

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут імені акад. І. С. Гулога
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій БЛАЖЕНКО _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Олександр ГАВВА _____
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА**

зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Інжиніринг фармацевтичних та біотехнологічних виробництв»

на тему: Моделювання роботи та модернізація триколонної центрифуги BVG C 10-A продуктивністю 240 кг за фармацевтичною субстанцією

Виконав: здобувач 2 курсу, групи ЗОФ-2-2М

_____ Золотаревич Сергій Валерійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) (підпис)

Керівник _____ Чепелюк Олена Олександрівна _____
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) (підпис)

Консультанти _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

Я як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інженерно-технічний інститут імені акад. І. С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв
Освітній ступінь «Магістр»
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітньо-професійна програма: Інжиніринг фармацевтичних та біотехнологічних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МАХФВ

_____ **Олександр ГАВВА**
“ _____ ” _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Золотаревича Сергія Валерійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи _____ Моделювання роботи та модернізація триколонної центрифуги BVG C 10-A продуктивністю 240 кг за фармацевтичною субстанцією

керівник роботи _____ Чепелюк О. О., доцент, кандидат технічних наук,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від 08.11.2023 р. № 918-КС

2. Строк подання здобувачем роботи 08.02.2024

3. Вихідні дані до роботи _____ Продуктивність за субстанцією 240 кг; частота обертання барабана 900 об/хв.; густина продукту 880 кг/м³, динамічна в'язкість 2,07·10⁻³ Па·с.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Анотація (українською та англійською мовами); Огляд процесів центрифугування і обладнання для його реалізації; об'єкти і методи досліджень; результати моделювання; розрахунки фільтрувальної центрифуги; монтаж, ремонт, експлуатація центрифуги; технологія машинобудування; висновки; список використаних джерел; додатки.

5. Перелік графічного матеріалу:

Креслення: Загальний вид центрифуги; механізм гальмування; вузли центрифуги; технологія машинобудування

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 09.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розділи пояснювальної записки:		
1	Вступ	13.11.2023	виконано
2	Огляд процесів центрифугування і обладнання для його реалізації	25.11.2023	виконано
3	Об'єкти і методи досліджень	05.12.2023	виконано
4	Результати моделювання	26.12.2023	виконано
5	Розрахунки фільтрувальної центрифуги	11.01.2024	виконано
6	Монтаж, ремонт, експлуатація центрифуги	20.01.2024	виконано
7	Технологія машинобудування	27.01.2024	виконано
8	Висновки	31.01.2024	виконано
9	Список використаних джерел	02.02.2024	виконано
10	Презентація та креслення	07.02.2024	виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Сергій ЗОЛОТАРЕВИЧ

(ім'я, прізвище)

Олена ЧЕПЕЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

Метою магістерської роботи «Моделювання роботи та модернізація триколонної центрифуги BVG С 10-А продуктивністю 240 кг за фармацевтичною субстанцією» є аналіз роботи і моделювання процесів, що відбуваються у фільтрувальній центрифугі, для визначення напрямків удосконалення обладнання.

Проаналізовано конструкцію і роботу гальмівного пристрою центрифуги, для його найбільш навантаженого елемента – гальмівної стрічки – виконано аналіз напружено-деформованого стану.

Запропоновано варіант удосконалення центрифуги шляхом встановлення гідравлічного приводу для полегшення роботи персоналу і скорочення тривалості допоміжних операцій під час розвантаження центрифуги. Також передбачена можливість автоматизованого очищення центрифуги завдяки встановленню в кришку обертової миючої головки щілинного типу.

Виконано обчислювальне моделювання процесу фільтрування в центрифугі в програмі SolidWorks, додаток Flow Simulation. Отримано розподіли тиску і швидкостей в поперечному перерізі центрифуги.

Магістерська робота складається з розрахунково-пояснювальної записки, яка містить 76 сторінок та графічної частини.

Ключові слова: фільтруюча центрифуга, завантаження, барабан, гальмівний механізм, гальмівна стрічка.

ANNOTATION

The aim of the master's thesis "Modelling the operation and modernization of a three-column centrifuge BVG C 10-A with a capacity of 240 kg for pharmaceutical substance" is to analyse the operation and modelling of processes occurring in a filter centrifuge to determine the areas of equipment improvement.

The design and operation of the centrifuge braking device are analysed, and the stress-strain analysis of its most loaded element, the brake belt, is performed.

A variant of the centrifuge improvement by installing a hydraulic drive is proposed to facilitate the work of personnel and reduce the duration of auxiliary operations during the unloading of the centrifuge. The possibility of automated cleaning of the centrifuge is also envisaged by installing a rotating slotted-type washing head in the cover.

Computational modelling of the centrifuge filtration process was performed in SolidWorks, Flow Simulation application. The pressure and velocity distributions in the centrifuge cross-section were obtained.

The master's thesis consists of a calculation and explanatory note containing 76 pages and a graphical part.

Key words: filter centrifuge, loading, drum, brake mechanism, brake belt.

ЗМІСТ

	Стор.
Вступ	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОЦЕСІВ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ	8
1.1. Суть процесу центрифугування	8
1.2. Математичний опис процесу центрифугування у фільтрувальних центрифугах	9
1.3. Конструктивне виконання фільтрувальних центрифуг	12
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	25
2.1. Об'єкт дослідження	25
2.2. Методика імітаційного моделювання	32
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ	35
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ФІЛЬТРУВАЛЬНОЇ ЦЕНТРИФУГИ	39
4.1. Технологічні розрахунки	42
4.2. Розрахунок на міцність обичайки	43
4.3. Розрахунок потужності приводу	46
РОЗДІЛ 5. МОНТАЖ, РЕМОНТ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЦЕНТРИФУГИ	46
5.1. Розміщення і встановлення центрифуги	46
5.2. Інструкція з пуску в експлуатацію і технічного обслуговування	47
5.3. Інструкція з технічного догляду	48
5.4. Ремонт, налагодження	49
5.5. Обслуговування центрифуги	56
РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ	60
Висновки	67
Список використаних джерел	68
Додатки	71

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Кушнірук С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	2004.98MP.01.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1

ВСТУП

У 2022 році завдяки Міністерству охорони здоров'я фармацевтичну галузь було додано до переліку пріоритетних в економіці. Це дасть змогу залучити державну інвестиційну підтримку виробництв, збільшити кількість робочих місць, гарантувати безперебійне виробництво ліків і забезпечити українцям доступ до високоякісних ліків.

Нині фармацевтична галузь стала однією з найпродуктивніших з розрахунку ВВП на одного працівника. 2019 року український фармацевт випускав продукції на 1 млн 356 тисяч гривень. Один працівник фармгалузі створював у суміжних 16 робочих місць додатково (у харчовій промисловості — від 6 до 10) [1].

Фармацевти стабільно інвестують у свою діяльність. Навіть у кризові роки їхні фінансові надходження зросли на 37% (легка промисловість 2020 року порівняно з 2010-м змінсувала на 22%, харчова — на 21%, а машинобудування — на 57%). З майже 120 фармкомпаній, представлених в Україні, 47 проводять інвестиційно активну політику. Інвестиції в наші фармкомпанії можуть ще й значно знизити їхню залежність від індійських та китайських виробників активних фармінгредієнтів. Україна, зокрема Черкаська і Сумська області, в яких традиційно розвинена хімічна промисловість, може створити спільні підприємства, зокрема з іноземцями, для виробництва активних фармінгредієнтів. Саме тому важливо приділяти значну увагу вдосконаленню технологічного процесу, модернізації обладнання як для виробництва оригінальних препаратів, так і генериків.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Разробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i>		2004.98.МР.01.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.	Вступ		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД ПРОЦЕСІВ ЦЕНТРИФУГУВАННЯ І ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЇ

1.1. Суть процесу центрифугування

Рушійною силою процесів розділення суспензій можуть бути гравітаційне поле, перепад тиску та відцентрова сила. В залежності від цього апарати для розділення суспензій поділяють на відстійники, фільтри, центрифуги та гідроциклони.

Центрифугування – це розділення рідких неоднорідних систем під дією відцентрових сил, а центрифуги – найбільш ефективні машини, що використовуються в різних галузях промисловості з цією метою.

До характерних ознак центрифуг відносять принцип розділення суспензії, технологічне призначення й характер протікання процесу; до конструктивних особливостей — розташування валу та його опор, спосіб вивантаження осаду, виконання центрифуги (герметичність та вибухозахищеність).

За принципом розділення розрізняють центрифуги фільтруючі, осаджувальні й комбіновані [7]. Фільтруючі призначені для розділення суспензій, коли потрібне глибоке зневоднення і високий ступінь промивання осаду. Осаджувальні центрифуги в залежності від технологічного призначення поділяють на зневоднюючі та освітлюючі. Перші призначені для розділення висококонцентрованих суспензій із середньозернистою твердою фазою, коли чистота фугату не лімітується, але необхідно забезпечити високу продуктивність за осадом та низьку його вологість. Другі використовують для очищення розчинів від високодисперсних часточок при малій їх концентрації, а також для класифікації матеріалів за дисперсністю та

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i>		2004.98.МР.01.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.	<i>Огляд процесів центрифугування і обладнання для його реалізації</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/17

густиною. Комбіновані центрифуги поєднують в собі два або більше принципів розділення суспензій.

У фільтруючих центрифугах рідка фаза відводиться через перфоровану стінку ротора. У відстійних центрифугах твердий осад, який має більшу густину, притискається до суцільної стінки барабана, витискає рідку фазу до центра, звідки вона відводиться через відвідну трубу або переливається через борт барабана.

Напруженість відцентрового поля, що створюється у центрифугі, характеризується фактором розділення (критерій Фруда), який демонструє відношення прискорення відцентрової сили до прискорення сили тяжіння, що чисельно дорівнює відношенню величини відцентрової сили до ваги конкретного матеріалу:

$$Fr = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} = \frac{n^2 \cdot r}{900},$$

де $\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}$ – кутова швидкість обертання барабана центрифуги, с^{-1} ;

r – внутрішній радіус центрифуги, м;

g – прискорення сили тяжіння, $\text{м}/\text{с}^2$;

n – частота обертання барабана, хв^{-1} .

Існують номограми для визначення Fr . У залежності від його величини центрифуги підрозділяються на:

- нормальні ($\Phi < 3500$)
- надшвидкісні, або ультрацентрифуги ($\Phi > 3500$).

За своєю будовою фільтрувальні центрифуги подібні осаджувальним, але як фільтрувальні використовуються нормальні центрифуги, ротори яких мають достатньо великі розміри і виготовляються з перфорованих листів або сіток. Надцентрифуги мають суцільні ротори невеликих розмірів і використовуються як відстійні.

1.2. Математичний опис процесу центрифугування у фільтрувальних центрифугах

Центрифугування відноситься до гідромеханічних процесів.

Методика визначення необхідних параметрів процесу центрифугування наведена у [6].

Основне рівняння гідромеханічних процесів:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{p}{R} \quad (1.1)$$

де V – об'єм фільтрату, p – тиск фільтрування; R – загальний опір фільтруванню; F – поверхня фільтра; τ – час фільтрування.

Тут загальний перепад тиску складається з перепаду тиску на осаді і на фільтрувальній перегородці: $p = p_1 + p_2$, а загальний опір – з опору шару осаду і опору фільтрувальної перегородки:

$$R = R_{\phi} + R_{\text{осаду}} \quad (1.2)$$

Опір шару осаду визначається як добуток питомого опору осаду r , який залежить від природи матеріалу осаду, на товщину шару осаду l :

$$R_{\text{осаду}} = l \cdot r \quad (1.3)$$

З урахуванням (1.2) і (1.3) рівняння (1.1) набуває вигляду:

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{p}{R_{\phi} + l \cdot r} \quad (1.4)$$

Якщо з 1 м^3 рідини, що пройшла крізь фільтр (фільтрату), відкладається $x \text{ м}^3$ осаду, то висота шару осаду

$$l = \frac{Vx}{F} \quad (1.5)$$

(1.5) підставляємо у (1.4):

$$\frac{dV}{Fd\tau} = \frac{p}{R_{\phi} + \frac{V \cdot r \cdot x}{F}} \text{ або } \frac{x \cdot r}{F} V dV + R_{\phi} dV = p \cdot F d\tau \quad (1.6)$$

Фільтрування проводять:

1) при постійному перепаді тисків,

2) при постійній швидкості

Процес у фільтрувальних центрифугах відбувається при постійному перепаді тисків, тому подальша методика розрахунку наведена саме для цього випадку.

При постійному перепаді тисків $p = \text{const}$ (1.6) інтегруємо у межах $0-V$ і $0-\tau$.

Отримуємо:

$$V^2 \cdot x r + 2R_{\phi} V F = 2p F^2 \tau \quad (1.7)$$

де τ – час фільтрування, F – поверхня фільтру.

Вираз (1.7) записують у вигляді:

$$V^2 + 2VC = K\tau \quad (1.8)$$

де C – константа фільтрування, яка характеризує гідравлічний опір фільтрувальної перегородки ($\text{м}^3/\text{м}^2$),

K – константа фільтрування, яка враховує режим процесу і фізико-хімічні властивості осаду і рідини ($\text{м}^2/\text{с}$);

V – об'єм фільтру, отриманий з одного м^2 поверхні фільтру за час τ .

Відцентрове фільтрування (з відкладенням осаду)

Відцентрове фільтрування є процесом розділення суспензій в центрифугах з дірчастими барабанами. Внутрішня поверхня такого барабана покрита фільтрувальною тканиною. Суспензія відцентровою силою відкидається до стінок барабана, при цьому тверда фаза залишається на поверхні тканини, а рідина під дією відцентрової сили проходить крізь шар осаду і тканину видаляється назовні через отвори в барабані. Відцентрове фільтрування в загальному випадку складається з трьох послідовно протікаючих фізичних процесів: 1) фільтрування з освітленням осаду; 2) ущільнення осаду; 3) видалення з осаду рідини, що утримується молекулярними силами. За допомогою відцентрового фільтрування може бути досягнутий високий ступінь зневоднення осаду [12].

Швидкість фільтрування залежить від часу.

На кривій залежності швидкості фільтрування від часу можна виділити 3 періоди:

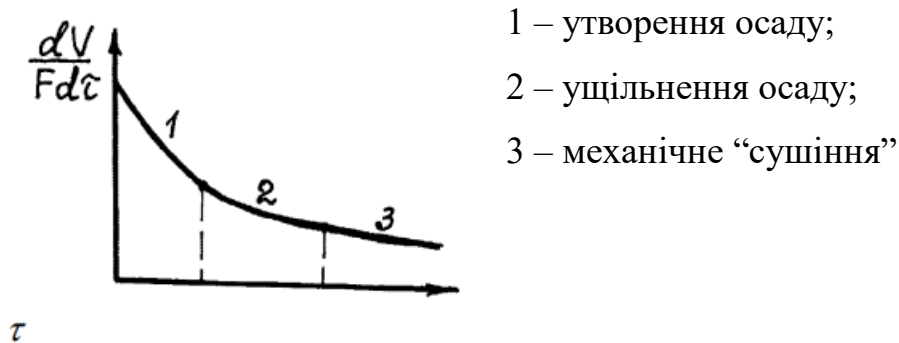


Рис. 1.1. Зміна швидкості фільтрування у часі τ

Опис періоду утворення осаду (кінетика фільтрування):

В шарі осаду виділяємо елементарне кільце, яке має об'єм $dV = 2\pi r H dr$
(1.9)

Відцентрова сила

$$dG_{вц} = \frac{dmv^2}{r} = dm \cdot \omega^2 \cdot r \quad (1.10)$$

$$dm = \rho dV = \rho F dr \quad (28)$$

Тиск на шарі, що прилягає до кільця:

$$dp_{вц} = \frac{dG_{вц}}{F} = \frac{F \rho dr \omega^2 \cdot r}{F} = \rho \omega^2 r dr \quad (1.11)$$

Після інтегрування (1.11) у межах $r_1 - r_2$ отримаємо:

$$p_{вц} = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} (r_2^2 - r_1^2) \quad (1.12)$$

Знаючи $p_{вц}$, з (1.7), (1.8) знаходять τ .

Для 2 і 3 ділянок тривалість процесу наближено визначається за формулою:

$$\tau = a \ln \frac{X_{поч} - b}{X_{кін} - b}, \quad (1.13)$$

де X – вологість осаду;

a, b – константи, визначені експериментально.

1.3. Конструктивне виконання фільтрувальних центрифуг

Фільтрувальні центрифуги поділяються:

- 1) За режимом дії:
 - а) періодичні;
 - б) безперервно діючі.
- 2) За способом вивантаження осаду:
 - а) з ручним вивантаженням
 - б) автоматичні
 - в) гравітаційні
 - г) з пульсуючим поршнем д) з відцентровим вивантаженням.

У центрифуг періодичної дії вивантаження здійснюють після зупинки ротора вручну через верхній борт або через отвір в днищі, коли осад зрізається скребком або ножем спеціального механізму при обертанні ротора.

В безперервно діючих центрифугах осад видаляється з допомогою шнека, встановленого всередині ротора, поршня або під дією відцентрових сил.

За конструктивними ознаками центрифуги поділяють на центрифуги з горизонтальним і вертикальним розташуванням валу. Серед центрифуг з вертикальним розташуванням валу найбільш поширені підвісні і маятникові [7].

Маятникові центрифуги являють собою апарати періодичної дії з вертикальним підвісним ротором, який самовстановлюється. Особливістю їх конструкції є нижнє розташування приводу і наявність трьохколонної кульової підвіски, яка забезпечує самовстановлення маси, що відхиляється від вертикальної осі. Завдяки цьому такі центрифуги нечутливі до нерівномірного розподілу матеріалу в роторі. До переваг цих центрифуг потрібно віднести також простоту конструкції, компактність, малу масу і низьку вартість. Застосовують їх для розділення суспензій зі середньо- і високодисперсною твердою фазою, широким інтервалом концентрацій і схильних до нерівномірного розподілу дисперсної фази при завантаженні.

Найбільш ефективно використання цих машин в малотонажних виробництвах для отримання осадів з мінімальною вологістю.

Маятникові фільтруючі центрифуги виготовляють з ручним вивантаженням через борт ФМБ і через дно ФМД, а також з механізованим (ножовим) вивантаженням через дно ФМН (рис. 1.2). Ротор 3 прикріплюють до верхнього кінця вертикального валу, який обертається в підшипниках котіння, розташованих в корпусі 1 приводу. Привід центрифуги здійснюють від електродвигуна або гідроприводу через клинопасову передачу.

Фільтруючі центрифуги мають перфорований ротор, викладений зсередини дренажною й фільтруючою сітками або тканиною. Суспензії середніх концентрацій зазвичай подають в ротор через отвір в кришці кожуха на ходу машини. Суспензії високої концентрації з абразивною твердою фазою завантажують в нерухомий ротор до пуску центрифуги. Фільтрат і промивну воду відводять з кожуха через зливний штуцер 2. Зупинку ротора проводять гальмом після зупинки двигуна. На цей час створені маятникові центрифуги з механізованим (нижнім і верхнім) вивантаженням осаду.

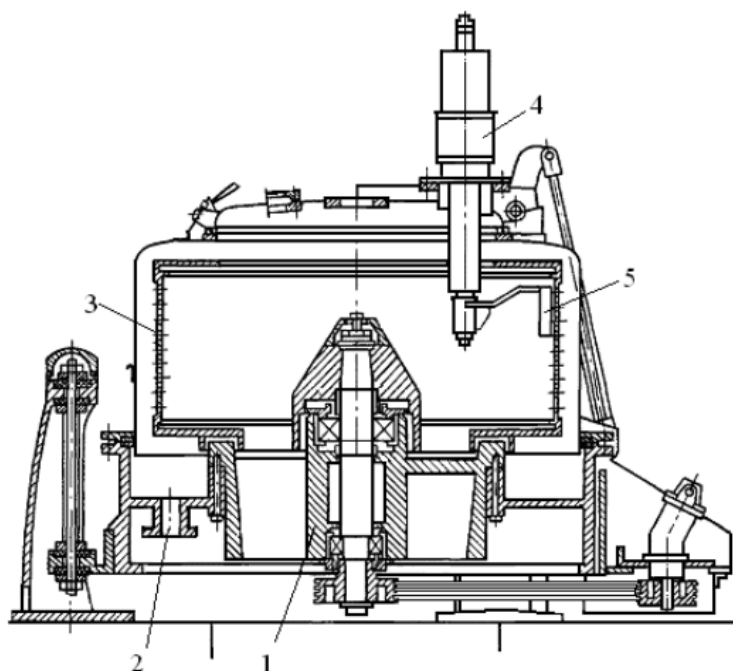


Рис. 1.2. Центрифуга типу ФМН: 1 — корпус приводу; 2 — штуцер; 3 — ротор; 4 — механізм зрізання осаду; 5 — ніж

Центрифуга типу ФМН (див. рис. 1.2) має механізм зрізання осаду 4 зі зворотно-поступальним рухом ножа (шкребачки 5). Шкребачка, що знаходиться у верхньому положенні, при зрізуванні осаду спочатку повертається й врізається в осад на всю його глибину, потім рухається вниз до днища ротора. Осад, що зрізається, вивантажується через днище ротора. При такому способі вивантаження запобігається затирання (закупорка пор) осаду, що залишається на ситах після закінчення його вивантаження, і ніж сприймає менші зусилля. Використання механізму зрізання з широким поворотним ножом спрощує конструкцію центрифуги, оскільки ніж здійснює тільки один рух: поворот навколо осі, при якому осад зрізається по всій висоті ротора. Затирання осаду в цьому випадку можна зменшити за рахунок зрізання його при малих обертах ротора. Застосування гідроприводів дозволяє виконувати основні технологічні операції (завантаження, віджимання, промивку, вивантаження) при різних оптимальних частотах обертання ротора. Проведення розвантаження при малих частотах обертання ротора особливо важливе, коли недопустиме руйнування кристалів.

Для вивантаження пастоподібних осадів може бути використано шнековий пристрій, показаний на рис. 1.3. Шнековий вивантажувач обладнаний шкребачкою, що має таку форму, завдяки якій зрізаний осад відкидається в приймальний пристрій шнеку. Обертальний рух нахиленому шнеку передається від вертикального через конічну шестерінчасту пару.

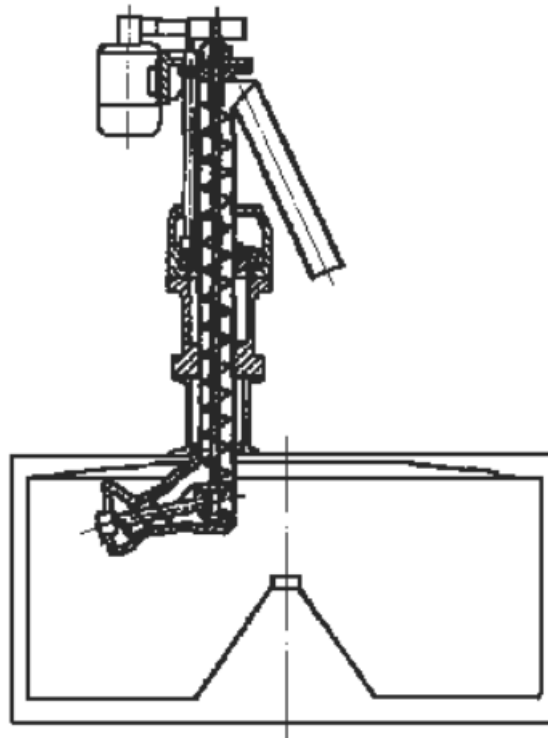


Рис. 1.3. Шнековий пристрій для розвантаження центрифуги типу ФМ

Підвісні центрифуги. Особливістю їх конструкції є наявність шарнірної підвіски вертикального вала з ротором на нижньому кінці, яка забезпечує самоцентрування маси, що обертається. Завдяки цьому підвісні центрифуги нечутливі до нерівномірного завантаження ротора. Їх широко застосовують для обробки багатьох продуктів.

Основними вузлами центрифуги ФПН 1001У-1 (рис. 1.4) є ротор 13, привід 10, кожух з кришкою 12, гальмо 8 і металоконструкція 1. Електродвигун 6 з'єднаний з валом 11 центрифуги за допомогою еластичної гумової муфти 7. Вал в приводі закріплений на шарнірній опорі (поверхня корпусу підшипників 4 в місці стикання з корпусом приводу 5 має кульову форму). Між корпусом приводу і корпусом підшипників встановлений гумовий амортизатор 9, завдяки пружній деформації якого вал може відхилитися від вертикального положення і тим самим забезпечувати самоврівноваження маси, що обертається. Ротор центрифуги циліндричний з перфорованою обичайкою, всередині викладений дренажним і фільтрувальним ситами. Завантаження центрифуги проводять при знижених

обертах ротора за допомогою спеціального лотка 2, який закріплений на кожусі та входить всередину ротора. Вивантаження здійснюють при малих обертах за допомогою механізму зрізування осаду 3, устрій і принцип дії якого такий же, як і в центрифугах типу ФМН. Рідина відводиться через розташований внизу кожуха штуцер.

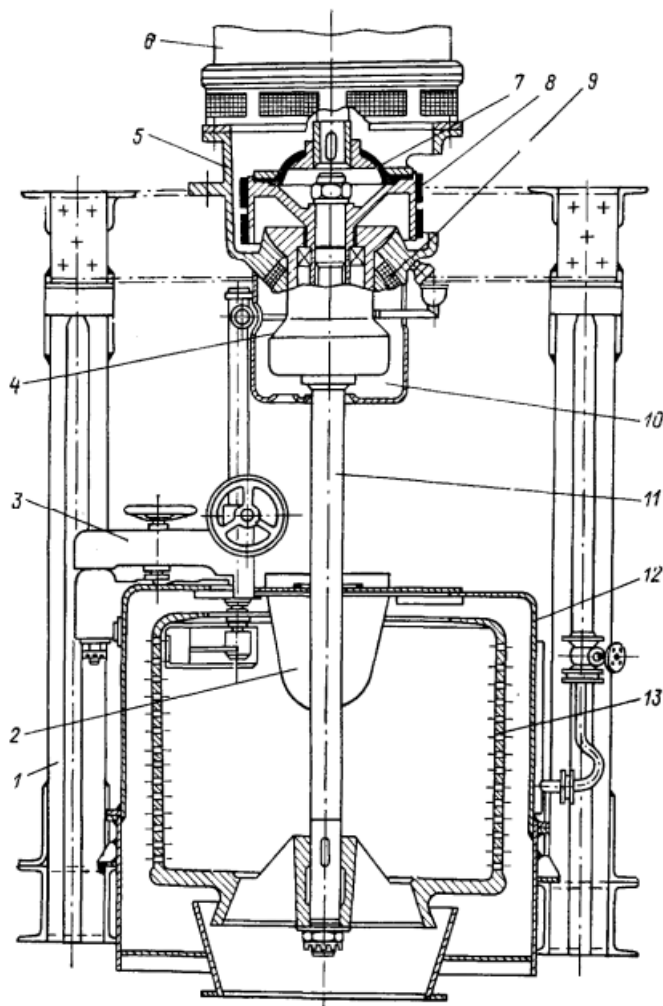


Рис. 1.4. Підвісна центрифуга ФПН 1001У-1: 1 — металоконструкція; 2 — лоток; 3 — механізм зрізування осаду; 4 — корпус підшипників; 5 — корпус приводу; 6 — електродвигун; 7 — муфта; 8 — гальмо; 9 — амортизатор; 10 — привід; 11 — вал; 12 — кожух з кришкою; 13 — ротор

Управління центрифугою напівавтоматичне, здійснюване від станції управління через кнопковий пост.

На рис. 1.5 наведена схема фільтруючої центрифуги з пульсуючим вивантаженням осаду, у якій суспензія подається через трубу 5, і під дією

відцентрових сил відкидається до стінок перфорованого барабана 1. Барабан приводиться в рух від приводу 7 через пустотілий вал 4. На внутрішній поверхні барабана накопичується осад. Рідина проходить через осад, фільтрується і через отвори барабана поступає у відповідний канал. В середині барабана знаходиться диск 2, який з'єднаний з поршнем 3. Поршень обертається разом з барабаном, і періодично здійснює зворотно-поступальний рух, приводячи в рух диск (хід поршня – до 50 мм). При русі диска осад поступово виводиться з барабана. При необхідності додаткового промивання осаду через трубу 6 подають відповідну рідину для промивання.

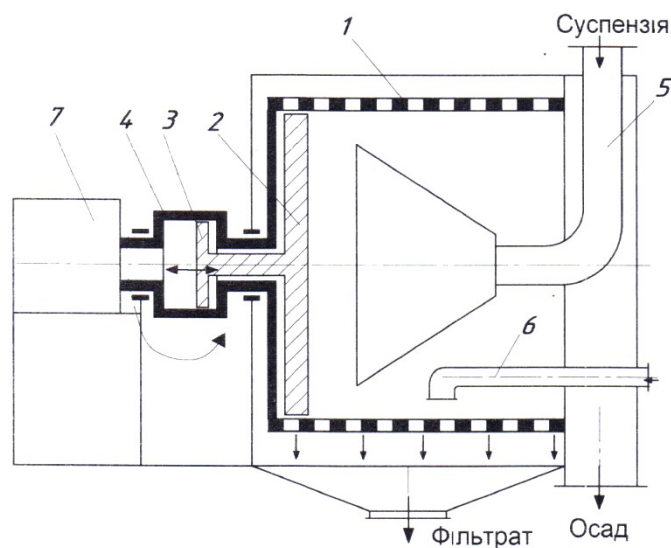


Рис. 1.5. Фільтруюча центрифуга з пульсуючим вивантаженням осаду:
1 – барабан; 2 – диск; 3 – поршень; 4 – пустотілий вал; 5 – труба для підведення суспензії; 6 – труба подачі води для промивання осаду.

Фільтруюча центрифуга з відцентровим вивантаженням осаду (рис. 1.6) має конусний перфорований барабан 1. Суспензія подається по трубі 2, відкидається відцентровою силою до конічної стінки і піднімається по ній вгору. На стінці осідає осад, через який фільтрується рідина. Осад виводиться в жолоб 4.

Продуктивність центрифуги регулюють підняттям або опусканням кришки 3. При підніманні кришки маса виведеного осаду збільшується, але при цьому збільшується його вологість. Концентрація сухих речовин в осаді

збільшується при його русі вгору, і тому ступінь очищення фільтрату буде різною по висоті центрифуги. Тому по висоті барабана встановлюється декілька патрубків для відведення фільтрату.

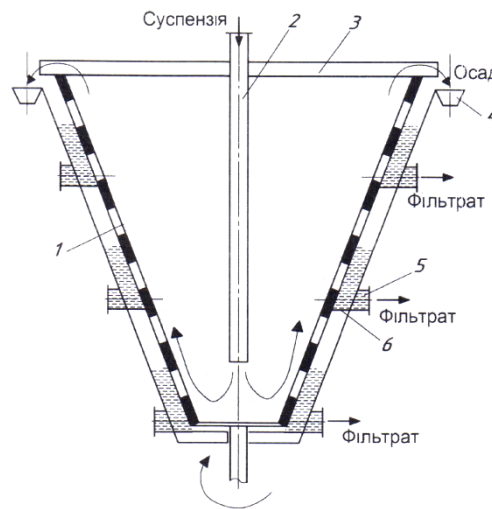


Рис. 1.6. Фільтруюча центрифуга з відцентровим вивантаженням осаду:
 1 – барабан; 2 – труба подачі суспензії; 3 – кришка; 4 – жолоб для осаду;
 5 – трубки відведення фільтрату; 6 – перегородки.

Центрифуги мають певні проблеми і недоліки в роботі, тому досить багато інженерів розробляти пропозиції щодо їх вдосконалення. Так, колектив авторів [8] розробили проект фільтрувальної центрифуги безперервної дії. Для подальшого використання осаду, отриманого на виході центрифуги, велике значення має його вологість. У більшості випадках потрібен осад з мінімально можливою вологістю. Але бувають винятки, коли для подальшого використання осад може мати значну вологість. З метою регулювання вологості осаду в процесі центрифугування необхідно регулювати геометричну продуктивність центрифуги. Величина цієї продуктивності визначає швидкість вивантаження осаду із центрифуги, від якої залежить час перебування осаду у роторі. Чим нижче швидкість вивантаження осаду, тим більше час перебування даного осаду у центрифугі і, відповідно, тим меншої вологості осад можна отримати на виході. Наявність внутрішнього вала, на якому змонтований дисковий упор та обладнання його реверсивним пристроєм забезпечують регулювання геометричної

продуктивності центрифуги, тобто швидкості вивантаження осаду. Центрифуга фільтруюча безперервної дії (рис.1.7) включає привід 1, станину 2, на якій установлений у підшипниках 3 порожнистий вал 4. На цьому валу змонтований перфорований ротор 5. У середині порожнистого валу 4 коаксіально йому установлений внутрішній вал 6 на підшипниках 7. На внутрішньому валу 6, усередині ротору 5 з можливістю обертання і з нахилом до порожнистого валу 4 установлений дисковий упор 8 на підшипниках 9. Кут α між геометричною віссю обертання 10 дискового упору 8 і віссю 11 порожнистого валу складає $0,5 - 5^\circ$. Внутрішній вал 6 обладнаний реверсивним пристроєм 12, за допомогою якого внутрішній вал 6 обертається у різних напрямках. Центрифуга також містить кожух 13, усередині якого установлений перфорований розподільний конус 14. Центрифуга включає трубу живлення 15, конус збору фугату 16, а також патрубки відводу фугату 17 та 18 і шахту вивантаження осаду 19. У окремому випадку виконання внутрішній вал 6, на якому установлений дисковий упор, обладнаний автономним приводом 20.

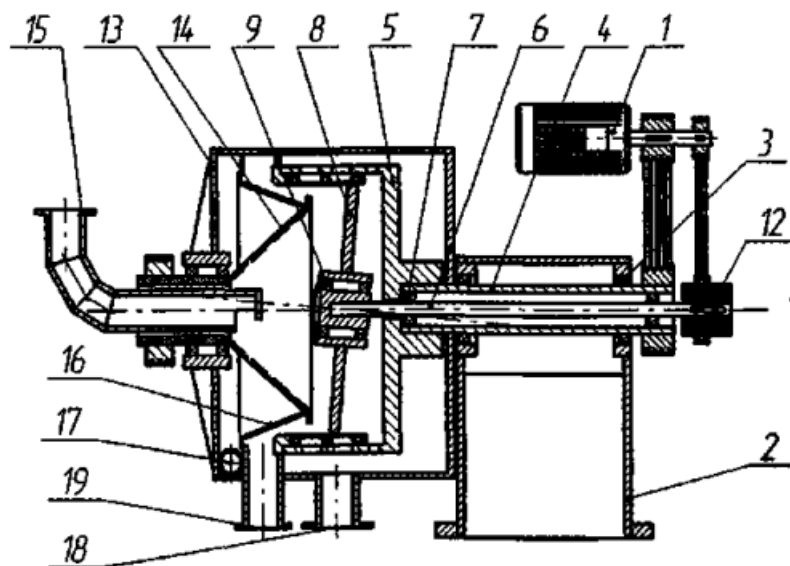


Рис. 1.7. Фільтруюча центрифуга безперервної дії

Центрифуга працює наступним чином. Суспензія, що підлягає розділенню, подається по трубі живлення 15 у перфорований розподільний конус 14, де вона розкручується до визначеної швидкості і позбувається

частини рідкої фази, яка відводиться по конусу збору фугату 16 крізь патрубків відводу фугату 17 із центрифуги. Потім суспензія поступає у перфорований ротор 5, де під дією відцентрованих сил відбувається її остаточне розділення. Фільтрат проходить крізь отвори перфорованого ротору 5, попадає у кожух 13, звідки вивантажується із центрифуги крізь патрубків відводу фугату 18. У процесі зневоднення суспензії у роторі 5 відбувається формування шару осаду на внутрішній поверхні ротору 5. Осад притискується відцентрованою силою до ротору, а за рахунок сил, які розклинають скелет осаду, притискується до дискового упору 8. Частки осаду переміщуються разом з ротором 5 по колу. Одночасно частки осаду, які примикають до дискового упору, насуваються на нього, і тим самим, зміщуються в напрямку осі ротора 5. Шар осаду безперервно видавлюється часточками осаду, які насуваються на дисковий упор 8. За рахунок сил тертя між осадом та дисковим упором 8, останній розкручується, що суттєво знижує абразивний знос дискового упору і попереджує подрібнення часточок осаду. Осад вивантажується із центрифуги крізь шахту вивантаження осаду 19. Кількість осаду, який видаляється із ротору за один оберт ротора 5, визначається кутом α , утвореним віссю обертання 10 дискового упору і віссю 11 порожнистого валу 4.

Недоліками центрифуги фільтруючої горизонтальної з пульсуючим вивантаженням осаду Кичак Р.В. [9] називає забруднення фугату осадом, що частково проходить через отвори сита, значна витрата енергії на переміщення осаду, порівняно швидкий знос 10 фільтрувальної перегородки. Автор пропонує у центрифугі фільтруючій безперервної дії, що містить перфорований барабан з фільтруючою перегородкою та рухомим поршнем-штовхачем, корпус, що має камери та штуцери для виходу фугату та осаду, розділити корпус перегородкою на дві камери, які містять штуцери для виходу фугату та осаду, та закривається кришкою, а барабан складається з двох частин - зовнішньої та рухомої внутрішньої (рис.1.8). Згідно з корисною моделлю, в корпусі разом з перегородкою розташовані направляючі доріжки

та проміжки між ними в шаховому порядку, які продовжені направляючими доріжками кришки, що виконані у вигляді ребер та розташовані послідовно, а барабан в зовнішній його частині містить зовнішні ребра та отвори для вивантаження фугату та осаду, а у внутрішній - внутрішні ребра, перфоровані кільцеві проточки та отвори для вивантаження осаду. Обертний барабан виконується з двох частин, зовнішньої 12 та внутрішньої 13, з'єднаних шліцевим з'єднанням, через внутрішній шліцевий вал 4. Зовнішня частина 12 містить отвори для виходу фугату, а отвори для вивантаження осаду 16 містить як зовнішня 12, так і внутрішня 13 частини, які через значну кількість отворів, які необхідно укріплювати, виконано оребреними, ребра яких утворюють декілька секцій, які є як направляючими, так і розподільними. Між 30 ребрами внутрішньої частини 13, міститься по одній фільтруючій перегородці 14, які укладено в кільцеві проточки 19, які виконано перфорованими, поблизу отворів для вивантаження осаду 16. Корпус 1 є камерою для збору фугату та осаду, які розділяються перегородкою 11. В корпусі 1 по обидві сторони перегородки 11 розташовано направляючі доріжки 8 та проміжки між ними в 35 шаховому порядку. Кришка 2 також містить направляючі доріжки 8, які розташовано послідовно у вигляді ребер.

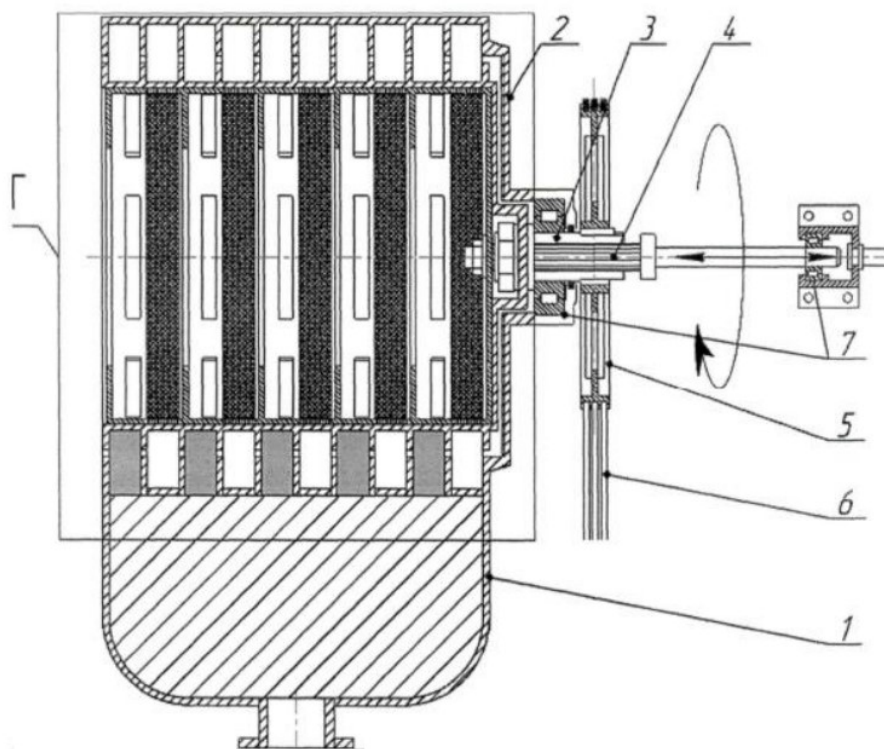


Рис. 1.8. Центрифуга фільтруюча безперервної дії

Серед розробників сучасних промислових зразків, придатних для використання у фармацевтичній промисловості, є компанія Rousselet Robatel, розташована в місті Анноні (Франція). Вертикальні центрифуги зі зйомним фільтруючим мішком тип KSA (рис.1.9) характеризуються простотою обслуговування та установки, універсальністю. Вивантаження осаду здійснюється за допомогою знімного мішку, що фільтрує. Можливий ручний або напівавтоматичний цикл роботи, встановлення центрифуги на підлогу або на платформі. При роботі відбувається повне видалення відфільтрованого осаду (в т.ч. залишкового шару). До переваг центрифуг розробники також відносять простоту обслуговування – зручність доступу до процесної зони центрифуги і виконання операцій очищення та заміни фільтруючого матеріалу.



Рис. 1.9. Вертикальна центрифуга зі зйомним фільтруючим мішком тип KSA
Типорозміри центрифуг KSA:

TYPE RC/SC	Ø (mm)	Height (mm)	Filtration area (m ²)	Useful volume (dm ³)	Load (kg)	Speed (rpm)	Centrifugal force (G)
70 KSA	700	350	0.77	70	90	1,400	770
85 KSA	850	440	1.16	125	155	1,300	800
100 KSA	1,000	500	1.57	200	240	1,150	740
120 KSA	1,200	600	2.26	330	400	1,000	670
125 KSA	1,250	630	2.48	395	495	900	570
150 KSA	1,500	750	3.42	600	750	750	535
200 KSA	2,000	780	4.50	970	1,200	580	380
		900	5.65	1,120	1,400		

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄКТИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

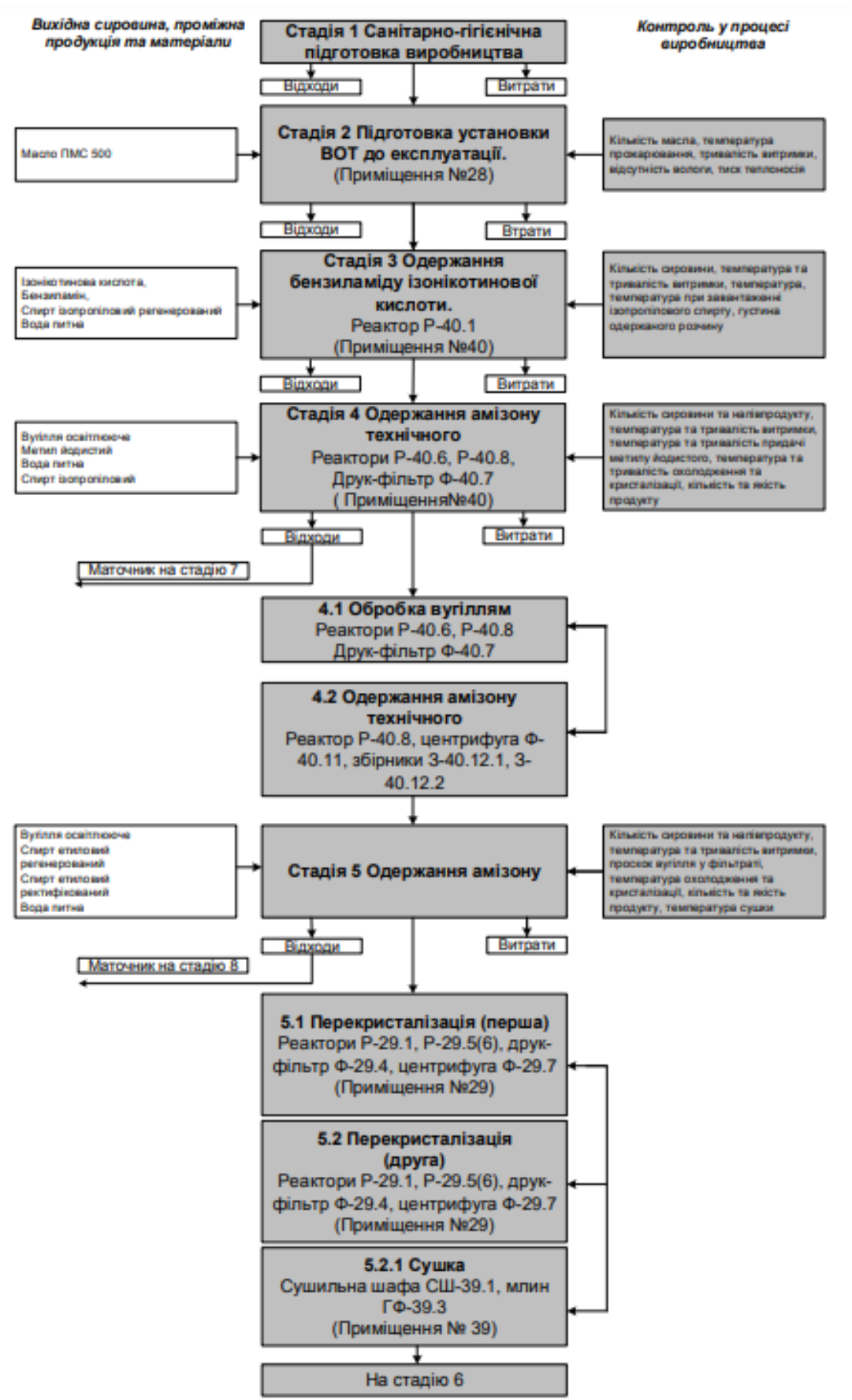
2.1. Об'єкт дослідження

Об'єктом досліджень є процес розділення суспензії у триколонній центрифугі типу BVG C 10-A. Предмет досліджень – конструкція окремих елементів фільтруючої центрифуги і режими їх роботи.

Основні етапи та критерії технології синтезу АФІ в промислових умовах наведені на рис. 2.1. Важливим етапом, на якому закладається чистота АФІ, є його очищення / кристалізація. Саме в результаті цієї стадії технологічного процесу формуються фізико-хімічні та технологічні характеристики АФІ (температура плавлення, розчинність, розмір та форма кристалів тощо) та відбувається його очищення від технологічних домішок. Крім того, від правильно підібраної технології кристалізації залежить не тільки чистота, але й кінцевий вихід цільового продукту синтезу (АФІ).

Для отримання АФІ фармакопейної якості зазвичай проводять очищення технічного продукту шляхом його перекристалізації з активованим вугіллям (рис.2.1).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i>		2004.98.МР.01.002.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.	<i>Розрахунки фільтрувальної центрифуги</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/10



*Вихідна сировина, проміжна
продукція та матеріали*

*Контроль у процесі
виробництва*

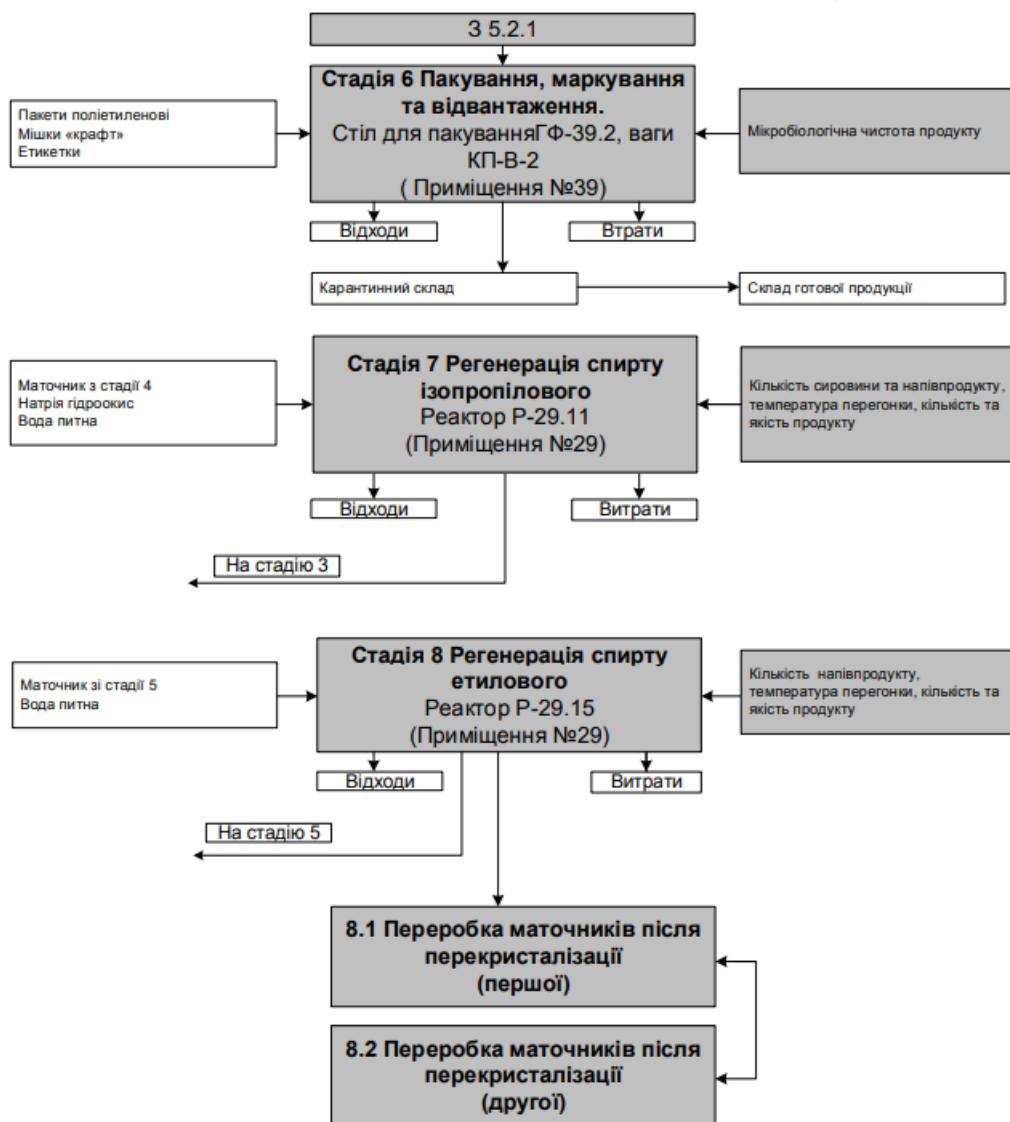


Рис.2.1. Технологічна схема промислового синтезу амізону зі змінами, запропонованими Кушніруком В.М. [11]

В реактор з корозійностійкої сталі об'ємом 1400 л, оснащений якірною мішалкою, термометром, зворотним холодильником, завантажити 282 кг технічного продукту та 830 л етанолу 90%. Підігріти реакційну масу до 80-85 °С, додати 2 кг вугілля активованого та дати витримку 30 хв. реакційну масу відфільтрувати по гарячому від вугілля через мішеччатий друк фільтр за допомогою тиску. Отриманий розчин збирають в реактор-кристалізатор з корозійностійкої сталі об'ємом 1400 л, обладнаний мішалкою з рамним

каркасом та тефлоновими шкребками. Масу витримують, даючи само охолодитися при перемішуванні до 40 – 45 °С.

Далі реактор охолоджують заохолодженою водою до 10 – 15 °С, дають витримку 2 години. Реакційну масу відфільтрувати за допомогою центрифуги; промити 188 мл етанолу 96%, віджати 1 годину при 900 об/хв.

Кристалізація – один з основних процесів у хімічному виробництві. В результаті цього процесу утворюється суміш твердої та рідкої компонент – суспензії. В промисловому виробництві для розділення негомогенних сумішей, в яких є тверда та рідка фаза, центрифугування з використанням фільтруючих центрифуг є одним з найефективніших методів розділення. Замість центрифуги можна використати седиментацію (осадження за допомогою сили тяжіння), але це значно збільшує тривалість процесу і підходить не для всіх розчинів. Тому забезпечення ефективної роботи фільтрувальної центрифуги є актуальним завданням.

Після центрифугування отримують продукт із залишковим вмістом вологи 2 – 3%, приблизно 240 кг. Після сушіння отримують 234 кг продукту фармакопейної якості.

Насипна густина продукту 0,8 – 0,85 кг/л; розмір часточок D90 100 – 120 мкм; вихід фармакопейного продукту 82%.

Мішок для фільтрації вугілля: діаметр 180 мм, висота 810 мм. Площа фільтрації $S=0,48 \text{ м}^2$, діаметр пор 0,2 мкм.

Центрифуга пакується папером «синя стрічка», розмір пор 2 – 3 мкм.

Область застосування і конструкція центрифуги

Основна галузь застосування центрифуги: хімічна та фармацевтична промисловості.

Триколонна центрифуга типу BVG C 10-A являє собою машину, що обертається, призначену для поділу суспензії на рідку і тверду фази шляхом операції відцентрового фільтрування.

У ході центрифугування тверда маса може бути кристалічного або аморфного стану. Розміри частинок зазвичай не менше 20 мкм і не більше 3–

4 мм. В особливих випадках розміри твердих частинок можуть відрізнятись від вищезазначеного.

На машині можна центрифугувати тільки таку суспензію, яка в ході обертання легко і рівномірно розподіляється, так як центрифугу можна завантажувати під час обертання. Не допускається центрифугування суспензій, які містять сторонні матеріали (метали каміння дерева та інші тверді речовини), схильні до утворення грудок.

Конструкція центрифуги BVG C 10-A (рис.2.2) дозволяє застосовувати її для фільтрування матеріалів, при обробці яких утворюється вибухонебезпечні пари або гази, або в місцях, де не можна усунути з повітря навколишнього середовища вибухонебезпечні гази або пари.

Герметичне виконання центрифуги, можливість експлуатації її робочого простору в атмосфері інертних газів дозволяють застосовувати її і в місцях, де ця якість потрібна технологією та приписами техніки безпеки та охорони праці, а також правилами охорони здоров'я.

Щодо корозії, то слід зазначити, що поверхні центрифуги, що дотикаються до агресивного середовища, виготовляються з кислототривкої сталі марки KO 35 (MSZ 4360) або обшиті таким листом. Марка матеріалу KO 35 відповідає приблизно таким маркам матеріалу: DIN 1.4571 (X10Cr.Ni.Mo.Ti 18 10); ГОСТ 5632-72 Сталі високолеговані і сплави корозійностійкі X17H13M2T.

затвор. Для центрифуги можна застосовувати два знімні коміри, завдяки чому можна скоротити до мінімуму допоміжний час, потрібний для розвантаження. Захисний кожух і збірник рідини являють собою нероз'ємний вузол, зварного виконання, а частини, що дотикаються до рідини, покриті кислотостійким листом. Відкривання та закривання кришки центрифуги полегшується пружинним телескопом.

Кришка кожуха забезпечена завантажувальним, промивним і відсмоктувальними патрубками, оглядовим і освітлювальним віконцями, а також патрубкам для підведення інертного газу.

Привод центрифуги здійснюється від електродвигуна, розташованого збоку машини через клинопасову передачу. Клинові ремені і гальмівний механізм розташовані в коробі непроникному під тиском.

Клас захищеності центрифуги Rb-n III; G4 згідно з приписами листа 2 стандарту MSZ 4814/2.

Робочий простір центрифуги, а також підшипникова підвіска можуть працювати також і в атмосфері інертного газу.

Технічні дані

Максимальна кількість матеріалу, що обробляється	1960 Н у вологому стані
Кількість обертів барабана	макс. 940 об/хв
Діаметр барабана	1000 мм
Висота барабана	450 мм
Фактор розділення	385
Корисний об'єм барабана (об'єм циліндричної висоти, що займає матеріал у барабані)	200 дм ³
Матеріал деталей та покриття, що стикаються з оброблюваним середовищем	X17H13M2T
Електродвигун	RZRP 180 M/4 15 кВт 1475 об/хв

Клас захищеності центрифуги	Rb-n III; G4
Герметичне виконання	Інертизація можлива
Вага центрифуги	25990 Н

Центрифуга повинна бути забезпечена справним та швидкодіючим гальмівним пристроєм, а також пристроями, що максимально знижують шум та вібрацію під час роботи. Система управління центрифугою має блокувальний пристрій, що запобігає одночасному включенню гальма і двигуна.

2.2. Методика імітаційного моделювання

В роботі виконано обчислювальне моделювання процесу фільтрування в центрифугі в програмі SolidWorks, додаток Flow Simulation.

Програма SolidWorks – це система автоматизованого проектування механічних вузлів на основі окремих елементів. Вона є інструментом об'ємного параметричного моделювання, в якій застосовується зручний графічний інтерфейс користувача системи Windows [16].

SOLIDWORKS Flow Simulation – додаток обчислення гідродинаміки (CFD), який дає можливість моделювати ефекти потоку, теплообміну і гідродинамічних сил в апаратах різного призначення.

Для дослідження процесів, що відбуваються при центрифугуванні, було створено твердотільні моделі, у яких безпосередньо і відбувається процес розділення.

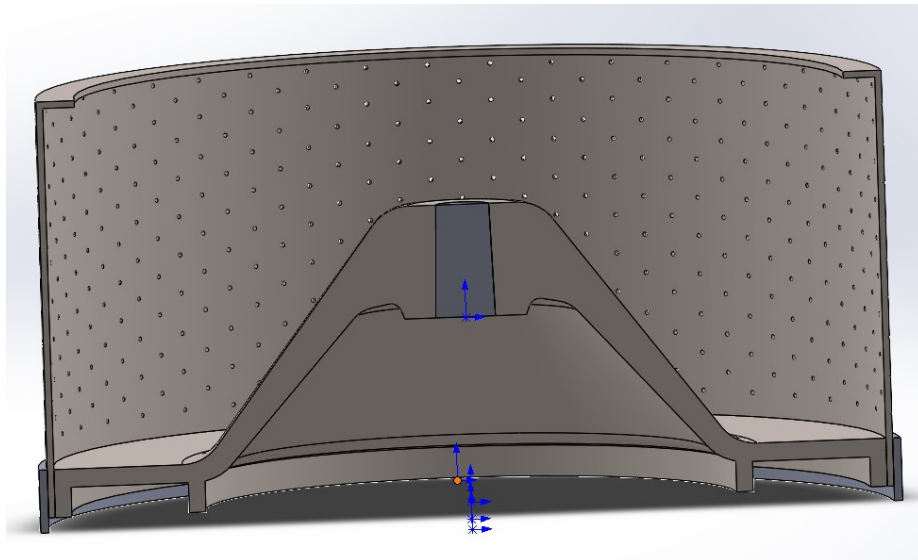


Рис. 2.3. 3D модель барабана центрифуги

Постановка задачі дослідження центрифугування

На початку моделювання задано нову рідку речовину – суспензію:

Элементы	Свойства элемента	Таблицы и графики
Свойство		Значение
Имя		суспензия
Комментарии		
Плотность		880 kg/m ³
Динамическая вязкость		0.00207 Pa*s
Удельная теплоемкость (Cp)		4250 J/(kg*K)
Кoeffициент теплопроводности		0.13 W/(m*K)
Эффект кавитации	<input type="checkbox"/>	
Радиационные свойства	<input type="checkbox"/>	

Розглядаємо так звану «внутрішню задачу» – стан рідини в об’ємі барабана центрифуги (рис. 2.3).

Общие настройки

Тип задачи

Внутренняя

Внешняя

Учитывать замкнутые полости

Исключить полости без условий течения

Исключить внутреннее пространство

Физические модели	Значение
Теплопроводность в твердых телах	<input type="checkbox"/>
Радиационный теплообмен	<input type="checkbox"/>
Нестационарность	<input type="checkbox"/>
Гравитация	<input checked="" type="checkbox"/>
X компонента	0 m/s ²
Y компонента	-9.81 m/s ²
Z компонента	0 m/s ²
Вращение	<input checked="" type="checkbox"/>
Тип	Глобальное вращение
Базовая ось	Y Ось глобальной системы координат
Угловая скорость	94 rad/s

Навигатор

- Тип задачи
- Текущая среда
- Условия на стенках
- Начальные условия

Задаємо матеріал виготовлення конструкції – AISI 316 – корозійностійка сталь.

Задано область течії (рис.2.4), навколишній тиск – атмосферний.

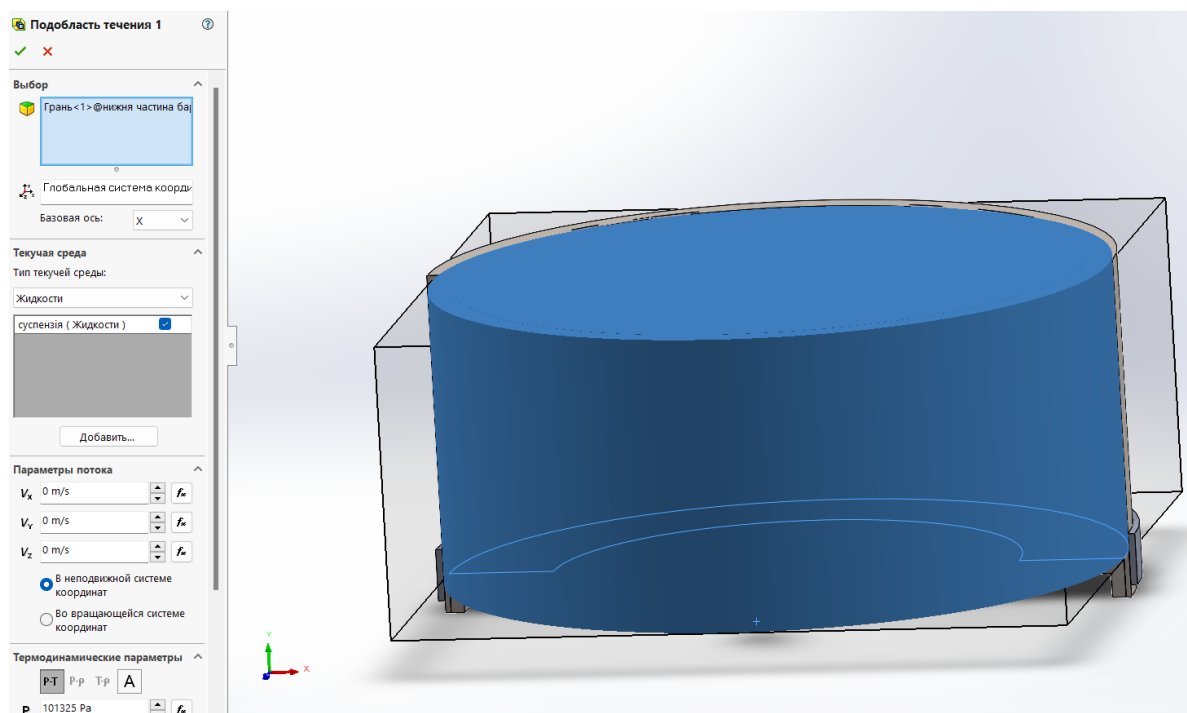


Рис. 2.6. Завдання області течії

Для гальмівної стрічки задані граничні умови, наведені на рис. 2.7.

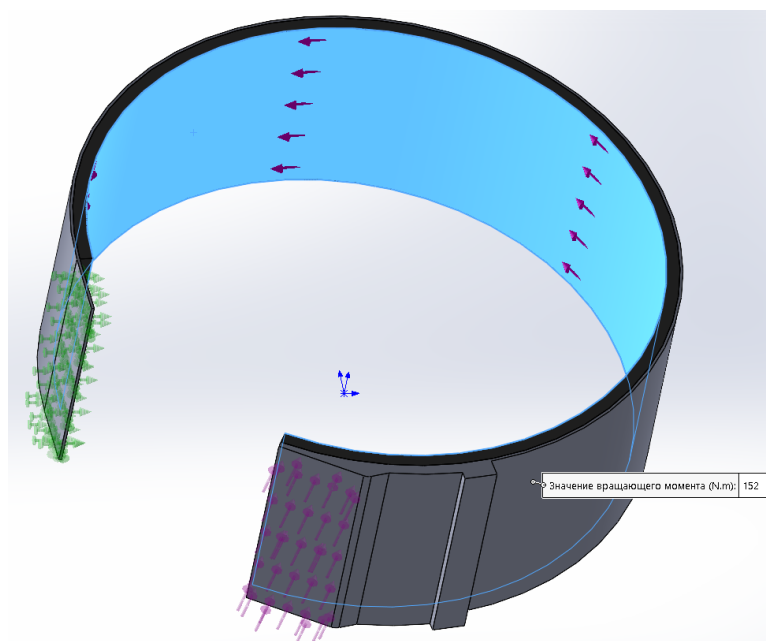


Рис.2.7. Граничні умови, задані для моделювання гальмівної стрічки

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

В ході моделювання проаналізовано розподіл тисків у поперечному перерізі центрифуги. Моделювання виконано для аналізу впливу тиску суспензії на стінки і визначення її необхідної товщини.

З рис.3.1 і рис.3.2 видно, що внаслідок обертання центрифуги на стінки барабана діє тиск, максимальні значення якого становлять 735059 Па.

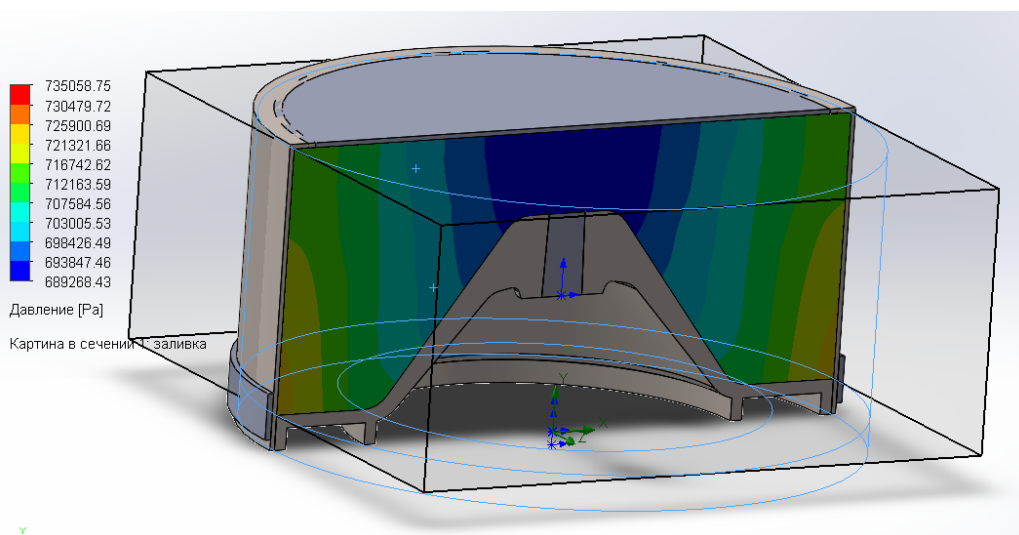


Рис. 3.1. Розподіл тиску в перерізі барабана центрифуги

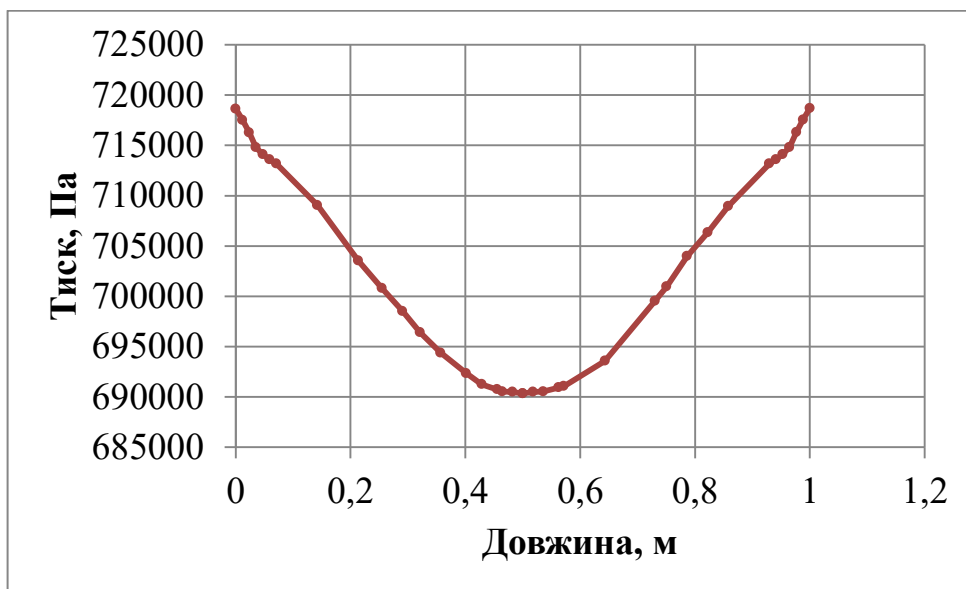


Рис. 3.2. Графічна залежність розподілу тиску в перерізі барабана центрифуги

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Золотаревич С.В.	Назва, додаткова назва	2004.98.МР.01.003.ПЗ			
	Документ затверджено Гавда О.М.	Результати моделювання	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/4

Моделювання роботи елементів центрифуги показало, що вони мають достатній запас міцності. Максимальні значення тиску (0,718 МПа) спостерігаються поблизу стінок барабана і навіть з урахуванням ослаблення обичайки наявністю отворів не створюють загрозливих умов для функціонування центрифуги.

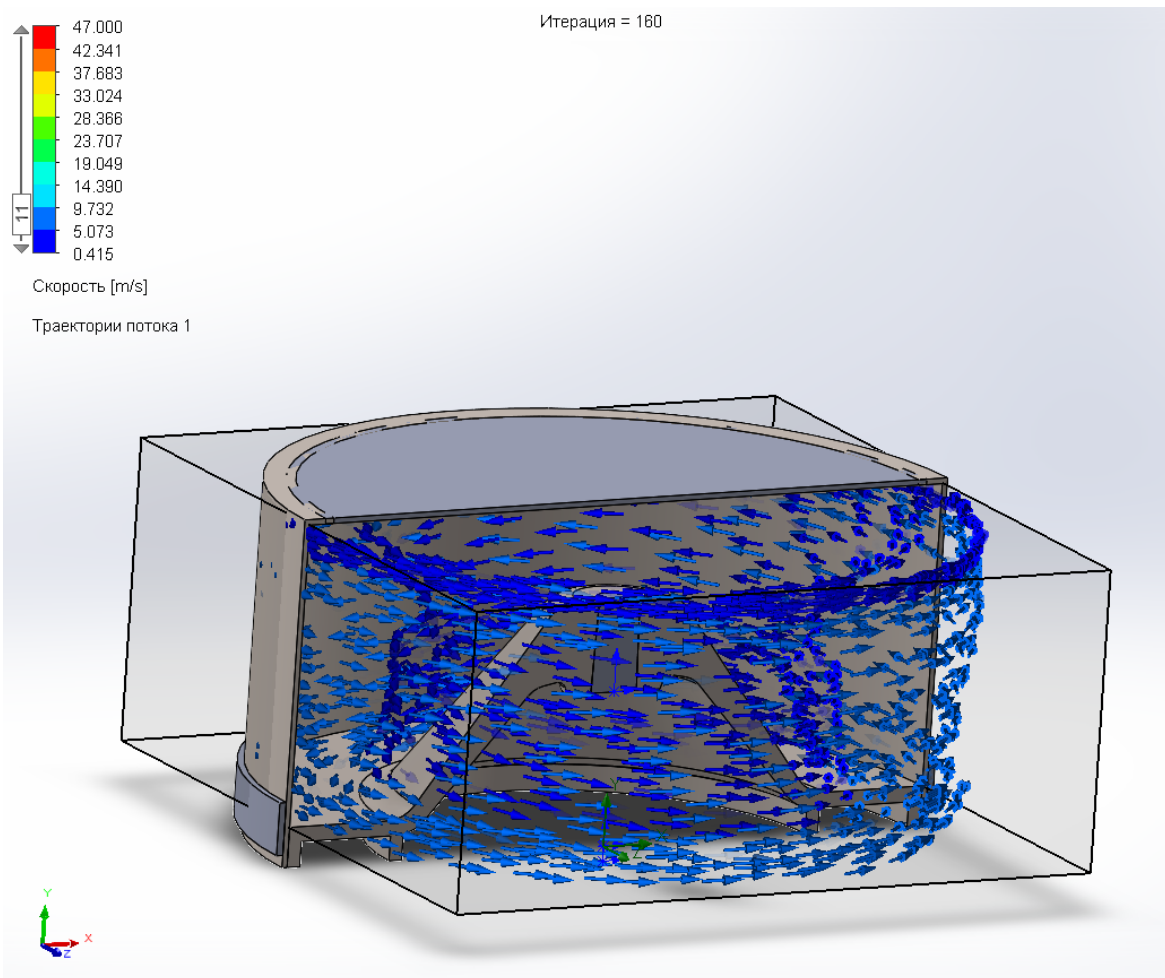


Рис. 3.3. Векторы швидкості в барабані центрифуги

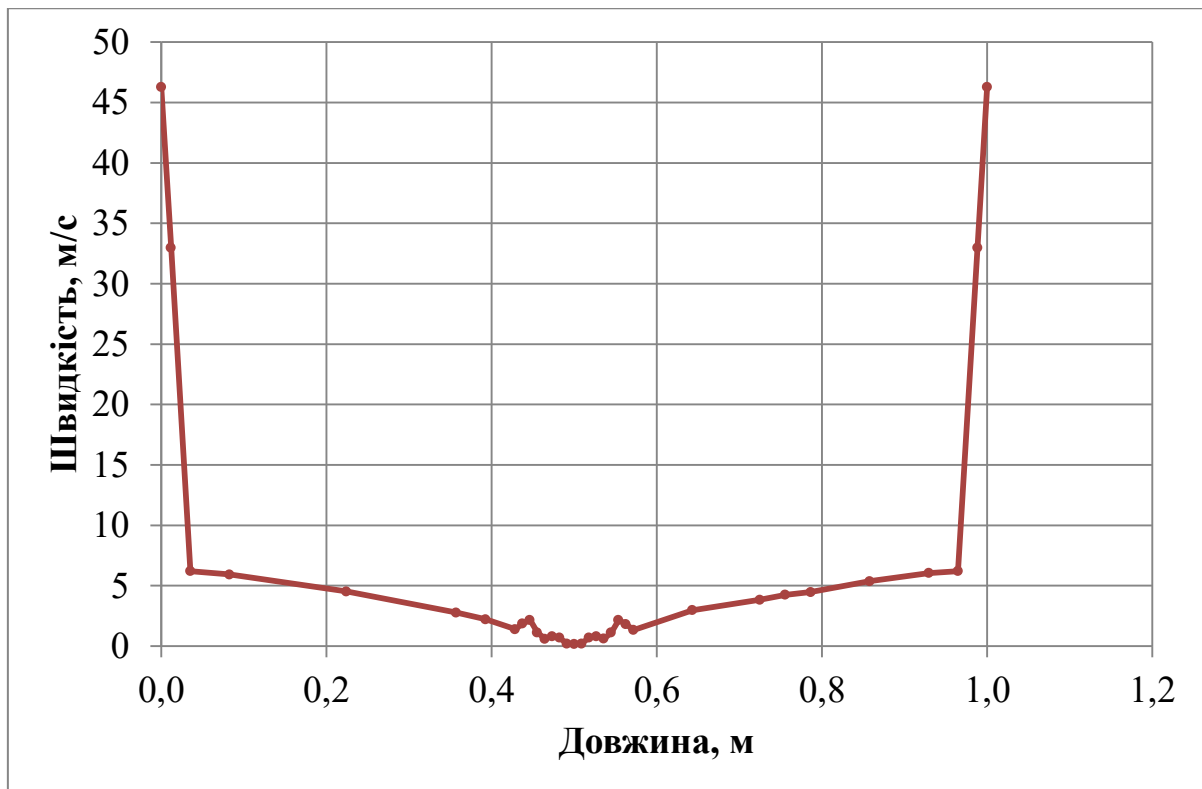


Рис. 3.4. Графічна залежність розподілу швидкості в перерізі барабана центрифуги

Отримано розподіли тиску і швидкостей в поперечному перерізі центрифуги. Так, значення тиску розподілені симетрично відносно вертикальної осі барабана, набуваючи максимальних значень (0,718 МПа) поблизу стінок барабана. Подібна картина спостерігається і в розподілі швидкості: максимальні значення сягають 47 м/с поблизу стінок, тоді як на осі обертання швидкість дорівнює 0.

Аналіз напружено-деформованого стану гальмівної стрічки засвідчує, що її конструкція витримує прикладені навантаження (гальмівний момент) з коефіцієнтом запасу міцності 1,6.

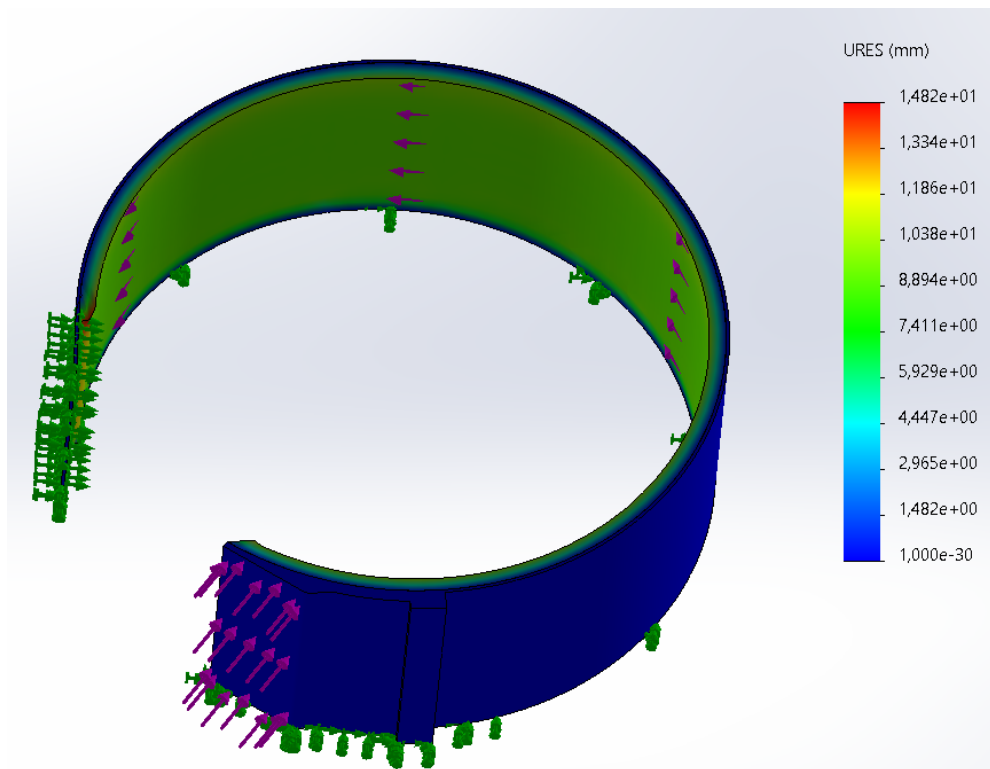
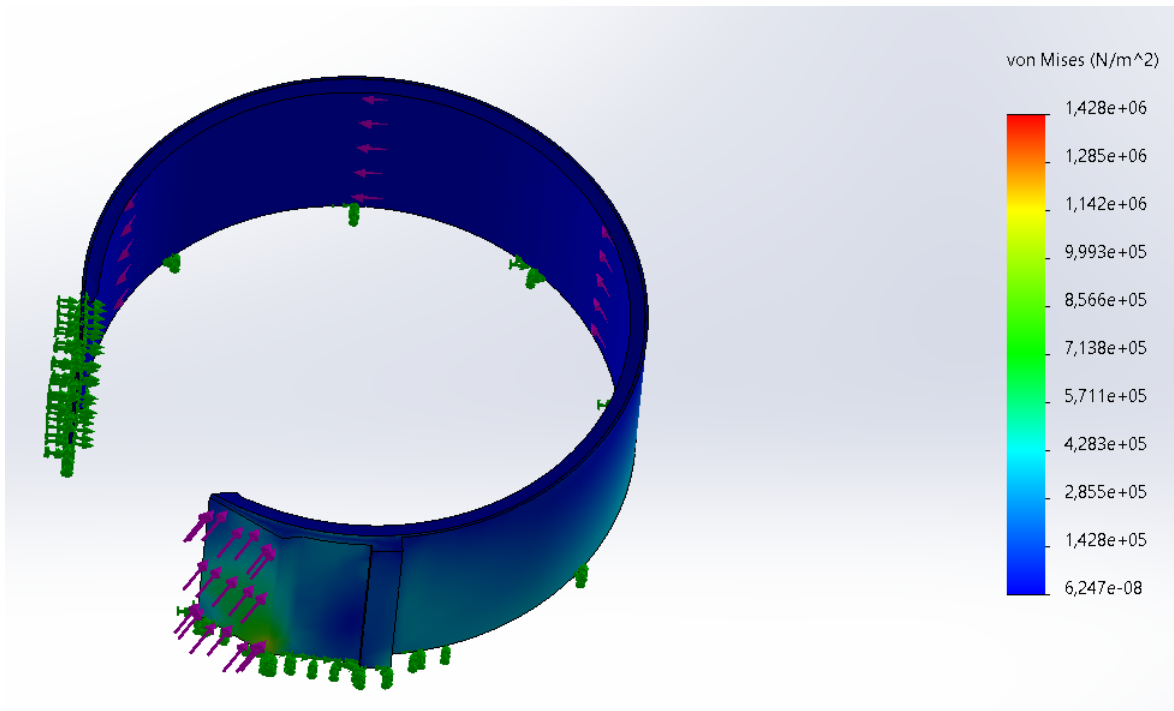


Рис. 2.8. Поле переміщень у гальмівній стрічці

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНКИ ФІЛЬТРУВАЛЬНОЇ ЦЕНТРИФУГИ

4.1. Технологічні розрахунки

Внутрішній радіус шару суспензії в барабані при завантаженні, рівному 50%, становить:

$$r = 0,71 \cdot R, \text{ м.}$$

При обчисленні фактора розділення Fr приймається середній радіус шару суспензії в барабані:

$$r_{cp} = \frac{R + r}{2} = \frac{R + 0,71 \cdot R}{2} \approx 0,85 \cdot R, \text{ м.}$$

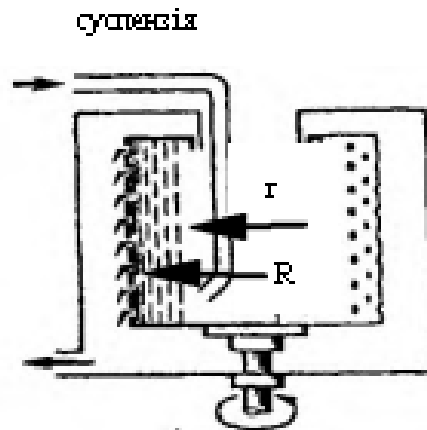


Рис. 4.1. Розрахункова схема центрифуги періодичної дії.

$$r_{cp} = \frac{R + r}{2} = \frac{0,5 + 0,71 \cdot 0,5}{2} \approx 0,43 \text{ м}$$

$$Fr = \frac{n^2 \cdot R}{900} = \frac{900^2 \cdot 0,43}{900} = 385$$

Отже, за фактором розділення центрифуга належить до нормальних ($Fr < 3500$)

Суспензія містить часточки твердої фази з переважним розміром 100 – 120 мкм. Густина твердої фази $\rho_m = 1470 \text{ кг/м}^3$; густина рідкої фази $\rho_p = 995 \text{ кг/м}^3$; в'язкість рідкої фази $\mu = 0,76 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.О.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Золотаревич С.В.	Назва, додаткова назва	2004.98.МР.01.004.ПЗ			
	Документ затверджено Гавда О.М.	Розрахунки фільтрувальної центрифуги	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 1/7

В результаті досліджень на лабораторній центрифугі при факторі розділення, який дорівнює фактору розділення промислової центрифуги, отримані такі вихідні дані для розрахунку:

відношення об'єму осаду до об'єму завантаженої суспензії $x_l=0,28$; питомий об'ємний опір осаду $r_o=1,1 \cdot 10^{11}$ 1/м²; опір фільтрувальної перегородки $r_{ф.м.}=8,2 \cdot 10^9$ 1/м²; питома вага промивної рідини $\nu_{np.p.}=1,2$ м³/кг; густина промивної рідини $\rho_{np.p.}=998$ кг/м³; в'язкість промивної рідини $\mu_{np.p.}=0,96 \cdot 10^{-3}$ Па·с; порозність осаду $\varepsilon_{oc}=0,46$; тривалість сушіння осаду на лабораторній центрифугі $\tau_{с.м.}=210$ с; час, який витрачається на допоміжні операції в промисловій центрифугі, $\tau_{дон.}=240$ с.

Розраховуємо середню продуктивність центрифуги.

Кутова швидкість обертання барабана:

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n = 2 \cdot 3,14 \cdot 15 = 94,2 \text{ 1/с}$$

Продуктивність центрифуги по фільтрату в режимі постійної швидкості фільтрування знаходимо за формулою:

$$V_{\phi} = \frac{\rho_p \cdot \omega^2 \cdot D_{\phi} \cdot \nu_p \cdot \varphi \cdot F_{\phi}}{2 \cdot \mu \cdot (r_o \cdot \nu_p \cdot \varphi + r_{ф.м.} \cdot F_{\phi})},$$

де D_{ϕ} – внутрішній діаметр барабана, $D_{\phi}=1000$ мм=1 м;

ν_p – робочий об'єм барабана: $\nu_p = \frac{\pi}{4} \cdot (D_{\phi}^2 - D_{\phi}^2) \cdot L$ (тут D_{ϕ} – діаметр борта барабана, $D_{\phi}=908$ мм=0,908 м; L – довжина барабана)

$$\nu_p = \frac{\pi}{4} \cdot (1^2 - 0,908^2) \cdot 0,43 = 0,059 \text{ м}^3;$$

φ – коефіцієнт заповнення барабана осадом, приймаємо $\varphi=0,8$.

F_{ϕ} – площа поверхні фільтрування, $F_{\phi}=0,48$ м².

$$V_{\phi} = \frac{995 \cdot 94,2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,059 \cdot 0,8 \cdot 0,48}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot (1,11 \cdot 10^{11} \cdot 0,059 \cdot 0,8 + 8,2 \cdot 10^9 \cdot 0,48)} = 0,00717 = 7,17 \cdot 10^{-3}$$

м³/с

Продуктивність по суспензії в період завантаження:

$$V_c = \frac{\rho_p \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot v_p \cdot \varphi \cdot F_\phi}{2 \cdot \mu \cdot (r_o \cdot v_p \cdot \varphi \cdot (1 - x_1) + r_{\phi.m.} \cdot F_\phi \cdot (1 - x_1))}$$

$$V_\phi = \frac{995 \cdot 94,2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,059 \cdot 0,8 \cdot 0,48}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot (1,11 \cdot 10^{11} \cdot 0,059 \cdot 0,8 \cdot (1 - 0,28)) + 8,2 \cdot 10^9 \cdot 0,48 \cdot (1 - 0,28)}$$

$$= 0,00996 = 9,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$$

Тривалість фільтрування:

$$\tau_\phi = \frac{2 \cdot r_{\phi.m.} \cdot \mu}{\rho_p \cdot \omega^2 \cdot D_s} + \frac{\rho_p \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot v_p \cdot \varphi \cdot F_\phi - 2 \cdot \mu \cdot r_{\phi.m.} \cdot F_\phi \cdot V_c}{2 \cdot \mu \cdot r_o \cdot x_1 \cdot V_\phi V_c},$$

$$\tau_\phi = \frac{2 \cdot 8,2 \cdot 10^9 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3}}{995 \cdot 94,2^2 \cdot 0,5} +$$

$$+ \frac{995 \cdot 94,2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,059 \cdot 0,8 \cdot 0,48 - 2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot 8,2 \cdot 10^9 \cdot 0,48 \cdot 9,96 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 0,76 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,28 \cdot 7,17 \cdot 10^{-3} \cdot 9,96 \cdot 10^{-3}} = 227 \text{ с}$$

Тривалість промивання осаду:

$$\tau_{np} = \frac{2 \cdot v_{np.p.} \cdot v_p \cdot \varphi \cdot \rho_m \cdot (1 - \varepsilon_{oc}) \cdot \mu_{np} \cdot r_o}{\rho_p \cdot \omega^2 \cdot D_s \cdot F_\phi}$$

$$\tau_{np} = \frac{2 \cdot 1,2 \cdot 0,059 \cdot 0,8 \cdot 1470 \cdot (1 - 0,46) \cdot 0,96 \cdot 10^{-3} \cdot 1,1 \cdot 10^{11}}{998 \cdot 94,2^2 \cdot 0,5 \cdot 0,48} = 4508 \text{ с}$$

Тривалість сушіння осаду на промисловій центрифугі, враховуючи збільшення його товщини порівняно з лабораторними дослідженнями приймаємо рівним

$$\tau_{c.n.} = \tau_{c.m.} \cdot 1,4 = 210 \cdot 1,4 = 294 \text{ с}$$

Тривалість повного циклу оброблення суспензії на центрифугі:

$$\tau_\zeta = \tau_\phi + \tau_{np} + \tau_c + \tau_{дон},$$

де τ_ϕ – тривалість фільтрування, яка в загальному випадку складається із тривалості завантаження τ_z і тривалості фільтрування шару рідини, який залишився над осадом після припинення подачі суспензії, с;

τ_{np} – тривалість промивання осаду, с;

τ_c – тривалість сушіння осаду, с;

$\tau_{дон}$ – час, що витрачається на виконання допоміжних операцій (розгон, гальмування, вивантаження осаду, регенерація фільтруючої поверхні).

$$\tau_{\Sigma} = 227 + 4508 + 294 + 240 = 5269 \text{ с} = 1,46 \text{ год.}$$

Тоді середня продуктивність по суспензії становитиме:

$$V_{с.сер.} = \frac{V_c \cdot \tau_{\phi}}{\tau_{\Sigma}} = \frac{9,96 \cdot 10^{-3} \cdot 227}{5269} = 0,00043 \text{ м}^3/\text{с} = 1,54 \text{ м}^3/\text{год}$$

4.2. Розрахунок на міцність обичайки

Шви барабана виконані електрозварюванням. Поздовжні шви обичайки перевірені по всій довжині рентгенівським просвічуванням. Міцність шва дорівнює 0,8.

Зварні шви та їх перехідні зони не просвердлені. Обичайка барабана, комір і бортове кільце виготовлені з матеріалу КО 35

Задані величини

Внутрішній радіус обичайки барабана $R_{\sigma} = 500 \text{ мм} = 0,5 \text{ м}$

Циліндрична висота, яку займає матеріал в барабані $H = 430 \text{ мм} = 0,43 \text{ м}$

Товщина стінки обичайки барабана $s = 8 \text{ мм} = 0,008 \text{ м}$

Крок отворів обичайки барабана в осьовому напрямку $t_l = 46 \text{ мм} = 0,046 \text{ м}$

Крок отворів обичайки барабана в поперечному напрямку $t_q = 37,11 \text{ мм} = 0,03711 \text{ м}$

Діаметр отворів $d = 5 \text{ мм} = 0,005 \text{ м}$

Коефіцієнт послаблення поздовжнього шва обичайки барабана $\nu_l = 0,8$

Питома вага матеріалу обичайки барабана $\gamma_{об.б} = 77472,5 \text{ Н/м}^3$

Вага максимальної кількості матеріалу, який завантажується в барабан $G_{пр} = 1960 \text{ Н}$

Максимальна частота обертання барабана $n = 940 \text{ об/хв}$

Умовна межа текучості матеріалу обичайки барабана $\sigma_F = 2,3 \cdot 10^8$.

Власна вага обичайки барабана:

$$G_{\bar{o}} = (2 \cdot R_{\bar{o},\bar{o}} + s) \cdot \pi \cdot H \cdot s \cdot \gamma_k$$

$$G_{\bar{o},\bar{o}} = (2 \cdot 0,5 + 0,008) \cdot 3,14 \cdot 0,43 \cdot 0,008 \cdot 77472,5 = 843,5 \text{ Н}$$

Поперечний переріз обичайки барабана в осьовому напрямку

$$F = H \cdot s$$

$$F = 0,43 \cdot 0,008 = 0,00344 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт послаблення поздовжнього шва обичайки барабана $v_1=0,8$

Коефіцієнт послаблення, викликаний наявністю отворів обичайки барабана

$$v_2 = \frac{t_s - d}{\varphi \cdot t_s},$$

де t_s – похилий крок отворів

$$t_s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{t_q^2 + t_l^2}$$

$$t_s = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,03711^2 + 0,046^2} = 0,02955 \text{ м}$$

$$m = \frac{t_q}{t_l}$$

$$m = \frac{0,03711}{0,046} = 0,806$$

$\varphi=0,958$ з таблиці

$$v_2 = \frac{0,02955 - 0,005}{0,958 \cdot 0,02955} = 0,866.$$

Оскільки $v_1 < v_2$, то при розрахунку враховується v_1 . Зварний шов залишається непросвердленим.

Результуюче навантаження, яке викликане власною вагою обичайки барабана G_k і вагою матеріалу, який в ньому перебуває G_{np}

$$\sigma = \frac{R_{\bar{o},\bar{o}} \cdot n^2}{1400} \cdot \frac{G_{\bar{o},\bar{o}} + G_{np}}{2} \cdot \frac{10^{-3}}{2 \cdot F \cdot v_1}$$

$$\sigma = \frac{0,5 \cdot 940^2}{1400} \cdot \frac{843,5 + 1960}{2} \cdot \frac{1}{2 \cdot 0,00344 \cdot 0,8} = 80369231 \text{ Н/м}^2$$

Коефіцієнт безпеки, віднесений до умовної межі текучості матеріалу обичайки барабана

$$X_f = \frac{\sigma_F}{\sigma} = \frac{2,3 \cdot 10^8}{80369231} = 2,86$$

$X_f > 2$, відповідно вимоги задовольняються.

4.3. Розрахунок потужності приводу

Потужність електродвигуна визначається по пусковій потужності:

$$N_n = N_1 + N_2 + N_3 + N_4, \text{ кВт},$$

де N_1 – потужність, яка витрачається на подолання інерції маси барабана:

$$N_1 = \frac{G_{\bar{o}} \cdot \omega^2}{2 \cdot g \cdot 102 \cdot \tau_n}, \text{ кВт},$$

де $G_{\bar{o}}$ – маса барабана, кг; за результатами 3D моделювання $G_{\bar{o}} = 382,2$ кг

ω – колова швидкість обертання барабана, м/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60} = \frac{3,14 \cdot 1,016 \cdot 900}{60} = 47,1 \text{ м/с}$$

де D – діаметр барабана центрифуги м.

$$N_1 = \frac{382,2 \cdot 47,1^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 102 \cdot 90} = 4,71 \text{ кВт},$$

N_2 – потужність, яка витрачається на подолання інерції маси продукту:

$$N_2 = \frac{G_{np} \cdot \omega^2}{2 \cdot g \cdot 102 \cdot \tau_n}, \text{ кВт}$$

$$N_2 = \frac{196 \cdot 47,1^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 102 \cdot 90} = 2,4 \text{ кВт}$$

N_3 – потужність, яка витрачається на подолання тертя вала в підшипниках:

$$N_3 = \frac{f \cdot G_3 \cdot \omega_u}{102}, \text{ кВт},$$

де f – коефіцієнт тертя в підшипниках, $f = 0,07 \dots 0,1$;

G_3 – загальна маса обертових елементів центрифуги і суспензії, кг;

ω_u – колова швидкість обертання цапфи, м/с. $\omega_u = \frac{\pi \cdot d_g \cdot n}{60}$, тут d_g – діаметр вала, м.

$$G_3 = G_o + G_c = 382,2 + 196 = 578,2 \text{ кг}.$$

ω_u – колова швидкість обертання цапфи, м/с. $\omega_u = \frac{\pi \cdot d_g \cdot n}{60}$, тут d_g – діаметр

вала, м. $d_g = 0,085 \text{ м}$

$$\omega_u = \frac{\pi \cdot 0,085 \cdot 900}{60} = 4 \text{ м/с},$$

$$N_3 = \frac{0,1 \cdot 578,2 \cdot 4}{102} = 2,27 \text{ кВт},$$

N_4 – потужність, яка витрачається на подолання тертя барабана об повітряне середовище:

$$N_4 = \frac{R^5 \cdot n^3}{10^8}, \text{ кВт},$$

де R – радіус барабана, м;

n – частота обертання барабана.

$$N_4 = \frac{0,508^5 \cdot 900^3}{10^8} = 0,24, \text{ кВт},$$

$$N_n = 4,71 + 2,4 + 2,27 + 0,24 = 9,62 \text{ кВт},$$

$$N_{ог} = N_n / 0,9.$$

$$N_{ог} = 9,62 / 0,9 = 10,7 \text{ кВт}.$$

РОЗДІЛ 5. МОНТАЖ, РЕМОНТ, ЕКСПЛУАТАЦІЯ ЦЕНТРИФУГИ

Розміщення і встановлення центрифуги

Центрифуга типу BVG C 10-A – машина вибухобезпечного виконання.

Центрифугу можна встановлювати і експлуатувати в приміщенні, з умовами, які відповідають класу захисту Rb-n III; G4.

Центрифугу потрібно встановлювати на фундамент по фундаментному кресленню. Якщо цього потребує технологія, то центрифуга може встановлюватися на майданчику або на поверсі, але лише за умови достатньої жорсткості конструкції до динамічних навантажень як у вертикальному, так і в горизонтальному напрямках. Враховуючи можливі сильні вібрації, не рекомендується встановлювати центрифугу на майданчику або поверсі у випадку центрифугування компонентів, які складно розділяються.

Оскільки наявний знімний мішок, приміщення слід обладнати пересувним підйомником. Вільна внутрішня висота приміщення поблизу центрифуги повинна становити не менше 4 м. Вантажопідйомність підйомника повинна бути не менша 4900 Н.

З'єднання трубопроводів повинні бути гнучкого виконання, враховуючи вібрацію центрифуги. Слід забезпечити можливість зміщення для приєднання кришки під час її відкривання.

За умови роботи в атмосфері інертних газів слід забезпечити живлення газом. Надлишковий тиск у робочому просторі і в підшипниковому корпусі центрифуги не повинен перевищувати 3922 Па. Потрібно застосовувати відповідні редуційні клапани і вентилі, які закривають.

При встановленні машини на місці слід забезпечити можливість регулювання подачі суспензії для запобігання переповнення або

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i>		2004.98.MP.01.005.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.	<i>Монтаж, ремонт, експлуатація</i> центрифуги		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/14

перевантаження. Розташування і номінальні розміри з'єднувальних патрубків центрифуги показані на рис.2.2.

Інструкція з пуску в експлуатацію і технічного обслуговування

Пуск в експлуатацію

Центрифугу встановити на горизонтальний фундамент по фундаментному кресленню, враховуючи умови розміщення машини (рис.5.1). Раму основи закріпити у колон фундаментними болтами М 24.

Після встановлення машини залити цементним розчином

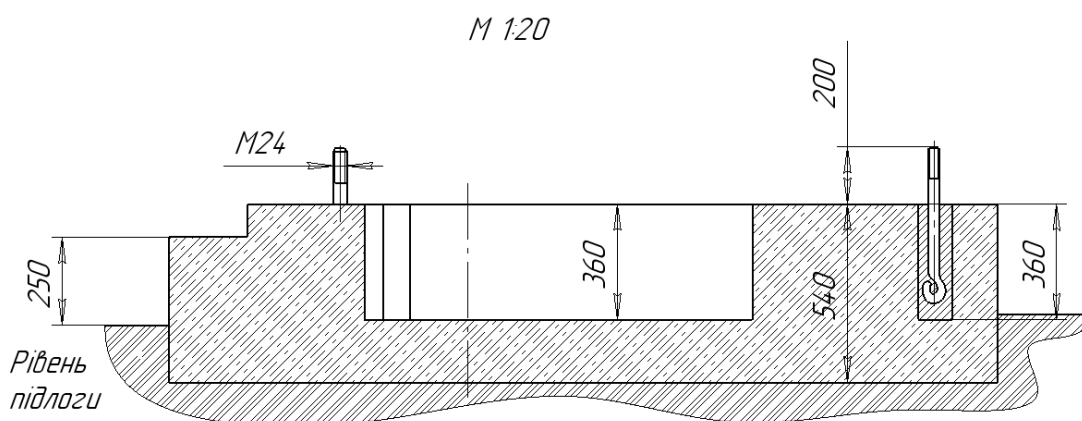


Рис.5.1. Фундаментне креслення

Перевірити прилягання рами основи без напружень. Затягнути фундаментні болти, підтягнути кріпильні болти колон. Затягнути фундаментні болти, підтягнути кріпильні болти колон. Для амортизації можна встановити під поверхнями рами основи, які прилягають, демпфуючі прокладки. Горизонтальне положення центрифуги перевірити по бортовому кільцю барабана. Перевірити стан вертикальних тяг і кульових шарнірів, а також за шпінтовку корончастих гайок. Маслянки заправити безкислотним кульково-підшипниковим консистентним мастилом (марки Lithon "С"). До пуску машини рекомендується корпус підшипника заправити консистентним мастилом. Електромонтаж і підключення слід проводити відповідно до інструкції з монтажу і технічному догляду за електрообладнанням. Перевірити напрямок обертання барабана (за годинниковою стрілкою, якщо дивитися згори).

Перевірити надійність блокувального і гальмівного пристроїв.

Побудувати і в гнучкому виконанні приєднати трубопроводи, які підключаються до патрубків – завантажувального, промивного, який відводить рідину і підводить інертний газ.

Інструкція з технічного догляду

1) Очищення центрифуги:

Наприкінці зміни або перед простоем очистити промиванням центрифугу від хімічних речовин. Видалити і нейтралізувати корозійні або отруйні речовини. Завдяки очищенню можна суттєво подовжити термін експлуатації центрифуги.

2) Інструкція зі змащування:

Підшипники змащувати без кислотним кулькопідшипниковим консистентним мастилом (Lithon "C") з допомогою маслянки, яка розміщена збоку кожуха машини. Маслянка повинна бути наповнена. Кришку маслянки щоденно підтягувати на один оберт. Кульові шарніри вертикальних тяг не потребують змащування, оскільки гнізда виготовлені з пластмаси.

Один раз на тиждень змащувати тавотом пальці затвора кришки вимикача блокування кришки, завіси кришки і штоки телескопа піднімання кришки. При технічному догляді деталі гальмівного механізму достатньо змащувати консистентним мастилом. Місця змащування показані на рис. 5.2.

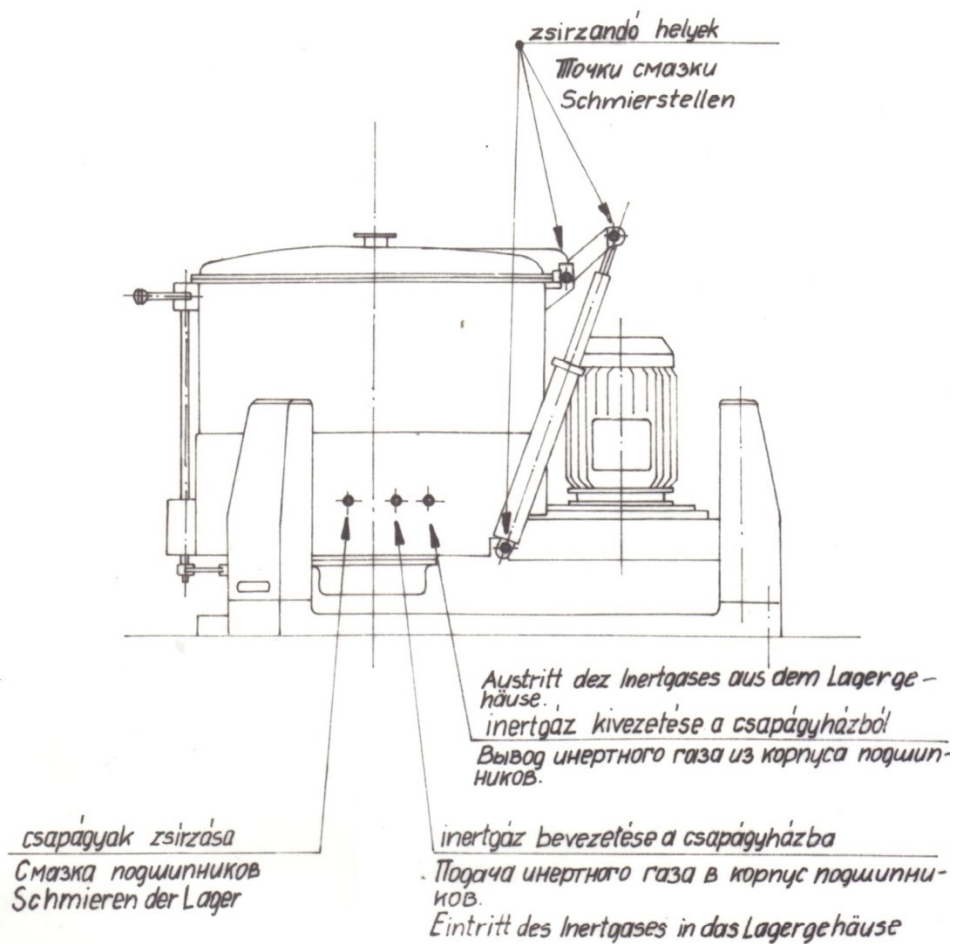


Рис. 5.2. Місця змащування

Ремонт, налагодження

Підшипникову підвіску центрифуги демонтувати не рідше одного разу на рік і всі деталі промити гасом. Трубки маслянки також слід очистити. Перевірити стан підшипників, підшипникового корпусу та його деталей. У випадку виявлення дефекту або зношування замінити їх. Замінити прокладки і сальники з повсти.

При збиранні підшипникової підвіски перевірити відповідно до рис.5.3 люфт бронзової вкладки корпусу підшипника.

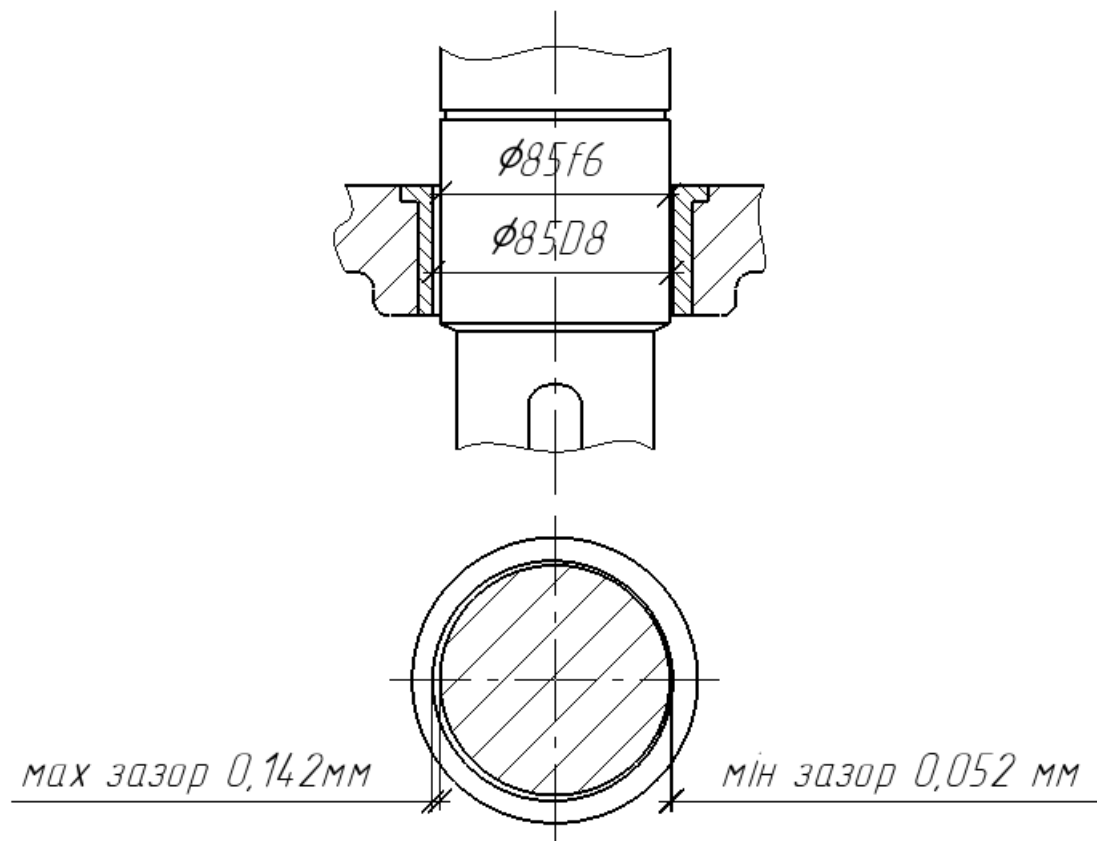


Рис.5.3. Люфт бронзової вкладки корпуса підшипника

Максимальний люфт по діаметру: 0,232 мм;

Мінімальний зазор в будь-якій точці кола: 0,052 мм;

Максимальний зазор в будь-якій точці кола: 0,142 мм.

Зазор перевіряти щупом.

Перевірити герметичність підшипникового вузла азотом. Якщо герметичність незадовільна, то слід підтягнути кришку підшипника і відповідно перевірити прокладки.

Піднімати підшипниковий корпус слід з допомогою кілець для знімання (рис.5.4)

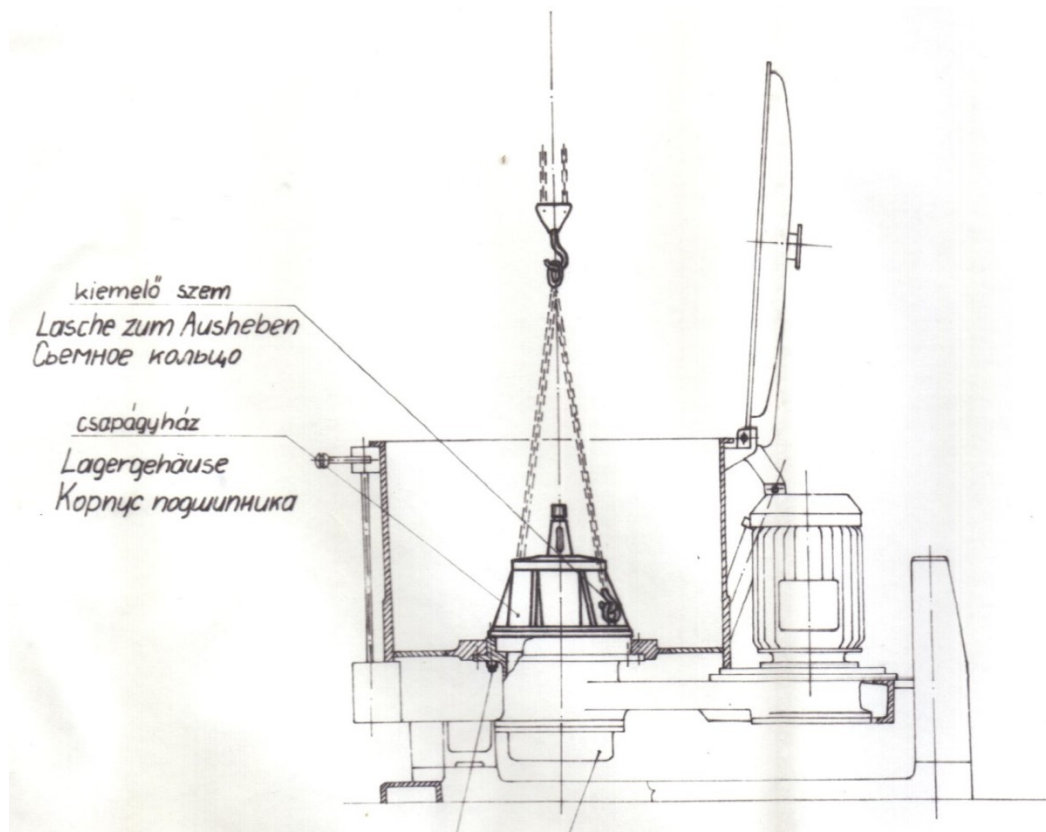


Рис.5.4. Піднімання підшипникового корпусу

Знімання барабана з конічної цапфи здійснюється з допомогою знімача, який вгвинчується у два різьбові отвори. Пружину телескопа піднімання кришки можна регулювати установочною гайкою, яка розміщена в телескопі. Якщо регулювання правильне, кришка у закритому положенні врівноважена і відкриття потребує лише невеликого зусилля; необхідно лише слідкувати за тим, щоб два телескопи були відрегульовані на однакове зусилля пружини.

Слід також перевірити і герметичність робочого простору центрифуги. При виявленні несправності перевірити ущільнюючі поверхні і замінити ущільнювальні деталі.

У накидних замків кришки у випадку слабкого натягу підтягнути гвинти хомута.

Вимикач блокування кришки відрегулювати так, щоб при зміщенні важеля гальма приблизно на 10 – 15 мм з робочого положення, вимикач потрапив у вимкнене положення. Регулювання здійснюється підніманням або опусканням кулачка на гальмівному валу.

Кульові шарніри вертикальних тяг сидять у конічних пластмасових гніздах. Щодня слід перевіряти стан кульових гнізд, вертикальні тяги, застопорювання гвинтів і гайок, гвинти кріплення колони. При виявленні дефекту негайно замінити їх.

У випадку піднімання кришки на 10 – 15 мм блокувальний механізм повинен перевести у вимкнене положення вимикач блокування кришки. Регулювання здійснюється натягуванням боуденовського троса.

Монтаж кожухів:

Кожухи центрифуги виконані відповідно приписів стандарту MSZ 4814/2. Деталі, які покривають, закріплені болтами з тригранною головкою і пружинними шайбами. Ці болти, так само як і вибухобезпечну електроапаратуру, замінювати іншими типами, видаляти пружинні шайби заборонено. Заборонена експлуатація із ослабленими гвинтами.

Навіть при відсутності одного гвинта втрачається вибухобезпечність. Також заборонено видаляти захисні кільця болтів з тригранною головкою. Монтувати вибухобезпечні машини може лише обізнаний фахівець з допомогою спеціальних ключів, які входять до комплекту поставки центрифуги.

При монтажі кожухів слід звертати особливу увагу на збереженість поверхонь посадки кожухів. На посадковій поверхні не повинен потрапляти бруд. Ці поверхні можна змащувати безкислотним консистентним мастилом. Між ущільнюваними поверхнями заборонено ставити ущільнювальну речовину.

При монтажі гальма, розбиранні підшипникової підвіски, натягуванні ременів кришку корпусу приводу зняти способом, показаним на рис. 5.5.

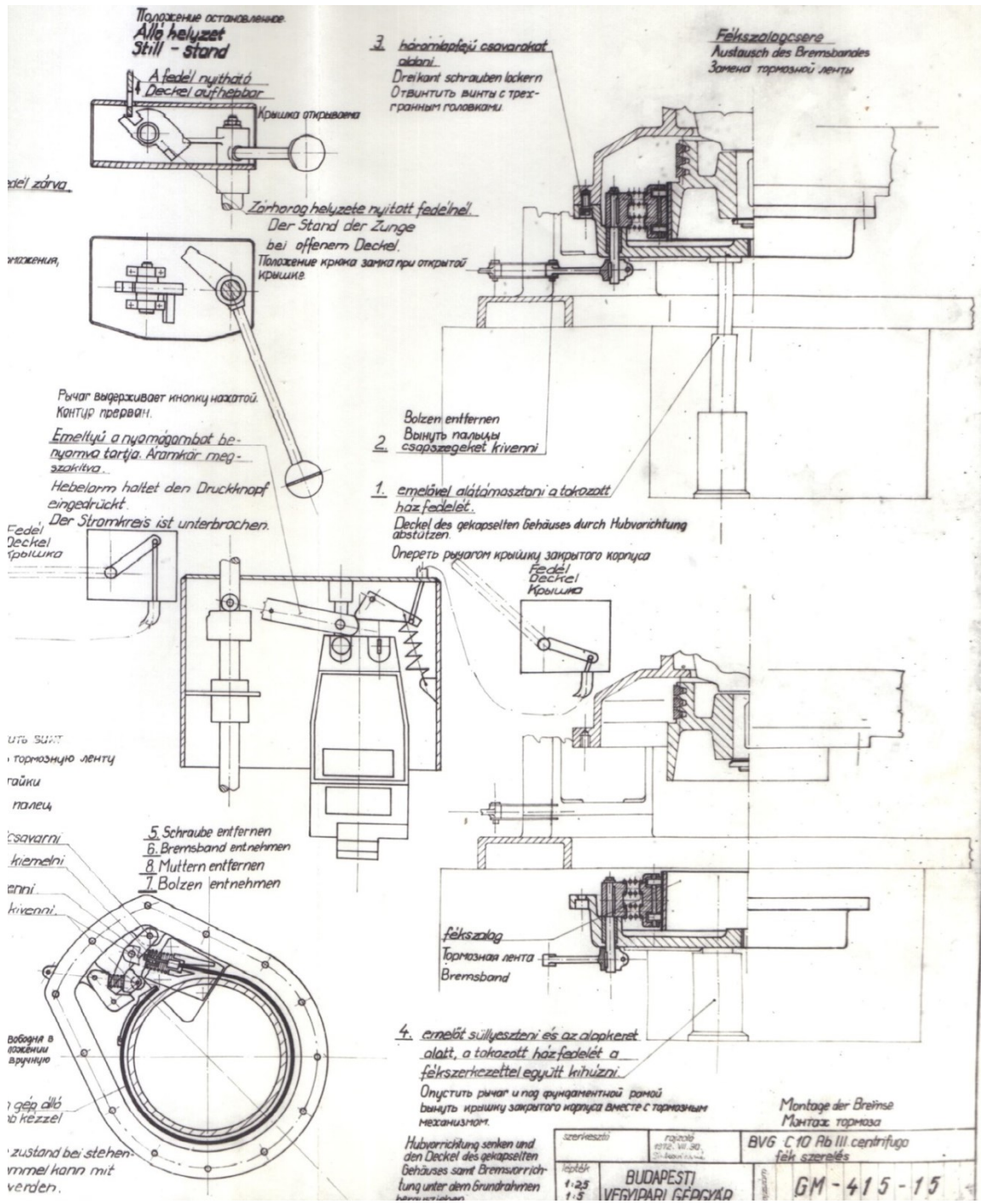


Рис. 5.5

Під час демонтування гвинтів кришку потрібно підперти.

Разом з кришкою можна витягнути комплектне гальмо з-під центрифуги.

У випадку заміни клинових пасів слід, крім зазначеної вище кришки, видалити також і кришку кожуха, яка розміщена під електродвигуном. Після ослаблення гвинтів плити ковзання, двигун перемістити в напрямку

центрифуги. Потім замінити клиновий пас. За необхідності зняти великий клинопасовий шків з вала з допомогою знімача.

Після закінчення цієї операції кожухи слід встановити на місце. Натяг клинових пасів здійснюється зміщенням двигуна в напрямку колони центрифуги.

Після закінчення операцій підтягнути і перевірити болти із тригранною головкою. Описані вище операції з монтажу (монтаж гальма, клинових пасів і кожуха) виконувати відповідно стандартам MSZ 4814/1 і MSZ 4814/2.

Періодичну перевірку і пуск центрифуги в експлуатацію слід відповідно стандарту MSZ 10450/ і відповідним галузевим нормам.

Інертизація

Центрифуга може працювати в атмосфері інертних газів. Під час роботи підшипниковий корпус може постійно перебувати в атмосфері інертного газу. Створити атмосферу інертного газу в робочому просторі дозволяється тільки після закривання кришки.

До відкривання кришки слід по манометру перевірити, чи немає надлишкового тиску в робочому просторі центрифуги. Більки після цього можна відкрити швидко знімні затвори.

При центрифугуванні матеріалів, шкідливих для здоров'я, слід здійснювати інтенсивне промивання, вентилявання до відкривання кришки.

При пуску в холодному стані (після простою) як у робочому просторі центрифуги, так і в просторі корпуса підшипника тиск не повинен перевищувати 80 – 100 мм. вод. ст. Надлишковий тиск можна підвищувати лише в стані, розігрітому до робочої температури. Максимальний надлишковий тиск 400 мм. вод. ст. (3922 Па).

Приєднання виконати гнучкими.

Інструкція до знімного коміру барабана

Вкладання коміру барабана у барабан

Бортове кільце і бортову канавку барабана центрифуги перед вкладанням коміру барабана ретельно очистити від матеріалу, який

центрифугується, і бруду.

Після цього вставити комір барабана у бортову канавку барабана. Слідкувати за тим, щоб фільтрувальний мішок рівномірно розміщувався по внутрішньому контуру барабана. Для цього треба натягнути середнє кільце мішка на гайку барабана. Після цього вивільнити з крюків канати крана.

Всі чотири важелі замикавання пристрою замикавання натиснути до упору (рис.5.6).

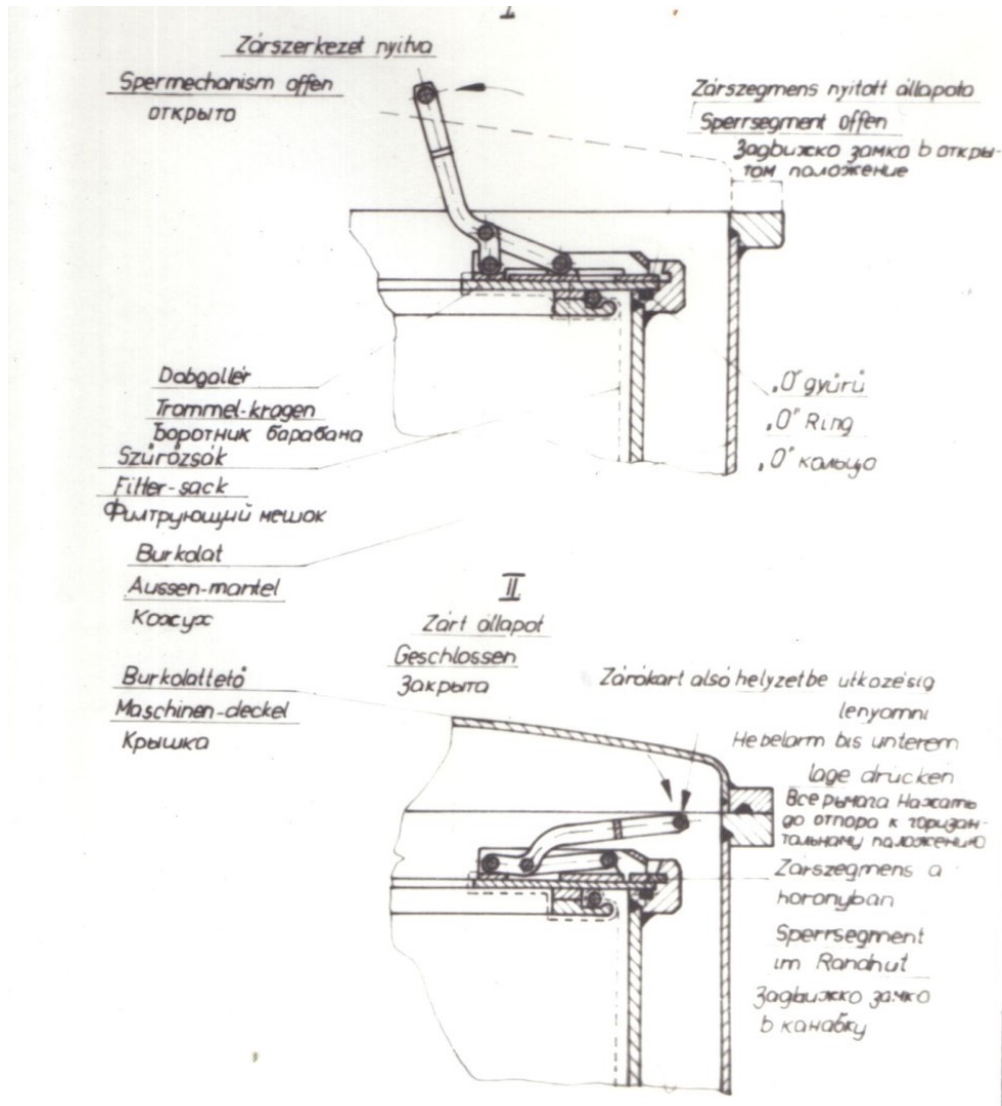


Рис.5.6. Вкладання коміру барабана у барабан

В цьому випадку важіль замикавання буде близьким до горизонтального положення.

Барабан повернути вручну і проконтролювати, чи достатньо глибоко всі сегменти замикавання сидять у бортовій канавці (мінімально 4 мм).

Забороняється важелі замикання замикаючого пристрою залишати у напівзакритому стані. Якщо закрити за приписами не вдається, тоді треба дослідити причину цього. Забороняється також силою закривати замикаючий пристрій, бо це може призвести до деформування його деталей.

Після завершення процесу центрифугування вийняти коміра барабана з фільтруючим мішком можливо тільки після відкриття чотирьох важелів замикання. Вийняти комір барабана із фільтруючим мішком можна після зачеплення канатів крана.

5.5. Обслуговування центрифуги

Обслуговувати центрифугу може тільки особа, яка проінструктована з обслуговування центрифуги, знає її та приписи, які її стосуються, і склала про це іспит. Допустиме максимальне навантаження барабана вказується в посібнику під назвою «Максимальна кількість матеріалу, що завантажується в барабан». Навантаження барабана в жодному разі не повинно перевищувати допустиму кількість матеріалу, що завантажується. Крім максимального допустимого вагового навантаження, навантажувальність обмежується також і корисною місткістю, в 200 л. Барабан повинен обертатися за годинниковою стрілкою дивлячись зверху, інакше системи блокування і гальмування не працюють.

Кожної зміни до початку роботи перевірити натягнутість гайки барабана шляхом підтягування. Підлягає перевірці також стан вертикальних тяг і шплінтування корончастих гайок. Далі перевіряють, чи працюють відповідно до приписів гальмо, замок кришки, блокувальний вимикач кришки.

При барабані, що обертається, кришка не відкривається. При затягуванні гальмівного важеля блокувальний механізм повинен відключати двигун від мережі. У разі виявлення ненормальності експлуатувати центрифугу забороняється. При відкритті кришки кожуха запобіжний пристрій фіксує блокувальний вимикач у вимкненому положенні.

Експлуатувати центрифугу із відкритою кришкою забороняється. Переробляти або демонтувати блокувальний запобіжний пристрій

забороняється.

При непрацюючому барабані встановити мішок, що фільтрує, в барабан, одночасно посадити комір на місце, виконане для нього в бортовому кільці і за допомогою швидкокороз'ємного затвора закріпити комір на барабані. Підйомні канати відчепити від гаків та видалити їх. Перевірити правильність розташування мішка і коміра на барабані. Обертаючи барабан вручну, ретельно перевірити точність посадки кріпильних засувок в пазі. Закрити кришку центрифуги. Притискними затворами забезпечити закривання кришки.

До пуску перевірити, чи перебувають в закритому положенні затвори, що притискають кришку (6 штук), що знаходиться на захисному кожусі. Запускати і експлуатувати центрифугу забороняється, якщо кришка не закрита затворами, що притискають.

Гальмівний важіль перевести у робоче положення. Якщо потрібно технологією, то в робочому просторі центрифуги можна створити атмосферу інертного газу. Двигун центрифуги запускається кнопкою пуску. Машина досягає робочого числа обертів приблизно через 2 – 2,5 хвилин. Подачу суспензії можна починати після 1,5 – 2 хвилин. Якщо барабан під час завантаження або на робочому числі обертів обертається неспокійно, центрифугу слід негайно зупинити і рівномірно розподілити матеріал в барабані. Сильна вібрація передчасно виводить центрифугу з ладу, призводить до поломки та нещасного випадку. Амплітуда бічних коливань завантаженого барабана при робочому числі обертів не повинна перевищувати 0,5 мм. Експлуатація центрифуги при більших коливаннях забороняється. Двигун центрифуги дозволяється запускати 4 рази на годину через 15 хвилин. У разі невдалого пуску новий пуск дозволяється повторювати лише після закінчення 20 хвилин, для попередження шкідливого нагрівання двигуна. В іншому випадку необхідний подбати про штучне охолодження двигуна.

Центрифугування

Після завантаження заданої кількості матеріалу проводити центрифугування суспензією тривалістю, передбаченою технологією. Залежно від прийнятої технології, можливо проводити також промивання.

Завантаження при працюючій центрифугі проводити тільки під час центрифугування рідких суспензій, які легко розподіляються. Суспензії, які складно розподіляються і містять мало рідкої фази, доцільно завантажувати в непрацюючий барабан, рівномірно розподіливши їх, щоб уникнути нерівномірності навантаження.

Лампу, змонтовану на кришці кожуха, можна вмикати тільки під час завантаження і промивання.

Гальмування

Зупинка центрифуги здійснюється гальмуванням. За допомогою належним чином відрегульованого гальма завантаженої центрифуги можна зупинити за 25 – 60 секунд. Час гальмування коротший за 20 секунд може спричинити обрив гальмівної стрічки і навіть поломку колони центрифуги. Гальмівний важіль затягувати до відмови й утримувати його в цьому положенні до зупинки центрифуги. Прикладене до гальмівного важеля зусилля, що тягне, не впливає на ефективність гальмування і на час гальмування. Під час переміщення гальмівного важеля вимикач блокування кришки відключає від мережі двигун центрифуги. Якщо барабан уже зупинився, то важіль гальма можна переводити далі положення гальмування. Протягом 3–4 секунд рівномірно тягнути важіль гальма, завдяки чому гальмівний механізм переводиться в третє положення. Гальмівний механізм розсторнюється, затвор кришки відпускає, і кришку можна відкрити.

Припинити подачу інертного газу, а також надлишковий тиск у робочому просторі. Відкрити також і накидні замки, що забезпечують щільність кришки. Кришку штовхати вгору із зусиллям 5 – 6 кг, потім вона сама відкривається повністю.

Розвантаження

Важелі швидкороз'ємного затвора коміра перевести в напрямку центру барабана, внаслідок чого затвор відкривається.

Гаки підйимального крана вставити у вушка підйому коміра барабана, а також у вушко центрального кільця фільтрувального мішка й підняти мішок разом із коміром барабана. Розвантажувати матеріал слід у візок або в бак. Розвантаження матеріалу з мішка проводиться опусканням центрального кільця мішка. Фільтрувальний мішок залежно від суспензії слід або промивати, або замінювати.

РОЗДІЛ 6. ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ

Складання технічних комплексів (обладнання, складальних одиниць) – технологічний процес формування з'єднань складових виробу.

В результаті складання досягається необхідне взаємне розташування деталей, які з'єднуються, відносна рухомість або нерухомість з'єднаних елементів і довговічність конструкції.

Усі машини складаються з окремих частин – деталей і складальних одиниць. Залежно від конструкції та кількості деталей, вузли можуть бути різної складності.

Основна частина складальної одиниці називається базою або базовою групою. Положення основи (корпус) визначає положення всіх інших монтажних вузлів. Для полегшення процесу складають схеми технології складання, які дозволяють класифікувати послідовність процесу.

У цьому розділі наведена технологія складання механізму гальмування центрифуги.

Гальмівний пристрій (рис. 6.1) призначений для форсованої зупинки ротора. Складання проводиться так, щоб при вимкненому гальмі стрічка не торкалася гальмівного обода, це перевіряється провертанням ротора вручну. Вимикають двигун натисканням кнопки стоп. Для повної зупинки центрифуги повертають важіль гальмівного пристрою.

Гальмо складається зі сталеві стрічки з приклепаною до неї гальмівною накладкою і гальмівного обода. Роль гальмівного обода відіграє короткий циліндр на днищі ротора. Пружина електромагніту через трос привода гальма забезпечує зусилля гальмування. Електромагніт служить для одночасного ввімкнення гальма і вимкнення електродвигуна центрифуги з допомогою кінцевого вимикача.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Технологія машинобудування		2004.98.МР.01.006.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/7

Основні розміри гальма:

діаметр 350 мм;

розміри гальмівної накладки: 6×130×1015 мм.

Матеріал гальмівної накладки: феродо. Кут огинання гальмівної накладки: 300°.

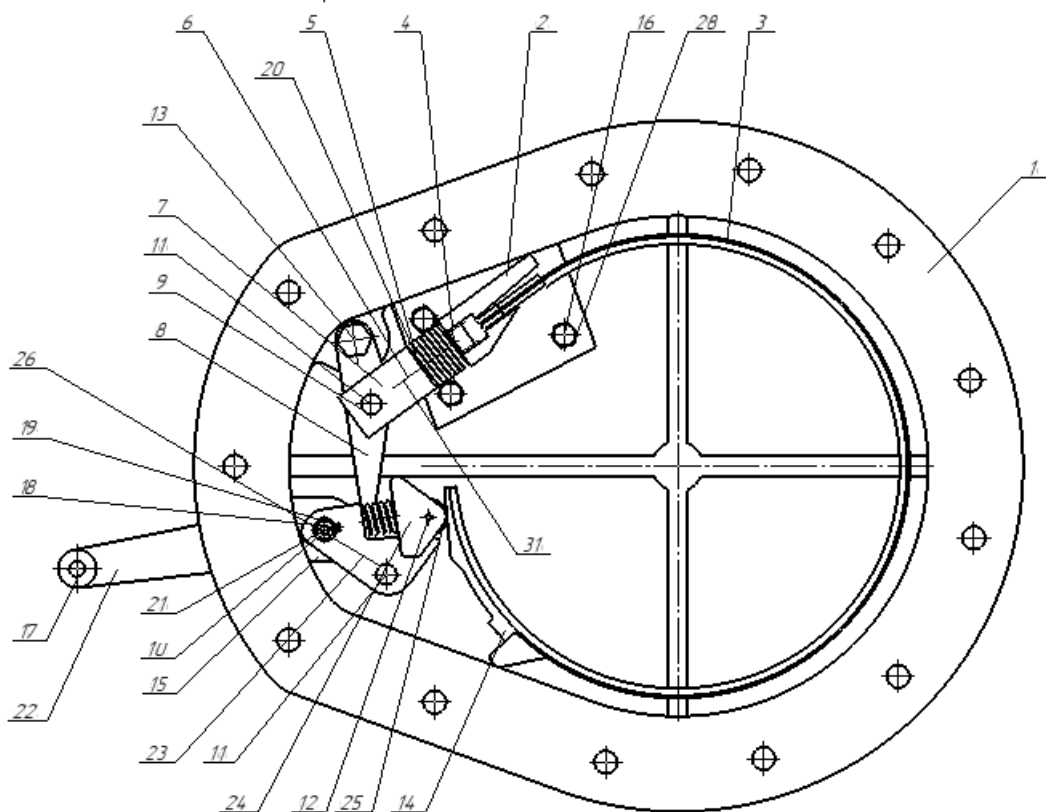


Рис. 6.1. Механізм гальмування

Подетальний склад вузла

Таблиця 6.1.

Номер позиції деталі	Назва деталі	Кількість деталей
1.	Корпус	1
2.	Фіксатор гальмівної стрічки	1
3.	Гальмівна стрічка	1
4.	Шпилька М8×70	1
5.	Пружина Ø41,5	1
6.	Пружина Ø25	3
7.	Регулююча вилка	1
8.	Флажок	1
9.	Втулка Ø20,5	2
10.	Втулка бронзова Ø28	1
11.	Палець Ø12×70	2
12.	Стопорний гвинт М10×30	2
13.	Центруючий болт М10×45	1
14.	Болт М6×25	1
15.	Болт М8×15	1
16.	Болт М10×25	3
17.	Болт М12×35	1
18.	Шпонка	1
19.	Шпонка	1
20.	Центруюча шайба	1
21.	Вал	1

22.	Важіль неповоротного кулачка	1
23.	Нерухома деталь неповоротного кулачка	1
24.	Рухома деталь неповоротного кулака	1
25.	Ролик	2
26.	Шайба Ø8	1
27.	Шайба Ø10	3
28.	Шайба Ø12	3
29.	Шплінт	2
30.	Гровер	4
31.	Гайка М8	2
32.	Гайка М12	1

Технологічний маршрут складання вузла

Таблиця 6.2.

Номер переходу	Зміст переходу
10. Монтаж неповоротного кулачка СК1	
10.1.	Запресувати бронзову втулку в корпус
10.2.	Встановити шпонку на вал
10.3.	Змонтувати важіль на вал
10.4.	Зафіксувати болтом важіль
10.5.	Встановити вал в бронзову втулку
10.6.	Встановити два ролики на рухому деталь неповоротного кулачка
10.7.	Закрутити два стопорні гвинти
10.8.	Встановити дві пружини в centruючі напрямні

10.9.	З'єднати поворотну і неповоротну деталі пальцем
10.10.	Встановити шайбу і шплінт
10.11.	Встановити шпонку на вал
10.12.	Змонтувати неповоротний кулачок на вал
10.13.	Встановити шайбу
10.14.	Закрутити болт
20. Монтаж гальмівної стрічки СК2	
20.1.	Встановити в корпус направляючий фіксатор
20.2.	Встановити три шайби
20.3.	Закрутити три болти
20.4.	Закрутити в гальмівну стрічку шпильку
20.5.	Встановити гальмівну стрічку в напрямну фіксатора
30. Монтаж поворотного кулачка СК3	
30.1	Вставити пружину на шпильку
30.2	Вставити в пружину регулюючу вилку
30.3	Вставити в регулюючу вилку пружину
30.4.	Встановити центруючі шайбу на шпильку
30.5.	Закрутити дві гайки
30.6.	Встановити в регулюючу вилку дві втулки
30.7.	Встановити між втулками флажок
30.8.	З'єднати пальцем
30.9.	Встановити шайбу і шплінт
30.10.	З'єднати флажок з корпусом центруючим болтом

Вибір конструкційних матеріалів

Сплав 10X17H13M2T (старе позначення X17H13M2T, EI448) – корозійно-стійка високолегована сталь аустенітного класу.

З листів цієї сталі виготовляють зварні конструкції, що працюють у середовищах підвищеної агресивності (сірчаної, лимонної, фосфорної та оцтової кислот) і призначені для тривалої експлуатації при температурі до 600°C. Корозійна стійкість сталей пояснюється утворенням на поверхні металу дуже тонких плівок складних оксидів, які щільно прилягають до поверхні металу та перешкоджають проникненню агресивних речовин у глибину металу.

Хімічний склад сталі 10X17H13M2T:

Вуглець – до 0,1%;

Кремній – до 0,8%;

Марганець – до 2%;

Нікель - 17-20%;

Сірка – до 0,02%;

Фосфор – до 0,035%;

Хром - 16-18%;

Титан – до 1%;

Молібден – 2-3%;

Мідь – до 0,3%;

Залізо – близько 61%.

Листи 10X17H13M2T виготовляються за ГОСТ 7350-77 «Сталь товстолистова корозійно-стійка, жаростійка та жароміцна. Технічні умови» та ГОСТ 5582-75 «Прокат тонколистовий корозійно-стійкий, жаростійкий та жароміцний. Технічні умови». Хімічний склад та його основні властивості регламентовані ГОСТ 5632-72 «Стали високолеговані та сплави корозійностійкі, жаростійкі та жароміцні. Марки».

Механічні властивості листів сталі 10X17H13M2T (AISI 316Ti) при T=20 °C:

Межа плинності матеріалу – 235 МПа;

Межа короткочасної міцності – 530 МПа;

Відносне подовження при розриві – 37%;

Твердість за Брінелем HB – 200 МПа;

Загартування проводиться при температурі 1030 - 1080 °С.

Питома вага – 7950 кг/тн.

Цей метал зварюється без обмежень.

Найбільш поширені закордонні аналоги сталі 10X17N13M2T:

США - 316H, 316Ti, 318, S31635;

Німеччина – 1.4571, 1.4583, X10CrNiMoNb18-12, X10CrNiMoTi18-10,
X6CrNiMoTi17-12-2;

Євросоюз (загальне маркування) - 1.4571, X6CrNiMoTi17-12-2;

Швеція - 2350, 2353;

Польща – H17N13M2T, H18N10MT;

Італія – X6CrNiMoTi17-12;

Австрія – X6CrNiMo17-17-122S;

Японія - SUS316Ti;

Китай – 0Cr18Ni12Mo2Ti.

Металеві деталі центрифуги, які дотикаються (гак затвора кришки), виготовлені з кольорового металу з високою теплопровідністю.

Три вертикальні тяги виконані із високоміцної сталі А 60 Н на чавунних колонах, закріплених в чавунній рамі основи. Матеріал кульових шарнірів тяг: А 60; матеріал кульових гнізд: поліамід II.

Матеріал гальмівної накладки пристрою гальмування – Феродо – фрикційний термостійкий композитний матеріал на основі азбестових волокон і фенолформальдегідної смоли. До складу входить термостійкий наповнювач і термореактивна органічна зв'язувальна, додатково можуть вводитися армувальні волокна (органічні, мінеральні, сталеві), абразивні добавки та речовини, що підвищують коефіцієнт тертя. Зберігає працездатність при температурі поверхні тертя до декількох сотень градусів Цельсія.

ВИСНОВКИ

Триколонна центрифуга BVG C 10-A є досить надійним обладнанням, однак її конструкція не відповідає сучасним вимогам щодо зручності обслуговування. Полегшити роботу персоналу і скоротити тривалість допоміжних операцій під час розвантаження центрифуги дасть можливість встановлення гідравлічного приводу для піднімання кришки. Також передбачена можливість автоматизованого очищення центрифуги завдяки встановленню в кришку обертової миючої головки щілинного типу.

Моделювання роботи елементів центрифуги показало, що вони мають достатній запас міцності. Максимальні значення тиску (0,718 МПа) спостерігаються поблизу стінок барабана і навіть з урахуванням ослаблення обичайки наявністю отворів не створюють загрозливих умов для функціонування центрифуги.

Аналіз напружено-деформованого стану гальмівної стрічки засвідчує, що її конструкція витримує прикладені навантаження (гальмівний момент) з коефіцієнтом запасу міцності 1,6.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Висновки	2004.98.МР.01.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Україні потрібна сильна фармацевтична галузь. *Урядовий Кур'єр*. URL: <https://ukurier.gov.ua/uk/articles/ukrayini-potribna-silna-farmaceutichna-galuz/> (дата звернення: 04.01.2024).
2. Екстракція рослинної сировини: Навчальний посібник / Ю. І. Сидоров, І. І. Губицька, Р. Т. Конечна, В. П. Новіков. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2008. 336 с.
3. Мирончук, В. Г. Оцінка середньої товщини шару міжкристального розчину на полідисперсних кристалах цукру в процесі центрифугування цукрових утфелів [Електронний ресурс] / В. Г. Мирончук, В. В. Підгорний, Б. В. Кузьменко // Харчова промисловість. – 2014. – Вип. 15. – С. 85–88.
4. Центрифугування цукрових утфелів. Теорія і практика : монографія / М. М. Пушанко, В. А. Лагода, Н. М. Пушанко, А. Ю. Гуменюк. – Київ : Вища освіта, 2010. – 439 с.
5. Вплив конструктивних особливостей центрифуг BW-1500S та ФПН1251Т-01 на процес центрифугування та якість цукру / О. О. Серьогін, В.М. Боровий, К. В. Пивоваров та ін. // Цукор України. – 2011. – № 4 (64). – С. 43–48.
6. Онищук О.О., Кормош Ж.О. Процеси та апарати хімічних виробництв: курс лекцій / Онищук Оксана Олександрівна, Жолт Олександрович Кормош. - Луцьк : Вежа-Друк, 2020 – 155 с.
7. Устаткування галузі та основи проектування: Підручник для студентів хіміко-технологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Волошин М.Д., Шестозуб А.Б., Гуляєв В.М. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2004, – 371 с.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Золотаревич С.В.	<i>Назва, додаткова назва</i>		2004.98.MP.01.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавда О.М.	<i>Список використаних джерел</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1/1

8. Центрифуга фільтруюча безперервної дії: пат. 1731 Україна : B04B 3/00. № 2002065201 ; заявл. 25.06.2002 ; опубл. 15.04.2003, Бюл. № 4. 8 с.

9. Центрифуга фільтруюча безперервної дії : пат. 128716 Україна : B04B 3/00. № u 2018 01736 ; заявл. 21.02.2018 ; опубл. 10.10.2018, Бюл. № 19. 5 с.

10. Production - Rousselet Robatel (en). *Rousselet Centrifugation et robatel Inc - Fabricant de centrifugeuses industrielles et de laboratoires - Rousselet Robatel.* URL: <https://www.rousselet-robatel.com/en/sector-of-activities/solid-liquid-sepration/production.html> (date of access: 27.01.2024).

11. Кушнірук В. М. Стандартизація промислового синтезу активних фармацевтичних інгредієнтів на прикладі амізону та дибамку : автореф. Автореферат. Харків, 2017. 26 с.

12. Хімічна технологія та обладнання підприємств. Навчальний посібник для студентів спеціальності 133 – «Галузеве машинобудування» денної та заочної форм навчання / О.Д. Клименко, Е.Л.Селезньов. – Луцьк: Луцький НТУ, 2018. – 136 с.

13. Процеси та обладнання хімічної технології – 3. Гідромеханічні та механічні процеси: практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування обладнання хімічної інженерії» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Я.М. Корнієнко, С.С. Гайдай – Електронні текстові данні (1 файл: 6,73 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – 210 С.

14. Simulation of the stress-strain state and determination of the natural frequency of the laboratory centrifuge shaft vibration using ANSYS and KISSOFT / I. Lavrenko et al. *Ukrainian Journal of Mechanical Engineering and Materials Science.* 2023. Vol. 9, no. 3. P. 1–9. URL: <https://doi.org/10.23939/ujmems2023.03.001> (date of access: 12.01.2024).

15. Disconzi F. P., Borghi F. T. Modeling, simulation, and optimization of the centrifugal separation of a microalgae-culture medium mixture. *Biomass and*

Bioenergy.

2020.

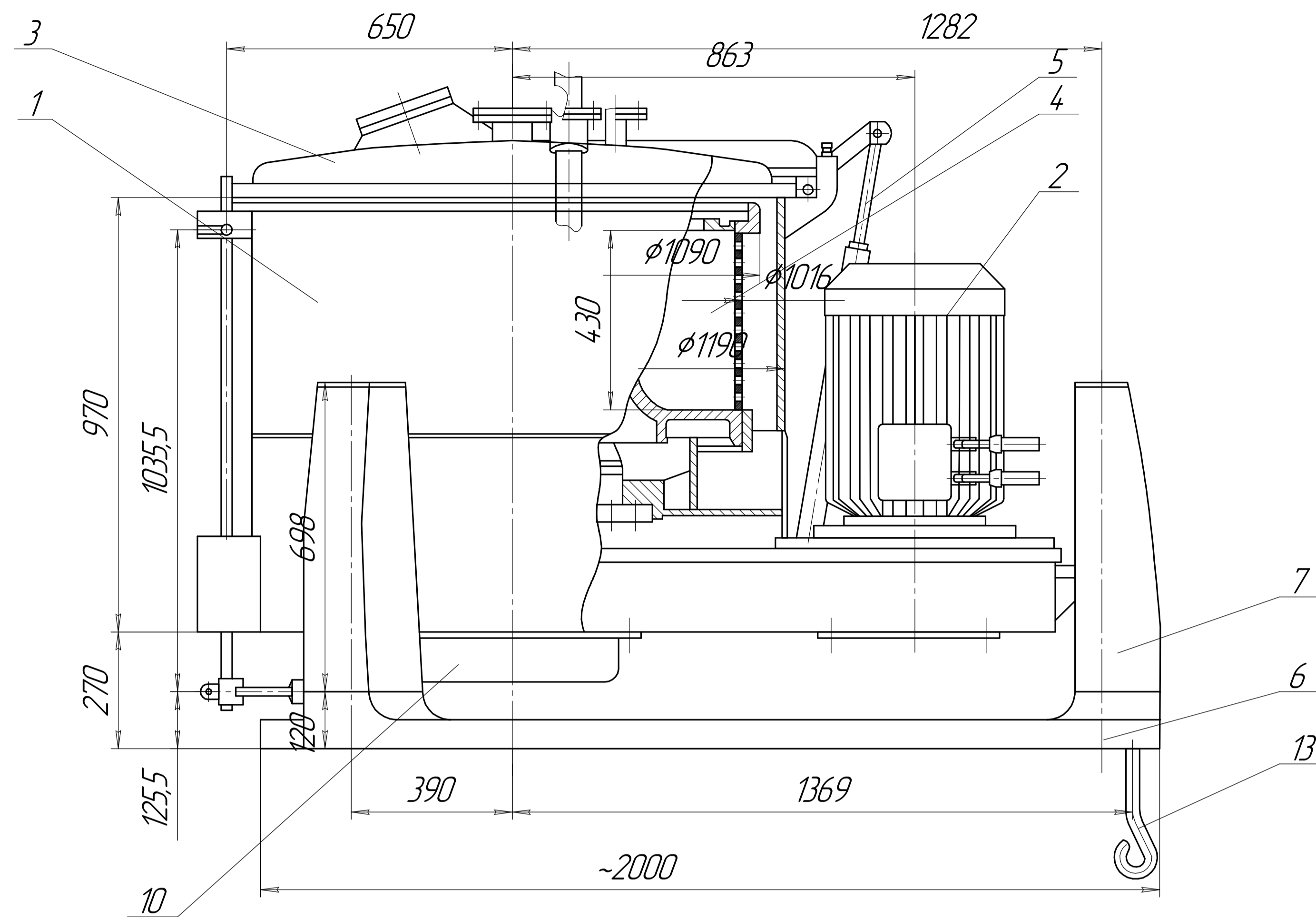
Vol. 143.

P. 105871.

URL: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105871> (date of access: 12.02.2024).

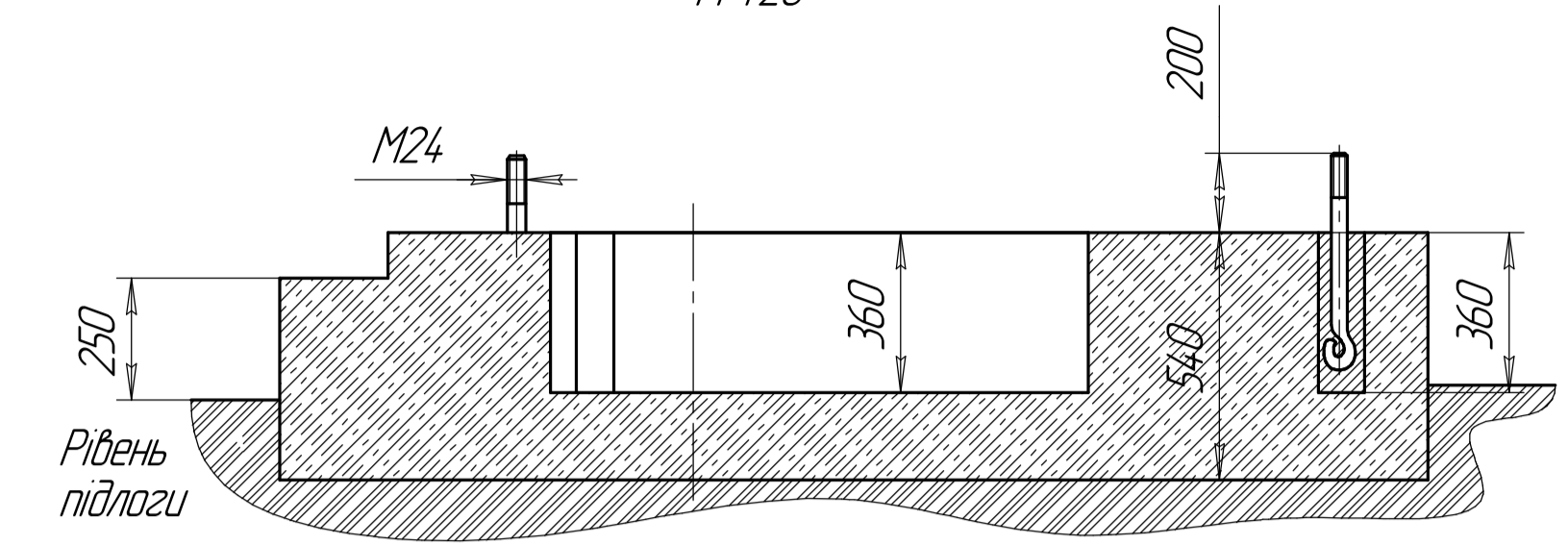
16. Інженерна графіка в SolidWorks: Навчальний посібник/ С.І. Пустюльга, В.Р. Самостян, Ю.В. Клак – Луцьк: Вежа, 2018. – 172 с.

ДОДАТКИ



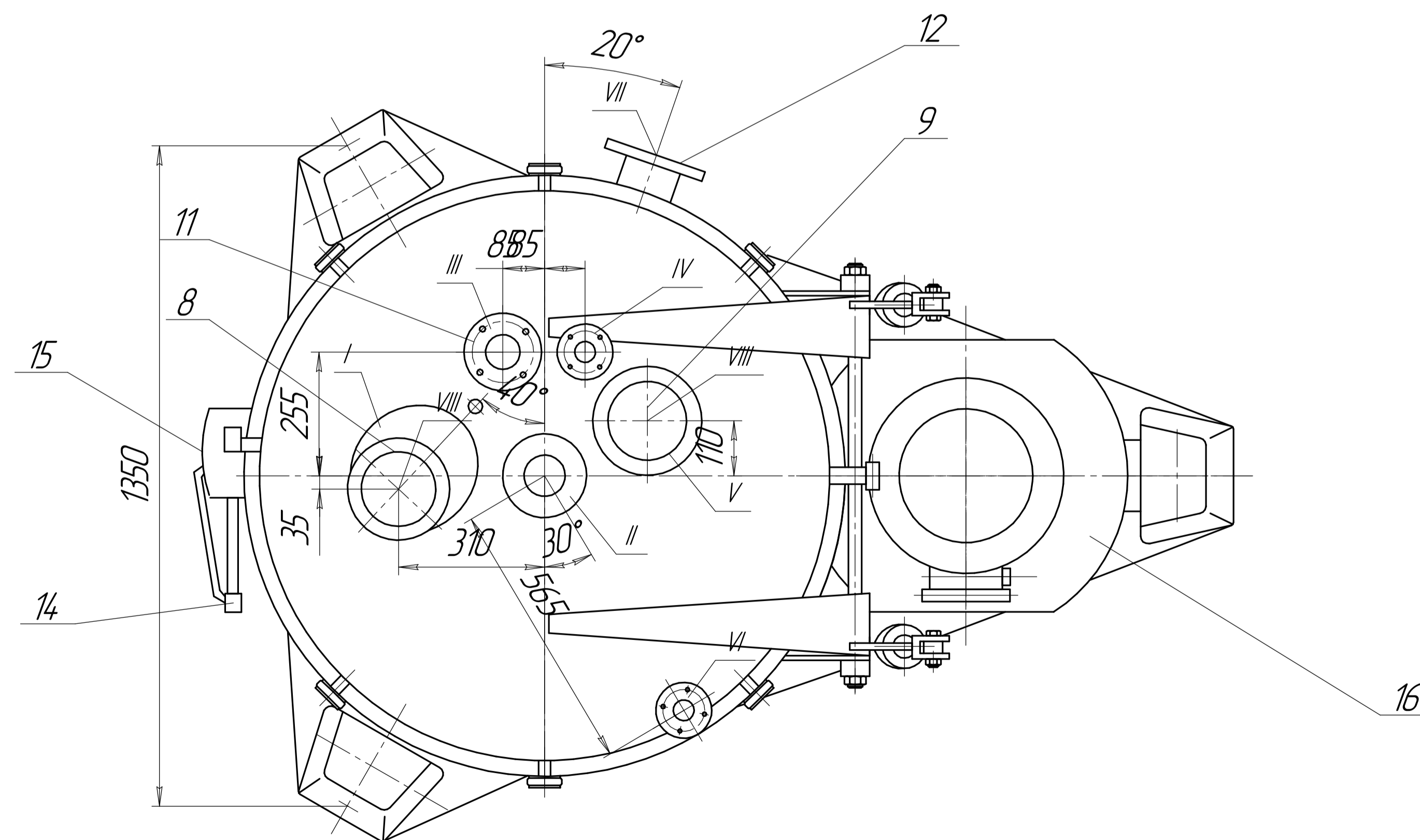
Після встановлення машини залити цементним розчином

M 120



Таблиця штуцерів

I	Оглядовий люк	φ180
II	Центральний штуцер	φ80
III	Вхід суспензії	φ57
IV	Промивка	φ40
V	Освітлення	φ140
VI	Повітряний клапан	φ40



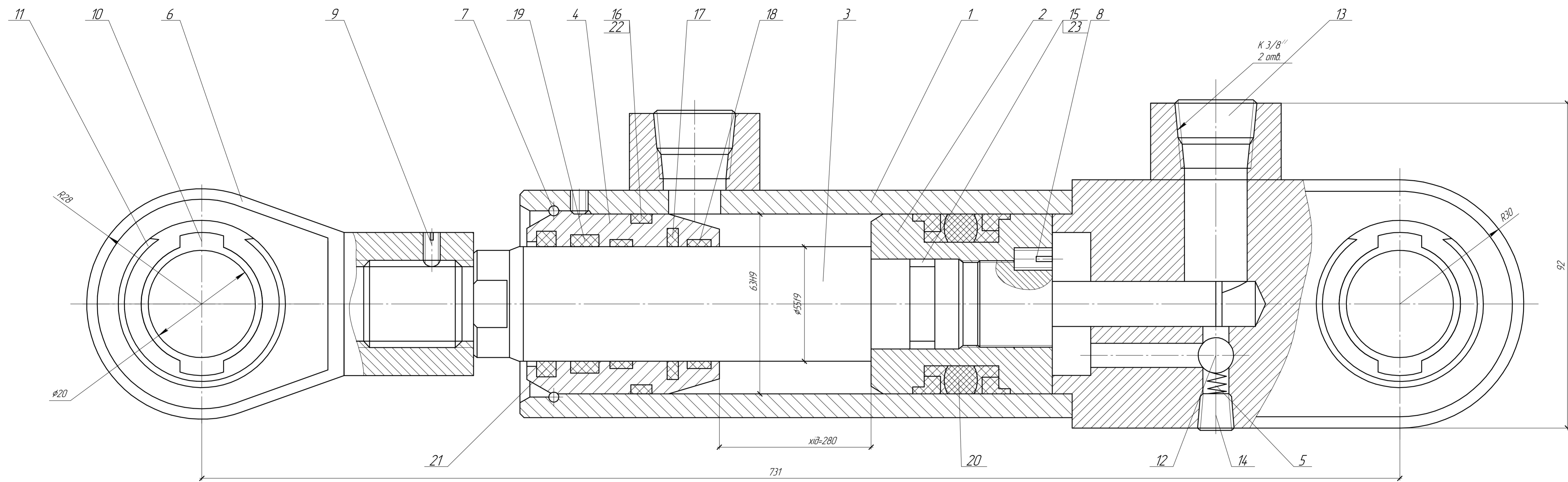
Технічна характеристика
 Тип BVGC-10 R
 Максимальне завантаження 200 кг
 Частота обертання дарадана макс. 940 об/хв
 Вага машини 2650 кг

Технічні вимоги

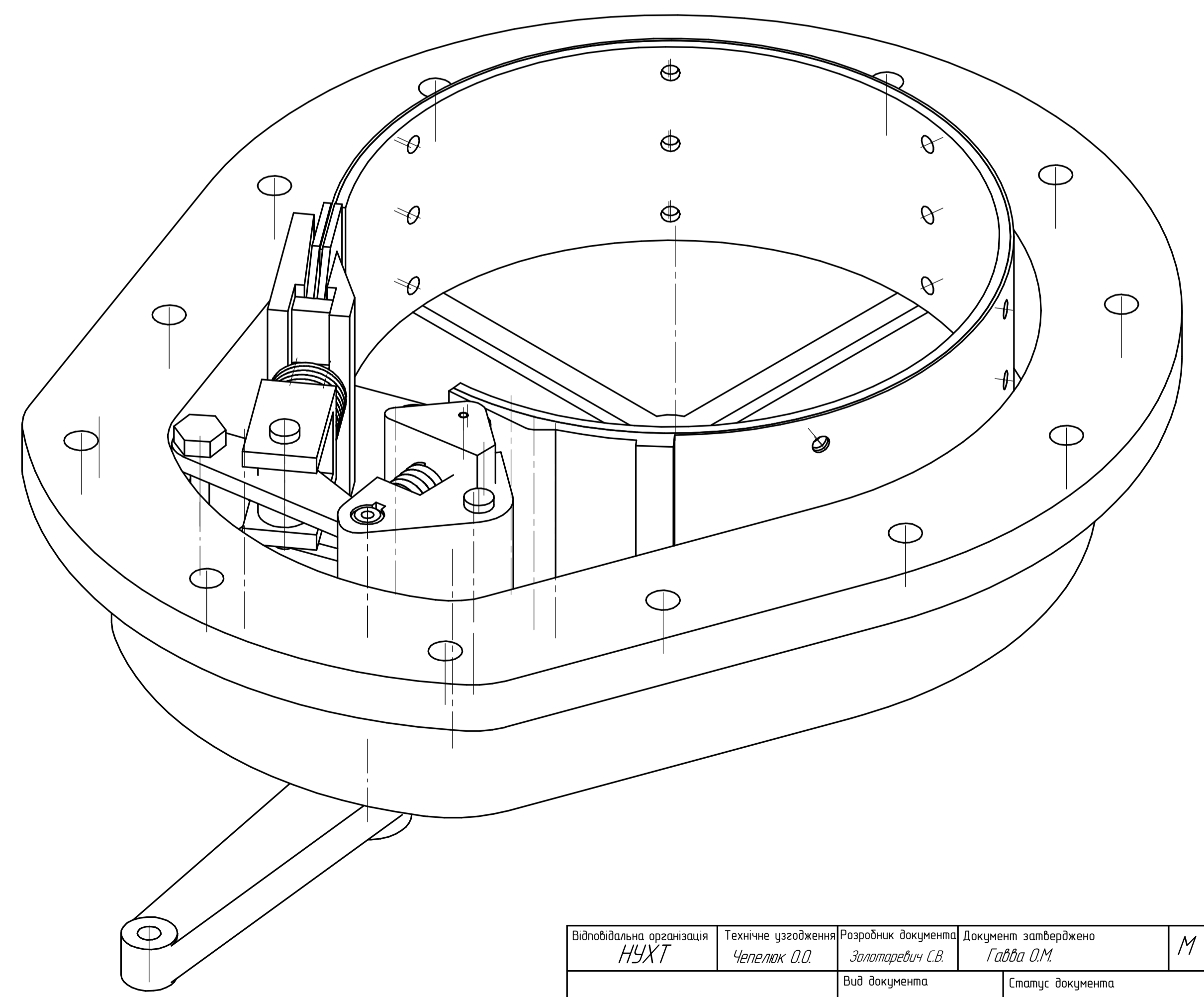
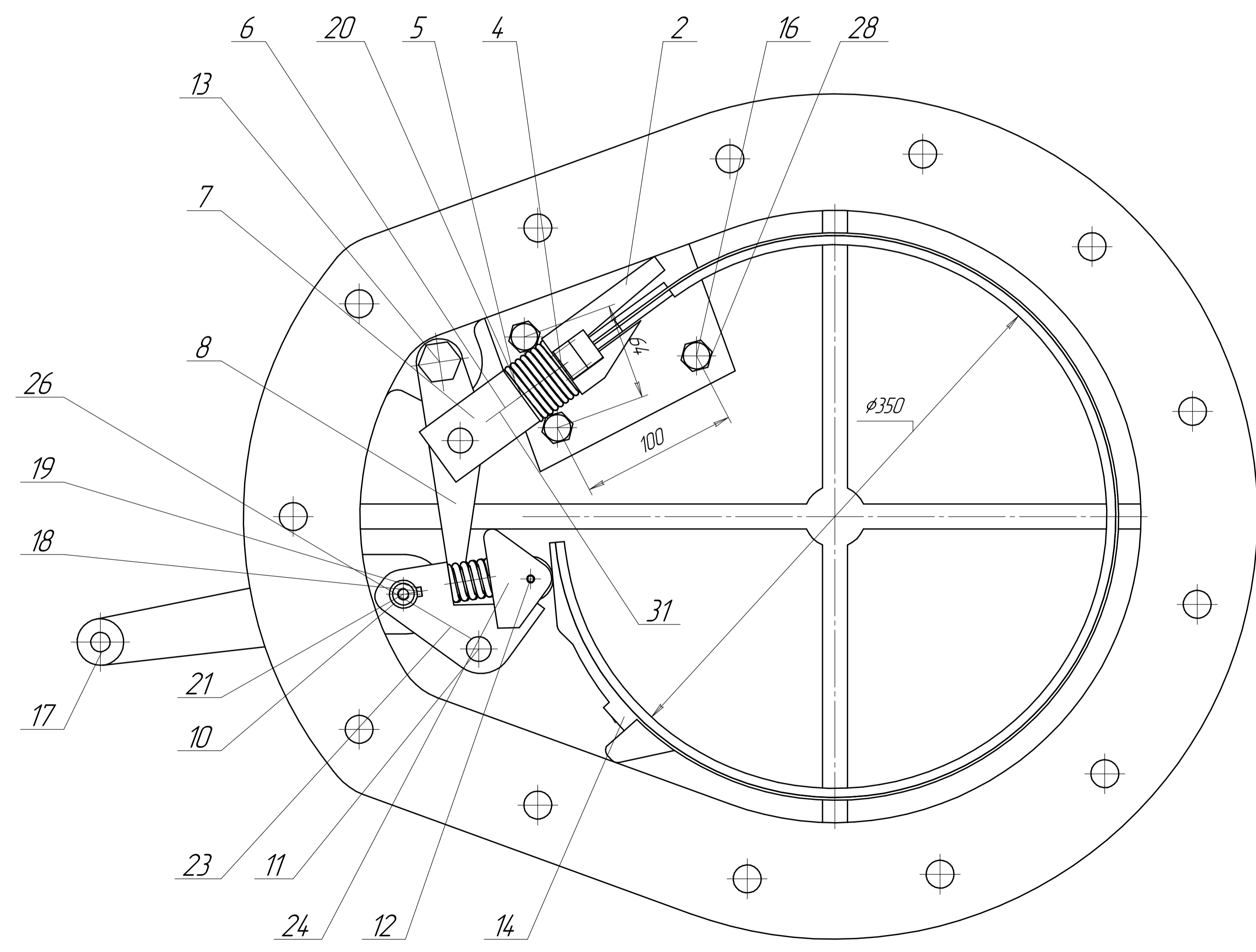
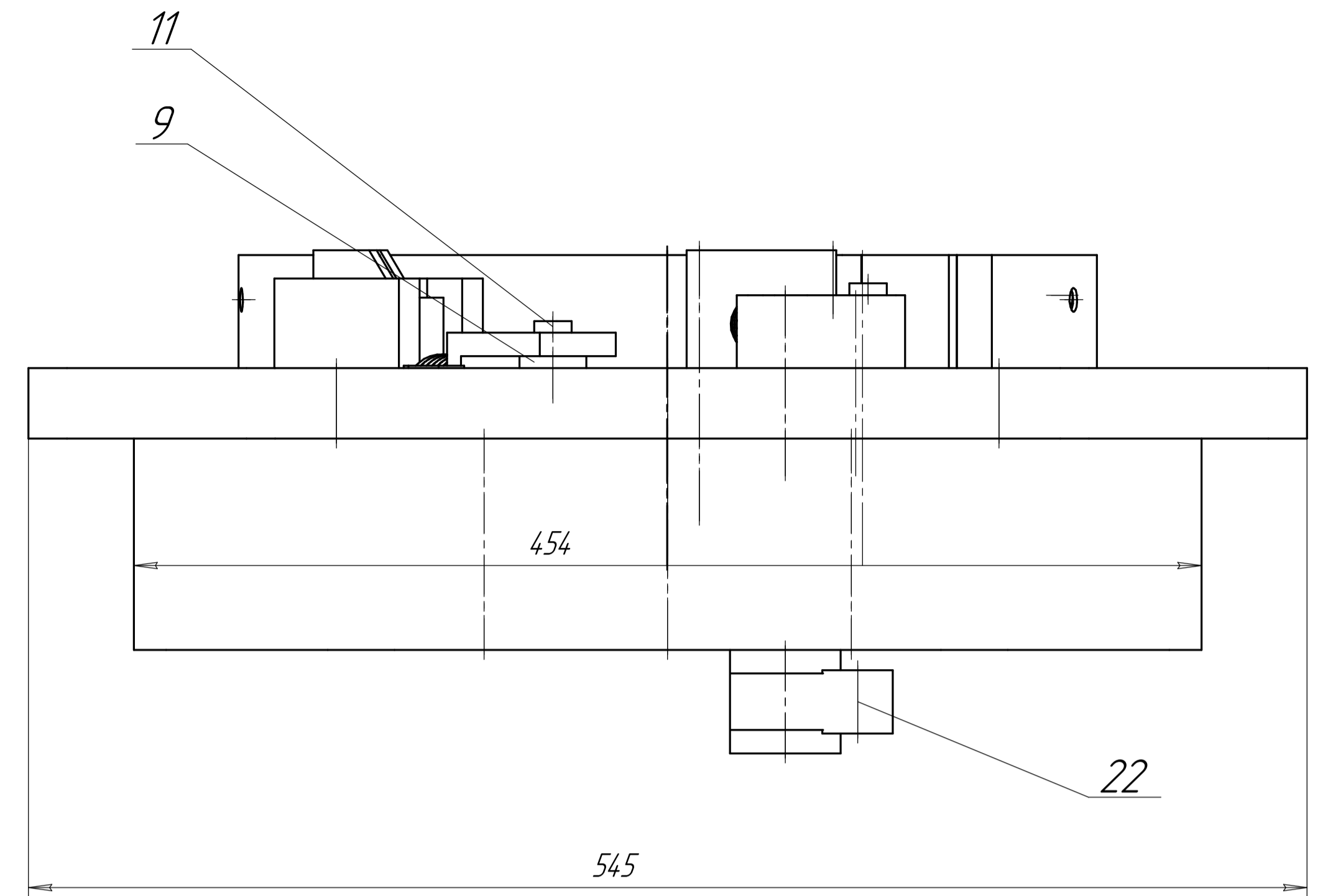
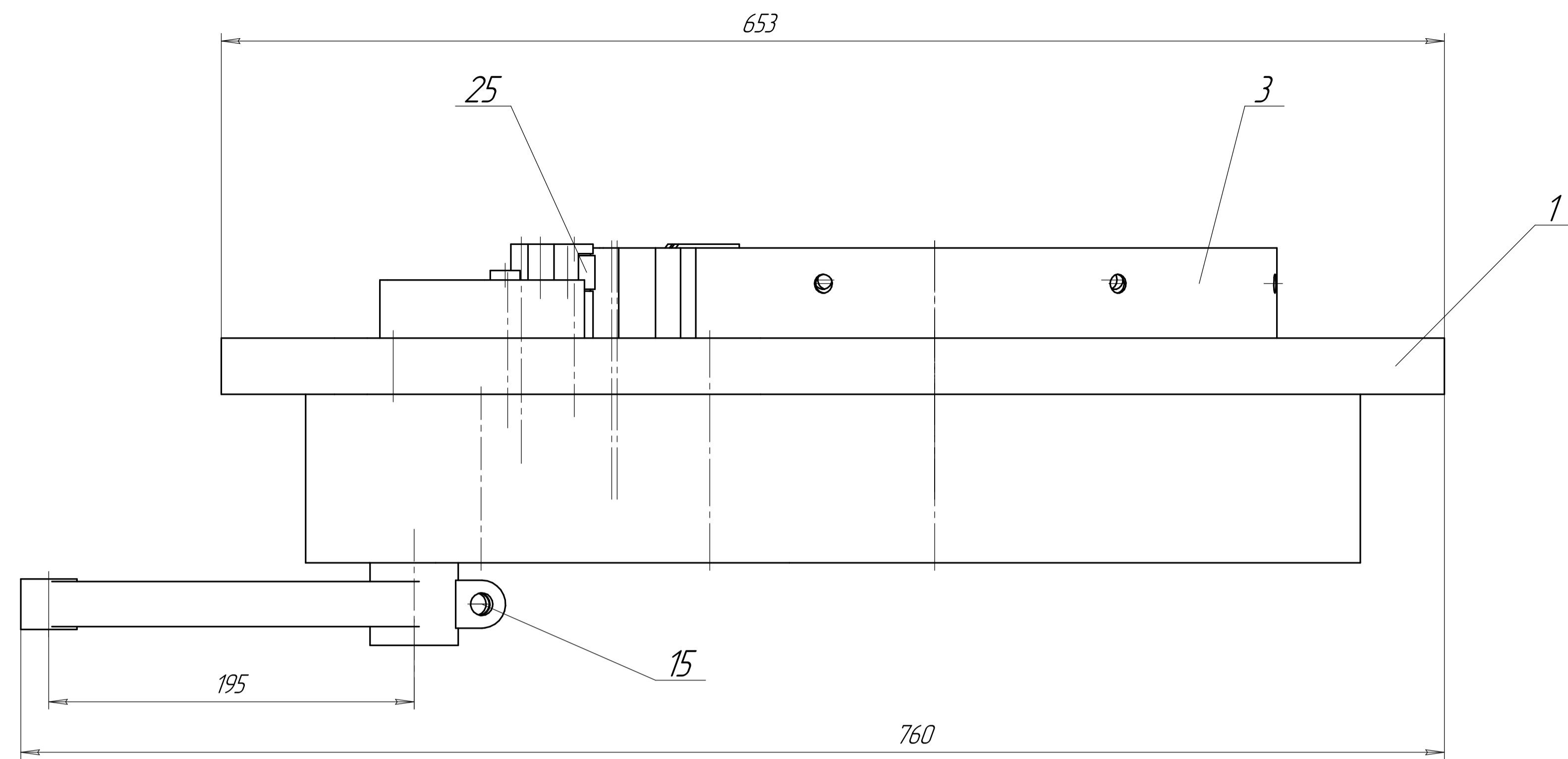
1. Апарат повинен відповідати "Правилам встановлення і безпечної експлуатації апаратів, що працюють під тиском".
2. Робота тарцевого ущільнення без ущільнювочної рідини не допускається, ущільнювоча рідина повинна подаватися під тиском.
3. Призначення штуцерів - див. таблицю штуцерів.
4. Дійсне розташування штуцерів, опор, люка див. на вигляді зверху.
5. Невказані вильоти штуцерів 150 мм.
6. Зварні шви контролювати рентгенпросвічуванням або УЗД.
7. Фланцеве з'єднання люка опломбувати.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепелюк О.О.	Розробник документа Золотаревич С.В.	Документ затверджено Габда О.М.	M 1:10
Власник документа НУХТ 30Ф-2-2М		Вид документа Складальний креслений	Статус документа	
		Назва, додаткова назва Центрифуґа	2004.98.МР.01.00.000 СБ	
		Інв. змін	Дата видання	Мова
				Аркуші 1

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть.	Примітка	
				<i>Документація</i>			
A1			22214.9.MP.06.00.000 СБ	Складальне креслення			
				<i>Складальні одиниці</i>			
		1	22214.9.MP.06.01.000	Корпус	1		
		3	22214.9.MP.06.02.000	Кришка	1		
		4	22214.9.MP.06.03.000	Барабан	1		
		5	22214.9.MP.06.04.000	Гідроциліндр	2		
		6	22214.9.MP.06.05.000	Станина	1		
		7	22214.9.MP.06.06.000	Амортизуюча колона	3		
		8	22214.9.MP.06.07.000	Оглядове вікно	1		
		9	22214.9.MP.06.08.000	Ліхтар	1		
		10	22214.9.MP.06.09.000	Гальма	1		
				<i>Деталі</i>			
		11	22214.9.MP.06.00.001	Фланець	1		
		12	22214.9.MP.06.00.002	Фланець	1		
		13	22214.9.MP.06.00.003	Болт фундаментний	3		
		14	22214.9.MP.06.00.004	Важіль гальмівний	1		
		16	22214.9.MP.06.00.001	Плита ковзання	1		
				<i>Покупні вироби</i>			
		2		Електродвигун	1		
		15		Вимикач блокування кришки	1		
Відповідальна організація НУХТ		Технічне узгодження Чепелюк О.О		Розробник документа Золотаревич С.	Документ затверджено Гавва О.М.		Масштаб 1:1
Власник документа НУХТ				Вид документа Специфікація		Статус документа	
				Назва, додаткова назва Центрифуга		2004.98.MP.01.00.000 СБ	
				Інд. змін	Дата видання	Мова	Аркуш
						ua	1



Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепелюк О.О.	Розробник документа Золотаревич С.В.	Документ затверджено Гавва О.М.	М 2-1
НУХТ ОФ-2-5М		Вид документа Складальний креслення		Статус документа
		Назва, додаткова назва Габарити		2004.98.МР.0100.000 СБ
		Інд.змін	Дата видання	Мова
				1



Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Чепелак О.О.</i>	Розробник документа <i>Золотаревич С.В.</i>	Документ затверджено <i>Габда О.М.</i>	<i>М 1-10</i>
Власник документа <i>НУХТ 30Ф-2-2М</i>		Статус документа <i>Складальний креслення</i>		
Назва, додаткова назва <i>Механізм гальмування центрифуги</i>		<i>2004.98.МР.01.10.000 СБ</i>		
Інв. змін.	Дата видання	Мова	Аркуші	<i>1</i>

