

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему

“Розробка вільновихрового насоса типу СВНМ 10-10”
зі спеціальності 6.05050205 “Гідравлічні машини, гідроприводи та
гідропневмоавтоматика”

Виконавець роботи

Переваруха Маргарита Федорівна
прізвище, ім'я, по батькові

підпис, дата

Науковий керівник

Герман Віктор Федорович
прізвище, ім'я, по батькові

к.т.н., доцент
науковий ступінь, вчене звання

підпис, дата

Суми 2018

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 61 сторінок, 14 рисунків, 9 літературних джерел.

Тема бакалаврської роботи: «Розробка вільновихрового насоса типу СВНМ 10-10».

Графічні матеріали: складальне креслення насоса, складальне креслення корпусу, креслення проставки, креслення корпусу ущільнення, креслення робочого колеса, – всього 4,5 аркуша формату А1.

Об'єкт розробки – вільновихровий насос, призначений для перекачування побутових і промислових забруднених рідин на параметри: подача $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$; напір $H = 10 \text{ м}$.

Проаналізовано основне насосне обладнання, що застосовується у 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 перевірені розрахунки кінцевого ущільнення.

В економічному розділі розглянуто методи організації виробничих процесів. Непотокове виробництво, його суть, форми, види та їх характеристика.

В розділі охорони праці розглянуто питання: небезпечні зони устаткування. класифікація та призначення засобів захисту.

Розроблено технологічний процес виготовлення деталі проставка.

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

ЗМІСТ

с.

Завдання	
Реферат	
Вступ.....	6
1 Призначення і область застосування насоса.....	8
2 Опис і обґрунтування обраної конструкції електронасоса.....	9
2.1 Опис конструкції електронасоса.....	9
2.2 Обґрунтування вибору конструктивної схеми насоса	10
2.3 Вільновихровий насос типу «Туго».....	11
2.4 Опис вибраної конструкції насоса СВНМ 10-10.....	12
3 Гідравлічні розрахунки.....	14
3.1 Розрахунок проточної частини насоса.....	14
3.2 Розрахунок осьової сили.....	19
3.3 Розрахунок радіальної сили.....	21
4 Розрахунки по вибору електродвигуна.....	23
4.1 Вибір електродвигуна.....	23
4.2 Розрахунок пускової моментної характеристики.....	24
5 Розрахунки на міцність.....	25
5.1 Розрахунок вала на статичну міцність.....	26
5.2 Розрахунок кінцевого ущільнення вала.....	28
5.3 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання вала з колесом.....	29
6 Технологічний розділ.....	31
6.1 Технологічний процес механічної обробки деталі.....	31
6.2 Технологічний аналіз конструкції деталі.....	31
6.3 Вибір заготовки та способу її отримання.....	32

					<i>6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ</i>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Агрегат електронасосний АСВНМ 10-10 Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Переваруха					4		
Перевір.	Герман							
Реценз.								
Н. Контр.	Алексєєнко					СумДУ, гр. ГМ-41		
Затв.								

6.4 Вибір технологічних баз.....	37
6.5 Складання технологічного маршруту обробки.....	38
7 Розділ з охорони праці.....	40
7.1 Небезпечні зони устаткування.....	40
7.2 Класифікація та призначення засобів захисту.....	40
8 Економічна частина.....	45
8.1 Методи організації виробничих процесів.....	45
8.2 Непотокове виробництво, його суть, форми, види та їх характеристика.....	48
Висновки.....	50
Список літератури.....	52
Додаток А - Маршрутні карти.....	53

ВСТУП

Відцентрові насоси активно використовуються як в побуті, так і в промисловості. Залежно від конструктивного виконання їх відносять до багатоступневих 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 (СВН) 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 СВН є обмежені напори і відносно невеликі значення коефіцієнта корисної дії (ККД) 35 – 58 %. 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 СВН з великими значеннями подачі, тобто з підвищеними коефіцієнтами швидкохідності: $n_s = 60 - 180$.

Більша частина вітчизняних СВН 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 СВН є моноблочна схема (СВНМ). 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,

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

горизонтальний, вільновихровий, моноблочний, укомплектований ущільненням вала торцевого типу, з приводом від електродвигуна.

Такі агрегати мають такі 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;
- службах водопостачання;
- системах охолодження;
- насосних станціях;
- у пристроях для підвищення тиску.
- для перекачування рідини в промисловості і сільському господарстві.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 ПРИЗНАЧЕННЯ І ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ НАСОСА

Насос моноблочний вільновихровий СВНМ 10-10 (подача $Q = 10 \text{ м}^3/\text{год}$ і напір $H = 10 \text{ м}$) 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 °С) і щільністю до 1050 кг / м³, 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.

Використовуються в багатьох сферах діяльності, таких як:

- хімічна промисловість (для транспортування спиртів і хімічних речовин без твердих частинок в складі, розчини лугів, кислот, суспензії, сольові розчини);

- харчове виробництво (перекачування харчових концентратів і компонентів). Транспортування кісткової і рибного борошна, кисломолочних продуктів, сирні пасти, фруктові та овочеві пюре;

- нафтопереробна промисловість (хитає бензини, дизельне паливо, мазути);

- сільське господарство (зрошувальні системи);

- комунальне господарство (стоки побутової та промислової діяльності); паперове виробництво (макулатурні, солом'яні, паперові маси);

- цукрове виробництво (бурякові соки, морси, пюре, бадилля); пристроями укомплектовуються машини з перевезення бензинів, паливно-мастильних матеріалів (цистерн, автоцистерн), і сільськогосподарські машини для транспортування води та рідких добрив.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ОПИС І ОБГРУНТУВАННЯ ОБРАНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОНАСОСА

2.1 Опис конструкції електронасоса

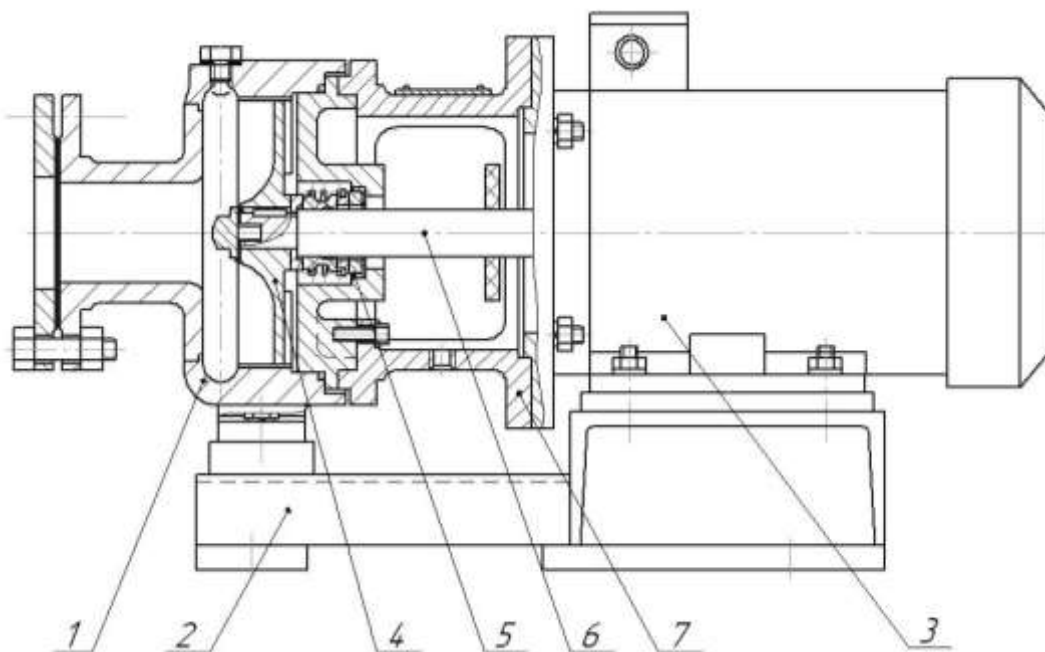


Рисунок 2.1 – Агрегат електронасосний СВНМ 10-10

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

У процесі роботи агрегату, 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 СВНМ 10-10 - 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.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ

Лист

9

Корпус агрегату має кільцеву форму. Корпус агрегату 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 другий 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 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 СВН 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 для 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

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

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 СВН 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 СВН 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

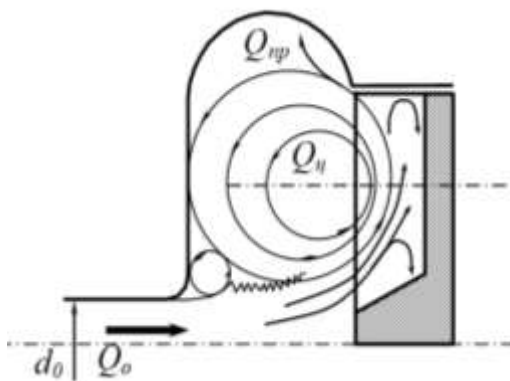


Рисунок 2.2 – Схема руху рідини в СВН типу «Туро»

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ				

Тільки 15 відсотків переробленої 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 Опис вибраної конструкції насоса СВНМ 10-10

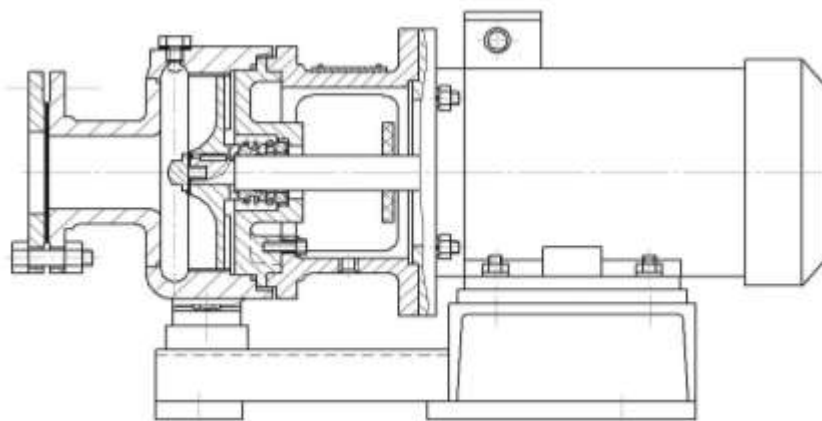


Рисунок 2.3 – Схема агрегата СВНМ 10-10

Агрегат електронасосний СВНМ 10-10 зібраний на базі насоса СВНМ 6,3-5, та змонтований на зварній рамі. Умовне позначення АСВНМ 10-10, де:

А – агрегат;

СВН – вільновихровий насос;

М – моноблочний;

10 – напір, який створює насос, 10 м;

10 – подача, яку створює насос, 10 м³/год.

Насос СВНМ 10-10 є вільновихровим насосом з консольним розташуванням колеса напівзакритого типу на подовженому валі двигуна. Така схема є раціональною. Колесо знаходиться в ниші корпусу, що

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

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 - імPELLери. 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 300⁰С: корпуси, блоки циліндрів, зубчасті колеса, станини з напрямними, більшість металорізальних верстатів, диски зчеплення, гальмові барабани й т.п.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

3 ГІДРАВЛІЧНІ РОЗРАХУНКИ

3.1 Розрахунок проточної частини насоса

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

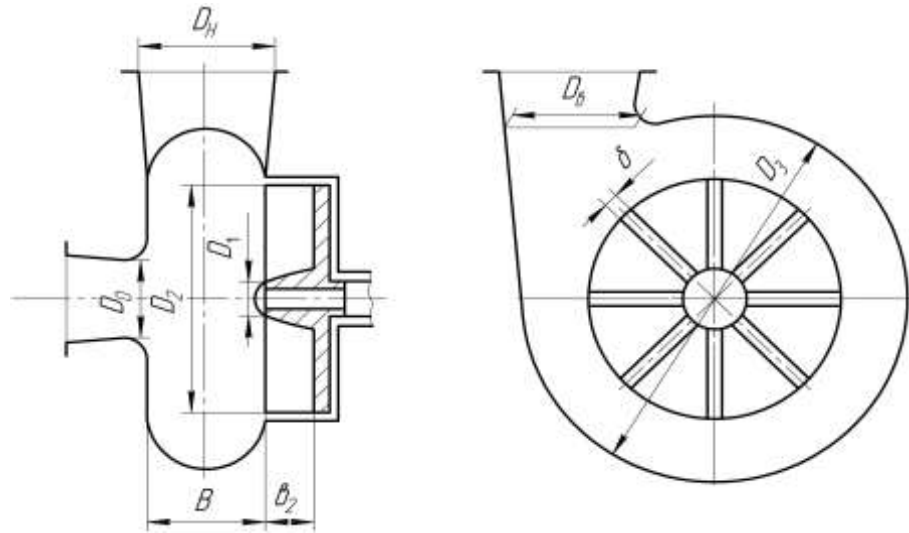


Рисунок 3.1 – Геометричні розміри проточної частини ВВН типу "Туро"

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

1 Визначаємо коефіцієнт швидкості насоса:

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

$$n_s = 3,65 \cdot \frac{1450 \cdot \sqrt{10/3600}}{10^{3/4}} = 49,6.$$

2 На рис. 3.2 знаходимо ККД і відносну ширину вільної камери при $n_s = 49,6$: $\eta = f(n_s)$, $\bar{B} = f(n_s)$:

$$\eta = 0,42; \quad \bar{B} = 0,09.$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ

Лист

14

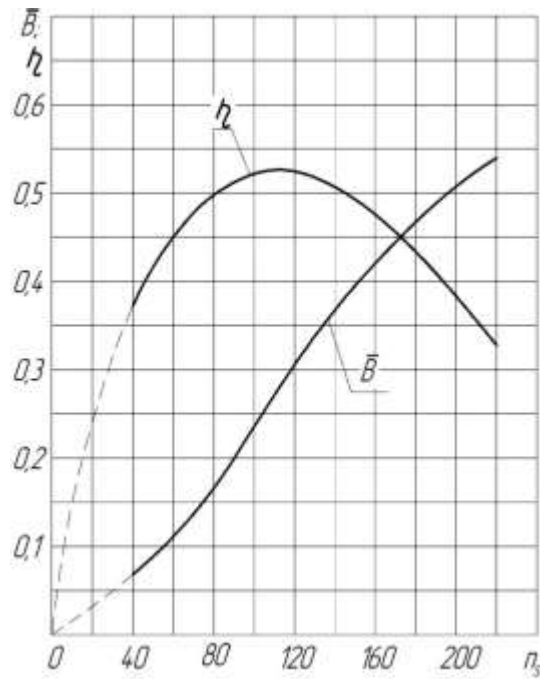


Рисунок 3.2 – Залежність ККД і відносної ширини вільної камери \bar{B} від n_s

3 Задаємося співвідношеннями основних розмірів робочого колеса:

$$\bar{D}_1 = 0,2, \bar{b}_2 = 0,15; z = 10; \bar{\delta} = 0,02.$$

4 За допомогою рис. 3.3 знаходимо:

$$F_1 = 0,0191.$$

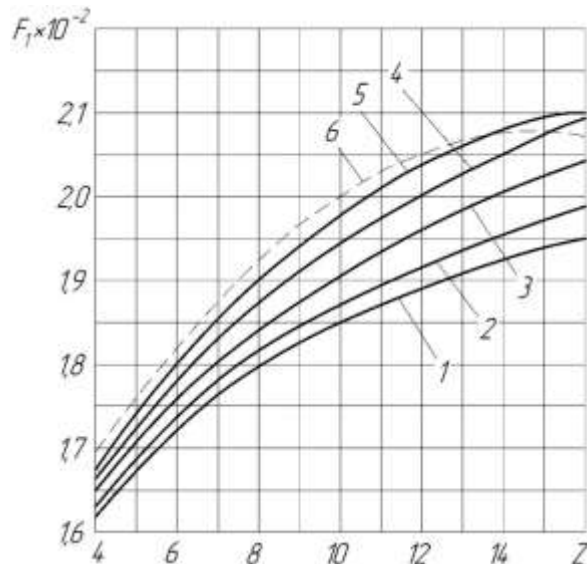


Рисунок 3.3 – Залежність функції F_1 від числа лопатей РК при $\bar{D}_1 = 0,2$:

$$1 - \bar{\delta} = 0,005; 2 - \bar{\delta} = 0,01; 3 - \bar{\delta} = 0,02;$$

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

5 За рис. 3.4 визначаємо:

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

$$\text{при } \bar{B}/\bar{b}_2 = 0,09 / 0,15 = 0,6 ; F_2 = 2,4 .$$

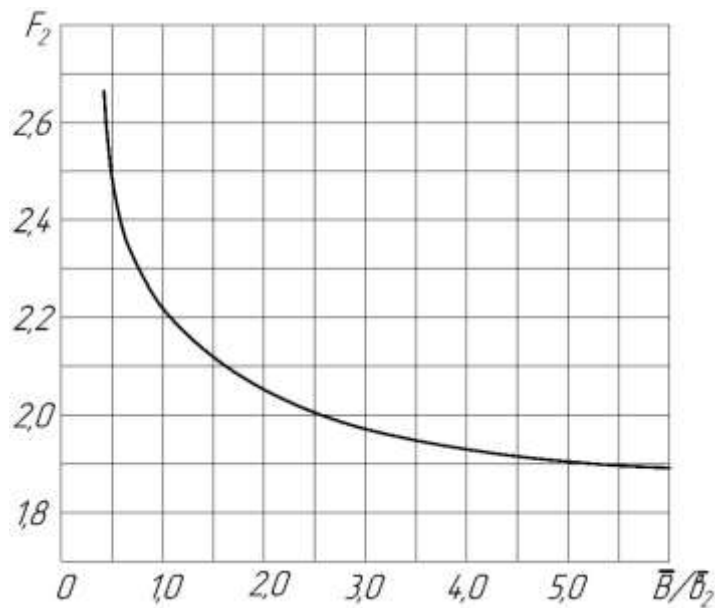


Рисунок 3.4 – Залежність функції F_2 від відношення \bar{B}/\bar{b}_2

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 $\eta_{\text{мех}} = 0,95 - 0,97$);

$K = 7,023 \cdot 10^3$ – постійний коефіцієнт;

η – ККД насоса, визначається залежно від n ;

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 $\bar{D}_1 = 0,2$;

F_2 – функція, що враховує вплив відносних розмірів відводу, визначається за графіком залежно від відношення \bar{B}/\bar{b}_2 (рис. 3.4);

n – частота обертів РК, об/хв.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

маємо $\eta_{\text{мех}} = 0,95$;

$$A = \left[\frac{0,95}{7,023 \cdot 10^{-3} \cdot 0,42 \cdot 0,0191 \cdot 2,4} \right]^{1/2} = 83,8,$$

Тоді:

$$D_2 = \frac{83,8}{1450} \cdot \sqrt{10} = 0,183 \text{ м} = 183 \text{ мм}.$$

Приймаємо $D_2 = 0,185 \text{ м} = 185 \text{ мм}$.

7 Обчислюємо абсолютні розміри робочого колеса:

$$D_1 = \bar{D}_1 \cdot D_2; \quad D_1 = 0,2 \cdot 185 = 37 \text{ мм};$$

$$b_2 = \bar{b}_2 \cdot D_2; \quad b_2 = 0,15 \cdot 185 = 28 \text{ мм};$$

$$\delta = \bar{\delta} \cdot D_2; \quad \delta = 0,02 \cdot 185 = 4 \text{ мм}.$$

8 Знаходимо ширину вільної камери:

$$B = 0,09 \cdot 185 = 18 \text{ мм}.$$

9 Приймаємо кільцевий відвід, основні геометричні розміри якого такі:

$$D_3 = D_2 + B; \quad D_3 = 185 + 18 = 203 \text{ мм}.$$

Ширину входу в відвід приймаємо рівною ширині вільної камери:

$$b_3 = B = 18 \text{ мм}.$$

10 Визначаємо діаметр входу в насос.

Вхідний коефіцієнт швидкості:

$$K_{V_0} = (0,2 - 0,25) \cdot (n_s / 100)^{2/3}, \quad (3.4)$$

$$K_{V_0} = (0,2 - 0,25) \cdot (49,6 / 100)^{2/3} = 0,125 - 0,157.$$

Приймаємо $K_{V_0} = 0,14$.

Швидкість у вхідному патрубку

$$V_0 = 0,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 10} = 1,96 \text{ м/с}.$$

Діаметр входу

$$D_0 = \sqrt{4 \cdot 10 / 3600 \cdot 3,14 \cdot 1,96} = 0,042 \text{ м}.$$

Приймаємо $D_0 = 42 \text{ мм}$.

Умова $D_0 \geq B$ виконується.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Діаметр 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:

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

$$N = \frac{1050 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 10}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,42} = 0,68 \text{ кВт}.$$

Потужність електродвигуна:

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

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

до 2 кВт $\kappa = 1,5$;

от 2 до 5 кВт $\kappa = 1,25 - 1,5$;

от 5 до 50 кВт $\kappa = 1,15 - 1,25$;

от 50 до 100 кВт $\kappa = 1,08 - 1,15$;

от 100 кВт и більше $\kappa = 1,05$.

Приймаємо: $\kappa = 1,5$.

$$N_{\text{эд}} = 1,5 \cdot 0,68 = 1,02 \text{ кВт}.$$

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.

$$d_{\text{в}} = \sqrt[3]{\frac{0,68}{1450} \cdot \frac{48960}{45 \cdot 10^6}} = 0,008 \text{ м}.$$

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

Остаточно розмір вала приймаємо при конструктивній розробці насоса.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

3.2 Розрахунок осьової сили

Визначення осьового зусилля проводимо за методикою [2].

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

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

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

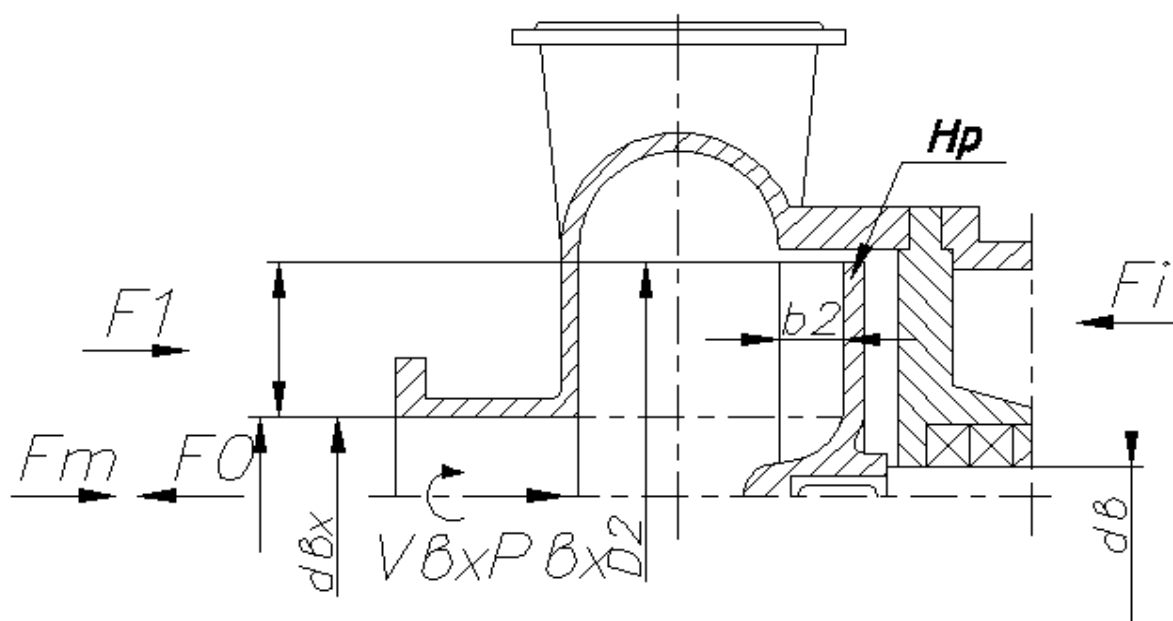


Рисунок 3.5 – Схема дії осьових сил в СВН

1 Визначемо силу F_m .

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

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

Знайдемо швидкість руху рідини через витрату насоса

$$V_{вх} = 4Q / \pi \cdot D_0^2 \quad (3.10)$$

$$V_{вх} = 4 \cdot \frac{10}{3600 \cdot 3,14 \cdot 0,42^2} = 0,9 \text{ м/с.}$$

Тоді

$$F_m = 1150 \cdot 9,81 \cdot 0,00175 \cdot 0,9 = 18 \text{ Н.}$$

2 Сила F_1 визначається за формулою:

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

$$F_1 = 3,14 \cdot 1150 \cdot 9,81 \cdot (0,0625^2 - 0,016^2) \cdot \left[3,85 - \frac{0,452^2 \cdot 151,7^2}{2 \cdot 9,81} \cdot \left(0,0625^2 - \frac{0,0625^2 + 0,016^2}{2} \right) \right] = 411 \text{ Н}$$

де $r_2 = 0,0925$ м - зовнішній радіус робочого колеса;

$r_B = 0,025$ м - радіус вала під ущільненням;

$\rho = 1050$ кг/м³ - густина рідини;

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

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

Визначаємо п'єзометричний напір електронасоса, H_p , м за формулою

$$H_p = H \cdot \left\{ 1 - \frac{V}{2} \cdot \frac{U_2}{u_2} \right\} \quad (3.12)$$

де U_2 – колова швидкість, $U_2 = 9,48$ м/с;

V_{u_2} - колова складова абсолютної швидкості, м/с:

$$V_{u_2} = 0,775 \cdot U_2 \quad (3.13)$$

$$V_{u_2} = 0,775 \cdot 9,48 = 7,35 \text{ м/с.}$$

$$H_p = 10 \left\{ 1 - 0,9 \frac{2 \cdot 9,48}{2 \cdot 7,35} \right\} = 3,85 \text{ м.}$$

3 Сила F_0 буде рівна:

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

де $P_0 = 1,0$ кгс/см² - максимальний тиск у всмоктувальному патрубку.

Тоді:

$$F_0 = 3,14/4 \cdot 0,42^2 \cdot 1,0 \cdot 10^5 = 196 \text{ Н.}$$

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 електронасоса

$$K = 0,33 + 0,295 \cdot 10^{-4} \cdot [36 - b_2]^3 - 0,0087 = 0,37.$$

Тоді:

$$F_1 = 0,37 \cdot 1050 \cdot 9,81 \cdot 10 (0,185^2 - 0,42^2) = 274 \text{ Н.}$$

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ

Результуюча осьова сила, що діє на ротор електронасоса

$$F = 441 - 274 + 196 - 18 = 345 \text{ Н.}$$

Для зменшення величини осьової сили застосовуємо імпеллери.

Зменшення осьової сили від дії лопатей імпеллера визначаємо за формулою:

$$T_{л} = 3/8 \cdot \rho \cdot g (\pi \cdot D_{2u}^2 / 4 - \pi d_{1u}^2 / 4) \cdot (U_{2u}^2 - U_{1u}^2) / 2g ; \quad (3.16)$$

$$T_{л} = 3/8 \cdot 1150 \cdot 9,81 \cdot (3,14 \cdot 0,125^2 / 4 - 3,14 \cdot 0,06^2 / 4) \cdot (9,5^2 - 4,55^2 / 2 \cdot 9,81) = 124 \text{ Н,}$$

де $D_{2u} = 0,185$ м - зовнішній діаметр лопатей імпеллера;

$d_{1u} = 0,06$ м - внутрішній діаметр лопатей імпеллера;

$U_{2u} = 9,5$ м/с - колова швидкість на виході з лопаток імпеллера;

$U_{1u} = 4,55$ м/с - колова швидкість на вході на лопатки імпеллера.

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

$$A = F - T_{л} = 345 - 124 = 221 \text{ Н.}$$

Отримане значення осьового зусилля менше допустимого осьового навантаження для прийнятого двигуна АИР80А4У3.

$$221 \leq 441.$$

3.3 Розрахунок радіальної сили

Для визначення радіальної сили в відцентровому насосі з кільцевим відводом використовуємо формулу [3]:

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

Где K_R - безрозмірний коефіцієнт радіальної сили;

D_2 - зовнішній діаметр робочого колеса;

$D_2 = 0,185$ м;

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

$b_2 = 0,028$ м.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

Коефіцієнт K_R залежить від n_s . При $n_s = 49,6$ $K_R = 0.17$

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:

$$R = 0.17 \cdot 1 \cdot 1050 \cdot 9.81 \cdot 19 \cdot 0.185 \cdot 0.028 = 18 \text{Н.}$$

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4 РОЗРАХУНКИ ПО ВИБОРУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

4.1 Вибір електродвигуна

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

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

$$N = \frac{1050 \cdot 9,81 \cdot 10 \cdot 10}{1000 \cdot 3600 \cdot 0,42} = 0,68 \text{ кВт.}$$

де η - к.к.д. насоса в робочій точці, $\eta=42\%$.

Потужність електродвигуна:

$$N_{эл} = K \cdot N, \quad (4.2)$$

де $K=1.1-1.3$ - коефіцієнт, який враховує допустиме граничне відхилення напору. Приймаємо $K=1,5$.

Тоді для приводу насоса вибираємо електродвигун АІР80А4УЗ (рис. 5.1) [2]:

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 валу);

А – виконання довжини серцевини;

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

УЗ – Кліматичне виконання, ІР: 54;

Діаметр вала: 22 мм;

Потужність – 1,1кВт;

Напруга – 220/380В;

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Частота обертання(синхронна) – 1500 об/мин.

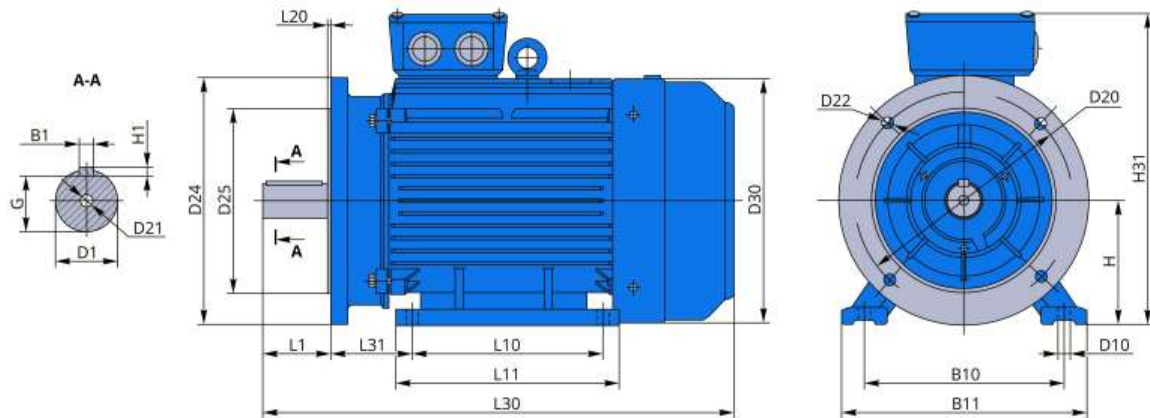


Рисунок 5.1 – Монтажна схема електродвигуна серії AIR

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 C);
- повного розвороту електродвигуна ($n = 1500$ об / хв).

У початковий момент при $n = 0$

$$M_0 = 0.2M_{ном} \quad (4.4)$$

де $M_{ном}$ - момент електродвигуна.

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

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

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

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

Момент опору агрегату при повному розвороті електродвигуна:

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

де N_{\max} - максимальная потужність насоса.

$$N_{\max} = N_n = 0,68 \text{ кВт};$$

Тоді:

$$M_{\max} = \frac{0,68}{157} = 0,04 \text{ кВт} = 40 \text{ Вт}$$

Мінімального моменту опору відповідає точка «С» з координатами:

$$n_c = 0,3n \text{ и } M_c = 0,03M_{\max} \quad (4.7)$$

$$n_c = 0,3 \cdot 1500 = 450 \text{ об/мин}$$

$$M_c = 0,03 \cdot 40 = 12 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Коефіцієнт параболы визначається за величиною моменту при повному розвороті двигуна:

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

$$K = \frac{12}{1500^2} = 5,3 \times 10^{-6}$$

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

5 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ

5.1 Розрахунок вала на статичну міцність

1 Вихідні дані

Матеріал валу - сталь 40.

Межа плинності матеріалу валу - $\sigma_T = 294$ Мпа.

Максимальна потужність, споживана насосом - $N_{\max} = 0,68$ 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.

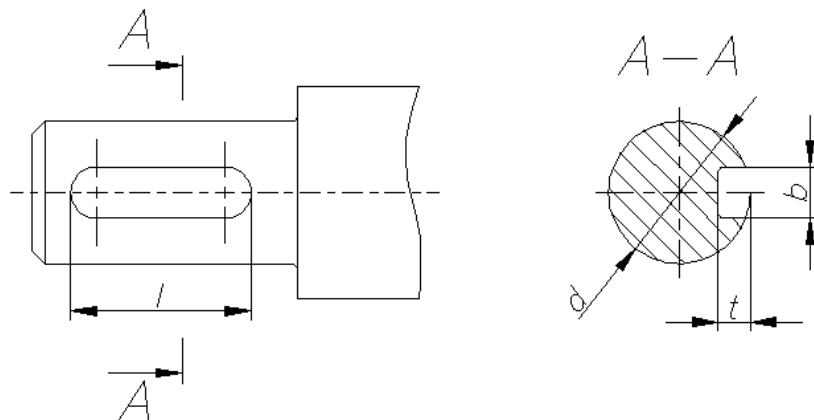


Рисунок 5.1 – Переріз вала під колесом

3 Розрахунок небезпечного перерізу на статичну міцність

Крутний момент, що передається валом

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

$$M_{кр} = 9551 \cdot \frac{0,68}{1450} = 4,48 \text{ Нм.}$$

Максимальний згинальний момент приймаємо

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

$$M_u = 0,1 \cdot 4,48 = 0,448 \text{ Нм.}$$

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

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: $d=0,019$ м; $t_1=0,0035$ м; $b=0,006$ м.

$$W_{кр} = \frac{3,14 \cdot 0,019^3}{16} - \frac{0,006 \cdot 0,0035(0,019 - 0,0035)^2}{2 \cdot 0,019} = 1,21 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3;$$

$$W_u = \frac{3,14 \cdot 0,019^3}{32} - \frac{0,006 \cdot 0,0035(0,019 - 0,0035)^2}{2 \cdot 0,019} = 0,54 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напруга обертання і вигину відповідно

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

$$\tau_{кр} = \frac{4,48}{1,21 \cdot 10^{-6}} = 3,7 \cdot 10^6 \text{ Па} = 3,7 \text{ МПа.}$$

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

$$\sigma_{II} = \frac{0,448}{0,54 \cdot 10^{-6}} = 0,83 \cdot 10^6 \text{ Па} = 0,83 \text{ МПа.}$$

Еквівалентне напруження в небезпечному перерізі

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

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{0,83^2 + 3 \cdot 3,7^2} = 6,46 \text{ МПа.}$$

Коефіцієнт запасу за межою текучості

										Лист
										27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ					

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

$$n_T = \frac{294}{6,46} = 45,5.$$

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 витoku 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).

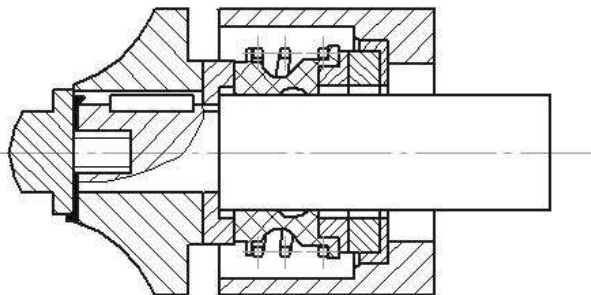


Рисунок 4.1 - Торцеве ущільнення

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]:

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

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

де ν – ширина ущільнюючого паска, см; $\nu = 0,3$ 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

$$K = \frac{P_{yD}}{P_0}, \quad (5.10)$$

де P_0 – ущільнючий тиск.

Приймаємо $K = 0,7$

$$P_{yD} = K \cdot P_0. \quad (5.11)$$

Вважаємо, що ущільнюють тиск P_B буде дорівнює тиску $P_{вх}$ на вході в насос. Приймаємо максимальний тиск на вході $P_{вх} = 1 \text{ ат} = 1 \text{ кгс/см}^2$. Тоді ущільнючий тиск $P_B = 1 \text{ кгс/см}^2$.

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

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

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

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

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

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 валу - сталь 40.

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

Крутний момент на валу - $M_{кр} = 6,4$ Нм.

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

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

де l_p – робоча довжина шпонки, м;

d - діаметр вала, м;

h – висота шпонки, м;

t_1 - глибина паза вала, м.

Робоча довжина шпонки

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

$$l_p = 18 - 6 = 12 \text{ мм.}$$

$$\sigma_{CM} = \frac{2 \cdot 1,58}{0,019 \cdot 0,012 \cdot (0,006 - 0,0035)} = 5,54 \cdot 10^6 \text{ Па} = 5,54 \text{ Мпа.}$$

Напругу, яка допускається на зминання, 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 бакалаврської роботи потрібно розробити маршрутний технологічний процес виготовлення проставки. 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 СВНМ 6,3/5, розробленого на АТ «Насосенергомаш» м.Суми.

6.2 Технологічний аналіз конструкції деталі

Проставка (рис.6.1) входить в склад насоса СВНМ 10-10 і служить для приєднання корпусу насоса до фланця електродвигуна. Не дивлячись на простоту конструкції, відносну простоту виготовлення та відповідно дешевизну, ця деталь має суттєве призначення.

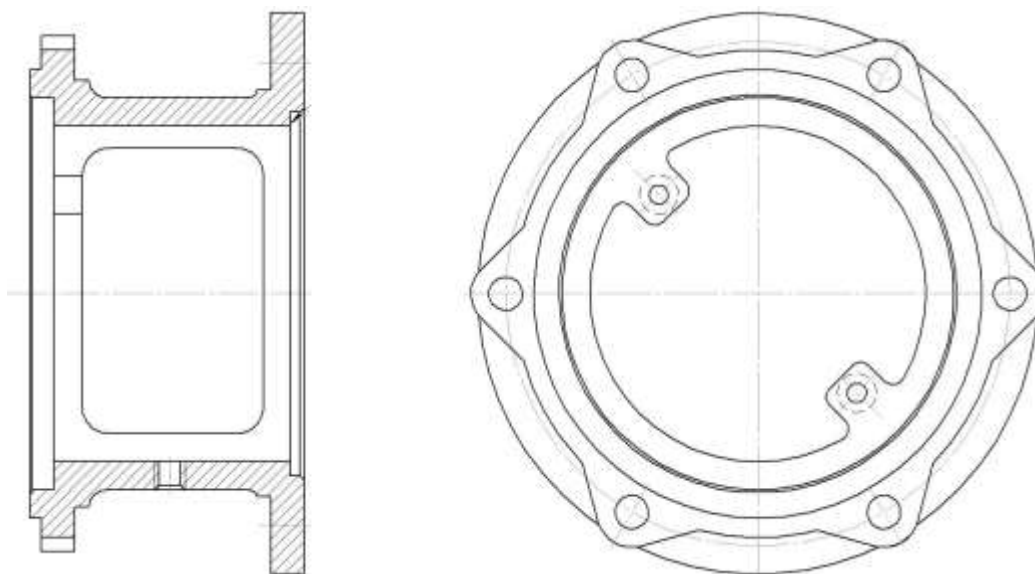


Рисунок 6.1 – Проставка

Приєднання до двигуна та корпусу насоса виконується за допомогою болтів М10. Конструкцією передбачений отвір для зливу витоків з вузла

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

ущільнення, з приєднальним розміром $G-1/4$. Також спеціальне технологічне вікно для вільного доступу до вала, що полегшує технічне обслуговування агрегату. На проставці кріпиться на заклепки фірмова табличка заводу виробника.

Проставка відноситься до деталей типу корпус. Виготовлена з сірого чавуну СЧ 20. Як будь-яка корпусна 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. В цілому 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, проставка отримана ливарним способом. Виходячи з 12-го класу точності та відхилення маси, вибираємо спосіб отримання заготівки в піщаній формі.

Лиття - заповнення чого-небудь (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

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

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

Литтям називають також продукцію ливарного виробництва, художні вироби та вироби народних промислів, отриманих за допомогою лиття.

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:

Матеріалу 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.

неметалевої - 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.

Точності розмірів, ступеня шорсткості поверхні виливків, наявності та величиною припуску для механічної обробки: грубе, точне, прецизійне.

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,

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

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.



Рисунок 6.2 - Схема технологического процесса изготовления виливків в піщаних формах

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

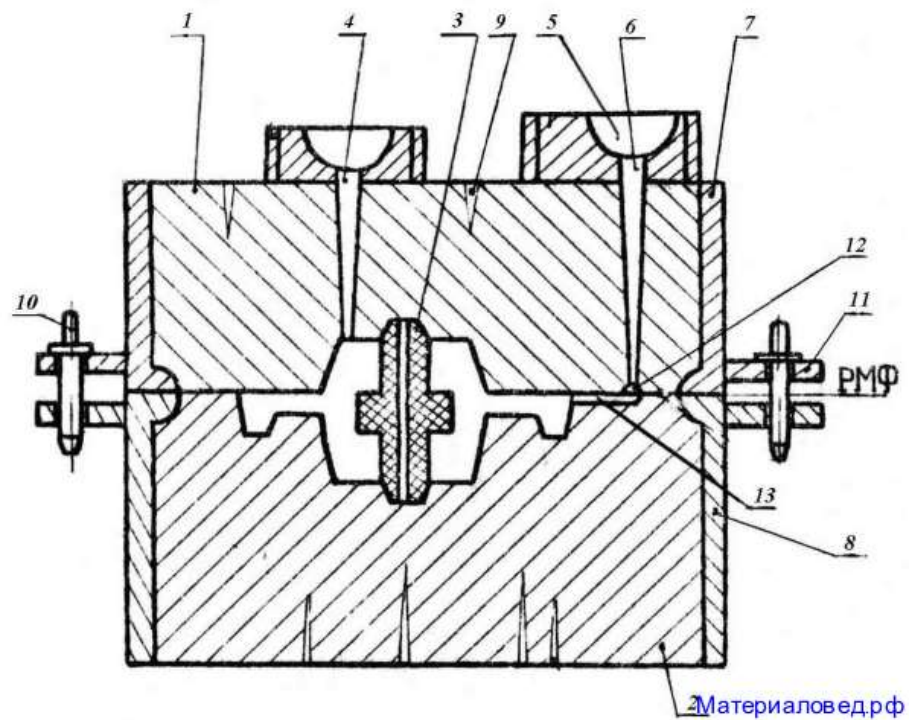


Рисунок 6.3 - Схема ливарної форми

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).

У розширювальних системах вузьке місце знаходиться в нижньому перетині стояка. Швидкість потоку від стояка до живильників знижується, метал надходить в порожнину спокійно, з меншим розбризкуванням, 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]:

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

де - маса деталі, кг; $m_{\text{д}} = 4,0$ кг;

- маса заготовки, кг; $m_{\text{заг}} = 5,2$ кг.

$$K_{\text{и.м.}} = \frac{4}{5,2} = 0,77 = 77\%$$

Для відливок це добрий показник.

6.4 Вибір технологічних баз

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

При обробці внутрішніх поверхонь щік в наступній операції деталь базується по зовнішніх поверхнях в лещатах.

Обробка отворів в щоках проводиться з базуванням деталі по бічних площинах і центрального отвору. Дане базування забезпечує співвісність обробки отворів.

В останній операції при обробці отвору базування деталі проводиться по бокових поверхнях деталі.

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.

Більш детально див. додаток А – Карти ескізів.

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.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

065 Розмітка. Стіл розмічальний.

Розмітити отвори відповідно до креслення.

070 Контроль.

Контролювати розмітку згідно з кресленням.

075 Свердлильная. 2К522

Обробити отвори по розмітці згідно з кресленням.

080 Контроль.

Контролювати оброблені отвори 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.

Більш детально див. додаток А – Маршрутні карти.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

7 РОЗДІЛ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

7.1 Небезпечні зони устаткування

Небезпечна зона - це простір, в якому діють постійно або виникають періодично чинники, небезпечні для життя і здоров'я людини.

Наявність небезпечної зони може бути обумовлено небезпекою поразки електричним струмом, впливу теплових, електромагнітних та іонізуючих випромінювань, шуму, вібрації, ультразвуку, шкідливих парів і газів, пилу, можливістю травмування відлітаючими частинками матеріалу заготовки та інструменту при обробці, вильотом оброблюваної деталі з-за поганого її закріплення або поломки. Особлива небезпека створюється у випадках, коли можливе захоплення одягу або волосся працюючого рухомими частинами обладнання.

Розміри небезпечної зони в просторі можуть бути постійними (зона між ременем і шківом, зона між вальцями і т.д.) і змінними (поле прокатних станів, зона різання при зміні режиму та характеру обробки, зміна різального інструменту і т. д.) .

7.2 Класифікація та призначення засобів захисту

При проектуванні технологічного устаткування і при його експлуатації необхідно передбачати застосування пристроїв, що або виключають можливість контакту людини з небезпечною зоною, або знижують небезпеку контакту.

Так чи інакше на підприємстві повинні застосовуватися засоби захисту працюючих.

За характером застосування засоби захисту працюючих поділяються на дві категорії:

- колективні,

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		40

-індивідуальні.

Засоби колективного захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- нормалізації повітряного середовища виробничих приміщень і робочих місць,
- нормалізації освітлення виробничих приміщень та робочих місць,
- засоби захисту від іонізуючих випромінювань, інфрачервоних випромінювань, ультрафіолетових випромінювань, електромагнітних випромінювань, магнітних і електричних полів, випромінювання оптичних квантових генераторів, шуму, вібрації, ультразвуку, ураження електричним струмом, електростатичних зарядів, від підвищених і знижених температур поверхонь обладнання, матеріалів, виробів , заготовок, від підвищених і знижених температур повітря робочої зони, від впливу механічних, хімічних, біологічних чинників.

Засоби індивідуального захисту в залежності від призначення поділяються на такі класи:

- ізолюючі костюми,
- засоби захисту органів дихання,
- спеціальний одяг,
- спеціальне взуття,
- засоби захисту рук, голови,обличчя, очей, органів слуху, засоби захисту від падіння і інші аналогічні засоби, захисні дерматологічні засоби.

Всі вживані у виробництві захисні пристрої можна розділити на наступні основні групи:

- охоронні;
- запобіжні;
- блокуючі;
- сигналізуючі;
- системи дистанційного керування; спеціальні пристрої (вентиляція, освітлення, глушники шуму, заземлення);

						6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			41

- індивідуальні захисні засоби (СИЗІЙ).

Загальні вимоги до засобів захисту:

- створення оптимальних умов для трудової діяльності
- максимальне зниження небезпек і шкідливостей на робочих місцях, тобто високий рівень захисту;
- облік індивідуальних особливостей устаткування, інструменту, пристосувань або технологічних процесів;
- надійність, міцність, зручність обслуговування машин і механізмів в цілому, включаючи засоби захисту, врахування рекомендацій технічної естетики.

Захисні пристрої - засоби захисту, що перешкоджають попаданню людини в небезпечну зону.

Застосовуються для ізоляції систем привода машин, зон обробки деталей, зон інтенсивного випромінювання, виділення шкідливих херечовин.

Запобіжні захисні засоби застосовуються для автоматичного відключення агрегатів і машин при відхиленні якого-небудь параметра за межі допустимих значень. На установках, що працюють під тиском більше атмосферного, використовуються запобіжні клапани важеля, пружинного і мембранного типу. У разі утворення вибуху, пожежонебезпечних сумішей, при концентраціях 5-50% від вибухонебезпечної, спрацьовує аварійна вентиляція. При підвищеному тиску в ресиверах застосовують теплові реле, що вимикають двигун при збільшенні температури зріджуваного повітря понад припустимого значення.

У електромагнітних плитах для закріплення оброблюваного матеріалу, підйому і перенесення різних виробів слід передбачити:

- запасну проводку від запасного джерела живлення,
- обмежувачі руху,
- кінцеві вимикачі,
- гальмівні і утримуючі пристрої і т.д.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Введення слабкої ланки полягає у внесенні до конструкції технологічного устаткування деталей і вузлів, розрахованих на руйнування (або неспрацьовування) при перевантаженнях (штифти, що зрізають, шпонки, фрикційні муфти, плавкі запобіжники в електроустановках, розривні мембрани і т.д.).

Блокуючі пристрої - виключають можливість проникнення людини в небезпечну зону або усувають небезпечний чинник на час перебування людини в цій зоні (механічні, електричні, фотоелектричні, радіаційні, гідравлічні, пневматичні, комбіновані).

Сигналізуючі пристрої - це засоби інформації про роботу технологічного устаткування, а також про небезпечні і шкідливі чинники, які при цьому виникають.

За призначенням системи сигналізації діляться на:

- оперативні;
- попереджуючі;
- пізнавальні.

За способом інформації:

- звукові;
- візуальні;
- комбіновані;
- одоризаційні (по запаху, в газовому господарстві).

До сигналізуючих пристроїв візуальної інформації можна віднести:

- опізнавальне забарвлення трубопроводів,
- електропроводів,
- знаки безпеки.

Трубопроводи фарбують в наступні кольори:

- вода - зелений;
- пара - червоний;
- повітря - синій;
- горючі і негорючі гази - жовтий;

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

- кислоти - оранжевий;
- луж - фіолетовий,
- горючі рідини - коричневий;
- інші речовини - сірий.

Електричні дроти по приналежності виконують з ізоляцією наступних кольорів:

- чорний - для провідників в силових ланцюгах;
- червоний - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації змінного струму;
- синій - для провідників в ланцюгах управління, вимірювання і сигналізації постійного струму;
- зелено-жовтий (двобарвний) - для провідників в ланцюгах заземлення;
- блакитний - для провідників, сполучених з нульовим дротом і не призначених для заземлення.

Знаки безпеки широко застосовуються практично у всіх сферах діяльності, на транспорті, наприклад:

- що забороняють (не включати - працюють люди; крізний проїзд заборонений);
- застережливі (стій - напруга; не влізай - уб'є; небезпечний поворот);
- що вирішують (працювати тут);
- вказівні (заземлено).

До засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) відносяться:

- ізолюючі костюми;
- засоби захисту органів дихання (респіратори, марлеві пов'язки, протигази і ін.);
- спецодяг (костюми, фуфайки, халати і ін.);
- спецвзуття (черевики, чоботи і ін.);
- засоби захисту голови (каска, шапки і ін.);
- засоби захисту особи, очей, органів слуху;
- захисні дерматичні засоби.

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

8 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

8.1 Методи організації виробничих процесів

Залежно від виду виробництва, обсягів випуску продукції, її складності й матеріаломісткості застосовують різні методи організації виробництва. Як уже було сказано вище, виробничий процес у будь-якій галузі й незалежно від величини підприємства здійснюється в часі й просторі. Ефективне використання часу в процесі виробництва залежить від методів організації виробництва та запровадження на їх основі системи управління виробничим процесом. Ефективність виробництва в цілому також залежить від форм і методів просторової організації виробничого процесу, який передбачає розміщення робочих місць і їхніх груп (дільниць, цехів) на території підприємства. Оптимальним є розміщення, коли забезпечується переміщення предметів праці по операціях за найкоротшим маршрутом. На поєднанні цих двох аспектів побудови виробничого процесу (в часі і просторі) здійснюється практичне застосування відповідного методу організації виробництва. У виробничій діяльності в основному застосовуються два методи організації виробництва: непотоковий і поточковий.

Потоковий метод організації виробничого процесу - один з найбільш високоефективних. Він здійснюється в максимальній відповідності до принципів раціональної організації виробництва. Потоковий виробничий процес характеризується такими ознаками:

- за групою робочих місць закріплюється обробка або складання предмета одного найменування або обмеженої кількості найменувань конструктивно та технологічно подібних предметів;

- робочі місця розміщуються послідовно відповідно до протікання технологічного процесу;

- технологічний процес має високу поопераційну диференціацію, на кожному робочому місці можуть виконуватись одна або кілька схожих операцій;

- предмети праці передаються з операції на операцію поштучно або невеликими транспортними партіями згідно з ритмом роботи, що забезпечує високий ступінь паралельності та безперервності процесу.

При поточковому методі організації виробничого процесу застосовується переважно спеціальний міжопераційний транспортний конвеєр, який виконує функції переміщення предметів праці і регулює ритм роботи виробничого циклу. Поточкові методи дають можливість виготовляти продукцію в великих обсягах і протягом тривалого часу, тобто застосовувати масове й великосерійне виробництво.

Потокова лінія (Production line) є основною структурною ланкою поточкового виробництва, елементи якої технологічно й організаційно взаємозв'язані. Поточкові лінії є різні залежно від галузі виробництва і виду продукції, що випускається, вони класифікуються за певними ознаками. За номенклатурою виробів вони поділяються на однопредметні й багатопредметні.

Однопредметною називається лінія, на якій обробляється або складається виріб одного типорозміру протягом тривалого часу (телевізори, пральні машини, холодильники тощо). Для переходу на виготовлення виробу іншого типорозміру потрібне переналадження лінії (перестановка устаткування, окрема його заміна тощо). Найбільше застосовуються ці лінії в масовому виробництві, зокрема в легкій промисловості, виробництві побутової техніки та ін.

Багатопредметна потокова лінія - це лінія, на якій одночасно або послідовно виготовляється кілька типорозмірів виробів, які схожі за конструкцією і технологією виробництва. Ці лінії застосовуються в більшості в серійному виробництві на підприємствах легкої промисловості, в харчовій

операцій стоїть нерухомо. У дію він приводиться періодично через певний проміжок часу, що відповідає такту лінії. Ці конвеєри застосовуються при технологічних операціях, які вимагають нерухомого стану предмета праці.

Основними параметрами поточкових ліній є: такт, ритм, якість робочих місць, довжина робочих зон, швидкість руху конвеєра.

Такт поточної лінії (Time of production line) - це інтервал часу, за який сходять з лінії вироби, що рухаються один за одним.

У процесі роботи безперервних поточкових ліній передбачаються періодичні короточасні зупинки конвеєра (для обідньої перерви, міжзмінної перерви та ін.).

Ритм поточної лінії (Rhythm of production line) - це інтервал часу, за який сходять з поточної лінії відповідна транспортна партія виробів одного і того ж виду [8].

8.2 Непотокове виробництво, його суть, форми, види та їх характеристика

Непотоковий вид виробничих процесів характерний для одиничних типів виробництва з непостійною номенклатурою виробів.

Одиничний метод організації виробництва передбачає виготовлення продукції в одиничних екземплярах або невеликими партіями, які не повторюються. Він застосовується при виготовленні складного унікального устаткування (прокатні стани, турбіни і т.д.), спеціального оснащення, в дослідувальному виробництві, при виконанні окремих видів ремонтів і т.п.

Відмінними рисами одиничного методу організації виробництва є:

- 1) велика номенклатура продукції, яка не повторюється;
- 2) використання універсального обладнання і спеціального оснащення;
- 3) розташування обладнання по групах однотипних верстатів;
- 4) розробка укрупненої технології;
- 5) використання робочих з широкою спеціалізацією високої кваліфікації;

					6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

б) значну питому вагу робіт з використанням ручної праці;
складна система організації матеріально-технічного забезпечення, що створює великі запаси незавершеного виробництва, а також на складі;
і, як результат попередніх характеристик, високі витрати на виробництво і реалізацію продукції, низькі оборотність оборотних коштів і рівень використання обладнання [9].

Напрямами підвищення ефективності одиничного методу організації виробництва є розвиток стандартизації, уніфікація деталей і вузлів, впровадження групових методів обробки.

Непотоковому типу виробництва притаманні такі ознаки:

- на робочих місцях, як правило, обробляються різноманітні за конструкцією і технологією виготовлення предмети праці. Кількість кожного з них є невеликою і недостатньою для повного завантаження устаткування;
- робочі місця розміщуються за однотипними технологічними групами без відповідного зв'язку з послідовністю виконання операцій. Наприклад, групи токарних, фрезерних, свердлильних та інших верстатів;
- предмети праці переміщуються в процесі обробки за складними маршрутами. Це великою мірою впливає на збільшення перерв між операціями;
- предмети праці часто поступають на проміжні склади і чекають звільнення робочого місця для виконання наступної операції.

Непотоковий метод може застосовуватись і в серійному виробництві відповідно до номенклатури й асортименту виробів. Залежно від кількості виробів і їх номенклатури непотоковий метод може мати різні модифікації. За умов одиничного виробництва він здійснюється переважно у формі одинично-технологічного методу. Процес обробки предметів праці проходить індивідуально згідно з наведеним вище порядком одиницями або невеликими партіями. У серійному виробництві цей метод набуває форми партійно-технологічного або предметно-групового [9].

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

6.050.502.05.17БР.000.00ПЗ

ВИСНОВКИ

В ході виконання бакалаврської роботи було розроблено моноблочний електронасос АСВНМ 10-10. Графічна частина складається з 4,5 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 бакалаврської роботи були проведені гідравлічні розрахунки: проточної частини насоса, осьової та радіальної сил.

Вибрано електродвигун з подовженим валом АІР80А4У3 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 – проставки насоса та розроблено маршрутний процес її виготовлення з картами ескізів.

Питаннями з охорони праці було - опис небезпечних зон устаткування; класифікація і призначення засобів захисту.

Питаннями з економіки було – опис методів організації виробничих процесів; непотокове виробництво, його сутність, форми, види та його характеристика.

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 Zcszytu 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/uchebniki/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 вільновихрових насосів СВН [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://www.rimos.ru/catalog/pump/28811>
7. Збірник статей «Охрана праці та БЖД» [Електронний ресурс]. Режим доступу – http://ohrana-bgd.narod.ru/mashin/mashin_089.html
8. «Економіка та організація робочої діяльності підприємства» [Електронний ресурс]. Режим доступу – <http://posibnyky.vntu.edu.ua/ekonomika/103.htm>
9. «Студентське дерево» [Електронний ресурс]. Режим доступу – https://studwood.ru/1410729/ekonomika/efektivnist_zastosuvannya_odinichnogo_partionnogo_metodiv_organizatsiyi_virobnitstva