



# НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І. С. Гулого

Кафедра машини і апарати харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь магістр

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування  
(код і назва)

Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових виробництв

(назва)

## ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач

кафедри МАХФВ

Гавва О. М.

“ ” 2023 року

## ЗАВДАННЯ

### НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Михлик Максим Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження процесу сепарації пивного сусла з метою визначення раціональних та економічно доцільних параметрів роботи відцентрового сепаратора продуктивністю 35 м<sup>3</sup>.

керівник роботи Удодов Сергій Олександрович, к.т.н, доцент,  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “07” листопада 2022 р.  
№794 - кс

2. Строк подання здобувачем роботи \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт обладнання; креслення обладнання; навчальна, нормативна та спеціальна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) \_\_\_\_\_

анотація, зміст, вступ, аналітичний огляд стану питання, дослідна частина та узагальнення результатів, устрій та принцип роботи сепаратора, розрахункова частина, підбір конструкційних матеріалів, вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту сепаратора, цивільний захист, охорона праці, охорона довкілля, висновки, список використаної літератури, додатки.

5. Перелік графічного матеріалу \_\_\_\_\_

Загальний вигляд машини з технічною характеристикою (1 аркуш); креслення збіркових одиниць з необхідною кількістю проєкцій, розрізів, перетинів та креслення вузлів деталей, конструкція яких розроблена здобувачем (2 – 3 аркуші); специфікації.

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Техн. маш.</i>	<i>Бойко Ю. І.</i>		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Зміст	08.11.2022	
2	Вступ	11.11.2022	
3	Аналітичний огляд стану питання	15.11.2022	
4	Дослідна частина та узагальнення результатів	21.11.2022	
5	Устрій та принцип роботи сепаратора	22.11.2022	
6	Розрахункова частина	09.01.2023	
7	Підбір конструкційних матеріалів	11.01.2023	
8	Вимоги до монтажу	15.01.2023	
9	Експлуатації та ремонту сепаратора	17.01.2023	
10	Цивільний захист	18.01.2023	
11	Охорона праці	20.01.2023	
12	Охорона довкілля	21.01.2023	
13	Висновки	23.01.2023	
14	Список використаної літератури	25.01.2023	
15	Графічна частина	26.01.2023	
16	Подача ДП на кафедрі	01.02.2023	

Здобувач

\_\_\_\_\_

(підпис)

Михлик М.С.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

(підпис)

Удодов С.О.

\_\_\_\_\_

(прізвище та ініціали)

## Анотація

В даній магістерській роботі на основі проведеного аналізу літературних джерел стосовно теорії освітлення пивного сусла прийшли до висновку, що відсутня раціональна швидкість обертання барабана сепаратора. Таким чином, постає потреба в необхідності дослідження даного питання.

Дослідження полягає в визначенні швидкості руху рідини в декількох точках барабана в залежності від швидкості обертання барабану сепаратора, що дасть можливість зробити висновки, на основі яких буде визначено раціональні параметри роботи обладнання. Для моделювання процесу я застосовую програмний комплекс FlowVision, в основу якого покладено чисельні методи. FlowVision відтворює геометрію області розрахунку без будь яких спрощень, що усуває необхідність її математичного описання. За допомогою програми КОМПАС-3D V14 було створено трьохвимірне зображення барабана сепаратора і на його основі побудовано модель для розрахунку в програмному комплексі FlowVision, яка являє собою внутрішній простір барабана. Використання названих програмних продуктів дає можливість забезпечити при моделюванні геометричну подібність, часову подібність, подібність фізичних величин, а також подібність початкових і граничних умов.

Моделювання процесу будемо проводити, змінюючи кількість обертів барабана від 5000 до 9000 об/хв.

На основі результатів чисельного дослідження можна знайти раціональну частоту обертання сепаратора.

**Ключові слова:** сепарація, сусло, моделювання, вакуумування, FlowVision.

## Annotation

In this master's work based on the analysis of the literature concerning the theory of light beer wort concluded that there is no rational speed of rotation of the drum separator. Thus, there is a need in the need to study the issue.

The study is determining the fluid velocity at several points of the drum depending on the speed of rotation of the drum separator, which will allow to draw conclusions on which will be determined by rational parameters of the equipment. To simulate the process I use software package FlowVision, which is based on numerical methods. FlowVision reproducing the geometry area calculation without any simplifications, eliminating the need for its mathematical description. With KOMPAS-3D V14 was created three-dimensional image drum separator and based on the model of calculation to program complex FlowVision, which is the inner space of the drum. Using these software makes it possible to provide in modeling geometric similarity, temporal similarity, similarity of physical quantities and similarities initial and boundary conditions.

Modelling will hold, changing the number of revolutions of the drum from 5000 to 9000 rev / min.

Based on the results of numerical studies found a rational rotation frequency separator.

**Key words:** separation, wort, modeling, vacuuming, FlowVision.

## Зміст

Вступ.....	7
1. Аналітичний огляд стану питання.....	10
2. Дослідна частина та узагальнення результатів .....	33
2.1 Методика математичного моделювання гідродинаміки сусла	38
2.2 Отримання і обробка результатів дослідження.....	43
3. Устрій та принцип роботи сепаратора.....	54
4. Розрахункова частина .....	58
5. Підбір конструкційних матеріалів.....	69
6. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту сепаратора.....	73
7. Цивільний захист.....	86
7.1 Вимоги щодо організації радіаційного контролю.....	87
7.2 Здійснення радіаційного контролю.....	90
8. Охорона праці.....	95
9. Охорона довкілля .....	102
Список використаної літератури.....	106

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> Чудовів С.О.	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> Михлик М.С.	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Зміст</b>	<b>21214.2.KP.00.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> 1/107

## Вступ

Пиво є третім за популярністю напоєм (після води та чаю) і найпопулярнішим алкогольним напоєм у світі. Це напівалкогольний напій, який отримують шляхом багаторазового бродіння риб'ячого жиру за допомогою пивних вижимок, зазвичай з додаванням хмелю.

Український ринок пива є одним із найдинамічніших. Він наближається до завершення, і є ознаки гострої конкуренції. Позиції компаній на ринку зміцнюються за рахунок подвоєння частки конкурентів. Загалом спостерігається така тенденція, що щорічно багато малих підприємств змушені залишати галузь або просто реорганізовуватися.

Початок виробництва на невеликих фабриках відображається не тільки в законах, а й у державній політиці.

малі компанії, але також і великі компанії.

Найпопулярнішими на ринку брендами ЗАТ «Оболонь» є Nike, Pils, «Zibeta Collection», «Оболонь», «Декант».

Три пивзаводи в Чернігові, Харкові та Миколаєві входять до складу РАТ CAN «ІнБев Україна», підрозділу Anheuser-Busch InBev.

Іноземна компанія ВВН володіє 99,6% акцій ВАТ «Львівська пивоварня» і 91,7% акцій ВАТ «Славутич», до складу якого входять Запорізький безалкогольний пивзавод і новий Київський пивоварний завод, відкритий у 2004 році. Компанії належать бренди Tuborg Green, «Славутич», «Львівське» та «Арсенал». З 2008 по 2009 рік власником концепту Carlsberg стала шведська компанія «Vi Vi Eich».

Зараз Carpat Beer Group налічує 5 заводів. Фірма «Полтавпиво» (90,5%) і ЗАТ «Київський пивзавод №1» (77,26%).

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вступ</b>		<b>21214.2.KP.00.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

Серед інших студентів бренду варто відзначити «Пивоварню без пива «Підмисл», «Ефес Україна», Ведичівську пивоварню, Пивоварню «Ізум», Щмельницьку пивоварню, «Пивоварню «Поділ» (Київ). Кожна з цих компаній зараз виробляє приблизно 400 000 декалітрів пива на рік.

За 7 місяців 2010 року виробництво пива в Україні знизилося на 1,6% в порівнянні з аналогічним періодом 2009 року і склало 188,1 млн дал пива.

Але в другій половині 2010 року ринок почав рости через надзвичайно спекотне літо.

Січень цього року продемонстрував падіння виробництва на 0,1%, тому зростання можливе максимум 1%

Разом з тим, знизився об'єм експорту пива, склавши за перше півріччя 2010 року 15,3 млн дал . Водночас, зріс імпорт пива: приріст склав 27%, що, є наслідком зниження ввізного мита на спирт.

Обсяг ринку імпортного пива точно визначити не можливо. Це обумовлено досить значними обсягами контрабандного ввозу. За даними фальшивомонетників, відсоток імпорту на дні України становить близько 2-3%. Імпортне пиво переважно зустрічається у ціновому діапазоні вище середнього та на елітних картах здебільшого.

Останнім часом в економічному контексті в українській пивній індустрії з'явився і набирає обертів ще один тренд – відкриття малих пивоварень.

Виробництво малих пивних лаймів відбувається на абсолютно новому технологічному рівні у вигляді міні вапняних заводів з передовою технологією та автоматизованим технічним обладнанням.

Крім того, міні-пивоварні можуть автономно функціонувати при великих промислових підприємствах нехарчового напрямку, готелях, ресторанах, магазинах, пансіонатах, аеропортах, вокзалах, у місцях масового відпочинку людей та ін.

Продукція мініпивоварні зазвичай відрізняється підвищеною якістю. Почнемо з того, що це елітні екземпляри оригінального профілактичного пива з чудовими органолептичними властивостями і, що дуже важливо, без

стабілізуючих добавок, контрацептивів тощо. є конкурентоспроможним щодо масової продукції великих пивоварних підприємств, не враховуючи вищі питомі витрати на одиницю виробленої продукції.

## 1. Аналітичний огляд стану питання

В технології пивоваріння процес освітлення сусла займає одне з найважливіших місць, оскільки від нього залежить якість готового пива, а саме: смак та прозорість.

Освітлення сусла являє собою процес осадження з послідуочим видаленням білкового осаду.

З гарячого охмеленого сусла видаляються зваження за допомогою:

- холодильної тарілки;
- відстійного чана;
- сепараторів;
- гідроциклонних апаратів.

### 1.1 Холодильна тарілка

Охолоджуюча плита є класичним пристроєм для видалення суспензії гарячого сусла (білкового борошна). Це плоска відкрита посудина, в яку наливається сусло шаром висотою 15-25 см. Коли сусло знаходиться на охолоджувальній тарілці протягом 0,5-2 годин, вага осідає, і сусло в тарілці Чим рідший рівень, кращий. Раніше тушонку залишали на тарілці на всю ніч. Білковий осад з охолоджувальної тарілки все ще містить велику кількість сусла, до того ж ця частина сусла в основному інфікована, тому білковий осад після охолоджувальної тарілки потребує додаткової обробки. фільтр-прес або сепаратор для центрифугування). Цей тип обладнання в даний час використовується рідко, оскільки сторонні речовини здебільшого потрапляють у сусло на охолоджувальній плиті, а робота на охолоджувальній плиті вимагає великих зусиль.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Чудаков С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Аналітичний</b> <b>огляд стану питання</b>	<b>212142.KP.01.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

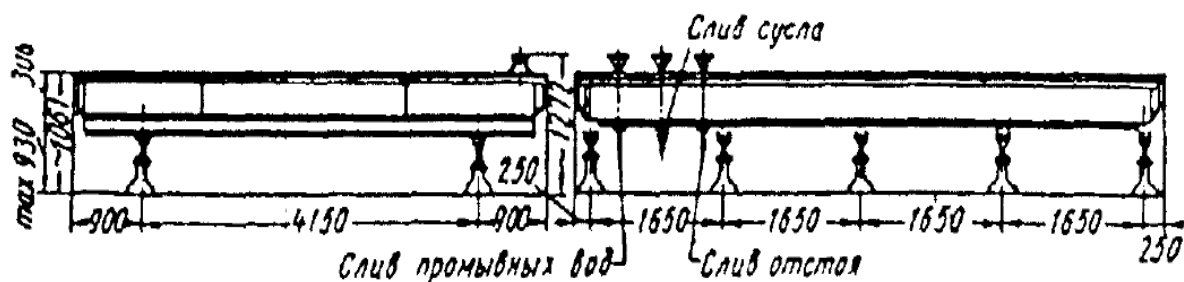


Рис. 1.1 Холодильна тарілка

## 1.2 Відстійний апарат

У минулому замість охолоджувальних пластин часто використовувалося більш економічне обладнання для осадження, для розміщення якого потрібна дуже велика площа. Це плоскодонна посудина з системою охолодження у вигляді змійовика або зовнішньої сорочки.

На відміну від тарілок, відстійник має кришку, що знижує ризик забруднення.

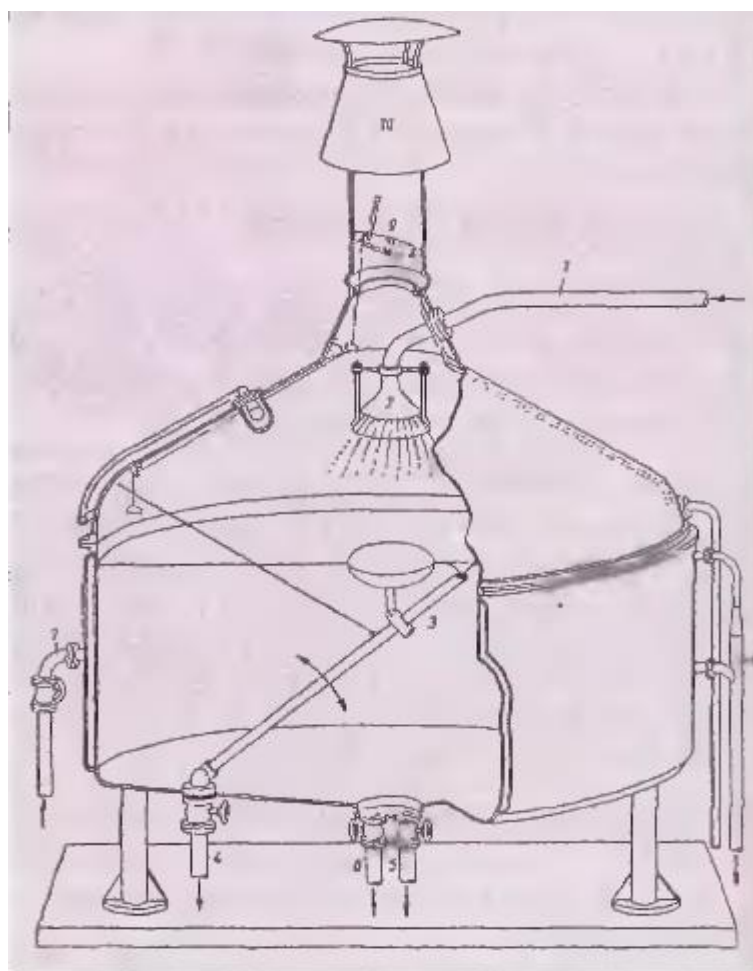


Рис. 1.2 Відстійний апарат : 1 – трубопровід для подачі охмеленого гарячого сусла; 2 – розподільчий конус; 3 – сусло приймач; 4 – відвід сусла; 5

– відвід білкового відстою; 6 – відвід води після промивки; 7 – впуск холодної води; 8 – вихід теплої води; 9 – дросельна заслінка; 10 – витяжна труба .

Сусло закачують у відстійник до висоти шару 1-2 м. Вироблена вода подається через охолоджувальні труби або охолоджувальні сорочки. У той же час сусло трохи охолоджується, а холодна вода стає гарячою і може використовуватися в подальшому як гаряча вода для миття бочок тощо.

Через дуже велику висоту шару сусла частинки у відстійнику важко осідають. Оскільки верхній шар сусла містить менше частинок суспензії гарячого сусла, ніж нижній шар, освітлене сусло видаляється з відстійника через плаваючий приймач сусла, який приймає сусло з верхнього шару. Окрім холодильних відстійників, можна також використовувати холодильні відстійники, але в цьому випадку відстійник в основному виконує роль буферної ємності. Охолоджені та неохолоджені септики вже застаріли і більше не виготовляються.

### **1.2.1 Система з безпосереднім вакуумуванням відстійного апарату.**

У цьому випадку після переливання сусла чан слід закрити і створити вакуум за допомогою вакуумного насоса, ежектора або барометричного конденсатора. Утворену вторинну пару можна вивести в атмосферу або використати для виробництва за допомогою вакуумного насоса.

Установка парового ежектора дає суміш первинної і вторинної пари, а використання барометричного конденсатора дає гарячу воду.

Недоліками таких систем є відносна складність герметизації відстійника і необхідність перевірки його міцності при надлишковому зовнішньому тиску, неможливість уварювання сусла на всю глибину, порушення седиментаційного режиму утворення білка..

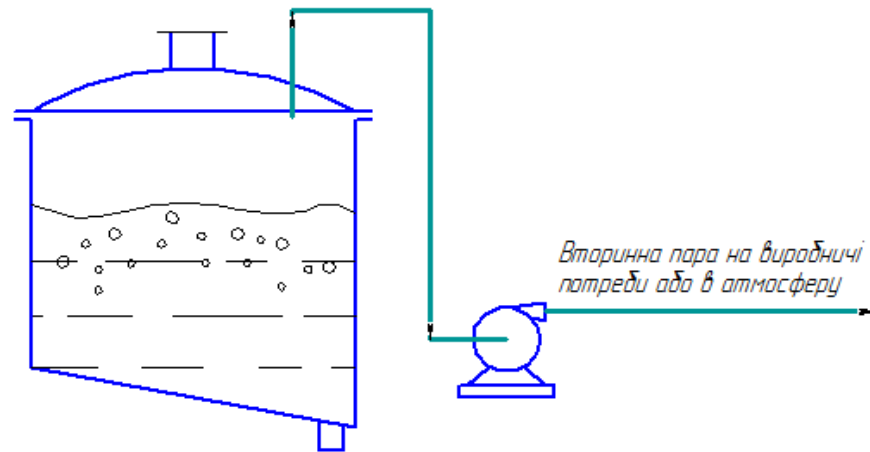


Рис. 1.2.1 Схема з безпосереднім вакуумуванням відстійного апарату.

### 1.2.2 Система з циркуляційним контуром і зовнішнім вакуумним пристроєм

У цій системі вакуум-охолоджувач утворює циркуляційний контур зі змієвиком, встановленим у відстійному апараті.

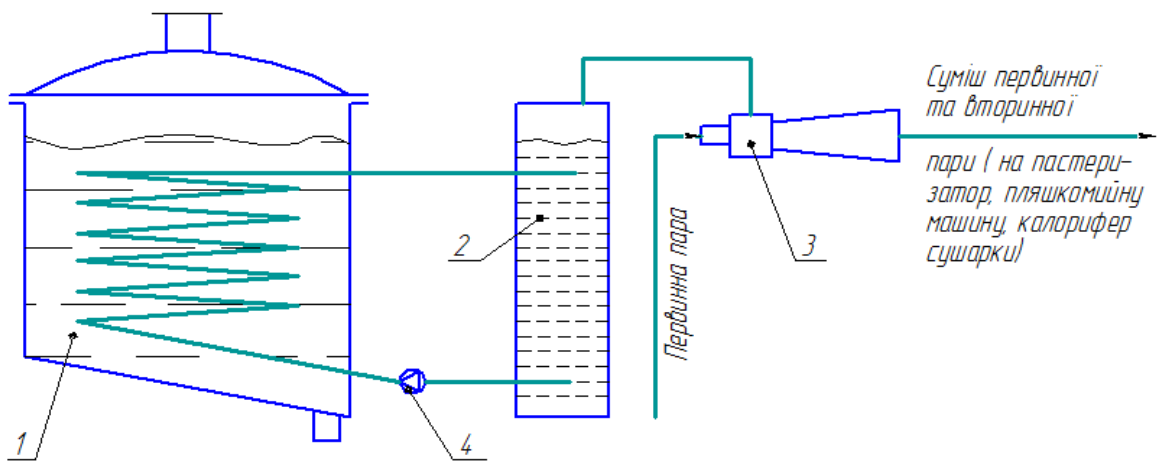


Рис. 1.2.2 Схема з циркуляційним контуром і зовнішнім вакуумним

пристроєм: 1 – відстійний апарат; 2 – вакуум-охолоджувач; 3 – ежектор; 4 – насос.

В результаті технічний процес седиментаційної установки точно такий же, як і в діючому обладнанні, а наявність портативного вакуумного

охолоджувача дозволяє мінімізувати її розміри і забезпечити довговічність. Вибравши параметри первинної пари, ви можете отримати необхідну глибину розрідження та використовувати тепло вторинної пари..

### 1.2.3 Система охолодження на основі теплової труби.

У цій схемі змійовиковий випарник 2 і система трубчастого конденсатора 3 утворюють замкнутий контур, заповнений водою до рівня Н. Система вище рівня Н відкачується до рівня, який забезпечує кипіння води в змійовику по всій його висоті. Утворена водяна пара надходить у повітряний конденсатор, де утворюється шляхом теплообміну з потоком.

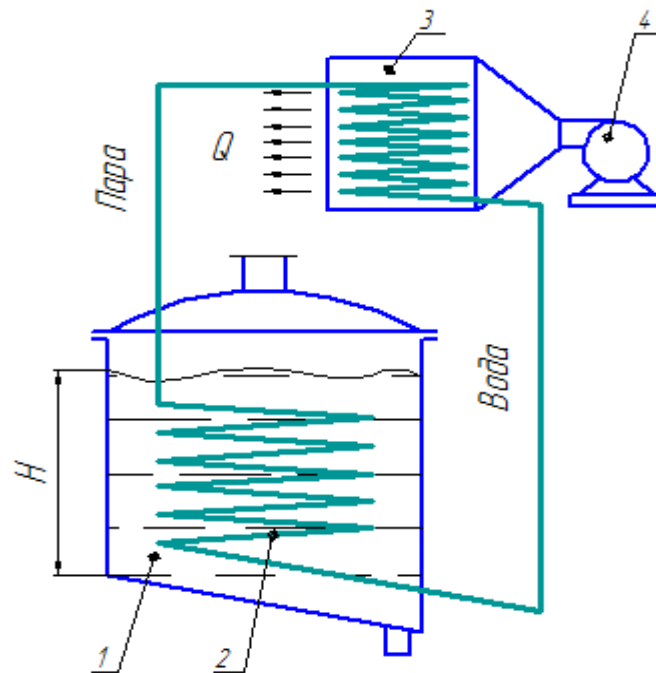


Рис. 1.2.3 Схема охолодження тепловою трубою: 1 – відстійний апарат; 2 – змійовиковий випарник; 3 – повітряний конденсатор; 4 – вентилятор.

Повітря з вентилятора конденсується і повертається до змійовика випарника під дією сили тяжіння.

Очевидно, що в такій системі інтенсивність кипіння води у верхній частині змійовика більша, ніж у нижній, тому значення  $H$  має бути обмеженим.

При цій температурі кипіння та конденсації навколишнього середовища система має форму

$$t_k = t_{\text{кон}} < t_v$$

де  $t_v$  – температура повітря, що подається в конденсатор.

В осінньо-зимовий період, коли температура повітря менше  $6\text{ }^\circ\text{C}$ , система забезпечує повне охолодження суслу, а в весняно-літній період ступінь охолодження суслу практично визначається температурою на відкритому повітрі або в кондиціонованому повітрі.

Крім можливості контролювати технологічний процес, система дозволяє утилізувати тепло охолодженого суслу. Потік відпрацьованого повітря може бути спрямований на обігрів виробничих приміщень, у солодосушарку, на пророщування солоду тощо. Ще одним важливим економічним аспектом є те, що для технологічного процесу повністю виключається витрата води. Крім того, така система не шкодить інтересам технології та відділення білкових опадів.

Важливою перевагою такої конструкції є збереження позитивних властивостей теплопроводу. Наявність фазових переходів у випарнику і конденсаторі призводить до високих значень коефіцієнтів тепловіддачі. Особливо це стосується конденсатора, де висока пропускну здатність газу гарантує відповідні параметри коефіцієнта теплопередачі від поверхні охолодження до повітря.

### 1.2.4 Система водоповітряного охолодження.

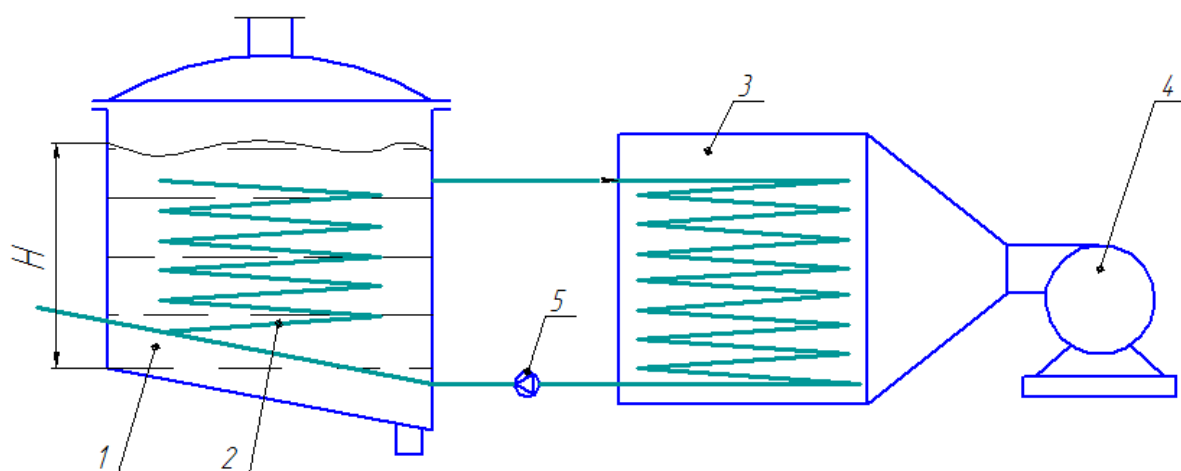


Рис. 1.2.4 Схема система водоповітряного охолодження: 1 – відстійний апарат; 2 – змійовик системи охолодження; 3 – повітряний охолоджувач; 4 – вентилятор; 5 – насос.

У цьому випадку змійовик відстійного чана з'єднується з трубчастою системою повітряного охолоджувача, повітряний потік в якому утворюється вентилятором, а циркуляція охолоджуваної води досягається за рахунок насоса. За показниками коефіцієнтів теплопередавання ця схема поступається попередній.

### 1.3 Сепаратори

Ми бачили, що частинки трохи важчі за сусло і тому осідають природним шляхом, якщо цьому процесу приділити достатньо часу. Тривалий час відстоювання, пов'язаний із потребою у великій кількості контейнерів, таких як відстійники, і зростаючий ризик зараження при зниженні температури призводять до пошуку іншого рішення.

Таким чином, природним рішенням є ідея багаторазової заміни великого відцентрового прискорення на прискорення сили тяжіння, тим самим значно прискорюючи розділення тягарців.

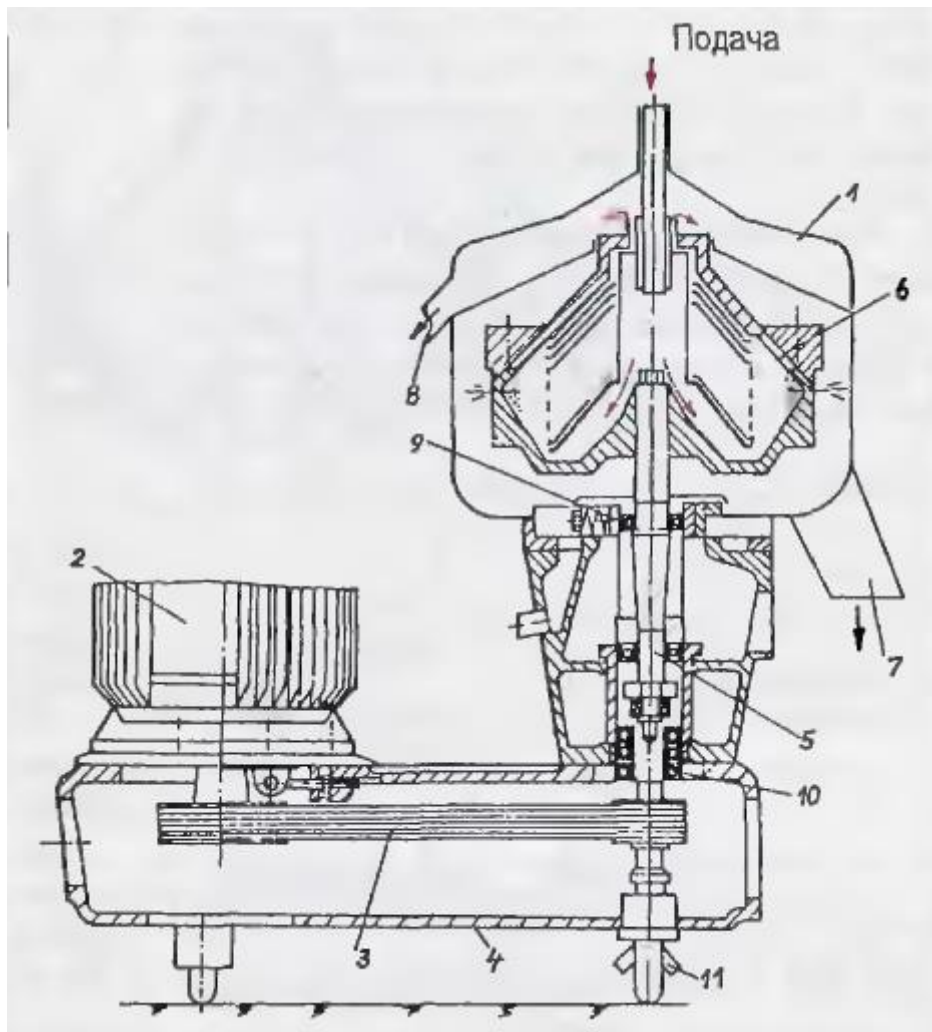


Рис. 1.3. Сепаратор (схематично) 1 — кожух барабана, 2 — приводний електродвигун, 3 — клинопасова передача, 4 — основна плита, 5 — вал барабана сепаратора, 6 — тарілчастий барабан, 7 — вивантаження твердого матеріалу, 8 — випуск фугата (сусла), 9 — проміжний підшипник, 10 — опорний підшипник, 11 — демпфер коливань.

Сепаратори складаються з нерухомої основної плити (4), яка з'єднує потужний електроприводний двигун (2) і сам сепаратор з клинопасовою передачею.

Барабан приводиться в рух валом (5), який ще називають шпинделем. Основним елементом є дисковий барабан (6) з дисками.

Обертові частини сепаратора (вал і тарілчастий барабан) динамічно збалансовані і повинні завжди збиратися в строго встановленому порядку. Тим не менш, дисбаланс все ж виникає, особливо під час запуску барабана (через виробничі допуски, люфт підшипників, вхідні незбалансовані вібрації сусла, вплив приводу), навантаження на вал барабана та спричинення вібрацій (биття). Ви повинні рухатися швидко при рушанні з місця і при гальмуванні. Це явище також зменшується завдяки використанню пружних проміжних підшипників (9) на валу барабана.

Плавне обертання сепаратора є основною вимогою для його правильної роботи, оскільки дисбаланс може створювати такі сили, що призводять до поломки вала. Пошкодження можуть бути непередбачувано великими, оскільки барабан, що обертається, має дуже велику кінетичну енергію.

За допомогою сепаратора можна швидко і легко відокремити гаряче сусло від частинок, а втрати в рідкій фазі відносно невеликі, в середньому менше 0,3%. До недоліків можна віднести високі інвестиційні та експлуатаційні витрати, особливо високе енергоспоживання, компоненти барабанного приводу 0,65-0,8 кВт • год/м<sup>3</sup>; також слід враховувати структурну складність машини.

Загалом, гідромасажній ванні на даний момент віддається перевага перед сепаратором. Але сепаратор все ще знаходить своє місце для видалення суспензій холодного сусла та освітлення пива перед фільтрацією..

Сепаратор типу HDA 75 06 016 (рис. 2.2) складається зі станини, приводного механізму та пристрою введення-виведення. Дріжджова суспензія вводиться в обертовий барабан через нерухому центральну трубку пристрою вводу-виводу і проходить через внутрішню частину пластини до країв пакета пластин. Під дією відцентрових сил, що виникають при обертанні барабана, основна частина дріжджових клітин осідає. Потім суспензія досягає стопки пластин, на внутрішній стороні яких дріжджі, що залишилися, осідають і ковзають назовні барабана. Освітлена рідина проштовхується до центру і через

зовнішні канали пластинотримача подається в горловину барабана, а звідти викидається в дозатор..



Рис. 2.2 – 2 сепаратора типу HDA 75 06 016, потужність двигуна – 45 кВт (АТЗТ "Одеський дріжджовий завод")

Під дією гідростатичного тиску дріжджі через мундштук перетікають з барабана в кільцевий приймач і видаляються із сепаратора у вигляді згущеної суспензії. Дріжджовий концентрат надходить у чан, де промивається холодною водою для видалення залишків сусла, після чого дріжджі знову надходять у сепаратор. Промивання і сепарування повторюють ще двічі. Сепаратор приводиться в рух від фланцевого двигуна через гідромуфту і черв'ячну передачу.

Сепаратори “Де Лаваль” і “Альфа Лаваль” виробництва Швеції успішно використовуються на ряді дріжджових заводів країни.

Сепаратори фірми «Де-Лаваль» (Рис.2.3) мають конструкцію приводу, аналогічну вітчизняним сепараторам.

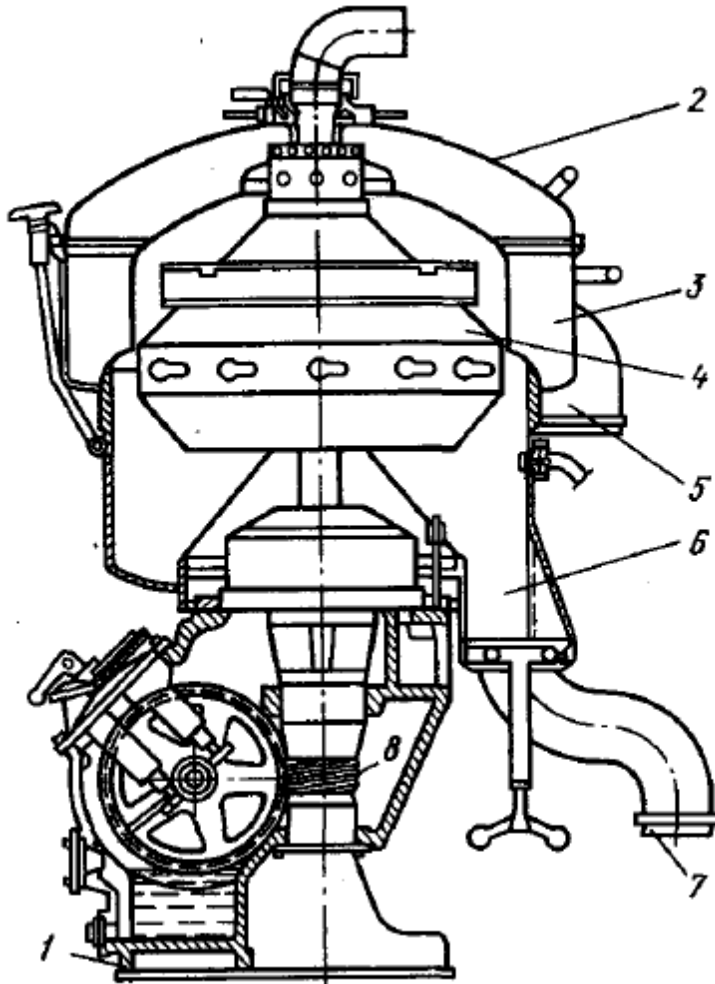


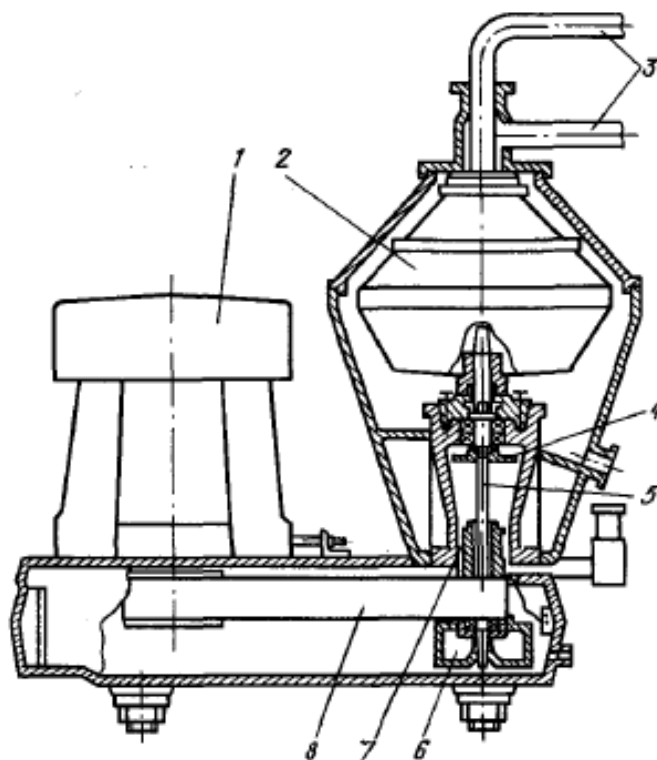
Рисунок 2.3- Сепаратор марки FEUX фірми «Де-Лаваль».

1-станина; 2-верхня кришка; 3-верхній збірник; 4-барабан; 5-патрубок для бражки; 6-дріжджевий збірник; 7-патрубок для дріжджового молока; 8-червячна передача.

Сепаратори “Альфа-Лаваль” (рис. 2.4) мають конструкцію приводу, подібну до побутових сепараторів. Вертикальний вал із закріпленим на ньому барабаном обертається безпосередньо електродвигуном за допомогою плоского пасового приводу..

Відсутність редуктора набагато полегшує конструкцію приводу сепаратора, зменшує кількість підшипників кочення, що в поєднанні з малою швидкістю обертання вертикального вала забезпечує надійність при експлуатації. Обертання горизонтального вала передається через шестерню на вертикальний вал, на якому встановлений барабан.

Рис. 2.4- Сепаратори фірми «Альфа-Лаваль».



1-електродвигун; 2-барабан; 3-патрубки; 4-розпилювач; 5-вертикальний вал; 6-картер; 7-сопло; 8-пасова передача

## 1.4 Освітлення сусли із застосуванням гідроциклонних апаратів

### 1.4.1 Флотаційний метод освітлення сусли

У процесі флотації сусли насичується повітрям, так що кожна дріжджова клітина забезпечується повітряним міхуром. У той же час дрібні частинки охолодженого сусли, які не розчинилися, адсорбуються вільними бульбашками повітря і виносяться на поверхню сусли.

У процесі флотації (рис. 1.4.1) гаряче сусло спочатку надходить в гідроциклонний апарат 1 для видалення гарячих суспензій, потім насос 2 направляє його в пластинчастий теплообмінник 3 для охолодження, а потім в апарат аерації типу Вентурі. 5, де при тиску 0,2 МПа, що створюється насосом 4, відбувається інтенсивне змішування сусла і стерильного повітря. Одночасно в сусло подається стерильне повітря в кількості 50...100 л/гл. Після аератора 5 сусло надходить у флотаційну ємність 6, де повітря піднімається на поверхню разом з частинками охолодженого сусла за рахунок розгерметизації в ємності..

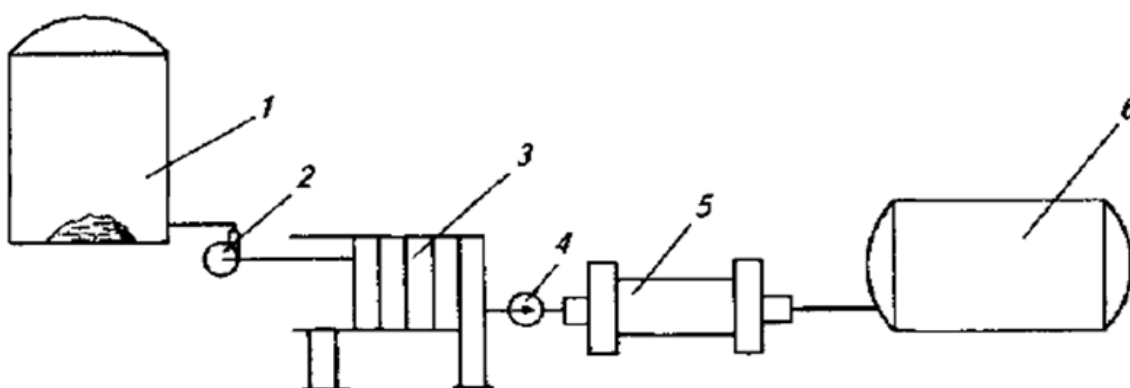


Рис. 1.4.1 Флотаційний метод освітлення сусла : 1 – гідроциклонний апарат; 2 – насос; 3 – теплообмінник; 4 – насос; 5 – аераційний пристрій; 6 – флотаційна ємність.

Дріжджі можна дозувати в сусло, потім суміш інтенсивно аерують і потім подають у флотаційний бак. Під час процесу флотації також прийнято додавати пивні дріжджі. Через 4...16 год. У флотаційній ємності формується компактний чан, після чого сусло перекачується в ферментери, а чан осідає на стінках ємності, а потім омивається водою. У той же час приблизно від 50 до 70% частинок в охолодженому суслі вивільняється. При виборі флотаційних резервуарів слід звернути увагу на те, щоб при заповненні пінним суслим залишався вільний об'єм 30%. Метод флотації не тільки відокремлює охолоджену суспензію, але і дозволяє інтенсивно забезпечувати дріжджові клітини киснем, що сприяє регенерації дріжджових клітин і прискоренню основного бродіння.

Метод флотації слід застосовувати лише після того, як виробничі умови дали готовий продукт покращеної якості.

#### **1.4.2 Гідроциклонний апарат для очищення води від важких домішок, що містить циклонну камеру із засобами для підведення та відведення води.**

За даними [14] відомі конічні гідроциклони, які мають конічну та циліндричну складові, вихідні, вхідні та мулові патрубки. Обертання рідини в таких циклонах відбувається за рахунок входу рідини через тангенціальний патрубок, розташований на верхній частині циліндричної частини. Конічна частина циклону закінчується шламовою насадкою, через яку видаляється осад, що відокремився від суспензії, освітлена рідина відводиться через зливний патрубок, розташований уздовж осі циклону на його верхній кришці.

Недоліком таких пристроїв є те, що вони не забезпечують повного використання енергії відцентрового поля через недосконалий гідравлічний режим, який формують впускний пристрій і геометрія корпусу гідроциклона.

Винахід найбільш близький до гідроциклона для очищення стічних вод від завислих речовин. Має циліндроконічний корпус, внутрішній циліндр з конічною основою, маслоутримуючий екран і засоби для подачі і зливу рідини. Очищення води в ньому досягається дією відцентрової сили, яка відхиляє важкі зважені частки до краю корпусу, а більш забруднена частина води піднімається до розділового краю, потрапляє в нижню конічну частину корпусу і туди потрапляє. потім видаляють з гідроциклона.

Недоліком прототипу є низька ефективність виділення завислих часток, внаслідок того, що завислі великі частки повинні підійматися угору в напрямку протилежному дії сили ваги. Значний рівень турбулентності у вихрових струмах у внутрішньому циліндрі призводить до того, що частинки повітря потрапляють у потік води та видаляються з пристроєм. Ще одним недоліком є те, що це ускладнює конструкцію.

Метою винаходу є вдосконалення гідроциклонних пристроїв шляхом

забезпечення тангенціального потоку з необхідним завихренням і довжиною потоку для забезпечення відділення важких частинок від потоку.

Основними особливостями є горизонтально розташовані циліндричні муфельні корпуси, в які очищена рідина подається і виводиться через тангенціальні вхідні та вихідні отвори для створення постійного вихрового потоку та відцентрової сили. У нижній частині корпусу є прорізний отвір. Для забезпечення видалення домішок різної щільності з урахуванням часу дії на них відцентрової сили кількість циліндричних тіл можна прийняти 2, 4, 6 і т. д., з'єднуючи тіла тангенціальними входами і виходами рециркуляції. Потік в одному напрямку (за годинниковою стрілкою або у зворотному напрямку), щоб уникнути зворотного потоку рідини та, як наслідок, споживання енергії..

На (рис.1.4.2.1) зображений план гідроциклонного апарата.

Компонентами пристрою є труба 1, що подає двофазну рідину для промивання, перехідна труба 2 до тангенціального входу 3 в камері циклону, короткі паралельні циліндри 4, розташовані поруч один з одним, і тангенціальний вхідний вихід 5 кожен фюзеляж з'єднаний між собою та наступним циліндричним фюзеляжем. Очищена рідина видаляється через тангенціальний вихід 6 і випускний патрубок 7. Уздовж виробничого циліндра є вузький щілинний отвір 8, з'єднаний з бункером для важких дисперсних частинок 9, а тверді частинки виводяться з бункера через вихідну трубу. Бункер з клапаном 10. Кінцева кришка циклону збоку 11.

#### **Гідроциклонний пристрій працює наступним чином.**

Рідина, що очищається, надходить у циліндричну камеру 4 через тангенціальну подачу 3 першого циліндричного корпусу. Завдяки тангенціальному входу потік рідини закручений, тобто отримує обертальний рух у площині та гвинтовий рух уздовж осі симетрії циліндричного тіла. Під дією відцентрової сили важкі домішки викидаються на внутрішню поверхню корпусу, під дією сили тяжіння відводяться через щілинний отвір 8 у бункер

9. Більш важкі частинки залишають за собою потік води через тангенціальний вхід-вихід 5 між камерами циклону надходить у другу камеру циклону ру (при цьому обертальний рух рідини не змінює свого напрямку), де відбувається процес, подібний до процесу в циклонній камері. Відбувається перша циклонна камера і так далі, доки останньої камери, з якої очищена рідина через тангенціальний випуск 6 по перехідному патрубку 2 потрапить до трубопровода 7.

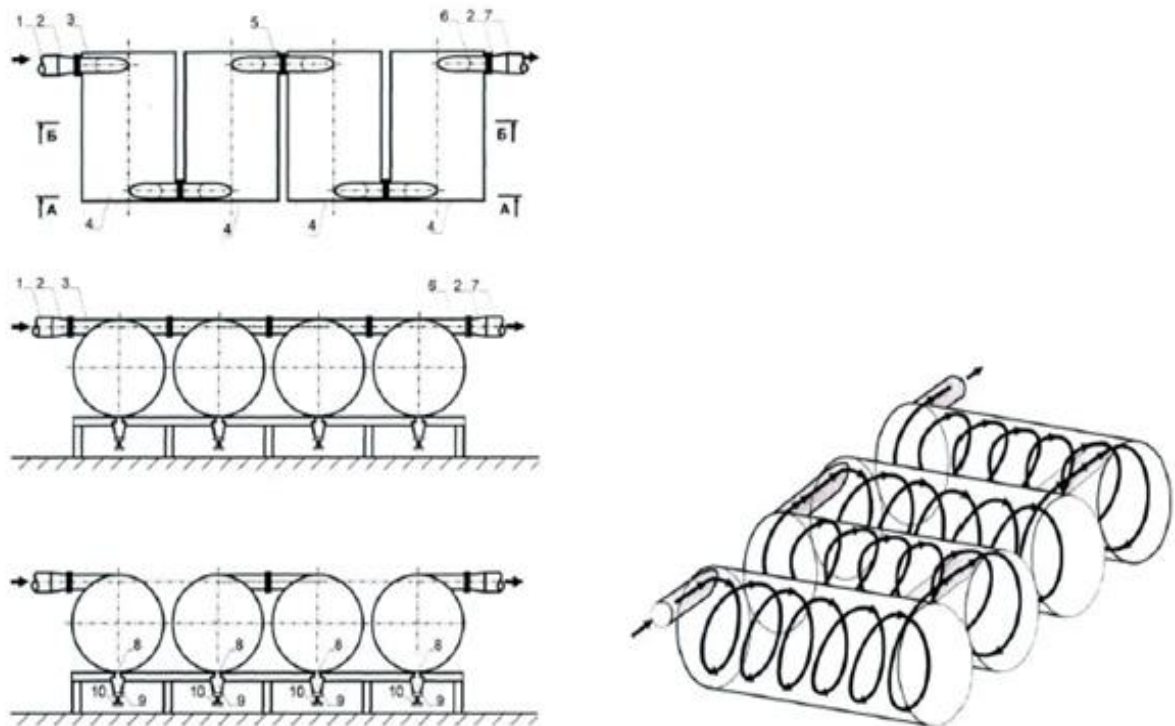


Рис.1.4.2.1 План гідроциклонного апарата

### 1.4.3 Заторно-сусловарильно-фільтраційно-гідроциклонний апарат.

Згідно з [15] було поставлено завдання удосконалити заторно-заторний фільтрувальний гідроциклонний апарат з метою покращення плавності режимів нагріву, підвищення якості пивного затору та сусла та забезпечення можливості відокремлення білкових відкладень Spise.

Поставлене завдання вирішується тим, що заторно-сусловарильно-фільтраційно-гідроциклонний пристрій складається з вертикальної циліндричної ємності, патрубків подачі і відведення сусла, технологічного люка, змішувального пристрою, мішалки, фільтрувальної корзини з розпушувачем. і в залежності від використовуваної моделі встановлюється парова сорочка і насадка для тангенціальної подачі сусла з електроприводом.

Причинно-наслідковий зв'язок між новими суттєвими характеристиками та технічним результатом полягає в наступному: встановлення парової сорочки забезпечує плавне регулювання нагрівання продукту під час приготування затору та уварювання сусла з хмелем, а насадка для тангенціальної подачі сусла дозволяє відокремлюватися білкових відкладень шляхом циркуляції сусла.

На рис. 1.4.3.1 наведено загальний вигляд фільтрувального гідроциклонного апарату сусла:

Пристрій складається з циліндричної ємності 1, конічного верхнього 2 і нижнього перекриттів 3, патрубків подачі продукту 4 і 15, ситового кошика 5, в якому розташований розпушувач 6, трубчастого вала 7, виконаного з порожнистого корпусу з рухомий вал 8 з вбудованою в нього нерухомою мішалкою 9.

Зверху пристрою встановлені механізм поворотного переміщення 10 (привід) трубчастого валу 7 і валу переміщення 8 і механізм вертикального переміщення подачі 11 для підйому і опускання валу 8, які механічно з'єднані з валом 8. Апарат встановлений на стелажах 12 і має парову сорочку 13, теплоізоляцію 14, технологічний люк 18, зливний патрубок 16 і патрубок для віджиму освітленого сусла 17.

Працює пристрій наступним чином. У фільтрувальний кошик 5 завантажують солод і подають нагріту до необхідної температури воду. При цьому вмикається привід 10, який одночасно обертає мішалку 9, закріплену на валу 8, і розташований у фільтрі розпушувач 6.

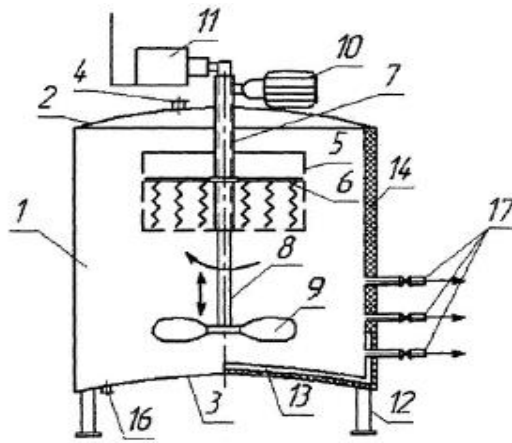
Різальний кошик 5 і кріпиться до трубчастого валу 7.

Відбувається процес затирання, під час якого екстраговані речовини з солодового матеріалу потрапляють у нагріту воду. Після закінчення процесу оцукрювання затор залишається в циліндричній ємності 1, а зерно видаляється з фільтрувального кошика 5, в який згодом подається хміль. Потім включається привід 10, що забезпечує обертання мішалки 9 в процесі уварювання сусла з хмелем..

Після закінчення процесу охмелене сусло видаляється з циліндричної ємності 1 через насадку 16, а хміль видаляється з фільтрувальної корзини 5. Відокремлення білкового осаду від охмеленого сусла здійснюється шляхом циркуляції сусла. Для цього включається механізм вертикально-поступального руху 11, який піднімає вал 8 із закріпленою на ньому мішалкою на певну висоту, звільняючи місце для осідання завислих часток сусла в середній частині днища 3.

Гаряче сусло вводиться тангенціально через сопло 15 у циліндричну ємність 1 з певною швидкістю та встановлюється в тангенціальному русі, змушуючи зважені частинки сусла осідати в середній частині дна 3 під дією тертя, сили тяжіння та відцентрової сили. сила. під час подачі сусла та певного часу для осідання осаду освітлене сусло поступово відводиться через форсунки 17 . Звільнений від сусла апарат звільняють від осаду через насадку 16 .

Технічний результат досягається за рахунок удосконалення заторно-сусловарного фільтраційного гідроциклонного пристрою, підвищення рівномірності нагріву, підвищення якості пивного затору і сусла, можливості відділення білкового осаду від пивного сусла.



Фіг. 1

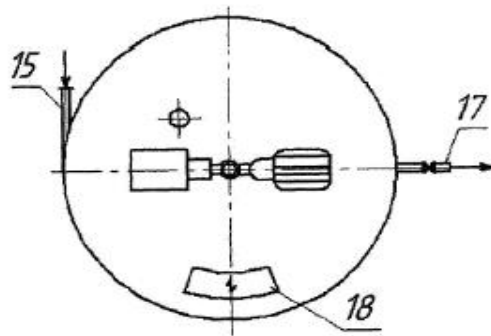


Рис. 1.4.3.1 Заторно-сусловарильно-фільтраційно-гідроциклонний апарат

#### 1.4.4 Гідроциклонний апарат.

Згідно з [16] було поставлено завдання удосконалити конструкцію гідроциклонного апарату для освітлення пивного сусла з метою підвищення його продуктивності, скорочення часу осідання білкового осаду і тим самим прискорення процесу освітлення пивного сусла шляхом забезпечення постійна подача сусла через загальний час заповнення пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в гідроциклонному пристрої, який складається з вертикальної циліндричної ємності з верхнім і нижнім конічними днищами, витяжної труби, форсунок для подачі і видалення сусла, освітлення, мийного пристрою і нижнього люка для технологічного обслуговування сусла. апарат і верхній оглядовий люк для спостереження за процесом.

Відповідно до корисної моделі додаткові форсунки для подачі сусла встановлюються на висоті апарату не менше двох і вище основних форсунок.

Гідроциклонний пристрій показано на рисунку 1.4.4.

Апарат складається з циліндричної ємності 1, конічної верхньої 2 і нижньої 3 днищ, витяжної труби 4, суслоподавального сопла 5, освітленого суслововідводу 6, освітлення 7, технічного люка 8, оглядового люка 9, очищення. Складається з апарату 10.

Гідроциклонний пристрій працює наступним чином.

Гаряче сусло через нижнє сопло 4 подається тангенціально в циліндричну ємність 2 із заданою швидкістю і приводиться в обертвий рух. Тертя, сила тяжіння, відцентрова сила. Поступове заповнення пристрою суслиом на рівні, на якому нижня живильна труба була занурена в сусло, охоплює останню і одночасно вмикає другу трубу подачі сусла вище. Ст. Через цю насадку сусло подається в ті частини апарату, які ще не були заповнені суслиом. В кінці процесу подачі сусла освітлене сусло поступово видаляється з насадки 5 після певного періоду відстоювання осаду. 10. очисного обладнання Технологічний результат полягає в наступному:

Підвищення продуктивності апарату, скорочення часу відстоювання білкового осаду за рахунок забезпечення постійної подачі сусла протягом усього часу заповнення апарату, прискорення процесу освітлення пивного сусла.

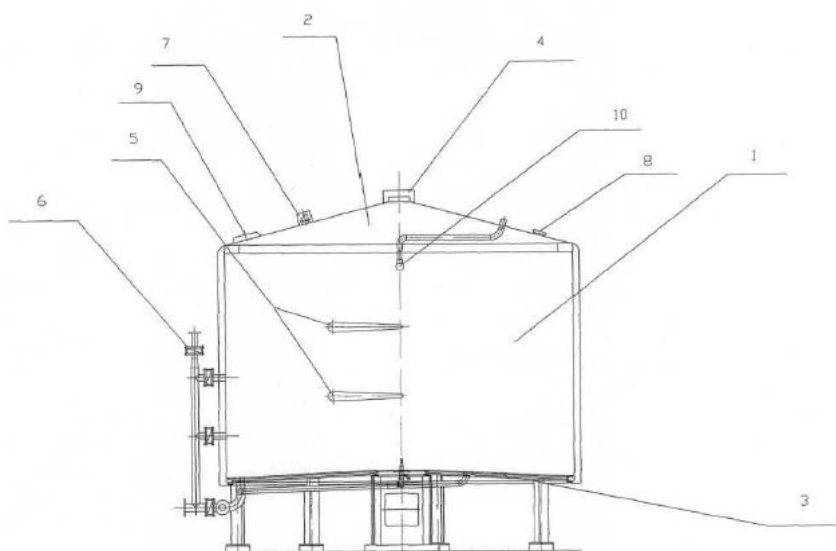


Рис. 1.4.4 Гідроциклонний апарат

### 1.4.5 Сусловарильно-гідроциклонний апарат

Відповідно до роботи [17] було поставлено завдання поєднати процес варіння та освітлення пивного сусла та здійснювати процес змішування пивного сусла при кип'ятінні без мішалки в апараті; Спрощення конструкції, зниження енерговитрат, вартості та часу на технологічний процес.

Поставлена задача вирішується тим, що суслогідроциклонний апарат оснащений паровою сорочкою для процесу кип'ятіння, встановлено насос для циркуляції сусла по замкнутому контуру, а також для змішування пивного сусла.

Причинно-наслідковий зв'язок між запропонованими характеристиками та технічним результатом полягає в наступному: застосування варильно-гідроциклонного пристрою дозволяє значно скоротити технологічний час процесу, спростити конструкцію, металоємність та вартість обладнання.

Сусловарильно-гідроциклонний апарат зображений на кресленні. Являє собою циліндричну ємність 2 зі злегка конічним заглибленим дном 17 і конічною кришкою 3, встановлену на стійках 7 і 8. Він оснащений паровою сорочкою 1 та ізоляцією 4 для кип'ятіння пивного сусла та портом доступу 12. Промивні форсунки 10 і 9 для промивки апарату і суслоподаючий 15 і зливний 16 форсунки.

Працює пристрій наступним чином. Сусло подається в пристрій через тангенціально встановлені форсунки 15 і сприяє одночасно освітленню і перемішуванню. Через форсунку 19 подається нагріта пара, яка нагріває сусло до кипіння. Патрубок 18 служить для видалення конденсату з парової сорочки. Циркуляція сусла здійснюється за допомогою насоса, який подає сусло через форсунки 5. Пара, що утворюється в процесі варіння сусла, видається з апарату через насадку 11, встановлену в центрі кришки, викидається з насадки 16.

Після закінчення технологічного процесу промивку посудини і видалення утворилися відкладень проводять за допомогою нижніх 9 і верхніх 10 патрубків, на які через патрубки 14 і 13 подається промивна рідина або вода. Носик 6 призначений для видалення миючого засобу.

Технічний результат полягає в тому, що впровадження суловарильно-гідроциклонного апарату забезпечить суміщення двох технологічних процесів, що скоротить витрати часу, металоємності та вартості, а також спрощення конструкції.

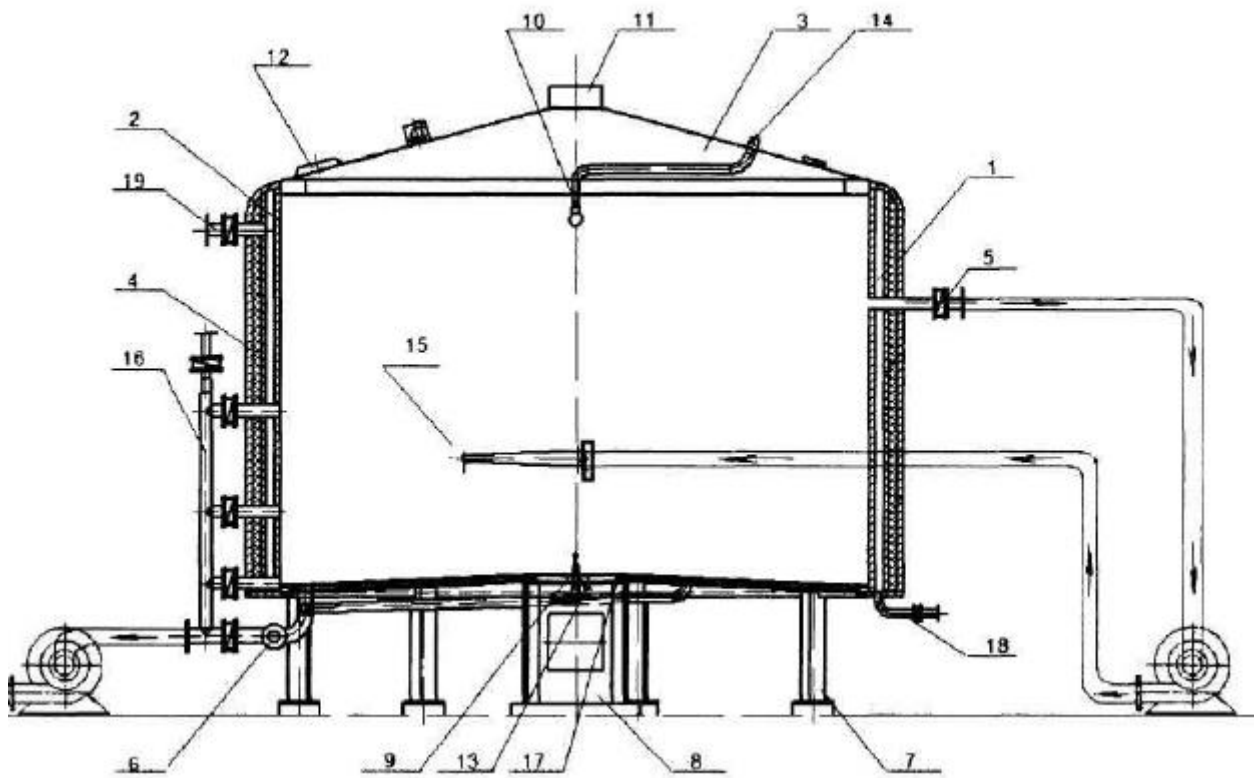


Рис. 1.4.5.1 Суловарильно-гідроциклонний апарат

#### 1.4.6 Установа для освітлення сусла

До складу установки входить резервуарний апарат з вертикальним циліндричним корпусом, сорочкою на корпусі, осадозбірником в його дні і змішувальним колектором, два колектора охолоджувальної води, сполучених з сорочкою апарату трубопроводами, прямоточні теплообмінники, відцентровий насос, з'єднувальні патрубки,

запірна арматура і датчики для вимірювання температури сусла в апараті, артезіанської води, що подається в теплообмінник, і води на виході з сорочки апарата. Весь процес охолодження сусла від 95 до 6 °С і його освітлення відбувається в резервуарному апараті, що забезпечує збереження стерильності сусла і більш повне відділення білка. В якості проміжного теплоносія використовується чиста артезіанська вода в кількості 2/1 по відношенню до об'єму охолодженого сусла, при цьому утилізується 70% тепла сусла (використовується для підігріву води для наступного затирання і для промити сусло). системи) і лише 30% тепла розсіюється розсоллом.

Таким показником є те, що конструкція обладнання може змінювати напрямок потоку води на різних етапах охолодження сусла, особливо на завершальному етапі, направляючи воду по замкнутому контуру сорочкового теплообмінника. тираж. Це може підвищити ефективність роботи.

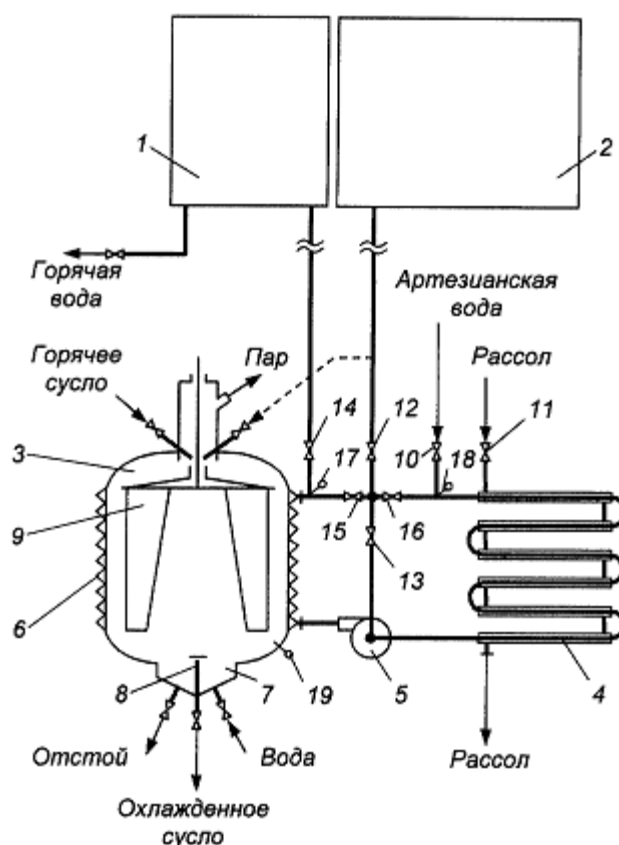


Рис. 1.4.61 Установка для освітлення сусла

## 2. Дослідна частина та узагальнення результатів.

Одним із важливих факторів, від якого залежить тривалість і якість процесу освітлення хмелевого сусла, а отже і продуктивність пристрою, є швидкість обертання барабана сепаратора. Ця проблема неоднозначності швидкості обертання барабана є основою дослідження цієї магістерської роботи.

Дослідження полягає у визначенні швидкості руху рідини в декількох точках барабана в залежності від швидкості надходження цієї рідини в сепаратор, що дає можливість зробити висновки, на основі яких визначаються раціональні параметри сепаратора.

У процесі дослідження процесів (об'єктів, явищ) може використовуватися як фізичне, так і математичне моделювання об'єктів і процесів.

Фізичне моделювання - це дослідження об'єктів (систем), процесів і явищ на фізичних моделях, де досліджуваний об'єкт, процес або явище зберігає свою фізичну природу або використовує подібне або відмінне фізичне явище.

На жаль, ми не можемо проводити дослідження на основі фізичного моделювання з використанням принципу подібності. Тому пропонується проводити чисельне дослідження на основі використання математичної моделі, яка являє собою систему диференціальних рівнянь, що описують той чи інший процес. Осадження білкового осаду відбувається в сепараторі, оскільки відцентрова сила, що виникає при обертанні тіл, у багато разів перевищує силу тяжіння і використовується для прискорення процесу осаження.

У цій техніці використовуються два способи створення поля відцентрової сили.

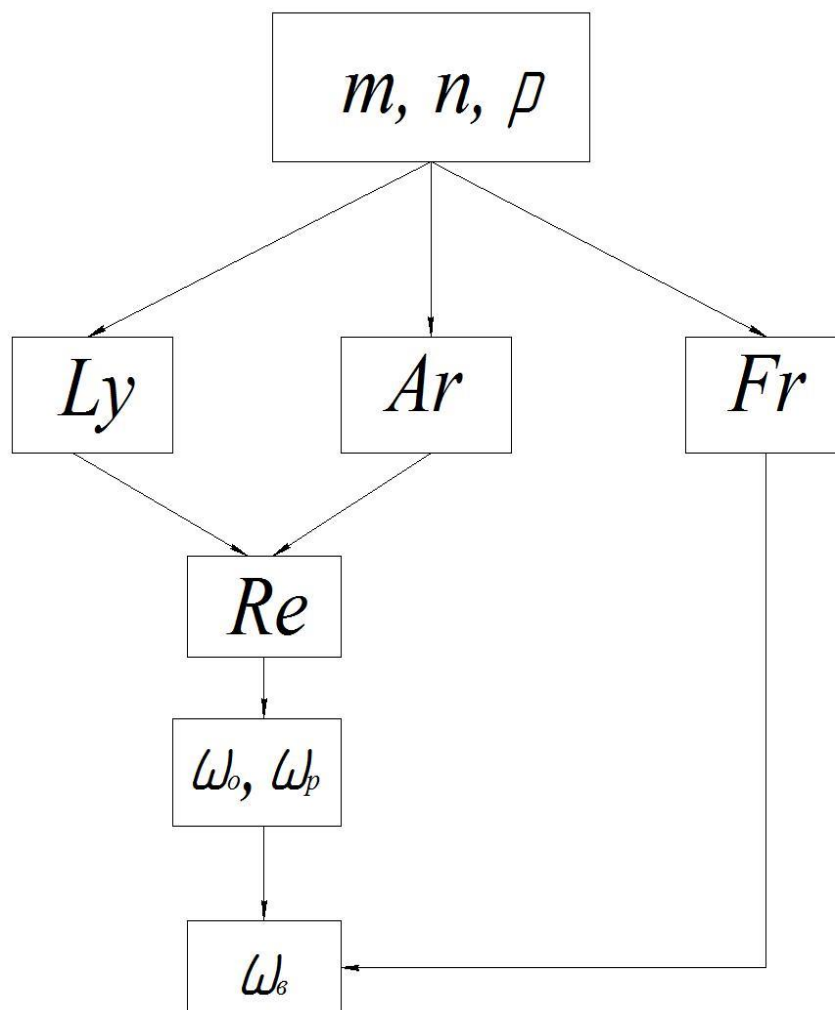
<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Чудовів С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Разробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Дослідницька</b> <b>частина</b>	<b>21214.2.КР.02.000.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>	

1) Потік суспензії або емульсії подається в барабан (ротатор) машини (апарата) і обертається разом з гетерогенною системою.

2) Забезпечити обертальний рух пилу (диму) або суспензії всередині нерухомого корпусу пристрою.

У першому випадку відбувається відцентрове осадження, а в другому циклонічний процес. Тому нам необхідно створити математичну модель, яка представляє собою рішення диференціальних рівнянь, що описують гідродинамічні процеси, що відбуваються в центрі пристрою..

### *Загальний вигляд математичної моделі процесу сепарації тивного сусла*



$Lu$  - розрахунок швидкості осідання за методом Ляценка;

$Ar$  – критерій Архімеда;

$Fr$  - критерій Фруда (фактор розділення);

$Re$  – критерій Рейнольдса;

$\omega_0$  - швидкість осідання;

$\omega_p$  - розрахункова швидкість осідання;

Розрахунок швидкості осідання за методом Ляценка:

$$Lu = \frac{0,523 \cdot g \cdot d^3 \cdot (\rho_1 - \rho_2)}{v^2 \cdot \rho_2}.$$

Розрахунок швидкості осідання за функцією критерію Архімеда:

$$Ar = \frac{3}{4} \cdot \xi \cdot Re^2,$$

$\xi$  – коефіцієнт опору.

Обчислимо критичні значення критерію Архімеда для трьох граничних величин критерію Рейнольдса, що відповідає трьом режимам руху тіла у в'язкому середовищі.

Для умов осідання в межах підлягання закону Стокса, тобто при  $Re \leq 2$ , коефіцієнт опору  $\xi = \frac{24}{Re}$  і критичне значення критерію Архімеда

дорівнюватиме:

$$Ar_{кр} = \frac{3}{4} \cdot \xi \cdot Re^2 = \frac{3}{4} \cdot \frac{24}{Re} \cdot Re^2 = 18 \cdot Re,$$

або  $Ar_{кр} = 36$ .

Для проміжного режиму руху, тобто при  $2 < Re < 500$ ,  $\xi = \frac{18.5}{Re^{0.6}}$  і критичне значення критерію Архімеда дорівнює:

$$Ar_{кр} = \frac{3}{4} \cdot \xi \cdot Re^2 = 84000.$$

За умов автомобельного режиму осідання, тобто при  $150000 > Re > 500$ ,  $\xi = 0,44$  і

$$Ar_{кр} = \frac{3}{4} \cdot \xi \cdot Re^2 = 0,33 Re^2 = 0,33 \cdot 500^2,$$

$$Ar_{кр} > 84000.$$

Знаючи величину критерію Рейнольдса, можна обчислити швидкість осідання:

$$\omega_0 = \frac{Re \cdot \nu}{d}, \text{ м/с.}$$

Усі отримані рівняння повністю справедливі лише за умови, що осідають частинки мають форму кулі діаметром  $d$ . На практиці форма частинок часто відхиляється від сферичної, що істотно впливає на процес осідання. Тому слід зробити поправку на значення швидкості седиментації. Розрахунковий темп скорочення визначається за формулою:

$$\omega_p = \omega_0 \cdot \varphi,$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує форму зважених частинок ( $\varphi = 1$  для сферичних частинок,  $\varphi < 1$ ).

За дослідними даними, одержаними при осіданні частинок в умовах автомобельного режиму, тобто при  $Ar > 84000$  для частинок неправильної форми, на практиці для частинок різної форми  $\varphi$  може бути: округленим – 0,77, кутовим - 0,66, прямокутна - 0,58, пластинчаста - 0,43.

При визначенні швидкості осідання несферичних частинок за еквівалентний діаметр  $d_{екв}$  слід приймати лінійний розмір  $d$ . Під ним розуміють діаметр кулі, об'єм якої дорівнює об'єму частинки, утвореної з цієї ж кулі.

Матеріали як самі частинки:

$$d_{екв} = 1,24 \cdot \sqrt{\frac{m_1}{\rho_1}}, \text{ м,}$$

де  $m_1$  – маса частинки, кг,  $\rho_1$  – густина частинки, кг/м<sup>3</sup>.

Критерій Фруда (фактор розділення):

$$Fr = \frac{\omega^2 \cdot r}{g}.$$

Процес осідання відбувається під дією відцентрової сили:

$$G_B = m \cdot a = m \cdot \frac{\omega^2 \cdot r^2}{r} = m \cdot \omega^2 \cdot r, \text{ н,}$$

де  $m$  – маса частинки, кг,

$a$  – відцентрове прискорення,  $\text{м/с}^2$ ,

$r$  – радіус обертання частинки,  $\text{м}$ ,

$\omega$  – кутова швидкість обертання частинки,  $\text{рад/с}$ .

$$G_B = G_T \cdot \frac{\omega^2 \cdot r}{g} = G_T \cdot Fr,$$

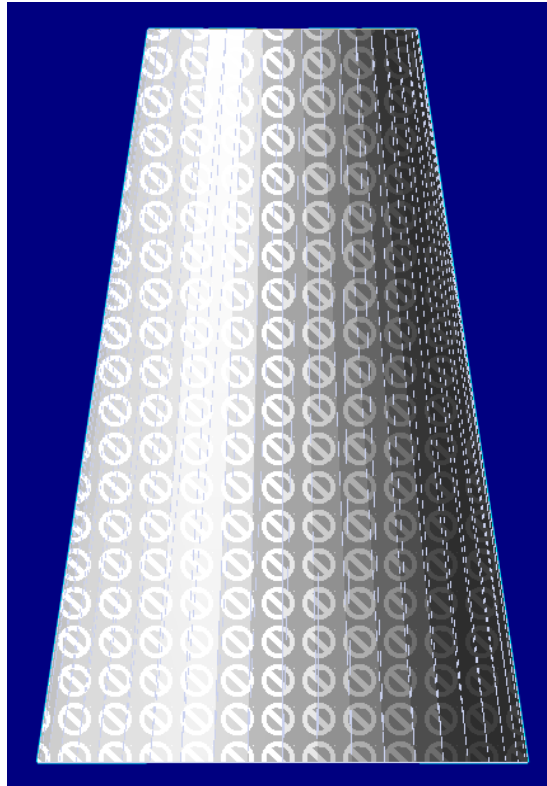
тобто відцентрова сила більша від сили тяжіння в  $Fr$  раз.

Для моделювання процесу використовую програмний комплекс FlowVision на основі чисельних методів. FlowVision відтворює геометрію обчислювального простору без спрощень, усуваючи потребу в математичному описі. За допомогою програми КОМПАС-3D V14 було створено тривимірне зображення сепарувального барабана та на його основі побудовано модель для розрахунку в програмному комплексі FlowVision, яка представляє внутрішню частину барабана. Використовуючи зазначені програмні продукти, можна забезпечити геометричну подібність, часову подібність, подібність фізичних величин та подібність початкових і граничних умов при моделюванні.

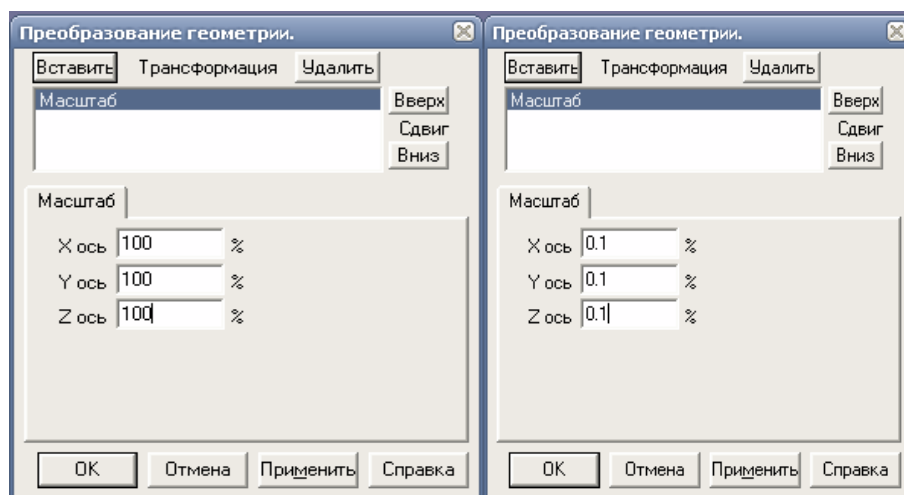
Змоделюємо процес, змінивши кількість обертів барабана з 5000 до 9000 об/хв.

## 2.1 Методика математичного моделювання гідродинаміки сула в барабані сепаратора на основі ПК FlowVision:

1) Відкриваємо файл з моделлю в FlowVision.

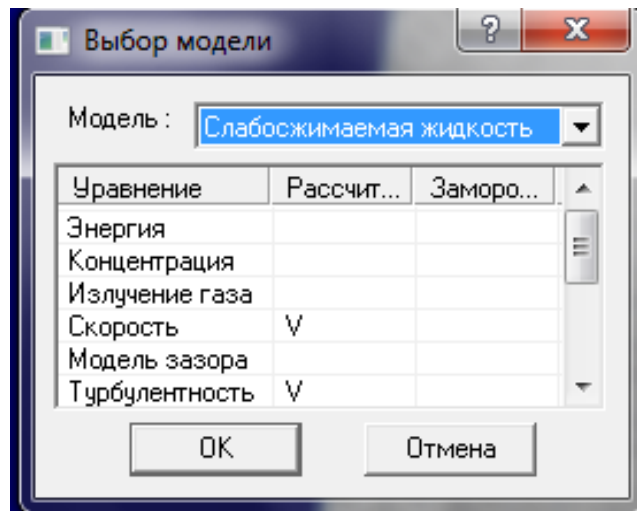


2) Оскільки програма КОМПАС-3D V14 працює з одиницями виміру в мм, а Flow Vision з одиницями виміру в м, для коректності розрахунків необхідно спочатку задати необхідний масштаб.

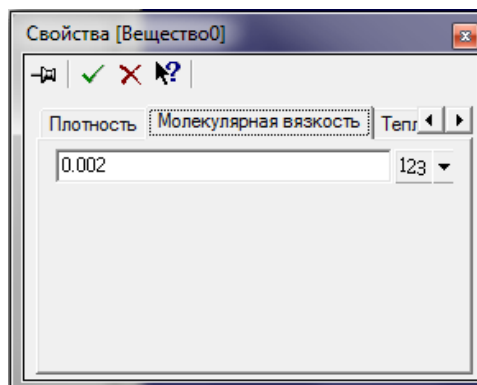
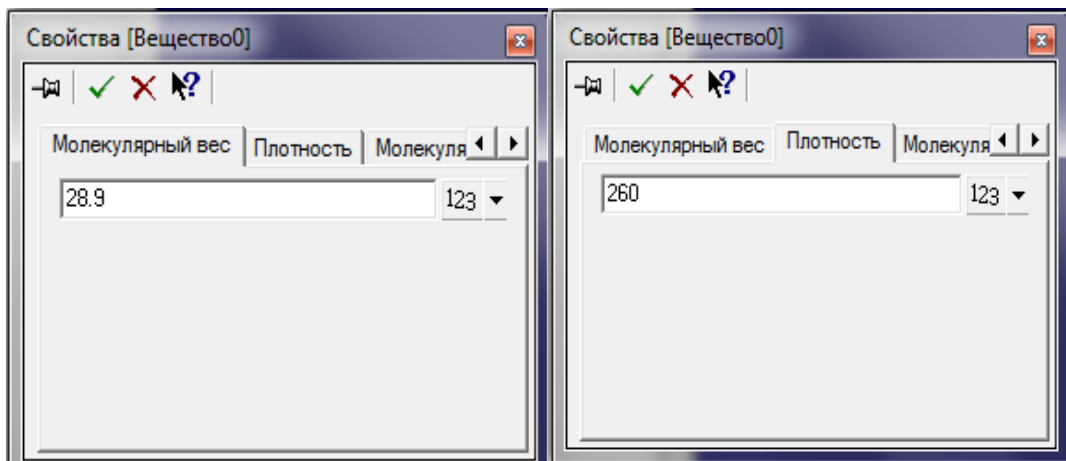


3) Вибираємо модель для розрахунку гідродинаміки з наявних в програмному комплексі Flow Vision моделей і параметра, який буде

розраховуватися. У нашому випадку розрахунковою моделлю є «слабостислива рідина»..

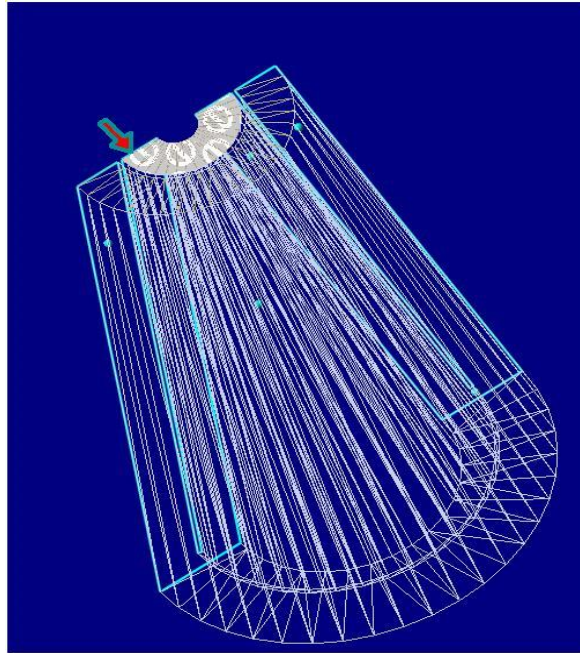


4) Після цього задаємо фізико-хімічні властивості для пивного сула:

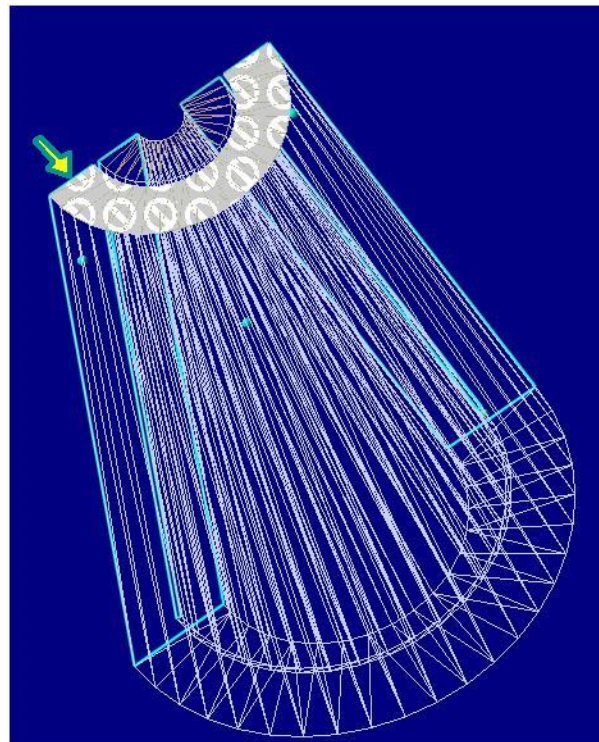


5) Почніть встановлювати граничні умови для моделі. Кожен тип границі містить набір граничних умов для кожної незалежної змінної в конкретній математичній моделі.

### Гранична умова входу сусла

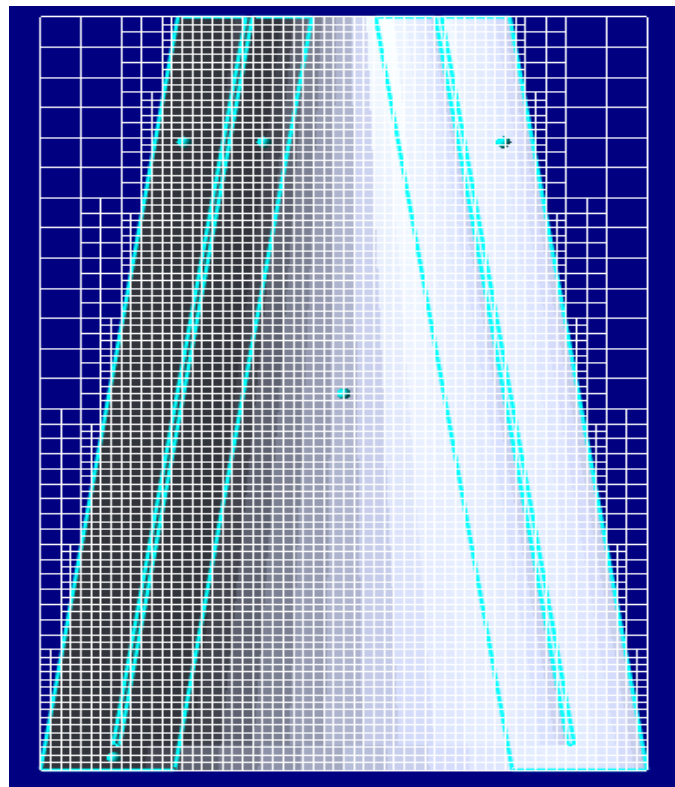
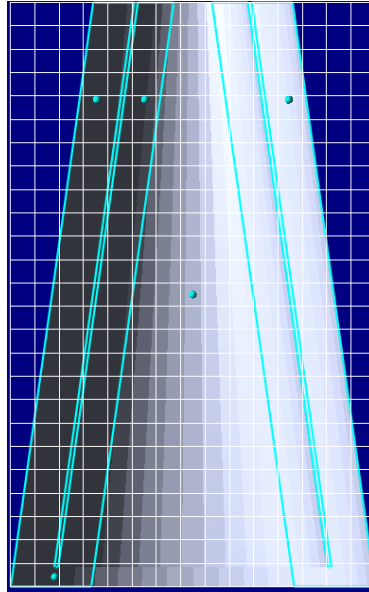


### Гранична умова виходу сусла

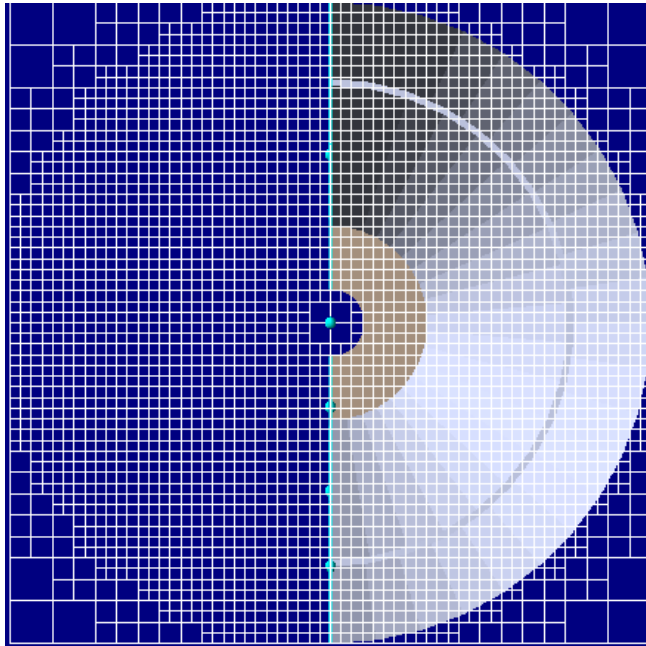


- б) Після цього кількість розрахункових комірок потрібно розділити по кожній осі системи координат. Для цього скористайтесь функцією «початкова сітка».

Після розбиття розрахункових комірок по осі розрахункова сітка має вигляд:

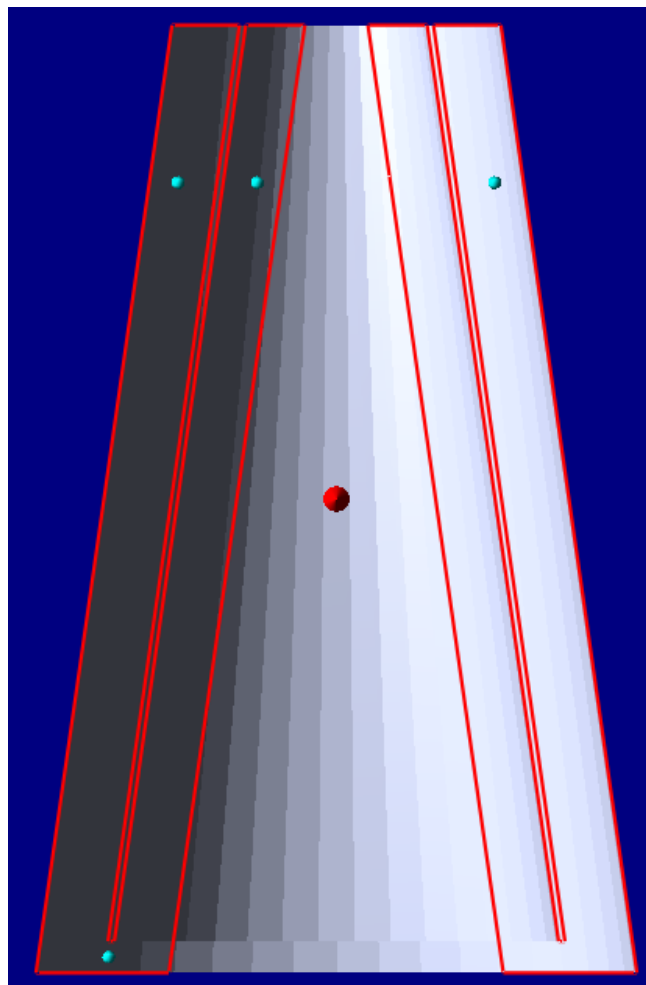


Вздовж осі  $x$



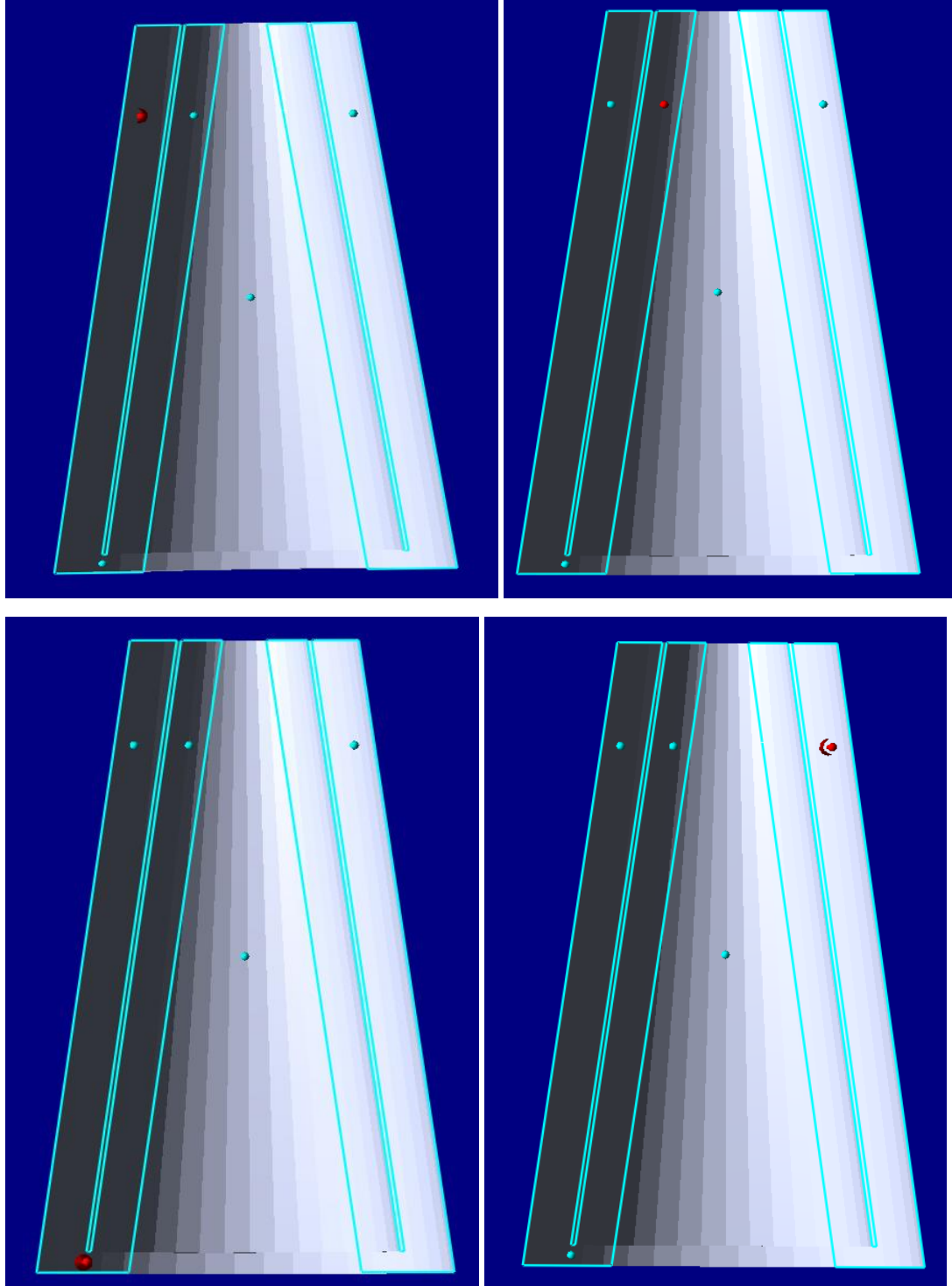
Вздовж осі у

Після цього кроку модель готова до розрахунку. Але спочатку необхідно таким же чином створити ділянку, щоб спостерігати за розподілом швидкостей



## 2.2 Отримання і обробка результатів дослідження

Для визначення швидкості руху рідини по висоті та вздовж поперечного перерізу сепараційного барабана спостерігаємо числове значення швидкості руху суслу в різних місцях.:



Результати моделювання зразка з  $n = 5000$  об/хв

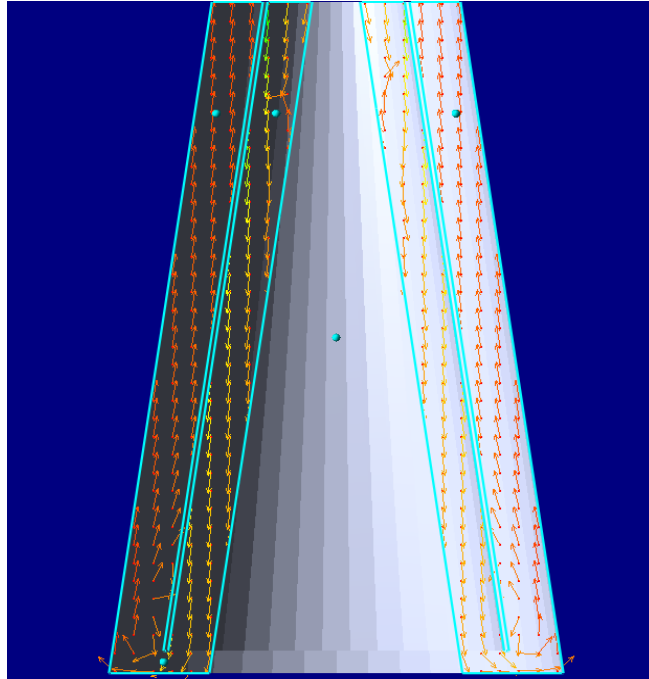


Рис. 2.2. Вектора швидкості руху потоків сусли

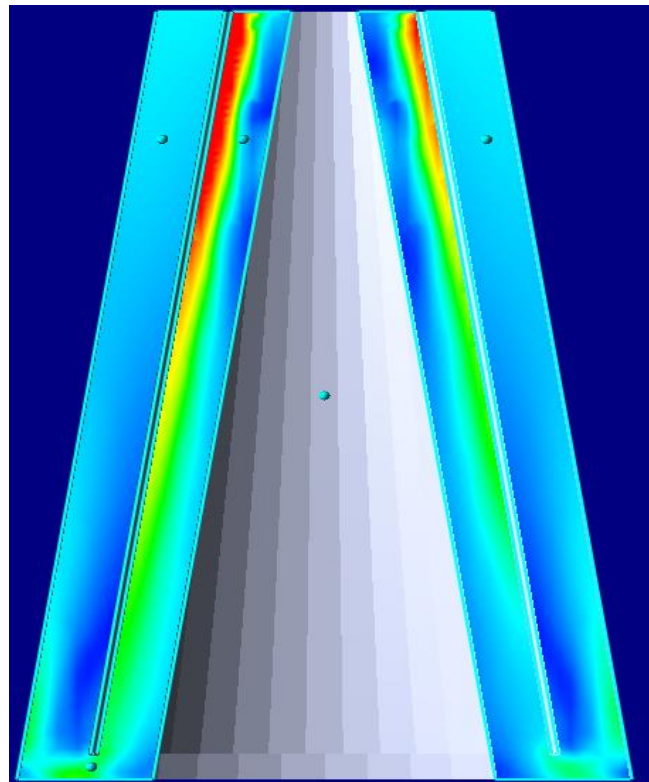


Рис. 2.3. Розподіл швидкості руху пивного сусли

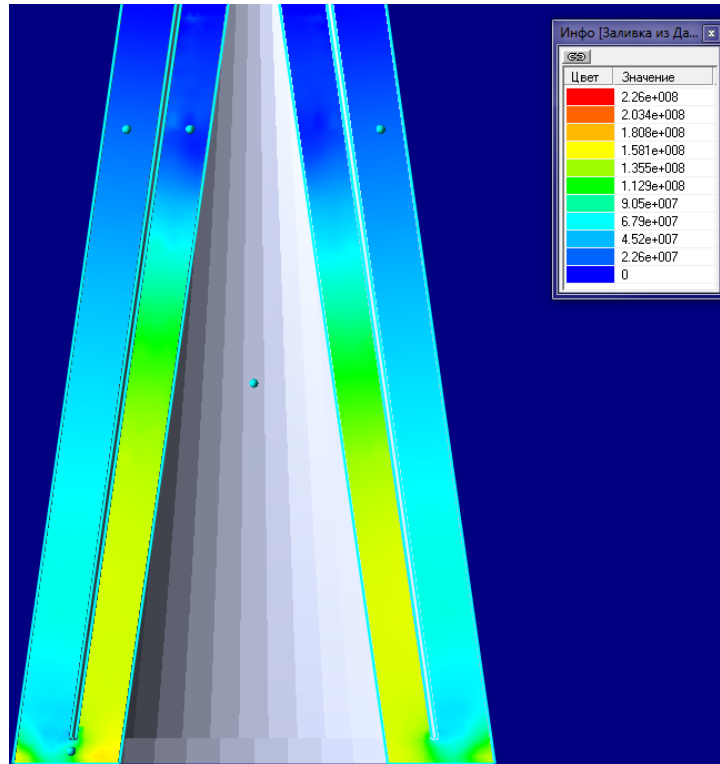


Рис. 2.4. Розподіл тиску

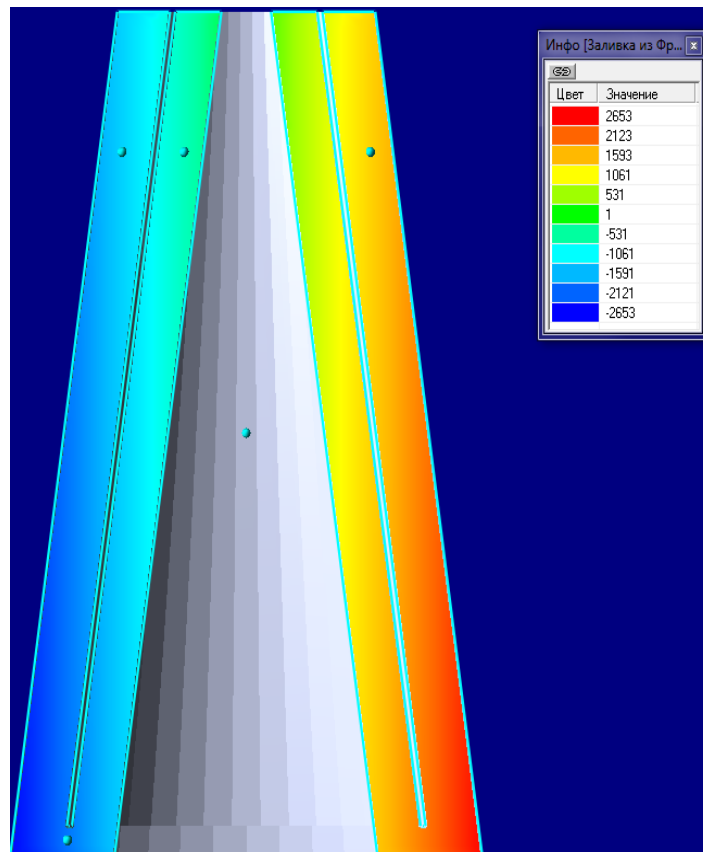


Рис. 2.5. Критерій Фруда (фактор розділення)

Результати моделювання зразка з  $n = 6000$  об/хв.

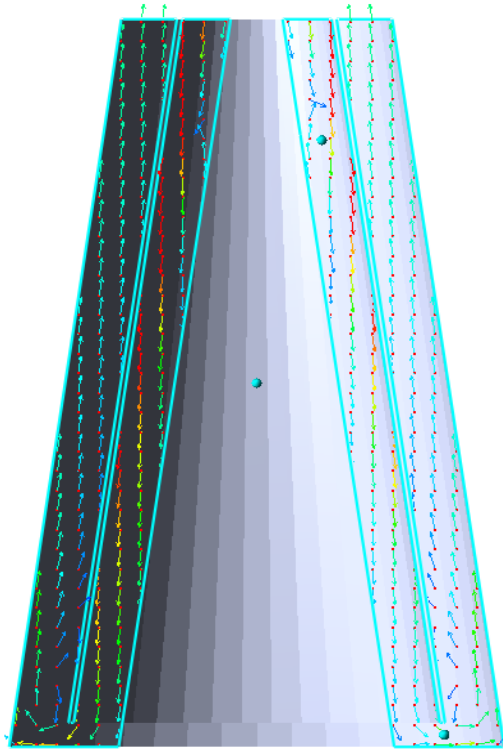


Рис. 2.6. Вектора швидкості руху потоків сусли

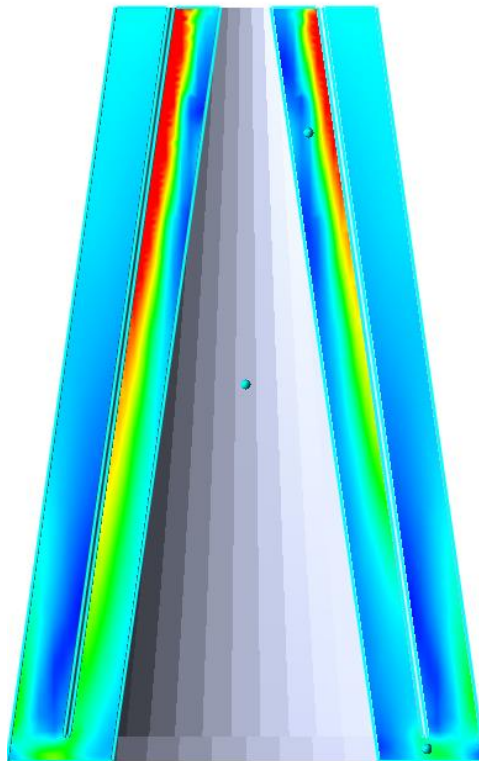


Рис. 2.7. Розподіл швидкості руху пивного сусли

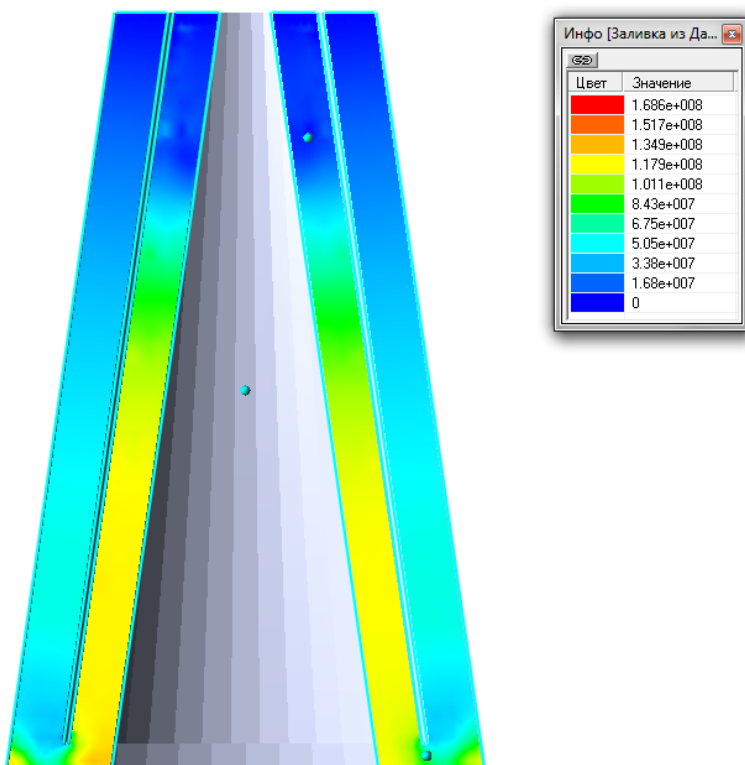


Рис. 2.8. Розподіл тиску

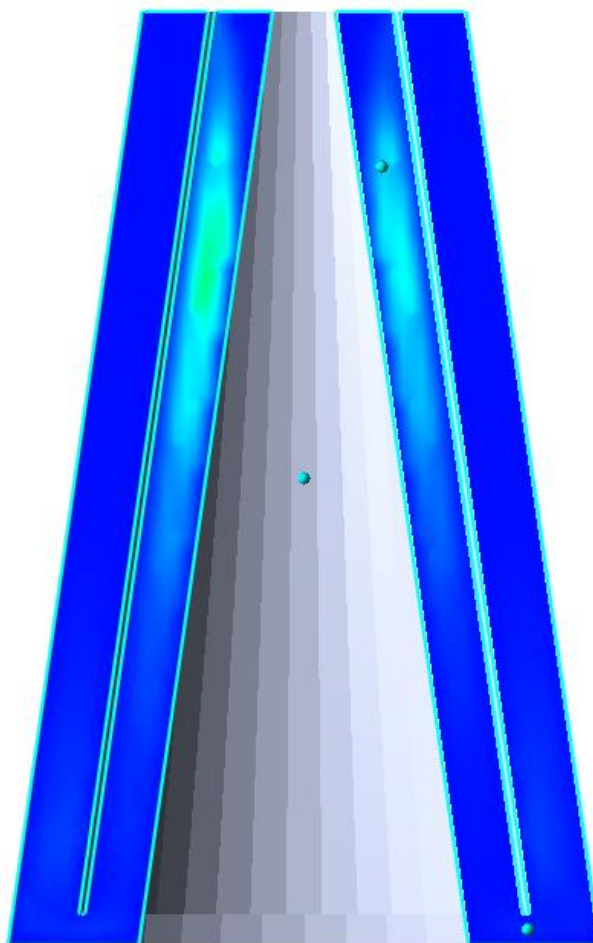


Рис. 2.9. Розподіл турбоенергії

Результати моделювання зразка з  $n = 7000$  об/хв.

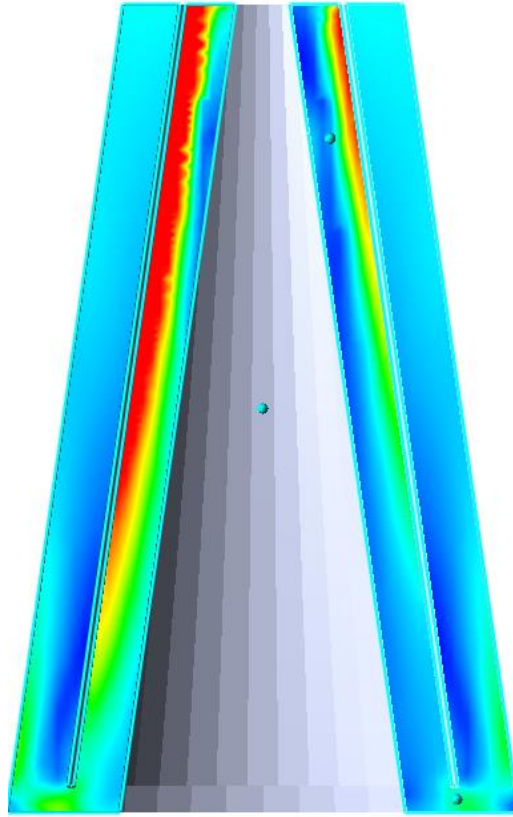


Рис. 2.10. Розподіл швидкості руху пивного сусли

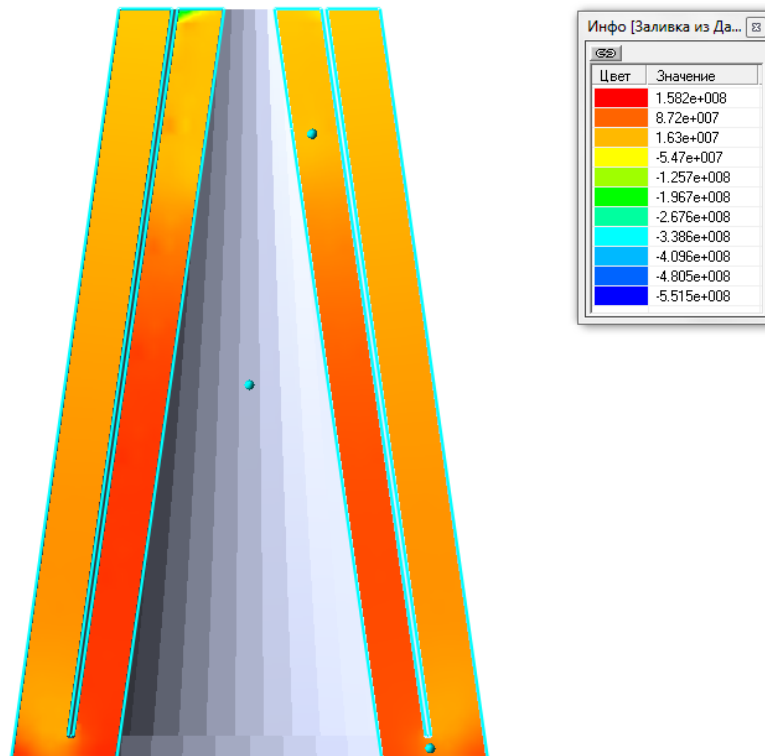


Рис. 2.11. Розподіл тиску

Результати моделювання зразка з  $n = 8000$  об/хв.

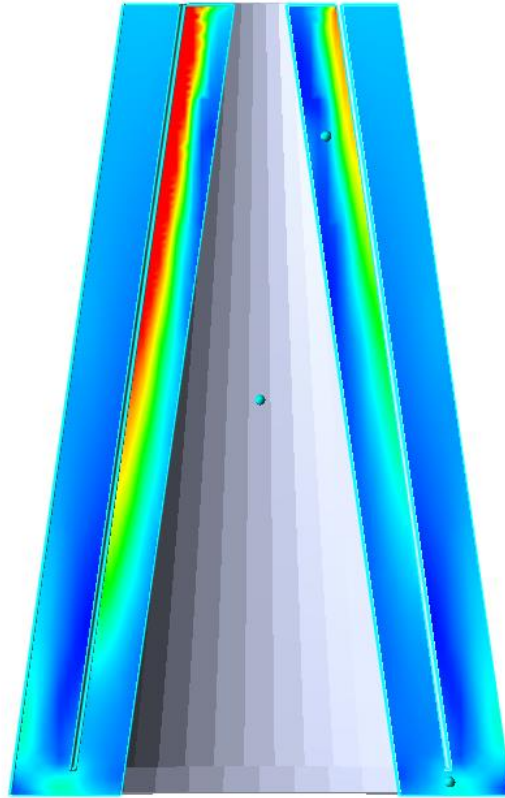


Рис. 2.12. Розподіл швидкості руху пивного сусли

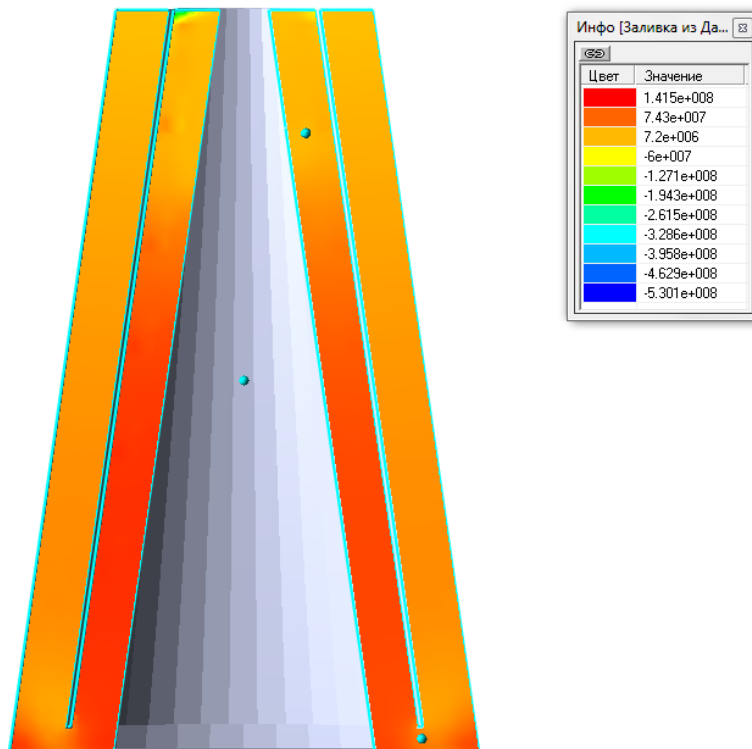


Рис. 2.13. Розподіл тиску

Результати моделювання зразка з  $n = 9000$  об/хв.

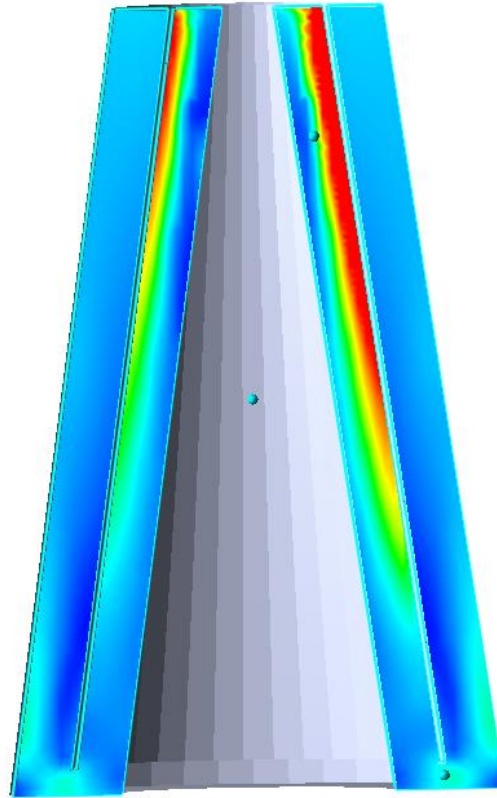


Рис. 2.14. Розподіл швидкості руху пивного сусла

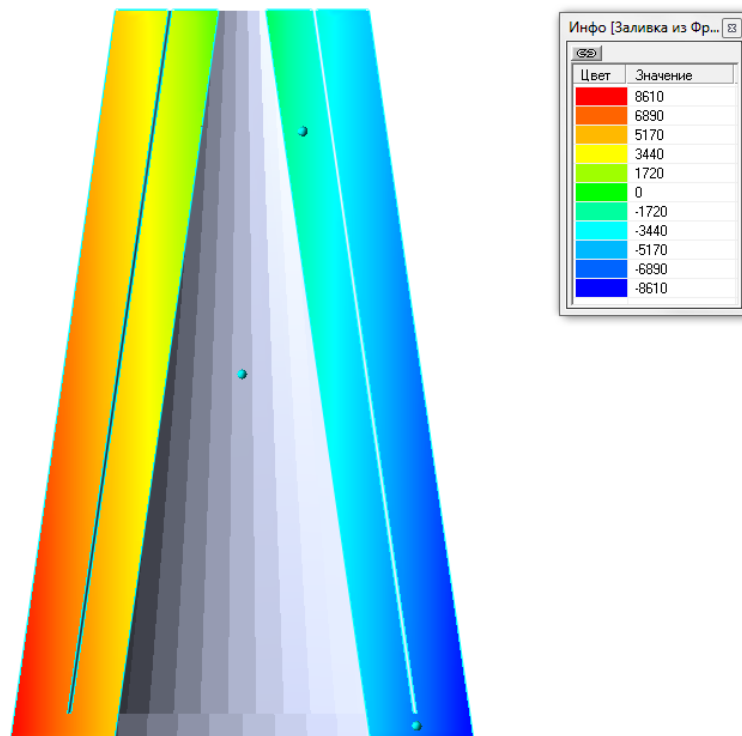


Рис. 2.15. Критерій Фруда (фактор розділення)

Для порівняння числових значень швидкостей руху сусла в конкретних точках будуюмо графіки залежності швидкості руху рідини від числа обертів, коефіцієнта сепарації та тиску за допомогою опції «лінія тренду», яка заснована на за методом найменших квадратів обробки експериментальних даних . «Лінія тренда» дозволяє описати залежність математично в поліноміальній формі та отримати коефіцієнт кореляції.

Таблиця 2.1

п, об/хв	Швидкість в першій точці	Швидкість в другій точці	Тиск в першій точці	Тиск в другій точці
5000	380	731	$9,91 \cdot 10^6$	$9,5 \cdot 10^7$
6000	284	565	$5,75 \cdot 10^6$	$7 \cdot 10^7$
7000	214	543	$9,3 \cdot 10^6$	$6 \cdot 10^7$
8000	241	536	$7,8 \cdot 10^6$	$5,3 \cdot 10^7$
9000	258	564	$7,9 \cdot 10^6$	$5,4 \cdot 10^7$

Таблиця 2.2

п, об/хв	Fr
5000	2653
6000	3825
7000	5210
8000	6790
9000	8610

Таблиця 2.3

п, об/хв	Радіальна швидкість в першій точці	Радіальна швидкість в другій точці
5000	127	642
6000	69	551
7000	60	532
8000	87	529
9000	80	504

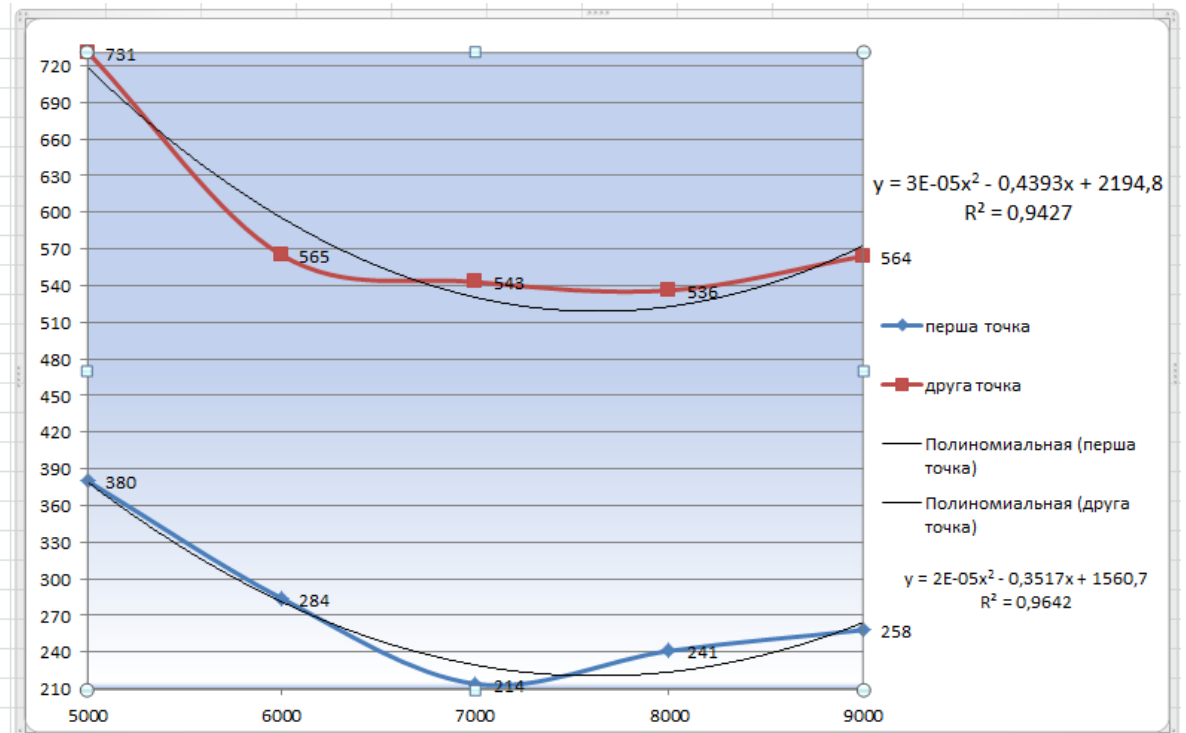


Рис. 2.16. Графік залежності швидкості суслу від кількості обертів барабана сепаратора

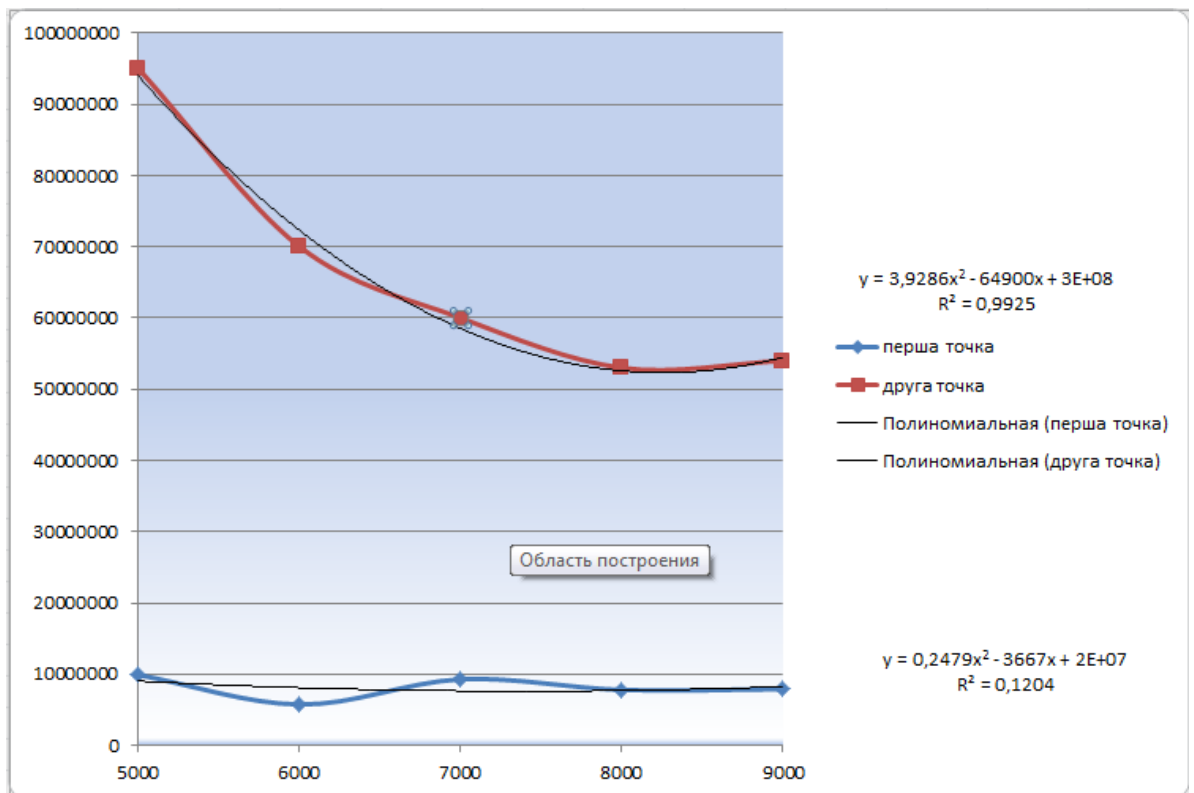


Рис. 2.17. Графік залежності тиску від кількості обертів барабана

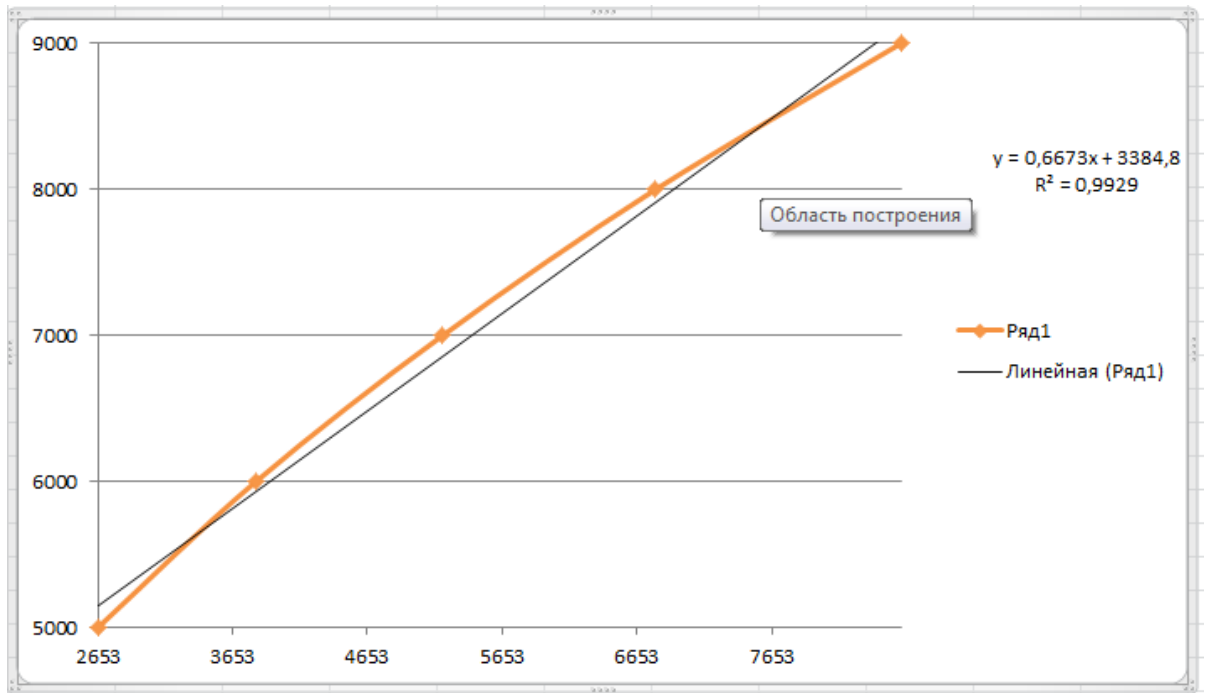


Рис. 2.18. Графік залежності фактора розділення від кількості обертів

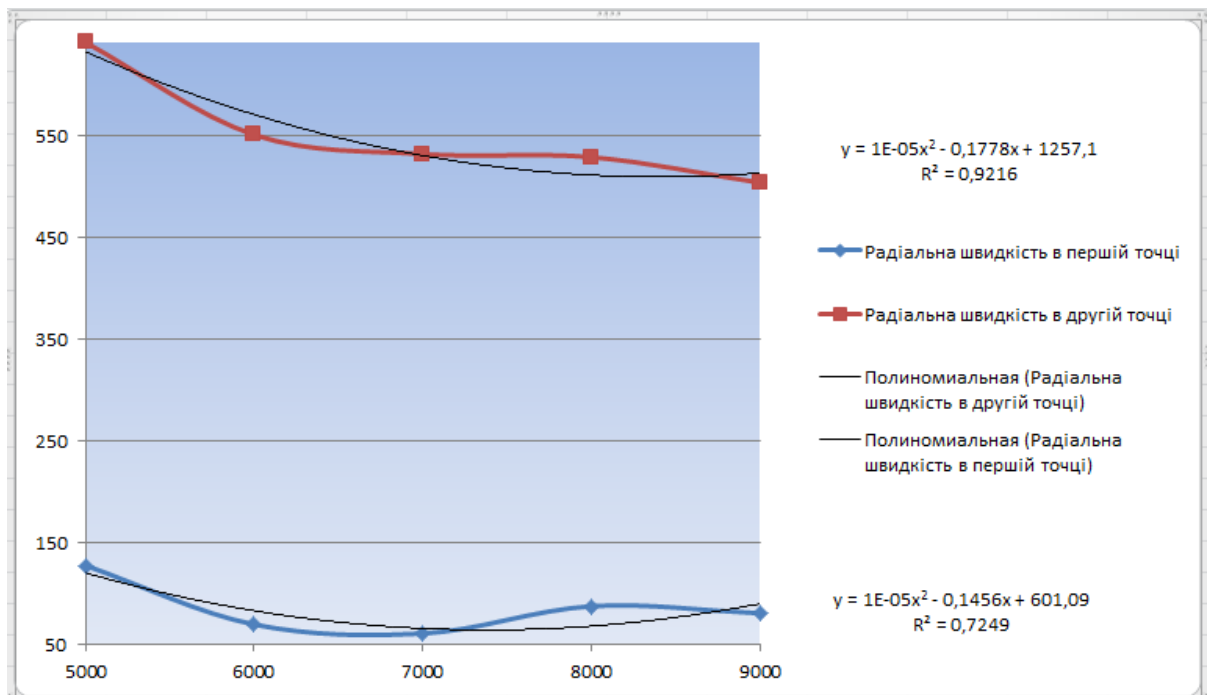


Рис. 2.19. Графік залежності радіальної швидкості від кількості обертів барабана сепаратора

### 3. Устрій та принцип роботи сепаратора

Частинки гарячого сусла, які раніше називали ломом, виділяються з гарячого хмелевого сусла. Вони складаються з великих частинок розміром 30-80 мікрон, трохи важчих за сусло і зазвичай добре та щільно осідають, якщо їм приділяється достатньо часу.

Суспензії гарячого сусла необхідно видаляти, оскільки вони не тільки непридатні для подальшого виробництва пива, але й погіршують якість.

Суспензії гарячого сусла:

- порушують освітлення сусла;
- дріжджі «палички»;
- збільшення кількості білкового осаду та його втрати;
- містять солодові жирні кислоти;
- ускладнюють фільтрацію пива, якщо їх вчасно не розділити.

Кількість частинок гарячого хмелевого сусла становить 6000-8000 мг/л після перекачування гарячого хмелевого сусла, і слід зменшити до 100 мг/л після їх видалення. Але мета полягає в тому, щоб повністю видалити частинки гарячого сусла.

Однак багато пивоварні не досягають цього рівня. Причини недостатнього відділення частинок гарячого сусла та незадовільна конструкція чаші фільтра, ванни чи центрифуги наступні:

- підвищена каламутність сусла внаслідок:
  - несприятливий склад помелу;
  - погана якість солоду;
  - неналежне управління процесом фільтрації застрягань; і
- Введення хмелю з відсутністю або надто малим вмістом таніну.

#### 3.1. Принцип роботи сепаратора

Сепаратори типу АСЕ-Б (рис. 3.1) використовують на пивоварних заводах. Складається з станини 2 з приводним механізмом, оснащеного пробками 1 і 6, а також індикатором рівня мастила 3, барабана з клапаном для

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Устрій та принцип роботи сепаратора</b>	<b>21214.2.КР.03.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

зливу рідини проміжної пластини, впускного і вихідного пристрою 18, гідроагрегату. 7 и гальма.

Механізм приводу, тахометр 5, гальмо і гідравлічний вузол розташовані всередині корпусу сепаратора. У верхній частині корпусу знаходиться піддон 8, всередині якого встановлена збірна ємність 9 для міжпластинкової рідини. Барабан оснащений двома штуцерами для подачі та відведення охолодженої рідини в процесі різання.

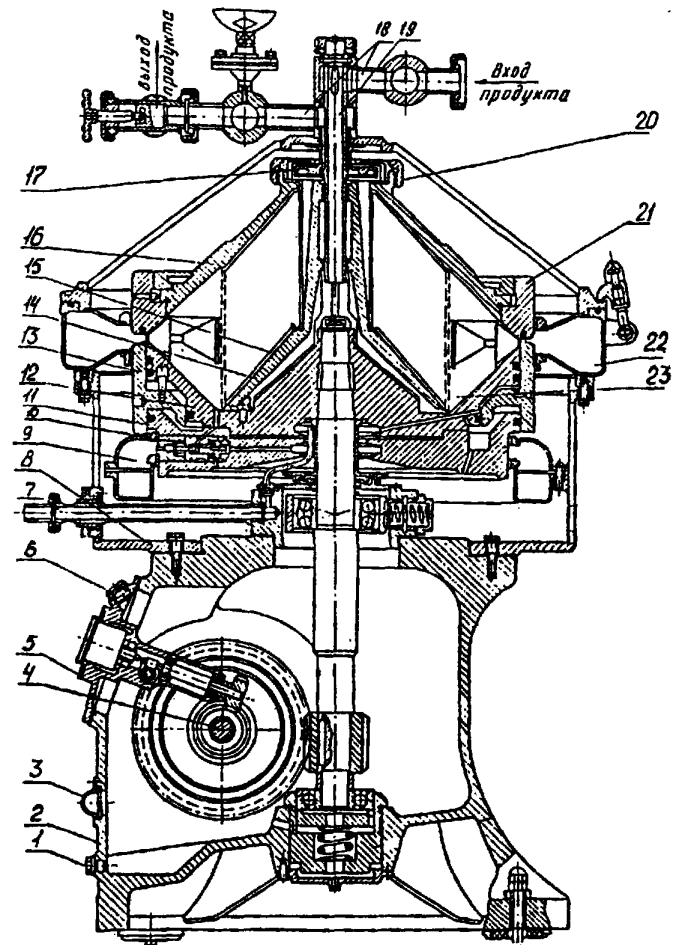


Рис.3.1 - Сепаратор типу АСЕ-Б

Барабан є основним робочим органом, що складається з основи барабана 12, корпусу 11, кришки 16 і затискних кілець 20, 21, в яких під дією відцентрової сили відбувається відділення зважених частинок від середовища. в просторі між плитами. Корпус 11 барабана має пластинотримач 14, комплект пластин 15, поршень 13 і клапан 10. На діжі розташований гідравлічний вузол 7 для керування закриттям, розвантаженням і відкриттям клапана. 8. Барабани приводяться в рух індивідуальними електродвигунами.

Культуральна рідина протікає через центральну живильну трубку 19 у внутрішню порожнину пластинотримача 14, а потім у простір для суспензії 23 барабана. Під дією відцентрової сили найбільші та найважчі частинки біомаси відкидаються на периферію барабана, а рідина з більш дрібними частинками біомаси спрямовується в пакет конічних пластин.

Тонкошаровість і ламінарність потоку забезпечує виділення дрібних часток біомаси в міжтарілковому просторі на внутрішніх поверхнях тарілок.

Освітлена рідина - фугат - піднімається по каналах на зовнішній стороні пластинотримача 14, потрапляє в камеру напірного диска 17 і виводиться з барабана, де відокремлена частина біомаси осідає вздовж поверхні пластини. (потік). Барабан простір 23. При повному заповненні мулового простору біомасою подача поживних речовин припиняється і фугат викидається з простору між пластинами в ресивер за допомогою двох клапанних механізмів. Біомаса вивантажується в шламозбірник 22 за допомогою розвантажувального механізму.

Після припинення подачі буферної води в порожнину над поршнем 13 закривають барабан і повторюють технічний цикл..

<i>Позн.</i>	<i>Вихід</i>	
	<i>Бражки</i>	<i>Концентрату</i>
<i>В</i>	<i>Відкритий</i>	<i>Відкритий</i>
<i>С</i>	<i>Закритий, крізь напірний диск</i>	<i>Відкритий</i>
<i>Т</i>	<i>Закритий, крізь напірний диск</i>	<i>Закритий, крізь нерухому трубу</i>
<i>U</i>	<i>Закритий, крізь напірний диск</i>	<i>Закритий, крізь поворотну трубу</i>

Сепаратор являє собою пластинчастий сепаратор з відкритим входом рідини. Під час роботи сепаратора приладом контролюється ступінь вібрації, тиск мастила в масляній ванні і кількість обертів вала.

Барабани сепараторів мають різну конструкцію: Залежно від способу подачі суспензії в сепаратор і видалення отриманого після сепарування суспензії і дріжджового концентрату розрізняють сепаратори відкритого і напівзакритого типу. У відкритих сепараторах рідина входить і виходить через відкриті канали при атмосферному тиску (дизайн В).

У напівзакритих сепараторів (типи S, T і U) вхід рідини відкритий і одна (тип S) або обидві рідкі фракції (типи T і U) відокремлюються під надлишковим тиском. Однак барабан сепаратора не ізольований від проникнення атмосферного повітря. Надлишковий тиск забезпечується упорною шайбою.

Бочки типу В не мають принципів відмінностей від барабанів побутових сепараторів. Відокремлена під дією відцентрових сил рідина, надходячи в барабан через спеціальний патрубок, розділяється на сусло і згущений концентрат. Останній видаляється з барабана через периферійно встановлені мундштуки по максимальному діаметру в збірник дріжджового концентрату. Відокремлене сусло, яке зміщується в міжтарілчастому просторі до центру барабана, за допомогою обертового шнека, який служить для зміни напрямку руху рідини, викидається у верхній збірний резервуар. Ступінь згущення дріжджового концентрату визначається діаметром і кількістю встановлених в барабані мундшуків.

Барабани типу S характеризуються тим, що відокремлений шлак із інжекційної камери в обертовому барабані виштовхується в головну лінію за допомогою фіксованого натискного диска, який перетворює кінетичну енергію обертової рідини в потенціальну енергію тиску. Таке конструктивне рішення видалення осаду з сепаратора дозволяє відмовитися від верхнього колектора і спрощує магістральну схему каналізації. Це допомагає відбирати концентрат із зовнішньої частини барабана, щоб спростити компонування технічного обладнання та зменшити ймовірність контакту дріжджового концентрату з атмосферою всередині бочок конструкції T і U. вхідного сопла. Він містить мундшук, прикріплений до барабана. Потім концентрат надходить у лінію тиску концентрату під тиском через фіксовану або обертову напірну трубу.

## 4. Розрахункова частина

### 4.1 Вихідні дані

Продуктивність – 35 м<sup>3</sup>/год ;

Частота обертання – 6045 об./хв.;

Діаметр барабана – 516 мм.

Кількість тарілок – 67шт;

Кут нахилу тарілки – 55°;

Діаметр твірної тарілки:

більший діаметр тарілки – 480 мм;

менший діаметр тарілки – 120 мм;

Відстань між тарілками – 0,5 мм;

Електродвигун:

потужність – 22 кВт

Габарити:

Довжина – 1350 мм;

Ширина – 985 мм;

Висота – 1550 мм;

Маса сепаратора – 1060 кг;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Розрахункова</b> <b>частина</b>	<b>21214.2.KP.04.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

## 4.2. Розрахунки продуктивності

Розрахунок продуктивності відноситься до технологічних розрахунків, під якими розуміється комплекс розрахунків, пов'язаних з параметрами, характером і характеристиками процесу, що виконується об'єктом.

Основною метою технологічного розрахунку є визначення вихідних параметрів, необхідних для визначення геометрії конструкції об'єкта будівництва, а також проведення подальших спеціальних розрахунків його елементів.

Кількість отворів в тарілках повинно бути мінімальним (3.4), а радіус  $R_0$  розташування отворів знайдемо за формулою:

$$R_0 = \sqrt{\frac{\varphi R_{\max}^2 + R_{\min}^2}{1 + \varphi}} = \sqrt{\frac{0.03 \cdot 0.48^2 + 0.12^2}{1 + 0.03}} = 0.072$$

При обертанні барабана дріжджового сепаратора виникають значні відцентрові сили, що необхідно враховувати як при конструкції, так і при роботі сепаратора. В ідеальному сепараторі центр ваги знаходиться на осі обертання, тому всі рухомі частини повинні бути виготовлені з абсолютною точністю. Однак через неточності виготовлення центр ваги барабана знаходиться на деякій відстані від осі обертання, що викликає появу відцентрових сил при високій частоті обертання:

$$F_{\text{ц}} = 4\pi^2 n_{\text{бар}}^2 e m_{\text{бар}}$$

Де  $e$  - ексцентриситет, м;

$m_{\text{бар}}$  - маса барабану, кг;

$$F_{\text{ц}} = 4\pi^2 \cdot 100,75^2 \cdot 0,0001 \cdot 170 = 6812,378 \text{ Н}$$

Швидкість відцентрового розділення в дріжджовому сепараторі знаходиться рівнянням Стокса:

$$V_{\text{др}} = d_{\text{ч}}^2 \cdot 4\pi^2 n_{\text{бар}}^2 R_{\text{ср}} (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{бр}}) / (18\mu)$$

Де  $d_{\text{ч}}$  - діаметр взвішених в суспензії частинок;  $d_{\text{ч}} = (3 \dots 9) 10^{-9}$  м;

$n_{\text{бар}}$  - частота обертання барабану,  $\text{с}^{-1}$ ;

$R_{\text{ср}}$  - середній радіус пакету тарілок барабану, м;

$\rho_{\text{ч}}$  та  $\rho_{\text{бр}}$  – густина відповідно дріжджових частинок та бражки;  
 $\rho_{\text{ч}}=1100 \text{ кг/м}^3$ ;  $\rho_{\text{бр}}=1000 \text{ кг/м}^3$ ;

$\mu$  – динамічний коефіцієнт в'язкості середовища;  $\mu=0,001 \text{ Па}\cdot\text{с}$ .

$$V_{\text{др}} = (5 \cdot 10^{-6})^2 4\pi^2 \cdot 100,75^2 \cdot 0,258^2 \cdot \frac{(1100-1000)}{18 \cdot 0,001} = 0,0037 \text{ м/с}$$

Для дріжджового сепаратора, верхній підшипник котрого має пружинний амортизатор, критична кутова швидкість барабану:

$$\omega_{\text{кр}} = [l_2/(l_1 + l_2)] \sqrt{k/m_{\text{бар}}}$$

Де  $l_1$  – відстань від верхнього підшипника до центра тяжіння, м

$l_2$  – відстань між верхнім та нижнім підшипниками, м;

$k$  – коефіцієнт деформації, Н/м;

$$k = 3EI/l_1^2(l_1 + l_2)$$

Де  $E$  – модуль пружності металу, з котрого виготовляється вал (для сталі  $E=19,62 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ )

$I$  – осьовий момент інерції січення вертикального валу,  $\text{м}^4$

$$I = \frac{\pi d_{\text{вал}}^4}{64} = \pi \cdot \frac{0,06^4}{64} = 6,36 \cdot 10^{-7} \text{ м}^4$$

Де  $d_{\text{вал}}$  – діаметр валу, м.

$$k = 3 \cdot 19,62 \cdot 10^{10} \cdot 6,36 \cdot \frac{10^{-7}}{0,2^2(0,2 + 0,46)} = 141,8 \cdot 10^5 \text{ Н/м}$$

$$\omega_{\text{кр}} = [0,46/(0,2 + 0,46)] \sqrt{141,8 \cdot 10^5/170} = 210 \text{ с}^{-1}$$

Фактор розділення – основний показник, визначаючий ефективність роботи сепаратора.

$$F = \omega^2 \cdot z \cdot (R_2^3 - R_1^3) \text{tg}\alpha$$

Де  $\omega$  – кутова швидкість барабану;

$z$  – число тарілок в пакеті тарілок;

$R_2$  та  $R_1$  – відповідно максимальний та мінімальний радіуси тарілок сепаратора, м;  $\alpha$  – кут нахилу твірної тарілки,  $\alpha=55^\circ$ .

$$F = 100,75^2 \cdot 67 \cdot (0,48^3 - 0,12^3) \operatorname{tg} 55 = 105735,8882$$

#### 4.3. Кінематичні розрахунки та визначення кінематичних характеристик

Кінематичні розрахунки приводів обладнання включають визначення наступних кінематичних властивостей: Загальне передавальне число, розподіл загального передавального відношення по кінематичному ланцюгу приводу між окремими механізмами передач. Визначення конструктивних параметрів передавального механізму.

Для передачі руху від електродвигуна до робочого органу необхідно провести кінематичний розрахунок. Основним параметром, що визначає структуру кінематичної схеми, є вид руху робочого органу (траєкторія і швидкість). Середня потужність, що використовується приводом в період розгона ротора, на надання ротору кінетичної енергії, кВт:

$$N_1 = \frac{mR_u^2 \omega^2}{2 \cdot 1000 \tau}$$

де  $R_u$  – радіус інерції ротора, м;  $\tau$  – час розгонки ротора, с;  $m$  – маса частин, що обертаються, кг;  $\omega$  – кутова швидкість ротора,  $\text{с}^{-1}$

$$N_1 = \frac{15 \cdot 0,15^2 \cdot 100^2}{2000 \cdot 48} = 17$$

Потужність, необхідна для передачі кінетичної енергії рідині що видаляється без протидії, визначається за формулою, кВт:

$$N_2 = \frac{\varphi \pi^2 n^2 R^2 M \gamma_p}{1800 \cdot 1000}$$

де  $R$  – відстань від вісі обертання до вихідних отворів, м;  $n$  – частота обертання ротора,  $\text{хв}^{-1}$ ;  $\gamma_p$  – питома вага рідини,  $\text{Н/м}^3$ ;  $\varphi$  – коефіцієнт, що враховує радіальну швидкість рідини ( $\varphi=1,0 \dots 1,2$ );  $M$  – продуктивність сепаратора,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

$$N_2 = \frac{1.5 \cdot 3.14^2 \cdot 100^2 \cdot 0.32^2 \cdot 35 \cdot 98}{1800 \cdot 1000} = 18.6$$

Якщо при виході рідкої фракції з'являється протидія, то потужність витрачається на викид рідини, кВт:

$$N_2 = \frac{M\zeta}{1000\eta}$$

де  $\zeta$  – тиск, що створюється на виході рідини напірним диском, Н/м<sup>2</sup>;  $\eta$  – ККД напірного диска ( $\eta=0,3$ ).

Потужність, що необхідна для подолання тертя в опорах барабана, кВт:

$$N_3 = \frac{\mu m \pi d_g n g}{60 \cdot 1000}$$

де  $\mu$  – коефіцієнт тертя ( $\mu=0,3$ );  $m$  – маса частин що обертаються, кг;  $d_g$  – діаметр шейки веретена, м;  $n$  – частота обертання вала, хв<sup>-1</sup>;  $g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

$$N_3 = \frac{0.3 \cdot 15 \cdot 3.14 \cdot 0.08 \cdot 100 \cdot 9.81}{60000} = 1.21$$

Потужність, що необхідна на подолання тертя барабана з повітрям, кВт:

$$N_4 = k H n^3 R^4$$

де  $k$  – приведений коефіцієнт, що дорівнює 0,016...0,02;  $H, R$  – висота і радіус ротора, м;  $n$  – частота обертання ротора, с<sup>-1</sup>.

$$N_4 = 0.018 \cdot 0.48 \cdot 100^3 \cdot 0.12^4 = 9,2$$

При виборі електродвигуна для приводу верстата необхідно враховувати умови експлуатації (діаграми навантажень, температуру, вологість), необхідну потужність і частоту обертання вала та його типорозмір. Оптимальним варіантом для вибору двигуна є той, у якого частота обертання ротора дорівнює частоті обертання робочого органу. У цьому випадку кількість кроків передачі зменшується. Для конструкції приводів також використовуються двигуни зі змінною частотою обертання залежно від вимог технічного регламенту.

Останнім часом почали випускати електродвигуни з регульованою частотою обертання, що дозволяє спростити кінематичну схему.

Такі двигуни мають перспективу, особливо в тих випадках, коли по технологічним вимогам необхідно міняти швидкість обробки продуктів і час їх перебування в реакційній зоні апарата.

#### 4.4. Проектні та перевірочні розрахунки на міцність і надійність

Розрізняють два види розрахунків апаратів: конструкційні (проектні) і перевірочні.

Конструкційний розрахунок проводять у випадку розроблення нового апарату.

Перевірочні розрахунки виконують для знаходження можливості використання виготовлених апаратів для заданого процесу або для відповідних умов.

Важливим показником досконалості конструкції є умова рівної міцності і ресурсу роботи окремих елементів. Наявність у конструкції хоча б одного недостатньо міцного, чи одного недовговічного елемента знижує загальну міцність і ресурс роботи конструкції в цілому.

Розрахунок на міцність швидкообертової втулки барабана сепаратора.

Циліндричні або конічні втулки є одними з ключових елементів конструкції сепараторів, центрифуг та іншого обладнання. У загальному випадку вони знаходяться під спільною дією інерційних навантажень, розподілених по поверхні від власної ваги тіла  $q_c$  і маси середовища, що обробляється  $P_s$ , критичної сили  $Q_c$  і моменту  $M_0$ .

Нормальні напруги, що виникають у швидко обертовому роторі від дії заданого навантаження, та інші напруги у вузлах з'єднання з іншими частинами ротора за формулою:

$$\sigma_{m0} = \sigma_{m0}^P + \sigma_{m0}^{(Q_0-Q)} + \sigma_{m0}^{M_0}$$

$$\sigma_{t0} = \sigma_{t0}^P + \sigma_{t0}^{(Q_0-Q)} + \sigma_{t0}^{M_0}$$

а на ділянках обичайки, віддалених від краю - за формулами:

$$\frac{\sigma_m}{R_1} + \frac{\sigma_t}{R_2} = \frac{P_n}{S}$$

$$\sigma_m = \frac{Pn \cdot R_2}{2S} \quad \text{і т.д.}$$

Обчислити  $\omega_{кр}$  і перевірити умову вібростійкості ротора сепаратора.

Вихідні дані: Вал закріплений на одній шарнірної і другий податливою опорах з коефіцієнтом жорсткості  $C_2 = 2,6 \cdot 10^5$  Н/м.

Моменти інерції барабана щодо осей Z і X відповідно:

$$Y_z = 40,1 \text{ кг/м}^2; \quad Y_x = 22 \text{ кг/м}^2; \quad m = 170 \text{ кг}; \quad \omega = 100,75 \text{ с}^{-1}$$

Рішення:

Опора настільки гнучка, що гнучкість вала незначна, і її можна вважати абсолютно жорсткою. Тоді критичну швидкість ротора можна визначити за формулою:

$$\omega_{кр}^n = \sqrt{\frac{C_2 L^2}{Y_x + m(L_2^1)^2 - Y_z}} = \sqrt{\frac{2,6 \cdot 10^5 \cdot 0,2^2}{22 + 170(0,46)^2 - 40,1}} = 210 \text{ с}^{-1};$$

Таким чином  $\frac{\omega}{\omega_{кр}^n} = \frac{100}{210} \approx 0,48$ , що забезпечує добре самоцентрування

ротора в післярезонансній області.

Визначити частоту обертання циліндра - перевірити конусність ротора сепаратора, міцність з'єднання втулки ротора (барабана).

Допускаемое напряжение материала ротора при рабочей температуре

$$[\sigma]_p = \eta \sigma_p^* = 152 \cdot 1 = 152 \text{ МПа, где } \eta = 1, \quad \sigma_p^* = 152 \text{ МПа.}$$

Допустима напруга матеріалу ротора при робочій температурі

$$[\sigma]_{p.кр} = \eta \sigma_p^* = 152 \cdot 1 = 152 \text{ МПа.}$$

Допустима напруга в зоні крайового ефекту

$$[\sigma]_{p.кр} = 1,3[\sigma]_p = 1,3 \cdot 152 = 197,6 \text{ МПа.}$$

Розрахунок товщини стінок обичайок

Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки сепаратора.

Товщина стінки циліндричної обичайки сепаратора визначається за

формулою: 
$$S = \rho c \omega^2 R^3 \psi / [2(\phi[\sigma]_p - \rho_m \cdot \omega^2 R^2)] + C + C_0 = 1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3 \cdot 1 / [2(1 \cdot 152 - 1100 \cdot 100^2 \cdot 0,32^2)] + 0,001 + C_0 = 0,0013 + 0,001 = 0,0024 \text{ м}$$

Прийmemo  $S_{ц} = 12 \text{ мм}$ .

Розрахунок товщини стінки конічної обичайки

Товщина стінки конічної обичайки дорівнює:

$$S_k = \rho c \omega^2 R^3 \psi / [2(\phi[\sigma]_p - \rho_m \cdot \omega^2 R^2) \cos \alpha] + C + C_0 = 1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3 \cdot 1 / [2(0,9 \cdot 152 - 1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^2) \cdot 0,57] + 0,001 + C_0 = 0,002 + 0,001 = 0,003 \text{ м}$$

Прийmemo  $S_k = 12 \text{ мм}$ .

Допустима кутова швидкість циліндричної обичайки, знаходимо за формулою:

$$[\omega]_{ц} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{\phi[\sigma]_p}{\rho c R \psi / [2(S - C)] - \rho}} = \frac{1}{0,320} \cdot \sqrt{\frac{0,9 \cdot 152 \cdot 10^6}{1000 \cdot 0,28 \cdot 1 / [2(12 - 1) \cdot 10^{-3}] - 1100}} = 138,6 \text{ с}^{-1},$$

Допустима кутова швидкість конічної оболонки, знаходимо за формулою:

$$[\omega]_{к} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{\phi[\sigma]_p}{\rho c R \psi / [2(S_k - C) \cos \alpha] - \rho}} = \frac{1}{0,6} \cdot \sqrt{\frac{0,9 \cdot 152 \cdot 10^6}{1000 \cdot 0,28 \cdot 1 / [2(12 - 1) \cdot \cos 55^\circ] - 1100}} = 101,34 \text{ с}^{-1},$$

Ротора циліндро-конічного:

$$[\omega]_k = \min \{[\omega]_{ц}; [\omega]_k\} = \min \{138,6; 101,34\} = 101,34 \text{ с}^{-1};$$

Рівняння сумісності деформацій для вузла з'єднання циліндричної і конічної обичайок барабана з урахуванням напрямку:

$$\Delta_{рм}^u + \Delta_{рс}^u + \Delta_{м0}^u + \Delta_{Q0}^u = \Delta_{рм}^k + \Delta_{рс}^k + \Delta_{м0}^k + \Delta_{(Q0-Q)}^k - \Theta_{рм}^u - \Theta_{рс}^u - \Theta_{м0}^u + \Theta_{Q0}^u = \Theta_{рм}^k + \Theta_{рс}^k + \Theta_{м0}^k + \Theta_{(Q0-Q)}^k$$

$$\Delta_{рс}^u = \frac{\rho c \omega^2 R^4}{2E(S - C)} \psi \left(1 - \mu \frac{\psi}{4}\right) = \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^4}{2E(0,012 - 0,001)} \cdot 1 \cdot \left(1 - 0,3 \frac{1}{4}\right) = \frac{52915 \cdot 10^6}{E} \text{ м};$$

$$\Delta_{pm}^y = \frac{\rho_m \omega^2 R^3}{E} = \frac{1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{E} = \frac{3 \cdot 10^6}{E};$$

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{R(S-C)}} = \frac{\sqrt[4]{3(1-0,3^2)}}{\sqrt{0,28(0,012-0,001)}} = 21,66 m^{-1};$$

$$\Delta_{Q_0}^y = \frac{2\beta R^2}{E(S-C)} Q_0 = \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,28^2}{E(0,012-0,001)} \cdot Q_0 = 403,27 \frac{Q_0}{E} m;$$

$$\Delta_{M_0}^y = \frac{2\beta R^2}{E(S-C)} M_0 = \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,28^2}{E(0,012-0,001)} \cdot Q_0 = 8734,8 \frac{M_0}{E} m;$$

$$\Theta_{pm}^y = \Theta_{pc}^y = 0;$$

$$\Theta_{Q_0}^y = \frac{2\beta^2 R^2}{E(S-C)} Q_0 = \frac{2 \cdot 21,66^2 \cdot 0,28^2}{E(0,012-0,001)} \cdot Q_0 = 8734,8 \frac{Q_0}{E} \text{ рад};$$

$$\Theta_{M_0}^y = \frac{4\beta^3 R^2}{E(S-C)} M_0 = \frac{4 \cdot 21,66^3 \cdot 0,28^2}{E(0,012-0,001)} \cdot M_0 = 378392,6 \frac{M_0}{E} \text{ рад};$$

$$\Delta_{pc}^k = \frac{\rho_c \omega^2 R^4}{2E(S-C) \cos \alpha} \psi = \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^4}{2E(0,018-0,001)} \cdot 1 = \frac{8,09 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Delta_{pm}^k = \frac{\rho_m \omega^2 R^3}{E} = \frac{1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{E} = \frac{3 \cdot 10^6}{E};$$

$$\beta = \frac{\sqrt[4]{3(1-\mu^2)}}{\sqrt{R(S_\kappa - C) / \cos \alpha}} = \frac{\sqrt[4]{3(1-0,3^2)}}{\sqrt{0,28(0,012-0,001) / 0,5707}} = 18,2 m^{-1};$$

$$Q = \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{8} \psi^2 \operatorname{tg} \alpha = \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{8} \cdot 1 \cdot 1,4 = 49161,2 \text{ н/м};$$

$$\Delta_{(Q_0-Q)}^k = \frac{2\beta_\kappa R^2 (Q_0 - Q)}{E(S_\kappa - C)} = \frac{2 \cdot 18,2 \cdot 0,28^2 (Q_0 - Q)}{E(0,012-0,001)} = 338,85 \frac{Q_0 - Q}{E};$$

$$\Delta_{M_0}^k = \frac{2\beta_\kappa^2 R^2}{E(S_\kappa - C) \cos \alpha} M_0 = \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,28^2}{E(0,012-0,001) \cdot 0,5707} \cdot M_0 = 8722,89 \frac{M_0}{E};$$

$$\Theta_{pc}^k = \frac{\rho_c \omega^2 R^2 \cdot M_0}{2E(S_\kappa - C) \cos^2 \alpha} (1 + \psi) = \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3 \cdot 0,5707}{2E(0,012-0,001) \cdot 0,5707^2} = \frac{50,5 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Theta_{pm}^{\kappa} = \frac{(3 + \mu)\rho_m \omega^2 R^2}{E} = \frac{(3 + 0,3) \cdot 1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^2}{E} = \frac{30,94 \cdot 10^6}{E};$$

$$\Theta_{(Q_0 - Q)}^{\kappa} = \frac{2\beta_{\kappa}^2 R^2 (Q_0 - Q)}{E(S_{\kappa} - C) \cos \alpha} = \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,28^2 (Q_0 - Q)}{E(0,012 - 0,001) \cdot 0,5707} = 8722,9 \frac{Q_0 - Q}{E};$$

$$\Theta_{M_0}^{\kappa} = \frac{4\beta^3 R^2}{E(S_{\kappa} - C) \cos^2 \alpha} M_0 = \frac{4 \cdot 18,2^3 \cdot 0,28^2}{E(0,012 - 0,001) \cdot 0,5707^2} \cdot M_0 = 448963,9 \frac{M_0}{E}$$

Підставивши знайдені значення роздільних і кутових деформацій в систему рівнянь і спростивши, отримаємо:

$$11,91M_0 + 1222,1Q_0 = 13,85 \cdot 10^6$$

$$827360,6M_0 + 11,91Q_0 = 347,36 \cdot 10^6$$

$$Q_0 = 11301 \text{ н/м}; M_0 = 518 \text{ Н.}$$

Нормальні напруги на внутрішній поверхні краю циліндричної обичайки з урахуванням формул та напрямки дії навантажень:

- Меридіальне

$$\sigma_{m\zeta} = \sigma_{m\zeta}^{pm} + \sigma_{m\zeta}^{pc} + \sigma_{m\zeta}^{Q_0} + \sigma_{m\zeta}^{M_0} = 0 + 0 + \frac{\rho \omega^2 R^3}{8(S - C)} \psi^2 + \frac{6 - M_0}{(S - C)^2} = \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{8(0,012 - 0,001)}$$

$$1^2 + \frac{6 \cdot 518}{(0,012 - 0,001)^2} = 4469203,7 + 25685950,4 = 30,155 \cdot 10^6 \text{ Па} = 30,155 \text{ МПа}$$

- Колове

$$\sigma_{t\zeta} = \sigma_{t\zeta}^{pm} + \sigma_{t\zeta}^{pc} + \sigma_{t\zeta}^{Q_0} + \sigma_{t\zeta}^{M_0} = \rho_m \omega^2 R^2 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{2(S - C)} \psi - \frac{2\beta R}{S - C} Q_0 + \frac{2\beta^2 R}{S - C} M_0 +$$

$$\frac{6\mu M_0}{(S - C)^2} = 1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^2 + \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^2}{2(0,012 - 0,001)} \cdot 1 - \frac{2 \cdot 21,66 \cdot 0,32}{(0,012 - 0,001)} \cdot 11301 +$$

$$+ \frac{2 \cdot 21,66^2 \cdot 0,28}{(0,012 - 0,001)^2} \cdot 518 + \frac{6 \cdot 0,3 \cdot 518}{(0,012 - 0,001)^2} = 1178518,86 + 17876814,76 -$$

$$- 14241725,67 + 14139496,77 + 7705785,12 = 26,66 \text{ МПа}$$

-Еквівалентне

$$\sigma_{\text{екв.ц}} = \max \{ \sigma_{m\zeta}; \sigma_{t\zeta} \} = \max \{ 30,155; 26,66 \} = 30,155 \text{ МПа.}$$

Так як  $\sigma_{\text{экв.ц}} < [\sigma]_{\text{р.кр}}(30,155 < 0,9 \cdot 197,6) = 177,84$  МПа, то

Умова міцності краю циліндричної обичайки виконується.

Нормальні напруги на внутрішній поверхні краю конічної обичайки з урахуванням формул та напрямки дії навантажень:

- Меридіальне

$$\sigma_{mk} = \sigma_{mk}^{pm} + \sigma_{mk}^{pc} + \sigma_{mk}^{Q_0-Q} + \sigma_{mk}^{M_0} = 0 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{8(S_k - c) \cos \alpha} \psi^2 + \frac{(Q_0 - Q) \sin \alpha}{S_k - c} + \frac{6M_0 \mu}{(S_k - c)^2} =$$

$$\frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{8(0,012 - 0,001) \cdot 0,5707} \cdot 1^2 + \frac{(11301 - 49161,2) \cdot 0,5707}{(0,012 - 0,001)} + \frac{6 \cdot 518 \cdot 0,3}{(0,012 - 0,001)^2} =$$

$$= 19754259,6 - 2433378,3 + 7705785 = 25,06 \text{ МПа}$$

- Колове

$$\sigma_{tk} = \sigma_{tk}^{pm} + \sigma_{tk}^{pc} + \sigma_{tk}^{Q_0-Q} + \sigma_{tk}^{M_0} = \rho_c \omega^2 R^2 + \frac{\rho_c \omega^2 R^3}{2(S_k - c) \cos \alpha} \psi + \frac{2\beta R(Q_0 - Q)}{S_k - c} +$$

$$\frac{2\beta_k^2 R M_0}{(S_k - c) \cos \alpha} + \frac{6M_0 \mu}{(S_k - c)^2} = 1100 \cdot 100^2 \cdot 0,28^2 + \frac{1000 \cdot 100^2 \cdot 0,28^3}{2(0,012 - 0,001) \cdot 0,5707} \cdot 1 +$$

$$+ \frac{2 \cdot 18,2 \cdot 0,28(11301 - 49161,2)}{(0,012 - 0,001)} + \frac{2 \cdot 18,2^2 \cdot 0,28 \cdot 518}{(0,012 - 0,001) \cdot 0,5707} + \frac{6 \cdot 518 \cdot 0,3}{(0,012 - 0,001)^2} = 1229031 +$$

$$+ 79017038,34 - 40090298,2 + 14120185,78 + 7705785,124 = 61,98 \text{ МПа}$$

- Еквівалентне

$$\sigma_{\text{экв.к}} = \max \{ \sigma_{mk}; \sigma_{tk} \} = \max \{ 25,06; 61,98 \} = 61,98 \text{ МПа.}$$

Так як  $\sigma_{\text{экв.ц}} < [\sigma]_{\text{р.кр}}(30,155 < 0,9 \cdot 197,6 < 177,84)$

$\sigma_{\text{экв.к}} < [\sigma]_{\text{р.кр}}(61,98 \text{ МПа} < 0,9 \cdot 197,6 < 177,84)$ , то умова міцності вузла з'єднання циліндричної і конічної обичайок ротора виконується.

## 5. Вибір конструкційних матеріалів

Харчова промисловість в силу своїх особливостей висуває додаткові вимоги до вибору інгредієнтів. Головна вимога – щоб матеріал міг контактувати з харчовими продуктами. Використовуйте загальні критерії машинобудування для вибору матеріалів, коли вузли об'єкта проектування не контактують безпосередньо з їжею. Раціональна конструкція машини або пристрою — це така, яка максимізує фізичні властивості складових матеріалів деталі для досягнення необхідної міцності, жорсткості та зносостійкості за найменшої можливої ваги та вартості.

Сучасний розвиток людства пов'язаний з розвитком нових технологій, створенням нових матеріалів для використання в різних галузях промисловості, збільшенням терміну служби виготовлених деталей, машин і пристроїв.

У машинобудуванні велике значення має раціональний підбір конструкційних матеріалів при виготовленні обладнання для харчової і переробної промисловості. Їх використання обмежене санітарно-гігієнічними вимогами, а також доступністю та вартістю. У харчовій промисловості дозволено використовувати обмежену кількість матеріалів. Застосування кольорових сплавів, легованих і високолегованих сталей не завжди економічно виправдано.

На відміну від інших виробництв, робота в харчовій промисловості характеризується безпосереднім контактом поверхонь деталей із сировиною, напівфабрикатами і готовою продукцією. Взаємодія з шарами визначає властивості і характеристики зношування обладнання. Технічне середовище, що характеризується вираженою хімічною і поверхневою активністю, впливає на знос і його міцність.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вибір конструкційних матеріалів</b>	<b>21214.2.KP.05.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

Одним із ключових етапів у розвитку металургії стало створення та розвиток нержавіючої сталі.

Нержавіюча сталь - це складна легована сталь, яка має належну стійкість до корозії в так званих агресивних середовищах, включаючи атмосферні умови. Основним легуючим елементом є хром (Cr (12-20%)).

Переваги нержавіючих сталей:

1. Технологія - мають дуже високу пластичність, тому часто використовуються для деталей, які виготовляються методом глибокої витяжки.
2. Корозійна стійкість - існують види сталі, які стійкі до корозії не тільки в звичайних атмосферних і водних умовах, але і в багатьох кислотах, лугах і деяких хлоридних розчинах.
3. Міцність. Механічні властивості нержавіючої сталі дозволяють зменшити товщину та вагу виробів без шкоди для міцності.
4. Гігієна. Нержавіюча сталь є найбільш гігієнічною поверхнею для приготування їжі.
5. Естетичний зовнішній вигляд - яскрава поверхня з нержавіючої сталі, яка легко миється, забезпечує привабливий і сучасний зовнішній вигляд виробів.

У пивоварній промисловості найчастіше використовують аустенітні сталі - немагнітні матеріали. Крім хрому містить нікель, який підвищує стійкість до корозії. До цієї групи належать нержавіючі сталі з підвищеним вмістом нікелю (10-20%) і хрому (17-25%), вони мають кращу стійкість до окислення при високих температурах. Головною перевагою аустенітної структури є високі механічні властивості..

Розглянемо нержавіючу сталь 08X18H10. Хімічний склад:

- кремній ( Si ), не більше – 0,8 %;
- мідь ( Cu ), не більше – 0,3 %;
- марганець ( Mn ), не більше – 0,2;
- нікель ( Ni ) – 9 – 11 %;

- титан ( Ti ), не більше – 0,5 %;
- фосфор ( P ), не більше – 0,035;
- хром ( Cr ) – 17 – 19 %;
- сера ( S ), не більше – 0,02 %.

Властивості сталі 08X18H10: легко піддається зварюванню, стійка до міжкристалевої корозії.

Застосування сталі 08X18H10: установки для харчової, хімічної, текстильної, нафтогазопереробної й фармацевтичної промисловості.

Зварюваність: без обмежень. Спосіб зварки: РДС – електроди ОЗЛ – 8, ОЗЛ – 12.

Физические свойства материала 08X18H10 .

T	$E \cdot 10^{-5}$	$a \cdot 10^6$	l	r	C	$R \cdot 10^9$
Град	МПа	1/Град	Вт/(м-град)	кг/м <sup>3</sup>	Дж/(кг-град)	Ом-м
20	1.96		17	7850		800
100		16			504	
200		17				
300		17				
400		18				
500		18				
T	$E \cdot 10^{-5}$	$a \cdot 10^6$	l	r	C	$R \cdot 10^9$

Дріжджі є сильно корозійно активним середовищем (рН= 6,0...4,2), тому однією з основних вимог до матеріалів, що використовуються в техніці, є висока корозійна стійкість.

Сталь марки 07X16H6 (X16H6) (ГОСТ 5949-75) є основним матеріалом для деталей сепараторів, що працюють в агресивних середовищах. Це високоміцний матеріал, стійкий до корозії. Можуть бути замінені титан і титанові сплави ВТ14, ВТ16.

Модифікований алюмінієвий сплав Д16 (ГОСТ 4784-74) є матеріалом для сепараторних пластин як високонавантаженого елемента конструкції обладнання.

Бронза олов'яна лита БрО10Ф1 (ГОСТ 613-79) використовується у виробництві втулок зубчастих передач, сепараторів, як комплектуючих вузлів підвищених навантажень пар тертя, що працюють у важких умовах.

Для виготовлення валів сепараторів використовується конструкційна вуглецева сталь 40 (ГОСТ 1050-74).

## 6. Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту

### 6.1. Монтаж сепараторів

Сепаратори поставляються зібраними, упакованими в дерев'яну обрешітку, обшиту зсередини руберойдом, зі знятим барабаном. Зібраний барабан і кришка кріпляться до дна ящика сталевим ременем. Сепаратори встановлюються тільки на фундаменти. Установка на підвісні стелі та металеві конструкції не допускається. Загальні вимоги до фундаментів під сепаратори, а також правила приймання сепараторів до монтажу вказані в СНиП. Готовність фундаментів до монтажних робіт і приймання сепараторів до монтажу оформляються законодавчо.

При отриманні сепаратора необхідно на основі заводської документації перевірити, чи проводилися підприємством-виробником контрольні-складальні, стендові та інші випробування відповідно до технічних умов його виготовлення та поставки, а також наявність запис про результати тестування в паспорт. Сепаратор приймається до монтажу після зовнішнього випробування без розбирання на вузли і деталі. При цьому перевіряється: комплектність і відповідність обладнання заводським специфікаціям або транспортно-пакувальним протоколам; відсутність пошкоджень, надломів, тріщин та інших видимих дефектів сепаратора; наявність і повнота технічної документації виробника, необхідної для виконання монтажних робіт.

Монтаж сепаратора виконується на заздалегідь підготовлену основу з 4 опорами під фундаментні болти розміром 100x100 мм, згідно складального креслення. Залежно від комплекту поставки чавунна фундаментна плита з прикріпленим сепаратором монтується безпосередньо на фундамент або на раму, що постачається разом із сепаратором. У першому випадку за допомогою спеціального дерев'яного шаблону анкерний болт кріпиться і центрується в колодязі фундаменту.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту</b>	<b>21214.2.KP.06.000.ПЗ</b>			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>

Анкерні болти повинні бути розміщені таким чином, щоб вони вільно лежали в отворах фундаментної плити під час наступного монтажу, інакше не можна гарантувати плавну компенсацію коливань сепаратора під час роботи. Анкерні болти заливають бетоном і залишають на не менше 72 годин.

При наявності повної рами анкерні болти вставляються в її отвори і закручуються гайками. Каркас встановлюється на фундамент за допомогою плит, при цьому фундаментні болти втаплюються в фундаментний блок. Після встановлення рами в двох напрямках перпендикулярно один одному з точністю не менше 0,1 мм на 1 м довжини, анкерні болти заливаються бетоном, залишають на 72 години і після додаткової перевірки правильності монтажу рама заливається бетоном. Після застигання бетону приступають до монтажу фундаментної плити. Для цього на вкручені в раму болти насаджують комплект деталей для нижніх гумових амортизаторів і монтують фундаментну плиту, на яку кладуть комплект деталей для верхніх гумових амортизаторів.

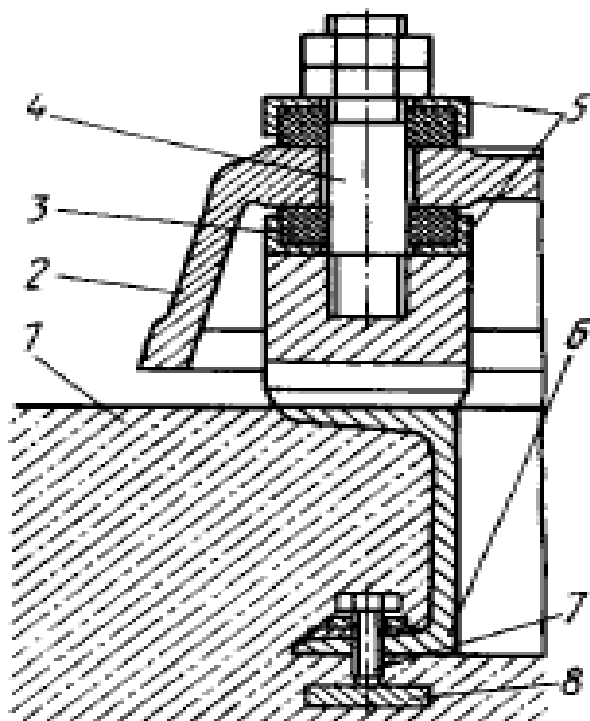


Рис. 6.1.– Схема монтажу сепаратора

1-фундамент; 2-фундаментна плита; 3-прокладка; 4-шпилька М20х100; 5-шайба; 6-рама; 7-болт М16х60; 8-пластина 45х45мм.

Потім перевіряють правильність монтажу розпірки, розміщуючи розпірку в двох взаємно перпендикулярних напрямках вимірювальної лінії за допомогою монтажного рівня на верхньому різьбовому краю корпусу рами. При необхідності можна використовувати кріпильну прокладку зі сталеві пластини, яка вставляється між основою нижнього амортизатора і шайбою. Точність монтажу сепаратора повинна бути не менше 0,1 мм на метр довжини.

Накрутіть гайку на анкерний болт або шпильку, доки вона не торкнеться шайби на верхньому амортизаторі, потім затягніть на другий півоберта, щоб створити невеликий натяг, і зафіксуйте її в цьому положенні контргайкою.

Після підключення до електромережі перевірте, щоб напрямок обертання ротора електродвигуна відповідав напрямку стрілки, вказаній на сепараторі. На вертикальному валу встановлений барабан, змонтовані збірники для прийому і відведення дріжджового концентрату і фугату, патрубкі сепаратора з'єднані з технологічними трубопроводами за допомогою гнучких вставок.

Випробування сепаратора на холостому ході проводять при викручених стопорних гвинтах і натиснутих гальмівних колодках. На початку випробування (період розгону) нормальними явищами вважаються вібрація сепаратора і нагрівання фрикційних муфт. Сепаратор повинен досягти необхідної швидкості протягом 5-6 хвилин після запуску, після чого вібрація повинна зникнути. Сепаратор випробовують на холостому ході протягом 1 години.

## 6.2.Характерні несправності сепаратора та способи їх усунення

<i>Несправності</i>	<i>Причини виникнення</i>	<i>Способи усунення</i>
<i>Сильна вібрація</i>	<i>1.Неправильно зібраний барабан</i>	<i>1.Розібрати та зібрати правильно</i>
	<i>2.Пошкоджені пружини горлової опори</i>	<i>2.Замінити комплект пружин повністю</i>
	<i>3.Пошкоджені підшипники</i>	<i>3.Замінити підшипники</i>
	<i>4.Пошкоджені посадочні конуси</i>	<i>4.Перевірити чистоту посадочних конусів веретена та основи барабана на биття веретена(не більше 0,04мм)</i>
	<i>5.Пошкоджена зубчата передача</i>	<i>5.Замінити зубчату передачу</i>
	<i>6.Пошкоджені деталі відцентрової муфти</i>	<i>6.Замінити новими</i>
	<i>7.Забилися нерівномірно мундштуки</i>	<i>7.Розібрати барабан та прочистити мундштуки</i>
	<i>8.Перед пуском сепаратора в барабані знаходився осад</i>	<i>8.Розібрати та почистити барабан</i>

<b>Важкий хід сепаратора</b>	<b>1.Недостатньо масла в картері станини</b>	<b>1.Долити масло до необхідного рівня</b>
	<b>2.Пошкоджені підшипники приводу</b>	<b>2.замінити підшипники</b>
	<b>3.Пошкоджені деталі фрикційної муфти</b>	<b>3.замінити новими</b>
	<b>4.Недостатній зазор в щепленні</b>	<b>4.Замінити зубчасту пару</b>
<b>Великий винос дріжджових клітин</b>	<b>1.Завищена продуктивність</b>	<b>1.Зменшити подачу вихідного продукту</b>
	<b>2.Мундштуки забилися осадом</b>	<b>2.Розібрати барабан та прочистити мундштуки</b>
	<b>3.Швидкість барабану менше розрахункової</b>	<b>3.Замінити колодки муфти</b>
<b>Перегрів підшипників</b>	<b>1.Зношені чи пошкоджені підшипники</b>	<b>1.Замінити підшипники</b>
	<b>2.Недостача чи надлишок мастила в картері</b>	<b>2.Перевірити рівень мастила в картері</b>
	<b>3.Брудне мастило</b>	<b>3.Замінити мастило</b>
	<b>4.Слабка посадка підшипників на вал або на корпус</b>	<b>4.Замінити зношені деталі</b>

<i>При пуску та зупинці чутний посторонній шум</i>	<i>1.Пошкоджені пружини горлової опори</i>	<i>1.Замінити комплект пружин</i>
	<i>2.Пошкоджені підшипники приводу</i>	<i>2.Замінити підшипники</i>
<i>Підвищення току при незмінних витратах</i>	<i>1.Знос отворів фільтр</i>	<i>1.Замінити фільтри новими</i>

### Ремонт

Графік планово - попереджувального ремонту. Табл. 6.1.

Назва обладнання	Тип або марка	Категорія ремонтної складності	Розряд ремонтного циклу	Тривалість, місяці		
				Ремонтного циклу	Міжремонтного періоду	Між оглядового періоду
сепаратор	ОСЯ	1,6	II	20	5	1

Види ремонтних та профілактичних робіт та їх трудомісткість по місяцям, нормо- год											Загальна трудомісткість роботи, нормо- год					
											сього	В тому числі				
	I	II	V		I	II	III	X		I		II	люс	тан	н	
О/1,36	О/1,36	О/1,36	О/1,36	П/9,76	О/1,36	О/1,36	О/1,36	О/1,36	О/1,36	О/1,36	С/37,6	О/1,36	60,96	44	11,2	1,16

212142.KP.06.000.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова  
UA

Аркуш  
78

## Структура ремонтного циклу

К-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-С-О-О-О-О-П-О-О-О-О-О-К

Таблиця 6.2. Норми трудомісткості ремонтів і оглядів в люд.год на одну умовну ремонтну одиницю

Роботи	Огляд	Види ремонту		
		П	С	К
Слюсарні	0,75	4	16	23
Станочні	0,1	2	7	10
Інші	-	0,1	0,5	2
Всього	0,85	6,1	23,5	35

## 1. Трудомісткість ремонтного циклу

$$T_{p.c} = R (35 + 23,5 \sum C + 6,1 \sum П + 0,85 \sum O) \text{ люд.год}$$

R- категорія ремонтної складності

$$T_{p.c} = 1,6(35 + 23,5 \times 1 + 6,1 \times 2 + 0,85 \times 16) = 134,88 \text{ люд.год}$$

## 2. Тривалість в місяцях міжремонтних періодів

$$P_{mp} = \frac{Pr_c}{\sum C + \sum П + 1}, \text{міс.}$$

P<sub>рц</sub>- ремонтний цикл

$$P_{mp} = \frac{20}{1+2+1} = 5 \text{ міс.}$$

## 3. Тривалість між оглядових періодів

$$P_{mo} = \frac{Pr_c}{\sum C + \sum П + \sum O + 1}, \text{міс.}$$

$$P_{mo} = \frac{20}{1+2+16+1} = 1 \text{ міс.}$$

## 4. Необхідна кількість робочої сили

## 4.1. Для міжремонтного обслуговування

$$Ch_{m.o} = \frac{\sum R}{D}, \text{люди/змін}$$

Ch<sub>м.о</sub>- число явочних робітників, необхідне для забезпечення міжремонтного обслуговування в зміну

$\sum R$ - сума ремонтних одиниць обслуговуючого обладнання .

Приймає за категорію ремонтної складності,  $R= 1,6$

$D$ - норма міжремонтного обслуговування в умовних ремонтних одиницях на одного робітника в зміну.

Приймаємо, що  $D= 500$ .

$$Ч_{м.о} = \frac{1,6}{500} = 0,0032 \text{ люд./зміну}$$

#### 4.2. Для виконання планових ремонтів

$$Ч_p = \frac{(T_{pk} \times \sum R_k + T_{pc} \times \sum R_c + T_{pp} \times \sum R_{п} + T_{po} \times \sum R_o)}{\Phi} \times K_n$$

$Ч_p$ - необхідна середньорічна кількість явочних робітників

$T_{pk}, T_{pc}, T_{pp}, T_{po}$ - норми трудомісткості на одну ремонтну одиницю для капітального, середнього, поточного ремонтів та огляду в люд.год

$\sum R_k, \sum R_c, \sum R_{п}, \sum R_o$ - загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальному, середньому, поточному ремонтах та огляді

$K_n$ - коефіцієнт виконання норм часу.

Приймаємо  $K_n= 0,9$

$\Phi$ - ефективний річний фонд часу робітника в годину  $\Phi= 2000$

$$\sum R_c = R \times \sum C = 1,6 \times 1 = 1,6 \text{ год.}$$

$$\sum R_n = R \times \sum П = 1,6 \times 1 = 1,6 \text{ год.}$$

$$\sum R_o = R \times \sum O = 1,6 \times 10 = 16 \text{ год.}$$

$$Ч_p = \frac{(23,5 \times 1 + 6,1 \times 1 + 0,85 \times 10)}{2000} \times 0,9 = 0,017$$

#### 5. Простій обладнання

5.1. Простій обладнання при ремонті обчислюється з моменту зупинки на ремонт до моменту приймання його з ремонту по акту. Тривалість ремонту обладнання в змінах визначається за формулою:

$$A = \frac{T_p \times R \times K_n}{B \times T_c \times C}$$

$T_p$ - норма трудомісткості на ремонт однієї умовної одиниці ремонтної складності в люд.год

R- категорія ремонтної складності

$K_n$ - коефіцієнт виконання норми часу

B- кількість ремонтних робітників, працюючих в одну зміну

$T_c$ - тривалість зміни в годинах

C- змінність роботи на ремонті даного обладнання

*На огляд*

$$A = \frac{0,85 \times 1,6 \times 0,9}{2 \times 8 \times 1} = 0,0765 \text{ зміни}$$

*На поточний ремонт*

$$A = \frac{6,1 \times 1,6 \times 0,9}{2 \times 8 \times 1} = 0,549 \text{ зміни}$$

*На середній ремонт*

$$A = \frac{23,5 \times 1,6 \times 0,9}{2 \times 8 \times 1} = 2,115 \text{ зміни}$$

*На капітальний ремонт*

$$A = \frac{35 \times 1,6 \times 0,9}{2 \times 8 \times 1} = 3,15 \text{ зміни}$$

5.2 Тривалість простою обладнання в ремонті

$$A = \frac{24 \times R \times P_p}{T_c}$$

$P_p$ - норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

$P_p$  в одну зміну при огляді - 0,05 , при поточному ремонті – 0,015 , при середньому – 0,42 , при капітальному – 0,8.

*На огляд*

$$A = \frac{24 \times 0,05 \times 1,5}{8} = 0,24 \text{ зміни}$$

*На поточний ремонт*

$$A = \frac{24 \times 0,015 \times 1,6}{8} = 0,072 \text{ зміни}$$

*На середній ремонт*

$$A = \frac{24 \times 0,42 \times 1,6}{8} = 2,016 \text{ зміни}$$

*На капітальний ремонт*

$$A = \frac{24 \times 0,8 \times 1,6}{8} = 3,84 \text{ зміни}$$

6. Витрати праці на ремонт і профілактичні роботи визначаються по формулі:

$$P=a \times R$$

a- норма часу однієї ремонтної одиниці

R- категорія ремонтної складності

6.1. На слюсарні роботи

*На огляд*

$$P=a \times R \times n$$

n- кількість одиничних робіт

$$P= 1,6 \times 0,75 \times 10 = 12 \text{ нормо-год}$$

*На поточний ремонт*

$$P= 1,6 \times 4 = 6,4 \text{ нормо- год}$$

*На середній ремонт*

$$P= 1,6 \times 16 = 25,6 \text{ нормо-год}$$

6.2 На станочні роботи

*На огляд*

$$P= 1,6 \times 0,1 \times 10 = 1,6 \text{ нормо- год}$$

*На поточний ремонт*

$$P= 1,6 \times 2 \times 1 = 3,2 \text{ нормо- год}$$

*На середній ремонт*

$$P= 1,6 \times 7 \times 1 = 11,2 \text{ нормо- год}$$

За критеріями категорії складності ремонту Р-1.3. Відповідно до таблиці 1 на огляд окремої ремонтної одиниці витрачається 0,85 год, на поточний ремонт — 6,1 год, на середній — 23,5 год, на капітальний — 35 год.

Затрати праці визначаються:

*На огляд*

$$0,85 \times 1,6 = 1,36 \text{ год}$$

*На поточний ремонт*

$$6,1 \times 1,6 = 9,76 \text{ год}$$

*На середній ремонт*

$$23,5 \times 1,6 = 37,6 \text{ год}$$

*На капітальний ремонт*

$$35 \times 1,6 = 48 \text{ год}$$

Графіком профілактичного ремонту передбачено 10 оглядів, 1 поточний і 1 середнього ремонту на рік. Тоді річна вартість буде:

На огляд – 13,6 год.

На поточний - 9,76 год.

На середній – 37,6 год.

Всього – 60,96 год.

Трудомісткість інших видів робіт з достатньою для практичних розрахунків точністю можна визначити за формулою:

$$P_{ін} = P_{заг} - (\sum P_{сл} + \sum P_{ст})$$

$$P_{ін} = 60,96 - ((12 + 6,4 + 25,6) + (1,6 + 3,2 + 11,2)) = 60,96 - 59,8 = 1,16 \text{ нормо-год.}$$

### 6.3. Особливості технічного обслуговування та експлуатації

Перед запуском сепаратора переконайтеся, що барабанні гальма та установчі гвинти послаблені. Перевірте кількість мастила в масляній ванні і правильність з'єднувальних ліній. Тривалість розгону сепаратора повинна відповідати паспортним даним (не більше 7-8 хвилин). Перед відправкою продукту в сепаратор через барабан слід пропустити гарячу воду для миття, підігріву і перевірки на герметичність. Після розгону барабана на робочу частину обертання в гідроагрегат подається буферна рідина (водопровідна вода).

Промивання сепаратора починається відразу після закінчення сепарації. Гарячу воду пропускають через барабан 15 хв, а піну 10...15 хв. Потім барабан промивають водою з-під крана протягом 10 хвилин.

Після повної зупинки барабана знімні пристрої і барабан демонтують. Усі частини сепаратора, які контактують із продуктом, ретельно промивають і висушують у сухому теплому місці.

Після відділення ретельно протріть каркас ліжка та інші пофарбовані ділянки чистою вологою тканиною, потім протріть сухою тканиною. Нефарбовані, але оброблені деталі слід ретельно протерти і змастити тонким шаром мастила.

Не запускайте сепаратор, якщо в масляній ванні недостатньо мастила.

Зубчасті муфти шарикопідшипників змащуються розбризкуванням мастила з ванни з обертовою передачею. Для змащування приводу рекомендується використовувати дизельне масло М8В або розділювальні масла L і Т. Масло має бути чистим, вільним від води та твердих частинок. При заливці мастила необхідно використовувати фільтр. Перша заміна масла відбувається через 15...20 год, друга - через 100 год, третя - через 200 год роботи сепаратора. Надалі масло буде змінюватися регулярно, кожні 300...500 годин. Внутрішню порожнину станини і механізм періодично промивати гасом, заливаючи його в картер станини і вмикаючи механізм на 1—2 хвилини для змивання залишків бруду. Його миють двічі.

Обслуговувати пристрій можуть особи, які знають пристрій та інструкції з обслуговування. Ремонтні роботи можна проводити при вимкнених джерелах живлення. Очищайте та мийте систему лише при вимкненому приводі. Збирання та розбирання барабана можна виконувати лише інструментом, що входить до комплекту постачання.

Забороняється відкривати сепаратор під час роботи, запускати не повністю зібраний сепаратор і використовувати незаземлений електродвигун для впливу на частини барабана удару, зварювання або місцевого високотемпературного нагріву. Забороняється працювати на сепараторі з сильною вібрацією, зменшувати кількість барабанних тарілок, починати сепарацію до виходу барабана на робочу швидкість. Технічні огляди проводяться не рідше одного разу на 7-10 днів. Періодичність технічного

обслуговування барабана сепаратора визначається експериментально в процесі роботи сепаратора.

#### **6.4. Міри безпеки при обслуговуванні сепараторі.**

Монтаж і демонтаж барабана можна проводити тільки за допомогою інструментів, що постачаються разом із сепаратором. Випадкові особи, які не знайомі з правилами обслуговування сепараторів, до обслуговування не допускаються. Забороняється пускати не повністю зібраний сепаратор, бити, зварювати або локально перегрівати деталі барабана, замінювати деталі та вузли одного барабана окремими вузлами та деталями інших барабанів. Для барабанів заміна тільки внутрішніх і зовнішніх мундштуків, твердосплавних матриць, гумових і поліетиленових Прокладки та пластини до запчастин не більше 10 шт.

Забороняється експлуатація сепаратора з сильною вібрацією, зменшення кількості пластин в пакеті барабанних пластин, початок сепарації до досягнення робочої частоти барабана, запуск сепаратора з незаземленим електродвигуном. «биття» шпинделя, запуск сепаратора з несправним гальмом, використання металевого скребка або щітки при очищенні корпусної частини барабана, увімкнення гальма для включення сепаратора, без підключення електричного блокування Робота з сепараторами. **7.**

## 7.Цивільний захист

Радіаційна ситуація в Україні характеризується наявністю складного поєднання різноманітних джерел опромінення людини, які діють одночасно: індустриальні, медичні, а також «пролонговані» аварійні та техногенно-підсилені природні, а також ті, що супроводжують відходи виробництва, залишки минулих технологій, тощо.

Основними джерелами опромінення населення України, як і в інших країнах світу є техногенно-підсилені діяльністю людини природні джерела. Середньорічна ефективна доза опромінення населення цими джерелами в Україні становить понад 6 мЗв. Понад 70% цієї дози складає радон-222 – продукт розпаду природного урану-238.Актуальною також є проблема опромінення людини техногенно-підсиленими джерелами природного походження у виробничих умовах (металургія, не уранові шахти та інше).

Завдання радіаційного контролю визначається особливостями і масштабами практичної діяльності і, в першу чергу, направлені на досягнення наступної мети:

- підтвердження відповідності вимогам санітарного законодавства радіаційно – гігієнічних умов і виявлення радіаційної небезпеки;
- розрахунок поточних і прогнозованих рівнів опромінювання населення, а також техніки, матеріальних засобів, продовольства, води і об'єктів зовнішнього середовища;
- забезпечення вихідної інформації для розрахунку доз і прийняття рішень у випадку аварійного опромінення, підтвердження якості й ефективності радіаційного захисту людей;

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Чудовів С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Цивільний захист</b>	<b>21214.2.КР.07.000.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>	

Дані дозиметричного контролю можуть бути використані також для:  
удосконалювання застосовуваних і розробки нових технологій;

- надання населенню інформації, яка дозволяє їм зрозуміти як, де і коли вони були опромінені, що у свою чергу, допоможе їм надалі уникати додаткового опромінення.
- супроводи обов'язкового медичного обстеження населення;
- епідеміологічного спостереження за опроміненими контингентами.

### **7.1 Вимоги щодо організації радіаційного контролю**

Радіаційна безпека – це такий стан радіаційно – ядерного й оточуючого середовища, який забезпечує не перевищення встановлених лімітів доз, виключає будь-яке невиправдане опромінення та зменшення доз опромінення персоналу і населення нижче встановлених лімітів доз настільки, наскільки це може бути досягнуте й економічно обґрунтоване.

Протирадіаційний захист являє собою комплекс нормативно – правових, проектно – конструкторських, технічних і організаційних заходів, які забезпечують радіаційну безпеку.

Згідно із законом України «Про захист людини від впливу іонізуючого випромінювання» від 26 квітня 2001 року № 2397-III кожна людина, яка проживає або тимчасово перебуває на території України, має право на захист від впливу іонізуючого випромінювання. Це право забезпечується здійсненням комплексу заходів щодо запобігання впливу іонізуючого випромінювання на організм людини вище встановлених дозових меж опромінення, компенсацію за перевищення встановлених дозових меж опромінення та відшкодування шкоди, заподіяної внаслідок впливу іонізуючого випромінювання.»

Основна дозова межа індивідуального опромінення персоналу об'єктів, на яких здійснюється практична діяльність, не повинна перевищувати 20 мілівіертів ефективної дози опромінення на рік, при цьому допускається її

збільшення до 50 мілівіертів за умови, що середньорічна доза опромінення протягом 5 років не перевищує 20 мілівіертів.

До повноважень місцевих органів виконавчої влади щодо забезпечення захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання належать:

- прийняття згідно із законодавством України рішень про застосування на відповідній території заходів втручання у разі радіаційних аварій;
- організація проведення в установленому порядку щорічних обстежень з метою оцінки стану захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання та ведення екологічного паспорта території;
- організація контролю за виконанням заходів щодо захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання, що містяться в будівельних матеріалах;
- погодження планів заходів щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;
- забезпечення постійної готовності засобів оповіщення населення відповідної території про виникнення радіаційної аварії; організація контролю за виконанням заходів щодо захисту населення від радіаційних аварій та їх наслідків;
- розроблення та впровадження регіональних програм захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання.

Регіональна програма захисту населення від впливу іонізуючого випромінювання розробляється згідно з щорічною оцінкою стану захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання на відповідній території і повинна включати такі заходи:

- пошук і виявлення джерел та шляхів, що спричиняють вплив іонізуючого випромінювання на людину;

- реалізація заходів щодо знешкодження джерел і шляхів, що спричиняють вплив іонізуючого випромінювання на людину, та (або) захисту від цього впливу людини;
- впровадження пунктів радіаційного контролю продуктів харчування на ринках і в інших місцях їх масової реалізації;
- організація постів індивідуальних дозиметричних вимірювань згідно з нормативами, визначеними відповідними центральними органами виконавчої влади;
- надання населенню безоплатних консультацій з питань захисту від іонізуючого випромінювання, радіаційного контролю, дезактивації предметів побуту.

Юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, зобов'язані здійснювати систематичний контроль за радіаційним станом робочих місць, приміщень, території в санітарно – захисних зонах та зонах спостережень, а також за викидами і скидами радіоактивних речовин;

розробляти обґрунтування додержання норм радіаційної безпеки щодо нової продукції, матеріалів і речовин, технологічних процесів і виробництв;  
здійснювати контроль і облік індивідуальних доз опромінення персоналу;  
регулярно інформувати персонал щодо іонізуючого опромінення на робочих місцях та значення отриманих ним доз опромінення.

Юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, забезпечують готовність до ліквідації радіаційних аварій згідно з вимогами стандартів, норм і правил захисту людини від впливу іонізуючого випромінювання, а також умовами отриманих дозволів. До такого забезпечення належить наявність:

- переліку потенційно можливих радіаційних аварій і прогнозів їх можливих наслідків з відповідними обґрунтуваннями;

- Планів захисту персоналу і населення від потенційно можливих аварій та їх наслідків, погоджених з органами державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки або уповноваженими ними місцевими органами виконавчої влади та органами місцевого самоврядування та затверджених юридичними або фізичними особами і доведених до відома персоналу та населення;
- Засобів оповіщення персоналу та населення;
- Засобів забезпечення ліквідації наслідків радіаційної аварії;
- Засобів медичного захисту людини від впливу опромінення;
- Засобів індивідуального захисту людини;
- Засобів індивідуального дозиметричного контролю.

У разі виникнення радіаційної аварії юридичні та фізичні особи, які здійснюють практичну діяльність, зобов'язані забезпечити виконання планів захисту персоналу і населення від впливу аварії; інформувати про виникнення аварії органи державного регулювання ядерної та радіаційної безпеки; вжити заходів щодо подання медичної допомоги потерпілим внаслідок радіаційної аварії; здійснити заходи щодо запобігання розповсюдження радіоактивних речовин у довкіллі; провести аналіз і підготувати прогноз розвитку радіаційної аварії і змін радіаційної обстановки.

## **7.2 Здійснення радіаційного контролю на пивзаводі «Зіберт»**

Завод розташований за адресою Ватутіна, 3а.

- Площа ділянки, відведеної під будівництво заводу – 12167,77 м<sup>2</sup>.

В комплекс будівель пивзаводу входить варочний цех, адміністративно – побутовий корпус, бродильний цех, авто вагова на 30 тонн з КПП, площадка для стоянки автотранспорту, гаражі, ГРП, крамниця по продажу пива і безалкогольних напоїв, зони відпочинку.

Виробничий корпус запроектований одноповерховий з двоповерховою прибудовою.

У виробничому цеху розташовані: склад безтарного зберігання борошна (СБЗБ), виробниче приміщення, склад пива, відділення підготовки сировини до виробництва, майстерні, котельня, компресорна, основні виробничі приміщення мають змішане освітлення і аерацію.

Всі основні цехи і служби пивзаводу розміщені в одній будівлі – головному корпусі. Головний корпус – споруда, яка має в плані прямокутну форму.

Додатково на території комбінату побудовані допоміжні споруди: гаражі, КПП(контрольно-пропускний пункт), крамниця по продажу пива і безалкогольних напоїв.

Водопостачання, тепlopостачання, енергопостачання і газопостачання забезпечується від міських мереж. Тепlopостачання для технологічних цілей здійснюється від котельні комбінату, яка працює на газу.

Завод не є відокремленим об'єктом, з усіх сторін розташовані житлові будівлі, магазин тощо.

Пожежо-вибухово небезпечних і сильнодіючих речовин завод не виробляє і в роботі не використовує.

Ефективність захисних властивостей залежить від віку й стану засобу захисту. Відповідно до СП 2780 – 80 перевірка засобів індивідуального захисту за умов відсутності зауважень по захисним властивостям засобу проводиться кожні 2 роки. Забраковані засоби захисту до роботи не допускаються.

Кожна одиниця захисту повинна мати протокол перевірки із зазначенням дати останньої перевірки, який є єдиним офіційним документом, що дозволяє подальшу експлуатацію засобу захисту від іонізуючого випромінювання.

Джерелом опромінення виробничого персоналу може бути аварія на АЕС, транспортні засоби, що проїжджали по зараженій території. Для контролю опромінення пропонують використовувати наступні прилади: ДП – 24 і ДК – 02.

ДП – 24 – комплект дозиметрів, призначених для вимірювання

експозиційних доз випромінювання. Діапазон вимірювання 2 – 50 Р/добу.

Джерело живлення – два елементи 1,7 МПЦ – У – 10.

У комплект дозиметрів ДП – 24 входить п'ять прямопоказуючих дозиметрів ДКП – 50А, зарядний пристрій ЗД – 5, футляр, технічна документація. Підготовка комплекту до роботи передбачає зовнішній огляд, перевірку комплектності та зарядку дозиметрів до даного комплекту, їх технічну готовність. Для підготовки ДКП – 50А до роботи знімають пілозахисний ковпачок дозиметра і ковпачок з гнізда «Заряд» виводиться в напрямку проти руху годинникової стрілки, дозиметр встановлюється в гніздо і легенько притискується до дна гнізда. Спостерігаючи в окуляр і повертаючи ручку «Заряд» в напрямку руху годинникової стрілки потрібно встановити тінь від нитки на нуль шкали дозиметра і встановити на місце пілозахисний ковпачок.

Комплект дозиметрів ДК – 02 – призначений для вимірювання дози гамма- випромінювання у лабораторних умовах. Діапазон вимірювання 10 – 200 мР. Комплект складають 10 десять дозиметрів ДК – 02 і зарядний пристрій ЗД – 4. Будова ДК – 02 відрізняється від ДКП – 50А тільки габаритами. Для підготовки дозиметра оператор, спостерігаючи в окуляр мікроскопа, і повертаючи ручку «Заряд», розміщує тінь від нитки на нульову поділку шкали дозиметра.

Принцип роботи зарядного пристрою: під час обертання ручки в напрямку руху годинникової стрілки важільний механізм утворює тиск на п'єзоелементи, які, деформуючись, утворюють на торці різницю потенціалів, прикладену таким чином, щоб до центрального стержня подавався «плюс» на центральний електрод іонізаційної камери дозиметра, а на корпус «мінус» на зовнішній електрод іонізаційної камери.

Для приведення дозиметра в робочий стан його слід зарядити в такому порядку: повернути ручку зарядного пристрою проти годинникової стрілки до упору; встановити дозиметр у зарядно – контактне гніздо зарядного пристрою; спрямувати зарядний пристрій на зовнішнє джерело світла, і добиватися

максимального освітлення шкали поворотом дзеркальця; натиснути на дозиметр і, спостерігаючи в окуляр мікроскопа, рухати ручку зарядного пристрою в напрямку руху годинникової стрілки доти, поки відображення нитки на шкалі дозиметра не встановиться на позначці «0»; перевірити положення нитки: її відображення повинно бути на позначці «0».

Вимірювання радіоактивного забруднення продуктів харчування гамма – випромінюваними радіонуклідами виконується за допомогою рентгенометрів різних типів, які мають значну чутливість. Спочатку визначають зовнішній радіаційний фон, який має бути не більшим за 40 мкР/год. Радіаційний фон визначають на відстані 15 – 20 м від досліджуваного об'єкта. На відстані 1,5 см від об'єкта, маса якого має бути не менше за кілограм, вимірюють потужність дози. Далі від сумарного рівня віднімають показ радіаційного фону. Одержаний результат буде визначати радіоактивне забруднення по гамма – випромінювальних радіонуклідах.

Під час роботи з дозиметрами для контролю доз опромінення, отриманих людиною, заповнюють такий документ:

Табл. 1 Журнал контролю опромінення за квітень місяць 2015 року

№ п/п	Прізвище та ініціали	Посада	Дата початку опромінення	Дата опромінення в рядках (підсумково за днями вимірювання)						Сумарна доза, рад/год		Примітка
				02 04	03 04	05 04	07 04	18 04	28 04	Перші чотири доби	Місяць	
1	Іванов І.О.	Нач.цеху	02.04	5	–	10	–	20	–	15	20	
2	Рабинович О.І.	Водій	02.04	4	4	–	10	–	12	10	15	

#### 1а. Картка обліку доз опромінення

Прізвище: Іваненко

Ім'я: Сергій

По-батькові: Сергійович

Дата (термін опромінення)	Доза, рад	Підпис начальника
02.04 - 18.04	20	Погорілий
18.04 - 30.04	3	Погорілий

### Висновки

Питання радіаційного контролю та захисту від іонізуючого випромінювання є дуже актуальним для України. На даний час аварія на Чорнобильській АЕС розглядається, як джерело пролонгованого опромінення населення. Моніторинг радіоактивності на території України, як і раніше залишається нагальною проблемою санітарно – епідеміологічного нагляду.

Актуальність цієї проблеми підвищується у зв'язку з розташуванням на території України п'яти атомних електростанцій.

На заводі створено декілька воєнізованих формувань цивільного захисту від техногенних і природних катаклізмів: рятувальна група, аварійно – технічна ланка, ланка зв'язку і оповіщення, два санітарні пости, ланка пожежогасіння, пост радіохімічного спостереження, група охорони громадського порядку і ланка обслуговування сховища.

Потребує розробки комплексна програма забезпечення санітарного нагляду в галузі радіаційної безпеки. Основною метою комплексної програми є вдосконалення радіаційно – гігієнічного нагляду, поліпшення радіаційного моніторингу довкілля, продуктів харчування та води, розробка та виконання конкретних заходів спрямованих на мінімізацію впливу іонізуючого випромінювання на стан здоров'я персоналу та населення.

## 8. Заходи з охорони праці

### 8.1. Закон України про охорону праці

В Україні 22 листопада 2002 року Верховна Рада прийняла «Закон про охорону праці» зі змінами та доповненнями. Цей закон, як і «КЗпП України», є основною правовою базою захисту працівників. Вони доповнюються державними міжгалузевими та галузевими кодексами законів про охорону праці. Це стандарти, правила, положення, положення, статuti, директиви та інші документи, яким надається чинність правових норм, обов'язкових для всіх установ і працівників. Україна.

### 8.2. Інструктажі по охороні праці

Мета інструктажу – навчити працівників правильно та безпечно для себе та оточення виконувати свої обов'язки. Інструктажі за часом і характером бувають вступні, первинні, повторні, позапланові та цільові.

Вступний інструктаж проводиться для всіх новоприйнятих працівників (постійних або тимчасових) незалежно від освіти, досвіду роботи за даною професією чи посадою. Вступний інструктаж проводять спеціалісти з охорони праці. Місцем проведення вступного інструктажу є кабінет охорони праці або інше приміщення з наочними посібниками.

Перш ніж приєднатися до компанії, ви пройдете початкове навчання на робочому місці. Первинний інструктаж проводиться індивідуально або спільно з групою осіб спільної спеціальності за програмою, складеною з урахуванням вимог відповідних директив з охорони праці.

З усіма працівниками на роботі проводиться повторний інструктаж. Для робіт з підвищеною небезпекою щокварталу. Навчання відбувається за повною програмою первинного навчання, як індивідуально, так і в групах працівників, які виконують однотипну роботу.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удовод С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи з охорони праці.</b>	<b>212142.КР.08.000.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>	

Тимчасовий інструктаж є індивідуальним окремими працівниками однієї професії (із введенням і дією нових законів) охорона праці при зміні технологічних процесів, обладнання, сировини). Обсяг і зміст інструктажів визначаються в кожному конкретному випадку залежно від обставин, за яких їх необхідно проводити.

Провести цілеспрямоване керівництво працівниками під час впровадження. Поодинокі твори, які не мають прямого відношення до основної історії. Працівники, при ліквідації наслідків аварії чи стихійного лиха тощо..

### 9.3. Аналіз виробничого травматизму

Розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на цьому підприємстві здійснюються власником або уповноваженим власником органом відповідно до Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях. Затверджено Радою Міністрів України.

Збір і підготовка державної статистичної звітності про нещасні випадки на виробництві здійснюється органами державної статистики. Метою дослідження нещасних випадків на виробництві є розробка заходів щодо запобігання нещасним випадкам на підприємствах. Для цього необхідно систематично аналізувати та узагальнювати їх причини. Для вивчення нещасних випадків на виробництві використовуються різні методи. Найбільш поширеними та взаємодоповнюючими є статистичні, монографічні, економічні, ергономічні та психофізіологічні методи. Для характеристики рівня виробничого травматизму на підприємствах і виробництвах використовуються кількісні та якісні відносні показники. Це стосується вивчення основних документів про травми (що діють за формулою Н-1 та формулою 7).

Сьогодні рівень травматизму та професійних захворювань у п'ять-вісім разів вищий, ніж в інших промислово розвинених країнах ЄС. Недостатнім залишається стан охорони праці. Проблема нещасних випадків на виробництві

є дуже гострою. Щорічно на виробництві травмується близько 50 тис. осіб, з них 1,5 тис. гинуть і понад 3,5 тис. страждають від професійних захворювань.

#### 9.4. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів при експлуатації дріжджового сепаратора

##### 8.4.1 Мікроклімат

Нормальне теплове самопочуття людини під час виступу робота може бути досягнута при певних комбінаціях наступних параметрів повітря: температура °С, швидкість руху, м/с, і відносна вологість, %, рухливість

Теплове випромінювання повітря Вт/м<sup>2</sup>, нормоване згідно з ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до робочого повітря» (все це об'єднується загальним терміном «метеорологічні умови у виробничих приміщеннях»).

Оптимальними умовами для легких робіт є температура повітря 16-20 °С, відносна вологість повітря 40-60%, швидкість вітру 0,1-0,7 м/с. Для боротьби з переохолодженням будівлі взимку необхідно ізолювати від холоду, забезпечити достатнє опалення, поставити біля дверей повітряні завіси, забезпечити працівників спецодягом.

	Холодний період року:	Теплий період року:
температура повітря	17...19 °С	20...22°С
відносна вологість	не більше 75 %	75 %
швидкість руху повітря	не більше 0,2 м/с	0,1 – 0,3

Для боротьби з підвищеною вологістю в приміщенні загальні джерела виділення пари і вологи повинні бути закриті, а також влаштовані зони загальної вентиляції та витяжки. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ застосовується для нормування шкідливих речовин (газоподібних) в повітрі. «Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочого місця».

##### 8.4.2 Загазованість

Дріжджові заводи займаються процесами, які включають утворення газів, таких як вуглекислий газ (СО<sub>2</sub>). Цей газ утворюється в результаті бродіння сировини, що містить вуглеводи та інші речовини,

які розкладаються під дією мікроорганізмів (дріжджів) з утворенням вуглекислого газу та інших сполук, а також при спалюванні різних видів палива. ГДК вуглекислого газу в повітрі становить 0,5%, що відповідає нормі. Велику небезпеку для людини представляє чадний газ СО. Відповідно до санітарних норм обмеження СО становить 20 мг/м<sup>3</sup>..

#### **8.4.3 Вентиляція**

У цеху дріжджового заводу встановлена вентиляція з механічним приводом. Вентилятори припливно-витяжних систем встановлюються в закритих приміщеннях, мережах. На обладнання, яке найбільш інтенсивно виділяє вологу і тепло, встановлюється покриття з локальною часткою повітря. Для компенсації видаленого повітря передбачена вхідна камера.

Повітропроводи припливної системи виготовлені з покрівельної та листової сталі, а витяжні – з оцинкованої сталі. Швидкість обертання вентилятора: відцентровий - до 35 м/с. Осьова - 45 м/с.

#### **8.4.4 Освітлення**

Монтаж та експлуатація електрообладнання дріжджового заводу здійснюється згідно з «Правилами технічної експлуатації споживачів» та «Правилами техніки безпеки при експлуатації електроприладів». Освітлення повинно відповідати вимогам СНиП П-4-79 «Естественное и искусственное освещение». Приміщення дріжджового заводу повністю обладнане комплексним освітленням. Локалізовано до поточного рядка. Крім робочого освітлення нормативами передбачено встановлення аварійного, евакуаційного та охоронного освітлення.

#### **8.4.5 Шум, вібрація**

Допустимі рівні шуму на робочих місцях регламентуються ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум». Загальні вимоги безпеки». Цей стандарт також встановлює класифікацію шуму, вимоги до характеристики шуму та захист від шуму на робочому місці..

Професія	Рівні звукового тиску дБ, в активних смугах із середньо геометричними частотами, Гц									Рівень звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Оператор	103	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Найраціональнішим способом боротьби з шумом є його зменшення від джерела. Для цього компанія вживатиме подальших заходів.

- Замініть взаємодію зі впливом на взаємодію без впливу, де це можливо.
- Звукоізоляція огорожувальних конструкцій;
- Своєчасна заміна підшипників;
- Змащування ударних частин в'язкими рідинами.

#### 8.4.6. Випромінювання

Санітарне нормування вібрації передбачає встановлення найбільш прийняттого рівня віброшвидкості в м/с. ГОСТ 12.1012-78 ССБТ «Вібрація. Основні вимоги безпеки» є основним документом, що визначає санітарні норми щодо вібрації. Як засіб індивідуального захисту використовуються антивібраційні рукавички або ущільнювачі та взуття. Загальні технічні умови на засоби індивідуального захисту від вібрації наведені в ГОСТ 12.4.002-74.

Допустимий рівень ультразвуку в зоні контакту рук та інших частин тіла оператора з робочою частиною дріжджового сепаратора не повинен перевищувати 110 дБ (ГОСТ 12.1.001-83).

Для захисту рук від впливу ультразвуку в зоні контакту з твердими (рідкими) середовищами слід використовувати спеціальні рукавички або маніпулятори. Для захисту інших частин тіла – спеціальний одяг із багатошарових тканин, що поєднують бавовну та гуму. Основними засобами протидії низькочастотному шуму є нейтралізація низькочастотної вібрації шляхом підвищення жорсткості конструкцій і збільшення швидкості обертання машин і механізмів..

### 8.5 Електробезпека

Для надійного захисту працюючих від дії електричного струму застосовуються заходи і способи захисту, передбачені «Правилами улаштування електроустановок» (ПУЕ) і «Правилами безпеки електроустановок для споживачів» ГОСТ 12.1...030-81 Відповідно до ПУЕ всі промислові об'єкти за небезпекою ураження людей електричним струмом поділяються на три категорії.

При огляді приміщень дріжджового цеху можна визначити, що зона, в якій знаходиться встановлене обладнання, відноситься до зони підвищеної небезпеки за класифікацією ПУЕ..

### 8.6 Пожежна безпека

Пожежо- та вибухонебезпека на підприємствах регламентується ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ "Пожежна безпека. Загальні вимоги", ГОСТ 12.1.010-76. ССБТ "Вибухонебезпека. Загальні вимоги та ДНАОП 0.01-1.01-95. Правила пожежної безпеки України".

Пожежі і вибухи можуть виникати при утворенні іскор механічного походження, теплових проявах струмів, розрядах статистичних струмів. Щоб запобігти виникненню небезпеки, необхідна підготовка оператора та моніторинг пожежі.

Цех дріжджового виробництва оснащений первинними засобами пожежогасіння та інверторами пожежогасіння, які завжди знаходяться в справному стані та знаходяться на непомітному та видному місці..

#### Міри безпеки при обслуговуванні дріжджових сепараторів:

Збірку та розбирання барабана слід виконувати лише за допомогою інструментів, що додаються до сепаратора. Випадкові особи, не ознайомлені з правилами обслуговування сепаратора, до обслуговування не допускаються. Забороняється пуск неідеально зібраного сепаратора, різання деталей барабана, зварювання або локальний високотемпературний нагрів, заміна деталей і вузлів одного барабана на інші з іншого барабана. Лише внутрішні та зовнішні мундштуки, матриці з твердого сплаву, гумові та поліетиленові

прокладки та пластини можуть бути замінені на запчастини, що не перевищують десять.

Забороняється працювати сепаратор з сильною вібрацією, зменшувати кількість пластин в пакеті барабанних пластин, починати сепарацію до досягнення робочої частоти барабана, запускати сепаратор з незаземленим електродвигуном. «биття» шпинделя, запуск сепаратора з несправним гальмом, використання металевого скребка або щітки під час чищення деталей корпусу барабана, увімкнення гальма для ввімкнення сепаратора, без підключення електричного блокування керування сепаратором.

### **Висновок**

Безпека виробничих процесів забезпечується: вибором технологічного процесу, а також обладнання, режимів роботи та послідовності обслуговування виробничого обладнання; Вибір місць і місць виробництва; Відбір сировини, заготовок або напівфабрикатів і способи їх зберігання і транспортування (включаючи готову продукцію і відходи виробництва); вибір виробничих приміщень та їх розміщення; Розподіл функцій між людиною та пристроєм для обмеження труднощів у роботі.

Професійний відбір і навчання працівників безпечним методам роботи та правильному використанню засобів захисту є дуже важливими для забезпечення безпеки. Нормальна робота обслуговуючого персоналу в приміщеннях вимагає підтримки оптимальних параметрів мікроклімату та умов праці, в яких працівники відчують себе комфортно та працюють з максимальною віддачею. Провести навчання з охорони праці; Працівники повинні усвідомлювати, що дотримання вимог охорони праці сприяє зниженню нещасних випадків і професійних захворювань на виробництві..

## 9. Охорона довкілля

### 9.1. Відходи пивоварного виробництва.

**Солодові ростки.** Кількість паростків, отриманих при виробництві пива, залежить від терміну та умов солодотворення. У світлому солодовому виробництві це 3,5-5% маси готового солоду, у темному – близько 6%. Паростки світлосолодового солоду містять 3,5% чистого білкового азоту, 1,1% розчинного азоту, 19% пентозанів, 7,6% сахарози та 36% розчинного екстракту.

Кормова цінність паростків солоду в 3,5 рази перевищує цінність сіна. Вони є хорошим кормом для дійних корів і молодняку і згодуються тваринам у суміші з об'ємистими грубими кормами. Вони дуже гігроскопічні. Занадто багато вологи швидко пліснявіє, псується та стає токсичним. Тому зберігати його слід у пакеті в сухому та добре провітрюваному приміщенні.

Солодові паростки містять велику кількість азотистих речовин, тому в майбутньому їх можна використовувати як компонент поживних середовищ для вирощування мікроорганізмів..

**Зернові відходи.** Вони отримуються під час промивання, сортування та зволоження зерна і залежать від якості ячменю, що йде на виробництво. В обмін на пивоварню при сортуванні здають зерновідходи (ячмінь II типу), що відповідають вимогам до фуражного ячменю. Шлак і зерновідходи згодують господарствам як корм худобі.

**Пивна солодова дробина.** Більше 25% поживних речовин сировини міститься у відходах пивоваріння, більшість з яких припадає на солод і зернову крупу. Із збільшенням виробництва пива та появою зелених кормів у господарствах влітку попит на зерно на корм худобі значно знижується. Через високий вміст води та білка їх слід якомога швидше викинути. Сушка дробини - дуже енергоємний процес.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <i>Удодов С.О.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>НУХТ</b>	<i>Розробник документа</i> <i>Михлик М.С.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>Заходи з охорони довкілля</b>	<b>21214.2.KP.09.000.ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>1/107</b>	

Оптимальним способом зберігання є зневоднення до вологості 60-70% за допомогою спеціального конічного шнекового преса. Такі пелети упаковують в поліетиленові пакети, запаюють і пресують.

**Хмелева дробина** – Малоцінні відходи, тому що вони ще не набули ефективного використання. Пластівці хмелю безводні отримують з 60% доданого в сушло хмелю.

Гіркота хмелю настільки сильна, що корови не їдять комбікорми, що містять гранули хмелю, навіть у невеликих кількостях. На багатьох заводах гранули хмелю спалюють у печах разом із вугіллям, а в деяких районах їх використовують у сільському господарстві для виробництва підстилок для худоби та компосту, для отримання біогазу.

**Білковий відстій.** Його отримують охолодженням і освітленням сушла на охолоджуючих тарілках у відстійнику, гідроциклоні або сушосепараторі. Складається в основному з білково-дубильних сполук, що виділяються із сушла при кип'ятінні та охолодженні сушла з хмелем.

Усі підприємства будь-якого розміру повинні додавати білковий осад до пивної крупи та продавати його разом із ним фермам або переробляти на біогаз.

Надлишки пивних дріжджів - високоякісна їжа, багата легкозасвоюваними білками, вуглеводами, жирами та вітамінами. Вони є одним з найкращих природних джерел усіх вітамінів групи В. Промиті дріжджі в пресованому вигляді відправляють на кондитерські фабрики для виготовлення особливого виду печива. Для медичних цілей. Крім того, їх висушують і відпускають у таблетована або порошкова форма.

## **9.2. Екологічні вимоги до виробництва пива.**

Щоб запобігти негативному впливу пивоварної промисловості на навколишнє середовище, як модернізація старих виробничих потужностей, так і нові проекти з використанням технологій з низьким рівнем викидів мають враховувати екологічні аспекти та відповідати вимогам охорони навколишнього середовища. кінцевий продукт. Для того, щоб заходи щодо

оздоровлення навколишнього середовища були ефективними, пивоварній галузі потрібен екологічний менеджмент. Метою є систематичне запобігання джерелам впливу забруднюючих речовин на техніку та навколишнє середовище. Крім того, слід використовувати екологічно чисту сировину та, де це можливо, використовувати екологічно чисті технології, тобто такі, які мають мінімальний вплив на навколишнє середовище та кінцевий продукт.

Велике значення для пивоварень має кількість забруднювачів відходів на одиницю виробленого пива. У цьому відношенні пивоварні відрізняються від більшості інших підприємств харчової промисловості тим, що їхні стічні води містять високий відсоток органічних речовин. Склад стічних вод пивоварні призводить до нестабільного рН (6,5-10) і високих температур конденсації від охолодження суслу та інших потоків.

Втрати під час виробництва пива необхідно суворо контролювати, щоб контролювати виробничу діяльність і, отже, вплив на навколишнє середовище. Краще використання сировини в результаті оптимізації технологічного процесу зменшує втрати сировини. Зрештою, це означає менше стічних вод і менше податків. Для більшості пивоварень створення системи управління навколишнім середовищем як частини розширеної системи управління якістю продукції є рідним засобом забезпечення безперервного покращення навколишнього середовища.

Фахівець з пивоваріння повинен відповідати наступним вимогам:

- Необхідно провести первинний екологічний аналіз.
- Формування та прийняття екологічної політики.
- Побудова системи екологічного менеджменту.
- Розміщення екологічних цілей.
- Підготовка плану природоохоронних заходів.
- Підготовка та проведення внутрішнього екологічного аудиту.
- Завжди складайте екологічний звіт.

Наявність у пиві залишків пестицидів може вплинути на смакові характеристики. Для деяких пестицидів половина продуктів розкладання

повертається в навколишнє середовище. Тому необхідно встановити гранично допустимі кількості пестицидів у пиві та сировині – солоді та хмелі. Також необхідно контролювати рівень пестицидів у дріжджах. Інститутом гігієни харчування розроблено методичні вказівки щодо газохроматографічного визначення хлорорганічних і фосфорорганічних пестицидів у пиві та інгредієнтах для його виготовлення.

Метою є встановлення чинних нормативів виробництва солоду та різних сортів пива в нашій державі на основі розробок «Укрпиво» та НДІБПБ і ВП щодо підвищення якості пива та санітарно-мікробіологічних умов виробничої документації. В результаті можна отримати пиво з високими показниками якості, які відповідають світовому рівню.

## Список використаної літератури

1. Вольфганг Кунце : Технология солода и пива, Издательство: Профессия, Год: 2009 – 680 с.
2. Домарецький В.А. Технологія солоду та пива: Підручник. – Київ: Фірма "ІНКОС", 2004. – 426 С.
3. Попов В.И., Кретов И.К., Стабников В.К. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности. – М.: Легк. и пищ. про-сть. 1983. – 464 с.
4. Балашов В.Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков.– М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – 288 с.
5. Ф. Главачек, А. Лхотский. Пивоварение. – Москва: Пищевая промышленность. 1977. – 311 с.
6. М. Мельниченко, С.О. Удодов. Технологічне обладнання галузі: Конспект лекцій для студентів спеціальності 7.090221 денної та заочної форм навчання. – К.: НУХТ, 2008. – 74 с.
7. Справочник механика пищевой промышленности / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л. Яровой и др.; Под ред. А.И. Соколенко. – К.: АртЭк, 2004.- 304 с.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т., Т.1. – М.: Машиностроение, 1982.- 736 с.
9. Харламов С.В. Практикум по расчету и конструированию машин и аппаратов пищевых производств. – Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1991.- 256 с., ил.
10. Гальперин Д.М., Миловидов Г.В. Технология монтажа, наладки и ремонта оборудования пищевых производств.- М.: Агропромиздат., 1990. – 399 с.

11. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф., Вендичанський В.Н., Литвиненко А.М., Іваненко О.В. Основи охорони праці. – К.: Основа, 2000. – 416с.

12. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Граноеский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. -М.: Наука, 1976. - 280 с.

13. Алиев ТА. Экспериментальный анализ. - М.: Машиностроение. 1991.-272 с.

14. Патент на корисну модель № 77476 – Гідроциклонний апарат для очищення води від важких домішок, що містить циклонну камеру із засобами для підведення та відведення води.

15. Патент на корисну модель № 46886 – Заторно-сусловарильно-фільтраційно-гідроциклонний апарат.

16. Патент на корисну модель № 37017 – Гідроциклонний апарат.

17. Патент на корисну модель № 56316 – Сусловарильно-гідроциклонний апарат.