

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Розробка багатофункціонального агрегату гомогенізатора для приготування карбамідо-аміачних сумішей

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»
(освітня програма «Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика»)

Виконавець роботи Полковниченко Вадим Валентинович
прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Науковий керівник

Молодший науковий співробітник
науковий ступінь, учене звання

Лобуренко Михайло Васильович
прізвище, ім'я, по-батькові

підпис, дата

Суми 2022

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
Прикладної гідроаеромеханіки
_____ Сотник М.І.
“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
до випускної роботи бакалавра студенту

Полковниченку Вадиму Валентиновичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка багатофункціонального агрегата гомогенізатора для приготування карбамідо-аміачних сумішей»
затверджена наказом по університету від ___ " ___ " _____ 20__ р. № _____
2. Термін здачі студентом закінченої роботи - 16.06.2022 р.
3. Вихідні дані до проекту:
Частота обертів $n = 3000$ об/хв., густина $\rho = 1320$ кг/м³, рідина – КАС-32.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їй належить розробити):
розрахунки з вибору електродвигуна, вибір кінцевого ущільнення, розрахунки на міцність.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
Складальне креслення насосу, монтажне креслення насосу, креслення Робочого колеса, креслення переднього та заднього ротора.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Найменування етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Ознайомлення з агрегатом	до 02.03.2022	
2	Аналіз літературних джерел		
3	Загальна характеристика ТГА		
4	Вибір конструктивної схеми агрегату		
5	Опис конструкції вибраного агрегату		
6	Проектування ТГА-Г	до 02.04.2022	
7	Вибір електродвигуна		
8	Вибір кінцевого ущільнення		
9	3D моделі агрегату (окремо та у зборі)		
10	Оформлення звіту з практики	до 25.05.2022	
11	Розрахунки на міцність	до 31.05.2022	
12	Складальне та монтажне креслення агрегату		
13	Виконання технологічного розділу		
14	Виконання економічного розділу		
15	Виконання розділу «Охорона праці»		
16	Оформлення ПЗ та графічних матеріалів	до 12.06.2022	
17	Представлення роботи керівнику. Внесення поправок.	до 17.06.2022	
18	Перевірка роботи на плагіат	16.06.2022	
19	Підготовка доповіді до захисту	до 19.06.2022	
20	Захист роботи (згідно графіка захисту)	з 21.06.2022 до 24.06.2022	

Дата видачі завдання - 02.12.2021 р.

Студент

_____ (підпис)

Керівник

_____ (підпис)

Лобуренко М.В.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 58 сторінок, 9 рисунків, 13 таблиць, 2 додатки, 8 літературних джерел.

Тема роботи: «Розробка багатофункціонального агрегату гомогенізатора для приготування карбамідо-аміачних сумішей».

Графічні матеріали:

Аркуші А1: Статор задній в зборі

Аркуші А2: Статор передній в зборі, Робоче колесо

Аркуші А3: Рама, Монтажне креслення, Кришка, Кронштейн, Корпус, Втулка, Складальне креслення

Аркуші А4: Платик, Шпилька, Патрубок всмоктувальний, Статор передній, Втулка, Статор задній, Прокладка, Пробка, Труба (250x6), Фланець лівий, Фланець правий, Труба (35x4,5), Труба (310x16), Гайка-обтікач.

Відповідно до поставленої теми було:

- проведено аналіз літературних джерел
- проведено проектування проточної частини агрегату, за якими були побудовані креслення та 3D модель агрегату;
- проведені розрахунки на міцність;
- виконані розрахунки для вибору електродвигуна і побудована його пускова-моментна характеристика;
- розроблені монтажне креслення агрегату, складальні креслення агрегату та основних елементів його конструкції, робочі креслення деталей агрегату.

У розділі з охорони праці було розглянуто: параметри, які характеризують вібрацію. Дія на організм людини. Нормування. Методи захисту.

У економічному розділі було розглянуто: розрахунок собівартості агрегату.

Ключові слова: БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ ТЕПЛОГЕНЕРУЮЧИЙ АГРЕГАТ-ГОМОГЕНІЗАТОР, ТГА-Г, РОТОРНІ АПАРАТИ.

Зміст роботи

ВСТУП	6
1. ВИБІР КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ НАСОСА	7
2. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ВИБРАНОГО НАСОСА	8
3. КАРБАМІД-АМІЧАНА СУМІШЬ-32 (КАС-32)	10
4. ПРОЕКТУВАННЯ ТГА-Г	14
4.1 Вибираємо кількість ступенів.....	14
4.2 Вибираємо діаметри ступенів.....	15
4.3 Вибираємо кількість каналів (z).....	15
4.4 Вибираємо ширину каналів (b).....	15
4.5 Вибираємо ширину ступеня (l).....	15
4.6 Визначаємо напір.....	16
4.7 Визначаємо потужність.....	17
4.8 Визначення градієнта температури.....	18
4.9 Визначення додаткових параметрів гомогенізатора.....	18
5. РОЗРАХУНОК ВИБОРУ ПРИВОДА АГРЕГАТУ	23
5.1 Вибір електродвигуна.....	23
5.2 Розрахунок моменту.....	24
6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ	25
6.1 Розрахунок шпонкового з'єднання.....	25
6.1.1 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання втулки з колесом	25
6.1.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання валу з втулкою.....	27
7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	30
8. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
9. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	46
ЛІТЕРАТУРА	58

<i>ПГМ00.001.000.00 ПЗ</i>				
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>
<i>Розроб.</i>		Полковниченко		
<i>Перев.</i>		Лобцуренко		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>				
<i>Затверд.</i>				
ТГА-Г Пояснювальна записка			<i>Лім.</i>	<i>Лист</i>
			5	<i>Листів</i>
СумДУ ПГМ, гр. ГМ-81				

ВСТУП

Більшість сільськогосподарських підприємств України доволі активно використовують сучасні ідеї агровиробництва, які полягають у визначенні необхідних складових добрив, гербіцидів безпосередньо для ділянки землі, де вносяться засоби захисту рослин. За таких умов доволі часто виникає необхідність приготування добрив з певними характеристиками відмінними від стандартних. Зазначені обставини вимагають аграріїв відмовлятися від централізованого виробництва рідких комплексних добрив та ЗЗС та виготовляти їх в умовах власних аграрних підприємств.

КАС є рідким азотним добривом і широко використовується для прикореневого або позакореневого підживлення рослин.

Приготування КАС складається з декількох процесів: механічні, гідромеханічні, теплові, масообмінні та хімічні. Ці процеси прийнято вважати типовими процесами хімічної технології.

Для таких процесів були розроблені багатофункціональні роторні агрегати.

Багатофункціональний теплогенеруючий агрегат (ТГА) – машини, що здійснюють низку функцій, які дозволяють забезпечити виконання декількох стадій технологічного процесу, таких як:

- Підігрів рідини в проточній частині за рахунок утворення вихорів;
- Процес гомогенізації та подрібнення робочого середовища;
- Перекачування рідини.

Також ТГА застосовуються для виробництва згущеного молока, виробництва біодобавок, виробництва лакофарбових матеріалів, для переробки молока. Також ТГА використовують для систем опалення та гарячого водопостачання.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						6
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

1. ВИБІР КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ НАСОСА

Для приготування КАС-32 нам потрібне ретельне перемішування і це буде основним процесом (максимальний акцент в балансі енергії на процес перемішування).

ТГА поділяють на три види (за основною функцією) [7]:

- ТГА – теплогенеруючий агрегат (основною та домінуючою функцією є нагрівання рідини);
- ТГА-ГМ – теплогенеруючий агрегат-гідромлин (домінує функція подрібнення);

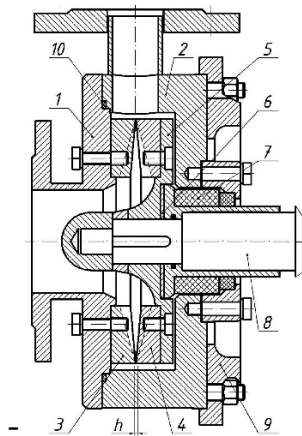


Рисунок 1.1 – проточна частина ТГА-ГМ

- **ТГА-Г** – теплогенеруючий агрегат-гомогенізатор (превалює функція перемішування).

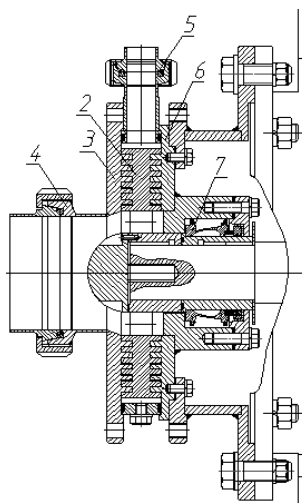


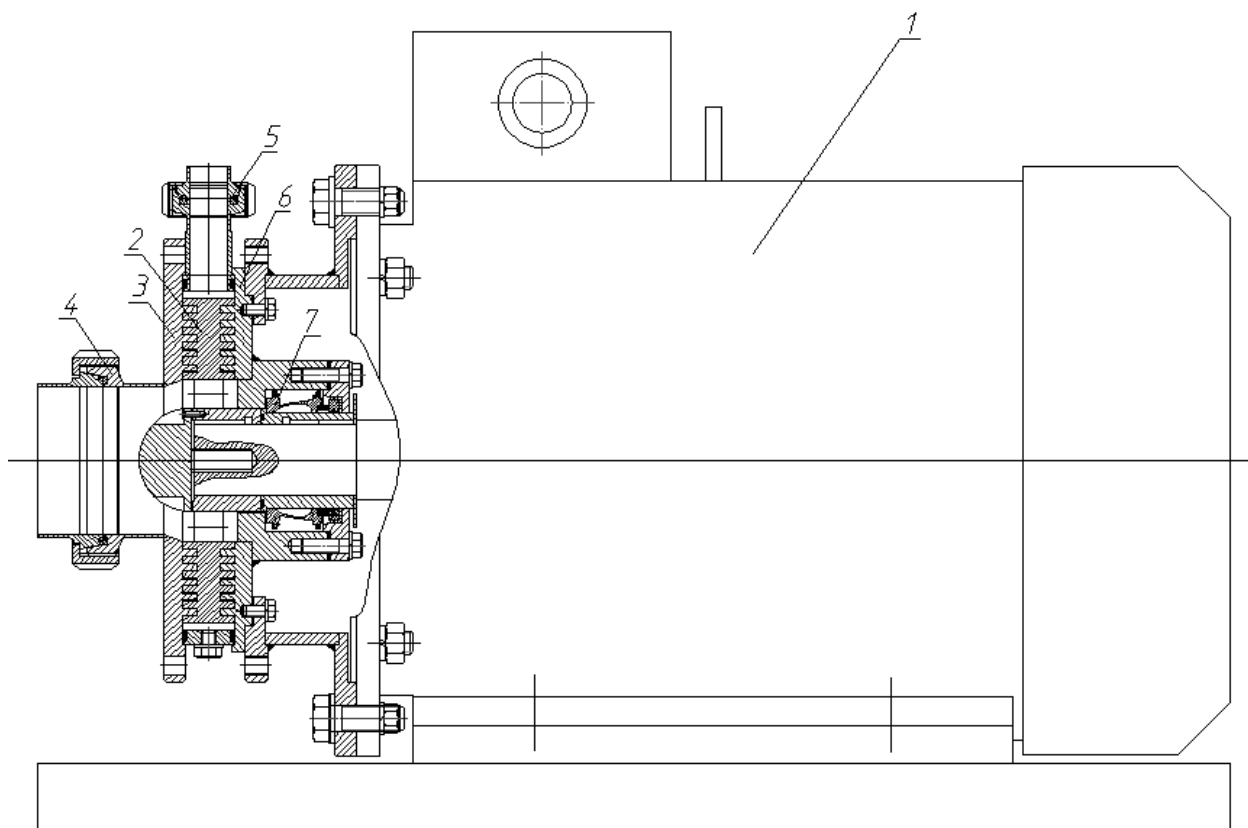
Рисунок 1.2 – проточна частина ТГА-Г

В нашому випадку (для приготування КАС-32), ми будемо використовувати ТГА-Г.

						ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
							7
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата	-		

2. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ ВИБРАНОГО НАСОСА

Гомогенізатор складається з електродвигуна (1), до якого кріпиться проточна частина. Проточна частина складається з переднього (3) і заднього (6) статорів та робочого колеса (2) двостороннього входу. Робоче колесо кріпиться на валу двигуна (моноблочна схема). Рідина відводиться через кільцевий відвід (5). Задній статор (6) та електродвигун (1) з'єднуються між



собою за допомогою кронштейна.

Рисунок 1 – Будова ТГА-Г

Для підключення в мережу використовуються два різьбових молочних з'єднання, які в свою чергу приварені до переднього статора, та до відводу.

Різьбове з'єднання складається з (рис. 2):

- Гайка шліцева
- Штуцер конічний
- Ущільнювальне кільце
- Штуцер різьбовий

Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						8



Рисунок 2 – різьбове з'єднання

Проточна частина агрегату складається з переднього і заднього статору, робочого колеса та корпусу з кільцевим відводом. Робоче колесо двостороннього входу, що розвантажує осьове зусилля. Ущільнення здійснюється за допомогою подвійного торцевого ущільнення.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		9

3. КАРБАМІД-АМІАЧНА СУМІШ-32 (КАС-32)

Фізичні та хімічні характеристики.

Карбамід-аміачна суміш-32 (КАС-32) - це суміш водного розчину аміачної селітри і карбаміду (в співвідношенні 35,4% карбаміду, 44,3% селітри, 19,4% води, 0,5% аміачної води), із вмістом азоту 32%. Це прозора або жовтувата рідина, що має слаболужну або нейтральну реакцію. Щільність – 1,26–1,33 г/см³. У розчині КАС-32 створюється ефект взаємного розчинення (карбаміду і аміачної селітри). Це дозволяє отримувати добриво з високою концентрацією азоту без ризику випадання кристалічного осаду.

- Масове співвідношення між карбамідом і аміачною селітрою-0,74-0,8.

- Лужність в перерахунку на вільний аміак-0,02-0,1%.

- рН – не менше 7,0.

- Розчин КАС-32 відрізняються низькою температурою кристалізації і замерзання.

Гарантійний строк зберігання без зміни якісних показників - шість місяців.

Додавання в розчин КАС-32 як інгібіторів корозії фосфатів амонію знімає корозійну активність.

КАС-32 - це єдине азотне добриво, яке містить три форми азоту:

- нітратний азот - доступний безпосередньо рослині, забезпечує миттєве дію,

- амонійний (аміачний) азот - в процесі нітрифікації переходить в нітратну форму,

- амідний азот - в результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів переходить в амонійну форму, а потім в нітратну.

Приготування КАС-32 у розчинному вузлі.

Процес приготування рідких добрив у розчинному вузлі повністю автоматизований, а ефективність розчинення різних мінеральних

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						10
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

компонентів дозволяє досягти високих концентрацій діючої речовини у готовому розчині.

Обладнання розробляється відповідно до технічних умов виробництва рідких мінеральних добрив і вимог до якості агрохімії. Всі елементи стаціонарного розчинного вузла для виробництва КАС-32, що мають контакт з агресивними речовинами, виготовляються з нержавіючої сталі, що забезпечує надійність та тривалий термін служби обладнання. Комплектація розчинного вузла має модульну архітектуру, яка дозволяє мати змішувальну систему, що відповідає саме його потребам у виробництві рідких мінеральних добрив. Виробництво рідких мінеральних добрив – це послідовне або одночасне виконання кількох операцій на різному технологічному обладнанні. Процес виробництва розчинів мінеральних добрив включає наступні етапи:

- підготовка та нагрівання води;
- подача сировини у ємність змішувача;
- розчинення сировини шляхом інтенсивного перемішування;
- запровадження добавок;
- видача у ємності зберігання чи транспортування.

Переваги та недоліки застосування КАС-32.

Одна з найважливіших переваг КАС-32 полягає в його високій технологічності:

- внесення КАС-32 як рідких добрив набагато рівномірніше, ніж твердих, гранульованих;
- внесення КАС-32 можна поєднувати з використанням пестицидів в одній баковій суміші;
- доцільно використовувати для дрібної підгодівлі вегетуючих рослин. При цьому одночасно відбувається і кореневе і позакореневе підживлення. Залежно від фаз розвитку культурних рослин і обладнання, що

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		11

застосовується КАС-32 розбавляють водою в необхідному співвідношенні або вносять не розбавляючи;

- внесення КАС-32 добре поєднується з мікроелементами;

Інші переваги використання КАС-32:

- висока ефективність застосування в будь-яких кліматичних зонах, в тому числі посушливих;

- більш рівномірне внесення, точне дозування розподілу по площі;

- можливість використання на різних стадіях вегетації;

- швидке проникнення в ґрунт;

- пролонгованість дії;

- скорочення технологічних витрат завдяки можливості внесення КАС-32 в рідких туках, а також в суміші з пестицидами і іншими рідкими мінеральними добривами;

- низька вартість одиниці діючої речовини в порівнянні з гранульованими формами.

використання КАС-32 є також недоліки:

- ризик опіків рослин, обумовлений нормою внесення, фазою і особливістю вегетації культури, погодними умовами;

- необхідні особливі умови транспортування, зберігання;

- необхідність спеціальної техніки для внесення.

Чому варто перейти на використання карбамід-аміачної селітри.

- Для внесення гранульованих добрив необхідна волога, щоб гранула змогла розчинитися і вбратися рослинами. Але в умовах нашої агрокліматичної зони такий період, коли волога доступна і знаходиться в необхідній кількості - дуже нетривалий. Тому перехід на використання КАС-32 розширює строки внесення добрива, тим самим знижуючи навантаження на технічну систему і гарантовано забезпечуючи підготовку культури, зменшуючи ризик «непроходження в технологічні терміни».

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						12
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

- При використанні гранульованих добрив є обмеження в часі через необхідність внесення їх по мерзлоталому ґрунту, щоб техніка змогла зайти в поле і не наробити колій. КАС-32 може вноситися не тільки по мерзлоталому ґрунту, але і в більш пізній період, КАС-32 стікаючи по рослинах, швидко вбирається в ґрунт і живить рослини.

- Внесення КАСу по полю більш рівномірно і набагато якісніше внесення гранульованих добрив розкидачами-лійками.

- Для внесення КАС-32 потрібно значно менше допоміжної техніки, ніж при внесенні гранульованих. Логістика простіше і ефективніше: менше витрачається часу на завантаження, транспортування добрив.

- Крім того, при використанні даного добрива продуктивність агрегатів набагато вище.

- КАС-32 працює як через листя, так і через коріння, завдяки тому, що в ньому три форми азоту, через листову поверхню засвоюється амідна форма, а нітратна і амонійна - через кореневу систему.

- При застосуванні КАС-32 забезпечується повна механізація процесів транспортування, зберігання та внесення в ґрунт. Скорочуються непродуктивні втрати азоту за рахунок звітрювання в атмосферу та фільтрація до ґрунтових вод. Підвищується ефективність за рахунок більш рівномірного внесення по полю.

- КАС-32 легко комбінувати із засобами захисту рослин від бур'янів, хвороб і шкідників. При сумісному їх внесенні економічний ефект значно вищий за рахунок скорочення енергетичних витрат і трудових ресурсів.

Висновок.

Як бачимо з пункту 2, для виготовлення КАС-32 вимагаються такі процеси: підігрів, перемішування, видача у ємність робочого середовища. Для цих завдань і проектується багатофункціональний агрегат-гомогенізатор.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						13
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4. ПРОЕКТУВАННЯ ТГА-Г

Для проектування будемо використовувати блок-схему методики проектування [3, ст. 115]:

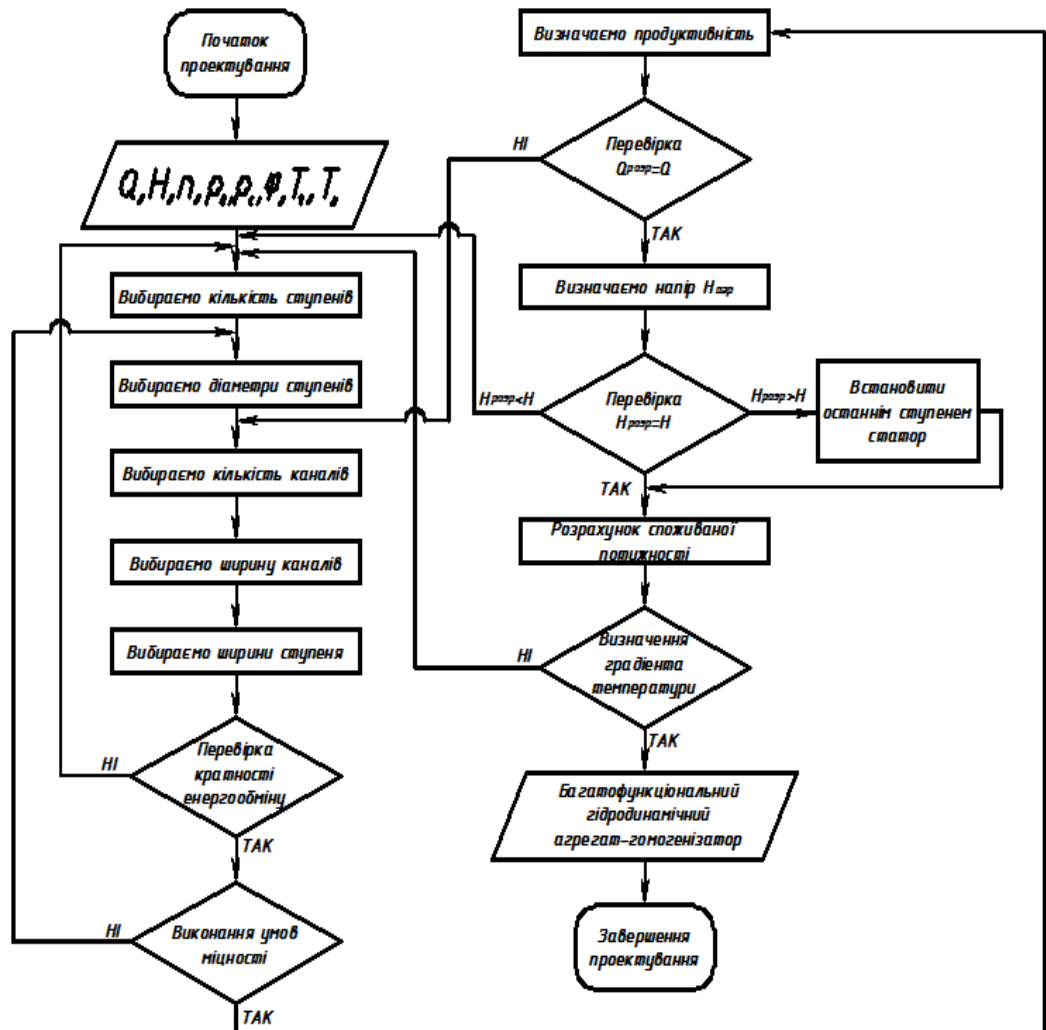


Рисунок 4.1 – Блок-схема методики проектування

4.1 Вибірємо кількість ступенів

Обираємо 8 од.

8 ступенів – найбільш оптимальне значення. Більше 8 ступенів – значно збільшується споживана потужність.

Від 3 до 7 – ступенів гірша гомогенізація.

4.2 Вибираємо діаметри ступенів

Для вибору діаметрів ступенів треба посилатися на зовнішній діаметр ротора, враховувати радіальний зазор та враховувати відстань між ступенями.

За рекомендаціями, зовнішній діаметр ротора обираємо в діапазоні від 0,1 м до 0,3 м. Цей діапазон відповідає нормам по встановленій потужності моноблочного агрегату.

Обираємо $D_p = 0,26$ м.

$$D_1 = 120 \text{ (мм)}$$

$$D_5 = 200 \text{ (мм)}$$

$$D_2 = 140 \text{ (мм)}$$

$$D_6 = 220 \text{ (мм)}$$

$$D_3 = 160 \text{ (мм)}$$

$$D_7 = 240 \text{ (мм)}$$

$$D_4 = 180 \text{ (мм)}$$

$$D_8 = 260 \text{ (мм)}$$

4.3 Вибираємо кількість каналів (z)

Обираємо: $z_p = 15$ од.

При збільшенні кількості каналів зменшується час перебування рідини у проточній частині, тим самим знижуючи якість гомогенізації.

4.4 Вибираємо ширину каналів (b)

Обираємо: $b = 8$ мм

Збільшення ширини збільшує продуктивність, але зменшує можливу кількість каналів.

4.5 Вибираємо ширину ступеня (l)

Збільшення продуктивності за рахунок збільшення ширини ступеня раціонально лише при неможливості використання інших способів.

Обираємо: $l = 10$ мм

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						15
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

4.6 Визначаємо напір

Для розрахунку напору скористаємося формулою [3, 3.15]

$$H = (1 - K_z Q) \cdot n^{1,98} \cdot \sum D_i^2 \cdot K_H \quad (4.1)$$

де $K_z = \frac{9600}{z} = \frac{9600}{15} = 640$ – коефіцієнт, що враховує зміну нахилу

напірної кривої від кількості каналів.

K_H – коригувальний коефіцієнт напору.

Для розрахунку коригувального коефіцієнту скористаємося формулою [1, 3.29]:

$$K_H = 0,24 + 7,1 \cdot 10^{-4} \cdot z + 0,53 \cdot \bar{l} + 0,352 \cdot \bar{b} - 5,34 \cdot 10^{-3} \cdot z \cdot \bar{l} + 3,52 \cdot 10^{-3} \cdot z \cdot \bar{b} + 3,23 \cdot \bar{b} \cdot \bar{l} \quad (4.2)$$

де $z = 15$ – кількість каналів ротора;

$\bar{b} = \frac{b}{D_p} = \frac{0,008}{0,26} = 0,0308$ – ширина каналу в безрозмірному вигляді;

$\bar{l} = \frac{l}{D_p} = \frac{0,01}{0,26} = 0,0385$ – довжина ступеня в безрозмірному вигляді.

$$K_H = 0,24 + 7,1 \cdot 10^{-4} \cdot 15 + 0,53 \cdot 0,0385 + 0,352 \cdot 0,0308 - 5,34 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 0,0385 + 3,52 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 0,0308 + 3,23 \cdot 0,0308 \cdot 0,0385 = 0,284$$

$$H = (1 - 640 \cdot 0,00139) \cdot 50^{1,98} \cdot (0,12^2 + 0,14^2 + 0,16^2 + 0,18^2 + 0,2^2 + 0,22^2 + 0,24^2 + 0,26^2) \cdot 0,284 = 22,3 \text{ (м)}$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		16

4.7 Визначаємо потужність

Для розрахунку споживаної потужності скористаємося формулою [3, 3.14]:

$$N = (1 + 300 \cdot Q) \cdot n^{2,86} \cdot \sum D_i^3 \cdot \rho_{\text{см}} \cdot K_N \quad (4.3)$$

де Q – витрата рідини, м³/год;

n – частота обертання, м/с;

D – діаметр ступеня, м;

$\rho_{\text{см}}$ – густина суміші;

K_N – коригувальний коефіцієнт потужності.

Для розрахунку коригувального коефіцієнту скористаємося формулою [1, 3.28]:

$$K_N = 2,3 \cdot 10^{-3} - 3,46 \cdot 10^{-5} \cdot z - 1,97 \cdot 10^{-2} \cdot \bar{l} - 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot \bar{b} + \\ + 9,95 \cdot 10^{-4} \cdot z \cdot \bar{l} + 2,13 \cdot 10^{-3} \cdot z \cdot \bar{b} + 0,533 \cdot \bar{b} \cdot \bar{l} - 2,35 \cdot 10^{-2} \cdot z \cdot \bar{b} \cdot \bar{l} \quad (4.4)$$

де z – кількість каналів ротора, од;

l – ширина ступеня, м;

b – ширина каналу, м.

Розрахунок

Коригувальний коефіцієнт

$$K_N = 2,3 \cdot 10^{-3} - 3,46 \cdot 10^{-5} \cdot 15 - 1,97 \cdot 10^{-2} \cdot 0,01 - 3,1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,008 + \\ + 9,95 \cdot 10^{-4} \cdot 15 \cdot 0,01 + 2,13 \cdot 10^{-3} \cdot 15 \cdot 0,008 + 0,533 \cdot 0,008 \cdot 0,01 - \\ - 2,35 \cdot 10^{-2} \cdot 15 \cdot 0,008 \cdot 0,01 = 0,00198$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						17
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

Споживана потужність

$$N = (1 + 300 \cdot 0,00139) \cdot 50^{2,86} \cdot (0,12^3 + 0,14^3 + 0,16^3 + 0,18^3 + 0,2^3 + 0,22^3 + 0,24^3 + 0,26^3) \cdot 1320 \cdot 0,0027 = 22300 \text{ (Вт)} = 23,5 \text{ (кВт)}$$

4.8 Визначення градієнта температури

$$N = c \cdot \rho \cdot Q \cdot \Delta T \quad (4.5)$$

де ρ – густина середовища, кг/м^3 ;

c – питома теплоємність, $\text{Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}$

для КАС-32 при 25°C , $c = 2470 \left(\frac{\text{Дж}}{\text{кг}} \cdot ^\circ\text{C} \right)$

Q – витрата, $\text{м}^3/\text{с}$;

ΔT – градієнт температури, $^\circ\text{C}$.

$$\Delta T = \frac{N}{c \cdot \rho \cdot Q}$$

$$\Delta T = \frac{23500}{2470 \cdot 1320 \cdot 0,00139} = 5,19^\circ\text{C}$$

4.9 Визначення додаткових параметрів гомогенізатора

А) Частота обертання:

$$n = 3000 \left(\frac{\text{об}}{\text{хв}} \right)$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						18
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

При частоті обертання 3000 обертів за хвилину забезпечується достатній градієнт швидкості в зазорах.

Також, така частота обертання дає нам можливість застосовувати асинхронні двигуни, що дозволить спростити конструкцію агрегату.

Б) Потужність:

Від 3 до 30 (кВт)

За результатами випробування раціонально виготовляти агрегати в заданих межах. При недостатній продуктивності одного агрегату при 30 кВт, краще використовувати паралельне встановлення декількох агрегатів. Це спростить монтаж, транспортування, обслуговування.

В) Матеріал проточної частини:

12X18H10T

Агрегат буде виготовляти КАС-32 (удобрення).

Г) Ущільнення валу:

Подвійне торцеве ущільнення

Захищає від перегріву та захищає від протічок

Д) Вхідний ступень агрегату:

При дослідженні агрегату було виявлено, що конструкція з першим ступенем ротора має кращі умови входу рідини в проточну частину.

Е) Вихідний ступень агрегату:

Статор

Цей вибір знижує енерговитрату гомогенізатору і збільшує якість перемішування та гомогенізації.

Є) Радіальний та осьовий зазор

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						19
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Обираємо відштовхуючись від раніше спроектованих ТГА.

$\delta_o = 0,5$ (мм) - осьовий зазор;

$\delta_p = 0,5$ (мм) - радіальний зазор.

Ж) Колесо двостороннього входу

Це дозволяє розвантажити осьове зусилля, та обрати моноблочну конструкцію.

З) Запобігання прямотоків

Прямотоки з'являються під час співпадання каналів ротора та статорів. Якщо не усунути це явище, тоді робоче середовище буде менше знаходитись в проточній частині агрегату і в результаті гомогенізація буде менш якісною.

Для усунення цього явища зробимо кількість каналів статорів $z_{ст} = 18$. Та зробимо нахил каналів ротора відносно каналів статорів.

Також при фрезеруванні пазів заглиблюємось на 9 мм.

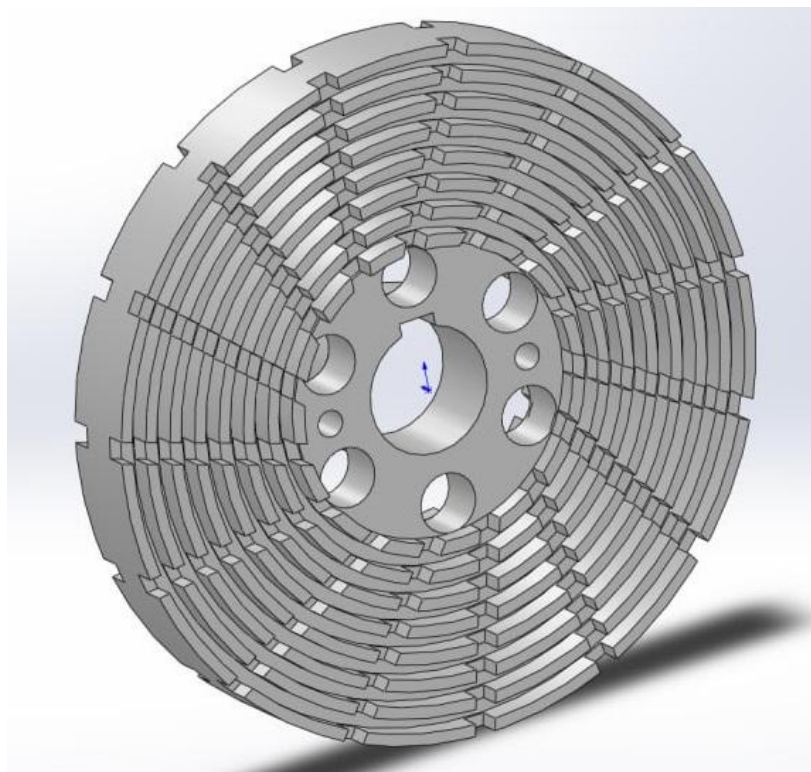


Рисунок 4.2 – Робоче колесо

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		20

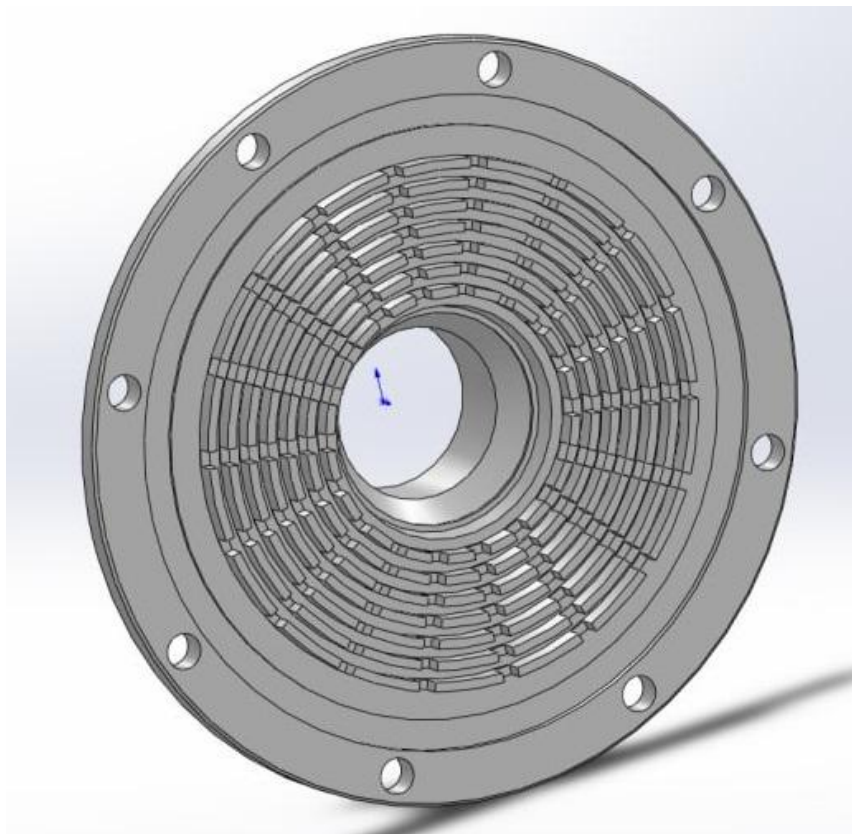


Рисунок 4.3 – Статор передній

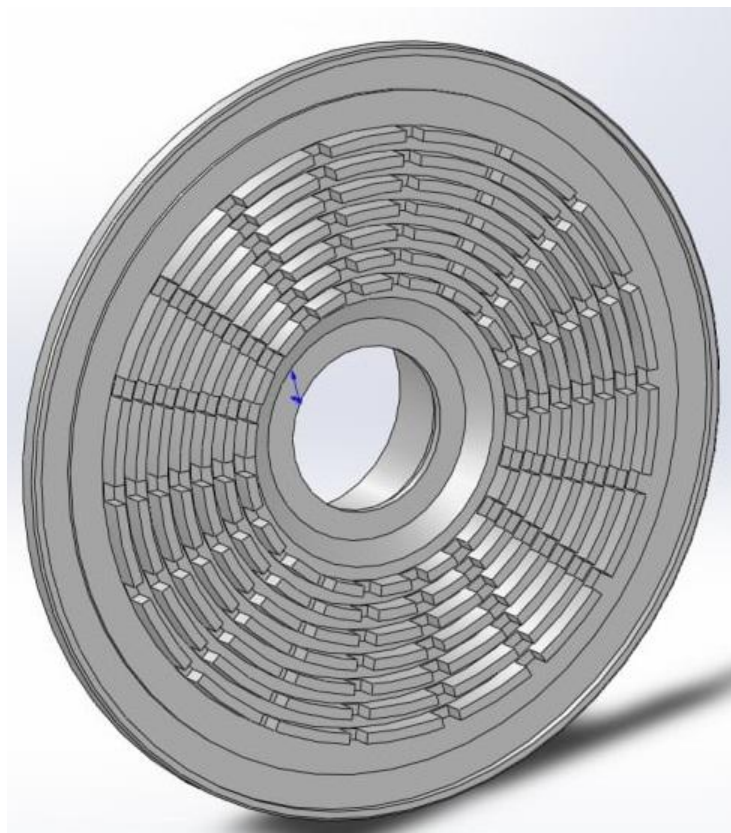


Рисунок 4.4 – Статор задній

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		21

И) Обираємо відвід

Обираємо кільцевий відвід.

Потужність, яка витрачається на перекачування рідини, становить 6%-12%. Тому для цієї гідродинамічної машини не має сенсу проектувати спіральний відвід.

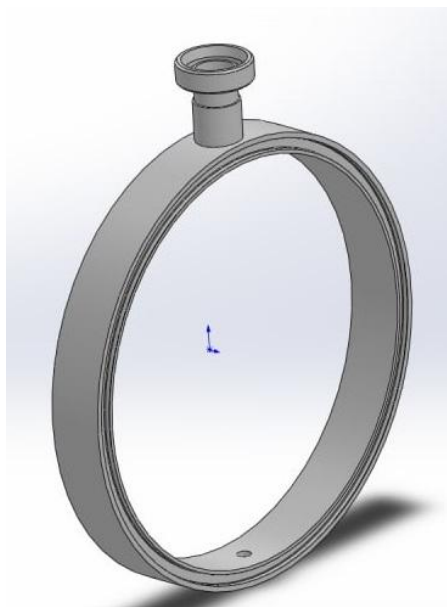


Рисунок 4.5 – кільцевий відвід ТГА-Г

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		22

5. РОЗРАХУНОК ВИБОРУ ПРИВОДА АГРЕГАТУ

5.1 Вибір електродвигуна

З пункту (4.7), споживана потужність роторного агрегату – 23,5 кВт.

Привід насоса обираємо за таким параметром:

$$N_{\text{дв}} = k \cdot N \quad (5.1)$$

де $k = 1,1 - 1,3$ – коефіцієнт запасу.

$$N_{\text{дв}} = 1,2 \cdot 23,5 = 28,2 \text{ (кВт)}$$

Агрегат виготовляє удобрення КАС-32. В свою чергу для виготовлення КАС-32 використовується аміачна селітра. Аміачна селітра – вибухонебезпечний компонент. Тож, з цих умов обираємо електродвигун типу АІМ.

Для нашого агрегату підходить електродвигун моделі АІМ(У)-180М-2.

Для моноблочної конструкції агрегату, обираємо електродвигун із фланцем та лапами.

Таблиця 5.1 – Характеристики електродвигуна

Потужність	30 кВт
Кількість полюсів	2
Частота обертання	2950
ККД	91,4%
$\cos \varphi$	0,9

5.2 Розрахунок моменту

$$M_{max} = \frac{N_{max}}{\omega} \quad (5.2)$$

$$M_{max} = \frac{30000}{314} = 95,5 \text{ (Н} \cdot \text{м)}$$

де N_{max} – максимальна потужність насоса, $N_{max} = N_{дв}$, Вт,

ω – кутова швидкість, що розраховується за формулою:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} \quad (5.3)$$

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314 \left(\frac{\text{рад}}{\text{с}} \right)$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		24

6. РОЗРАХУНОК НА МІЦНІСТЬ

6.1 Розрахунок шпонкового з'єднання

6.1.1 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання втулки з колесом

Вихідні дані для розрахунку:

- матеріал втулки – Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72;

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 225$ МПа.

- матеріал робочого колеса – Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72;

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 225$ МПа.

- матеріал шпонки – Сталь 14Х17Н2 ГОСТ 5949-75;

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 712$ МПа.

Для розрахунку напруження на зминання береться матеріал з найменшим значенням межі текучості.

Розміри шпонки під робочим колесом вибирають зі стандартного ряду залежно від діаметра валу, мм: $b \times h \times l$.

Приймаємо шпонку з розмірами: $14 \times 9 \times 25$ мм.

Під час розрахунку шпонкового з'єднання валу з колесом визначається напруження на зминання, МПа [8]:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot M_{max}}{d \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \cdot 10^3 \quad (6.1)$$

де t_1 – глибина паза валу (вибирається за довідковою літературою), мм;

h – висота шпонки, мм;

$d = d_k$ – діаметр валу, мм;

M_{max} підставляється в Н·м;

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						25
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Отримуємо:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 95,5}{48 \cdot 11 \cdot (9 - 5,5)} \cdot 10^3 = 103 \text{ МПа},$$

l_p – робоча довжина шпонки розраховується за формулою мм:

$$l_p = l - b, \quad (6.2)$$

де l - довжина шпонки, мм;

b - ширина шпонки, мм.

$$l_p = 25 - 14 = 11 \text{ мм},$$

Допустиме напруження на зминання:

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot \sigma_{0,2}, \quad (6.3)$$

де $\sigma_{0,2}$ МПа – умовна межа текучості матеріалу шпонки при якому остатня деформація складає 0,2%.

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot 225 = 126 \text{ МПа}$$

При розрахунку на зминання повинна виконуватися умова

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}$$

$$103 \text{ МПа} \leq 126 \text{ МПа}$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						26
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Умова виконується.

Перевірка допустимого напруження шпонки на зріз, МПа:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot M_{max}}{d \cdot l \cdot b} \cdot 10^3 \quad (6.4)$$

Значення d , l , b підставляються в мм.

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 95,5}{48 \cdot 90 \cdot 14} \cdot 10^3 = 11,4 \text{ МПа,}$$

При розрахунку шпонки на зріз повинна виконуватися умова

$$\tau_{зр} \leq [\tau]_{зр}$$

де $[\tau]_{зр} = 112$ МПа, для матеріалу шпонки, знаходиться з довідкової літератури.

$$11,4 \text{ МПа} \leq 112 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

У випадку, коли не виконується хоча б одна з умов міцності, розрахунок повторюється. Для цього необхідно вибрати інший матеріал шпонки.

6.1.2 Розрахунок на міцність шпонкового з'єднання валу з втулкою

Розрахунки проводяться аналогічно за формулами для розрахунку шпонкового з'єднання втулки з колесом.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						27
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата	--	

Вихідні дані для розрахунку:

- матеріал вал – Сталь 45 ГОСТ 2284-79.

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 355$ МПа;

- матеріал втулка – Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 5632-72.

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 225$ МПа;

- матеріал шпонки – Сталь 45 ГОСТ 2284-79.

Умовна межа текучості $\sigma_{0,2} = 355$ МПа;

Для розрахунку напруження на зминання береться матеріал з найменшим значенням межі текучості.

Розміри шпонки під втулку вибирають зі стандартного ряду залежно від діаметра валу, мм: $b \times h \times l$.

Приймаємо шпонку з розмірами: $14 \times 9 \times 25$ мм.

Під час розрахунку шпонкового з'єднання валу з втулкою визначається напруження на зминання за формулою (6.1) МПа:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 95,5}{48 \cdot 76 \cdot (9 - 5,5)} \cdot 10^3 = 14,9 \text{ МПа}$$

l_p – робоча довжина шпонки розраховується за формулою (6.2) мм:

де l - довжина шпонки, мм;

b - ширина шпонки, мм.

$$l_p = 90 - 14 = 76 \text{ мм,}$$

Допустиме напруження на зминання розраховується за формулою (6.3):

де $\sigma_{0,2}$ МПа – умовна межа текучості матеріалу втулки при якому остатня деформація складає 0,2%.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						28
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

$$[\sigma]_{зм} = 0,56 \cdot 255 = 126 \text{ МПа},$$

При розрахунку на зминання повинна виконуватися умова

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}.$$

$$14,3 \text{ МПа} \leq 126 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

Перевірка допустимого напруження шпонки на зріз, розраховується за формулою (6.4) МПа:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 95,5}{48 \cdot 90 \cdot 14} \cdot 10^3 = 3,01 \text{ МПа},$$

Значення d , l , b підставляються в мм.

При розрахунку шпонки на зріз повинна виконуватися умова

$$\tau_{зр} \leq [\tau]_{зр}.$$

де $[\tau]_{зр} = 112 \text{ МПа}$, для матеріалу втулки, знаходиться з довідкової літератури.

$$3,16 \text{ МПа} \leq 112 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						29
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

7. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розділ технологічної частини був розроблений на кафедрі прикладної гідроаеромеханіки [5]. Маршрутний технологічний процес виготовлення робочого колеса ТГА-Г. Маршрутний технологічний процес у себе включає наступні стадії:

- заготівельну операцію. Заготовку отримують методом прокату;
- механічну обробку. Послідовність операцій, які показані в маршрутних картах з ескізами;
- контрольну операцію, що виробляється по картах ескізів, або технологічному кресленню.

Розробка маршрутного технологічного процесу виготовлення деталі включає наступні етапи:

- аналіз конструкції деталі і технічних вимог на її виготовлення;
- визначення типу (серійності) виробництва;
- вибір методу отримання заготовки;
- вибір технологічних баз;
- вибір маршруту обробки окремих поверхонь деталі;
- складання маршруту обробки деталі;
- визначення припусків на механічну обробку і розмірів заготовки;
- побудова операцій механічної обробки.

7.1 Аналіз конструкції робочого колеса і технічних умов на його виготовлення.

Аналіз конструкції зводиться до докладного вивчення креслення деталі, технічних умов на виготовлення, умов роботи деталі в гідромашині. При цьому перевіряється достатність проєкцій, правильність проставляння розмірів, вивчаються вимоги по точності і шорсткості обробки поверхонь, інші вимоги технічних умов.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						30
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

Основною задачею аналізу конструкції деталі являється виявлення можливостей підвищення її технологічності. Тому увагу необхідно звернути на зменшення розмірів оброблюваних поверхонь, що знижує трудоемкість механічної обробки; уніфікацію розмірів і форм пазів, канавок, галтелей, отворів і інших елементів, що скорочує номенклатуру ріжучих інструментів і зменшення часу обробки при послідовному виконанні технологічних переходів; забезпечення надійного і зручного базування; можливість суміщення технологічної і вимірювальної баз для підвищення точності обробки.

7.2 Визначення типу виробництва.

Тип виробництва даної деталі – одиничне. Одиничне виробництво – характеризується широтою номенклатури виробів, що виготовляються та ремонтуються малим обсягом випуску. В ньому застосовують переважно універсальне обладнання (з розташуванням його в цехах по типам станків), нормальний робочий і універсальний вимірювальний інструмент.

7.3 Вибір методу отримання заготовки.

Вибір методу отримання заготовки визначається:

- 1) технологічними характеристиками матеріалу деталі; структурними змінами матеріалу, отримуваними в результаті застосування того чи іншого методу отримання заготовки;
- 2) формою і розмірами заготовки;
- 3) необхідною точністю заготовки, шорсткістю і якістю її поверхні;
- 4) програмою випуску і строками виконання цієї програми;
- 5) наявністю відповідного технологічного обладнання;
- 6) строками підготовки технологічної оснастки.

В нашому випадку, найбільш доцільним методом отримання заготовки є метод прокату у відповідності до технічних вимог ГОСТ 5582-75. Вибраний

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						31
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

метод забезпечує мінімальну собівартість деталі, тобто витрати на матеріал, виготовлення заготовки та посліуючу механічну обробку разом із накладними витратами є найменшими. Саме тому метод прокату буде використаний для отримання заготовки при виготовленні робочого колеса ГАГ.

7.4 Умови вибору технологічних баз.

1. Вибрана чорнова база повинна забезпечити найбільш точне розташування оброблюваних поверхонь відносно необроблюваних базових.
2. При виборі базуючих поверхонь необхідно прагнути суміщення конструкторської, технологічної і вимірювальної баз.
3. В якості опорної технологічної бази необхідно використовувати поверхні найбільших розмірів, що забезпечить кращу стійкість заготовки. Направляюча база повинна мати найбільшу довжину відносно направляючої площини пристосування.
4. Вибрані технологічні бази повинні забезпечити найменшу деформацію заготовки від зусиль затиснення і виникаючих при обробці зусиль різання.
5. Базові поверхні повинні забезпечити найкращі умови базування, закріплення і виміру деталі, а також простоту конструкції пристосування.

7.5 Вибір маршруту обробки поверхонь деталі.

Маршрут обробки вибирається виходячи з вимог робочого креслення колеса та прийнятої заготовки. За заданими квалітетами точності, класами чистоти поверхонь деталі, а також враховуючи її розміри, масу та конфігурацію вибирається необхідна кількість стадій обробки і тип відповідного обладнання. Кожна стадія виконується на своїх режимах обробки необхідним інструментом.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						32
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

7.6 Проведення складання маршруту обробки колеса робочого.

Технологічний процес обробки робочого колеса ТГА-Г складений за загально прийнятими нормами, що є обґрунтованими практичним досвідом.

1) Операція 005. Заготівельна.

- Заготовку отримують методом прокату.

2) Операція 010. Відрізна.

- Станок лентопильний ОЛ 400А-В.
- Відрізка заготовки згідно ескізу.

3) Операція 015. Токарно-гвинторізна.

- Станок токарно-гвинторізний 1М63.
- Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Таким чином мають місце дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (зовнішня циліндрична поверхня заготовки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються торцева поверхня заготовки, точаться внутрішні циліндричні поверхні втулки.
- Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з твердого сплаву ВК8, відрізним ГОСТ 18884-73 з твердого сплаву ВК8, прохідним ГОСТ 18878-73 з твердого сплаву та свердлом Ø 45 ГОСТ 12121-77.
- Контроль розмірів на місці проводиться штангенциркулем ШЦ-ІІ ГОСТ 166-89

4) Операція 020. Токарно-гвинторізна.

- Станок токарно-гвинторізний 1М63.
- Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Маємо дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (внутрішня циліндрична поверхня втулки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						33
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

торцеву поверхню заготовки, точаться зовнішня циліндрична поверхня втулки,

- Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з твердого сплаву ВК8, відрізним ГОСТ 18884-73 з твердого сплаву ВК8, прохідним ГОСТ 18878-73
- Контроль розмірів проводиться штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-89.

5) Операція 030. Токарно-гвинторізна.

- Станок токарно-гвинторізний 1М63.
- Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Таким чином мають місце дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (зовнішня циліндрична поверхня заготовки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються торцева поверхня заготовки, точаться внутрішні циліндричні поверхні втулки, точаться канавки.
- Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з твердого сплаву ВК8, відрізним ГОСТ 18884-73 з твердого сплаву ВК8, прохідним ГОСТ 18878-73 з твердого сплаву, канавковий ГОСТ 18885-73 з твердого сплаву ВК8.
- Контроль розмірів на місці проводиться штангенциркулем ШЦ-II ГОСТ 166-89

6) Операція 035. Токарно-гвинторізна.

- Станок токарно-гвинторізний 1М63.
- Деталь закріплюється в трьохкулачковому патроні. Таким чином мають місце дві технологічні бази: установочна (торець – позбавляє трьох ступенів свободи); подвійна опорна (зовнішня циліндрична поверхня заготовки - позбавляє двох ступенів свободи). Оброблюються торцева поверхня заготовки, точаться зовнішні циліндричні поверхні втулки, точаться канавки.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						34
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

- Обробка проводиться різцями: прохідним упорним ГОСТ 18879-73 з твердого сплаву ВК8, відрізним ГОСТ 18884-73 з твердого сплаву ВК8, прохідним ГОСТ 18878-73 з твердого сплаву, канавковий ГОСТ 18885-73 з твердого сплаву ВК8.
- Контроль розмірів на місці проводиться штангенциркулем ШЦ-ІІ ГОСТ 166-89

7) Операція 040. Контроль ВТК.

- Стіл ВТК.
- Контролюється розміри по шаблонам.

8) Операція 045. Розміточна.

- Плита розміточна.
- Проводиться розмітка: центрів отворів; шпоночного паза у втулці колеса.

9) Операція 050. Свердлильна.

- Станок свердлильний 2Л53.
- Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Проводиться свердлення шести наскрізних отворів $\varnothing 22,5$, свердлення двох отворів $\varnothing 8,5$ та нарізання різі М10-7Н.
- Операція проводиться свердлом $\varnothing 22,5$, свердлом $\varnothing 8,5$, нарізування різі М10-7Н мітчик машинно ручний М10 ГОСТ 3266-71.

10) Операція 055. Контроль ВТК.

- Стіл ВТК.
- Контролюється розміри по шаблонам.
- Пробка різьбова: М12-7Н ПР ГОСТ 17756-72, М12-7Н НЕ ГОСТ 17757-72.

11) Операція 060. Вертикально-фрезерна.

- Станок вертикально-фрезерний 6Р11.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						35
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

- Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Проводиться виконання пазів шириною 8.
 - Обробка проводиться фрезою дисковою фрезою \varnothing 8 ГОСТ 3964-69.
- 12) Операція 065. Вертикально-фрезерна.
- Станок вертикально-фрезерний 6P11.
 - Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Проводиться виконання пазів шириною 8.
 - Обробка проводиться фрезою дисковою фрезою \varnothing 8 ГОСТ 3964-69.
- 13) Операція 070. Довбальна.
- Станок довбальний 7A42.
 - Заготовка встановлюється в спеціальний пристрій, вивіряється і закріплюється. Допуск шпонкового паза забезпечується за рахунок принципу суміщення баз.
 - Проводиться довбання шпонкового пазу різцем ГОСТ 18888-73 з пластиною із твердого сплаву ВК8.
- 14) Операція 075. Слюсарна.
- Верстат – слюсарний.
 - Зачищаються надфілем задирки після фрезерної, свердлильної та довбальної операції
- 15) Операція 080. Контроль ВТК.
- Стіл ВТК.
 - Контролюються розміри по шаблонам.
- 16) Операція 085. Балансувальна.
- Статичне балансування здійснюється на ножах шляхом використання вантажиків. Після збалансування колеса вантажики знімаються і зважуються.
- 17) Операція 090. Слюсарна.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						36
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

- Верстат – слюсарний.
- Усувається дисбаланс колесо за допомогою свердління отворів у циліндричних поверхнях згідно технічних вимог робочого креслення колеса робочого.

7.7 Визначення припусків на механічну обробку і розмірів заготовки.

Розрізняють, згідно з – припуски загальні і проміжні (міжопераційні). Проміжний припуск – це шар матеріалу, який знімається з поверхні заготовки при виконанні даної операції або технологічного переходу. Загальний припуск – це шар матеріалу, який знімається з поверхні при виконанні всіх операцій і технологічних переходів. Загальний припуск є сумою проміжних припусків.

Вихідні дані по деталі:

1. Матеріал 12X18H10T ГОСТ 5632: 0,12% вуглецю, 18% хрому, 10% нікелю, до 1,5% титану.
2. Маса деталі – 8,97 кг.

В нашому випадку (отримання заготовки методом прокату) зробимо припуски для циліндричної заготовки діаметром 260 мм та довжиною 40,5 мм:

- 1) Для чорнової обробки:
 - На діаметр 260 мм – 1,5 мм;
 - На ширину 40,5 мм – 2,5 мм;
- 2) Для чистової обробки:
 - На діаметр 260 мм – 0,5 мм;
 - На ширину 40,5 – 1 мм;

Тож отримуємо заготовку діаметром 262 мм та шириною 44 мм та масою – 18,8 кг.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		37

7.8 Побудова операцій механічної обробки.

Зазначимо, що для проектування окремої операції необхідно знати: маршрут обробки заготовки; схему її базування і закріплення; квалітет точності оброблюваних поверхонь; поверхні, оброблені на попередніх операціях, і точність їх обробки; припуски на обробку.

В процесі проектування для кожної операції встановлюють кількість установок, позицій, раціональну послідовність переходів, вибирають обладнання, інструменти, пристосування.

Креслення заготовки робочого колеса (з вказаними розмірами й допусками) та технологічна документація на його виготовлення (маршрутні карти та карти ескізів) приведені в додатку. Окремо виконане технологічне креслення виготовлення робочого колеса ТГА-Г на форматі А4, що встановлено відповідними вимогами до оформлення технологічного розділу випускної роботи.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						38
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

Завданням з охорони праці було описати параметри, які характеризують вібрацію. Дія на організм людини. Методи захисту.

1. Що таке вібрація?

Вібрація – механічні коливання. Вібрація – це механічні коливання машин та механізмів, які характеризуються такими параметрами, як частота, амплітуда, коливальна швидкість, коливальне прискорення. Вібрація генерується незбалансованими силовими ефектами, що виникають під час роботи машин, і не тільки. Простою мовою вібрація - це коливання твердих тіл.

Вібрація також у більш вузькому сенсі, передбачає механічні коливання, які мають відчутний вплив на людину. У цьому випадку мається на увазі діапазон частот 1,6-1000 Гц. Концепція вібрації тісно пов'язана з поняттями шуму, інфразвуку, звуку.

Розрізняють вібрацію корисну та шкідливу. Прикладами корисного використання вібрації є вібротранспорт, вібраційна технологія для ущільнення матеріалів, джерела звукових коливань. Шкідлива вібрація машин, механізмів, структур пояснюється недосконалістю проектування або експлуатації цих об'єктів і заважає виконанню основних функцій або є технологічно корисною, але передається на робоче місце оператора, для якого вона шкідлива.

2. Джерела вібрацій.

Джерела вібрацій включають зворотно-поступальні системи, що рухаються (кривоподібні преси, вібраційні блоки, посадкові машини тощо), незбалансовані обертові маси (шліфувальні машини, турбіни, моталки станків). Іноді вібрації створюються ударами під час руху повітря, рідини.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						39
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

Часто вібрації викликаються дисбалансом у системі; неоднорідністю матеріалу обертового тіла, невідповідністю центру маси тіла осі обертання, деформації частин через нерівномірне нагрівання тощо.

Вібрація визначається параметрами частоти (Гц), амплітудами переміщення, швидкості та прискорення.

3. Вплив вібрацій на людину.

Вплив вібрації на людину класифікується відповідно до методу її передачі та напрямку дії. Залежно від способу передачі, вібрація поділяється на загальну (вібрацію робочих місць), що передається через опорні поверхні до тіла сидячої чи стоячої людини, і локальна - передається через руки (або ноги) людини.

Загальна вібрація з частотою менше 0,7 Гц є неприємною, але не викликає резонансних коливань. Резонанс людського організму, його індивідуальних органів виникає під впливом зовнішніх сил у збігу власних частот коливань внутрішніх органів із частотами зовнішніх сил. Для всього тіла перша власна частота лежить у діапазоні 4-6 Гц, друга і третя (менш виражена) - в діапазонах 10-12 Гц та 20-25 Гц відповідно. Для більшості внутрішніх органів їхні власні частоти лежать у діапазонах 6-9 Гц.

Місцева вібрація викликає судинні спазми, починаючи з пальців, поширюється на всю кисть, передпліччя, тоді як подача крові до кінцівок порушується. У той же час місцеві коливання діють на нервові закінчення, м'язові та кісткові тканини, що приводить до деформації та зменшення рухливості суглобів.

Ступінь впливу вібрації на організм людини залежить від частоти та амплітуди, тривалості ефекту, застосування та напрямку осі вібраційного впливу, явища резонансу.

Довгостроковий вплив інтенсивної вібрації викликає професійне захворювання, яке можна розділити на три форми. Перша форма захворювання виникає при впливі місцевої вібрації, друга – під впливом

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						40
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

загального середовища та високочастотності або загального разом з місцевим, третя - від впливу загальної низькочастотної вібрації та ударів. При вібраційній хворобі першої та другої форми втрачається професійна здатність працювати і виникає потреба в тривалому лікуванні. Вираженість та тривалість захворювання залежить від сили вібрації та тривалості роботи в її умовах. Ці форми захворювання спостерігаються після 8-10 років роботи за професією.

Низькочастотні та імпульсні вібраційні ефекти є головним фактором, який викликає захворювання периферичної нервової системи (запаморочення, поперековий радикуліт тощо) та захворювання шлунково-кишкового тракту. Хід цих захворювань хронічний і часто не залежить від рівня вібраційної потужності. Ця форма захворювання спостерігається у драйверів транспорту та операторів транспортних та технологічних машин та одиниць.

4. Заходи захисту вібрації.

Вібробезпечні умови це умови праці, коли вібрація виробництва не має несприятливих наслідків, в її надзвичайних проявах, що приводять до професійного захворювання. Створення таких умов праці досягається шляхом стандартизації параметрів вібрацій, організації праці, зменшення вібрацій у джерелі виникнення та шляхи їх розподілу та використання особистого захисного обладнання.

Стандарти вібрації машин та обладнання повинні бути встановлені в регуляторних документах, а також повинні бути забезпечені та гарантовані виробниками та сертифіковані, уповноваженими для перевірки показників безпеки машин. Вимоги щодо обмеження несприятливих наслідків вібрації на оператора встановлюються на основі санітарних стандартів та інших документів Міністерства охорони здоров'я.

Час впливу вібрації дорівнює тривалості безперервного або загального опромінення, вимірюється в хвилинах і годинах. Стандарти вібраційного

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						41
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

навантаження на робочих місцях встановлюються протягом восьми годин, відповідно тривалості робочого часу, залежно від структури робочої зміни.

5. Організація робіт.

Для запобігання вібраційних захворювань рекомендується такий режим праці та відпочинку для роботи з вібраційним інструментом, в якому фактичний час роботи в контакт з вібрацією не повинен перевищувати дві третини робочого часу, а безперервна тривалість вібрації, включаючи мікропаузи-15-20 хвилин. Крім обідньої перерви, встановлено дві регульовані перерви для заходів на свіжому повітрі та профілактичні процедури. Рекомендується включати технологічні операції, не пов'язані з вібрацією.

Вимірювання вібрації повинно проводитися на технічних машинах, які відповідають правилам роботи. Машина або обладнання повинні працювати в паспортному або типовому технологічному режимі під час реальних технологічних операцій. Під час контролю за загальною вібрацією слід включити всі джерела, які переносять вібрації на робоче місце. При вимірюванні вібрації машина або обладнання повинні працювати у встановленому режимі. Якщо можливо, рекомендується вибрати постійний режим роботи без зайвих ривків, ударів, щоб отримати стабільні показники пристрою.

Контроль вібрації проводиться в точках контактів працівника з вібраційною поверхнею. Дозволяється вимірювати в інших точках робочого місця, зручніші для моніторингу працівника, якщо надійні відносини (аналітичні залежності, функції передачі, коефіцієнти, поправки та інші показники) встановлюються між вибраним місцем вимірювання та точкою, для якої встановлені вібраційні стандарти.

Якщо працівник у процесі виробничої діяльності рухається на робочому місці (зона), то вимірювання проводяться через кожен метр його шляху.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						42
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

6. Заходи технічного захисту.

На додаток до організаційних заходів, умови працездатності, що займаються безпекою, забезпечуються використанням вібробезпечних машин, активних та пасивних інструментів захисту вібрації, що зменшують вплив вібрації на роботу, а також проектування технологічного процесу та промислових приміщень, які гарантують, неперевищення вібрації на робочому місці. Також слід передбачати обмеження ультразвуку, що передається контактним шляхом.

Зниження вібрації машин можна досягти за рахунок зниження віброактивності та захисту внутрішньої вібрації джерела. Причиною низької частоти вібрацій насосів, компресорів, електродвигунів є дисбаланс обертових елементів. Дія незбалансованих динамічних сил посилюється поганим кріпленням деталей, їх зносом під час роботи. Усунення дисбалансу обертових мас досягається шляхом балансування.

Для послаблення вібрацій важливим є виключення резонансних режимів роботи, тощо. Зміна власних частот підрозділу та його окремих вузлів та частин із частоти сили примусу. В експлуатації технологічного обладнання режими резонансу усуваються зміною системи маси жорсткості або встановленням іншого по частоті робочого режиму (реалізується на етапі проектування обладнання).

Другий метод внутрішнього віброзахисту - вібродемпфування, тобто перетворення енергії механічних коливань системи на теплову енергію. Зниження вібрацій у системі досягається використанням конструкційних матеріалів з підвищеними демпфуючими властивостями (великим внутрішнім тертям); нанесенням на вібруючі поверхні в'язкопружних матеріалів; застосуванням поверхневого тертя (наприклад, двошарових композиційних матеріалів), переводом механічної енергії в енергію електромагнітного поля. Підвищеними властивостями, що демпфують, володіють магнієві сплави і сплави марганцю з міддю, а також окремі марки чавуну і сталі. У деяких випадках як конструкційні матеріали

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						43
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

використовують пластмаси, гуму, поліуретан з високими властивостями, що демпфують.

Коли застосування полімерних матеріалів як конструкційних не можливе, для зниження вібрацій використовуються вібродемпфуючі покриття: жорсткі - з багатошарових і одношарових матеріалів і м'які - листові та мастичні. Можливе застосування металевих покриттів на основі алюмінію, міді, свинцю. Добре демпфують коливання мастильні матеріали.

Зниження вібрації на шляху її поширення досягається віброізоляцією та віброгасінням.

Віброізоляція (у своєму розумінні цього терміну) полягає у зменшенні передачі вібрації від джерела об'єкту, що захищається (людина або інший агрегат) шляхом введення додаткового пружного зв'язку. Для віброізоляції стаціонарних машин із вертикальною збудливою силою застосовують віброізолятори типу пружних прокладок або пружин. За несприятливих умов експлуатації (високі температури, наявність масел, пар кислот і лугів) та невисокої частоти збудження (< 30 Гц) рекомендується встановлювати обладнання на пружинні (гумові) прокладки. Насправді часто використовують комбіновані пружинно-гумові віброізолятори. При розрахунку гумових прокладок визначаються їх товщина та площа, перевіряються відсутність у матеріалі прокладання зсувних деформацій у горизонтальній площині та резонансних явищах. Розрахунок пружинного віброізолятора полягає у визначенні діаметра та матеріалу дроту пружини, числа витків та кількості пружин.

Віброгасіння в системі досягається за допомогою динамічних віброгасників, що використовують ефекти інерції в'язкого сухого тертя і т.п. Широкого поширення набули поглиначі коливань із сухим тертям, маятникові інерційні, пружинні інерційні та ін. Розширює можливості віброгасників використання у системах динамічного гасіння елементів із власними джерелами живлення та встановлення обладнання на віброфундамент.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						44
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		

Радикальне вирішення проблеми зниження вібрацій може бути досягнуто автоматизацією виробництва та введенням дистанційного керування агрегатами та ділянками, а також модифікацією технологічних процесів (наприклад, пресування на гідравлічних пресах замість штампування на молотах, вальцювання замість ударного редагування).

7. Планувальні рішення.

Необхідно прагнути оптимального з точки зору захисту від вібрації розташування обладнання на перекритті; віброуюче обладнання необхідно змістити з середини прольоту до опор. У разі неможливості захистити персонал технічними заходами застосовують «плаваючі» підлоги в приміщенні управління, наприклад, у компресорних або насосних станціях.

8. Засоби індивідуального захисту.

При роботі з ручним механізованим електричним та пневматичним інструментом застосовують віброрукоятки та засоби індивідуального захисту: рукавиці з подвійним шаром (внутрішній бавовняний, зовнішній гумовий), віброгасне взуття, антивібраційні пояси, гумові килимки. Зважаючи на несприятливий вплив холоду на розвиток вібраційної хвороби, при роботі в зимовий час робітників забезпечують теплими рукавицями.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						45
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

9. ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ

Розрахунок собівартості насосного агрегату ТГА-Г [4]

Собівартість продукції – це витрати підприємства на виготовлення та реалізацію товару вираженого в грошовій формі. Собівартість продукції включає в себе вартість сировини, матеріалів, палива та енергії, амортизацію основних фондів, заробітну плату працівників та інші витрати на виробництво необхідної продукції. Собівартість один з важливих якісних показників що характеризує всі сторони діяльності підприємства. Вона відбиває ефективність використання трудових і матеріальних ресурсів на випуск продукції.

Розраховуємо повну собівартість насосного агрегату.

Витрати на основні матеріали:

$$Z_M = \sum_{i=1}^n C_i \cdot N_i - C_{\text{від}} \quad (9.1)$$

де C_i – оптова ціна і-ої одиниці матеріалу, грн.;

N_i – норма витрати на одиницю виробу і-того матеріалу, кг;

$C_{\text{від}}$ – вартість зворотніх реалізованих відходів, грн;

n – число видів матеріалів.

Дані для розрахунку наведені в таблиці 1.

Таким чином отримаємо:

$$Z_M = 21961 - 1237 = 20723 \text{ (грн)}$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		46

Таблиця 1 – Матеріали.

№	Деталь	Матеріал	Маса, кг	Кіл., шт	Ціна 1 кг матеріалу, грн.	Сума, грн
1.	Робоче колесо	12X18H10T	18,8	1	320	6016
2.	Передній статор	12X18H10T	21,4	1	320	7136
3.	Задній статор	12X18H10T	24,3	1	320	7494
4.	Гайка-обтікач	12X18H10T	2,44	1	320	312
5.	Втулка	12X18H10T	4,62	1	320	1500
6.	Кришка	12X18H10T	1,88	1	320	2665
7.	Корпус	12X18H10T	5,94	1	320	1900
8.	Кронштейн	Сталь 20	35,98	1	60	2053
9.	Пробка	12X18H10T	0,05	1	320	19

Розрахуємо вартість зворотніх реалізованих відходів. Маса закуплених матеріалів складає:

- 12X18H10T – 84,5 кг
- Сталь 20 – 34,22 кг

40% відсотків матеріалу йде у відходи, тобто в стружку, це близько 33,8 кг 12X18H10T, та 13,7 кг Сталь 20. Цю стружку можна продати: 35 грн за кілограм стружки із матеріалу 12X18H10T, та 4 грн за кілограм стружки із матеріалу Сталь 20. Вартість зворотніх відходів складає 1237 грн.

Витрати на вироби, що закупаються:

$$Z_{\text{пок}} = \sum_{i=1}^n C_{\text{пок},i} \cdot N_{\text{пок},i} \quad (9.2)$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		47

де $C_{\text{пок.}i}$ – оптова ціна i -того типорозміру виробу, що закупаються;

$N_{\text{пок.}i}$ – кількість виробів, що закупаються.

Дані для розрахунку наведені в таблиці 2

$$Z_{\text{пок}} = 54413 \text{ (грн)}$$

Таблиця 2 – Витрати на деталі, які закупаються виробником.

№ п/п	Найменування	Кількість, шт.	Ціна, грн.	Сума, грн
1	Різьбове з'єднання DN 25	1	272,25	272,25
2	Різьбове з'єднання DN 80	1	516,12	516,12
3	Кільце гумове 285 – 305 – 58	2	15	30
4	Кільце гумове 105 – 112 – 46	1	5	5
5	Електродвигун АИМ180М2	1	33290	33290
6	Торцеве ущільнення	1	20000	20000
7	Вироби кріплення	–	–	300

Транспортно – заготівельні витрати:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{K_{\text{тр}} \cdot (Z_{\text{м}} + Z_{\text{пок}})}{100\%}, \quad (9.3)$$

де $K_{\text{тр}}$ – відсоток транспортно-заготівельних витрат, %.

Приймаємо $K_{\text{тр}} = 4\%$. Тоді:

$$Z_{\text{тр}} = \frac{4\% \cdot (20723 + 54413)}{100\%} = 3005 \text{ грн}$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		48

Розрахунок заробітної платні працівників виробництва:

$$C_3 = C_r \cdot K_{cp} \cdot T_n \cdot K_{np}, \quad (9.4)$$

де C_2 – годинна тарифна ставка першого розряду робочих відрядників з нормальними умовами праці. Визначається за даними заводу-виробника.

Приймаємо $C_r = 16$ грн/год.

K_{cp} – тарифний коефіцієнт, що відповідає середньому розряду робіт.

Приймаємо $K_{cp} = 3$

T_n – трудомісткість нового виробу, н.год.

K_{np} – коефіцієнт, що враховує розмір премії. Приймається $K_{np} = 1,4$.

Трудомісткість нового виробу визначається як сума часу, необхідного на виконання кожного технологічного процесу виготовлення насоса.

Розглянемо основні деталі ГАГ.

Таблиця 3 – Розрахунок часу на механічну обробку переднього статора

Операція	Час, год
Відрізна	1
Токарна чорнова	1
Сварка	0,5
Термообробка	0,0833
Токарна чистова	13
Фрезерування	5
Свердління та нарізання різьб	0,667
Слюсарна	2
Разом, $T_{пс}$	23,3

Таблиця 4 – Розрахунок часу на механічну обробку заднього статору

Операція	Час, год
Відрізна	1
Токарна чорнова	4
Сварка	0,333
Термообробка	0,0833
Токарна чистова	15
Фрезерування	5
Свердління та нарізання різьб	1,5
Слюсарна	1,33
Разом, $T_{зс}$	28,2

Таблиця 5 – Розрахунок часу на механічну обробку робочого колеса

Операція	Час, год
Відрізна	0,667
Токарна чорнова	1
Токарна чистова	16
Фрезерування	9
Свердління та нарізання різьб	1
Довбальна	0,667
Відрізна	2
Разом, $T_{рк}$	30,3

Таблиця 6 – Розрахунок часу на механічну обробку кронштейна

Операція	Час, год
Відрізна	1
Токарна чорнова	1,5
Сварка	0,667
Термообробка	0,0833
Токарна чистова	1,5
Свердління	1,5
Слюсарна	0,333
Разом, $T_{крон}$	6,58

Таблиця 7 – Розрахунок часу на механічну обробку корпусу

Операція	Час, год
Відрізна	0,333
Токарна чорнова	1,5
Сварка	0,667
Термообробка	0,0833
Токарна чистова	1,5
Свердління	1,5
Слюсарна	0,167
Разом, $T_{ко}$	5,25

Таблиця 8 – Розрахунок часу на механічну обробку гайки-обтікач

Операція	Час, год
Відрізна	0,333
Токарна чорнова	0,5
Токарна чистова	0,5
Фрезерування	0,5
Слюсарна	0,0833
Разом, $T_{го}$	1,92

Таблиця 9 – Розрахунок часу на механічну обробку втулки

Операція	Час, год
Відрізна	0,5
Токарна чорнова	1
Токарна чистова	0,5
Фрезерування	0,5
Довбальна	1
Слюсарна	0,167
Разом, $T_{вт}$	3,67

Таблиця 11 – Розрахунок часу на механічну обробку пробки

Операція	Час, год
Відрізна	0,0833
Токарна чистова	0,5
Фрезерування	0,0835
Слюсарна	0,0333
Разом, T_6	0,7

Таблиця 12 – Розрахунок часу на механічну обробку кришки

Операція	Час, год
Відрізна	0,333
Токарна чорнова	0,5
Токарна чистова	2
Свердління	0,5
Слюсарна	0,5
Разом, $T_{кр}$	3,83

На складальну операцію необхідно витратити 12 н.годин, на ґрунтування відводиться 2 години, на фарбування і покриття лаком відводиться по 1 годині.

Загальна трудомісткість виготовлення агрегату:

$$T_o = T_{пс} + T_{зс} + T_{рк} + T_{крон} + T_{ко} + T_{го} + T_{вт} + T_{б} + T_{кр} + T_{сб} + T_{фл} \quad (9.5)$$

$$T_o = 120 \text{ н. год}$$

Тоді заробітна платня:

$$C_3 = 16 \cdot 3 \cdot 99,6 \cdot 1,4 = 8049 \text{ грн}$$

Додаткова заробітна платня виробничих працівників, визначається у відсотках від основної заробітної платні. Відсоток додаткової заробітної платні складає 25% від основної заробітної платні виробничих працівників, тобто:

$$C_{дод} = \frac{15\% \cdot C_3}{100\%}, \quad (9.6)$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	Нодокум.	Підпис	Дата		53

$$C_{\text{дод}} = \frac{25\% \cdot 8049}{100\%} = 2012 \text{ грн}$$

Нарахування на заробітну платню нараховується у відсотках від суми основної та додаткової заробітної платні виробничих працівників та враховує відрахування на соціальне страхування в розмірі 22%:

$$C_{\text{н}} = (C_{\text{з}} + C_{\text{дод}}) \cdot 0,22, \quad (9.7)$$

$$C_{\text{н}} = (8049 + 2021) \cdot 0,22 = 2214 \text{ грн}$$

Витрати на відшкодування зношення спеціальних пристосувань та інструментів визначається в розмірі 15% від основної заробітної платні:

$$C_{\text{інст}} = 0,15 \cdot C_{\text{з}}, \quad (9.8)$$

$$C_{\text{інст}} = 0,15 \cdot 8049 = 1207 \text{ грн}$$

Визначення накладних витрат:

а) витрати по утриманню та експлуатації обладнання:

$$C_{\text{у.в}} = \frac{C_{\text{з}} \cdot K_{\text{у.в}}}{100} \quad (9.9)$$

де $K_{\text{у.в}}$ – відсоток витрат по утриманню та експлуатації обладнання до основної заробітної платні. Беремо укрупнено $K_{\text{ву}} = 220\%$.

$$C_{\text{ву}} = \frac{8049 \cdot 220\%}{100\%} = 17708 \text{ грн}$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						54
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

б) Загальновиробничі витрати:

$$C_{з.в} = \frac{C_з \cdot K_{з.в}}{100} \quad (9.10)$$

де $K_{з.в}$ – відсоток загальновиробничих витрат до основної заробітної плати виробничих робітників. Беремо укрупнено $K_{з.в} = 150\%$.

$$C_{з.в} = \frac{8049 \cdot 150\%}{100\%} = 12074 \text{ грн}$$

в) Загальногосподарські витрати:

$$C_{з.р} = \frac{C_з \cdot K_{з.р}}{100} \quad (9.11)$$

де $K_{з.р}$ – відсоток загальногосподарських витрати до основної заробітної плати виробничих робітників. Беремо укрупнено $K_{з.р} = 350\%$.

$$C_{з.р} = \frac{8049 \cdot 350\%}{100\%} = 28172 \text{ грн}$$

Виробнича собівартість виробу, який проектуємо визначається як сума всіх розрахованих витрат за статтями калькуляції:

$$C_{\text{вир}} = 150817 \text{ грн}$$

Позавиробничі витрати визначаються у відсотках від виробничої собівартості виробу, який проектуємо і складають 3%:

$$C_{\text{пв}} = 0,03 \cdot C_{\text{вир}}, \quad (9.12)$$

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
						55
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	--	

$$C_{\text{пв}} = 0,03 \cdot 150817 = 4525 \text{ грн}$$

Повна собівартість виробу:

$$C_{\text{пов}} = C_{\text{вир}} + C_{\text{пв}}, \quad (9.13)$$

$$C_{\text{пов}} = 150817 + 4525 = 155341 \text{ грн}$$

Визначення планових накопичень та договірної ціни проєктованого виробу:

а) планові накопичення визначаються з умов рентабельності виробництва до повної його собівартості за формулою:

$$\Pi = \frac{C_{\text{пов}} \cdot P}{100} \quad (9.14)$$

де P – рентабельність виробу, %. У нашому випадку 25%.

$$\Pi = \frac{155341 \cdot 25\%}{100\%} = 31086 \text{ грн}$$

б) договірна оптова ціна дорівнює:

$$C_{\text{опт}} = C_{\text{пов}} + \Pi, \quad (9.15)$$

$$C_{\text{опт}} = 155341 + 31086 = 1 \text{ грн}$$

Отримані розрахунки заносимо до таблиці 13

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		56

Таблиця 13 – Планова калькуляція собівартості ТГА-Г

№	Стаття витрат	Сума, грн.
1.	Сировина та основні матеріали	20723
2.	Покупні вироби та напівфабрикати	54413
3.	Транспортно-заготівельні витрати	3005
4.	Основна заробітна плата	8049
5.	Додаткова заробітна плата	2012
6.	Нарахування на заробітну плату	2214
7.	Витрати на відшкодування зносу спеціальних пристосувань та інструменту	1207
8.	Витрати по утриманню та експлуатації	17708
9.	Загальновиробничі витрати	12074
10.	Загальногосподарські витрати	28172
11.	Виробнича собівартість	150816
12.	Позавиробничі витрати	4525
13.	Повна собівартість	155341
14.	Планове накопичення	31068
15.	Оптова ціна	186409

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		---

ЛІТЕРАТУРА

1. Овчаренко М.С. Стан дослідження та реалізації теплогенеруючих агрегатів. / А.А. Євтушенко, С.Ф. Ковальов, М.С. Овчаренко, О.О. Папченко // Вісник Сумського державного університету. Серія "Технічні науки". - 2008. - №4. - С. 86-92.
2. Кардашев Г.А. Фізичні методи інтенсифікації процесів хімічної технології/Г.А. Кардашев – М.: Хімія, 1990. 208с.
3. Овчаренко М. С. Дисертаційна робота на тему “Вплив конструктивних та режимних параметрів на енергетичні характеристики багатофункціонального гідродинамічного агрегату-гомогенізатора”.
4. Методичні вказівки для виконання економічного розділу дипломного проекту: для студ. спец. 7.090209 "Гідравлічні та пневматичні машини" всіх форм навчання / О. Г. Дегтяренко. – Суми: СумДУ, 2011.–31 с.
5. Мандрика А. С. Методичні вказівки до виконання технологічного розділу дипломного проекту зі спеціальності 7.05050205 "Гідравлічні машини, гідроприводи та гідропневмоавтоматика" [Текст] : для студ. усіх форм навчання / А. С. Мандрика, А. А. Папченко. – Суми : СумДУ, 2011. – 27 с. – 3-00.
6. Технологічні теплогенеруючі гідроагрегати [Текст]: монографія / О. О. Папченко, О. О. Євтушенко, С. Ф. Ковальов та ін. - Суми: СумДУ, 2012. - 120 с.
7. Розрахунок та проектування багатофункціональних теплогенеруючих агрегатів-гідромлінів [Текст]: монографія / О. О. Папченко, С. Ф. Ковальов, М. С. Овчаренко, В. М. Липовий. - Суми: СумДУ, 2013. - 128 с.
8. Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя: в трех томах / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.2 – 2001. – 920 с.

					ПГМ00.001.000.00 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		58