21	
	Захист роботи	20.12.21	

7. Дата видачі завдання «_10_»_09_____2021 р.

Студент- _____ Ворона В.О.
(підпис)

Керівник роботи _____ Ігнат'єв О.С.
(підпис)

Реферат

Пояснювальна записка: 70 с., 28 рис., 17 літературних джерел.

Тема роботи «Дослідження запорно-регулюючого пристрою пластинчатого гідромотора»

Графічні матеріали: 2 аркуші А1: складальне креслення, плакат.

Мета роботи – аналіз обтікання кульки зворотньо-регулюючого пристрою.

Відповідно до поставленої мети:

- Виконано літературний огляд насосу та клапана;
- Виконані гідравлічні розрахунки насоса;
- Виконані розрахунки клапана;

У розділі з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях розглянуте питання протипожежної техніки безпеки

Ключові слова: КЛАПАН, НАСОС, КОРПУС, РОТОР, КАМЕРА, ЩІЛЬНІСТЬ, ЗАЗОР, ПОТУЖНІСТЬ, ВТРАТИ.

Зміст

Реферат.....	4
1. Пластинчасті насоси та гідромотори.....	6
2. Опис конструкції.....	15
3. Гідравлічні розрахунки	25
4. Силовий розрахунок.....	35
5. Розрахунок на міцність пластини.....	40
6. Розрахунок течії в каналах	43
7. Опис зворотного клапану насоса Г16.....	48
8. Розрахунок зворотного клапана шарикового типу за допомогою ANSYS CFX.....	51
9. Заходи з техніки безпеки, охорони праці, протипожежної техніки безпеки.....	63
10. Економічний розділ.....	66
Список використаної літератури.....	69

1. Пластинчасті насоси та гідромотори

Пластинчасті насоси та гідромотори так само, як і шестеренні, прості по конструкції, компактні, надійні в експлуатації і порівняно довговічні. У таких машинах робочі камери утворені поверхнями статора, ротора, торцевих розподільних дисків і двома сусідніми. Ці пластини також називають лопатками, лопатками, шиберами.

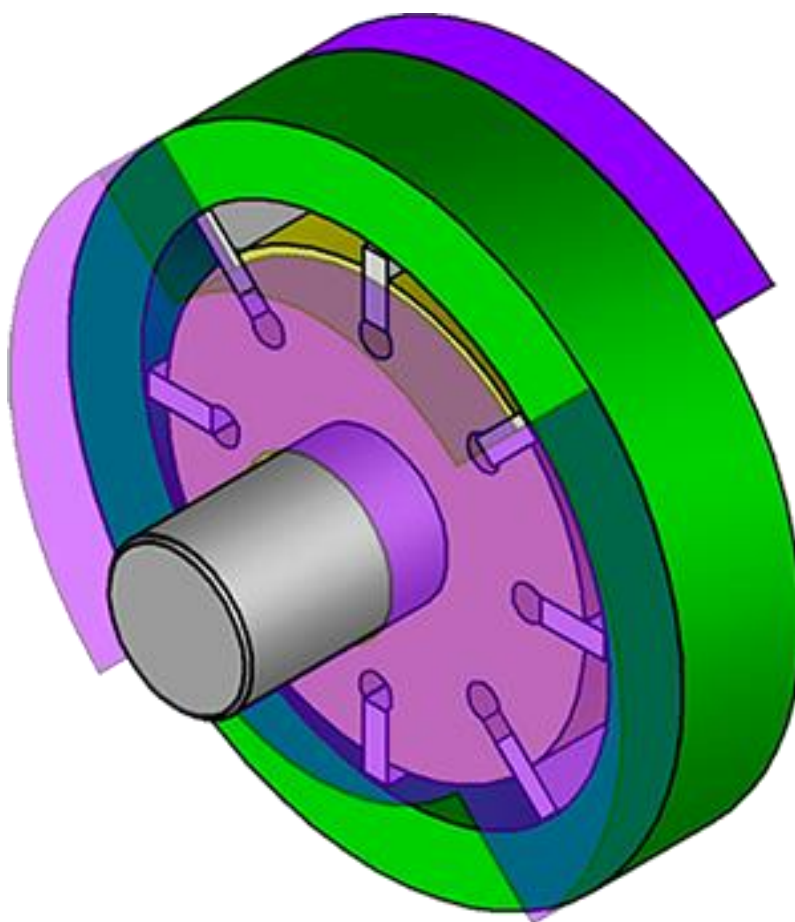


Рис1. – пластинчастий насос (модель)

Пластинчасті насоси, які направляють пластини за допомогою відцентрової сили, незворотні, тому що, на відміну від насосів, гідравлічні двигуни повинні розвивати момент, що крутить, необхідний для подолання навантаження, коли відцентрова сила відсутня. Існують пластинчасті насоси

одинарної та подвійної дії та гідравлічні двигуни, але також використовуються машини багатоступінчастої дії. У машинах односторонньої дії повний робочий цикл відбувається за один оберт валу, який включає процес всмоктування та процес упорскування. У машин подвійної дії є два повні робочі цикли, тобто два процеси всмоктування і два процеси впорскування, у машин потрійної дії - три цикли і т. д.

Насоси односторонньої дії та гідравлічні двигуни як регульовані, так і нерегульовані; На ротор такої машини в радіальному напрямку тиск робочої рідини передається на опори, які встановлені в основному на роликівих підшипниках. Тому рівень тиску циркулюючої в таких машинах робочої рідини визначається наявними у конструктора підшипниками. Оскільки шини з громіздким днищем мають бути використані при високих тисках, тиск не перевищує 105 кг/см^2 із відомими конструкціями насосів та гідромоторів односторонньої дії.

Насоси та гідромотори подвійної та багатоцільової дії працюють тільки неконтрольованим чином, але тиск робочого середовища, що діє в радіальному напрямку на ротор, врівноважується, опори машини розвантажені, а їх вал передає лише момент, що крутить. Це серйозна перевага, яка багато в чому визначає простоту та компактність конструкції, а також її невелику вагу. У відомих конструкціях насосів двосторонньої дії та гідромоторів робочий тиск становить 140 кг/см^2 , а іноді й більше. У насосах для промислових підприємств відношення ваги до корисної потужності становить приблизно 2 кг/кВт . Технологічна простота конструкції жалюзійних візків сприяє їхньому серійному виробництву.

Пластинчастий гідравлічний двигун є реверсивним. Обертання забезпечується робочими поверхнями, розташованими в роторі, які контактують зі статором. *Пластинчасті насоси* можуть бути одно-, двох- і багаторазової дії. У насосах однократної дії одного обороту валу відповідає одне всмоктування і одне нагнітання, в насосах дворазової дії - два всмоктування і два нагнітання.

В наш час гідравлічні приводи перетворилися на один з найважливіших засобів автоматизації робочих процесів у промисловості завдяки ряду значних переваг перед іншими типами приводів. Робота; Можливість широкого, безступінчастого регулювання швидкостей по ходу автомобіля; автоматичний захист гідроприводів і машини, що наводиться ними, від перевантажень, що запобігає виходу з ладу; можливість великої автоматизації робочих процесів, оскільки кінематично складні системи можна легко зібрати з окремих функціональних гідроагрегатів, з'єднаних між собою трубопроводами; проста нормалізація функціональних гідроагрегатів, які можуть проводитись серійно на спеціалізованих заводах; Можливість легко та надійно розвивати великі сили та моменти за допомогою невеликих гідроагрегатів; Мінімальна інерція робочих поверхонь, що рухаються, полегшує розгін і гальмування машин, збільшує точність їх роботи.

Оскільки майже кожен гідравлічний привід містить насос і гідроприводи, що обертаються, крім насосів і гідромоторів, обидва працюють з високими швидкостями і навантаженнями, ефективність гідроприводів, їх надійність, ефективність і плавність в першу чергу залежать від насосів і гідросистеми. двигуни.

При виборі насоса та гідромотора для гідроприводу варто враховувати не тільки їх конструктивні особливості, що впливають на рівномірність та плавність ходу, зносостійкість та термін служби, а й технологічні фактори, що визначають вартість серійного виробництва на спеціалізованому заводі. З цього погляду об'ємні гідравлічні машини, так звані пластинчасті насоси, є найбільш досконалими та дешевими типами насосів, що використовуються для автоматизації робочих процесів у промисловості.

У порівнянні з шестеренними насосами вони забезпечують більш рівномірну подачу, а в порівнянні з поршневими - простіше за конструкцією, дешевшими, меншими за розміром і менш вимогливими до фільтрації робочого тіла.

У верстатобудуванні пластинчасті насоси в основному використовуються в гідравлічних приводах силових агрегатів, свердлильних та розточувальних верстатах, токарно-фрезерних верстатах, а також у гідравлічних приводах столу та інших механізмів шліфувальних верстатів, гідроприводах для транспортування, індексації, затиску. та завантаження автоматичних деталей. Пластинчасті насоси також використовуються в гідравлічних пресах, вилкових навантажувачах, екскаваторах, бульдозерах та іншій дорожньо-будівельній техніці, на прокатних станах (квіти, прокатні стани), легкових автомобілях (підсилювачі кермового управління, самоскиди.), в судновій

механіці (приводи лебідок для підйому вантажів, пристрої для зміни кроку гребного гвинта), лісових машинах, лиття під тиском, харчової промисловості тощо. Схема насоса однократної дії наведена на рис.3. Насос складається з ротора 1, встановленого на приводному валу 2, опори якого розміщені в корпусі насоса. У роторі є радіальні або розташовані під кутом до радіусу пази, в які вставлено пластини 3. Статор 4 по відношенню до ротора розташований з ексцентриситетом e . До торців статора і ротора з малим зазором ($0,02 \dots 0,03$ мм) прилягають торцеві розподільні диски 5 із серповидними вікнами. Вікно 6 каналами в корпусі насоса з'єднане з гідролінією всмоктування 7, а вікно 8 - з напірними гідролініями 9. Між вікнами є ущільнювальні перемички 10, що забезпечують герметизацію зон всмоктування і нагнітання. Центральний кут, утворений цими перемичками, більше кута між двома сусідніми пластинами.

При обертанні ротора пластини під дію м відцентрової сили, пружин або під тиском рідини, що підводиться під їх торці, висуваються з пазів і притискаються до внутрішньої поверхні статора. Завдяки ексцентриситету обсяг робочих камер спочатку збільшується - відбувається всмоктування, а потім зменшується - відбувається нагнітання. Рідина з лінії всмоктування через вікна розподільних дисків спочатку надходить у робочі камери, а потім через інші вікна витісняється з них у напірну лінію.

При зміні ексцентриситету змінюється подача насоса. Якщо $e = 0$ (ротор і статор розташовані соосно), пластини не будуть здійснювати зворотно-поступальних рухів, обсяг робочих камер не буде змінюватися, і, отже, подача насоса буде дорівнює нулю. При зміні ексцентриситету з $+e$ на $-e$ змінюється напрямок потоку робочої рідини (лінія 7 стає нагнітальною, а лінія 9 - всмоктуючою). Таким чином, пластинчасті насоси однократної дії в принципі регульовані і реверсируючі.

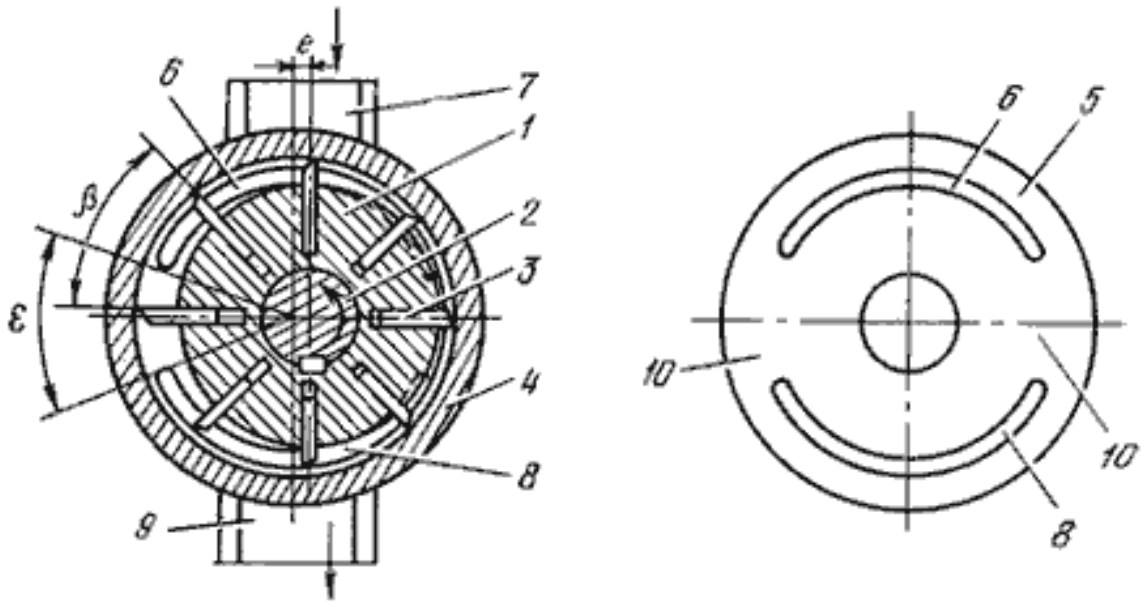
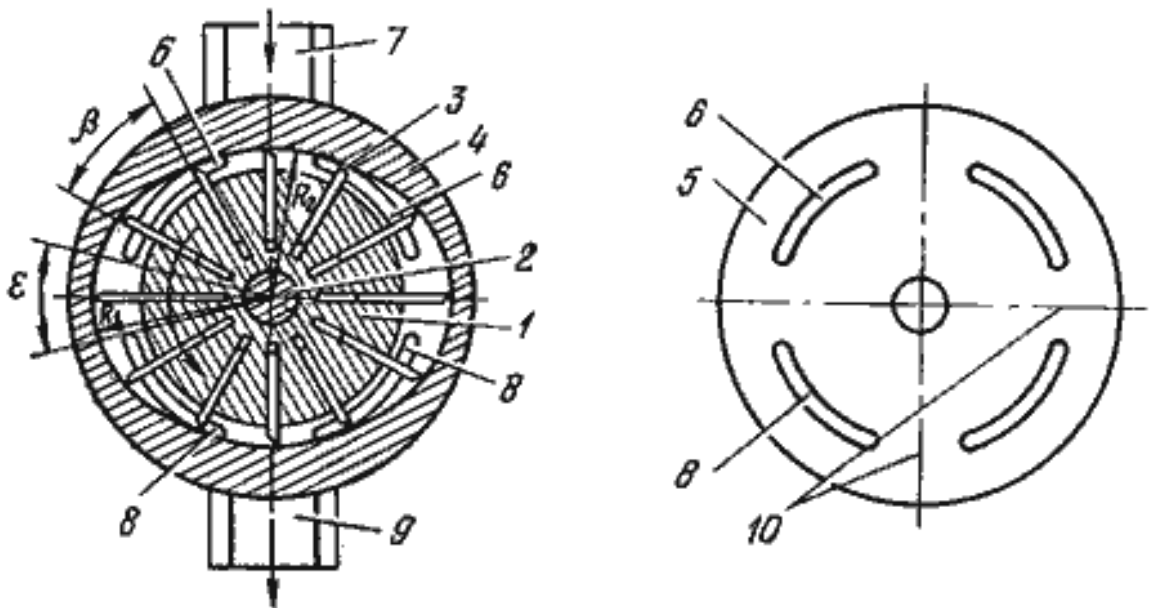


Рисунок 2. Схема пластинчастого насоса однократної дії:

1 - ротор; 2 - приводний вал, 3 - пластини, 4 - статор;
 5 - розподільний диск; 6, 8 - вікна; 7 - гідролінія всмоктування; 9 - гідролінія нагнітання

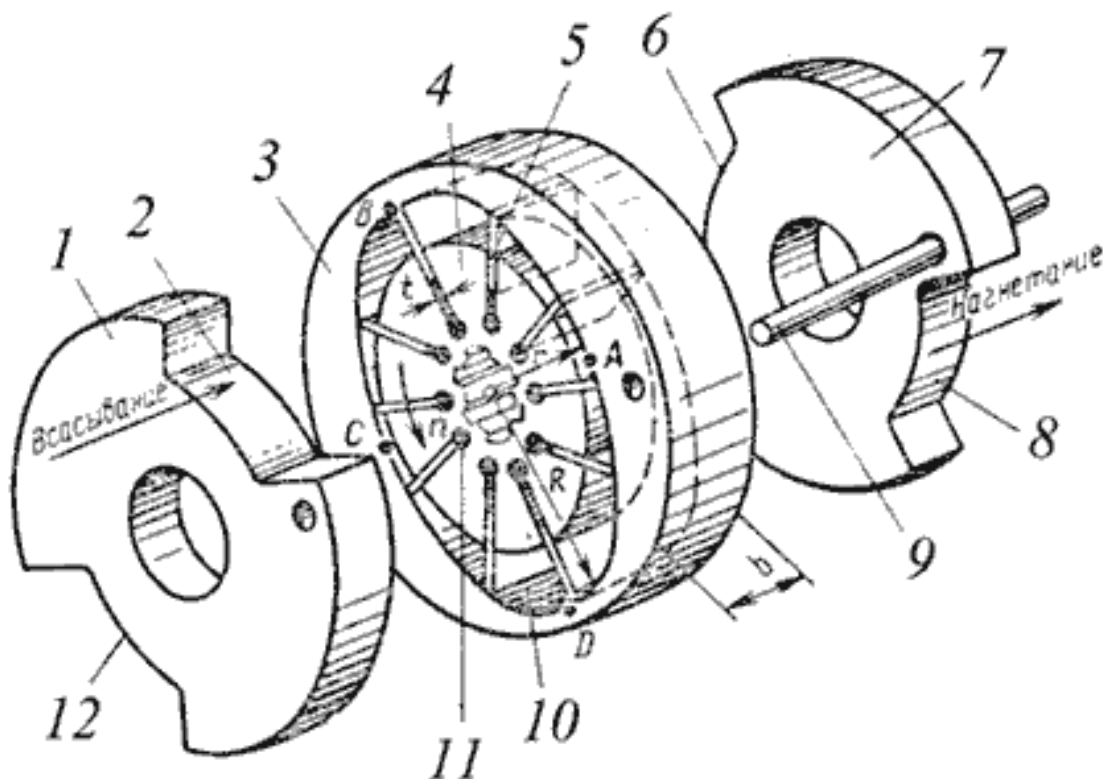


Число пластин z може бути від 2 до 12. Зі збільшенням числа пластин подача насоса зменшується, але при цьому збільшується її рівність для всіх.

В насосах подвійної дії (рис.3.4) ротор 1 і 2 статор соосни. Ці насоси мають по дві симетрично розташовані порожнини всмоктування і порожнини нагнітання. Таке розташування зон врівноважує сили, що діють з боку робочої

рідини, і розвантажує приводний вал 2, який буде навантажений тільки крутним моментом. Для більшої врівноваженості число пластин 3 в насосах подвійної дії приймається парним. Торцеві розподільні диски 5 мають чотири вікна. Два вікна 6 каналами в корпусі насоса з'єднуються з гідроліній всмоктування 7, інші два 8 - з Напірні гідролінії 9. Так само як і в насосах одноразової дії, між вікнами є ущільнювальні перемички 10. Для герметизації зон всмоктування і нагнітання повинен бути дотримана умова, при якому $\varepsilon < \beta$.

Профіль внутрішньої поверхні статора виконаний з дуг радіусами R_1 і R_2 з центром в точці O . Пази для пластин в роторі можуть мати радіальне розташування під кутом $7 \dots 15$ до радіусу, що зменшує тертя і виключає заклинювання пластин. Насоси з радіальним розташуванням пластин можуть бути реверсивними.



1, 7 - розподільні диски; 3 - статор; 4 - ротор; 5 - пластини;
6, 8 - вікна напірної порожнини; 2, 12 - вікна всмоктуючої порожнини;

9 - штифт;

10 - внутрішня поверхня статора; 11 – отвір

Рисунок . Робочий комплект пластинчастого насоса подвійної дії Г12-АМ

Гідравлічні трансмісії з об'ємом обертового руху та регулюванням газу також використовують швидкість ротора на гідромоторі. Як гідродвигуни використовуються радіально-поршневі, аксіально-поршневі, роторні, зубчасті та гвинтові гідравлічні машини. Насос і гідромотори (один або кілька) в гідравлічному режимі можуть бути з'єднані в розімкнутий і замкнений контур. У розімкнутому контурі відпрацьована рідина надходить у бак з гідромотора, де знову всмоктується насосом і подається в напірний патрубков гідромотора (гідравлічного двигуна). При замиканні контуру відпрацьована рідина з гідромотора надходить у всмоктувальну порожнину насоса і обтікає бак. Закритий контур став звичним явищем, оскільки він може бути оборотним і дозволяє працювати на високих швидкостях через можливість зовнішнього збільшення тиску в системі.

Розглянемо ще раз пристрій і принцип роботи пластинчастого насоса подвійної дії на прикладі насоса Г12-2М. Основними деталями насоса є корпус з кришкою, приводний вал з підшипниками і робочий комплект (рис.3.5, а), що складається з розподільних дисків 1 і 7, статора 3, ротора 4 і пластин 5. Диски і статор, зафіксовані в кутовому положенні відносно корпусу штифтом 9, туляться один до одного пружинами (не показані), а також тиском масла в напірній лінії. При обертанні ротора 4, пов'язаного через шлицевое з'єднання із приводним валом, в напрямку, вказаному стрілкою, пластини 5 відцентровою силою і тиском масла, підведеного в отвори 11, притискаються до внутрішньої поверхні 10 статора 3, що має форму овалу, і, отже, роблять зворотно-поступальний рух у пазах ротора.

Під час руху пластин від точки *A* до точки *B* і від точки *C* до точки *D* обсяги камер, утворених двома сусідніми пластинами, внутрішньою

поверхнею статора, зовнішньою поверхнею ротора і торцевими поверхнями дисків 1 і 7, збільшуються, і масло заповнює робочі камери через вікна 2 і 12 диска 1, пов'язані з всмоктуючої лінією. При русі в межах ділянок BC і DA обсяги камер зменшуються, і масло витісняється в напірну лінію гідросистеми через вікна 6 і 8 диска 7. Оскільки зони нагнітання (BC и DA) і всмоктування (AB и CD) розташовані діаметрально щодо ротора, на нього не діють радіальні зусилля, що позитивно позначається на довговічності підшипників приводного валу.

Конструкція насоса показана на рис.3.5, б. У розточеннях корпусу 15 і кришки 1 встановлений робочий комплект (диски 3 і 7, статор 5, ротор 6, пластини 16). Ротор через шлицевое з'єднання пов'язаний з приводним валом 11, що спирається на шарики підшипники 2 і 8. Зовнішні витоку або підсмоктування повітря по валу виключається манжетами 10, встановленими в розточенні фланця 9. Комплект стискається трьома пружинами 12 і тиском масла в камері 13. Вікна 4 диски 3 через отвори 17 статора з'єднані з глухими вікнами всмоктування 14 диска 7, завдяки чому олія з всмоктуючої лінії надходить в ротор з двох сторін, що полегшує умови всмоктування. У напірну лінію масло витісняється через вікна 19 диска 7. Поворот комплекту запобігається штифтом 18 (або гвинтами), що проходять через отвори в деталях 1, 3, 5, 7 і 15.

Подачу пластинчастого насоса подвійної дії визначають за формулою

$$Q = q_m \eta_{об} = 2b \left[\pi(R_1^2 - R_2^2) - \frac{tz(R_1 - R_2)}{\cos \alpha} \right] \eta_{об},$$

де b - ширина ротора; R_1 і R_2 - радіуси дуг, що утворюють профіль внутрішньої поверхні статора; t - товщина пластин; z - число пластин; α - кут нахилу пластин до радіусу.

Пластинчасті гідромотори можуть бути також одно-, двох- і багаторазової дії. Пластинчасті гідромотори від пластинчастих насосів відрізняються тим, що в їх конструкцію включені пристрої, що забезпечують постійний притиск пластин до статорними кільцю.

При підведенні до машини рідини на робочу поверхню пластин діє сила, яка створює обертовий момент на валу гідромотора, який для гідромоторів однократної дії визначається за формулою:

$$M_{кр} = \frac{\Delta P q}{2\pi} \eta_m = \frac{\Delta P}{2\pi} 2eb(\pi D - zt)\eta_m,$$

а для гідромоторів подвійної дії

$$M_{кр} = \frac{\Delta P q}{2\pi} \eta_m = \frac{\Delta P}{2\pi} 2b \left[\pi(R_1^2 - R_2^2) - tz(R_1 - R_2) \right] \eta_m$$

Гідромотори подвійної дії так само, як і насоси подвійної дії, нерегульовані.

Надійність і термін служби пластинчастих гідромашин залежать від матеріалу пластин і статорного кільця. Щоб уникнути відпустки матеріалу пластин через нагрівання від ренію про статорні кільце пластини виготовляють із сталі з високою температурою відпустки. Статорні кільце цементується і гартується. Ротор виготовляють із загартованої хромової сталі, а торцеві розподільні диски з бронзи.

2. Опис конструкції

Об'ємна гідропередача (ОГП) - гідравлічна передача, складена з об'ємного насоса, об'ємного гідродвигуна та магістральної лінії.

Як відомо, ККД гідравлічної трансмісії, яка складається з керованого насоса і некерованого гідромотора, має максимальне значення лише в певному режимі роботи (певний потік рідини), відхилення якого знижує ККД. Тому має сенс мати схему гідравлічної трансмісії, в якій потужність генератора передається в головний канал механічної трансмісії і лише невелика частина через гідравлічний канал, через який додається або віднімається різниця швидкостей, що збільшує вихідну швидкість. відповідно до коливань вхідної швидкості.

Одна з поширених схем такого типу з планетарною передачею і регульованим реверсивним насосом показана на рис. 3. Гідравлічна трансмісія призначена для забезпечення диференціальної швидкості, коли частота обертання приводного валу насоса вище або нижче заданої середньої швидкості.

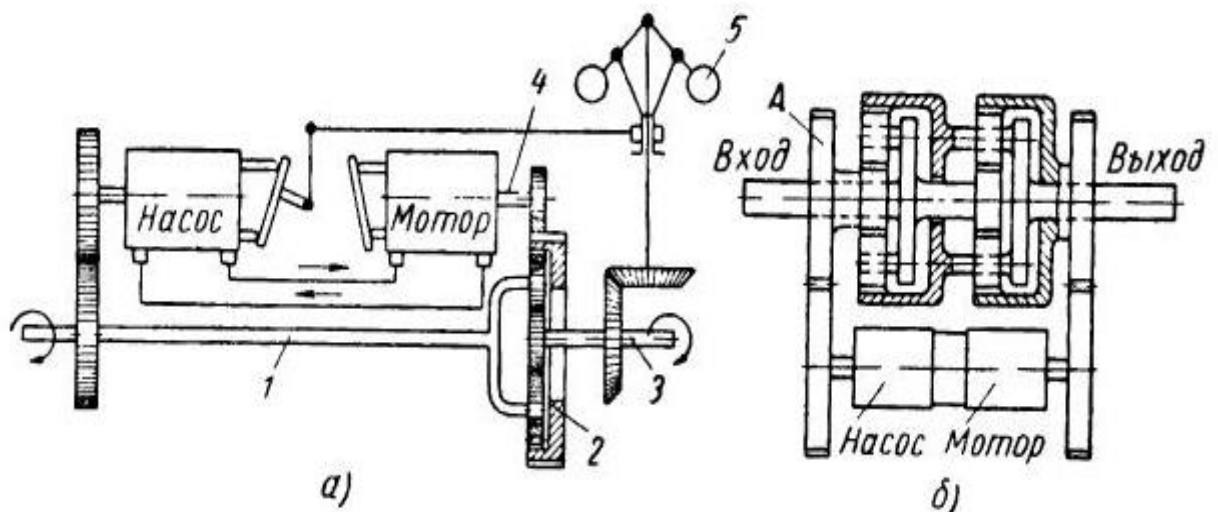


Рис4 - Схеми гідромеханічних передач

При цьому гідромотор, який приводиться в дію насосом, який розташований на вхідному валу 1 планетарної передачі 2 і обертається в ту чи іншу сторону, прискорює або сповільнює кількість обертів вихідного валу редуктора. планетарна передача 3 планетарної передачі. Потужність насоса і, таким чином, швидкість вала 4 гідродвигуна, який повідомляє додаткову швидкість вихідного валу 3 планетарної передачі, регулюється відцентровою силою 5 або електрогідравлічним пристроєм.

Об'ємний гідравлічний привід, що є силовою частиною гідроприводу, складається з об'ємного насоса (перетворювача механічної енергії, що перетворює енергію двигуна на енергію потоку робочої рідини) і об'ємного гідравлічного двигуна (агрегат, що перетворює енергія робочого тіла на механічну енергію). Деякі гідравлічні поршневі передачі можуть включати гідроаккумулятор та гідроперетворювачі (гідравлічні машини з позитивним зміщенням для перетворення енергії одного потоку робочої рідини зі значенням тиску P та значенням потоку Q в енергію іншого потоку з іншими значеннями P та Q).). Об'ємна гідравлічна трансмісія

Термін об'ємний гідропривід включає поняття об'ємної гідропередачі, як частини об'ємного гідроприводу, що складається з насоса, гідродвигуна (одного або декількох) і зв'язують їх трубопроводів - гідроліній. Гідропередача - це силова частина гідроприводу, якою протікає основний потік енергії.

Об'ємний гідропривід - це гідропривід, основою якого є об'ємна гідропередача. Принцип дії об'ємного гідроприводу ґрунтується на практичному нестисненні робочої рідини та на властивості рідини передавати тиск у всіх напрямках відповідно до закону Паскаля.

Об'ємною називається гідромашина, робочий процес якої ґрунтується на попереминому заповненні робочої камери рідиною та витісненні її з робочої камери.

Під робочою камерою об'ємної гідромашини розуміється обмежений простір усередині машини, що періодично змінює свій об'єм і поперемино

сполучається з місцями входу та виходу рідини. Об'ємна гідромашина може мати одну або декілька робочих камер.

Будь-яка об'ємна машина складається з наступних основних частин: ротора, статора, ущільнювачів та розподільників.

Ротор є обертальним елементом машини, що передає механічний потік.

Статор - нерухомий елемент машини, в якому встановлений ротор з ущільнювачами та розподільниками і до якого приєднуються трубопроводи, що підводить і відводить робочу рідину. Статор замикає простір, заповнений робочою рідиною навколо ротора.

Цей простір ущільнювачами поділено на замкнуті обсяги високого та низького тиску. За допомогою розподільників об'єми рідини, що знаходиться під високим тиском, з'єднуються з трубопроводом високого тиску (магістраль нагнітання), а об'єми рідини, що під низьким тиском, - з трубопроводом низького тиску (магістраль відсмоктування).

Відповідно, створюють гідромашини потік рідини або використовують його, їх поділяють на об'ємні насоси і гідродвигуни.

Об'ємний гідродвигун - це об'ємна гідромашина, призначена для перетворення енергії потоку рідини на енергію руху вихідної ланки.

Гідромотор пластинчастий нерегульований дворазової дії з реверсивним напрямом потоку типу Г16- призначений для перетворення енергії тиску потоку робочої рідини на механічну енергію обертального руху виконавчих органів верстатів та інших машин.

Допустима тривалість роботи на максимальному тиску не більше 0,6 з інтервалом не менше 1 хв.

Загальна тривалість роботи на максимальному тиску – 5% від загального ресурсу.

Допустима тривалість роботи гідромотора Г 16 при максимальній частоті обертання - 3 хв з інтервалом не менше 10 хв. Загальна тривалість роботи за максимальної частоти обертання - 5% від загального ресурсу.

У верстатних гідроприводах переважно застосовують нерегульовані аксіально-поршневі гідромотори, які у ряді випадків мають суттєві переваги перед електромоторами. Гідромотори в середньому в 6 разів менші за об'ємом і в 4-5 разів за масою. При найбільшій частоті обертання 2500 об/хв найменше значення частоти може становити 20-30 об/хв, а у гідромоторів спеціального виконання до 1-4 об/хв і менше, причому легко можна здійснити плавне регулювання у всьому діапазоні.

Пластинчасті гідромотори призначені для застосування в реверсивних регульованих та нерегульованих гідроприводах, гідроприводах, що вимагають частих включень або автоматичного та дистанційного керування, до яких не пред'являється високих вимог до жорсткості механічної характеристики.

Гідромотори пластинчасті Г 16-15 АМ (див рис. 5) складаються із наступних основних деталей і вузлів: ротора 9, статора 19, дисків 8 і 11, пластин 15, вала 1, встановленого на шарикопідшипниках 4 і 6, корпусу 7, кришки 12, пружини 14, фланця 3 з ущільненням 2, ведучих кулачків 16 і золотника 24.

При роботі гідромотору масло підводиться до одного із отворів 10 (або 21) і одночасно через інший отвір 21 (або 10) відводиться у зливну лінію; отвір 5 з'єднується з дренажною лінією. Якщо з напірною лінією з'єднаний отвір 21, масло надходить у кільцеву порожнину корпусу 7 і через два вікна у диску 8, розміщених у секторах ВОГ і ДООЕ (переріз А-А), проходить у робочі камери, обмежені пластинами 15, внутрішньою овальною поверхнею статора 19, зовнішньою циліндричною поверхнею ротора 9 і дисками 8 і 11.

Оскільки робочі поверхні пластин, що обмежують кожну з робочих камер, мають різні площі, на роторі виникає крутний момент, який повертає його проти годинникової стрілки (переріз А-А). Одночасно робочі камери, розволені в секторах ЕОВ і ГОД, через вікна 25 у диску 11 з'єднуються з отвором 10 і далі зі зливною лінією, тому масло, що витісняються із вказаних

робочих камер (в результаті зменшення їх об'єму при повороті ротора), зливається у бак. Отвір 22 диску 11 розміщений навпроти вікна диска 8, в результаті чого плунжер 24 тиском масла прижимається до штифта 26, з'єднуючи між собою отвори 22 і 23. При цьому масло із напірної лінії через отвори 22 і 23 надходить у торцеву порожнину 13 і через отвір 18 – у порожнини 20, розміщені під пластинами 15, забезпечуючи прижим пластин до статора і одночасно стискаючи пакет, що складається з ротора, статора, пластин і дисків, з метою зменшення витоків через торцеві зазори між поверхнями, що труться. Попередній піджим пакета забезпечується пружиною 14, а пластин до статора – ведучими кулачками 16, пов'язаними з дисками 8 і 11 за допомогою штифтів 17. Якщо з напірною лінією з'єднати отвір 10, напрям обертання реверсується, при чому одночасно плунжер 24 переміщається вниз до упору в штифт 27, забезпечуючи з'єднання отвору 23 з напірною лінією. Оскільки ротор гідравлічно врівноважений, то підшипники 4 і 6 розвантажуються від радіальних зусиль.

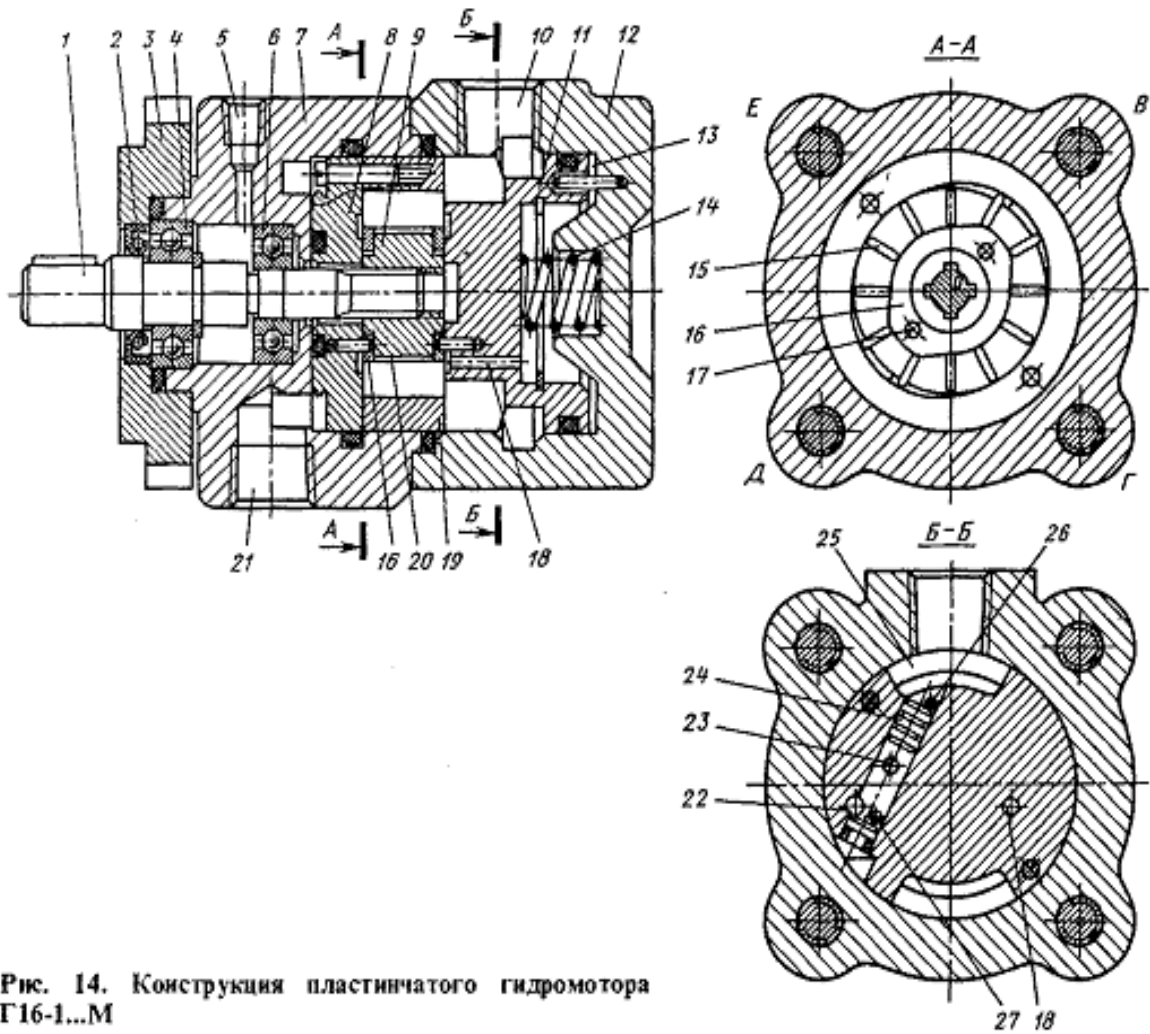


Рис. 14. Конструкция пластинчатого гидромотора Г16-1...М

Рисунок 5 – Конструкция пластинчатого гидромотора Г16-15АМ

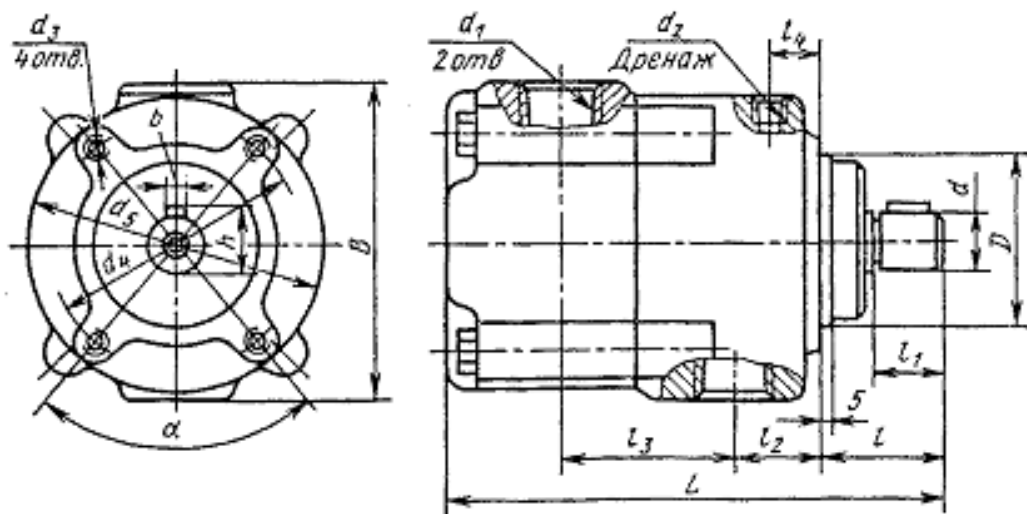
Основні параметри гідромоторів приведені в табл. 1, а габаритні і приєднувальні розміри – в табл. 2.

Таблиця 1 – Основні параметри гідромоторів Г16-1...М

Параметри	Г16-11	Г16-12	Г16-13	Г16-14	Г16-15	Г16-16
	М	М	М	М	М	М
Робочий об'єм, см ³	11,2	18	36	63	125	250
Номінальна витрата масла, $\frac{\text{л}}{\text{хв}}$	14	19,4	37,1	67,2	129	266,7
Тиск на вході максимальний, МПа	8			7		
Частота обертання, $\frac{\text{об}}{\text{хв}}$	960		960	960		960
номінальна	2500		2200	1800		1500
максимальна	150		150	100		100
мінімальна						
Крутний момент номінальний, Н*м, не менше	6,2	12,3	24,5	49	98	196
Ефективна потужність номінальна, кВт, не менше	0,6	1,2	2,4	4,9	9,8	19,7
ККД при номінальному режимі	0,77	0,89	0,93	0,9	0,93	0,9

роботи, не менше: об'ємний повний	0,5	0,63	0,69	0,73	0,76	0,77
Момент інерції, обертових мас, $\text{кг}\cdot\text{м}^2\cdot 10^{-3}$	0,072		0,196	1,26		6,94
Допустима радіальна загрузка на вал, Н	150		200	250		1000
Рівень звуку, дБ (А)	77			82		87
Маса, кг	6,3		10	24		70

Таблиця 2 – Габаритні і приєднувальні розміри (мм) гідромотора Г 16-15 АМ



Типорозмір	D (h ₈)	d (h ₆)	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	d ₅
Г 16-15 АМ	90	30	К1 ^{1/4} ''	К1 ^{1/4} ''	М12	122	154

L	l	l ₁	l ₂	l ₃	l ₄	B	b	h	α, °
253	65	42	40	90	20	160	8	33	90

Час реверсу $t_{\text{рев}}$ гідромотора при відсутності статичної навантаження, частоті обертання $n = 1000 \text{ об/хв}$ і номінальному значенні крутного моменту M_n в залежності від приведенного до валу гідромотора моменту інерції механізму $I_{\text{пр}}$ може визначатись за рис. 6.

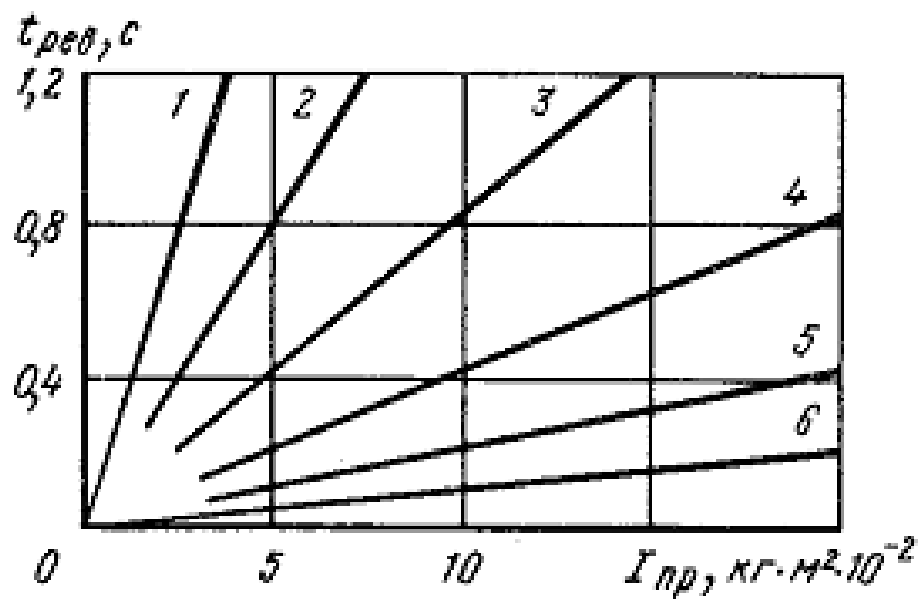


Рисунок 6 – Залежність часу реверса $t_{\text{рев}}$ гідромоторів Г 16-1... М від приведенного до валу гідромотора моменту інерції механізму $I_{\text{пр}}$:

1 – Г16-11М; 2 – Г16-12М; 3 – Г16-13М;

4 – Г16-14М; 5 – Г16-15АМ; 6 – Г16-16АМ;

За наявності статичної навантаження $M_{ст}$ час реверсу потрібно помножити на відношення $\frac{M_n}{(M_n - M_{ст})}$, а при реверсі на інших частотах обертання (n_1) – на відношення $\frac{n_1}{1000}$.

Різка зменшення частоти обертання вала гідромотора при збільшенні навантаження можливе в результаті зміщення пакета деталей 9, 15, 19, 8 і 11 (див. рис. 1). Для усунення дефекту необхідно з'єднати з напірною лінією отвір 10, а отвір 1 – зі зливною. Можливі також заклинювання плунжера 24 або знос деталей гідромотора.

3. Гідравлічні розрахунки

Знаходжу об'ємний ККД

$$\eta_0 = \frac{\eta}{\eta_{\text{ГМ}}}$$

Де:

η – повний ККД;

$\eta_{\text{ГМ}}$ – гідромеханічний ККД;

η_0 – об'ємний ККД.

$$\eta_0 = \frac{0,76}{0,82} = 0,93$$

Знаходжу число обертів

$$n = \frac{Q}{q}$$

Де:

q – робочий об'єм;

n – число обертів;

Q – витрати.

$$n = \frac{129 \cdot 10^{-3}}{125 \cdot 10^{-6} \cdot 60} = 17,2$$

Знаходжу тиск на вході

$$P = \frac{N}{q} \cdot 2\pi$$

Де:

N – споживана потужність;

$$P = \frac{100 \cdot 6,28}{125 \cdot 10^{-6}} = 5,024 \text{ МПа}$$

Найбільший ексцентриситет

$$e_{\text{max}} = k \sqrt[3]{\frac{q}{2\eta_0}}$$

Де:

e_{\max} – найбільший ексцентриситет;

k – поправний коефіцієнт:

$$k = 1; \quad q < 200;$$

$$k = 0,8; \quad 200 < q < 500;$$

$$k = 0,6; \quad 500 < q < 4000.$$

q – робочий об'єм;

η_0 – Об'ємний ККД.

$$e_{\max} = 1 \sqrt[3]{\frac{125}{2 \cdot 0,93}} = 3,75 \text{ мм}$$

Приймаємо $e = 3,5$ мм;

Діаметр статора

$$D = \sqrt{\frac{500 * q}{2 * \eta_0 * \pi * k_1 * e_{\max}'}}$$

де D – діаметр статора

k_1 – поправний коефіцієнт;

$$k_1 = 0,25, \quad q < 200;$$

$$k_1 = 0,4; \quad 200 < q < 500;$$

$$k_1 = 0,25; \quad 500 < q < 4000;$$

$$D = \sqrt{\frac{500 * 125}{2 * 0,90 * 3,14 * 0,25 * 3,5}} = 108 \text{ мм};$$

Діаметр ротора

$$d = D - 4 * e$$

$$d = 108 - 4 * 3,5 = 94 \text{ мм};$$

Товщина пластини

$$\frac{b_1}{R} = 0,01 \div 0,075$$

b_1 – товщина пластини

$$\text{Приймаємо } \frac{b_1}{R} = 0,05;$$

$$b_1 = \frac{D}{2} * \frac{b_1}{R}$$

$$b_1 = \frac{108}{2} * 0,05 = 54 * 0,05 = 2,7 \text{ мм}$$

$$\text{Приймаємо } b_1 = 3 \text{ мм};$$

Товщина ротора (статора)

$$B = \frac{q}{2[\pi(R^2 - r^2) - (R - r) * b * z]}$$

B - Товщина ротора (статора)

z – кількість пластин

$$B = \frac{125 * 1000}{2[3,14 * (54^2 - 47^2) - (54 - 47) * 3 * 12]} = 30 \text{ мм};$$

Великий діаметр кулачка

$$D_{\text{кул}} = D - 8e$$

$D_{\text{кул}}$ – великий діаметр кулачка.

$$D_{\text{кул}} = 108 - 8 * 3,5 = 80 \text{ мм};$$

Малий діаметр кулачка

$$d_{\text{кул}} = d - 8e$$

$d_{\text{кул}}$ – малий діаметр кулачка.

$$d_{\text{кул}} = 94 - 8 * 3,5 = 66 \text{ мм};$$

Товщина кулачка

$$b_2 = 2 * e$$

b_2 – товщина кулачка.

$$b_2 = 2 * 3,5 = 7 \text{ мм};$$

Великий діаметр розточки ротора під кулачок

$$D_{\text{раст}} = D - 8e$$

$D_{\text{розт}}$ – великий діаметр розточки ротора під кулачок.

$$D_{\text{раст}} = 108 - 8 * 3,5 = 80 \text{ мм};$$

Малий діаметр розточки ротора під кулачок

$$d_{\text{раст}} = d_{\text{кул.}} - 4e$$

$d_{\text{розт}}$ – малий діаметр розточки ротора під кулачок.

$$d_{\text{раст}} = 74 - 4 * 3,5 = 52 \text{ мм};$$

Діаметр внутрішньої розточки кулачка

$$d_{\text{кул}}^{\text{розт}} = d_{\text{раст.}}$$

$d_{\text{кул}}^{\text{розт}}$ – діаметр внутрішньої розточки кулачка.

$$d_{\text{кул}}^{\text{раст}} = 52 \text{ мм};$$

Зовнішній діаметр статора

$$D_{\text{стат}}^{\text{нар}} = D + 4e$$

$D_{\text{стат}}^{\text{зов}}$ – зовнішній діаметр статора.

$$D_{\text{стат}}^{\text{зов}} = D + 4e = 108 + 4 * 3,5 = 122 \text{ мм};$$

Діаметр диску переднього

$$D_{\text{диска}} = D_{\text{стат}}^{\text{зов}}$$

$D_{\text{диска}}$ – діаметр диску переднього.

$$D_{\text{диска}} = 122 \text{ мм};$$

Середній діаметр глухих вікон

$$D_{\text{окон}}^{\text{ср}} = d + 2e$$

$D_{\text{ср вікон}}$ – середній діаметр глухих вікон.

$$D_{\text{ср вікон}} = 94 + 2 * 3,5 = 101 \text{ мм};$$

Ширина паза, що створює вікна

$$b_3 = 2 * e$$

b_3 – ширина паза, що створює вікна.

$$b_3 = 2 * 3,5 = 7 \text{ мм};$$

Середній діаметр прохідних вікон

$$D_{\text{прох вікон}} = D_{\text{ср вікон}} + 2e$$

$D_{\text{прох вікон}}$ – середній діаметр прохідних вікон.

$$D_{\text{прох вікон}} = 101 + 2 * 3,5 = 108 \text{ мм};$$

Кут між пластинами

$$\beta = \frac{2 * \pi}{z}$$

β – кут між пластинами.

$$\beta = \frac{2 * 3,14}{12} = 30^\circ$$

Довжина дуги перемички між вікнами

$$l_{\text{дуг}} = \frac{\pi * D_{\text{ср вікон}}}{z}$$

$l_{\text{дуги}}$ – Довжина дуги перемички між вікнами

$$l_{\text{дуги}} = \frac{3,14 * 109}{12} = 26,44 \text{ мм}$$

Довжина дуги з урахуванням товщини пластини

$$l_{\text{дуги}}' = l_{\text{дуги}} \pm \frac{b_1}{2}$$

$l_{\text{дуги}}'$ – довжина дуги з урахуванням товщини пластини.

$$l_{\text{дуги}}' = 28,54 \pm \frac{3}{2} = 24,94 \div 27,94 \text{ мм}$$

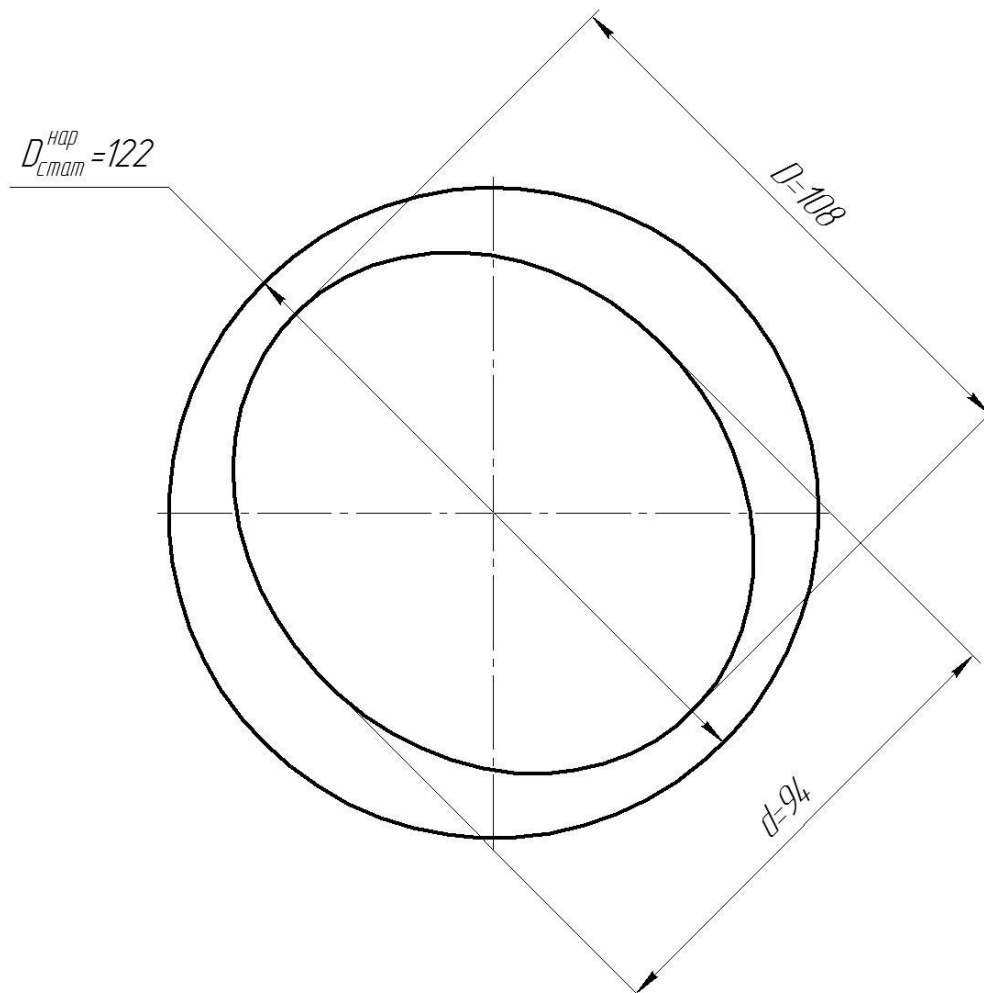


Рисунок 6 – Ескіз статора

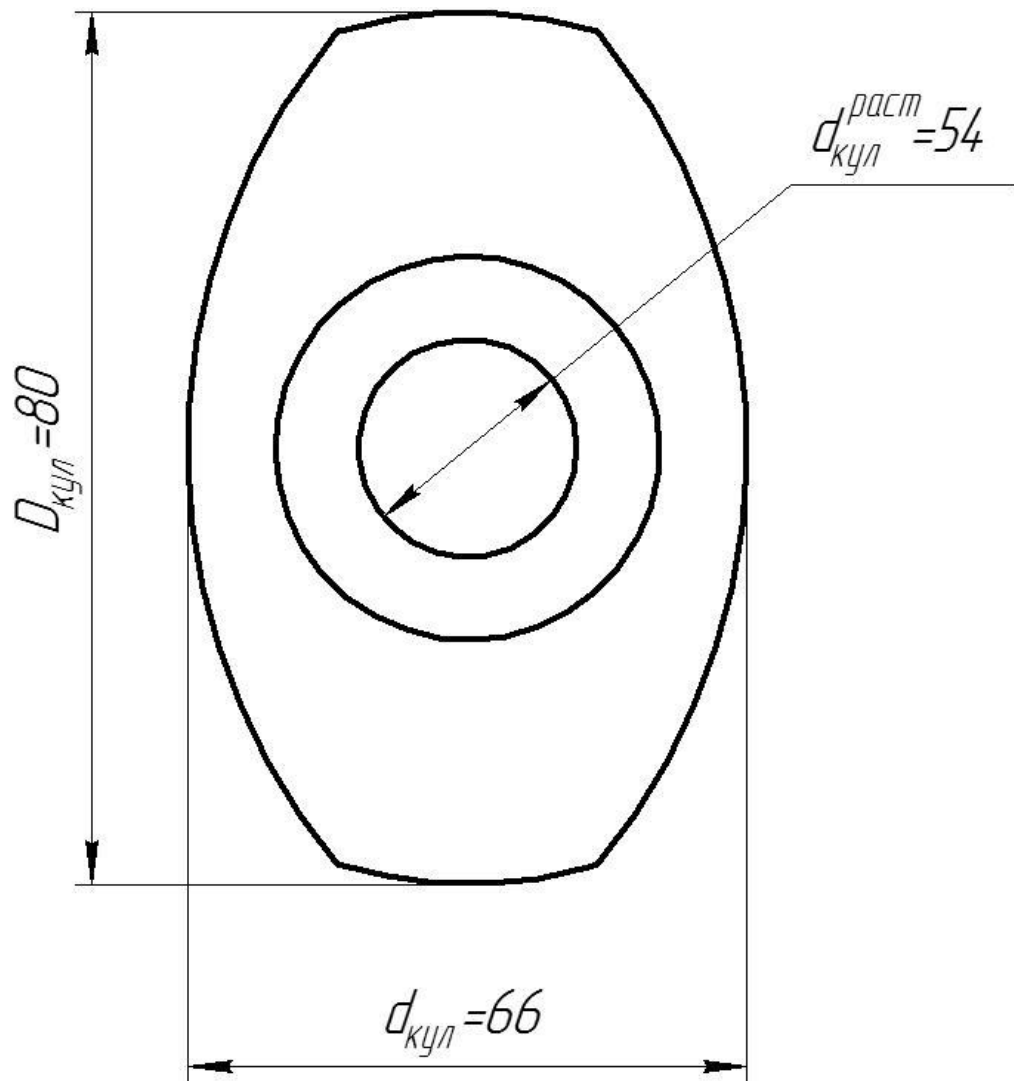


Рисунок 7 – Ескіз кулачка

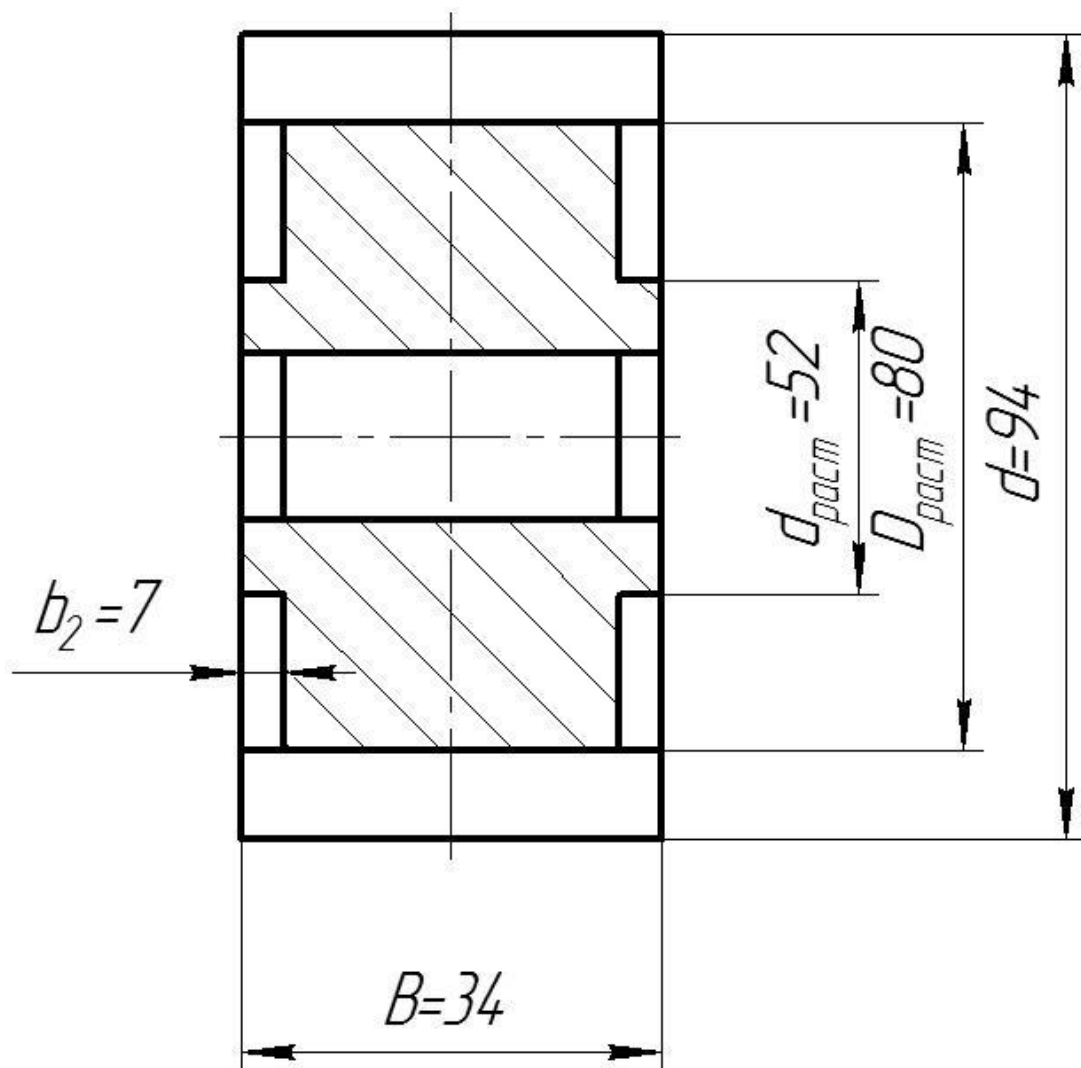


Рисунок 8 – Ескіз ротора

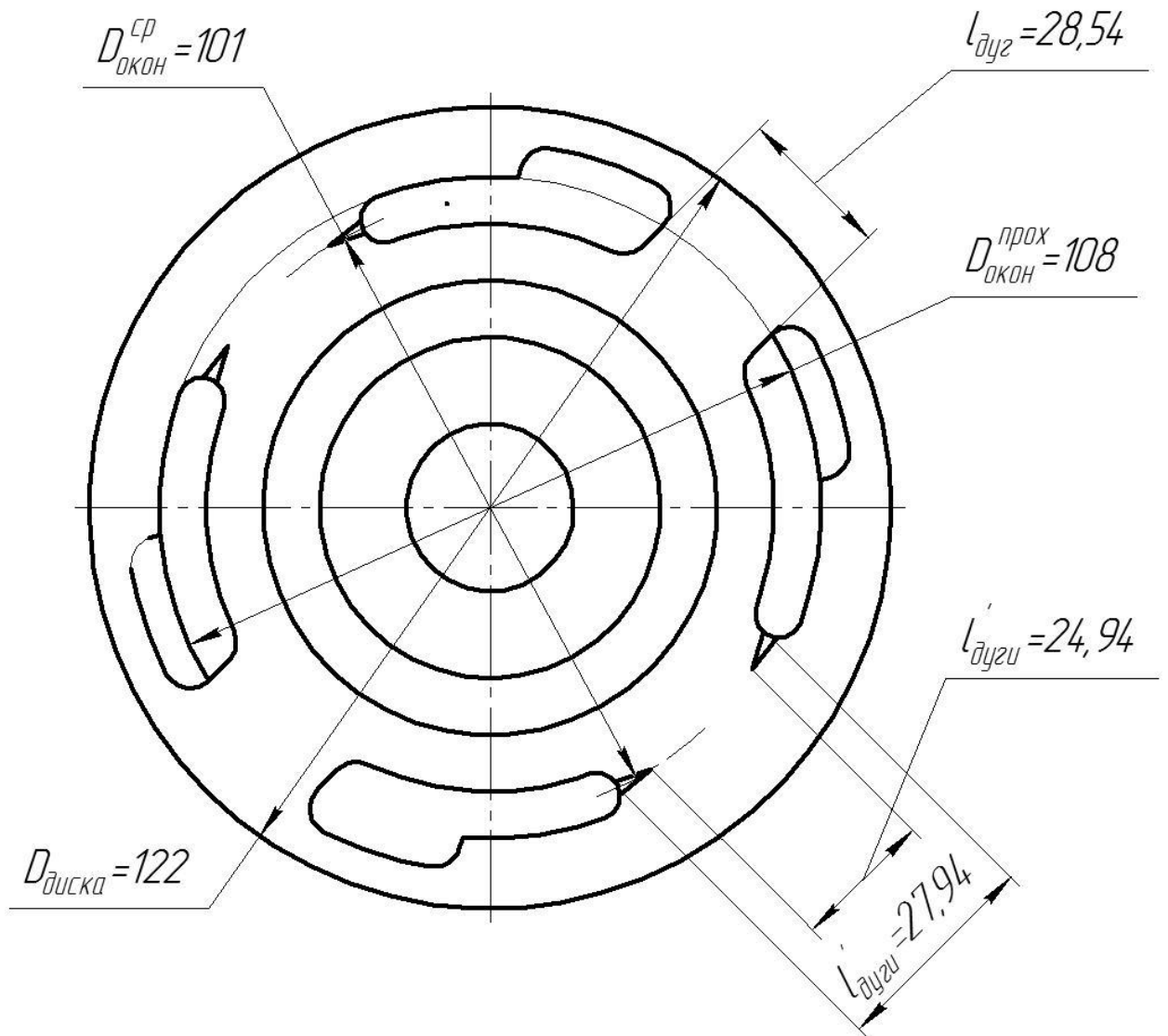


Рисунок 9 – Ескіз переднього диску

4. Силовий розрахунок

Сила інерції, що діє на пластину

$$F_{\text{ин}} = mj,$$

де $F_{\text{ин}}$ – Сила інерції, що діє на пластину ;

m - маса пластини;

$$m = V\rho_{\text{ст}} = b_1Bl_{\text{пл}} \cdot \rho_{\text{ст}},$$

де $l_{\text{пл}}$ - довжина пластини;

$$l_{\text{пл}} = (4 \div 4,5)e;$$

$$l_{\text{пл}} = (4 \div 4,5) * 3,5 = (14 \div 15,75) \text{ мм}$$

Приймаємо $l_{\text{пл}} = 14 \text{ мм}$

$$\rho_{\text{ст}} \text{- густина сталі, } \rho_{\text{ст}} = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

$$m = 3 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 14 \cdot 10^{-3} \cdot 7800 = 0,0111 \text{ кг}$$

j - прискорення, з яким рухається пластинка;

$$j = \rho_r \cdot \omega^2 \cdot \cos\varphi = \rho_r \cdot (2\pi n)^2 \cdot \cos\varphi,$$

де $\varphi = 0^\circ$ або 180° , оскільки розглядаємо верхню і нижню мертві точки (ВМТ і НМТ), тому $\cos\varphi = 1$

ρ_r - радіус

$$\rho_r = R_{\text{ст}} - 2 \cdot e$$

$$\rho_r = 54 - 2 \cdot 3,5 = 47 \text{ мм}$$

$$j = 47 \cdot 10^{-3} \cdot \left(2 * 3,14 * \frac{1032}{60}\right)^2 \cdot 1 = 474,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$F_{\text{ин}} = 0,0111 \cdot 474,5 = 5,3 \text{ Н}$$

Сила тиску у ВМТ

$$P_{\text{тиск}}^{\text{ВМТ}} = b_1 B p_H$$

$P_{\text{тиск}}^{\text{ВМТ}}$ – сила тиску у ВМТ.

$$P_{\text{тиск}}^{\text{ВМТ}} = 3 * 30 * 6,3 = 642,6 \text{ Н}$$

Сила тиску у НМТ

$$P_{\text{тиск}}^{\text{НМТ}} = \frac{1}{3} * b_1 B p_H$$

$P_{\text{тиск}}^{\text{НМТ}}$ – сила тиску у НМТ.

$$P_{\text{тиск}}^{\text{НМТ}} = \frac{1}{3} * 3 * 30 * 5,024 = 214,2 \text{ Н}$$

Сила тертя

$$F_{\text{тр}} = \mu \left(P_{\text{давл}}^{\text{ВМТ}} + F_{\text{ин}} \right),$$

де $F_{\text{тр}}$ – сила тертя;

$\mu = 0,02$ – коефіцієнт тертя.

$$F_{\text{тр}} = 0,02(642,6 + 5,3) = 12,96 \text{ Н}$$

Сила, що згинає пластину

$$R_{\text{зг}}^{\text{пласт}} = (p_H - p_{\text{вс}}) B \cdot 2e$$

$R_{\text{зг}}^{\text{пласт}}$ – сила, що згинає пластину.

$$R_{\text{зг}}^{\text{пласт}} = (5,024 - 0,5) * 30 * 2 * 3,5 = 1499,4 \text{ Н}$$

Сила, що діє на ротор

$$R_{\text{рот}} = (d - D_{\text{розг}}) * B * p_H$$

$R_{\text{рот}}$ – сила, що діє на ротор.

$$R_{\text{рот}} = (94 - 80) * 30 * 5,024 = 2999 \text{ Н}$$

Сила, що віджимає передній диск

$$R_{\text{отжим}} = \frac{1}{2} \left(D_{\text{зов}}^2 - (d_{\text{вал1}} + 2c)^2 \right) p_{\text{ср}} + f_{\text{окн}} \cdot p_{\text{ср}},$$

де $R_{\text{віджим}}$ – Сила, що віджимає передній диск;

$p_{\text{ср}}$ – середній тиск;

$$p_{\text{ср}} = \frac{p_H - p_{\text{вс}}}{2} = \frac{5,024 + 0,276}{2} = 3,15 \text{ МПа};$$

c – зазор;

$$c = 1 \text{ мм};$$

$f_{\text{вікн}}$ – площа вікна,

$$f_{\text{вікн}} = \frac{5}{8} L_{\Sigma\text{окн}} \cdot b_3,$$

де $L_{\Sigma\text{окн}}$ – довжина вікон

$$L_{\Sigma\text{окн}} = \pi D_{\text{ср}} - 2l_{\text{дуги}} - 2l'_{\text{дуги}}$$

$$L_{\Sigma\text{окн}} = 3,14 * 101 - 2 * 26,44 - 2 * (24,94 \div 27,94) = 208,38 \div 214,38 \text{ мм}$$

Прийmemo $L_{\Sigma\text{окн}} = 210 \text{ мм}$

$$f_{\text{вікн}} = \frac{5}{8} * 210 * 7 = 918,75 \text{ мм}^2$$

$$R_{\text{отжим}} = \frac{1}{2} (122^2 - (16 + 2)^2) 3,15 + 918,75 \cdot 3,15 = 25826 \text{ Н}$$

Сила, що прижимає передній диск

$$R_{\text{приж}} = 3R_{\text{пруж}} + p_n k \pi \left(\frac{D^2 - d^2}{4 * z / 12} \right) - p_{\text{ср}} \pi \left(\frac{D_{\text{зов}}^2 - D_{\text{розт}}^2}{4} \right)$$

де $R_{\text{пруж}}$ – сила пружини;

$R_{\text{приж}}$ – сила, що прижимає передній диск;

k – коефіцієнт кратності;

$$k = 2$$

З цього рівняння виразимо $R_{\text{пруж}}$:

$$R_{\text{пруж}} = \frac{R_{\text{приж}} - p_n k \pi \left(\frac{D^2 - d^2}{4 * z / 2} \right) + p_{\text{ср}} \pi \left(\frac{D_{\text{зов}}^2 - D_{\text{розт}}^2}{4} \right)}{3}$$

$$R_{\text{пруж}} = \frac{29700 - 5,024 * 2 * 3,14 \left(\frac{(108)^2 - (94)^2}{4 * 12 / 2} \right)}{3} + \frac{3,15 * 3,14 \left(\frac{(122)^2 - (80)^2}{4} \right)}{3} = 15\,339 \text{ Н}$$

За ГОСТ 18793-80 обираємо пружину №63.

Коефіцієнт віджиму

$$k = \frac{R_{\text{приж}}}{R_{\text{віджим}}} = 1,1 \div 1,2$$

де k – коефіцієнт віджиму.

Прийmemo $k = 1,15$

Тоді

$$R_{\text{приж}} = k * R_{\text{віджим}}$$

$$R_{\text{приж}} = 1,15 * 25826 = 29700 \text{ Н}$$

5. Розрахунок на міцність пластини

Пластина виготовлена зі сталі 65Г, для якої допустиме нормальне напруження згину $[\sigma_{зг}] = 1700 \div 3300 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2} = (1700 \div 3300) * 10^5 \text{ Па}$

Розраховуємо нормальне напруження пластини при згині, порівнюючи його із допустимим. Скористаємось формулою:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{зг}}{W},$$

де $M_{зг}$ - сумарний момент згину від моменту сили тиску $M_{д}$ и моменту сили тертя $M_{тр}$

$$M_{зг} = \sqrt{M_{д}^2 + M_{тр}^2}$$

W - осьовий момент опору:

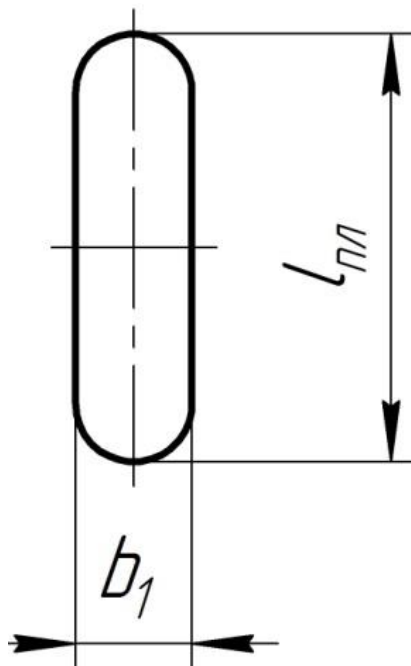


Рисунок 9 – Ескіз пластини

$$W = \frac{b_1 * (l_{пл}/2)^2}{6}$$

$$W = \frac{3 * (14/2)^2}{6} = 24,5 \text{ мм}^3 = 24,5 * 10^{-9} \text{ м}^3$$

На пластину діють сили тиску і тертя, як показано на рисунку:

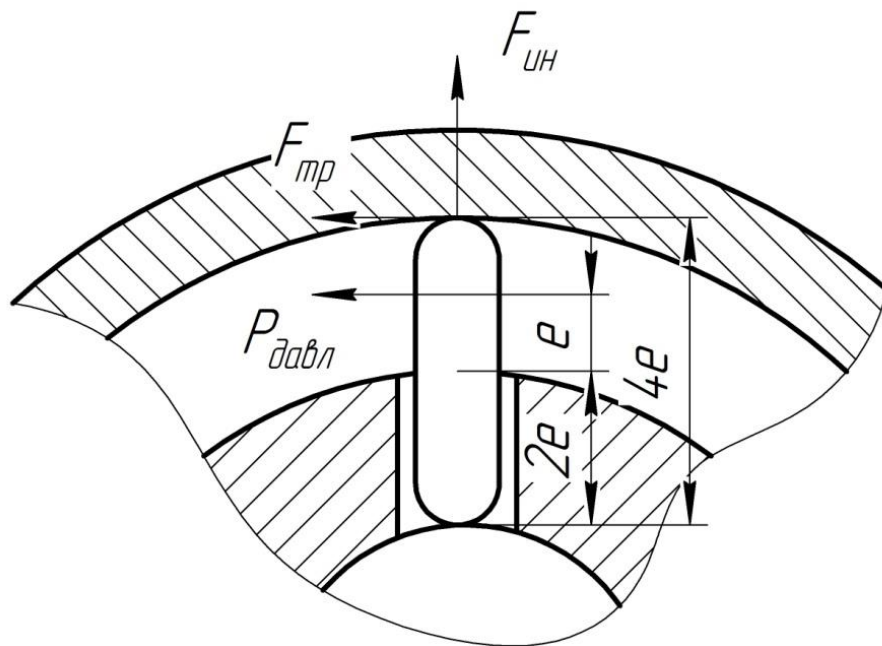


Рисунок 10 – Сили, що діють на пластину

Зайдемо окремо момент тертя і момент тиску

$$M_{тр} = F_{тр} * 2e$$

$$M_{тр} = 11,82 * 2 * 3,5 * 10^{-3} = 0,08274 \text{ Н} * \text{м}$$

$$M_{д} = P_{тиск} * e_{ВМТ}$$

$$M_d = 585,9 * 3,5 * 10^{-3} = 2,05 \text{ Н * м}$$

Знаходимо сумарний згинаючий момент

$$M_{\text{пласт}}^{\text{зг}} = \sqrt{0,08274^2 + 2,05^2} = 2,052 \text{ Н * м}$$

Знаходимо нормальне напруження згину

$$\sigma_{\text{зг}} = \frac{2,052}{24,5 * 10^{-9}} = 892 * 10^5 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} = 836 * 10^5 \text{ Па}$$

Отримане значення напруження є меншим за значення допустимих значень з діапазону.

6. Розрахунок течі рідини в каналах

Можливість реверсної роботи гідромотора потребує наявності запірно-регулюючого пристрою, який забезпечує постійне з'єднання напірної магістралі з дренажною канавкою, крізь котру рідина під тиском поступає в канали під пластинами, чим забезпечує притискання пластин до статора та герметичність робочих камер.

Втрати рідини крізь зазори в гідромоторі становлять

$$\Delta Q_2 = (1 - \eta_0) \cdot Q.$$

Де η_0 – об'ємний К.К.Д. гідромотора

Q – витрати рідини

$$\Delta Q_2 = (1 - 0,927) \cdot 129 \cdot 10^{-3} / 60 = 1,57 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/\text{с}$$

Гідравлічний діаметр дренажного каналу, який виконаний в формі кільця $\emptyset 68 \div 51$ мм, глибиною $v_k = 1$ мм.

$$d_k = \frac{4S \cdot z}{\Pi}$$

Де S – площа живого перерізу каналу

Π – периметр

$$d_k = \frac{(68 \cdot 10^{-3} - 51 \cdot 10^{-3}) \cdot 1 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{(68 \cdot 10^{-3} - 51 \cdot 10^{-3} + 1 \cdot 10^{-3}) \cdot 2} = 5,64 \cdot 10^{-3} \text{ м.}$$

Коефіцієнт гідравлічних витрат

$$\lambda \frac{l_k}{d_k} = \lambda \frac{\pi D_k}{d_k};$$

Де λ – коефіцієнт гідравлічних витрат на довжині

D_k – зовнішній діаметр канавки

$$\lambda \frac{l_k}{d_k} = 0,02 \frac{3,14 \cdot 68 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{5,64 \cdot 10^{-3}} = 9$$

Коефіцієнт місцевого опору повороту $\gamma = 0,3$; звуження $\gamma_3 = 0,5$ розширення $\gamma_p = 1$

Загальний коефіцієнт опору канавки

$$\gamma = \lambda \frac{l_k}{d_k} + 4 \cdot \gamma_{\Pi} + \gamma_3 + \gamma_p$$

$$\gamma = 9 + 4 \cdot 0,3 + 0,5 + 1 = 11,74$$

Швидкість рідини в канавці

$$V_k = \frac{\Delta Q_2 \cdot 4}{\pi d_k}$$

$$V_k = \frac{1,57 \cdot 10^{-4} \cdot 4}{3,14 \cdot (5,64 \cdot 10^{-3})^2} = 6,28 \text{ м/с.}$$

Де z – кількість дренажних каналів

Витрати тиску в каналі

$$h_{\text{втр}} = \gamma \frac{V_k^2}{2 \cdot 9,81}$$

$$h_{\text{втр}} = 11,74 \frac{6,28^2}{2 \cdot 9,81} = 23,6 \text{ м}$$

Тиск в дренажному клапані

$$P_{\text{др}} = P - h_{\text{втр}} \cdot \delta \cdot 9$$

$$p = \frac{2\pi \cdot M}{q}$$

Де m – обертальний момент гідромотора

q – робочий об'єм гідромотора

$$p = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 100}{125 \cdot 10^{-6}} = 5024000 \text{ Па}$$

$$P_{\text{др}} = 5024000 - 23,6 \cdot 1000 \cdot 9,81 = 4792484 \text{ Па}$$

Площа динвого січення дренажної канавки з урахуванням зазора між пластиною та статором

$$f_{\text{ур}} = \frac{\Delta Q_2}{\mu \sqrt{\frac{2\Delta P_{\text{др}}}{\rho}}}$$

Де μ – коефіцієнт витрат

$$f_{\text{др}} = \frac{1,57 \cdot 10^{-4}}{0,72 \sqrt{\frac{2 \cdot 4792484}{1000}}} = 2,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$$

Величина зазора між пластиною та статором

$$\delta_3 = \frac{f_{\text{др}}}{l}$$

Де l – товщина пластини

$$\delta_3 = \frac{2,2 \cdot 10^{-6}}{3 \cdot 10^{-3}} = 7,4 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Гідравлічний діаметр зазору між пластиною та статором

$$d_{\text{г.з.}} = \frac{4 \cdot B \cdot \delta_3}{2(R + \delta_3)};$$

Де B – гирина пластини

$$d_{\text{г.з.}} = \frac{4 \cdot 30 \cdot 10^{-3} \cdot 7,4 \cdot 10^{-4}}{2(30 \cdot 10^{-3} + 7,4 \cdot 10^{-4})} = 1,44 \cdot 10^{-3} \text{ м}$$

Витрати рідини крізь зазор між пластиною та статором

$$\Delta Q_1 = \frac{\delta_3 \cdot l \cdot V_n \cdot Z}{2}$$

Де V_n – швидкість руху кінця пластини

$$V_n = \frac{D_{\text{ст}} \cdot 2\pi \cdot n}{2}$$

де: n – число обертів ротора

$D_{\text{ст}}$ – діаметр статора.

$$n = \frac{Q}{q}$$

$$n = \frac{124 \cdot 10^{-3}}{60 \cdot 125 \cdot 10^{-6}} = 17,2 \text{ об/с}$$

$$V_n = \frac{102 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 17,2}{2} = 5,5 \text{ м/с}$$

$$\Delta Q_1 = \frac{\delta_3 \cdot l \cdot V_n \cdot Z}{2}$$

$$\Delta Q_1 = \frac{5,5 \cdot 7,4 \cdot 10^{-4} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 12}{2} = 7,3 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$$

Об'ємний К.К.Д. втрат крізь зазор

$$\eta_{\text{о.з.}} = \frac{Q - \Delta Q_1}{Q}$$
$$\eta_{\text{о.з.}} = \frac{2,15 \cdot 10^{-3} - 7,3 \cdot 10^{-5}}{2,15 \cdot 10^{-3}} = 0,966$$

Таким чином об'ємні втрати крізь зазор між пластинами та статором зумовлені дією запірно-регулюючого пристрою менше об'ємних втрат гідромотора.

7. Опис зворотного клапану насоса Г16

Конструкцію клапана зворотного – як кульового, так і будь-якого іншого типу – складають корпус, який може бути виготовлений із сталі або чавуну, та запірний елемент. Як останній у кульовому клапані використовується металева куля, у затворах інших типів це може бути пружинна металева пластина – стулка або циліндричний золотник.

Клапани призначені для регулювання потоків рідких та газоподібних середовищ, що переносяться трубопроводами.

Регулюючі та запірні клапани постійно змінюють швидкість потоку контрольованого потоку від мінімального значення коли клапан повністю закритий до максимального значення, коли клапан повністю відкритий.

Ізолювальні або запірні клапани контролюють потік, що регулюється, не безперервно, а окремо (клапан повністю відкритий або закритий). Поворотні та зворотні клапани мають невелике походження у контрольованому середовищі, коли клапан закритий.

Клапан ділиться на регулюючий, запірний та запірний, а регулюючий клапан існує тільки в нашій країні, також існують окремі норми витоку для регулюючої та запірної арматури. Решта світу виробляє лише регулюючі клапани, країна-виробник розділена на 6 сортів, що стоїть номер класу, тим менше витоків. Останні три класи відносяться до клапанів, званих контрольними та зупинними клапанами.

Під номінальним діаметром клапанного проходу (DN) слід розуміти номінальний внутрішній діаметр вхідного та вихідного патрубків клапана (у деяких випадках діаметр вихідного патрубка може перевищувати діаметр вхідного). Кожне значення номінального діаметра клапанного проходу зазвичай відповідає максимально можливим значенням витрати контрольованого матеріалу в залежності від параметрів (перепад тиску, щільність тощо). Для зручності порівняння клапанів та вибору необхідного

розміру клапана за результатами гідравлічного розрахунку введено поняття умовної пропускної спроможності.

Номінальна витрата (K_{vy}) клапана – це кількість води, яку клапан може пропустити при температурі 20°C з перепадом тиску $0,1\text{ МПа}$ (1 кгс/см^2), коли клапан повністю відкритий.

Регулюючий клапан складається з трьох основних блоків: корпусу, дросельної заслінки та приводу клапана. Типова конструкція втулки

У початковому стані, коли кульовий зворотний клапан не пропускає через себе середовище, що транспортується трубопроводом, його прохідний отвір закрито кулею, на який впливає пружинний механізм. Під впливом тиску, створюваного робочим середовищем, пружина починає стискатися, і отвір у затворі відкривається, даючи можливість газу чи рідини рухатися трубопроводом у необхідному напрямку. При падінні тиску робочого середовища, що може статися через зупинку насосного обладнання, витоку або з інших причин, пружинний механізм знову притискає кулю до виходу прохідного отвору, замикаючи клапан і не даючи газу або рідини рухатися у зворотному напрямку.

Левоб. примеч.				
Стороб. №				
Подп. и дата				
Инд. № видял.				
Взам. инв. №				
Подп. и дата				
Инд. № годял.				

Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Шариковий клапан насоса Г16 Схематичне зображення			Лит.	Маса	Масштаб
Разроб.								1:1		
Проб.								Лист	Листов	1
Т.контр.										
Н.контр.										
Утв.										

Копіював Формат А4

Рис 10 –шариковий клапан

8. Розрахунок зворотного клапана шарикового типу за допомогою ANSYS CFX

Імпортуємо геометрію в ANSYS CFX

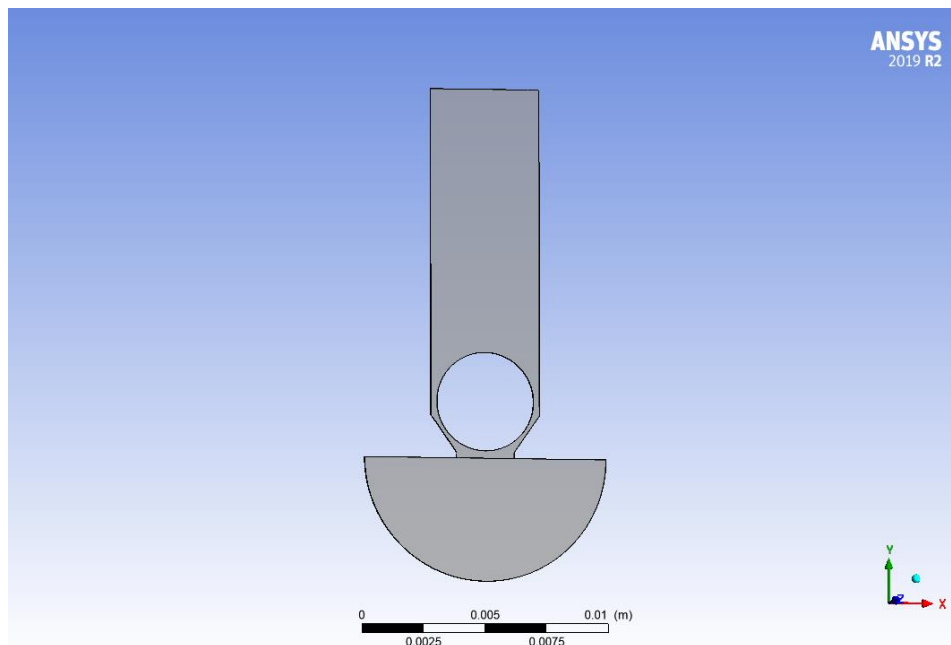


Рис. 11. Імпортована геометрія

Визначення нестационарного моделювання.

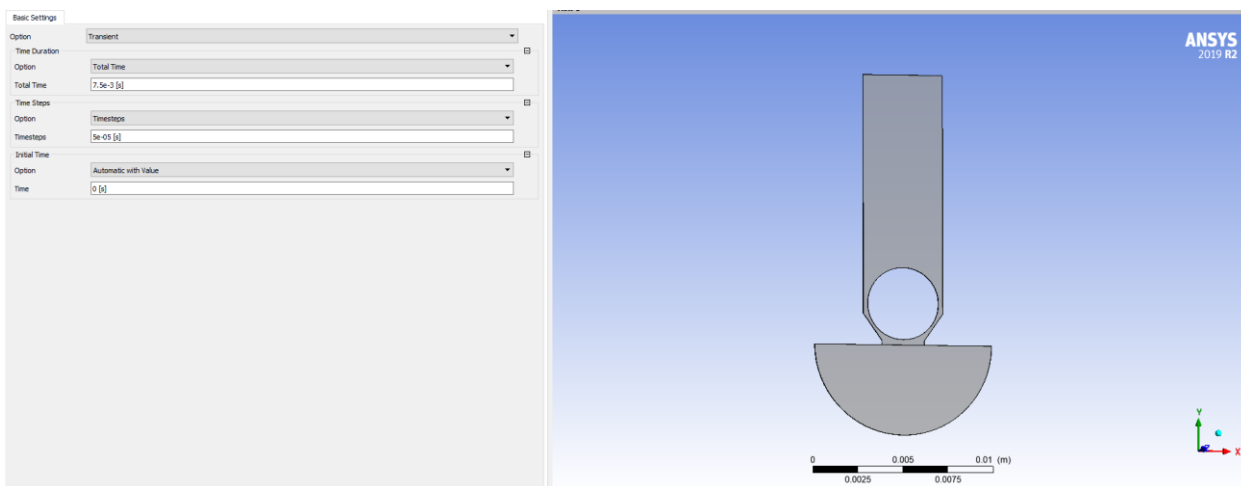


Рис. 12. Нестационарне моделювання

Редагування розрахункової області.

В даному розділі створимо рідку область, визначимо властивості рідини і включимо деформацію (рух) сітки.

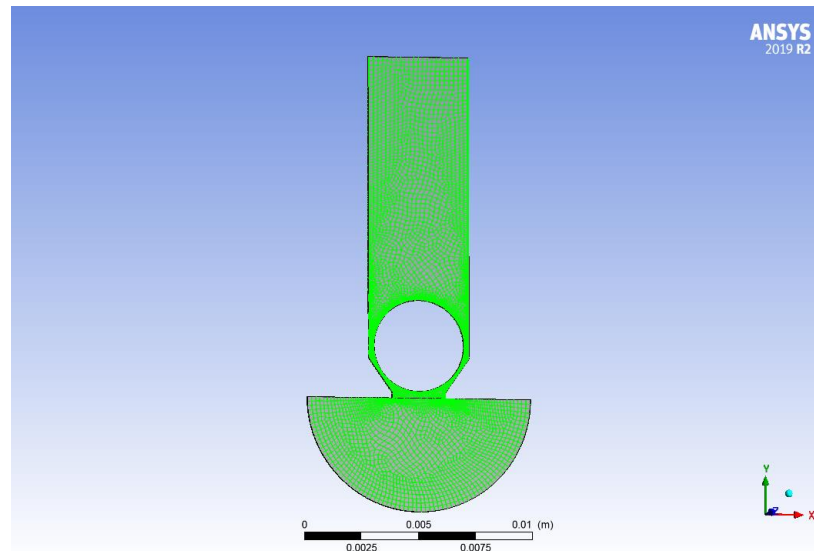


Рис. 13. Розрахункова область

Створення координатної системи.

В даному розділі буде створена вторинна система координат для визначення центру мас кульки. Вторинна система координат буде використовуватися для визначення кінцевих параметрів жорсткого тіла в наступному розділі.

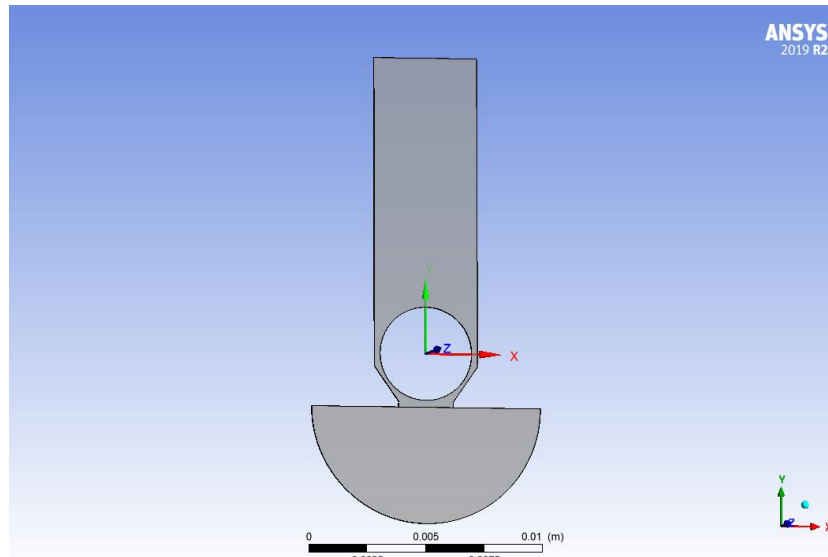


Рис. 14. Координатна система

Створення жорсткого тіла

Жорстке тіло це не деформуються об'єкт, описуваний фізичними параметрами: маса, центр мас, момент інерції, початкові швидкості і прискорення і орієнтація. Вирішувач жорсткого тіла використовує взаємодію сил між рідиною і твердим тілом і обчислює рух жорсткого тіла на підставі певних фізичних параметрів. Жорстке тіло може мати до шести ступенів свободи (три поступальних і три обертальних). Також можна вказати зовнішні сили і моменти, що діють на тверде тіло.

В цьому розділі визначимо тверде тіло з одним ступенем свободи, що переміщається в напрямку Y. Визначення жорсткого тіла буде застосовано до стінки кулі, щоб визначити його рух. Крім того, задамо зовнішню силу пружини, вказавши постійну пружини і вихідне положення пружини; в цьому моделюванні початок координат - центр мас кулі. Сила, викликана тиском в порожнині, викличе переміщення вгору, і певна зовнішня сила пружини буде чинити опір цьому переміщенню.

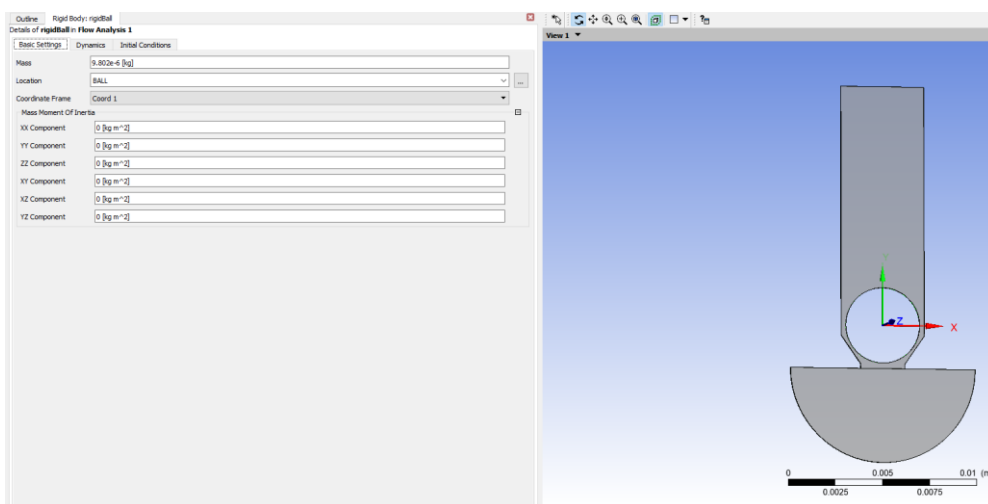


Рис. 15. Створення жорсткого тіла

Створення підобласті.

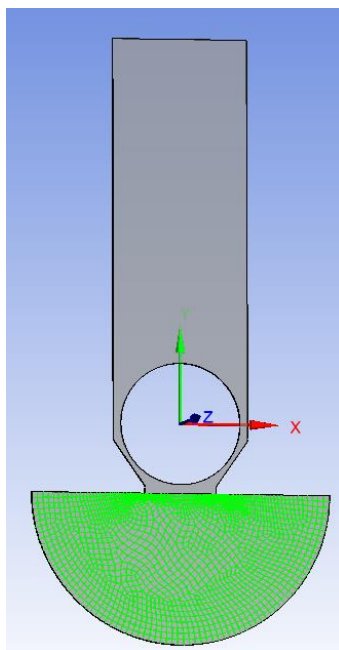


Рис. 16. Створення підобласті

Створення граничних умов.

У наступних підрозділах створимо необхідні граничні умови, вказавши для кожного відповідний параметр руху сітки.

У цьому керівництві визначення руху сітки застосовуються до двовимірним і тривимірним областям домену. Наприклад, межа Ball визначає рух сітки у вигляді рішення жорсткого тіла. Однак в цьому посібнику також використовуються визначення руху сітки, щоб гарантувати, що сітка не складається як було встановлено для подобласти Tank раніше в керівництві, і кордони TankOpen нижче. Два регіону VALVE HIGHX і VALVE LOWX залишаються в граничних умовах за замовчуванням: гладкі, без прослизання стінок і без деформації (руху) сітки (стаціонарні).

Граничні умови для кулі.



Рис. 17. Граничні умови для кулі

Гранична умова симетричності.

Так як моделюється двомірне подання потоку (з використанням тривимірної сітки товщиною в 1 елемент в напрямку Z), створимо граничні умови симетричності в областях сітки з мінімальним і максимальним значенням Z .

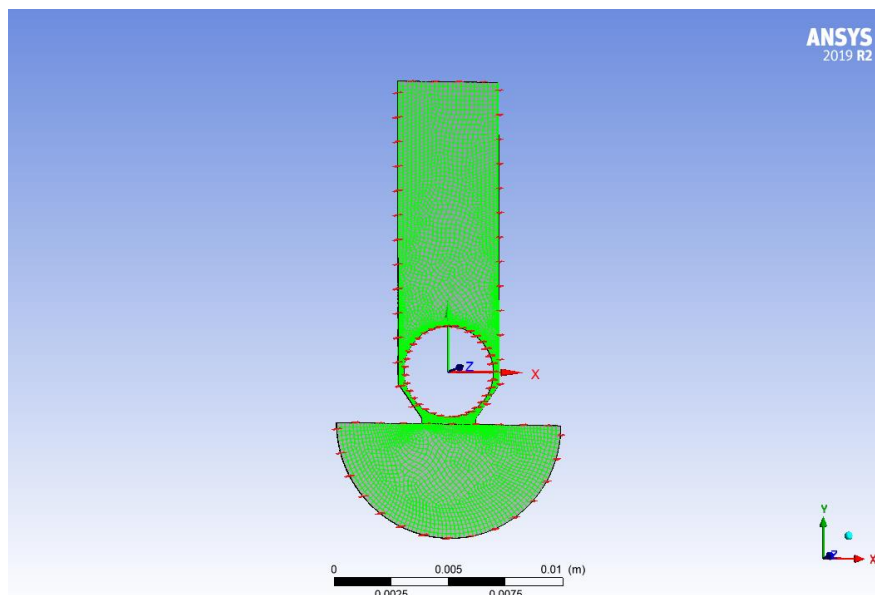


Рис. 18. Гранична умова симетричності

Вертикальна межа стінки клапана.

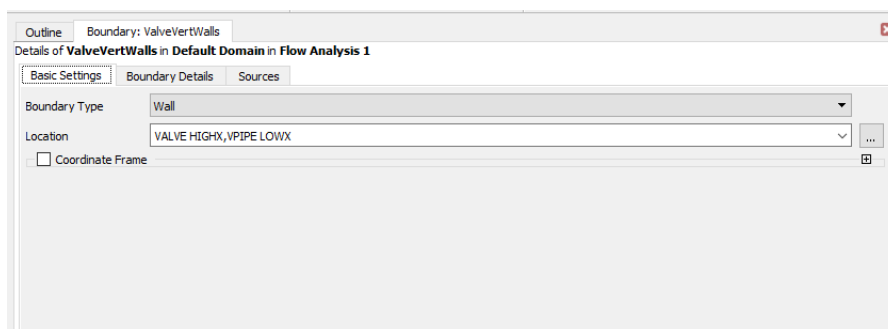


Рис. 19. Вертикальная межа стінки клапана

Гранична умова Opening (Відкритий вихід) для ємності.

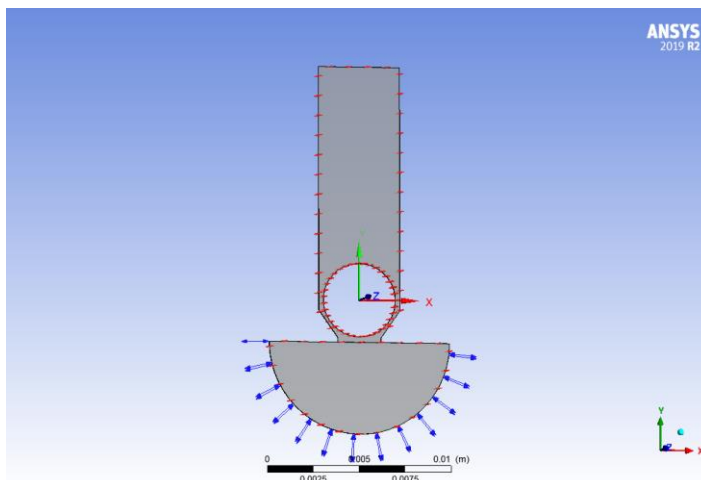


Рис. 20. Гранична умова Opening (Відкритий вихід) для ємності

Гранична умова (Відкритий вихід) для клапана

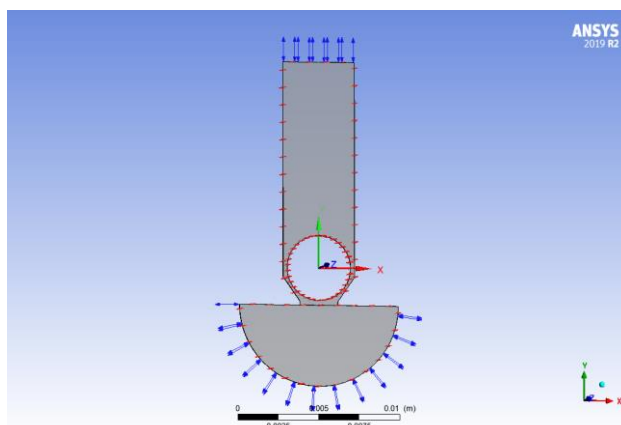


Рис. 21. Гранична умова (Відкритий вихід) для клапана

Тип граничної умови Відкритий вихід використовується для того, щоб потік мав напрямок як назовні з розрахункової області так і всередину розрахункової області. Така властивість спостерігається через коливального руху кулі і через потенційно великий області рециркуляції потоку, яка може утворюватися нижче по потоку від кулі.

Встановлення початкових значень.

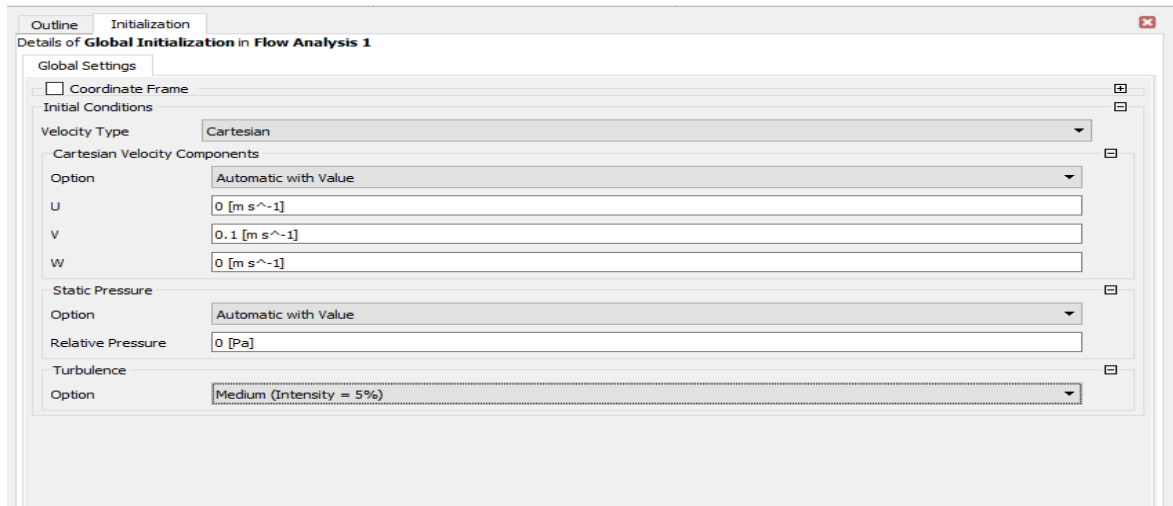


Рис. 22. Встановлення початкових значень

Це початкова швидкість для запуску односпрямованого потоку рідини в позитивному напрямку Y і запобігання початкового зворотного потоку в клапані, для поліпшення збіжності розрахунку.

Налаштування властивостей для контролю розрахунку.

В даному розділі відредагуємо настройки управління вирішувачів для того щоб прискорити час розрахунку і включити частоту запуску решателя для жорсткого тіла.

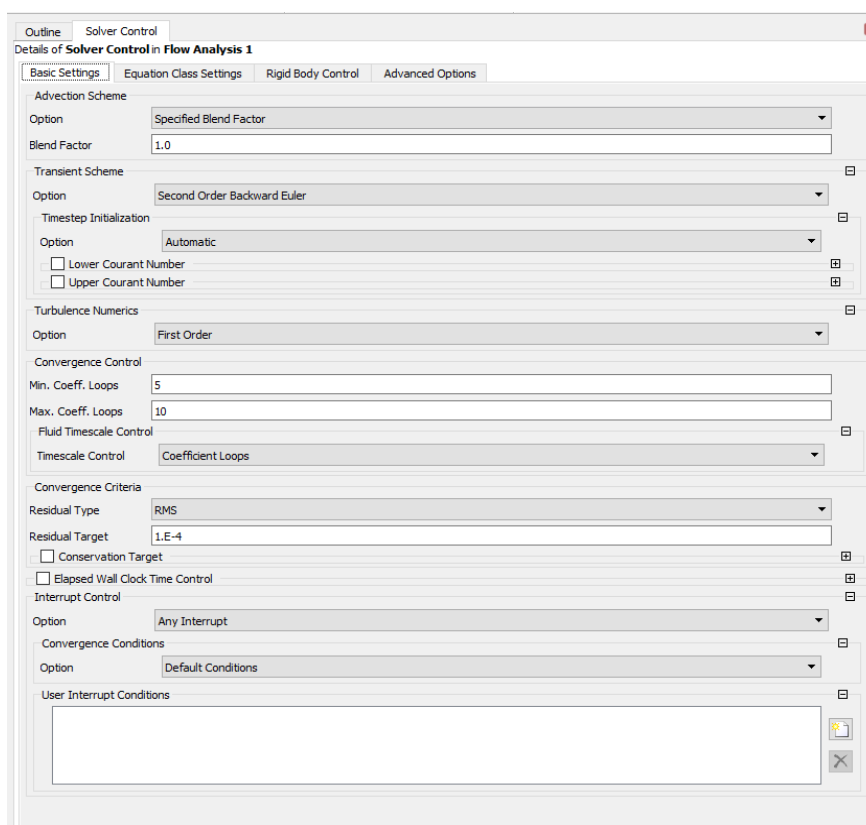


Рис. 23. Налаштування властивостей для контролю розрахунку

Налаштування властивостей для контролю виведення результатів.

На даному етапі налаштовуються файли тимчасових результатів, які будуть записуватися через задані інтервали.

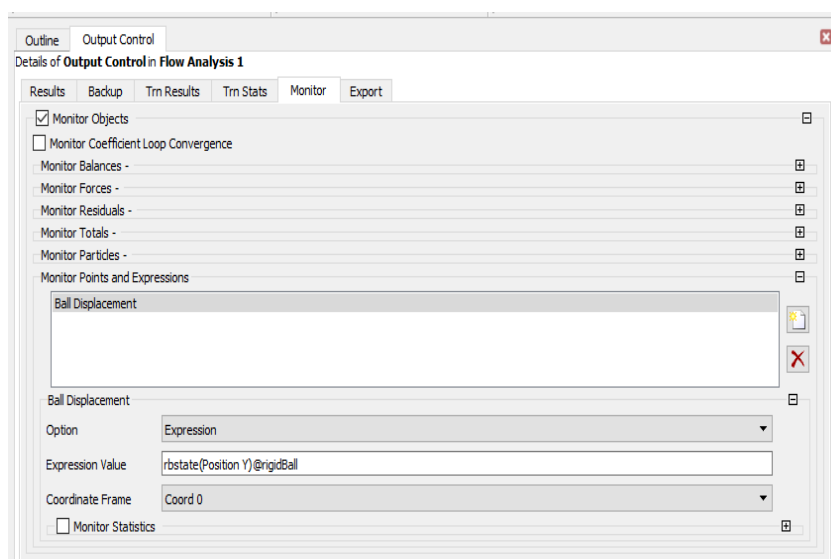


Рис.24. Налаштування властивостей для контролю виведення результатів

Запис вхідного файлу для решателя CFX-Solver Input (.def)

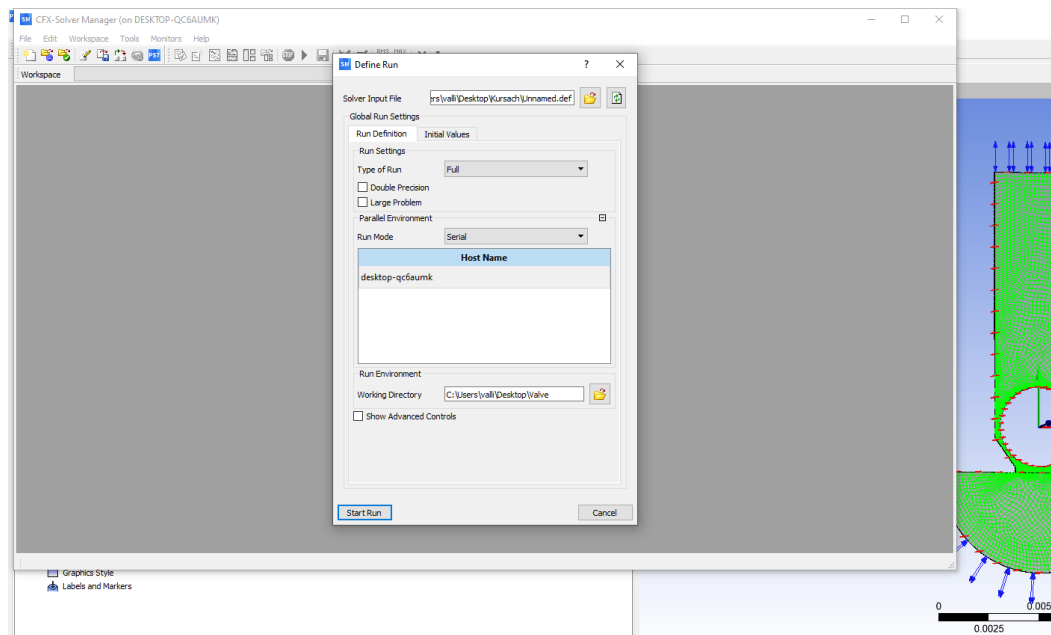


Рис. 25. Запис вхідного файлу для решателя CFX-Solver Input (.def)

Отримання рішення.

На даному графіку показано як шарик з часом заспокоюється та виходить на свій нормальний режим. Загалом на графіку 150 точок розрахунку.

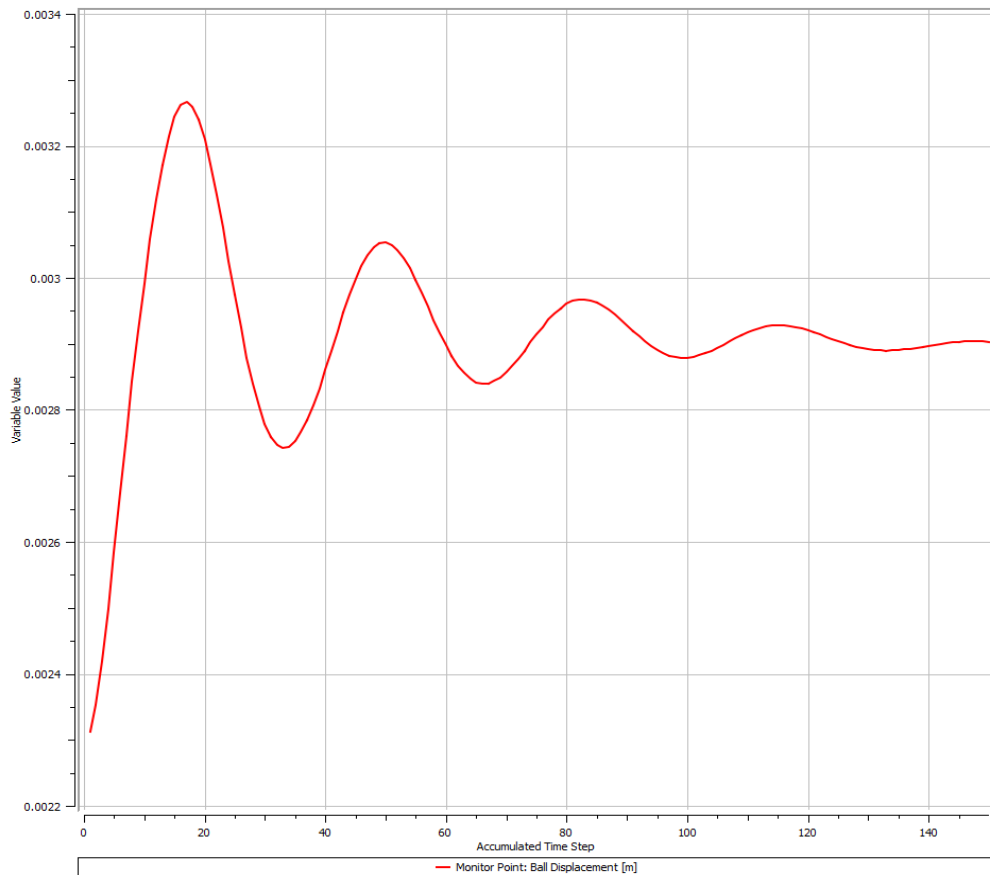


Рис.26. Графік розрахунку шарика в клапані

Далі буде показано шарик, що знаходиться в конкретних точках графіку. Можна наглядно подивитися рух рідини та положення самого шарика в конкретній точці.

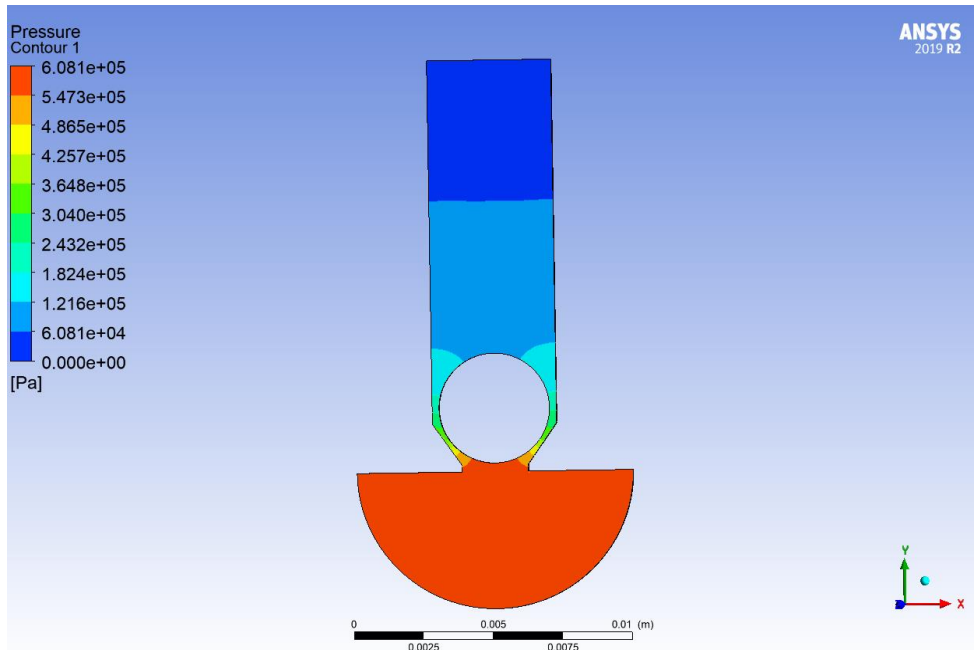


Рис.27. Шарик знаходиться в початковій точці графіка

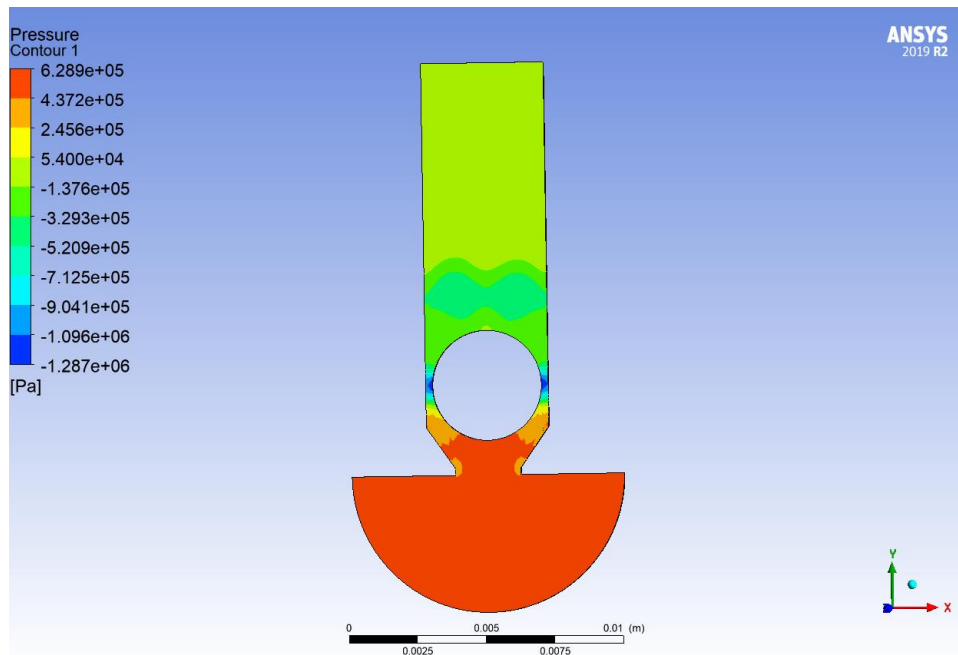


Рис.28. Верхня точка графіку

9. Заходи з техніки безпеки, охорони праці, протипожежної техніки безпеки

1.1. Про порядок дій при виникненні пожежі

1. При виникненні пожежі діяльність працівників, залучених до гасіння пожежі, повинна бути спрямована на забезпечення безпеки людей, їх евакуацію та рятування.

2. Кожен працівник, який виявив пожежу або її ознаки (вибух, запах горілого чи тліючого вогню різних матеріалів, підвищення температури в приміщенні тощо), зобов'язаний:

Негайно повідомити в пожежну службу за номером 101 (у цьому випадку необхідно вказати адресу об'єкта, місце пожежі, а також місце і назву);

Увімкнути систему пожежної сигналізації для людей;

Почніть самостійно та залучіть інших до евакуації людей із будівлі в безпечне місце згідно з планом евакуації;

Повідомити про пожежу начальника оперативного відділу або його заступника.

3. Начальник об'єкта, його заступник, які прибули на місце пожежі, зобов'язані:

Перевірити або повідомити пожежну частину про пожежу;

Давати вказівки, евакуювати людей та гасити пожежу до настання часу пожежі; у разі загрози життю людей негайно організувати їх порятунок, використовуючи всі наявні ресурси та засоби;

Для збору пожежних підрозділів призначають особу, яка знає точне розташування під'їзних шляхів і вододжерел;

Вивести з небезпечної зони всіх працівників та інших осіб, які не задіяні в евакуації та гасінні пожежі;

У разі необхідності викликати на місце пожежі медичні та інші служби;

Припинити всі роботи, не пов'язані з гасінням пожежі;

організувати відключення мереж електро- та газопостачання, відключення систем вентиляції та кондиціонування повітря та здійснення інших заходів щодо запобігання поширенню вогню;

Забезпечити безпеку тих, хто залучений до евакуації та гасіння пожеж від можливого обвалення конструкцій, впливу токсичних продуктів горіння та високих температур, ураження електричним струмом та ін.

Організувати евакуацію об'єктів із небезпечної зони, визначати їх місцезнаходження та при необхідності забезпечувати їх охорону;

Повідомити вогнеборців про присутність людей у будівлі.

4. При евакуації та гасінні пожежі необхідно:

Враховуючи поточну ситуацію, якомога швидше визначити найбезпечніші шляхи евакуації та виходи в безпечну зону;

Евакуацію людей слід починати з приміщень, де виникла пожежа, та прилеглих приміщень, що загрожують поширенню вогню та продуктів горіння.

Уважно огляньте всі приміщення, щоб визначити, чи залишаються люди в небезпечній зоні;

На входах до будівлі встановили охорону, але працівники не повернулися до будівлі, де сталася пожежа;

При гасінні в першу чергу необхідно постаратися створити сприятливі умови для безпечної евакуації людей;

Не відкривайте вікна, двері та не розбивайте скло, щоб зменшити ймовірність поширення вогню та диму на сусідні приміщення;

При виході з приміщення або будівлі, пошкодженого вогнем, необхідно закрити всі двері та вікна.

1.2. Про заходи пожежної безпеки

Будь-який працівник, який виявив пожежу або її ознаки (вибух, запах горілого чи тліючого вогню різних матеріалів, підвищення температури в приміщенні тощо), зобов'язаний:

- негайно повідомити пожежну охорону по телефону (у цьому випадку необхідно вказати адресу об'єкта, місце пожежі, а також місце та назву);
- Включати пожежну сигналізацію, ініціювати та залучати інших людей до евакуації людей з будівлі в безпечне місце відповідно до плану евакуації;
- Повідомити про пожежу керівника об'єкта, об'єкта, організації або його заступника;
- Організувати збори пожежної охорони, вжити заходів до гасіння пожежі за наявності на місці вогнегасників.

Керівник об'єкта, установи, організації або його заступник, який прибув на місце пожежі, зобов'язаний:

- перевірити, чи надійшло до пожежної охорони повідомлення про пожежу;
- Стежити за евакуацією людей та ліквідувати пожежу до прибуття пожежної частини.

У разі небезпеки для життя людини:

- негайно організувати їх порятунок усіма наявними силами та засобами;

- призначити пожежного, який знає точне розташування під'їзних шляхів та джерел води;
- перевірити роботу автоматичної (стаціонарної) системи пожежогасіння;
- Усі працівники та інші особи, не залучені до евакуації людей та гасіння пожежі за допомогою ГЕ. залучений

10.Економічний розділ

Виробничий процес, його різновиди і структура

Виробничий процес — це сукупність взаємозалежних первинних, допоміжних і обслуговуючих робочих процесів і засобів створення споживчої вартості, корисних робочих предметів, необхідних для промислового чи особистого споживання. У процесі виробництва за допомогою знарядь праці робітники впливають на предмети праці і створюють нову готову продукцію — автомобілі, автомобілі, предмети споживання тощо. Предмети та інструменти — матеріальні елементи виробництва — взаємопов'язані на підприємстві. Певними об'єктами можна маніпулювати лише за допомогою певних інструментів. Самі по собі вони мають систематичні властивості. Але жива праця повинна почати охоплювати ці предмети і перетворювати їх на продукти. Виробничий процес – це перш за все процес праці. Це пояснюється тим, що інформація та матеріальні засоби виробництва, ресурси, які людина споживає при отриманні, є продуктом попередніх трудових процесів. Розрізняють первинні, вторинні та обслуговуючі виробничі процеси.

Основний виробничий процес — це частина процесу, яка безпосередньо змінює форму, розміри, характеристики, внутрішню структуру, перетворення робочого об'єкта в готовий виріб. Наприклад, на підприємствах з виробництва сільськогосподарської техніки це, як правило, процес виготовлення деталей і складання вузлів, вузлів і виробів. До допоміжних виробничих процесів належать ці процеси, результати яких безпосередньо впливаються в основний процес або забезпечують ефективне виконання. Прикладами цих процесів є виготовлення інструментів і пристроїв, механізація та автоматизація власного виробництва, запасних частин для ремонту приладів, виробництво всіх видів енергії підприємствами.

Процес технічного обслуговування - робочий процес з надання послуг, необхідних для здійснення первинних і допоміжних виробничих процесів.

Наприклад, транспортування матеріальних цінностей, діяльність зі зберігання всіх видів, технічний контроль якості тощо.

Основні, другорядні та обслуговуючі виробничі процеси мають різні тенденції розвитку та вдосконалення. Так, багато допоміжних виробничих процесів можна передати спеціалізованим підприємствам, які в більшості випадків можна обробляти більш ефективно. З поглибленням механізації та автоматизації первинних і допоміжних процесів сервісні процеси все більше стають частиною основного виробництва, відіграючи організаційну роль в автоматизації, особливо в гнучкому автоматизованому виробництві.

Основний виробничий процес, а іноді й допоміжний виробничий процес здійснюються в різні етапи (або етапи). Стадія - окрема частина виробничого процесу, на якій предмет праці переходить в інший якісний стан. Наприклад, матеріали йдуть в заготовки, заготовки-деталі та інші. Основний виробничий процес проходить на етапах заготівлі, механічної обробки, складання та введення в експлуатацію.

Заготівельний етап призначений для виготовлення заготовок і характеризується багатьма виробничими процесами. Наприклад, вирізання заготовок деталей з листового металу або виготовлення заготовок методом різання, лиття, штампування, кування і т. д. Основна тенденція розвитку технологічних процесів на цьому етапі - доведення заготовок до форми і розмірів кінцевого виробу. . запасні частини. Інструментами для цього етапу є різці, штампувальне обладнання, гільйотинні ножиці тощо.

Другий етап у структурі виробничого процесу, етап обробки, включає механічну та термічну обробку. Предмет роботи – підготовка деталей. Інструментом на цьому етапі є в основному різні різальні верстати, печі термічної обробки, обладнання для хімічної обробки. На цьому етапі в деталях вказуються розміри, що відповідають заданому класу точності.

Етапи складання (збірка та складання) - Етапи виробничого процесу, що ведуть до формування складальної одиниці (малої складальної одиниці, агрегату, складання, агрегату, складання, одиниці) або готового продукту. Цільовою

аудиторією для цього етапу є деталі та комплектуючі власного виробництва та сторонні підприємства (компоненти). Існують дві основні форми організації конференції: фіксована та мобільна. У разі стаціонарної збірки виріб виготовляється в одному цеху (запасні частини надаються). При пересувному складанні вироби створюються під час транспортування з одного цеху в інший. На цьому етапі інструменти не такі універсальні, як під час роботи з ними. Основними машинами є різноманітні машини, стенди, які транспортують і направляють обладнання (конвеєрні стрічки, електромобілі, роботи тощо). процес складання

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Решетов Д. Н. Детали машин. – М. : Машиностроение, 1989. – 496 с.
2. Зайченко И.З., Мышлевский Л.М. Пластинчатые насосы. Изд.2-е.- М.: Машиностроение, 1970. -229 с.
3. 8.Общетехнический справочник. Под ред. Е.А.Скороходова. изд.4-е. М.: Машиностроение, 1990.- 496 с.
4. 9.Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие в 3-х кн. М.: машиностроение, 1977. т. 1-623 с, т2- с, т3-360 с.
5. Ю.Петров В Л. Гидрообъемные трансмиссии самоходных машин. — М.: Машиностроение, 1988. —248 с: П.Писаренко Г.С. и др. Справочник по сопротивлению материалов.К.: Наукова думка, 1975.- 704 с.
6. 10. Белецкий Д.Г. Технология насосостроения. Учебное пособие для машиностроительных техникумов. – М.: «МАШГИЗ», 1956. – 512с.
7. 11. Методические указания по оформлению текстовых документов (курсовых и дипломных проектов) / Сост.: Ю.В. Хмельницкий. – Сумы: Изд-во СумГУ, 1997. – 43 с.
8. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: В трех томах. Т. 2 / В. И. Анурьев; Под ред. И.Н. Жестковой. : Машиностроение, 2001.— 912 с.
9. Анурьев В. И. Справочник конструктора машиностроителя: в 3-х т. Т.3 /В. И. Анурьев. — 9-е изд., перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2006. — 928 с.
10. Самохвалов Я. А. Справочник техника-конструктора/ Я. А. Самохвалов, М. Я. Левицкий, В. Д. Григораш; Под ред. М. Я. Левицкого. — 3-е изд., перераб. и доп. — К.: Техніка, 1978.— 592 с.
11. Курсовое проектирование деталей машин: Учеб. пособие для учащихся машиностроительных специальностей техникумов/

- С.А.Чернавский, К.Н.Боков, И.М.Чернин и др. - М.: Машиностроение, 1988. – 416 с
12. Чиняев, И. А. Роторные насосы [Текст] : справочное пособие / И. А. Чиняев. – Л. : Машиностроение, 1969. – 216 с. – 0-80.
 13. Атлас конструкций гидромашин и передач. Бим-Бад Б.М., Кабаков М.Г., Прокофьев В.Н. и др. - М.: Машиностроение, 1990.-136 с.
 14. Методические указания к выполнению технологического раздела дипломного проекта по специальности 12.11 для студентов дневной и заочной формы обучения. Сост.: А.С. Мандрыка. – Сумы: Изд-во СумГУ, 1994. – 23с.
 15. Вильне Я.М., Ковалев Я.Т., Некрасов Б.Б. Справочное пособие по гидравлике, гидромашинам и гидропередачам. Под ред. Б.Б. Некрасова. Минск, «Высшая школа», 1976. – 416с.
 16. Приводы машин. Атлас конструкций в пяти частях. Часть 1. Под ред. П.Н.Учаева.- Кит: Вища школа, 2001.- 455 с.
 17. Самохвалов Я.А. и др.Справочник техника-конструктора. К.: Техника, 1975. - 568 с.