

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПГМ

_____ Ковальов І. О.

«___» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему

**Вільновихровий моноблочний насос
для фармацевтичної промисловості**

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

(освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

Виконавець роботи _____

(підпис)

Переваруха М. Ф.

(прізвище, ініціали)

Керівник _____

(підпис)

Герман В. Ф.

(прізвище, ініціали)

Суми 2019

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 131 «Прикладна механіка»
(освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ПГМ

Ковальов І. О.

«___» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

до кваліфікаційної роботи магістра

Переваруха Маргарита Федорівна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи – «Вільновихровий моноблочний насос для фармацевтичної промисловості»

затверджена наказом по університету від ___ " ___ " _____ 20__ р. № _____

2. Термін здавання студентом закінченої роботи – 06.12.2019 р.
3. Вихідні дані до роботи – подача насоса $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$, напір $H = 11,2 \text{ м}$, частота обертів $n = 1450 \text{ об/хв}$, густина $\rho_n = 1050 \text{ кг/м}^3$.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) – обґрунтування і вибір конструктивної схеми насоса, опис конструкції насоса, гідравлічні розрахунки, розрахунки з вибору електродвигуна і побудова моментної характеристики, вибір кінцевого ущільнення вала; розрахунки на міцність; технологічний розділ; економічна частина; розділ з охорони праці,
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) – складальне креслення насоса, складальне креслення корпусу, креслення проставки, креслення корпусу ущільнення, креслення робочого колеса, креслення деталей.

6. Консультанти з роботи, із зазначенням розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ пор.	Назва етапу кваліфікаційної роботи магістра	Термін виконання етапу роботи	Примітка
1	Підбір матеріалів по темі магістерської роботи	28.01-10.02.2019	
2	Обґрунтування конструктивної схеми насоса	11.02 -17.02.2019	
3	Вільновихрові насоси типу «Туро»	18.02 -28.02.2019	
4	Особливості конструкції насоса ВВНМ 10-11,2	01.03 - 14.03.2019	
5	Виконання комплексного курсового проекту. Гідравлічні розрахунки	15.03 - 26.05.2019	
6	Механічні розрахунки	09.09 - 22.09.2019	
7	Виконання технологічного розділу і економічної частини	23.09 - 06.10.2019	
8	Складальне креслення насоса. Креслення деталей	07.10 - 31.10.2019	
9	Виконання розділу з охорони праці	01.11- 10.11.2019	
10	Підготовка звіту з практики. Креслення деталей	11.11- 30.11.2019	
11	Оформлення РПЗ, графічних матеріалів	01.12- 03.12.2019	
12	Представлення роботи керівнику. Внесення поправок.	04.12- 06.12.2019	
13	Перевірка роботи на плагіат. Підготовка доповіді.	07.12- 12.12.2019	
14	Розміщення роботи в репозитарій. Отримання рецензії.	16.12- 18.12.2019	
15	Захист роботи в ЕК (згідно графіка захисту).	23.12- 27.12.2019	

Дата видачі завдання «__28__» ____01____ 2019__ р.

Студент

(підпис)

Переваруха М. Ф.

(прізвище, ініціали)

Керівник

(підпис)

Герман В. Ф.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 57 сторінок, 15 рисунків, 11 літературних джерел.

Тема магістерської роботи: «Вільновихровий моноблочний насос для фармацевтичної промисловості».

Графічні матеріали: складальне креслення насоса, складальне креслення корпусу, креслення проставки, креслення корпусу ущільнення, креслення робочого колеса – всього 6 аркушів формату А1.

Об'єкт розробки – вільновихровий насос, призначений для перекачування рідких продуктів в фармацевтичній промисловості: подача $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$; напір $H = 11,2 \text{ м}$.

Проаналізовано основне насосне обладнання, що застосовується у фармацевтичній промисловості і вказані недоліки в роботі насосів при транспортуванні забруднених рідин.

Обґрунтовано вибір конструктивної схеми насоса. Розроблена конструкція моноблочного насоса вільновихрового типу.

Виконані гідравлічні розрахунки проточної частини і гідродинамічних сил в насосі. Вибрано кінцеве ущільнення і тип двигуна.

Визначено працездатність вала, шпонкового з'єднання, проведені перевірочні розрахунки кінцевого ущільнення.

В економічному розділі розглянуто систему технічного обслуговування і ремонту моноблочного насоса.

В розділі охорони праці розглянуто: аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що виникають під час експлуатації насосного обладнання; техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт насосного обладнання; дії населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі – робочого колеса.

Ключові слова: ВІЛНОВИХРОВИЙ МОНОБЛОЧНИЙ НАСОС, КОНСТРУКЦІЯ, РОБОЧЕ КОЛЕСО, ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ, ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ.....	7
1 Призначення і область застосування насоса.....	9
2 Опис і обґрунтування обраної конструкції електронасоса.....	12
2.1 Опис конструкції електронасоса.....	12
2.2 Обґрунтування вибору конструктивної схеми насоса	13
2.3 Вільновихровий насос типу «Туго».....	14
2.4 Особливості конструкції насоса ВВНМ 10-11,2.....	15
3 Гідравлічні розрахунки.....	17
3.1 Розрахунок проточної частини насоса.....	17
3.2 Розрахунок осьової сили.....	21
3.3 Розрахунок радіальної сили.....	24
4 Розрахунки по вибору електродвигуна.....	25
4.1 Вибір електродвигуна.....	25
4.2 Розрахунок пускової моментної характеристики.....	27
5 Розрахунки на міцність.....	29
5.1 Розрахунок вала на статичну міцність.....	29
5.2 Розрахунок кінцевого ущільнення вала.....	31
5.3 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом.....	32
6 Технологічний розділ.....	34
6.1 Технологічний процес механічної обробки деталі.....	34
6.2 Технологічний аналіз конструкції деталі.....	34
6.3 Вибір заготовки та способу її отримання.....	35
6.4 Вибір технологічних баз.....	40
6.5 Складання технологічного маршруту обробки.....	41
7 Розділ з охорони праці.....	43
7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що виникають під час експлуатації насосного обладнання.....	43

7.2 Техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт насосного обладнання.....	44
7.3 Дії населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій.....	45
8 Економічна частина.....	48
8.1 Система технічного обслуговування і ремонту моноблочного насоса.....	48
Висновки.....	55
Список літератури.....	57

ВСТУП

Відцентрові насоси активно використовуються як в побуті, так і в промисловості. Залежно від конструктивного виконання їх відносять до багатоступеневих насосів або одноступінчастих. Насосне обладнання, що належить до кожної з цих категорій, не тільки має особливий внутрішній устрій, а й відрізняється специфічними технічними характеристиками і, відповідно, сферами застосування.

Вільновихрові насоси (ВВН) є одним з пріоритетних видів насосного обладнання, які використовуються в багатьох галузях промисловості для перекачування забруднених рідин, зокрема кристалічних суспензій, в'язких зносомістких середовищ, забруднених смол, стічних вод, каналізаційного мулу, харчових продуктів і т. п.

Недоліками ВВН є обмежені напори і відносно невеликі значення коефіцієнта корисної дії (ККД) 35 – 56 % [5]. Однак ресурс роботи цих насосів в порівнянні з відцентровими значно вище. До ресурсу роботи необхідно віднести і пропускну здатність насоса. У зв'язку з цим актуальним стає завдання створення енергоефективних ВВН з великими значеннями подачі, тобто з підвищеними коефіцієнтами швидкохідності: $n_s = 60 - 180$.

Більша частина вітчизняних насосів мають максимальну енергоефективність в області швидкохідності $n_s = 60 - 140$. Робота насоса на режимах, що відрізняються від зазначеного діапазону, найчастіше економічно виправдана. У цьому випадку доводиться використовувати інші типи насосного обладнання, які мають більш низький ресурс роботи.

Одним з різновидів конструктивного виконання насосів типу ВВН є моноблочна схема (ВВНМ). Ці насоси призначені для перекачування фекальних, комунально-побутових, промислових стічних вод, що містять волокнисті, тверді включення, абразивні частинки. Застосовуються на очисних спорудах та каналізаційних насосних станціях. Насос консольний, горизонтальний, вільновихровий, моноблочний, укомплектований ущільненням вала торцевого типу, з приводом від електродвигуна.

Такі агрегати мають наступні переваги:

- широкий діапазон експлуатаційних витрат і напорів;
- компактна конструкція;
- невисока ціна;
- високий ККД від 30 до 56 %;
- невибагливий до якості перекачуваного продукту;
- температура продукту, що перекачується, може перевищувати 100 ° С.

Також необхідно відмітити, що моноблочні агрегати також мають свої недоліки. Серед них варто виділити:

- наявність в конструкції торцевих ущільнень і підшипників кочення;
- високий рівень вібрації і шуму;
- є можливість встановити насос лише в одному положенні. При цьому вал повинен перебувати горизонтально;
- агрегат повинен бути встановлений на фундаменті або рамі;
- насоси з сальниками в конструкції вимагають частого обслуговування.

Дане насосне обладнання вимагає чистки не рідше 1 разу на рік або частіше, якщо воно працює переважно з брудною рідиною.

Гарні технічні характеристики і надійність моноблочних пристроїв дає можливість використовувати їх в різних сферах. В основному, ці агрегати знайшли своє застосування в таких областях:

- опалювальних системах;
- фармацевтичній промисловості;
- службах водопостачання;
- системах охолодження;
- насосних станціях;
- у пристроях для підвищення тиску;
- для перекачування рідини в промисловості і сільському господарстві.

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАСОСА

Насос моноблочний вільновихровий ВВНМ 10-11,2 (подача $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$ і напір $H = 11,2 \text{ м}$) призначений для перекачування побутових і промислових забруднених рідин, хімічно неагресивних мас, а також суспензій, фекальних та стічних вод з водневим показником рН від 6 до 8.5, температурою 363 К (90°C) і густиною до 1050 кг/м^3 , з вмістом твердих частинок до 20 % за обсягом, з максимальним розміром до 10 мм. У разі перекачування абразивних зважених часток зміст їх за об'ємом не більше 1%, розмір до 5 мм і мікротвердість не більше 9000 МПа.

Основним робочим середовищем цього насоса є фармацевтичні розчини - це рідкі гомогенні системи, що складаються з розчинника і одного або декількох компонентів, розподілених в ньому у вигляді іонів або молекул. Розчини, що застосовуються у фармації, відрізняються великою різноманітністю складу, властивостей, способів отримання і призначення.

Фармацевтичні розчини мають ряд переваг перед іншими лікарськими формами, так як значно швидше всмоктуються в шлунково-кишковому тракті і швидше надають лікувальну дію. Вони зручні для прийому, а їхня технологія досить проста. Недоліками розчинів є великий обсяг, яку він обіймає ними, можливі гідролітичні і мікробіологічні процеси, що викликають швидке руйнування готового продукту. Незважаючи на перераховані недоліки, з біофармацевтичної точки зору вони найбільш фізіологічні та ефективні.

Залежно від застосовуваного розчинника все різноманіття фармацевтичних розчинів можна поділити на такі групи:

- водні (Solutiones aquosae seu Liquores);
- спиртові (Solutiones spirituosae);
- гліцерінові (Solutiones glycerinatae).

В фармакологічній та харчовій промисловості широко застосовуються відцентрові насоси - це промислові агрегати, в яких механічна енергія приводу перетворюється в гідравлічну енергію рідини, в результаті чого відбувається її переміщення.

Насоси даної категорії - один з основних видів обладнання, завдяки якому забезпечується безперебійний і безперервний технологічний процес на підприємствах фармацевтичної та харчової промисловості. Дане обладнання призначене для перекачування рідких середовищ з різними фізичними та хімічними характеристиками, при самих різних температурах [10].

Широка область застосування відцентрових фармацевтичних і харчових насосів обумовлена значним переліком переваг, які притаманні даному устаткуванню. Нижче ми перерахуємо найважливіші переваги цього типу насосів [10]:

- стабільні високі показники продуктивності, які забезпечуються принципом функціонування даних агрегатів і їх конструктивними особливостями;

- стабільні параметри перекачуваного потоку рідини;

- легкість і простота експлуатації відцентрового насоса, а також його самостійного технічного обслуговування - відсутня необхідність залучення стороннього персоналу, а всі необхідні експлуатаційно-ремонтні процедури можна проводити за допомогою елементарних інструментів, володіючи певними навичками;

- надійність і мала ступінь зносу відцентрових насосів, і як наслідок - їх тривалий термін експлуатації;

- порівняно невелика вага даного виду насосів і компактні габарити;

- для виробництва фармацевтичного і харчового насосного обладнання використовуються клінічно апробовані сплави, які не схильні до будь-яких видів корозії, і ретельно вивчені полімери та пластики, безпечні для людського організму і навколишнього середовища, а також стійкі до впливу агресивних хімічних сполук і реагентів.

Для правильного вибору насосного обладнання, що використовується у фармацевтичній і харчовій промисловості, необхідно мати чітке уявлення не тільки про його переваги, але і про деякі недоліки відцентрових насосів [10]:

- відсутність можливості видалення повітряних порожнин з всмоктуючої лінії без додаткового спеціального обладнання;

- при відхиленні від номінальних режимів експлуатації даного виду насосів їх ККД значно знижується;
- пряма залежність ККД від показника в'язкості рідини, - чим він вищий, тим нижче ККД;
- даний вид насосного обладнання не може бути готовий до експлуатації до тих пір, поки у внутрішній робочій камері не буде створено рідке середовище;
- для створення високого напору рідини в системі необхідно використовувати відцентрові насоси з більш, ніж одним робочим колесом;
- відносно обмежений діапазон подач рідини і напорів всередині системи;
- порівняно висока ціна, завдяки використанню високоякісних матеріалів робочих частин насоса.

На даний час перспективним і економічно вигідним є використання замість відцентрових вільновихрових насосів, особливо при перекачуванні волкнистих і легко ушкоджуваних хімічних середовищ. Моноблчний насос вільновирового типу розроблено в представленій магістерській роботі.

2 ОПИС І ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОНАСОСА

2.1 Опис конструкції електронасоса

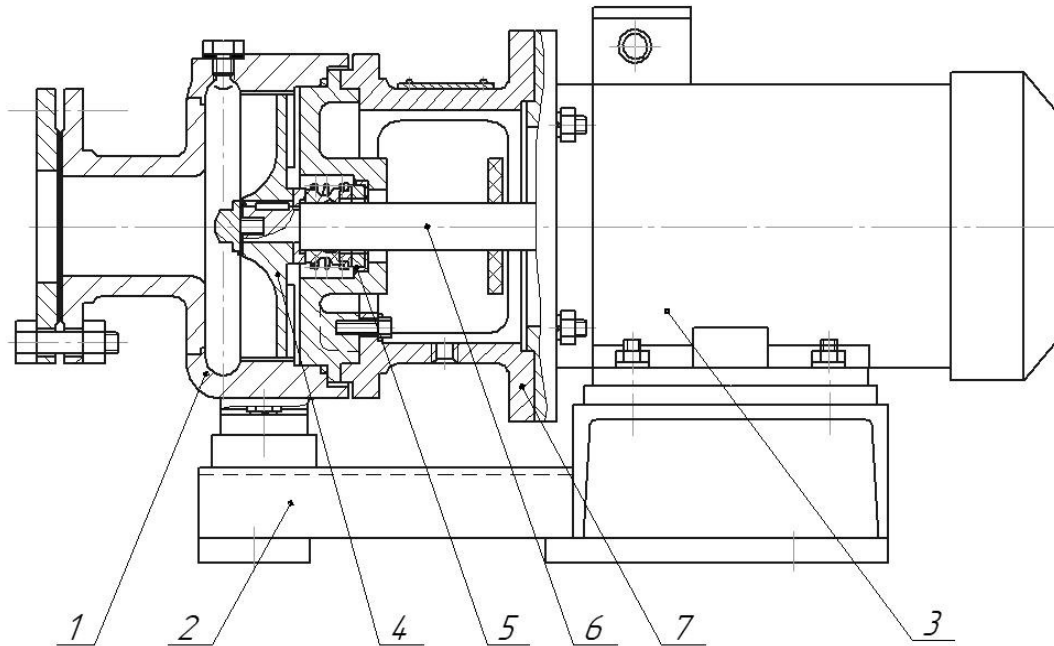


Рисунок 2.1 – Агрегат електронасосний ВВНМ 10-11,2

1 – корпус, 2 – рама фундаментна, 3 – електродвигун, 4 – робоче колесо,
5 – торцеве ущільнення, 6 – вал, 7 - проставка

У процесі роботи агрегату (рис. 2.1) електродвигун передає обертальне зусилля на робоче колесо через вал. При цьому у вхідний патрубок надходить рідина, яка під дією відцентрової сили, викидається у напірний патрубок.

Електронасос ВВНМ 10-11,2 - вільновихровий, горизонтальний, моноблочний з робочим колесом, розташованим в розточці корпусу. Відмітна особливість електронасоса - наявність вільної камери між колесом і передньою стінкою корпусу.

Базова деталь електронасоса - корпус з вхідним і напірним патрубками. Вхідний патрубок спрямований горизонтально по осі, напірний - вертикально вгору. Корпус насоса зварено з трьох частин, за допомогою ручного дугового зварювання.

Корпус агрегату має кільцеву форму і з'єднується з його двигуном за допомогою проставки.

Робоче колесо виконане у вигляді диска з радіальними лопатями. Колесо напівзакритого типу - відрізняється від закритого тим, що у нього відсутня покривний диск, а лопаті колеса з невеликим проміжком прилягають безпосередньо до корпусу насоса, який виконує роль другого диска. Електронасос зібраний безпосередньо на валу електродвигуна, тому, як правило, використовують двигуни з подовженим валом.

Ущільнення валу - торцевого типу. Для його промивання передбачено підведення і відведення технічної води.

Опорами вала служать підшипники електродвигуна. Мастило підшипників – консистентне.

Напрямок обертання ротора - за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку двигуна.

2.2 Обґрунтування обраної конструкції

Дане конструктивне рішення обумовлене підвищенням надійності роботи і зниженням засміченості проточної частини насоса при перекачуванні забруднених рідин з твердими включеннями. Конструкція насоса типу ВВН має більш просту форму проточної частини, меншу металоємність, створює сприятливі умови для високого ступеня уніфікації, можливість працювати в широкому діапазоні напорів та витрат, має невеликі габарити і бюджетну вартість.

Використання більш якісного торцевого ущільнення було розроблено з метою усунення недоліків сальникової набивки. Витік рідини може бути знижений до рівня дотримання екологічних стандартів державних регулюючих органів, а витрати на технічне обслуговування і ремонт також можуть бути знижені. Переваги торцевого ущільнення в порівнянні зі звичайною сальниковою набивкою: відсутність або обмежений витік рідини, зменшення тертя і втрат потужності насоса; скорочення витрат на обслуговування; можливість використання при більш високому тиску і більш агресивних середовищах. Широка різноманітність конструкцій дозволяє використовувати торцеві ущільнення майже у всіх насосах.

У моноблочному насосі електричний двигун з'єднаний з іншими елементами за допомогою вала. На іншому кінці вала закріплено робоче колесо насоса. Даний метод з'єднання вважається більш надійним, оскільки в ньому відсутня велика кількість шарикопідшипників.

2.3 Вільновихровий насос типу «Туро»

У процесі створення ВВН були розроблені три базові конструкції цих насосів, що відрізняються між собою формою робочого колеса і його розташуванням щодо вільної камери: «Wemco», "Seka" і "Turo». Різноманіття інших відомих конструктивних варіантів цих насосів є лише похідними від базових. Порівняння характеристик різних конструктивних схем ВВН показало, що при переході від конструкції насоса типу «Wemco» до насоса типу "Seka" оптимальна економічність насосів зміщується в сторону великих n_s . Найменше значення коефіцієнта напору відповідає конструктивній схемі «Wemco», а найбільше - схемі "Seka". Найбільш поширеними є насоси типу «TURO». Схема руху рідини в проточній частині показана на рисунку 2.2

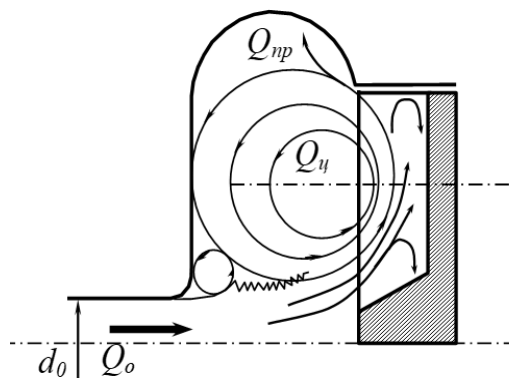


Рисунок 2.2 – Схема руху рідини в ВВН типу «Туро»

Тільки 15 відсотків перекачуваної рідини контактує з робочим колесом. Техніка користується цими насосами і вони мають популярністю у всьому світі протягом кількох десятків років за рахунок своїх унікальних експлуатаційних характеристик. Це зумовлене тим, що у порівнянні з іншими вільновихровими насосами вони мають кращі техніко-економічні показники: простота конструкції, придатність до ремонту,

надійність роботи, простота експлуатації. Проте крім переваг насоси типу «TURO» мають і суттєвий недолік, а саме: більш низький коефіцієнт корисної дії у порівнянні з відцентровими та осьовими насосами.

2.4 Особливості конструкції насоса ВВНМ 10-11,2

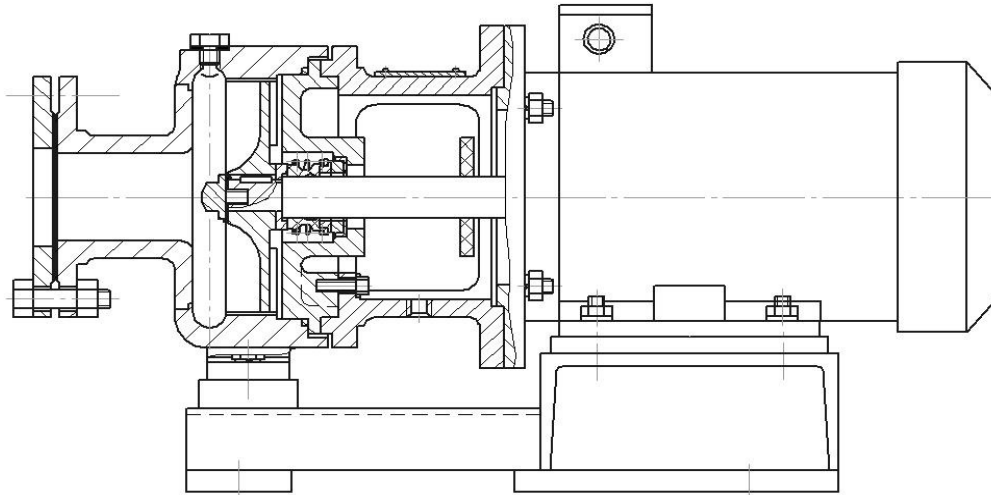


Рисунок 2.3 – Схема агрегата ВВНМ 10-11,2

Насос ВВНМ 10-11,2 (рис. 2.3) є вільновихровим насосом з консольним розташуванням колеса напівзакритого типу на подовженому валі двигуна. Така схема є раціональною. Колесо знаходиться в ниші корпусу, що відповідає схемі «Туго». Переваги та недоліки цієї схеми розглянуті вище. Для зменшення осьової сили, діючої на підшипники насоса, на тильній стороні диска робочого колеса виконані відбійні лопаті - імпеллери. Ефективність роботи яких залежить від точності установки торцевого зазору між відбійними лопатями і торцевою поверхнею корпусу. Величина зазору при складанні насоса повинна бути 0,5...1,0 мм. Колесо робоче виготовлено з сталі 20Х13Л ДСТУ 977-88, корозійностійка сталь для відливок з підвищеними ливарними властивостями. Вид поставки – відливка. Призначення - деталі, що піддаються ударним навантаженням, а також вироби, що піддаються дії в слабких агресивних середовищах. Сталь корозійностійка, мартенситного класу.

Як вже було сказано ущільнення вала – торцеве.

Насос приєднаний до двигуна за допомогою проставки, виготовленої з сірого чавуну. Відливка СЧ 20 ДСТУ 1412-85.

Механічні властивості відливок із сірого чавуна СЧ 20:

- межа міцності при розтяганні – 196 МПа;
- межа міцності при випробуванні на згин - 392 МПа;

Область застосування - відповідальне литво із $\delta_{cm} = 10 - 30$ мм, деталі з нього потребують значної міцності й працюють при температурі до 300°C : корпуси, блоки циліндрів, зубчасті колеса, станини більшості металорізальних верстатів, диски зчеплення, гальмові барабани й т.п.

3 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1 Розрахунок проточної частини насоса

Розрахунок проточної частини ВВН типу "Turo" проводимо за методикою [5]. Геометричні розміри проточної частини насоса показано на рис. 3.1.

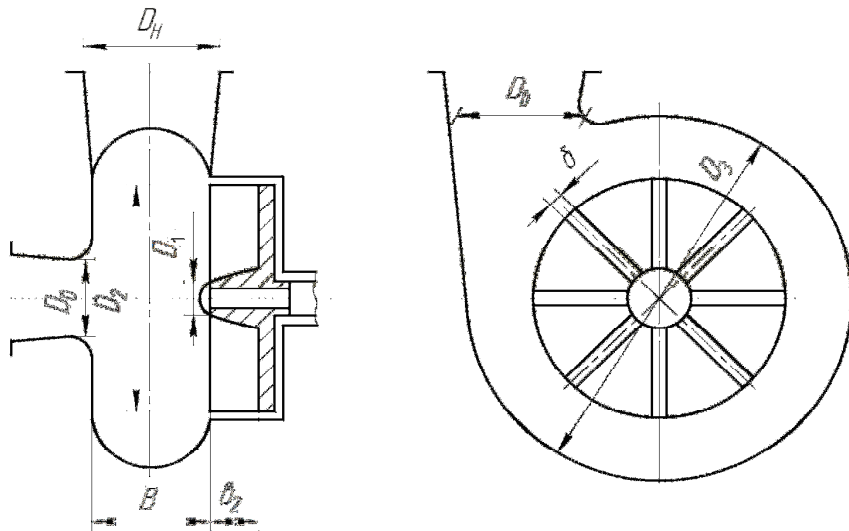


Рисунок 3.1 – Геометричні розміри проточної частини ВВН типу "Turo"

Вихідні дані: подача $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$; напір $H = 11,2 \text{ м}$; частота обертання $n = 1450 \text{ об/хв}$; густина рідини $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$.

1 Визначаємо коефіцієнт швидкохідності насоса:

$$n_s = 3,65 \cdot \frac{n \cdot \sqrt{Q}}{H^{3/4}}; \quad (3.1)$$

$$n_s = 3,65 \cdot \frac{1450 \cdot \sqrt{10/3600}}{11,2^{3/4}} = 45,6.$$

2 На рис. 3.2 знаходимо ККД і відносну ширину вільної камери при $n_s = 45,6$:

$$\eta = f(n_s), \quad \bar{B} = f(n_s):$$

$$\eta = 0,41; \quad \bar{B} = 0,09.$$

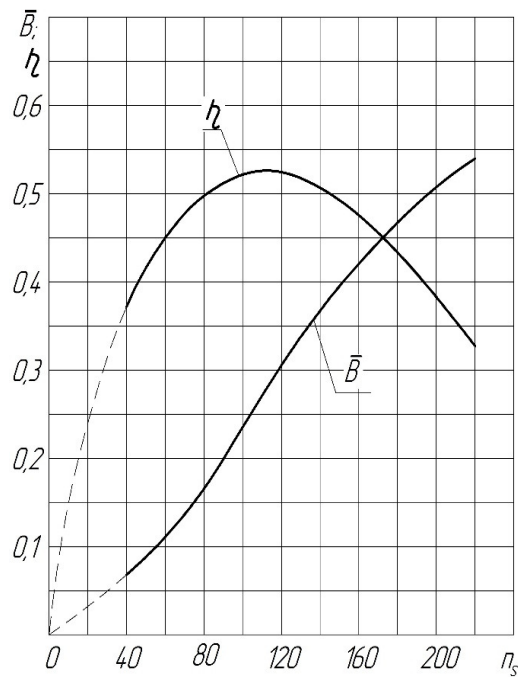


Рисунок 3.2 – Залежність ККД і відносної ширини вільної камери \bar{B} від n_s

3 Задаємося співвідношеннями основних розмірів робочого колеса:

$$\bar{D}_1 = 0,2, \bar{b}_2 = 0,14; z = 10; \bar{\delta} = 0,02.$$

4 На рис. 3.3 знаходимо:

$$F_1 = 0,0191.$$

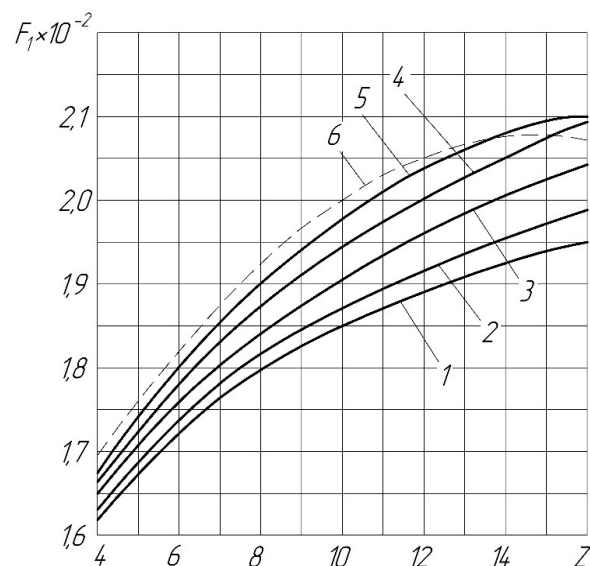


Рисунок 3.3 – Залежність функції F_1 від числа лопатей РК при $\bar{D}_1 = 0,2$: 1 –

$$\bar{\delta} = 0,005; 2 - \bar{\delta} = 0,01; 3 - \bar{\delta} = 0,02;$$

$$4 - \bar{\delta} = 0,03; 5 - \bar{\delta} = 0,04; 6 - \bar{\delta} = 0,05$$

5 За рис. 3.4 визначаємо:

$$F_2 = f(\overline{B}/\overline{b}_2) ,$$

при $\overline{B}/\overline{b}_2 = 0,09 / 0,15 = 0,6$; $F_2 = 2,45$.

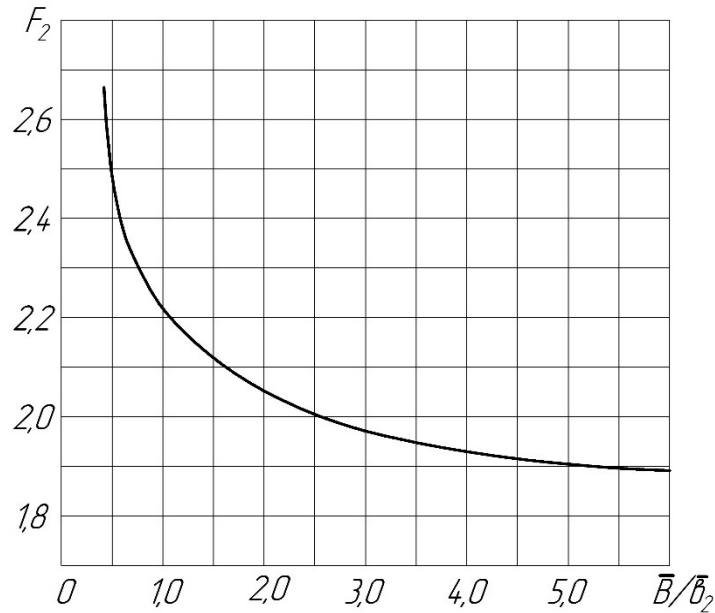


Рисунок 3.4 – Залежність функції F_2 від відношення $\overline{B}/\overline{b}_2$

6 Розраховуємо діаметр робочого колеса:

$$D_2 = \frac{A}{n} \cdot \sqrt{H} . \quad (3.2)$$

$$A = \left[\frac{\eta_{\text{мех}}}{K \cdot \eta \cdot F_1 \cdot F_2} \right]^{1/2} , \quad (3.3)$$

$\eta_{\text{мех}}$ – механічний ККД насоса (для малих і середніх насосів можна прийняти $\eta_{\text{мех}} = 0,95 - 0,97$); $K = 7,02310^3$ – постійний коефіцієнт; η – ККД насоса, визначається залежно від n_s ; F_1 – функція, що враховує вплив відносних розмірів РК, визначається розрахунковим шляхом або з графічної залежності (рис. 3.3) для рекомендованого значення відносного вхідного діаметра РК $\overline{D}_1 = 0,2$; F_2 – функція, що враховує вплив відносних розмірів відводу, визначається за графіком залежно від відношення $\overline{B}/\overline{b}_2$ (рис. 3.4); n – частота обертів РК, об/хв.

Приймаємо $\eta_{\text{мех}} = 0,95$;

$$A = \left[\frac{0,95}{7,023 \cdot 10^{-3} \cdot 0,41 \cdot 0,0191 \cdot 2,45} \right]^{1/2} = 83,9,$$

тоді

$$D_2 = \frac{83,9}{1450} \cdot \sqrt{11,2} = 0,194 \text{ м} = 194 \text{ мм}.$$

7 Обчислюємо абсолютні розміри робочого колеса:

$$D_1 = \bar{D}_1 \cdot D_2; \quad D_1 = 0,2 \cdot 194 = 38 \text{ мм};$$

$$b_2 = \bar{b}_2 \cdot D_2; \quad b_2 = 0,15 \cdot 194 = 29 \text{ мм};$$

$$\delta = \bar{\delta} \cdot D_2; \quad \delta = 0,02 \cdot 194 = 4 \text{ мм}.$$

8 Знаходимо ширину вільної камери:

$$B = 0,09 \cdot 194 = 18 \text{ мм}.$$

9 Приймаємо кільцевий відвід, основні геометричні розміри якого такі:

$$D_3 = D_2 + B; \quad D_3 = 194 + 18 = 212 \text{ мм}.$$

Ширину входу в відвід приймаємо рівною ширині вільної камери:

$$b_3 = B = 18 \text{ мм}.$$

10 Визначаємо діаметр входу в насос.

Вхідний коефіцієнт швидкості:

$$K_{v_0} = (0,2 - 0,25) \cdot (n_s / 100)^{2/3}, \quad (3.4)$$

$$K_{v_0} = (0,2 - 0,25) \cdot (45,6 / 100)^{2/3} = 0,119 - 0,148.$$

Приймаємо $K_{v_0} = 0,135$.

Швидкість у вхідному патрубку

$$V_0 = 0,135 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 11,2} = 2,0 \text{ м/с}.$$

Діаметр входу

$$D_0 = \sqrt{4 \cdot 10 / 3600 \cdot 3,14 \cdot 2,0} = 0,042 \text{ м}.$$

Приймаємо $D_0 = 42 \text{ мм}$.

Умова $D_0 \geq B$ виконується.

Діаметри всмоктувального та напірного патрубків приймаємо у відповідності з ГОСТ 27854 – 88 “Насосы динамические. Ряды основных параметров”:

$$D_{\text{вх}} = 50 \text{ мм}; D_{\text{н}} = 32 \text{ мм}.$$

11 Визначаємо потужність насоса на робочому режимі і підбираємо електродвигун:

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \cdot \eta}; \quad (3.5)$$

$$N = \frac{1050 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 11,2}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,41} = 0,78 \text{ кВт}.$$

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{эд}} = \kappa \cdot N, \quad (3.6)$$

де κ – коефіцієнт запасу, який обирають залежно від потужності.

Приймаємо: $\kappa = 1,3$.

$$N_{\text{эд}} = 1,3 \cdot 0,78 = 1,02 \text{ кВт}.$$

12 Визначаємо діаметр вала. Мінімальний діаметр вала насоса:

$$d_{\text{в}} = \sqrt[3]{\frac{N}{n} \cdot \frac{48960}{[\tau_{\text{кр}}]}}; \quad (3.7)$$

де $[\tau_{\text{кр}}]$ – допустиме напруження кручення, Па.

Матеріал вала: сталь 45, $[\tau_{\text{кр}}] = 45 \cdot 10^6$ Па.

$$d_{\text{в}} = \sqrt[3]{\frac{0,78}{1450} \cdot \frac{48960}{45 \cdot 10^6}} = 0,008 \text{ м}.$$

Приймаємо $d_{\text{в}} = 10 \text{ мм}$.

Остаточно розмір вала приймаємо при конструктивній розробці насоса.

3.2 Розрахунок осьової сили

Визначення осьового зусилля проводимо за методикою [2].

Результуюче осьове зусилля, що діє на ротор електронасоса, визначається за формулою:

$$F = F_I - F_1 + F_0 - F_m, \quad (3.8)$$

де F_I , F_1 , F_0 , F_m - складові повної осьової сили (рис. 3.5).

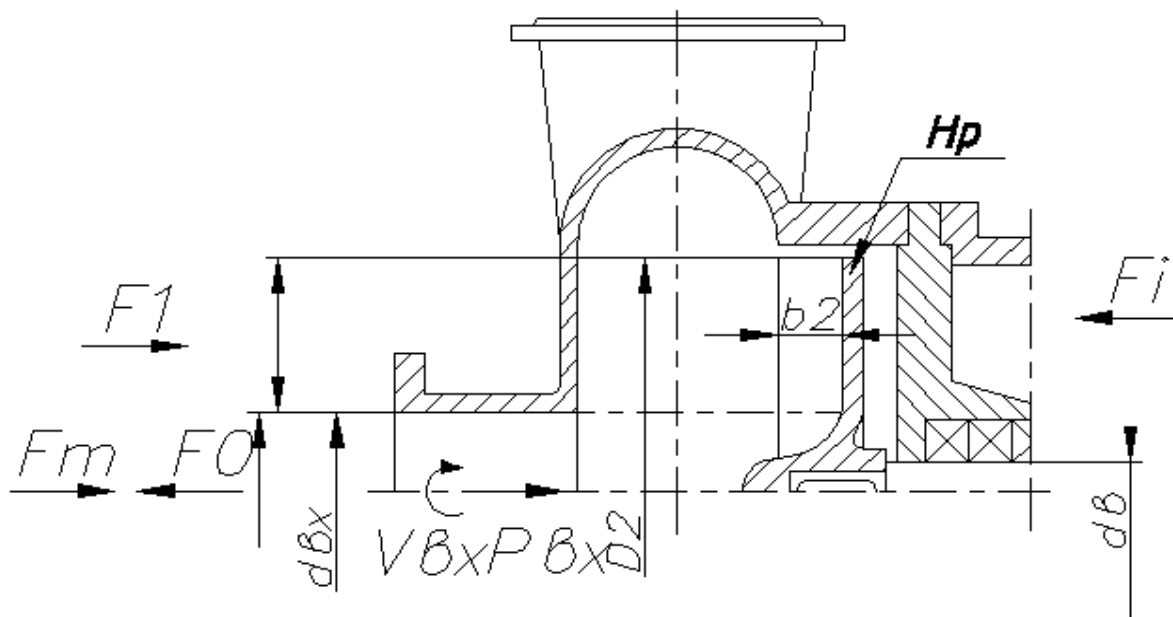


Рисунок 3.5 – Схема дії осьових сил у ВВН

1 Визначаємо силу F_m .

$$F_m = \rho \cdot g \cdot Q \cdot V_{\text{вх}}, \quad (3.9)$$

где - $V_{\text{вх}}$ - швидкість рідини в підвідному патрубку насоса;

Знайдемо швидкість руху рідини через витрату насоса

$$V_{\text{вх}} = 4Q / \pi \cdot D_o^2 \quad (3.10)$$

$$V_{\text{вх}} = 4 \cdot \frac{10}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,042^2} = 2,0 \text{ м/с.}$$

Тоді

$$F_m = 1050 \cdot 9,81 \cdot 0,00278 \cdot 2,0 = 58 \text{ Н.}$$

2 Сила F_1 визначається за формулою:

$$F_1 = \pi \cdot \rho \cdot g \left[r_2^2 - r_B^2 \right] \cdot \left\{ H_p - \frac{\Omega^2 \cdot \omega^2}{2g} \cdot \left[r_2^2 - \frac{r_2^2 + r_B^2}{2} \right] \right\}; \quad (3.11)$$

$$F_1 = 3,14 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot (0,097^2 - 0,0125^2) \cdot \left[6,86 - \frac{0,452^2 \cdot 151,7^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left(0,097^2 - \frac{0,097^2 + 0,0125^2}{2} \right) \right] = 1720 \text{ Н}$$

де $r_2 = 0,097$ м - зовнішній радіус робочого колеса;

$r_B = 0,0125$ м - радіус вала під ущільненням;

$\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$ - густина рідини;

$\omega = 151,7 \text{ 1/с}$ – кутова швидкість обертання ротора;

$\Omega = 0,452$ – відношення середньої швидкості обертання рідини в пазусі до швидкості обертання ротора.

Визначаємо напір електронасоса, H_p , м за формулою

$$H_p = H \cdot \{1 - V_{u2} / 2 u_2\} , \quad (3.12)$$

де U_2 – колова швидкість, $U_2 = 14,7 \text{ м/с}$;

V_{u2} - колова складова абсолютної швидкості, м/с:

$$V_{u2} = 0,775 \cdot U_2 , \quad (3.13)$$

$$V_{u2} = 0,775 \cdot 14,7 = 11,4 \text{ м/с.}$$

$$H_p = 11,2 \{1 - 11,4 / (2 \cdot 14,7)\} = 6,86 \text{ м.}$$

3 Сила F_0 буде рівна:

$$F_0 = \pi/4 \cdot D_0^2 \cdot P_0, \quad (3.14)$$

де $P_0 = 1,0 \text{ кгс/см}^2$ - максимальний тиск у всмоктувальному патрубку.

Тоді:

$$F_0 = 3,14/4 \cdot 0,042^2 \cdot 1,0 \cdot 10^5 = 138 \text{ Н.}$$

4 Силу F_1 визначаємо за формулою

$$F_1 = K \cdot \rho \cdot g \cdot H (D_2^2 - D_0^2), \quad (3.15)$$

де K - коефіцієнт, який залежить від геометричних розмірів проточної частини насоса

$$K = 0,33 + 0,295 \cdot 10^{-4} \cdot [36 - b_2]^3 - 0,0087 = 0,331.$$

Тоді:

$$F_1 = 0,331 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot 11,2 (0,194^2 - 0,042^2) = 1370 \text{ Н.}$$

Результуюча осьова сила, що діє на ротор електронасоса

$$F = 1720 - 1370 + 138 - 58 = 430 \text{ Н.}$$

Для зменшення величини осьової сили застосовуємо імпеллери.

Зменшення осьової сили від дії лопатей імпеллера визначаємо за формулою [1]:

$$T_{л} = 3/8 \cdot \rho \cdot g (\pi \cdot D_2 u^2 / 4 - \pi d_1 u^2 / 4) \cdot (U_2 u^2 - U_1 u^2) / 2g ; \quad (3.16)$$

$$T_{л} = 3/8 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot (3,14 \cdot 0,194^2 / 4 - 3,14 \cdot 0,13^2 / 4) \cdot (14,7^2 - 9,86^2) / 2 \cdot 9,81 = 32 \text{ Н,}$$

де $D_{2u} = 0,194$ м - зовнішній діаметр лопатей імпеллера;

$d_{1u} = 0,13$ м - внутрішній діаметр лопатей імпеллера;

$U_{2u} = 14,7$ м/с - колова швидкість на виході з лопатей імпеллера;

$U_{1u} = 9,86$ м/с - колова швидкість на вході на лопаті імпеллера.

Величина осьового зусилля, що сприймається підшипниками насоса, буде дорівнювати:

$$A = F - T_{л} = 430 - 32 = 378 \text{ Н.}$$

Отримане значення осьового зусилля менше допустимого осьового навантаження для прийнятого двигуна АІР80А4У3.

$$378 \leq 441.$$

3.3 Розрахунок радіальної сили

Для визначення радіальної сили в відцентровому насосі з кільцевим відводом використовуємо формулу [5]:

$$R = K_R \left(\left(\frac{Q}{Q_{OPP}} \right) \right) \rho g H D_2 b_2 \quad (3.17)$$

де K_R - безрозмірний коефіцієнт радіальної сили;

D_2 - зовнішній діаметр робочого колеса;

$D_2 = 0,194$ м;

b_2 - ширина колеса на виході, включаючи в себе і товщину його дисків;

$b_2 = 0,035$ м.

Коефіцієнт K_R залежить від n_s . При $n_s = 45,6$ $K_R = 0,2$.

Максимальна сила буде на оптимальному режимі, і спрямована вгору під деяким кутом до вертикалі. Далі для спрощення розрахунків ми приймаємо, що вона спрямована вертикально вгору. Тоді:

$$R = 0,2 \cdot 1 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot 11,2 \cdot 0,194 \cdot 0,035 = 157 \text{ Н.}$$

4 РОЗРАХУНКИ ПО ВИБОРУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

4.1 Вибір електродвигуна

Потужність насоса на номінальному режимі при щільності рідини $\rho=1050\text{кг/м}^3$.

$$N = \frac{\rho g Q H}{1000 \cdot \eta}, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

$$N = \frac{1050 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 11,2}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,41} = 0,78 \text{ кВт.}$$

де η - к.к.д. насоса в робочій точці, $\eta=41\%$.

Потужність електродвигуна:

$$N_{\text{эл}} = K \cdot N, \quad (4.2)$$

де $K=1.1-1.3$ - коефіцієнт, який враховує допустиме граничне відхилення напору. Приймаємо $K = 1,3$.

Тоді для приводу насоса вибираємо електродвигун АІР80Ж4У3 (рис. 4.1) [6]:

АІР – загально промислова серія електродвигунів;

А - асинхронний;

І - серія уніфікована;

Р – потужність, заснована на настановних розмірах за даними РС3031-71.

80 – габарит двигуна (висота осі обертання вала);

Ж – виконання довжини серцевини;

4 – кількість пар полюсів, відповідно до частоти обертання ротора;

У3 – Кліматичне виконання, ІР: 54;

Діаметр вала: 22 мм;

Потужність – 1,1кВт;

Напруга – 220/380В;

Частота обертання(синхронна) – 1500 об/мин.

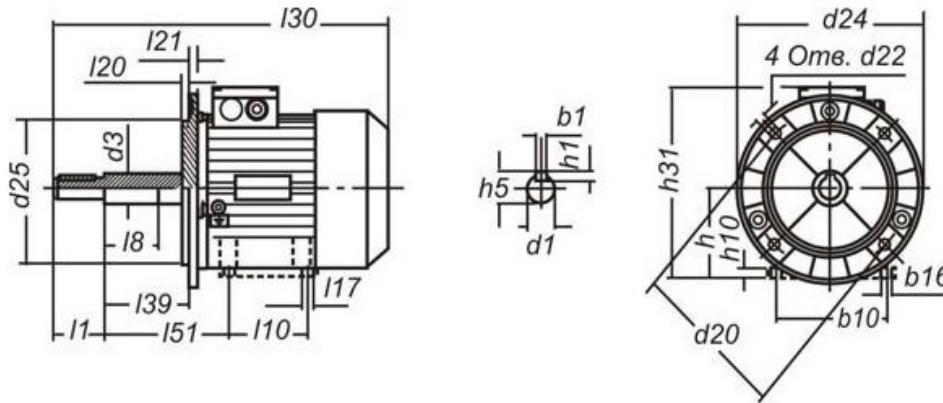


Рисунок 4.1 – Монтажна схема електродвигуна серії AIR

4.2 Розрахунок пускової моментної характеристики

Залежність моменту опору ротора насоса від частоти обертання при пуску насоса являє собою параболу.

$$M = K \cdot n^2 \quad (4.3)$$

де K – коефіцієнт параболи;

n - частота обертання ротора, об/хв.

Графік залежності моменту опору будується по трьох точках:

- початкового моменту рушання ($n = 0$)
- мінімального моменту опору агрегату (точка С);
- повного розвороту електродвигуна ($n = 1500 \text{ об / хв}$).

У початковий момент при $n = 0$

$$M_0 = 0.2M_{\text{ном}} \quad (4.4)$$

де $M_{\text{ном}}$ - момент електродвигуна.

$$M_{\text{ном}} = \frac{N_{\text{дв}}}{\omega} \quad (4.5)$$

де $N_{\text{дв}} = 1,1 \text{ кВт}$ – номінальна потужність двигуна.

$$M_{\text{ном}} = \frac{1,1}{157} = 0,007 \text{ КН}\cdot\text{м} = 7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

$$M_0 = 0,21 \cdot 7 = 1,47 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент опору агрегату при повному розвороті електродвигуна:

$$M_{\max} = \frac{N_{\max}}{\omega} \quad (4.6)$$

де N_{\max} - максимальная потужність насоса.

$$N_{\max} = N_n = 0,78 \text{ кВт};$$

Тоді:

$$M_{\max} = \frac{0,78}{157} = 0,005 \text{ кВт} = 5 \text{ Вт}.$$

Мінімального моменту опору відповідає точка «С» з координатами:

$$n_c = 0.3n \text{ и } M_c = 0.03M_{\max} \quad (4.7)$$

$$n_c = 0.3 \cdot 1500 = 450 \text{ об/хв.}$$

$$M_c = 0.03 \cdot 5 = 0,15 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Коефіцієнт параболи визначається за величиною моменту при повному розвороті двигуна:

$$K = \frac{M_{\max}}{n^2} \quad (4.8)$$

$$K = \frac{5}{1500^2} = 2,22 \times 10^{-6}$$

За визначеним коефіцієнтом параболи проводимо розрахунок обертового моменту насоса для частот від $n=0$ до n_{\max} :

$$M = kn^2 \quad (4.9)$$

Результати розрахунку заносимо до табл. 4.1.

Графік пускового моменту будують таким чином:

- за табл. 1 будують залежність $M = f(n)$;

- точки А ($n_0; M_0$) та С ($n_c; M_c$) з'єднуються між собою відрізком;

- отримані криві спрягаються плавною кривою.

Таблиця 4.1 - Пускова моментна характеристика

n , об/хв	0	250	500	750	1000	1250	1500
M , $H \cdot m$	0	0,14	0,56	1,25	2,22	3,45	5,00

Пускова моментна характеристика насосного агрегату показана на рис. 4.2.

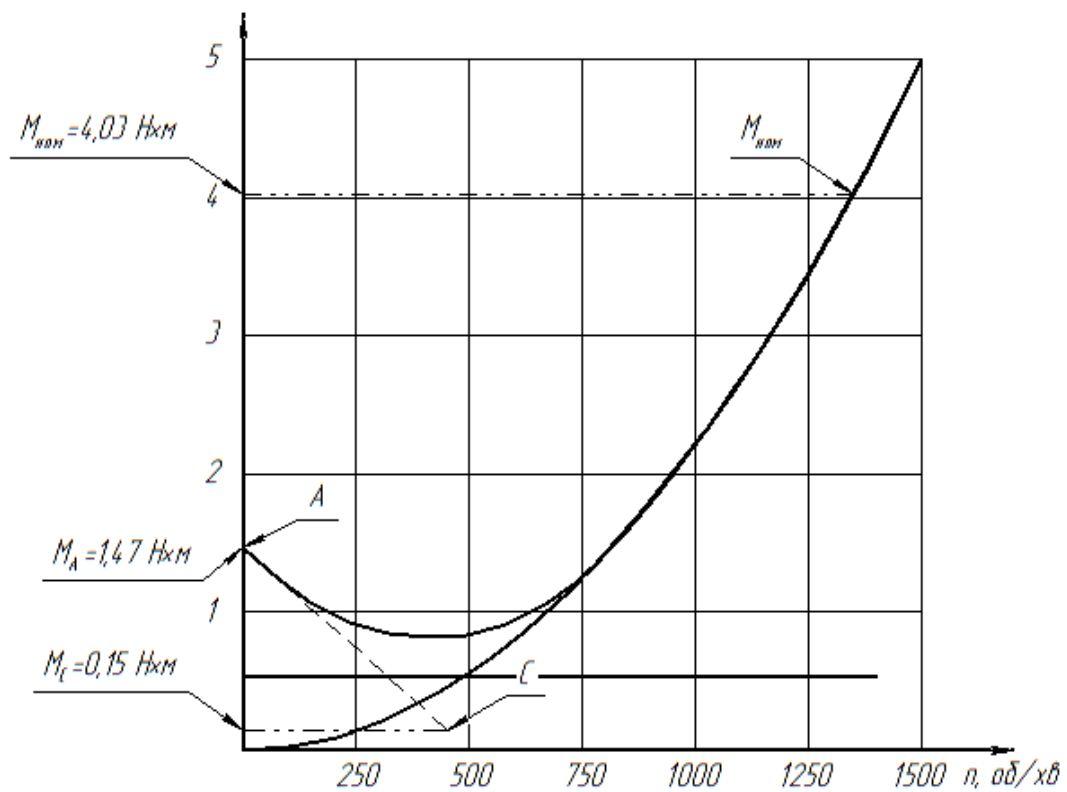


Рисунок 4.2 – Моментна характеристика насоса

5 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

5.1 Розрахунок вала на статичну міцність

1 Вихідні дані

Матеріал вала - сталь 40.

Межа плинності матеріалу вала - $\sigma_T = 294$ МПа.

Максимальна потужність, споживана насосом – $N_6 = 0,78$ кВт.

Частота обертання вала - $n = 1450$ об / хв.

2 Розрахункова схема

Вал насоса знаходиться в умовах спільної дії вигину і крутіння. Найбільш небезпечним є переріз А-А (рис. 5.1) під робочим колесом, оскільки в цьому перерізі діє максимальний крутний момент і сам переріз ослаблений шпонковим пазом.

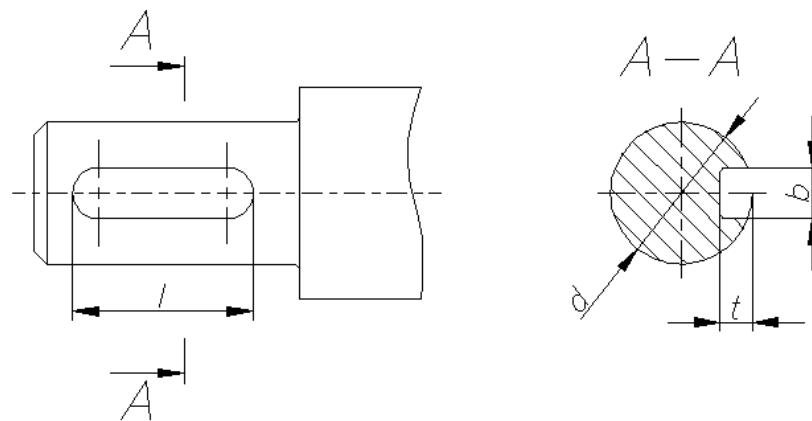


Рисунок 5.1 – Переріз вала під колесом

3 Розрахунок небезпечного перерізу на статичну міцність

Крутний момент, що передається валом

$$M_{KP} = 9551 \cdot \frac{N}{n}, \quad (5.1)$$

$$= M_{KP} = 9551 \cdot \frac{0,78}{1450} = 5,14 \text{ Нм.}$$

Максимальний згинальний момент приймаємо

$$M_u = 0,1 \cdot M_{KP}; \quad (5.2)$$

$$M_u = 0,1 \cdot 5,14 = 0,514 \text{ Нм.}$$

Моменти опору перерізу кручення і вигину з урахуванням ослабленого перерізу шпонковим пазом обчислюють за формулами

$$W_{кр} = \frac{\pi d^3}{16} - \frac{bt(d-t_1)^2}{2d}; \quad (5.3)$$

$$W_u = \frac{\pi d^3}{32} - \frac{bt(d-t_1)^2}{2d}, \quad (5.4)$$

де d – діаметр вала в місці установки колеса, м;

t_1 - глибина паза вала, м;

b - ширина шпонки, м.

Розміри перерізу: $d=0,028$ м; $t_1=0,0035$ м; $b=0,006$ м.

$$W_{кр} = \frac{3,14 \cdot 0,028^3}{16} - \frac{0,006 \cdot 0,0035(0,028 - 0,0035)^2}{2 \cdot 0,028} = 4,08 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$W_u = \frac{3,14 \cdot 0,028^3}{32} - \frac{0,006 \cdot 0,0035(0,028 - 0,0035)^2}{2 \cdot 0,028} = 1,99 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напруга обертання і вигину відповідно

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{кр}}, \quad (5.5)$$

$$\tau_{кр} = \frac{5,14}{4,08 \cdot 10^{-6}} = 1,26 \cdot 10^6 \text{ Па} = 1,26 \text{ МПа.}$$

$$\sigma_{II} = \frac{M_{II}}{W_{II}}, \quad (5.6)$$

$$\sigma_{II} = \frac{0,514}{1,99 \cdot 10^{-6}} = 0,26 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,26 \text{ МПа.}$$

Еквівалентне напруження в небезпечному перерізі

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{\sigma_{II}^2 + 3\tau_{кр}^2}, \quad (5.7)$$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{0,26^2 + 3 \cdot 1,26^2} = 2,20 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу за межою текучості

$$n_T = \frac{\sigma_T}{\sigma_{\text{ЭКВ}}}, \quad (5.8)$$

$$n_T = \frac{294}{2,20} = 133,6.$$

Допустимий запас $[n]=2,2$;

$$n > [n].$$

Умова міцності виконується

5.2 Розрахунок кінцевого ущільнення вала

1 Вибір типу ущільнення

Кінцеві ущільнення передбачаються для ущільнення вала насоса в місці виходу його з корпусу і запобігають витоку перекачivanoї рідини з насоса.

За умовами роботи насоса найбільш доцільне застосування торцевого ущільнення. Торцеві ущільнення мають ряд переваг: забезпечують практично повну герметичність, нормально працюють при підвищенній вібрації і не вимагають догляду.

В конструкції насоса застосовано одинарне торцеве ущільнення (рис. 5.2).

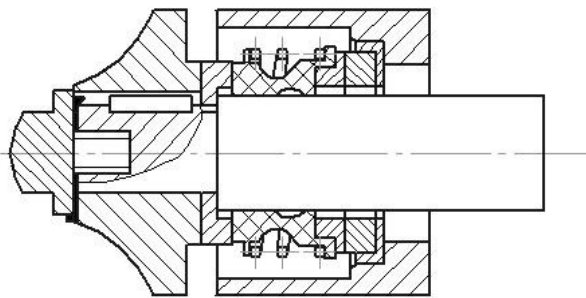


Рисунок 5.2 - Торцеве ущільнення

2 Розрахунок потужності, споживаної в ущільненні

Ущільнення здійснюється по торцевій поверхні між деталями, які нерухомі і які обертається (див. рисунок), що притискаються одна до іншої пружиною.

Втрата потужності в парі тертя визначається за формулою [1]:

$$N_y = 16,16 \cdot 10^{-6} \cdot v \cdot d_{CP}^2 \cdot f \cdot P_{yD} \cdot n, \text{ кВт} \quad (5.9)$$

де v – ширина ущільнюючого паска, см; $v = 0,3$ см.

$$d_{CP} = \frac{(d_H + d_{вн})}{2},$$

$f = 0,05 - 0,15$ – коефіцієнт тертя;

P_{yD} - питомий тиск, кгс/см²;

n – частота обертання вала, об/хв.

Значення P_{yD} можна визначити виходячи з оптимального значення коефіцієнта врівноваження [1]: $K = 0,55 - 0,8$.

Коефіцієнт врівноваження визначається відношенням

$$K = \frac{P_{yD}}{P_O}, \quad (5.10)$$

де P_O – ущільнючий тиск.

Приймаємо $K = 0,7$

$$P_{yD} = K \cdot P_O. \quad (5.11)$$

Вважаємо, що ущільнюють тиск P_B буде дорівнює тиску P_{BX} на вході в насос. Приймаємо максимальний тиск на вході $P_{BX} = 1$ ат = 1 кгс/см². Тоді ущільнючий тиск $P_B = 1$ кгс/см².

$$P_{yD} = 0,7 \cdot 1 = 0,7 \text{ кгс/см}^2.$$

$$d_{CP} = \frac{3,4 + 2,8}{2} = 3,1 \text{ см.}$$

Приймаємо $f = 0,05$.

Потужність тертя

$$N_y = 16,16 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3 \cdot 3,1^2 \cdot 0,05 \cdot 0,7 \cdot 1450 = 0,0024 \text{ кВт.}$$

5.3 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом

Розмір шпонки під робочою колесом, мм

$$b \times h \times l = 6 \times 6 \times 18.$$

Матеріал шпонки - сталь шпонкова ГОСТ 3360-78.

Межа плинності матеріалу шпонки - $\sigma_T = 333$ МПа.

Матеріал колеса - сталь 20Х13Л.

Межа плинності матеріалу колеса - $\sigma_T = 412$ МПа.

Матеріал вала - сталь 40.

Межа плинності матеріалу вала - $\sigma_T = 294$ МПа.

Крутний момент на валу - $M_{кр} = 5,14$ Нм.

При розрахунку шпоночно з'єднання вала з колесом визначальним є напруження зминання

$$\sigma_{CM} = \frac{2M_{кр}}{d \cdot l_p (h - t_1)}, \quad (5.12)$$

де l_p – робоча довжина шпонки, м;

d - діаметр вала, м;

h – висота шпонки, м;

t_1 - глибина паза вала, м.

Робоча довжина шпонки

$$l_p = l - b, \quad (5.13)$$

$$l_p = 18 - 6 = 12 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot 5,14}{0,028 \cdot 0,012 \cdot (0,006 - 0,0035)} = 12,24 \cdot 10^6 \text{ Па} = 12,24 \text{ МПа.}$$

Напругу на зминання, яка допускається, обчислюємо для матеріалу, що має найнижчу межу міцності (матеріал вала).

Напруга, що допускається на зминання:

$$[\sigma_{CM}] = 0,56 \cdot \sigma_T. \quad (5.14)$$

Для матеріала вала

$$[\sigma_{CM}] = 0,56 \cdot 294 = 164,6 \text{ МПа};$$

$$\sigma_{CM} < [\sigma_{CM}].$$

Умова міцності шпонки на зминання виконується.

6 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Технологічний процес механічної обробки деталі

Згідно з завданням магістерської роботи потрібно розробити маршрутний технологічний процес виготовлення робочого колеса. Тип виробництва - середнесерійний.

Виходячи з інформації, отриманої на підприємстві, для розробки технологічного процесу виготовлення даної деталі за базу приймаємо технологічний процес виготовлення проставки вільновихрового насоса ВВНМ 6,3/5, розробленого на АТ Сумський завод «Насосенергомаш», м.Суми.

6.2 Технологічний аналіз конструкції деталі

Робоче колесо відкритого типу (рис.6.1) входить в склад насоса ВВНМ 10-11,2, яке створює в корпусі меридіональний вихор. Не дивлячись на простоту конструкції, відносну простоту виготовлення та відповідно дешевизну, ця деталь є однією з основних в конструкції насоса та визначає основні енергетичні показники насоса.

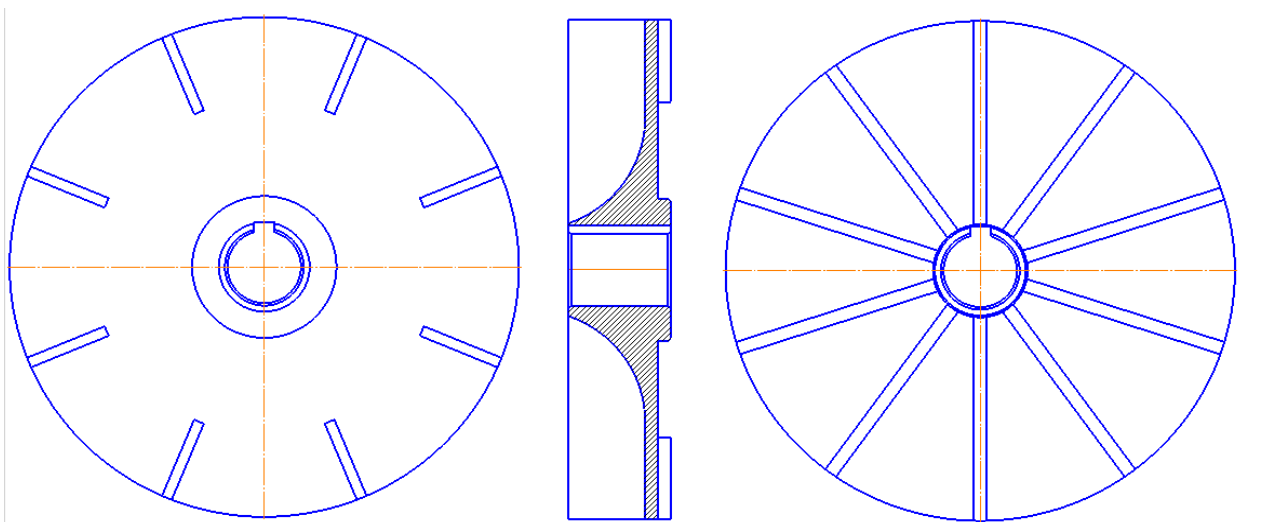


Рисунок 6.1 – Робоче колесо

Робоче колесо встановлюється на консольну частину вала, де стопориться від радіального зсуву консольною гайкою М10 аеродинамічної форми, що зменшує гідравлічні втрати в насосі. Для забезпечення обертального руху між валом та

колесом встановлено в пази призматичну шпонку 6x6x18. Конструкцією колеса передбачено 10 лопатей прямої форми на передній частині основного диску, які створюють гідравлічну лопать для перекачування рідини. На задній частині диску, розташовані 8 лопатей на $\varnothing 130$ мм, імPELLери, призначені бля компенсації осьової сили, яка виникає при роботі колеса.

Головний робочий орган, відноситься до робочих коліс відкритого типу. Виготовлене з легованої конструкційної якісної сталі 20Х13Л ГОСТ 977-88 з покращеними ливарними властивостями. Як будь-яка відповідальна деталь має певні технологічні вимоги, вказані на робочому кресленні. Робоче креслення оброблюваної деталі містить всі необхідні відомості, що дають уявлення про деталь та можливі способи отримання заготовки. На кресленні вказані всі розміри з відхиленнями, шорсткість поверхонь та технічні вимоги, що пред'являються до деталі, відомості про марку матеріалу, термічній обробці, масі і т.п. Конструкція деталі є простою, допускає застосування універсального устаткування і різального інструменту. Деталь має хороші базові поверхні для виконання початкових операцій обробки.

6.3 Вибір заготовки та способу її отримання

Як вже було сказано, р.к. отримане з сталі з гарними ливарними властивостями, отримане ливарним способом. Виходячи з 11-го класу точності та відхилення маси, вибираємо спосіб отримання заготовки в піщаній формі.

Лиття - заповнення будь якої форми (ємності, порожнини) матеріалом, що знаходяться в рідкому агрегатному стані. За ГОСТ 3.1109-82: виготовлення заготовки або виробу з рідкого матеріалу заповненням ним порожнини заданих форм і розмірів з наступним затвердінням. У найбільш поширеному розумінні - типовий процес-операція отримання виробів, що полягає в заповненні спеціальної ємності (форми), яка формує поверхню або частину поверхні виготовлюваного виробу. При цьому вона заливається рідким матеріалом (метали і неметали) з подальшим термо-тимчасовим переходом рідкого матеріалу в твердий агрегатний

стан і отримання, в результаті, твердої заготовки, близькою по конфігурації, розмірам і властивостям до виробу.

Сутність процесів лиття металів і завдання ливарного виробництва.

Литтям (або ливарним виробництвом) називають метод виробництва, при якому виготовляють фасонні заготовки деталей шляхом заливання розплавленого металу в заздалегідь приготовлену ливарну форму, порожнина якої має конфігурацію заготовки деталі. Після затвердіння і охолодження металу в формі отримують вилівок-заготовку деталі. Основним завданням ливарного виробництва є виготовлення ливарних сплавів виливків, що мають різноманітну конфігурацію з максимальним наближенням їх форми і розмірів до форми і розмірів деталі (при литті неможливо отримати вилівок, форма і розміри якої відповідає формі і розмірам деталі).

Лиття класифікується за:

Матеріалом виливків:

– металеве - чорне (зі сплавів на основі заліза - стали і чавуну) і кольорове (з кольорових і дорогоцінних металів - міді, алюмінію, магнію, олова, вісмуту, свинцю, срібла, золота) і сплавів на їх основі.

– неметалеве - з пластичних мас, полімерів, мінералів, бетону, гіпсу, органічних речовин, кераміки, скла, солі, шлаку та інших матеріалів.

Призначенням виливків: виробничо - технічне, побутове, медичне, декоративне, художнє та ін.

Спеціальні вимоги, що пред'являються до відливок.

Технології (види, способи, методи) отримання виливків: в землю, в кокіль, по моделях, що виплавляються, під тиском, електрошлакове, по моделях, що газифікуються, в форми з холоднотвердіючих сумішей, вижимання, по заморожуваних моделях, відцентрове, безперервне, вакуумне і ін. [3].

Можливі варіанти однієї технології (наприклад, лиття по виплавлюваних моделях з парафіно-стеаринових сумішей і лиття по виплавлюваних моделях з легкоплавких сплавів) і об'єднання різних технологій (наприклад електрошлакове лиття в кокіль).

Ливарні форми виготовляють як з неметалічних матеріалів (піщані форми, форми, виготовлені по виплавлюваних моделях, оболонкові форми) для одноразового використання, так і з металів (кокілі, виливниці для відцентрового лиття, прес-форми для лиття під тиском) для багаторазового використання.

Лиття в піщані форми є найпоширенішим способом виготовлення виливків. Виготовляють виливки з чавуну, сталі, кольорових металів від кількох грам до сотень тонн, з товщиною стінки від 3 ... 5 до 1000 мм і довжиною до 10000 мм [4].

Сутність лиття в піщані форми полягає в отриманні виливків з розплавленого металу, затверділого у формах, які виготовлені з формувальних сумішей шляхом ущільнення з використанням модельного комплекту (рис. 6.2).

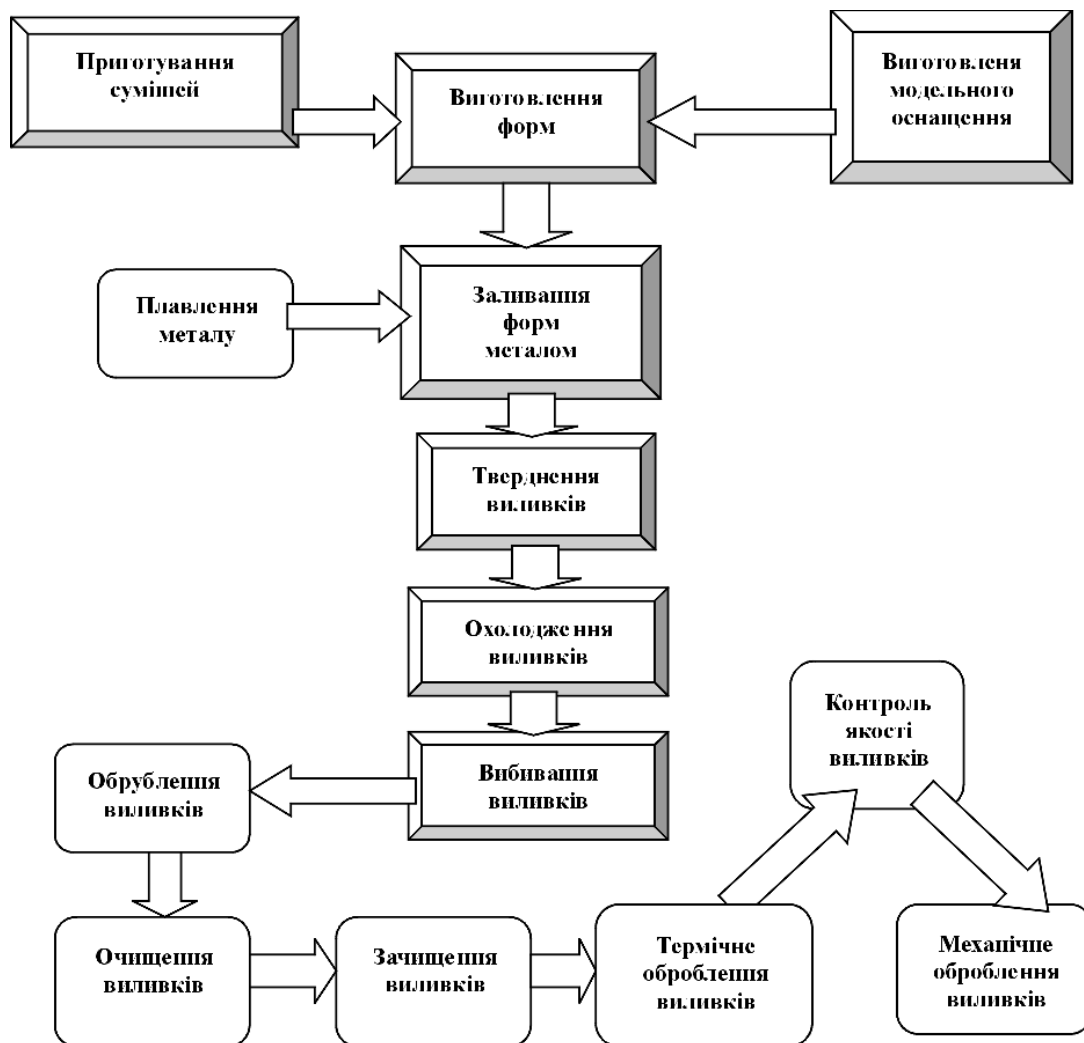


Рисунок 6.2 - Схема технологічного процесу виготовлення виливків в піщаних формах

Ливарна форма для отримання виливків в піщаних формах представлена на рис. 6.3 [4].

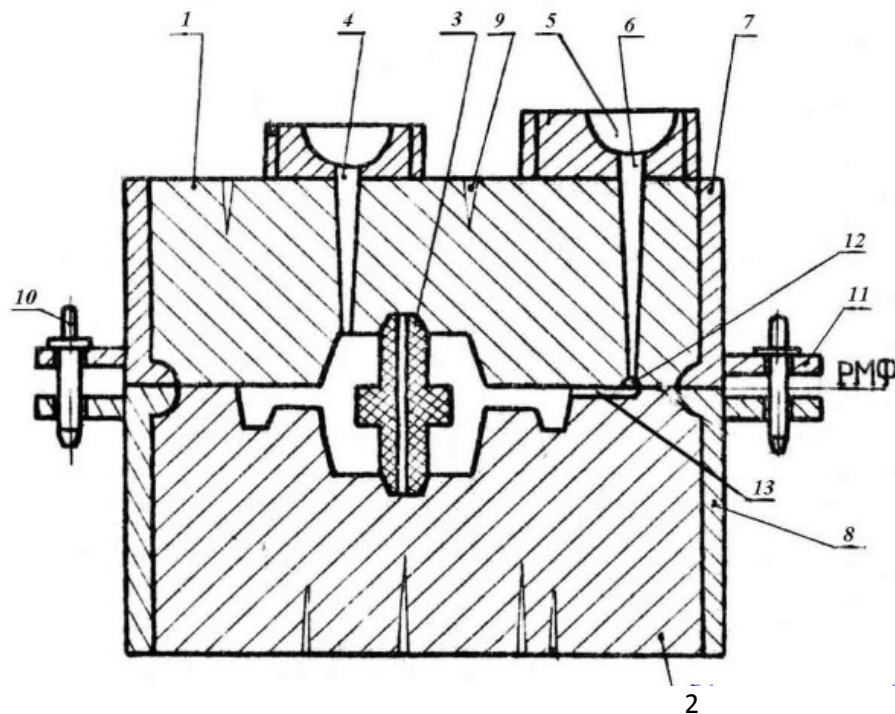


Рисунок 6.3 - Схема ливарної форми

Ливарна форма складається з верхньої 1 і нижньої 2 полуформ, які виготовляються в опоках 7, 8 - пристосування для утримання формувальної суміші. Опоки можуть бути суцільнолитими і звареними. По конфігурації вони бувають прямокутними, круглими і рідше - фігурними. Для полегшення виходу газів і парів води в стінках опоки виконують спеціальні вентиляційні отвори. Для утримання ущільненої суміші в опоки і збільшення жорсткості конструкції середні і великі опоки постачають внутрішніми ребрами. Для спрощення обробки опок верхній рівень ребер жорсткості часто виконується нижче бортів опок. Для виготовлення опок використовують чавун, сталь, алюмінієві і магнієві сплави. Напівформи орієнтують за допомогою штирів 10, які вставляють в отвори ручок опок 11.

Для освітлення порожнин отворів чи інших складних контурів у форми встановлюють ливарні стрижні 3, які фіксують за допомогою виступів, що входять до відповідних западини форми (знаки).

Ливарну форму заливають розплавленим металом через ливарну систему. Ливарна система - сукупність каналів і елементів ливарної форми, за якими розплав надходить з розливного ковша в порожнину форми і заповнює її.

Основними елементами є: ливарна чаша 5, яка служить для прийому розплавленого металу і подачі його в форму; стояк 6 - вертикальний або похилий канал для подачі металу з ливникової чаші в робочу порожнину або до інших елементів; шлакоуловлювач 12, за допомогою якого утримується шлак і інші неметалічні домішки; живильник 13 - один або кілька, через які розплавлений метал підводиться в порожнину ливарної форми. Для виведення газів, контролю заповнення форми розплавленим металом і харчування виливки при її затвердінні служить випор 4. Для виведення газів призначені і вентиляційні канали 9. До ливникової системи відносять прибуток, що компенсує усадку виливки, тому їх розташовують над масивними частинами виливки. Конфігурацію і розміри прибутків підбирають таким чином, щоб процес кристалізації виливка завершувався саме в них. Простота відділення прибутку забезпечується застосуванням діафрагм (розділових пластин), виконаних з шамотно-глинистих сумішей.

Розрізняють ливникові системи з живильниками, розташованими в горизонтальній або вертикальній площинах. За способом підведення розплаву в робочу порожнину форми літникової системи ділять на нижню (сифонну), верхню, бокову (по роз'єму), дощову, ярусну. За гідродинамічною ознакою ливарні системи підрозділяються на ті, що звужуються і розширюються. Для звужувальних літників характерно послідовне зменшення площ поперечних перерізів стояка, шлакоуловлювача і живильників.

При наявності самого вузького місця в живильниках забезпечується швидке заповнення металом всієї системи і шлакоуловлювача з метою кращого уловлювання шлаку. Заливання металу в порожнину форми відбувається з великою швидкістю, що може привести до розбризкування і окисленню розплаву, захоплення повітря і розмиву форми. Таку систему застосовують у виробництві чавунних виливків.

У розширювальних системах вузьке місце знаходиться в нижньому перетині стояка. Швидкість потоку від стояка до живильників знижується, метал надходить в порожнину спокійно, з меншим розбризуванням, менше окислюючись і руйнуючи стінки форми. Розширювальні системи застосовують при виготовленні виливків зі сталі, алюмінієвих, магнієвих та інших легко окислювальних сплавів.

Показник, який характеризує раціональність вибору способу отримання заготовки: K – коефіцієнт використання матеріалу [4]:

$$K_{н.м.} = \frac{m_{д.}}{m_{заг}}, \quad (6.1)$$

де - маса деталі, кг; $m_{д.} = 2,5$ кг;

- маса заготовки, кг; $m_{заг} = 3,2$ кг.

$$K_{н.м.} = \frac{2,5}{3,2} = 0,78 = 78\%$$

Для відливок це добрий показник.

6.4 Вибір технологічних баз

В якості технологічної бази на першій операції при обробці центрального отвору приймаємо бічні поверхні.

При обробці лопатей базою є центральний отвір.

Обробка шпочного пазу є однією з останніх операцій, базою є зовнішній діаметр колеса.

При виборі обладнання керуємося наступним:

- забезпеченням пред'явлених до деталі технічних вимог по точності;
- типом виробництва;
- продуктивністю верстата.

Вибір оснащення здійснюється відповідно до конструктивних особливостей виготовленої деталі, схемою її базування, обраним для обробки обладнанням.

6.5 Складання технологічного маршруту обробки

005 лиття

Згідно тех. процесу ливарних робіт

010 Зберігання

015 Слюсарна

020 Токарна 16К20

Точити згідно ескізу.

025 Контроль

Контролювати розміри згідно ескізу операції 020.

030 Токарна 16К20

Точити згідно ескізу

035 Контроль

Контролювати розміри згідно ескізу операції 030.

040 Токарна 16К20

Точити, витримуючи розміри і вимоги креслення.

045 Контроль

Контролювати розміри згідно з кресленням.

050 Фрезерна 6М12П

Фрезерувати згідно з кресленням.

055 Контроль

Контролювати фрезеровані розміри.

060 Слюсарна.

Притупити гострі кромки.

065 Розмітка. Стіл розмічальний.

Розмітити отвор під шпоночний паз.

070 Контроль.

Контролювати розмітку згідно з кресленням.

075 Довбальна. 2К522

Обробити отвори по розмітці згідно з кресленням.

080 Контроль.

Контролювати оброблений отвор відповідно до креслення.

085 Маркувальна.

Маркувати ударним способом

090 Контроль.

Контролювати нанесену розмітку згідно з вимогами креслення.

095 Слюсарно-складальна.

Притупити гострі кромки, зняти задирки. Зібрати з деталями вузла.

7 РОЗДІЛ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що виникають під час експлуатації насосного обладнання.

В процесі експлуатації насосного обладнання на працюючих можуть впливати небезпечні і шкідливі виробничі фактори і призводити до нещасних випадків і захворювань [7].

Залежно від рівня і наслідків дії на людину кожен з факторів може бути або небезпечним, коли він призводить до травми або раптового погіршення здоров'я, або шкідливим, якщо його вплив на людину призводить до зниження працездатності чи захворювання.

Під час експлуатації насосного обладнання можуть виникати наступні шкідливі та небезпечні фактори [7]:

- рухомі елементи і механізми насосного обладнання; рухомі частини виробничого обладнання;
- пересувні вироби, заготовки, матеріали, гострі кромки і задирки на обладнанні, інструменті та заготовках;
- руйнівні конструкції;
- відхилення від нормативних значень параметрів мікроклімату в приміщеннях і на робочих місцях (температури, вологості, рухливості повітря);
- температури поверхонь обладнання, ґрунту, матеріалів (барометричного тиску);
- відсутність або нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- пряма і відбита блескость;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень випромінювань у робочій зоні (іонізації, радіації);

- підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвуку, ультразвуку на робочих місцях; підвищене значення вражаючих факторів в електричних ланцюгах, зіткнення з якими може призвести до травмування;

- підвищений рівень електромагнітних випромінювань, статичної електрики, напруженості електричного поля;

- підвищена запиленість та загазованість робочої зони; робочої зони на значній висоті відносно поверхні землі або підлоги приміщення.

При експлуатації насосів виникають такі шкідливі виробничі фактори, як підвищений шум і вібрація. Джерелами зазначених шкідливих виробничих факторів є обертові і рухомі частини механізмів насоса (електродвигун, лопатеве колесо, підшипники) [7].

Шум і вібрація класифікуються за ГОСТ 12.0.003-74 як активні, тобто вони можуть вплинути на людину за допомогою укладених в них енергетичних ресурсів.

7.2 Техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт насосного обладнання.

При зупинці насоса для ремонту необхідно [8]:

- відключити електродвигун від джерела живлення і на пусковому пристрої вивісити плакат «Не включати - працюють люди!»;

- відключити насос від трубопроводів шляхом закриття засувки і установкою заглушок;

- залишився продукт видалити з насоса;

- зробити запис в журналі експлуатації із зазначенням часу зупинки агрегату для ремонту.

1 Розбирання і ремонт насоса повинні проводитися за розпорядженням керівника підприємства з оформленням наряду-допуску на виконання робіт підвищеної небезпеки.

2 Ремонт насосів, що перекачують етилований бензин, допускається тільки після внутрішньої і зовнішньої промивання корпусу і всіх вузлів і деталей насоса гасом.

3 Після промивання корпус і деталі насоса необхідно насухо протерти обтиральним матеріалом.

4 При ремонті насосів та інших роботах в приміщенні насосної повинен застосовуватися інструмент, виготовлений з матеріалу, який виключає іскроутворення при ударі.

5 Не допускається перебування людей навпроти вибиваються або випресовуваних деталей.

6 Працівники, які користуються електричним інструментом, повинні мати групу з електробезпеки не нижче II і відповідне посвідчення.

7 Зміна електроламп і запобіжних ковпаків в насосних проводиться електриком.

7.3 Дії населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій

Відповідно до Закону про промислову безпеку, організація, що експлуатує небезпечний виробничий об'єкт, зобов'язана [9]:

- вжити заходи щодо захисту життя і здоров'я працівників у разі аварії на небезпечному виробничому об'єкті;

- здійснювати заходи щодо локалізації та ліквідації наслідків аварій на небезпечному виробничому об'єкті, сприяти державним органам у розслідуванні причин аварії.

Організація, що експлуатує небезпечний виробничий об'єкт, зобов'язана [9]:

- планувати і здійснювати заходи щодо локалізації та ліквідації наслідків аварій на небезпечному виробничому об'єкті;

- укладати з професійними аварійно-рятувальними службами або з професійними аварійно-рятувальними формуваннями договори на обслуговування, а в передбачених законом випадках, створювати власні професійні аварійно-рятувальні служби або професійні аварійно-рятувальні формування, а також позаштатні аварійно-рятувальні формування з числа працівників;

- мати резерви фінансових коштів і матеріальних ресурсів для локалізації та ліквідації наслідків аварій відповідно до законодавства України;

- навчати працівників діям в разі аварії або інциденту на небезпечному виробничому об'єкті;
- створювати системи спостереження, оповіщення, зв'язку і підтримки дій в разі аварії і підтримувати зазначені системи в придатному для використання стані.

На великих підприємствах, що експлуатують небезпечні виробничі об'єкти, є протипожежна служба, газорятувальна служба, система протипожежного захисту, готуються позаштатні аварійно-рятувальні формування з числа працівників, є план ліквідації аварії і т.п. Як правило, злагодженість роботи всіх цих служб істотно впливає на результат роботи по ліквідації аварійних ситуацій [9]

Дія населення при аваріях з шкідливими отруйними речовинами.

1 Поряд з природними стихійними лихами на промислових підприємствах міста можуть виникнути виробничі аварії з викидом шкідливих речовин: хлору, аміаку, соляної кислоти.

Хлор газ зеленувато-жовтого кольору з різким задушливим запахом. Важчий за повітря. При випаровуванні і з'єднанні з водяними парами в повітрі стелиться над землею у вигляді туману зеленувато-білого кольору, може проникнути в нижні поверхи та підвальні приміщення будинків. При виході в атмосферу з несправних ємностей димить. Пари сильно подразнюють органи дихання, очі і шкіру.

Аміак безбарвний газ з різким задушливим запахом. Легше повітря, добре розчинний у воді. При виході в атмосферу з несправних ємностей димить. Небезпечний при вдиханні. При високих концентраціях можливий смертельний результат. Пари сильно подразнюють органи дихання, очі і шкіру.

Соляна кислота водний розчин жовтого кольору з різким запахом. Пари викликають подразнення слизової оболонки очей, кашель, відчуття задухи. При попаданні водного розчину на шкіру опіки. Наявні на об'єктах міста шкідливі отруйні речовини при викиді (виливши) їх в результаті аварійних ситуацій поширюються у напрямку вітру і мають різкий, характерний запах, утворюють на місцевості хмара туману різного забарвлення.

Найпростішим засобом захисту від попадання всередину організму людини цих речовин є ватно-марлеві пов'язки, змочені водою, тому кожному жителю міста необхідно мати в готовності таку пов'язку.

При отриманні сигналу і інформації по радіо про виникнення небезпеки зараження або появи в повітрі ознак шкідливих хімічних речовин необхідно:

- закрити вікна і квартирки, вимкнути нагрівальні прилади, погасити вогонь в печах;
- надіти ватно-марлеву пов'язку, змочену водою (при відсутності пов'язки можна використовувати тканину, хустку, рушник, хутрянні або ватяні частини одягу, змочені водою);
- покинути квартиру;
- швидко виходити із зони зараження перпендикулярно (навперейми) напрямку вітру на піднесені, добре провітрюваних ділянки місцевості;
- строго виконувати вказівки міліції і органів ГО;
- забороняється при знаходженні в зоні зараження заходити в підвали, створювати паніку і перешкоджати діям міліції;
- при появі ознак отруєння потерпілого винести (вивести) на свіже повітря, звільнити від одягу, що стискує, промити очі і рот 2% розчином соди, при необхідності зробити штучне дихання і відправити в медичний заклад або викликати лікаря;
- після передачі сигналу по радіо або гучномовцями патрульних автомобілів про ліквідацію аварій, вхід в житло і виробничі приміщення дозволяється після провітрювання.

Дотримання правил поведінки в зараженій зоні, організованість, спокій і рішучі дії в екстремальних умовах запорука збереження здоров'я кожної людини.

8 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

8.1 Система технічного обслуговування і ремонту моноблочного насоса

Сучасні відцентрові моноблочні насоси досить надійні і при дотриманні рекомендацій виробника щодо монтажу та експлуатації - ремонту потребують вкрай рідко. Нижче наведено загальний перелік рекомендацій по експлуатації та технічного обслуговування відцентрових моноблочних насосів з повітряним охолодженням двигуна [10]:

- не допускається робота насоса без рідини, робота насоса "в суху" призведе до зносу ущільнень вала. Знос змінного торцевого ущільнення валу - найбільш поширена причина виходу з ладу моноблочних відцентрових насосів.

- відцентровий моноблочний насос повинен працювати в паспортному режимі
- робоча точка на напірно-витратної характеристиці повинна перебувати в допустимих межах. Насос не повинен працювати з дуже великою і дуже маленькою подачею. Рекомендується щоб робоча точка знаходилася в зоні максимального ККД насоса.

- під час тривалих простоїв, рекомендується включати насос в роботу на короткі проміжки часу (5-10 хвилин), не рідше одного разу на місяць. В іншому випадку може статися окислення вала, для усунення якого може знадобитися ремонт насоса.

- не допускається заморожування води в насосі, тому установка насосів в приміщенні з періодичним зниженням температури нижче нуля - не рекомендується.

- в відцентрових моноблочних насосах з сальниковим ущільненням валу, сальник повинен бути холодним, і не повинен пропускати багато рідини.

У разі неефективної роботи або виникнення неполадок рекомендується звернутися до наступної таблиці для вирішення, по можливості, проблем що виникли[11]:

1. Насос не залитий

- знову повторити процедуру заливання.

2. Недостатня швидкість обертання

- збільшити кількість обертів двигуна у відповідності з усіма іншими параметрами функціонування;

- замінити робоче колесо на більший діаметр;

3. Напір системи перевищує розрахунковий напір

- якщо можливо, збільшити швидкість обертання або замінити робоче колесо на більший діаметр;

- змінити насос або збільшити кількість робочих коліс для багатоступневих насосів;

- знизити напір системи.

4. Напрямок обертання - помилковий

- змінити напрямок обертання електродвигуна.

5. Наявність повітряних бульбашок у всмоктуючому трубопроводі

- змінити хід всмоктуючого трубопроводу.

6. Потрапляння повітря в всмоктуючий трубопровід

- перевірити герметичність трубопроводу.

7. Перекачувана рідина змішана з повітрям (у вигляді емульсії)

- встановити перед насосом відстійну ванну або ємність для дегазації рідини.

8. Висота всмоктування перевищує розрахункове значення, внаслідок чого насос працює в кавітації

- довести значення висоти всмоктування до розрахункового;

- збільшити діаметр всмоктуючого трубопроводу;

- провести огляд всмоктуючого трубопроводу, зворотного або донного клапана, фільтра;

- повністю відкрити клапан, розташований на всмоктуючому трубопроводі;

- знизити падіння тиску.

9. Шиберного кільце і / або хомут крильчатки або сама крильчатка і / або елементи розподілу зношені і / або пошкоджені

- провести ревізію насоса, замінивши і / або відремонтувавши пошкоджені компоненти.

10. В'язкість, щільність або питома вага рідини, що перекачується перевищують розрахункові значення

- привести характеристики рідини, що перекачується у відповідність з розрахунковими значеннями.

11. Недостатня глибина занурення всмоктуючого трубопроводу під рівнем рідини, з утворенням засмоктування

- збільшити глибину занурення всмоктуючого трубопроводу або зворотного або донного клапана.

12. Крильчатка засмічена відкладеннями накипу і / або чужорідними тілами

- зняти крильчатку, очистити її і звільнити від тіл, що застрягли в лопатях;
- пом'якшити рідину, що перекачується.

13. Вхід повітря через систему герметичності

- відрегулювати ущільнення з набиванням і / або відремонтувати або замінити механічне ущільнення.

14. Трубопровід забитий

- прочистити труби і клапани;
- очистити фільтри.

15. Зайва висока швидкість

- якщо можливо, знизити швидкість обертання насоса.

16. Напір системи нижче розрахункового значення

- впливати на регулювальний клапан трубопроводу, що подає;
- зменшити діаметр крильчатки;
- зменшити кількість крильчаток на багатоступеневих насосах.

17. Тиск всмоктування надмірно високий

- знизити тиск, не вдаючись до відтиння клапанів, розташованих на всмоктуючому трубопроводі.

18. Втрата вирівнювання муфти передачі між насосом і двигуном

- провести вирівнювання муфти передачі.

19. Дефект і / або знос підшипників

- замінити підшипники.

20. Неправильна напруга двигуна. Погана робота двигуна

- замінити двигун;
- відрегулювати напругу живлення.

21. Ущільнення з набиванням занадто вузьке

- послабити гайки сальника ущільнення з набиванням

22. Можливе заклинювання насоса

- зупинити насос і перевірити правильність роботи.

23. Насос та / або трубопровід погано закріплені

- затягнути до упору кріпильні болти.

24. Насос зношений або пошкоджений з наявністю надмірних внутрішніх

зазорів

- провести ревізію насоса.

25. Вкладиші муфти передачі зношені

- замінити вкладиші муфти передачі.

26. Розбалансування робочого колеса внаслідок зносу, відкладень і / або

утворення накипу

- зняти, очистити, провести балансування і / або замінити крильчатку;
- пом'якшити рідину, що перекачується.

27. Наявність сил, моментів і втрати вирівнювання насоса, що викликаються

трубопроводом

- провести вирівнювання і замінити трубопровід.

28. Недостатній рівень масла на опорі або невідповідність масла або

відсутність мастила

- долити масло та / або мастило до нормального рівня або замінити його на

відповідне

29. Надмірне поглинання потужності

- знизити поглинання, з'ясувавши його причини

30. Насос працює всуху

- забезпечити правильні умови експлуатації

31. Перекачувана рідина або промивка ущільнень забруднені і / або не відповідають

- вставити фільтр на лінію промивки;
- змінити рідину промивання.

32. Надмірний вигин або вібрація валу

- встановити причини і відновити правильні умови роботи (див. Відповідні інструкції)

33. Перекачувана рідина не сумісна з ущільненнями

- зв'язок з фірмою виробником.

34. Знос захисної втулки вала

- замінити захисну втулку вала.

35 Продуктивність нижче мінімально необхідної

- підвищити продуктивність;
- вплинути на байпасний трубопровід мінімальної витрати.

36. Невідповідність підстави і / або фундаменту

- замінити і / або зміцнити основу і / або фундамент, слідуючи передбаченим правилами

37. Надлишок мастила на підшипниках

- видалити надлишок мастила і перевірити стан підшипників.

38. Наявність води на опорах

- замінити підшипники і все мастило.

39. Помилкова збірка після ревізії

- провести ревізію насоса, виконавши правильно збірку

40. Пошкодження механічних ущільнень

- зняти механічні ущільнення, ревізювати їх або замінити.

41. Занадто високе осьове зусилля

- перевірити робоче колесо.

Ремонт і зняття насоса з системи [11]. Дочекайтеся повної зупинки насоса до початку переміщення установки. Якщо насос все ще містить будь-яку рідину, він може раптово почати обертатися. Прийміть всі запобіжні заходи, слив залишки

рідини з насоса або закрити труби за допомогою клапана. Можливий контакт з гарячими поверхнями, дочекайтеся охолодження насоса.

Технічне обслуговування здійснюється, коли насос зупинений, відключена подача живлення і будь-які інші сполуки. Переконайтеся, що подача живлення відновлюється тільки оператором, який проводить технічне обслуговування. Необхідна присутність як мінімум двох операторів і бригадир повинен бути поставлений до відома про проведення технічного обслуговування. Експлуатувати тільки при наявності відповідних захисних пристроїв.

У будь-якому випадку, перш ніж приступити до проведення робіт на насосі, необхідно [11]:

- дістати і надіти захисний спецодяг (шолом, окуляри, рукавички, взуття, тощо.);
- відключити електроживлення і при необхідності, від'єднати електропроводку двигуна;
- перекрити клапани на всмоктуванні і подачі насоса;
- якщо насос транспортує гарячу рідину, остудити його до температури приміщення;
- якщо насос транспортує небезпечні рідини, вжити відповідних заходів безпеки;
- злити з корпусу насоса перекачувану рідину через дренажний отвір і, при необхідності, осушити насос.

Для зняття (при необхідності) насоса і двигуна з системи слід:

- зняти фіксуючі болти всмоктуючих і подаючих фланців насоса;
- зняти накладку;
- зняти розпірну муфту (при наявності);
- зняти електродвигун (при необхідності), послабивши гвинти кріплення до основи або до ліхтаря, якщо насос моноблочного виконання;
- зняти насос, послабивши гвинти кріплення до основи;
- від'єднати насос від системи, уважно стежачи за тим, щоб не пошкодити будь-які компоненти.

У разі зняття насоса з установки зніміть пристрій, дотримуючись чинних положень і необхідні заходів щодо захисту обладнання.

ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської роботи було розроблено моноблочний електронасос АВВМ 10-11,2. Графічна частина складається з 6 аркушів А1, на яких представлені агрегат та основні частини електронасоса.

Описані переваги моноблочних вільновихрових електронасоїв, а саме:

- 1) широкий діапазон робочих витрат і напорів;
- 2) компактна конструкція;
- 3) невисока ціна;
- 4) високий ККД від 30 до 56 %;
- 5) невибагливий до якості перекачуваної рідини;
- 6) температура рідини, що перекачується, може перевищувати 100 ° С.

Та недоліки:

- 1) наявність підшипників кочення і торцевих ущільнень вала;
- 2) високий рівень шуму і вібрації в порівнянні з насосами з мокрим ротором;
- 3) допускається лише одне монтажне положення, при якому вісь вала горизонтальна;
- 4) моноблочний насос повинен встановлюватися на раму або фундамент;
- 5) насоси з сальниковим ущільненням вала вимагають технічного обслуговування.

При виконанні магістерської роботи були проведені гідравлічні розрахунки: проточної частини насоса, осьової та радіальної сил.

Вибрано електродвигун з подовженим валом АІР80Ж4У3 та виконані необхідні перевірочні розрахунки: механічні розрахунки вала на статичну міцність, розрахунок кінцевого ущільнення вала, розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом.

В ході виконання технологічної частини було обрано спосіб отримання заготовки деталі – робочого колеса насоса та розроблено маршрутний процес його виготовлення з картами ескізів.

Питаннями з охорони праці було - аналіз шкідливих та небезпечних факторів, що виникають під час експлуатації насосного обладнання; техніка безпеки під час виконання ремонтних робіт насосного обладнання; дії населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

Питаннями з економіки було - система технічного обслуговування і ремонту моноблочного насоса.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Михайлов А.К., Малюшенко В.В. Лопастные насосы. - М.: Машиностроение, 1977 - 288с.
2. Анализ осевого напора, действующего на ротор насоса свободного течения. Перевод статьи Grychowski I, Gontarczuk Z. из журнала Zcszyty naukowe politechnika staska, 1978, № 532.
3. Міжнародна відкрита енциклопедія [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://ru.wikipedia.org/wiki>
4. Посібник для викладачів та студентів «Матеріалознавець» [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://xn--80aagiccszezsw.xn--p1ai/uchebnyki/osnovy-litejnogo-proizvodstva/1-3-sposoby-izgotovleniya-otlivok-texnologicheskie-osobennosti-litya-v-peschanye-formy/1-3-1-izgotovlenie-otlivok-v-peschanyx-formax>
5. Свободновихревые насосы : учеб. пособие / В. Ф. Герман, И. А. Ковалев, А. И. Котенко ; под общ. ред. А. Г. Гусака. – 2-е изд., доп. и перераб. – Сумы: Сумский государственный университет, 2013. – 159 с.
6. Каталог електродвигунів [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://elektrodivigatel.com.ua/ielektrodivigateli/dvigateli-special-noi-nasosnoi-modifikacii>.
7. Студентська енциклопедія [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://studfile.net/preview/4300505/page:16/>.
8. База инструкцій по охороне труда [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://xn-----7cdbxfuat6afkbmmhefunjo4bs9u.xn--p1ai/amp/>.
9. Журнал «Охрана труда.ИНФО» [Електронний ресурс]. Режим доступу – <https://websot.jimdo.com/>.
10. НПП «ГидроТерм Индиниринг» [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://www.gidro-term.com.ua/142-stati/289-nasos-monoblochnyj-tsentrobezhnyj-ustrojstvo-montazh-normy>.
11. Руководство по эксплуатации центробежных насосов rompetravaini.