

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

Кафедра "Процеси та обладнання хімічних і нафтопереробних
виробництв"

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри

підпис, дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"

Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних
виробництв"

Тема роботи: Установка виробництва гранульованого фосфоритного
борошна. Розробити тарілчастий гранулятор.

Виконав:

студент групи ХМ-61

Нічволодін К.В

підпис

Залікова книжка

№ 16510037

Кваліфікаційна робота бакалавра
захищена на засіданні ЕК

Керівник:

Скиданенко М.С

з оцінкою _____
" ____ " _____ 2020р.

підпис, дата

Підпис голови

(заступника голови) комісії

СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра процесів та обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв

Спеціальність 133 "Галузеве машинобудування"
Освітня програма "Комп'ютерний інжиніринг обладнання хімічних виробництв "

Курс 4 Група ХМ-61 Семестр 8

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

студенту Нічволодіну Костянтину Васильовичу

1 Тема проекту: Установка виробництва гранульованого фосфоритного борошна.
Розробити тарілчастий гранулятор.

2 Вихідні дані: Розробити тарілчастий гранулятор для виробництва фосфоритного порошка з продуктивністю 200 кг за годину і отримати вихідний продукт з діаметром 1-2 мм

3 Перелік обов'язкового графічного матеріалу (аркуші А1):

- | | |
|--|-----------------|
| 1. <u>Технологічна схема установки</u> | <u>1</u> арк. |
| 2. <u>Складальне креслення апарату</u> | <u>1</u> арк. |
| 3. <u>Креслення деталей і вузлів апарату</u> | <u>1,5</u> арк. |

4 Рекомендована література: Кочетков В.Н Гранулирование минеральных удобрений. М, «Химия», 1975. 224 с., 28 табл.; 87 рис., Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми: Сумський державний університет, 2019. – 32 с,

5 Етапи виконання кваліфікаційної роботи:

Етапи та розділи проектування	ТИЖНІ				
	1	2,3	4,5	6,7	8
1 Вступна частина	x				
2 Технологічна частина		xx			
3 Проектно-конструкторська частина			xx		
4 Розробка креслень				xx	
5 Оформлення записки					x
6 Захист роботи					x

6 Дата видачі завдання _____

Керівник _____

підпис

Скиданенко М.С

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 50 с., 8 рис., 15 літературних джерел, графічний матеріал 4,5 формату А-1, додаток А.

Тема проекту: «Установка виробництва гранульованого фосфоритного борошна. Розробити тарілчастий гранулятор»

Проведені основні способи грануляції виконані, проектні розрахунки та розрахунки на міцність тарілчастого гранулятора.

Визначено та проаналізовано параметри, що впливають на фізико-хімічні властивості гранул фосфоритного борошна. Проводиться оптимальний вибір в'язучої речовини, з використанням якої розробляється технологія виробництва.

Проектується енергоефективний гранулятор з підбором ефективних матеріалів на основі проведених конструктивних, технологічних та розрахунків на міцність.

Розраховано тарілка гранулятора, вал, та інші конструктивні елементи, і вибрані згідно розрахунків та ДСТУ.

Описана охорона праці та стандартні поломки тарілчастого гранулятора.

Ключові слова: ФОСФОРИТНЕ БОРОШНО, ТАРИЛЧАСТИЙ ГРАНУЛЯТОР, ОКАТУВАННЯ, В'ЯЖУЧА РЕЧОВИНА, РОЗРАХУНОК, МІЦНІСТЬ, ГРАНУЛОУТВОРЕННЯ.

Зміст

Зміст.....	2
Вступ.....	3
1.Технологічна частина	5
1.1Опис технологічної схеми виробництва.....	5
1.2 Теоретичні основи процесу.....	6
1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів.....	11
2.Технологічні розрахунки процесу і апарату.....	15
2.1Конструктивні розрахунки.....	15
2.2 Гідравлічний розрахунок відцентрової форсунки.....	20
2.3 Вибір допоміжного обладнання	25
3.Розрахунок тарілчастого гранулятора на міцність	28
3.1Перевірочний розрахунок на міцність тарілки гранулятора.....	28
3.2Розрахунок вихідного валу.....	30
3.3Розрахунок муфти.....	35
4.Монтаж та ремонт апарату.....	37
4.1Монтаж розробленого апарату.....	37
4.2Ремонт апарату.....	39
5.Охорона праці.....	43
Висновки.....	46
Список літератури.....	47

					ПОХНВ 00.00.00 ПЗ							
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Тарілчастий гранулятор Пояснювальна записка			Лист	Лист	Листов		
Разраб.	Нічвололін							2	2	50		
Провер.	Скиланенко							СумДУ, гр.ХМ-61				
Реценз												
Н. Контр.												
Утверд.												

ВСТУП

Фосфоритне борошно - найдешевше фосфорне добриво і являє собою тонко розмелений фосфорит, розмір часток не більше 0,17 мм. Через це в чистому вигляді фосфоритне борошно незручне для використання в якості добрива, так як вона сильно пилить при внесенні. Крім того, ефективність фосфоритного борошна підвищується в більш кислих ґрунтах.

Фосфор володіє винятковим значенням для процесів життєдіяльності, будучи незамінним компонентів нервових, мозкових тканин, кісток, і інших білкових з'єднань. Рослини поглинають з ґрунту значну кількість фосфору, яке поповнюється внесенням в неї фосфоровмісних добрив. Основний продукт фосфорної промисловості - сполуки фосфору, які використовуються в якості добрив: амофос, суперфосфат, преципітат, і ін. [10].

Світова потреба в добривах зростає пропорційно зростанню чисельності населення. До кінця першої десятирічки XXI століття річне споживання фосфатного сировини досягло 166 млн тонн [2]. Наслідком цього є посилення незамкнений фосфорний цикл[3]. Незважаючи на те, що світові запаси фосфатних руд величезні, вони відносяться до вичерпним ресурсам, і природний повернення фосфору в природний цикл не компенсує його витрати.

Щоб підняти продуктивність наших сільськогосподарських угідь до рівня найбільш розвинених країн, потрібно значне збільшення обсягів виробництва і споживання мінеральних, в перше чергу фосфорних добрив.

Такі порошки гігроскопічні(вбирають вологу з повітря), злежуються (здатність ущільнюватися від тривалого лежання), здатні до пилоутворення.

Тому дані недоліки усуваються процесом гранулювання.

Гранулювання сипучих матеріалів дає змогу:

1. Поліпшити сипкість (плинність) порошоків і їх сумішей.
2. Досягти більшої точності дозування і рівномірного розподілу активних компонентів.
3. Займають менший об'єм

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		3

4. Не порошиться матеріал під час роботи, транспортуванні.

Для гранулювання матеріалів застосовують різні методи, які можна класифікувати наступним чином:

- Метод обкатування(гранули формуються за допомогою змішування в'язучих речовин та початкового порошку)
- Методом пресування(отримання таблеток, брикетів з подальшим дробленням)
- Диспергування рідини у підвішеному стані і кристалізація.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Опис технологічної схеми виробництва

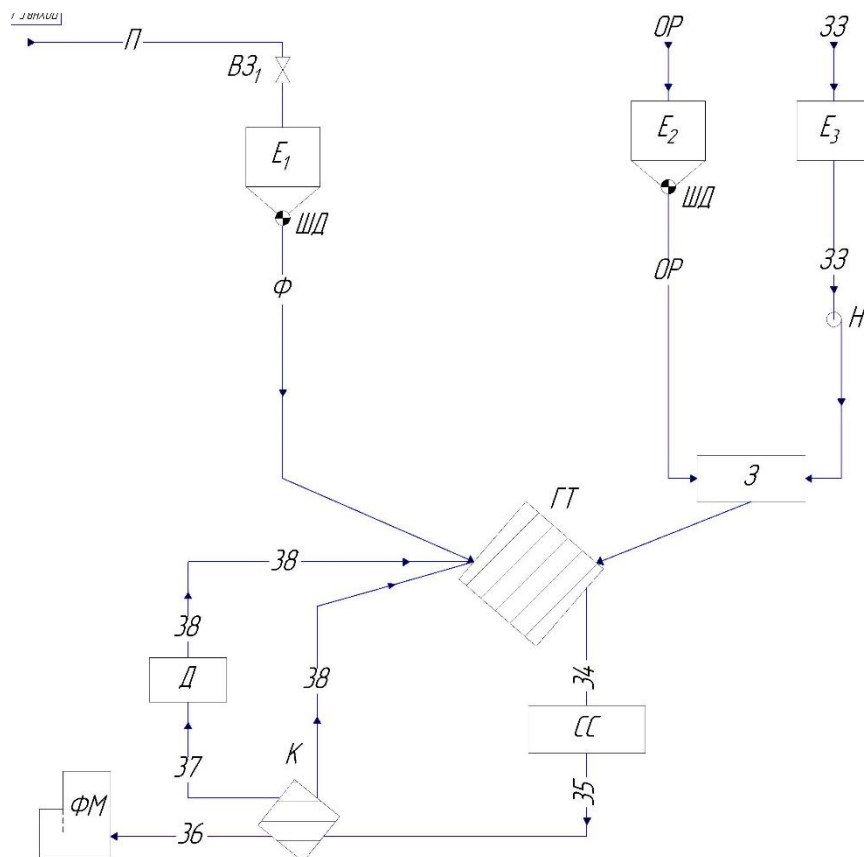


Рисунок 1 – Технологічна схема для отримання гранульованого продукту:

E_{1-3} – ємність, ШД – шнековий дозатор, З – змішувач, Н – насос, ГТ – тарілчастий гранулятор, СС – секційна сушарка, К – класифікатор, Д – дробарка, ФМ – фасувальна машина.

Основним вихідним матеріалом є фосфоритне борошно яке надходить до ємності E_1 , де за допомогою шнекового дозатора ШД1 дозується та подається до тарілчастого гранулятора ГТ у відповідності до технологічного регламенту. Одночасно подається з ємності E_2 в'язуча речовина (патока) до змішувача З в який паралельно з E_3 насосом Н подається в'язуча речовина (вода). В'язучу суміш, що отримали під час змішування дозовано через форсунку подається в тарілчастий гранулятор ГТ на якому вже знаходиться фосфоритне борошно та ретурю. На тарілчастому грануляторі відбувається

скочування вологого матеріалу з утворенням гранул заданого розміру після чого виражається через борт гранулятора та надходить на секційну сушарку СС, де виконується процес сушіння матеріалу. Висушений матеріал надходить на класифікатор К, в якому відбувається розподіл на три фракції: дрібна фракція (ретур) матеріалу знов направляється на тарілчастий гранулятор ГТ для нарощення розміру; крупна фракція фосфоритного борошна направляється до дробарки Д, а потім на тарілчастий гранулятор ГТ; товарна фракція направляється на фасувальну машину ФМ.

1.2 Теоретичні основи процесу

Гранулювання – це технологічний процес перетворення матеріалу в більш або менш однорідний по розміру гранули. При структурному гранулюванні дрібні частинки під впливом різних сил з'єднуються в більш крупні форми – гранули. За теорію адгезії Б.В Дерягіна можна виділити на дві основні групи:

1. Сухе гранулювання, в такому випадку частинки з'єднуються в гранули під дією молекулярних і електростатичних сил.
2. Рідке гранулювання, з'єднання сухих частинок за допомогою рідини, коли головним фактором гранулювання є гідродинаміка в'язкої рідини.

В залежності від методу гранулювання гранули можуть мати правильну або неправильну форму. Найкращою формою являє собою близькою до сферичної форми. Гранули з розміром більш 4 мм відносять до крупної фракції, а менш 4 мм — до дрібної фракції або товарної і менш 1 мм — до найменшої фракції. Гранульовані продукти повинні відповідати певним вимогам по міцності, стирання, пористості та іншими другими показниками. В більшості випадках бажано отримувати гранули однакового розміру.

Гранулювання порошкоподібних матеріалів виконується в присутності рідкої фази. Утворення і ріст гранул в грануляторах відбувається за допомогою зволоження розчином окремих частинок при їх зближенні.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		6

Вплив способу зволоження. До групи фізико-хімічних факторів можна віднести спосіб зволоження, тому що зволоження визначає механізм формування та росту гранул. При тонкому розпилу, коли теоретично кожна частинка оточена мономолекулярній плівці рідини, процес формування гранул проходить під дією капілярних сил та сил поверхневого натягу. В такому випадку гранули виходять однорідними пористими гранулами. При грубому розпилі відбувається нашарування матеріалу на сформовані частинки. Для уникнення отримання неоднорідних гранул розпил повинен бути по всьому об'єму апарата.

Вплив кута нахилу чаші апарата та дозування вологості. При збільшенні кута нахилу тарілки більш ніж 45° та при вологості менше 11% супроводжується зменшеним розміром гранул, а при збільшенні вологості більше 11% та збільшення кут нахилу тарілки більш 46° гранули навпаки стають крупними. При достатній точності дозування вологості рідини кут нахилу тарілки є важливим фактором на розмір отриманих гранул (рис. 2).

Вплив частоти обертання чаші. При малій частоті обертання рухливість частинок недостатньо для забезпечення гарного перемішування матеріалу і рівномірного контакту між окремими частинками, що не да змогу гарно проводити процес гранулювання. При великій частоті обертання матеріал із-за великих відцентрових сил перестає скочуватися, що спочатку погіршує, а при подальшому збільшенні може взагалі припинити процес гранулювання. Таким чином, існує оптимальне робоче значення, яке рахується за допомогою формул (рис.3).

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

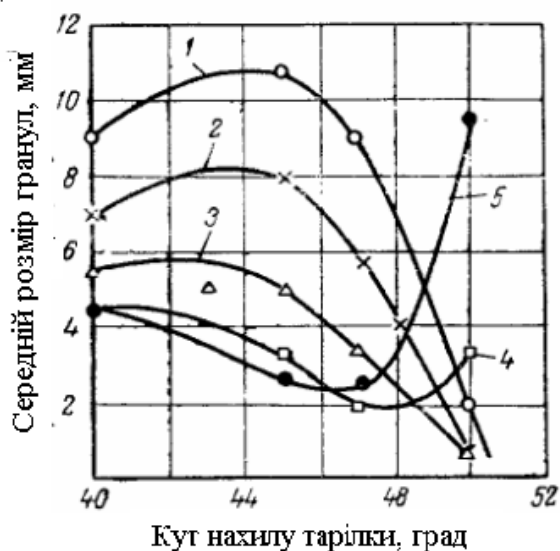


Рисунок 2 – Залежність середнього діаметру отриманих гранул від кута нахилу чаші при різній вологості (W): 1–9%;2–10%;3–11%;4–12%;5–13%



Рисунок 3 – Залежність середнього діаметру (криві 1 та 1`), мінімального середнього діаметру (крива 2) і вологості (крива 3), відповідний середній діаметр від швидкості руху чаші: 1– $\alpha=40^\circ$ ж; 1`– $\alpha=47^\circ$.

Процес окатування об'єднує декілька процесів, які характеризуються переміщенням гранульованого продукту по поверхні апарата. При цьому частинки перекачуються по стінкам апарата та друг через друга. Окатування можна віднести до наростаючої грануляції — різновид структурної

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

грануляції. Непереривне переміщення гранульованого матеріалу призводить до росту гранул так і деструкції найбільш міцних із них.

Математична модель процесу гранулювання [15]. Розглядається математична модель процесу гранулювання порошку в гранули в тарілчастому грануляторі. Ріст гранул виходячи з висновку відбувається за рахунок приєднання частинок до частинки, за допомогою рідкої в'язучої рідини.

За основу математичного опису процесу гранулювання було взято інтегральне-диференційне рівняння балансу числа частинок, записане у вигляді:

$$\frac{\partial \psi(V, \tau)}{\partial \tau} = 0,5 * \int_0^V \beta(x) * \psi(V - x, \tau) * \psi(x, \tau) * dx - \psi(V, \tau) * \int_0^V \beta(x) * \psi(x, \tau) * dx + G_{\text{вх}} * \psi^{\text{H}} * \frac{(V)}{G_{\text{сл}}} - G_{\text{вива}} * \psi^{\text{K}}(V, \tau) / G_{\text{сл}}. \quad (1.2.1)$$

Для спрощення розрахунку вводиться нерівномірна розрахункова сітка по об'єму частинок:

$$V_0 = 0, V_1 = V_{\text{min}}, V_i = 2V_{i-1}, i = 2, 3 \dots, N. \quad (1.2.2)$$

Дискретна функція густини розподілення задається наступним чином:

$$\begin{aligned} \psi(x) &= \psi_1 \text{ при } 0 < x \leq V_1, \\ \psi(x) &= \psi_2 \text{ при } V_1 < x \leq V_2, \\ \psi(x) &= \psi_1 \text{ при } V_{i-1} < x \leq V_i \end{aligned} \quad (1.2.3)$$

За допомогою введенню прогресивної сітки по об'ємам розрахунок інтегралів замінюється простим сумуванням. В результаті отримуємо систему звичайних диференціальних рівнянь відносно функції густини розподілення ψ_1 :

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_1}{d\tau} &= \psi_1 \sum_{j=1}^{i-1} \beta_j * \psi_j * (V_j - V_{j-1}) + B_{i-1} * \psi_{i-1}^2 * (V_{i-1} - V_{i-2}) \\ &\quad - \psi_1 \sum_{J=1}^N B_J * \psi_J * (V_J - V_{J-1}) + k_3 * \psi_1^{\text{H}} - k_6 * \psi_1^{\text{K}} \end{aligned} \quad (1.2.4)$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

$$i = 1, \dots, N.$$

$$k_3 = \frac{G_{\text{вх}}}{G_{\text{сл}}}, k_3 = \frac{G_{\text{вива}}}{G_{\text{сл}}} - \text{коефіцієнт загрузки та вивантаження}$$

Дана система рівнянь описує і періодичний процес гранулювання при $k_3 = k_B = 0$

Для вирішення системи (1.2.4) необхідно задатися функцією густини розподілення частинок вихідного матеріалу на прогресивної розрахунковій сітці. По результатам ситового аналізу спочатку розраховується кумулятивна функція розподілу частинок вихідного матеріалу по об'єму:

$$F_{c_k}(V_k) = F_{c_{k-1}} + M_k / (m_k * M), F_{c_0} = 0, k = 1, 2, \dots, Nc \quad (1.2.5)$$

$$V_k = \pi d_k^3 / 6$$

$$m_k = \rho_M * V_k$$

d_k – діаметр отворів сита,

V_k, m_k – об'єм і маса частинок k того класа,

M_k – маса частинок,

k – того класу в пробі матеріалу, який піддається розсіюванню,

M – маса проби,

ρ_M – густина матеріалу частинок.

Далі розраховується функція густини розподілення частинок вихідного матеріалу по об'єму:

$$\psi_1^H = (F_i - F_{i-1}) / (V_i - V_{i-1}), i = 1, 2, \dots, N. \quad (1.2.6)$$

Значення функції густини розподілу частинок вивантаженого матеріалу по об'єму

$$\psi_i^K = \psi_1 * \varphi_1 / \bar{\varphi} \quad (1.2.7)$$

φ_1 – значення роздільної функції для i – той фракції, яке показує вірогідність виходу i – той фракції із гранулятора;

$\bar{\varphi}$ – доля матеріалу, виводиться в продукт, розраховується за формулою:

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		10

$$\bar{\varphi} = \sum_{i=1}^N \psi_i * (V_i - V_{i-1}) * \varphi_1 * m_1 \quad (1.2.8)$$

m_1 – маса частинок i – той фракції.

Знаходимо масову долю частинок i – того класу:

$$D_1 = \psi_1^k * (V_i - V_{i-1}) * m_1 \quad (1.2.9)$$

Знаходимо значення інтегральної функції розподілення

$$F_1 = \sum_{k=1}^1 D_k = \sum_{k=1}^1 \psi_k^k * (V_i - V_{i-1}) * m_k \quad (1.2.10)$$

Розраховуємо середній діаметр частинок

$$d_{cp} = \sum_{i=1}^N d_1 * D_1 \quad (1.2.11)$$

Такий метод був запропонований для розрахунку гранулометричного складу і був застосований для моделі гранулювання частинок гранулята.

Ядро $\beta(V)$ рівняння (1.2.1) є наближеної лінійної залежності:

$$\beta(V) = a_0 + a_1 * V \quad (1.2.12)$$

1.3 Опис об'єкта розроблення та вибір основних конструктивних матеріалів

Тарілчастий гранулятор (рис.4) досить широко використовується в виробництві цементу, добрив, різні руди.

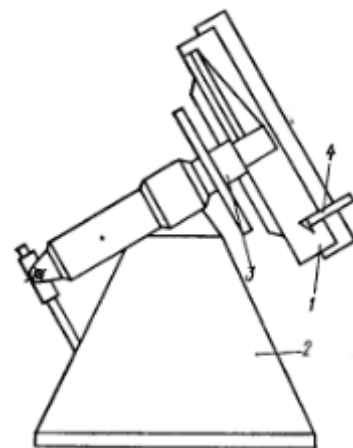


Рисунок 4 –Тарілчастий гранулятор

Для того щоб отримати гранули із дрібнодисперсних матеріалів, способом окатування з використанням рідкого в'язучого тарілчастий гранулятор підходить для таких цілей.

Гранулятор складається з корпусу 3, до якого закріплена поворотна рама 2. На цій поворотній поміщена кругла тарілка 1 з двигуном, поворот рами виконується корпусом механізму зміни кута нахилу. У грануляторів також є пристрій для подачі в'язучого розчину 4 та відведення кінцевого продукту – гранул. Головною перевагою цього апарата в тому що, на гранули на виході забезпечують гомогенність, і знижена подача ретур, в наслідок розділення гранул по розмірам на поверхні дна тарілки. Внаслідок такого, гранули мають високу міцність, а по формі вони схожі на сферичну.

Ще одна важлива перевага тарілчастого гранулятора це зручність спостерігати за процесом та керувати і при любых відхиленнях від режиму негайно усувати. Також такий апарат має низьку ціну, простий і надійний при експлуатації, можна поєднувати процес гранулювання і сепарації.

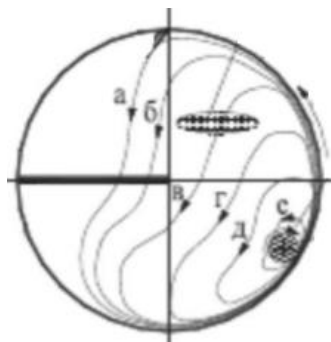
Але як в будь-якому апараті є ряд недоліків:

- Висока чутливість на зміст рідкого агенту гранульованої суміші, і внаслідок такого, можуть спостерігатися вузькі межі технологічного процесу;
- Продуктивність гранулятора залежить від діаметру тарілки, але якщо збільшувати діаметр, то конструкція апарату ускладниться.

Гранулоутворення на тарілчастому грануляторі має свої особливості, пов'язано зі значними відцентровими силами, які розвиваються в таких апаратах. На вихідний матеріал в обертовій тарілці, діє сила тяжіння, відцентрова сила, сила тертя. Завдяки відцентровим силам і силі тертя, матеріал притискаються до днища тарілки і піднімаються разом на визначену висоту, а згодом під дією силою тяжіння скочуються вниз. Готові гранули надалі перевалюються за борт, тобто тарілчастому грануляторі відбувається

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		12

природна класифікація: готові гранули видаляються пересипанням, а дрібні частинки продовжують окатування.



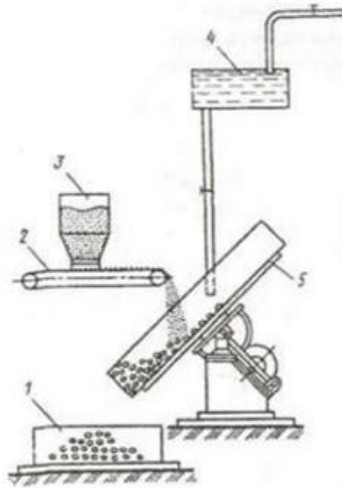
а – траєкторія (умовно) руху матеріалу; б, в, г, д – траєкторія руху гранул по мірі їх роста; е – місце розташування крупних частинок матеріалу.

Рисунок 5 – Режим роботи гранулятора

Але в режимі постійного руху гранул, вони починають ущільнюватися, звідси висновок що продуктивність гранулятора залежить від траєкторії руху гранул в тарілці гранулятора. Отже, розмір траєкторії пропорційний діаметру тарілці гранулятора. Збільшувати діаметр не завжди гарне рішення, тому що при збільшенні діаметру ми ускладнюємо конструкцію, що ускладнює технологічний процес гранулювання. Найбільш гарним рішенням буде збільшити поверхню тарілці. Змінюючи оберти тарілці і знижувати кут нахилу до горизонтальній поверхні і охват площі буде більшим, де матеріал торкається з дном тарілці.[8]

Форма траєкторії залежить від двох факторів:

1. Властивостей матеріалу (дисперсність вихідного матеріалу, природній укіс, шорсткість);
2. Технологічних параметрів (кількість обертів, кут нахилу тарілці);



1– бункер-приймач гранульованого продукту; 2 – живильник; 3– бункер з вихідним матеріалом; 4 – бункер для в'язучого розчину; 5– чаша гранулятора;

Рисунок 6 – Схема отримання гранульованого продукту на тарілчастому грануляторі

Так як, вихідний матеріал(фосфоритне борошно) відноситься до мінеральних добрив, тому саме краще використовувати марку сталі 08X18N10 хімічний склад якої вказано в табл. 1 [13].

Таблиця 1 – Хімічний склад в % сталі 08X18N10

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu	Fe
0,08	0,8	0,2	11	0,02	0,035	19	0,5	0,3	69

1. Висока корозійна стійкість.

Такий хімічний склад, визначає те, що поверхня здатна витримувати вплив високої вологості і деяких кислот, а також інших хімічних речовин.

2. Немагнітні властивості.

Така сталь не реагує на магнітне поле.

3. Степінь зварювання

Для отримання високоякісного шва не потрібно підігрівати структуру. Сварку можна проводити в домашніх умовах при використанні звичайного інвертора.

Вал та інші деталі виготовлені з вуглецевої сталі звичайної якості Сталь 20 [14].

Таблиця 2 – Хімічний склад в % сталі Сталь 20

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	As	Fe
0,17- 0,24	0,17- 0,37	0,35- 0,65	До 0,25	До 0,04	До 0,04	До 0,25	До 0,25	До 0,08	98

2. ТЕХНОЛОГІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРОЦЕСУ І АПАРАТА

2.1 Конструктивні розрахунки

Число обертів тарілки

$$n = 0,75 \cdot n_{кр} \quad (2.1.1)$$

де $n_{кр}$ -критичне число обертів тарелі;

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{D}} \cdot \sqrt{\frac{\sin(\alpha - \varphi)^\circ}{\cos\varphi^\circ}} \quad (2.1.2)$$

α - кут нахилу тарелі, град; приймаємо $\alpha = 54$ град,

φ - кут природного укосу матеріалу; приймаємо для шару матеріалу $\varphi = 35$ град

$$n_{кр} = \frac{42,3}{\sqrt{0,6}} \cdot \sqrt{\frac{\sin(54 - 35)^\circ}{\cos 35^\circ}} = 34,42 \text{ об/хв.}$$

Робоче число обертів тарелі:

$$n = 0,75 \cdot 34,42 = 25,82 \text{ об/хв.}$$

Діаметр тарелі визначимо із залежності:

$$Q_{зр} = k \cdot D^2 \quad (2.1.3)$$

де $Q_{зр}$ – продуктивність гранулятора, т / год;

$$Q_{зр} = 0,2 \text{ т/год;}$$

D - діаметр чаші, м;

k - питома продуктивність гранулятора, т • год / м².

Згідно рекомендацій для процесу розпилення

$$k = 0,6 - 0,8 \text{ т} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Приймаємо

$$k = 0,7 \text{ т} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

$$D = (Q_{зр}/k)^{0,5} = (0,2/0,7)^{0,5} = 0,534 \text{ м}$$

Приймаємо

$$D = 0,6 \text{ м.}$$

Висоту борту чаші H визначимо із співвідношення:

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

$$H = \frac{D}{2} \cdot \operatorname{tg}(\alpha - \varphi^\circ) \quad (2.1.4)$$

де H - висота борта тарелі, м;

α - кут нахилу тарілки до горизонталі, град;

$\alpha = 54^\circ$;

φ° - кут природнього укосу град;

$\varphi^\circ = 35^\circ$;

$$H = \frac{0,6}{2} \cdot \operatorname{tg}(54 - 35^\circ) = 0,103 \text{ м.}$$

Приймаємо

$$H = 0,13 \text{ м}$$

Розрахунок та вибір редуктора та електродвигуна

Для розрахунку редуктора задаємося потужністю приводного валу для такого діаметру тарілки ($D = 0,6$ м) $P = 0,75$ кВт.[1]

Визначаємо загальний ККД привода

$$\eta_{\text{пр}} = \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{зп}}^2 \cdot \eta_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{пш}}^4 = 0,99 \cdot 0,975^2 \cdot 0,96 \cdot 0,9925^4 = 0,8766 \quad (2.1.5)$$

де $\eta_{\text{м}} = 0,99$ – ККД муфти;

$\eta_{\text{зп}} = 0,975$ – ККД зубчастої передачі (показник степеня в $\eta_{\text{зп}}^2$

дорівнює кількості зубчастих закритих передач);

$\eta_{\text{п}} = 0,96$ – ККД пасової передачі;

$\eta_{\text{пш}} = 0,9925$ – ККД пари підшипників кочення (показник степеня в $\eta_{\text{пш}}^4$ дорівнює кількості пар підшипників у приводі та на валу барабана).

Визначаємо потужність на валу приводного барабана стрічкового конвеєра:

$$P_6 = P_5 = 0,75 \text{ кВт}$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна – потужність на валу
1:

$$P_{\text{потр}} = P_1 = \frac{P_6}{\eta_{\text{пр}}} = \frac{0,75}{0,8766} = 0,855 \text{ кВт} \quad (2.1.6)$$

Вибираємо потужність електродвигуна трифазного асинхронного серії
4А ГОСТ 19523-81 [16, с. 390] за умовою

$$P_{\text{дв}} \geq P_{\text{потр}}.$$

Потужність двигуна $P_{\text{дв}} = 1,1 \text{ кВт}$.

Призначаємо орієнтовні передаточні числа передач привода [2, с. 36],
[2, с. 9, табл. 1.2 і 1.3], [2, с. 5, табл. 1 і 2]:

- для пасової передачі $u_{\text{п}} = 2,534$.
- для першого швидкохідного ступеня редуктора (зубчастої
циліндричної косозубої передачі) $u_{\text{зш}} = 5$.
- для другого тихохідного ступеня редуктора (зубчастої циліндричної
косозубої передачі) $u_{\text{зт}} = 4$.

Визначаємо орієнтовну потрібну частоту обертання вала
електродвигуна:

$$n_{\text{дв.потр}} = n_6 \cdot u_{\text{п}} \cdot u_{\text{зш}} \cdot u_{\text{зт}} = 28 \cdot 2,534 \cdot 4 \cdot 5 = 1309 \text{ об/хв.} \quad (2.1.7)$$

Вибираємо найближчий за стандартом [2,с.390] двигун 4А80А4 з
потужністю $P_{\text{дв}} = 1,1 \text{ кВт}$, синхронною частотою обертання $n_c = 1500 \text{ об/хв}$,
відносним ковзанням $S = 5,4\%$.

Визначаємо номінальну (асинхронну) частоту обертання вала двигуна:

$$n_{\text{ном}} = n_1 = n_c (1 - S) = 1500 (1 - 0,054) = 1419 \text{ об/хв.} \quad (2.1.8)$$

Визначаємо кутову швидкість вала двигуна:

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		18

$$\omega_1 = \omega_{дв} = \frac{\pi n_1}{30} = \frac{\pi 1419}{30} = 148,597 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \quad (2.1.9)$$

Визначаємо загальне передаточне число привода:

$$u_{пр} = \frac{n_1}{n_5} = \frac{1419}{28} = 50,679 \quad (2.1.10)$$

Визначаємо передаточне число редуктора:

$$u_p = \frac{u_{пр}}{u_{п}} = \frac{50,679}{2,534} = 20 \quad (2.1.11)$$

Визначаємо передаточне число для другого тихохідного ступеня редуктора (зубчастої циліндричної передачі):

$$u_{тих} = 0,88 \times \sqrt{u_p} = 0,88 \times \sqrt{20} = 3,93 \quad (2.1.12)$$

Визначаємо передаточне число для першої швидкохідного ступеня редуктора (зубчастої циліндричної передачі):

$$u_{шв} = \frac{u_p}{u_{тих}} = \frac{20}{3,93} = 5 \quad (2.1.13)$$

Уточнюємо передаточні числа передач:

- для швидкохідного ступеня редуктора $u_{зш} = 5$.
- для тихохідного ступеня редуктора $u_{зт} = 4$.

Тоді передаточне число пасової передачі:

$$u_{п} = \frac{u_{пр}}{u_{зш} u_{зт}} = \frac{50,679}{4 * 5} = 2,534 \quad (2.1.14)$$

Визначаємо основні параметри валів привода: частоту обертання n ; кутову швидкість ω ; потужність P ; момент обертання T .

Для вала 1:

$$n_1 = 1419 \text{ об/хв};$$

$$\omega_1 = 148,597 \text{ рад/с};$$

$$P_1 = 0,855 \text{ кВт};$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$T_1 = \frac{P_1}{\omega_1} = \frac{0,855 \cdot 10^3}{148,587} = 5,754 \text{ Н м}$$

Для вала 2:

$$n_2 = n_1 = 1419 \text{ об/хв};$$

$$\omega_2 = 148,587 \text{ рад/с}$$

$$P_2 = P_1 \eta_M = 0,855 \cdot 0,99 = 0,846 \text{ кВт};$$

$$T_2 = \frac{P_2}{\omega_2} = \frac{0,846 \cdot 10^3}{148,587} = 5,696 \text{ Н м.}$$

Для вала 3:

$$n_3 = n_2 / u_{3ш} = 1419 / 5 = 283,8 \text{ об/хв};$$

$$\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{\pi 283,8}{30} = 29,719 \text{ рад/с};$$

$$P_3 = P_2 \eta_{3п} \eta_{пш} = 0,846 \cdot 0,975 \cdot 0,9925 = 0,819 \text{ кВт};$$

$$T_3 = \frac{P_3}{\omega_3} = \frac{0,819 \cdot 10^3}{30} = 27,561 \text{ Н м.}$$

Для вала 4:

$$n_4 = n_3 / u_{4т} = 283,8 / 4 = 70,95 \text{ об/хв};$$

$$\omega_4 = \frac{\pi n_4}{30} = \frac{\pi 70,95}{30} = 7,43 \text{ рад/с};$$

$$P_4 = P_3 \eta_{4п} \eta_{пш} = 0,819 \cdot 0,975 \cdot 0,99 = 0,791 \text{ кВт};$$

$$T_4 = \frac{P_4}{\omega_4} = \frac{0,791 \cdot 10^3}{7,265} = 106,413 \text{ Н м.}$$

Для вала 5:

$$n_5 = n_4 / u_{п} = 70,95 / 2,534 = 28 \text{ об/хв};$$

$$\omega_5 = \frac{\pi 28}{30} = 2,932 \text{ рад/с};$$

$$P_5 = P_4 \eta_{пш} \eta_{пас} = 0,791 \cdot 0,9925 \cdot 0,96 = 0,75 \text{ кВт};$$

$$T_5 = \frac{P_5}{\omega_5} = \frac{0,75 \cdot 10^3}{2,932} = 256,923 \text{ Н м.}$$

Після остаточного розрахунку приймаємо *Редуктор 1Ц2У-100-20-21-УЗ ГОСТ 31592-2012*[10]

де 1Ц2У – це тип редуктора;

100 – міжосьова відстань;

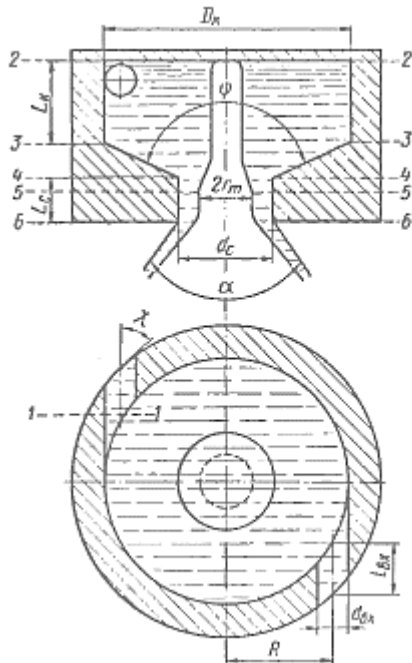
20 – номінальне передаточне число;

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		20

21 – тип складання редуктора;

У3 – кліматичне виконання та категорія виконання;

2.2 Гідравлічний розрахунок відцентрової форсунки



1-1 – вихідний тангенціальний канал; 2-2 – торцева стінка камери закручування;

3-3 – границі між циліндричній та конічній частині камери закручування;

4-4 – вхідне сопло; 5-5 – критичне сопла; 6-6 – зріз сопла форсунки;

Рисунок 7 – Відцентрова форсунка

Пристрої для розпилу рідини (форсунки та розпилювачі) широко застосовують в сучасному світі в різних галузях. Форсунка призначена дроблення рідини на велику кількість крапель в їхньому просторі. Незважаючи на велику кількість конструктивних форм, форсунки можна класифікувати по принципу дії. Для розпилу в'язучої речовини на вхідний матеріал застосовуємо відцентрову форсунку в таких форсунках рідина, яка отримала інтенсивне обертання в камері закручування, витікає із сопла у вигляді тонкої плівки, утворивши порожнистий конус. Плівка під впливом газового середовища розпадається на каплі (порожнистий факел розпиленої

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПОХНВ.00.00.00.ПЗ

Лист

21

форсунки). Крім того, в відцентрових форсунках можна легко регулювати витрату.[6]

Гідравлічний розрахунок відцентрової форсунки полягає у визначенні розмірів сопла, камери закручування і вхідних каналів. Вихідними даними є кореневої кут факела, секундна витрата, тиск пальника, щільність і коефіцієнт в'язкості рідини. Згідно, проведених дослідів та літературного огляду [6] в якості в'язучої речовини обираємо розчин з водою і патокою.

Відповідно до рекомендацій, приймаємо кореневий кут факела $\alpha = 85^\circ$, витрата води $G = 0,011$ кг/с при надмірному тиску $\Delta p_\phi = 3$ кг/см².

Приймаємо характеристику $C_c = 3,4$ число входів $n_{вх} = 2$, кут тангенціального введення до осі форсунки $\phi = 90^\circ$.

Щільність води $\rho = 998,2$ кг/м³, коефіцієнт кінематичної в'язкості $\nu = 1,006 \cdot 10^{-6}$ м²/с, при 20°C

Розрахунок ведемо методом послідовних наближень.

По заданому значенню кореневого кута факела розпилювання визначимо величину α_1 :

$$\alpha_1 = \frac{\alpha}{\alpha_0}; \quad (2.2.1)$$

У розрахунку першого наближення приймаємо середнє значення $\alpha_0 = 0,85$

$$\alpha_1 = 85/0,85 = 100$$

Цій величині α_1 відповідає на графіку $\alpha = f(A)$ [6] значення характеристики $AD = 4,0$ і за графіком $m = f(A)$ [6] знаходимо коефіцієнт витрати $m_1 = 0,18$.

За заданим значенням витрати G , перепаду тиску $\Delta p_\phi = 3$ кг / см², щільності ρ і знайденим значенням m_1 розраховуємо діаметр сопла форсунки:

$$d_{c1} = \left(\frac{4G}{(\pi \cdot m_1 \cdot (2 \cdot \rho \cdot \Delta p_\phi)^{0,5})^{0,5}} \right); \quad (2.2.2)$$

$$d_{c1} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,011}{\sqrt{\pi \cdot 0,18 \cdot 1150 \cdot 300000}}} = 0,00184 \text{ м.}$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

де ρ – щільність в'язучої речовини;

$$\rho = \rho_B * x_B + \rho_{II} * x_{II} = 998 * 0,75 + 1350 * 0,25 = 1150 \text{ кг/м}^3$$

По вибраному значенню C_c і знайденій величині r_{c1} :

$$r_{c1} = \frac{d_{c1}}{2}; \quad (2.2.3)$$

$$r_{c1} = \frac{1,84}{2} = 0,92 \text{ мм}$$

Знаходимо величину плеча закручування:

$$R_1 = C_c \cdot r_{c1}; \quad (2.2.4)$$

$$R_1 = 3,4 \cdot 0,65 = 3,13 \text{ мм.}$$

Розраховуємо діаметр вхідного каналу:

$$d_{вх1} = 2 \left(\frac{R_1 \cdot r_{c1}}{E_0 \cdot n \cdot A_D} \right)^{0,5}; \quad (2.2.5)$$

де E_0 - коефіцієнт деформації вхідний струменя

$E_0 = 0,78$ відповідно до рекомендацій [6], де

$$B = R_1 / r_{c1}; \quad (2.2.6)$$

$$B = 3,13 / 0,92 = 3,4$$

$$d_{вх1} = 2 \sqrt{\left(\frac{2,21 \cdot 0,65}{0,78 \cdot 2 \cdot 4} \right)} = 1,36 \text{ мм.}$$

Знаходимо критерій Рейнольдса:

$$Re_{вх1} = \frac{4 \cdot G}{l \cdot \rho \cdot \pi \cdot d_{вх1} \cdot n^{0,5}}; \quad (2.2.7)$$

$$\frac{4 \cdot 0,011}{1150 \cdot 1,006 \cdot 10^{-6} \cdot \pi \cdot 1,36 \cdot 10^{-3} \cdot 2^{0,5}} = 7323,75$$

$$\lg(Re_{вх1}) = \lg(7323,75) = 3,86$$

За графіком $L_k = f(Re_{вх})$ рис.28 [6] визначаємо значення коефіцієнта тертя $L_k = 0,03548$.

Знаходимо величину еквівалентної характеристики форсунки

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

$$A_э = \frac{A_D}{1 \cdot Q}; \quad (2.2.8)$$

$$Q = 0,5 \cdot ЛК \cdot A_D \cdot (C_K - 1); \quad (2.2.9)$$

$$Q = 0,5 \cdot 0,03548 \cdot 4 \cdot (2,50 - 1) = 0,10644;$$

$$C_K = \frac{C_C \cdot d_{ВХ1}}{r_{c1}}; \quad (2.2.10)$$

$$C_K = \frac{3,4 \cdot (1,36)}{(0,92 \cdot 2)} = 2,50;$$

$$A_э = \frac{4}{1 + 0,10644} = 3,61;$$

За графіками, $a = f(A)$ рис.17 [6] визначаємо величину і відповідне значення A_e

Знаходимо величину розрахункового кореневого кута факела розпилювання першого наближення:

$$\alpha_{p1} = \alpha_1 \cdot \alpha_{\theta 1} \quad (2.2.11)$$

Значення α_1 визначимо за графіком $a = f(\Theta)$ рис.31 [6] $\alpha_1 = 1$;

$$\alpha_{p1} = 1 \cdot 96 = 96$$

Коефіцієнт втрат енергії в форсунці

$$\Delta E = \Delta_{ВХ} + \Delta_{K1} + \Delta_{c1} \quad (2.2.12)$$

При цьому у вхідному каналі

$$\Delta_{ВХ} = F_{ВХ} \cdot \frac{A_{э1}^2}{C_c^2}; \quad (2.2.13)$$

$$\Delta_{ВХ} = 0,91 \cdot \frac{3,61^2}{3,4^2} = 1,02;$$

де $F_{ВХ}$ - коефіцієнт опору вхідних каналів визначаємо через залежність $F_{ВХ} = f(Re)$ по рис.21 [7]

$$F_{ВХ} = 0,91$$

Знаходимо коефіцієнт втрат енергії в камері закручування

$$\Delta_{\kappa_1} = \frac{L_{\kappa}}{\sigma^2} \left(\frac{1}{\sigma} * \frac{1-1}{C_{\kappa}} \right) \quad (2.2.14)$$

$$+ L_{\kappa} \frac{\left(\frac{A_D}{2} - \frac{1}{2\sigma - L_{\kappa}} \right) * \left(\frac{2}{\sigma} + \frac{A_D}{2} + \frac{1}{2\sigma - L_{\kappa}} \right) + \frac{3}{2\sigma^2} * \ln(2\sigma - L_{\kappa}) *}{2} \quad (2.2.15)$$

$$\sigma = \frac{1}{A_D} + \frac{L_{\kappa}}{2} \cdot C_{\kappa};$$

$$\sigma = \frac{1}{4} + \frac{0,03548}{2} \cdot 2,4 = 0,29452;$$

$$\Delta_{\kappa_1} = \frac{0,03548}{0,29452^2} \cdot \left(\frac{1}{0,29452} \cdot \frac{1-1}{2,4} \right) + 0,03548 \cdot$$

$$\cdot \left(\frac{4}{2} - \frac{1}{2 \cdot 0,29452 - 0,03548} \right) \cdot \left(\frac{2}{0,29452} + \frac{4}{2} \right) + \frac{1}{2 \cdot 0,29452 - 0,03548}$$

$$+ \frac{3}{2 \cdot 0,29452^2} \cdot \ln(2 \cdot 0,29452 - 0,03548) \cdot 4 \cdot 2,5 / 2 = 0,4774$$

Визначаємо коефіцієнт гідравлічних втрат на початковій ділянці сопла

$$\Delta_{c_1} = F_c / J_c^2 \quad (2.2.16)$$

де F_c коефіцієнт опору $F_c = 0,11$ відповідно до рекомендацій;

J_c - коефіцієнт заповнення сопла визначаємо за графіком

$J_c = f(A)$ для значення $A = A$ рис.17 [7]

$$J_c = 0,43$$

$$\Delta_{c_1} = \frac{0,11}{0,43^2} = 0,5949;$$

Всього коефіцієнт втрат енергії

$$\Delta E^1 = 1,08 + 0,4774 + 0,5949 = 2,1523;$$

Необхідну величину розрахункового коефіцієнта витрати першого наближення

$$\mu_{p1} = \frac{\mu_{\theta}}{\sqrt{1 + \Delta E^1 * \mu_{\theta}^2}} \quad (2.2.17)$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

$$\mu_{p1} = \frac{0,43}{\sqrt{1 + 2,1523 * 0,43^2}} = 0,363$$

За величиною V і по графіку $\varepsilon = f(1/V)$ рис.24 [7] визначаємо значення коефіцієнта деформації вхідного струменя $E_1 = 0,77$.

Порівнюємо отримані значення α_{p1} , μ_{p1} , E_1 зі значенням α_0 , μ_1 , E_0 при цьому основну увагу звертаємо на збіг значень μ_{p1} і μ_1 .

В результаті маємо:

$$\alpha_1/\alpha_{p1}=85/96=0,885$$

$$\mu_1/\mu_{p1}=0,18/0,363=0,495$$

$$E_0/E_{p1}=0,78/0,77=1,013$$

Розбіжність значень коефіцієнта витрати лежить в допустимих межах і розрахунком першого наближення можна обмежитися. Решта розмірів форсунок вибираються відповідно до рекомендацій по конструюванню.

2.3 Вибір допоміжного обладнання

Бункер для сипучих матеріалів

Саморозвантажні ємності для зберігання сипучих матеріалів з малою глибиною H називають бункерами. Вони зазвичай складаються з воронкоподібного днища з кутом нахилу стін, що на $50 \dots 100^\circ$ перевищує кут природного укосу сипучого матеріалу, що забезпечує повну соматичність його розвантаження, і призматичної частини, призначеної для збільшення обсягу бункера. Для захисту від стирання в процесі завантаження і вивантаження стіни бункерів захищають футеровкою у вигляді сталевих листів, рейок, плит з кам'яного лиття або чавуну.

Залізобетонні бункера виконують монолітними або збірними. Широко поширені монолітні бункера, які можуть бути будь-якої форми і місткості. До недоліків бункерів цього типу відносяться необхідність влаштування суцільної опалубки, складність армування і бетонування лійкоподібної частини бункера і, як наслідок, висока трудомісткість робіт. Армують бункера окремими стрижнями або каркасами і сітками. У кутах з внутрішньої

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		26

сторони воронки і призматичної частини бункера влаштовують вути для поліпшення анкерування стержнів.

Кожна стінка бункера відчуває місцевий вигин від тиску сипучого матеріалу на дану стінку і двовісне розтягнення, що виникає від тиску вмісту бункера на поперечні стіни (горизонтальне розтягнення) і від ваги розташованої нижче частини бункера, а також від тиску сипучого матеріалу на днище (вертикальне розтягування). Тиск матеріалу на стінки бункера залежить від висоти шару матеріалу, що знаходиться в бункері вище розглянутої точки, його властивостей і кута нахилу до горизонту площині, на яку передається тиск.

Так як висота бункера мала, тиск на стінки зазвичай визначається без урахування тертя сипучого матеріалу об стінки бункера і вважається надісланим перпендикулярно до площини стінки або днища. Розрахункова вертикальне тиск сипучого матеріалу на горизонтальну площину.

$$\rho_v = 1,3 * \gamma * h \quad (2.3.1)$$

де γ - питома вага матеріалу; h - висота шару матеріалу над цією точкою.

$$\rho_v = 1,3 * \gamma * h = 1,3 * 0,5 * 0,3 = 0,2(\text{МПа});$$

Розрахунковий горизонтальний тиск на горизонтальну площину:

$$\rho_v = 1,3 * \gamma * h * \lambda = 1,3 * 0,7 * 0,5 * 0,3 = 0,14(\text{МПа}); \quad (2.3.2)$$

де λ - коефіцієнт бокового тиску $\lambda=0,7$

Для пірамідальної частини бункера:

$$N = \frac{1,1 * G_1 + 1,3 * G_2}{2 * (a + b)} = \frac{1,1 * 0,3 + 1,3 * 1000}{2 * (1 + 2)} = 217(\text{кг});$$

де G_1 і G_2 - відповідно вага бункера і матеріалу, повністю заповнює бункер.

Стінки призматичної частини бункера виконують з прямокутних плит, які розраховують на дію трикутної навантаження, як плити, опертої по контуру при

$a / h = 0,5 \dots 2$, і як балкові плити при $a / h > 2$. Якщо $a / h < 0,5$, то стіни слід розраховувати як замкнуті рами.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		27

Верхня грань стінки призматичної частини бункера може бути вільною, вільно опертою (при наявності плити перекриття) або затисненою (при влаштуванні жорсткого залізобетонного перекриття).

Похилі стінки бункерів мають трапецієподібну форму і в залежності від розмірів верхнього a_2 і нижнього a_1 підстави і висоти h , розраховують на вигин як трикутні плити при $a_2 / a_1 \geq 4$, або як трапецієподібні плити при $a_2 / a_1 < 4$. Розрахунок трапецієподібних і трикутних плит виконують за таблицями. Якщо плити несиметричні трапецієподібні, їх приводять до прямокутних.

Розрахунок об'ємного порційного дозатора

Для дозування графіту прийнято автоматичний ваговий дозатор циклічної дії АД-800-2БЦ (рис.8).

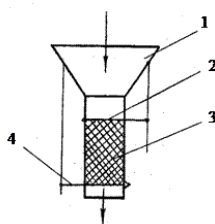


Рисунок 8 – Автоматичний ваговий дозатор

1 – бункер; 2 – заслонка; 3 – порожнина дозатора; 4 – випускна заслонка

Такі дозатори, як правило, встановлюють під бункером. При відкритті заслонки (2) графіт з бункера (1) надходить в порожнину дозатора (3). Коли графіт заповнить порожнину (3), заслонку (2) закривають. При відкритті заслонки (4) задана порція графіту надходить в гранулятор.

Кількість фосфоритного борошна, якого необхідно від дозувати - 30 кг

$$\Gamma_{\text{вз}} = \Gamma \cdot V_{\text{ГЗ}} \quad (2.3.3)$$

$$\Gamma_{\text{вз}} = 30 \cdot 0,5 = 15 \text{ (кг)}$$

і по своїй масі перебуває в межах зважування прийнятого дозатора. Прийнято один ваговий дозатор, обслуговуючий 1 бункер графіту.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

Розрахунок насоса

Розрахунок насоса представлений у онлайн-програмі. Обчислення було проведено на сайті <http://www.ktto.com.ua/calculation/nms> і результат представлений у додатку(Додаток А)

					<i>ПОХНВ,00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>29</i>

3. РОЗРАХУНОК ТАРІЛЧАСТОГО ГРАНУЛЯТОРА НА МІЦНІСТЬ

3.1 Перевірочний розрахунок на міцність тарілки гранулятора

Одна з головних деталей тарілкового гранулятора – це тарілка, на якій ми гранулюємо наш матеріал, отже тарілку потрібно перевірити на міцність та згинальні навантаження. Гранулятор, який ми розраховуємо знаходиться під кутом 54° до вертикальної осі.

Оскільки гранулятор, який ми розраховуємо використовується для гранулювання приправи куриної, то і густина в'язучої речовини яка складається з води та патоки, отже $\rho = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Вихідні дані:

$h = 0,13\text{м}$ (висота тарілки);

$D = 0,6\text{ м}$ (діаметр тарілки);

$s = 0,005\text{м}$ (товщина стінки тарілки);

$\rho = 1150 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ (густина в'язучого розчину)

Розраховуємо максимальну можливої масу матеріалів, яку вміщаємо в тарілку.

$$m = \pi * \frac{D^2}{4 * 4} * h * \rho = \pi * \frac{0.6^2}{4 * 4} * 0,13 * 1150 = 10,5 \text{ кг} \quad (3.1.1)$$

Поверхня тарілки:

$\alpha = 128^\circ = 2,234$ рад, центральний проміжок на тарілці, що заповнюється на поверхні.

$$S = \left(\frac{D}{2}\right)^2 * \frac{(\alpha - \sin(\alpha))}{2} = \left(\frac{0.6}{2}\right)^2 * \frac{2,234 - \sin(2,234)}{2} = 0,065 \text{ м}^2 \quad (3.1.2)$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

Визначаємо силу, що надходять на таріль:

$$F = m * g = 10,5 * 9,81 = 103,67 \text{ Н} \quad (3.1.3)$$

де $g = 9,81$ – прискорення вільного падіння

Обчислюємо навантаження, яке діє на тарілку:

$$q = \frac{F}{S} = \frac{103,67}{0,065} = 1,593 * 10^3 \frac{\text{М}}{\text{м}^2} \quad (3.1.4)$$

Визначаємо момент на таріліці:

$$M = \frac{q * \frac{D^2}{4}}{16} * (1 + \mu) = \frac{1,593 * 10^3 * \frac{0,6^2}{4}}{16} * (1 + 0,30) = 11,65 \text{ Н} \quad (3.1.5)$$

де $\mu = 0,30$ коефіцієнт Пуассона для сталі 08Х18Н10

Жорсткість пластинки дорівнює:

$$G = \frac{E * s^3}{12(1 - \mu^2)} = \frac{2 * 10^{11} * 0,005^3}{12(1 - 0,30^2)} = 2,289 * 10^3 \frac{\text{Н}}{\text{м}^3} \quad (3.1.6)$$

де $E = 2 * 10^{11}$ Па, модуль повздовжньої пружності сталі 08Х18Н10

Обчислюємо максимальний прогин чаші:

$$\omega_{max} = \frac{q * \left(\frac{D}{2}\right)^4}{64 * G} = \frac{1,593 * 10^3 * \left(\frac{0,6}{2}\right)^4}{64 * 2,289 * 10^3} = 8,808 * 10^{-5} \text{МПа} * \text{м}^3 \quad (3.1.7)$$

Отже, при максимальному згині на тарілку гранулятора буде незначним і це не як не стосується на нормальну роботу гранулятора.

Визначаємо максимальне напруження на тарілку, яке діє по контуру[5,с.71]

$$\sigma_{max} = \frac{3 * q * \left(\frac{D}{2}\right)^2}{4 * s^2} = \frac{3 * 1,593 * 10^3 * \left(\frac{0,6}{2}\right)^2}{4 * 0,005^2} = 4,302 * 10^6 \text{ МПа} \quad (3.1.8)$$

Допустиме напруження для сталі

$$\sigma_{доп} = 252 \text{ МПа}$$

Отже, при заданому навантаженні умова міцності буде виконуватися ($\sigma_{max} < \sigma_{доп}$). Напруження, на яке діє на тарілку допустиме і задовольняє роботу гранулятора.

Перевіряємо сварний шов на таріліці:

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		31

$$\sigma_{max} \leq 0,6 * \sigma_{доп}$$

$$4,302 \leq 151,2 \text{ МПа}$$

По результатам перевірки сварний шов також витримує навантаження, яка виникає при роботі гранулятора.

3.2 Розрахунок вихідного валу

При розрахунках на міцність тарілчастого гранулятора слід враховувати, що найбільш навантажений вал, який закріплений консольно. На консольно навантажений вал діє навантаження викликані силою тяжіння та маса чаші.. Прогин консолі від цих навантажень запишеться:

$$y = -m_1 \cdot y' \cdot \varrho + m_1 \cdot g \cdot \varrho + m_2 \cdot w_2 \cdot R' \cdot \varrho \cdot \sin wt \quad (3.2.1)$$

де $w = \frac{\pi \cdot n}{30}$ - кутова швидкість тарелі;

R' - відстань від центра ваги грануляту до осі вала;

ϱ - податливість консолі;

$$\varrho = \frac{l_1^2 \left(\frac{l_1}{J_1} + \frac{l_2}{J_2} \right)}{3E} \quad (3.2.2)$$

при цьому l_1 - відстань між опорами вала діаметром d , м;

l_2 - довжина консолі діаметром d , м;

J_1, J_2 - моменти інерції перерізу вала і консолі, м.

$$J_1 = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64} \quad (2.3.3)$$

$$J_2 = \frac{\pi \cdot d_2^4}{64} \quad (2.3.4)$$

$$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ М/м}^2$$

E - модуль пружності.

Конструктивно примаємо:

$$l_1 = 100 \text{ мм} \quad l_2 = 60 \text{ мм}$$

$$d_1 = 32 \text{ мм} \quad d_2 = 40 \text{ мм}$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

$$J_1 = \frac{\pi \cdot 0,032^4}{64} = 5,147 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4$$

$$J_2 = \frac{\pi \cdot 0,04^4}{64} = 1,257 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$$

Отже

$$\varrho = \frac{0,1^2 \left(\frac{0,1}{5,147 \cdot 10^{-8}} + \frac{0,06}{1,257 \cdot 10^{-7}} \right)}{3 \cdot 2 \cdot 10^{11}} = 4,034 \cdot 10^{-8} \frac{\text{М}}{\text{Н}}$$

Радіус R' знайдемо з геометричних співвідношень:

$$R' = 0,5 \cdot D - 0,33 \cdot H \cdot \text{tg}(L - \varphi) \quad (2.3.5)$$

$$R = 0,5 \cdot 0,6 - 0,33 \cdot 0,13 \cdot \text{tg}(54 - 30) = 0,28 \text{ м}$$

де D - внутрішній діаметр чаші, $D = 600 \text{ мм}$;

H - висота борту, $H = 130 \text{ мм}$.

Власні коливання y_c вала

$$y_c = A \cdot \sin(B \cdot t + w) \quad (2.3.6)$$

де A - амплітуда власних коливань, м;

$B = \frac{1}{(m_1 \cdot \varrho)^{0,5}}$ - їх частота;

Рішення рівнянь вимушених коливань представимо у вигляді:

$$y_B = B + C \cdot \sin wt \quad (2.3.7)$$

Продиференціюємо рішення двічі і підставимо отримані дані в диференціальні рівняння. Тоді прийнявши однотипні члени рівняння знайдемо

$$B = m_1 \cdot g \cdot \varrho$$

$$C = \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)$$

Повне рішення рівняння прогинів і швидкості їх зміни:

$$y = m_1 \cdot g \cdot \varrho + \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot \sin wt \cdot \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right) + A \cdot \sin(B + tw)$$

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$y' = \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot w \cdot \cos wt \cdot \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right) + A \cdot \cos(B' \cdot tw)$$

Параметри А і w' визначимо з початкових умов системи при t = 0

$$y=y'=0$$

або

$$m_1 \cdot g \cdot \varrho + A \cdot \sin w' = 0$$

і

$$\frac{\left(\frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot w\right)}{\left(1 + \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)} + A \cdot B \cdot \cos w' = 0$$

Звідси знайдемо невідомі А, w' і залежність прогину у:

$$y = m_1 \cdot g \cdot \varrho \cdot \left(1 - \frac{\left(\left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right) + \left(\frac{m_1^2}{m_2}\right) \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^6 \cdot \frac{R'^2}{m_1^2} \cdot g^2 \cdot \varrho^2\right)}{\left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)^{0,5}}\right) \cdot \sin(Bt + w') + \left(\frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w^2}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot \sin wt\right) / \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)$$

де

$$tgy = \frac{m_1 \cdot g \cdot \varrho \cdot \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)}{\frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^3 \cdot R'}$$

З експериментальних досліджень і розрахунків бачимо, що ставлення

$$\frac{w}{B} < 0,02$$

Звідси прогин консолі:

$$y = m_1 \cdot g \cdot \varrho \cdot (1 - \cos Bt) + \left(\frac{m_2}{m_1}\right) \cdot \left(\frac{w}{B}\right)^2 \cdot R' \cdot \sin wt / \left(1 - \left(\frac{w}{B}\right)^2\right)$$

Маса чаші m_1 визначається:

$$m_1 = m_{\text{дн}} + m_{\text{б}} = \frac{\pi D^2 \cdot p \cdot \sigma}{4} + D \cdot H \cdot p \cdot \sigma_1 \quad (2.3.8)$$

$$m_1 = \frac{3,14 \cdot 0,6^2 \cdot 7800 \cdot 0,005}{4} + 1 \cdot 0,13 \cdot 7800 \cdot 0,005 = 14,06 \text{ кг}$$

Маса грануляту на чаші визначається:

$$m = 10,568 \quad (2.3.9)$$

$V_{\text{сл}}$ - обсяг нерухомого шару;

$\rho_{\text{сл}}$ - насипна вага грануляту.

$$V_{\text{сл}} = \frac{2}{3} * R^2 * H * \rho \quad (2.3.10)$$

$$m_2 = \frac{2}{3} \cdot 0,28^2 \cdot 0,13 \cdot 850 \cdot 1,12 = 7,42 \text{ кг}$$

Обчислимо частоту власних коливань вала:

$$B = \frac{1}{(m_1 \cdot g)^{0,5}} \quad (2.3.11)$$

$$B = \frac{1}{(14,06 \cdot 9,81 \cdot 10^{-8})^{0,5}} = 1328 \text{ с}^{-1}$$

Кутова швидкість $n = 28$ об/хв.

$$\omega = 3,14 \cdot \frac{28}{30} = 2,9 \text{ с}^{-1}$$

Визначаємо прогин консолі:

$$y = 14,06 \cdot 9,81 \cdot 4,034 \cdot 10^{-8} \cdot (1 - \cos 1328t) + \left(\frac{7,42}{14,06}\right) \cdot \left(\frac{2,9}{1328}\right)^2 \cdot 0,28 \cdot \sin 2,9t / \left(1 - \left(\frac{2,9}{1328}\right)^2\right) = 9,211 \cdot 10^{-6} \text{ м}$$

Інерційне зусилля $F_{\text{ин}}$ визначається зі співвідношення:

$$F_{\text{ин}} = -m_1 \cdot g \cdot (\cos Bt - \left(\frac{\omega^2 \cdot R}{g}\right) / (1 - \left(\frac{\omega}{B}\right)^2)) \cdot \frac{m_2}{m_1} \cdot \left(\frac{\omega}{B}\right)^2 \cdot \sin \omega t \quad (2.3.12)$$

$$F_{\text{ин}} = -14,06 \cdot 9,81 \cdot (\cos 1328t - \left(\frac{2,9^2 \cdot 0,28}{9,81}\right) / (1 - \left(\frac{2,9}{1328}\right)^2)) \cdot \frac{7,42}{14,06} \cdot \left(\frac{2,9}{1328}\right)^2 \cdot \sin 2,9t = 118 \text{ Н}$$

Коефіцієнт $K_{\text{дин}}$ визначимо з практичних рекомендацій

$$K_{\text{дин}} = 1 - \cos Bt = 1 - \cos 1328t = 1 - 1,328 \cos t$$

Напряга вигину для консольної ділянки вала з урахуванням максимального коефіцієнта динамічності:

$$B_{из} = 200 \cdot (m_1 \cdot l_2) \cdot d_2^3 = 200 \cdot (14,06 \cdot 0,06) \cdot 0,4^3 = 1,08 \text{ МПа} \quad (2.3.13)$$

Оскільки вал гранулятора виконаний зі сталі марки сталь20, для якої:

$$[B_{из}] = 85 \text{ МПа}$$

$$B_{из} < [B_{из}]$$

$$1,08 < [85]$$

Жорсткість вала забезпечена.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		36

3.3 Розрахунок муфти

Для того щоб, з'єднати вал та підшипниковий вузол з вихідним валом, потрібні єднальні пристрої – муфта. Так як, між з'єднаннями є невеликі порушення співвісності. Муфта виготовляється з двох полумуфт, на яких будуть два отвори для болтів і по одному поперечному отвору для того щоб, кріпити полумуфти на вал. Для такої муфти треба перевірити працездатність болтів на зріз по діаметру стержня [3, с.7], отже габаритні розміри підібрані під вихідний вал. А перевіряти болти на зріз по методу В.Е. Кулаєва.[3]

Вхідні дані:

$K_p = 1,5$ – коефіцієнт режиму роботи [3, с.37];

$T_5 = 256,923$ – передавальний крутний момент;

$z = 4$ – кількість болтів;

$D_0 = 0,05$ – діаметр розміщення болтів;

$[\sigma_T] = 360$ МПа – Розрахункове значення межі текучості для сталі 45;[4]

$d_0 = 0,008$ – діаметр стержня болта;

$$\tau_{зр} = \frac{8T_5 * K_p}{\pi * D_0 * z * d_0^2 * 10^6} = \frac{8 * 256,923 * 1,5}{\pi * 0,05 * 4 * 0,008^2 * 10^6} = 76 \text{ МПа} \quad (3.3.1)$$

Отже, при заданому допустимому зрізі умова буде виконуватися ($\tau_{зр} < \sigma_T * 0,25$). Напруження, на яке діє на болт допустиме і задовольняє роботу.

Визначаємо кругову силу, переданий одним болтом на полумуфті:

$D_1 = 0,072$ – діаметр розміщення болтів на полумуфті;

$z_1 = 4$ – кількість болтів на двох муфтах;

$$F_{t1} = \frac{2 * K_p * T_5}{D_1 * z_1} = \frac{2 * 1,5 * 256,923}{0,072 * 4} = 2676 \text{ Н} \quad (3.3.1)$$

Обираємо діаметр та довжину болта:

$$d_1 = 10 \text{ мм};$$

$$l_0 = 0,02 \text{ м}$$

З розрахунків робимо висновок, що підібрані болти витримують умову на зріз.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		38

4. МОНТАЖ ТА РЕМОНТ АПАРАТУ

4.1 Монтаж розробленого апарату

Вимоги до монтажу.

- а) Тарільчастий гранулятор встановлюється відповідно до проекту. Монтажне креслення розробляється з урахуванням вимог креслення загального вигляду.
- б) Гранулятор встановити на фундаменті.
- в) Вивірити в горизонтальній площині за рівнем.
- г) Підключити електродвигун до мережі згідно електричної схеми.
- д) Тарільчастий гранулятор заземлити відповідно до ДСТУ та "Правил захисту від статичної електрики у виробництвах хімічної, нафтохімічної та нафтопереробної промисловості".
- е) Провести випробування приводу тарільчастого гранулятора вхолосту і під навантаженням.
- ж) Провести монтаж лінії подачі розчину.
- з) Перевірити герметичність лінії подачі розчину водою.

Пуск і зупинка:

Пуск проводиться в такій послідовності:

- а) перевірити справність трубопроводів, вузлів, електрообладнання;
- б) перевірити наявність ретура або зародків в бункері і можливість подачі розчину;
- в) при роботі з плавом подати пар в сорочку плавопроводу; гарячим повітрям прогріти трубопровід розчину;
- г) включити обертання тарелі;
- д) подати ретур на таріль;
- е) заповнення тарелі проводиться до початку виходу ретура в приймальний бункер для готового продукту;
- ж) перевірити фактичні витрати ретура і при необхідності скорегувати його;
- з) у разі роботи з плавом після прогріву зазначених трубопроводів і

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		39

обладнання протягом 10-15 хвилин подачу "гострого" пара перекрити;

і) включити подачу плаву;

к) довести умови гранулоутворення на тарелі до необхідних параметрів шляхом зміни співвідношення витрат ретура і розчину;

л) після досягнення в апараті оптимальних умов ведення процесу гранулювання і співвідношення витрат ретура і розчину установка може експлуатуватися в безперервному режимі.

Планова і аварійна зупинка гранулятора.

Планова зупинка здійснюється за розпорядженням адміністрації в наступному порядку:

а) припиняється подача розчину і проводиться його злив і пропарювання "гострим" паром при обов'язковому його відводі до збірки конденсата;

б) зупиняється подача ретура;

в) після припинення виходу грануляту в приймальний бункер проводиться зупинка гранулятора і припинення подачі пару на обігріву трубопроводу;

г) продування і злив комунікації, відключення електроенергії від електропроводів здійснюється за додатковим розпорядженням адміністрації відповідно до цілей планової зупинки.

Аварійна зупинка гранулятора ведеться в наступній послідовності:

а) зупиняється перш за все та частина або обладнання, на котрому виникла аварійна ситуація, а потім весь гранулятор в цілому;

б) при аварійній зупинці рекомендується порядок зупинки максимально наблизити до порядку планової зупинки;

в) при аварійних розливах розчину вживаються заходи щодо його збирання і знешкодження.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		40

4.2 Ремонт апарату

Типові поломки вузлів тарілчастого гранулятора їх причини та заходи щодо їх усунення наведені в табл. 2

Таблиця 2 – Типові поломки тарілчастого гранулятора

Найменування вузла	Вид і поява неполадки	Причини	Наслідки	Заходи щодо недопущення неполадок
Чаша гранулятора	Підвищення температури процесу	Порушення співвідношення витрат ретура і розчину	Зрив процесу гранулоутворення	Контроль витрати ретура і розчину
Привід гранулятора	Зупинка тарелі	Порушення електроживлення установки	Ті ж	Перевірити і відновити електроживлення
		Заклинювання редуктора	Ті ж	Провести ревізію і включити в роботу
Форсунка	Зниження температури процесу	Забита форсунка	Ті ж	Перейти на резервну форсунку. Зняти і прочистити забившуюся форсунку встановити на місце.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ПОХНВ.00.00.00.ПЗ

Лист

41

Гранулятор	Виділення пилу	Забитий патрубок відсмоктування повітря	Запиленість приміщень	Зупинити установку і провести очистку патрубку
Підшипник	Перекошення корпусу підшипників при перекосі рами або ослабленні їх кріплення	Перекошення корпусу підшипників при перекосі рами або ослабленні їх кріплення		Розібрати підшипниковий вузол, промити його і, якщо підшипник не має дефектів, шукати причини в підшипниковому вузлі
Перегрів підшипникових вузлів	Збільшення шуму, продуктивності, поява запаху гару	Недостача мастила		Провести змащення обладнання
Вал	Збільшення шуму, зупинка роботи гранулятора, втрата форми	Зношення поверхні вала		1.Механічна обробка, наплавка або металізація. Шліфування або проточка з шліфуванням. 2.При прогині вала використовують термічний метод правки. 3.Ремонт зломаного валу проводять за

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ПОХНВ.00.00.00.ПЗ

Лист

42

				допомогою електричного або газового зварювання.
Підшипники	Зміна первинної геометричної форми поверхонь тертя Поява задирів та рисок на поверхні тертя Утворення тріщин	Зношення поверхні підшипників		1. При зносі підшипників проводять розточку отворів або наплавку з послідуочим розточуванням для запресування нової втулки. 2. При зношенні підшипників проводять збирання вкладишів та їх пере заливання. 3. Підшипники потребують заміни, якщо: є задири на бігових доріжках, пошкодження в місці посадки підшипника в корпусі або на валу.

Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата

ПОХНВ.00.00.00.ПЗ

Лист

43

<p>Нерухомі з'єднання</p>	<p>Зміна профіля різьби по середньому діаметру; Змін робочих поверхонь під дією робочих навантажень: Подовження стержня болта зі зміною кроку різьби; Зношення та змін простих шайб, болтів, гайок.</p>			<p>Пошкоджені гвинти, болти, гайки замінюються новими. Зірвана або зношена різьба відновлюється</p>
---------------------------	--	--	--	--

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Характеристика та дія на організм людини шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі.

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря. Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовують в технологічних процесах.

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру переважно рідкі речовини. Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання, або при внесенні їх в рот забрудненими руками.

Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин в крові.

Шкідливі речовини, що потрапили тим, чим іншим шляхом в організм можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму.

Гострі отруєння виникають в результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень). Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець). Шкідливі речовини потрапивши в організм розподіляють в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору в зубах, марганцю в печінці.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>		45

Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись в цьому тривалий час.

При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватися в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів (функціональна кумуляція).

Ступінь несприятливого впливу шкідливих речовин, що присутні в повітрі робочої зони визначається також низкою інших чинників. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, в більшості випадків, підсилюють дію шкідливих речовин.

Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини. З огляду на це для робітників, які працюють у шкідливих умовах проводяться обов'язкові попередні (при вступі на роботу) та періодичні медичні огляди.

Шкідливі речовини, що потрапили в організм людини спричиняють порушення здоров'я лише в тому випадку, коли їх кількість в повітрі перевищує граничну для поживної речовини величину.

Під граничною допустимою концентрацією (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони розуміють таку концентрацію, яка при щоденній роботі протягом 8 годин або іншої тривалості (40 годин у тиждень) протягом всього трудового стажу не може викликати захворювання або розладів у стані здоров'я та не надає вплив на здоров'я майбутніх поколінь.

За величиною ГДК в повітрі робочої зони шкідливі речовини поділяються на чотири класи небезпеки:

- речовини надзвичайно небезпечні - ГДК менше 0,1 мг/м³ (свинець, ртуть, озон);
- речовини високо небезпечні - ГДК 0,1 ... 1,0 мг/м³ (кислоти сірчана та солена, хлор, фенол, бром ,йод);
- речовини помірно небезпечні - ГДК 1,1... 10,0 мг/м³ (вінілацетат, толуол, ксилол, спирт метиловий, оксид цинку);
- речовини мало небезпечні - ГДК більше 10,0 мг/м³ (пари спирту, бензину, ацетону, аміак)

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		46

Загальні заходи та засоби попередження забруднення повітряного середовища на виробництві та захисту працюючих включають:

- вилучення шкідливих речовин з технологічних процесів, заміна шкідливих речовин менш шкідливими;
- удосконалення технологічних процесів та устаткування (застосування замкнених технологічних циклів, неперервних технологічних процесів, мокрих способів переробки пиломатеріалів);
- автоматизація: дистанційне управління технологічними процесами та обладнанням, що включає безпосередній контакт працюючих з шкідливими речовинами;
- герметизація виробничого устаткування, робота технологічного устаткування під розрідженням, локалізація шкідливих виділень за рахунок місцевої вентиляції аспіраційних укриттів;
- нормальне функціонування систем опалення, загально обмінної вентиляції, кондиціонування повітря, очисних викидів в атмосферу;
- попередні та періодичні медичні огляди робітників, які працюють в шкідливих умовах, профілактичне харчування, дотримання правил особистої гігієни;
- контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі робочої зони;
- використання засобів індивідуального захисту.

Контроль за концентрацією шкідливих речовин повинен проводитися для I класу небезпеки – 1 раз у 10 днів;

II класу небезпеки – 1 раз у місяць;

III та IV класу небезпеки – 1 раз у квартал.

При встановленій відповідності вмісту шкідливих речовин III, IV класів небезпеки рівню ГДК допускається проводити контроль не рідше 1 разу на рік. [12]

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

Висновки

У даній курсовій роботі представлено дослідження тарілчастого гранулятора та розрахунок на міцність тарілки і валу. В ході дослідження було розраховані і підібрані наступні елементи: циліндричний косозубий редуктор, відцентрова форсунка, вал та муфта. Для технології гранулювання були описані режими роботи гранулятора для отримання товарної фракції.

Тарілка та відцентрова форсунка виготовлені зі сталі 08X18N10 тому що така сталь найбільш підходить до харчової промисловості. Всі інші деталі виготовлені з іншої сталі, тому що вони не контактують з вихідним матеріалом.

Описані монтажні та ремонтні роботи тарілчастого гранулятора та вузлів, також дана відповідь на питання в розділі «Охорона праці» на тему «Характеристика та дія на організм людини шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Нормування вмісту шкідливих речовин у повітрі»

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		48

Список літератури

1. Дисковый гранулятор [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://russian.alibaba.com/product-detail/high-quality-disc-pelletizer-limestone-granulator-for-sale-50041324694.html?spm=a2700.8699010.normalList.29.1bb8106dWMseuD>.
2. Курсовое проектирование / [С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин]. – Москва: Машиностроение, 1988. – 416 с.
3. Учебное пособие по дисциплине: «Детали машин и основы конструирования раздела «Муфты механические для соединения валов»
4. ПНАЭ Г-7-002-86. Розрахунок болтів на міцність [Электронный ресурс] / ПНАЭ Г-7-002-86 – Режим доступа до ресурса: <http://www.прочность.рф/pin/pin.php>.
5. Лащинский А.А., Толщинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. – Л.: Машиностроение, 1970.
6. Дитякин, Ю.Ф. Распыливание жидкости: учебное пособие / Ю. Ф. Дитякин, Л. А. Клячко, Б. В. Новиков, В.И Ягодкин. — М., «Машиностроение», 1977. 208 с.
7. Пажи Д. Г. Форсунки в химической промышленности / Д. Г. Пажи, А. М. Прахов, Б. Б. Равикович. – Москва: Химия, 1981. – 224 с. – (М).
8. Кочетков В.Н Гранулирование минеральных удобрений. М, «Химия» , 1975. 224 с., 28 табл.; 87 рис.
9. ГОСТ 31592-2012
10. Федоров А.А. Аналитическая химия фосфора. Серия «Аналитическая химия элементов». / Федоров А.А., Черняховская Ф.В., Вернидуб А.С., Ананьевская М.П., Замараев В.П. Под ред. акад. Виноградова А.П. АН СССР, ГЕОХИ им. Вернадского. М., «Наука», 1974. - 220 с.
11. Шкідливі речовини, їх вплив на організм людини та захист працюючих [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурса: <http://oppb.com.ua/news/shkidlyvi-rechovyny-yih-vplyv-na-organizm-lyudyny-ta-zahyst-pracyuyuchyh>.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

12. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра / укладачі: Р. О. Острога, М. С. Скиданенко, Я. Е. Михайловський, А. В. Іванія. – Суми: Сумський державний університет, 2019. – 32 с
13. Сталь марки 08Х18Н10 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stn/08X18H10.
14. Марка Стали 20 [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: http://metallcheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/20.
15. Кувшинова А. С. Моделирование процессов агломерирования и капсулирования дисперсных материалов в полимерные оболочки в тарельчатом грануляторе: спец. 05.17.08 "Процессы и аппараты химических технологий" / Кувшинова А. С. – Иваново, 2005. – 20 с.

					<i>ПОХНВ.00.00.00.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>50</i>