

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання
(назва кафедри)

_____ Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(підпис) (ПІБ)

“ ___ ” _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЗЕРВУ-
АРУ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування
(код і назва)

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Володимир БУЛГАКОВ
(ПІБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(ПІБ)

к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання) _____
(підпис)

Анастасія ЛЯШКО
(ПІБ)

Виконав _____
(підпис)

Перець Євген Сергійович
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Конструювання машин і обладнання

д.т.н., професор Вячеслав ЛОВЕЙКІН
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
“ ” 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту

Перець Євген Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра) **РОЗРОБКА
КОНСТРУКЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНОГО РЕЗЕРВУАРА ДЛЯ ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ**

затверджена наказом ректора НУБіП України від “16” грудня 2024 р. №2265 «С»

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 2025, травень, 26

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи (дипломного проекту бакалавра)

Технологічне завдання у вигляді вихідних параметрів: робочого об'єму, потужності мотор-редуктора мішалки, частоти обертання вала.

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Провести аналіз існуючих технологічних резервуарів.
2. Розглянути перспективи створення нових технологічних резервуарів.
3. Виконати розрахунок конструкції технологічного резервуара.
4. Розглянути питання охорони праці при монтажних та експлуатаційних роботах з технологічним резервуаром.
5. Виконати розрахунок собівартості технологічного резервуара.

Перелік графічних документів (за потреби)

1. Загальний вигляд.
2. Складальні одиниці.
3. Деталювання.

Дата видачі завдання “16” грудня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

Вячеслав ЛОВЕЙКІН.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анастасія ЛЯШКО
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Євген ПЕРЕЦЬ
(підпис) (прізвище та ініціали студент)

ЗМІСТ

ЗМІСТ.....	3
РЕФЕРАТ.....	5
ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ.....	8
1.1. Класифікація резервуарів.....	8
1.1.1 За конструкцією.....	8
1.1.2 За матеріалом виготовлення:.....	11
1.2. СІР системи миття та дезінфекції.....	14
1.3. Типи з'єднань трубопроводів.....	17
1.4. Типи сорочок для теплообміну.....	19
1.5. Перемішувальні пристрої.....	21
1.6. Типи приводів.....	26
1.7. Відбійники для підвищення ефективності перемішування.....	29
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РЕЗЕРВУАРУ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ.....	31
2.1. Визначення необхідної потужності приводного електродвигуна.....	31
2.2. Розрахунок вала на міцність.....	35
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	37
3.1. Монтаж обладнання.....	37
3.2. Інструкції з техніки безпеки.....	38
3.2.1 Перелік використаних символів.....	38
3.2.2 Інструкція з техніки безпеки загального характеру.....	40
3.3. Електричне підключення.....	41

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Перець Є.С.			Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Ляшко А.П.			3	53		
Н. Контр.					ЗМІСТ			
Затверд.					НУБіП України			

3.4.	Пуск перемішуючого пристрою	42
3.5.	Встановлення в проектне положення	44
3.6.	Підключення технологічних трубопроводів	45
3.7.	Заземлення обладнання	45
РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ		47
4.1.	Специфікація корпусу (ціна за матеріал).....	47
4.2.	Покупні елементи.....	48
4.3.	Розрахунок робіт	48
4.4.	Розрахунок конструкторських робіт :.....	49
ВИСНОВКИ.....		50
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....		52
ДОДАТКИ.....		55

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Бакалаврська кваліфікаційна робота складається з пояснювальної записки на 54 аркушах друкованого тексту, містить 4 розділи, висновки, список використаних джерел із 26 найменувань, 12 рисунків, 6 таблиць і додатки.

У першому розділі розглянуто класифікацію конструкцій резервуарів, проаналізовано конструкції існуючих резервуарів для харчової промисловості та перспективи їх удосконалення. Обґрунтовано вибір оптимальних конструктивних рішень для розробки нового технологічного резервуара.

Другий розділ присвячено розрахунку конструкції резервуара для харчової промисловості. Виконано розрахунок основних параметрів і міцності конструктивних елементів, зокрема вала перемішуючого пристрою, а також визначено необхідну потужність приводного електродвигуна та вибір мотор-редуктора.

У третьому розділі розглянуто питання охорони праці при експлуатації резервуара, визначено основні вимоги до безпеки, можливі ризики та заходи їх мінімізації, а також правила технічного обслуговування і ремонту.

Четвертий розділ містить розрахунок економічної ефективності впровадження розробленої конструкції. Проведено аналіз витрат на матеріали, роботи, комплектуючі та автоматизацію. Оцінено економічну доцільність проєкту, що підтверджує його фінансову привабливість і конкурентоспроможність.

Ключові слова: технологічний резервуар, харчова промисловість, перемішуючий пристрій, СІР-система, міцність конструкції.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Перець Є.С.			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.				5	53
<i>Н. Контр.</i>					РЕФЕРАТ НУБіП України		
<i>Затверд.</i>							

ВСТУП

Сучасна харчова промисловість є однією з галузей, що найбільш динамічно розвивається, яка пред'являє високі вимоги до якості, гігієнічності та ефективності технологічного обладнання. Технологічні резервуари – це один із ключових елементів виробничих ліній, які забезпечують зберігання, перемішування, транспортування та підготовку харчової сировини і готової продукції. Від їхньої конструкції, вибору матеріалів, рівня автоматизації та надійності залежить стабільність технологічного процесу, якість продукції та економічна ефективність виробництва.

Особливої актуальності набуває питання розробки конструкцій резервуарів, які враховують сучасні технологічні тенденції та відповідають суворим вимогам до безпеки, екологічності та економічної доцільності. Ці резервуари повинні забезпечувати ефективний теплообмін, просте обслуговування, високу стійкість до корозії та можливість впровадження автоматизованих систем очищення та дезінфекції (CIP).

У бакалаврській кваліфікаційній роботі на тему "Розробка конструкції технологічного резервуара для харчової промисловості" досліджено існуючі типи резервуарів, їх конструкційні особливості та перспективи модернізації. Обґрунтовано вибір матеріалів з урахуванням їх фізико-механічних властивостей та відповідності гігієнічним вимогам. Проведено техніко-економічний аналіз вартості матеріалів, виготовлення та монтажу обладнання. Виконано розрахунки міцності основних елементів резервуара та вибір приводного обладнання для перемішуючого пристрою.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Перець Є.С.			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.					6	53
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
					НУБіП України			

Також у роботі розглянуто питання охорони праці при експлуатації технологічного обладнання: від безпечного монтажу і налаштування до вимог до електричних підключень, перевірки систем захисту та інструкцій з експлуатації. Все це спрямовано на підвищення безпеки персоналу, надійності обладнання та ефективності виробничих процесів.

Метою даної бакалаврської кваліфікаційної роботи є розробка конструкції сучасного технологічного резервуара для харчової промисловості, що відповідає сучасним технічним, гігієнічним та економічним вимогам, забезпечує безпеку експлуатації, ефективність виробництва та конкурентоспроможність.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **завдання**:

- провести аналіз існуючих конструкцій технологічних резервуарів, їх класифікації, переваг та недоліків;
- обґрунтувати вибір конструктивного рішення для розробки нового резервуара;
- здійснити вибір матеріалів для виготовлення основних елементів резервуара з урахуванням їх властивостей та відповідності харчовим стандартам;
- виконати розрахунки міцності конструктивних елементів резервуара та приводу перемішуючого пристрою;
- здійснити розрахунок економічної ефективності запропонованої конструкції;
- розглянути заходи з охорони праці при монтажі, експлуатації та обслуговуванні резервуара.

Таким чином, розробка конструкції сучасного технологічного резервуара для харчової промисловості є актуальною і важливою задачею, яка дозволяє забезпечити стабільне функціонування технологічних ліній, відповідність міжнародним стандартам та підвищення конкурентоспроможності підприємства.

					Арк.
					7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ

РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ

Резервуари для харчової промисловості – це спеціалізовані ємності, призначені для зберігання, виготовлення або транспортування харчової сировини чи продукції.

1.1. Класифікація резервуарів

Резервуари, поділяються на кілька типів залежно від різних критеріїв. Основні ознаки включають конструкцію, призначення, матеріал виготовлення та інші параметри. Нижче наведено основні класифікаційні групи технологічних резервуарів.

1.1.1 За конструкцією

Сферичні резервуари (рис.1.1): призначені для зберігання вогненебезпечних речовин, під високим тиском, при низьких температурах. Використовується у хімічній, нафтопереробній, харчовій промисловості. Вагомою перевагою таких резервуарів є витримування високих тисків.

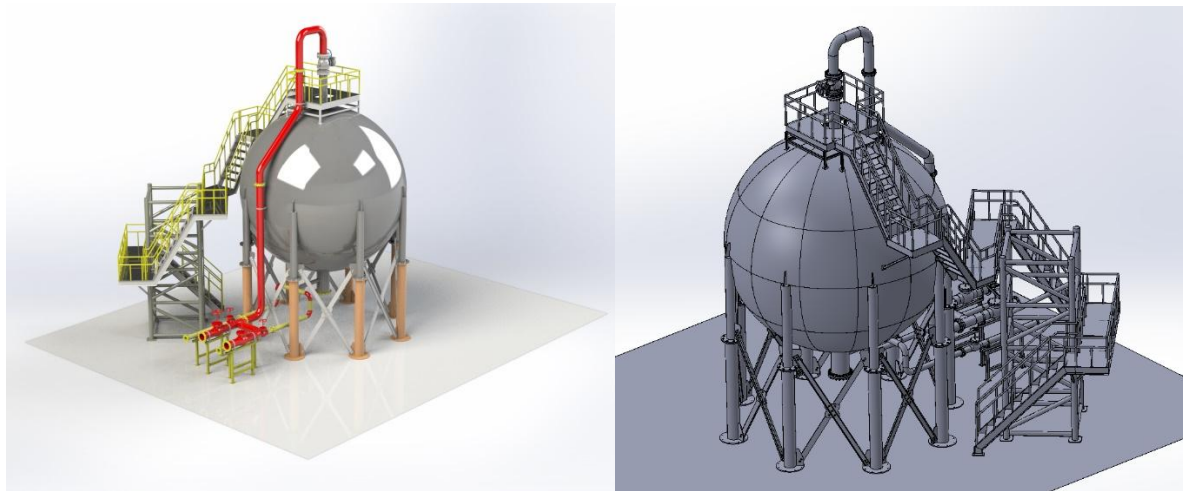


Рис. 1.1. Технологічний резервуар для зберігання аміаку.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Перець Є.С.			РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРО- БКИ		
Перевір.		Ляшко А.П.					
						8	53
Н. Контр.					НУБіП України		
Затверд.							

Конічні резервуари (рис.1.2.): призначені для ефективного перемішування сумішей. Така конструкція дозволяє ефективно висипати вміст без залишків, за рахунок гравітації та природного укоса, суміш спрямовується до центра дна. Використовуються у харчовій, хімічній, фармацевтичній та будівельній промисловості. Перевагами таких резервуарів є можливість повного зливу, з мінімальними втратами вмісту.



Рис. 1.2. Технологічний резервуар для змішування сумішей

Кубічні резервуари (рис.1.3.): призначені для зберігання або виготовлені розчинів для хімічних потреб. Найбільш поширений матеріал корпусу таких резервуарів є пластик, тому їх часто використовують для виготовлення колоїдних розчинів. Такі резервуари не можуть перебувати під тиском.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



а)

б)

Рис. 1.3. Технологічні резервуари: а) для зберігання колоїдних розчинів; б) змішувач.

Циліндричні резервуари (рис.1.4.-рис.1.5.): призначені для зберігання, виготовлення продукції чи сировини. За рахунок простоти конструкції та властивостей витримувати значні навантаження (тиск), набули найпоширенішого вигляду в сучасності. Циліндричні резервуари поділяються за способом призначенням: під тиском, без тиска, з перемішуючим обладнанням, без перемішуючого обладнання, з ізоляції, без ізоляції, з плоским дном чи кришкою, із конусним дном чи кришкою, торосферчним дном чи кришкою

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рис. 1.4. Технологічний циліндричний резервуар в етапі розробки



Рис. 1.5. Технологічний резервуар циліндричної форми

1.1.2 За матеріалом виготовлення:

Корпус: За європейським стандартом матеріали які контактують з продуктами харчової промисловості, мають мати антикорозійні властивості які мають

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

містити Cr>13% для виготовлення харчових резервуарів. Найбільш поширеними матеріалами є AISI304L, AISI316L (рис.1.6.).

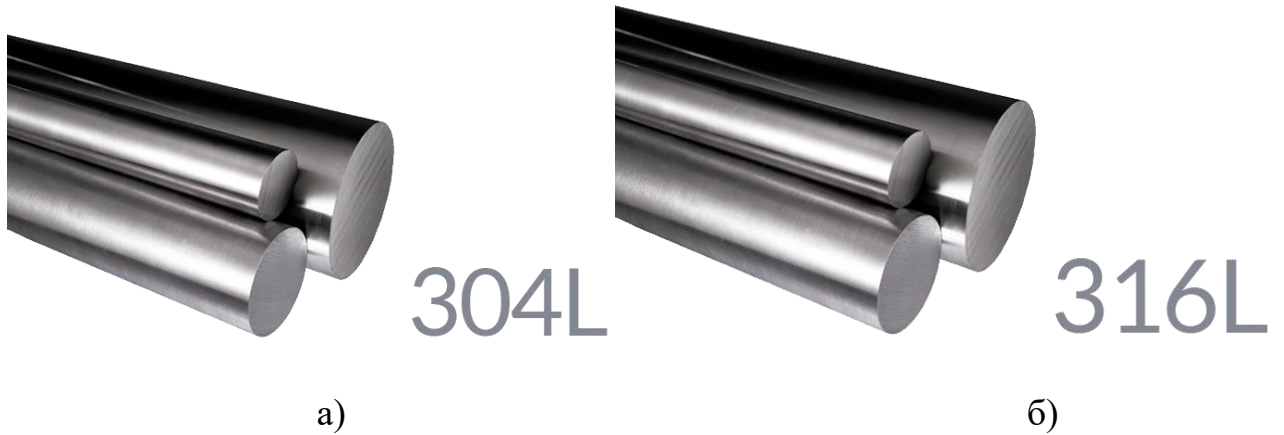


Рис. 1.6. Зоображення марок сталі: а) AISI 304L; б) AISI 316L;

Ізоляція:

Ізоляцію використовують для зменшення теплових втрат або захисту від нагрівання резервуара від зовнішніх факторів. Для ізоляції харчових резервуарів найбільш поширеними є: мінеральна вата, K-flex, піна.

Мінеральна вата (рис. 1.7.) – це теплоізоляційний матеріал, виготовлений з розплавлених гірських порід, шлаків та скла. *Мінеральна вата* має високі термостійкі властивості, хороші тепло- та звукоізоляційні характеристики, вогнестійка. Перевагами цієї ізоляції є ефективне утримання тепло, довговічність та стійкість до хімічних впливів. Недоліками мінеральної вати є поглинання вологи та ламкість - пилить та може подразнювати шкіру. Більш вживаний варіант ізоляції.

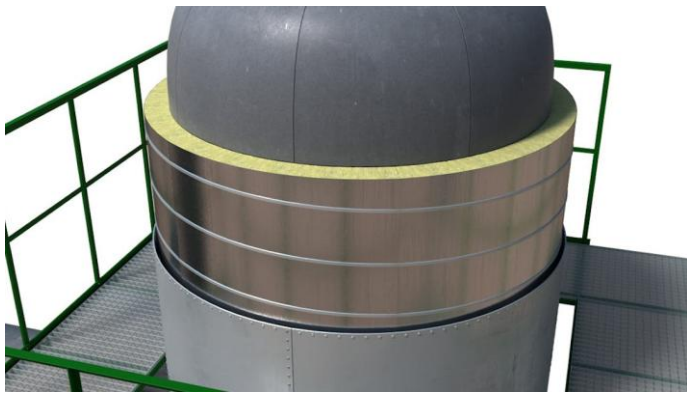


Рис. 1.7. Ізоляційний матеріал: мінеральна вата

K-flex (рис. 1.8.) – це гнучкий теплоізоляційний матеріал на основі спієного синтетичного каучуку. Основними перевагами *K-flex* є: гнучкість, має низьку теплопровідність, високу стійкість до вологи, довговічність, не боїться механічних навантажень. Недоліками даної ізоляції є: горючість, не витримує дуже високих температур, має вищу ціну ніж мінеральна вата



Рис. 1.8. Ізоляційний матеріал: K-flex

Піна (рис.1.9.) – теплоізоляційний матеріал, який утворюється шляхом хімічної реакції двох компонентів, що при змішуванні створюють легку, пористу структуру. Перевагами даної ізоляції є висока стійкість до вологи, гарна адгезія, стійкість до хімічних речовин. Може використовуватися без зовнішнього ізоляційного шару

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис. 1.9. Ізоляційний матеріал: піна

1.2. СІР системи миття та дезінфекції

В харчовій промисловості для миття та дезінфекції резервуарів використовуються технології СІР (Clean in Place). СІР- це автоматизована система миття та дезінфекції обладнання без його розбирання. Основними завданнями СІР-системи є: видалення залишків продукту, знищення бактерій та патогенів, економія часу та ресурсів, контроль та автоматизація процесу очищення. В Україні та Європі набули найбільшої популярності набули СІР-головки: Spray ball та Rotary jet (рис. 1.10).

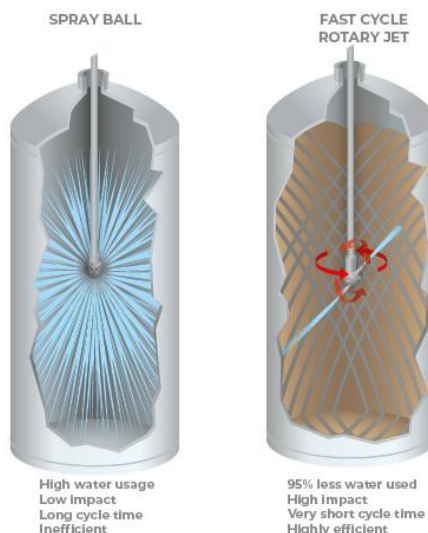


Рис. 1.10. Візуальне зображення роботи *Spray ball* та *Rotary jet*

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Миюча голівка Spray ball (рис. 1.11) – це стаціонарна або обертаюча миюча голівка, яка розпилює миючий розчин через маленькі отвори по всій площі резервуара. *Spray ball* має простий дизайн, відсутність рухомих частин, працює при низькому тиску від 1-3 бар, дешевше у встановленні та обслуговуванні, підходить для легких і середніх забруднень, використовує великий об'єм рідини, але з низьким механічним впливом. Недоліками стаціонарних миючих голівок є: низький механічний вплив – не ефективний для жорстких забруднень, велика витрата води та миючого засобу, не забезпечує інтенсивного очищення у важкодоступних місцях.

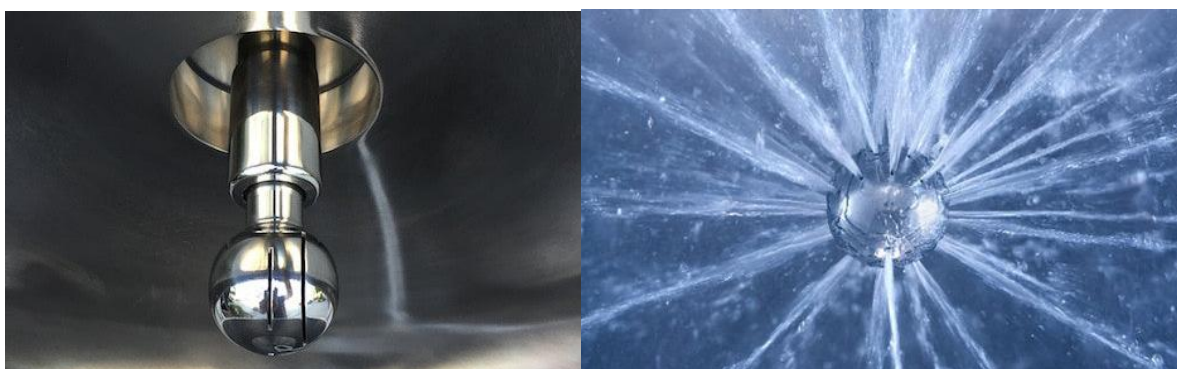


Рис. 1.11. Зображення ротаційної та стаціонарного *Spray ball*

За способом розпилювання існують: 360°, 180° у верх, 180° в низ (рис. 1.12).

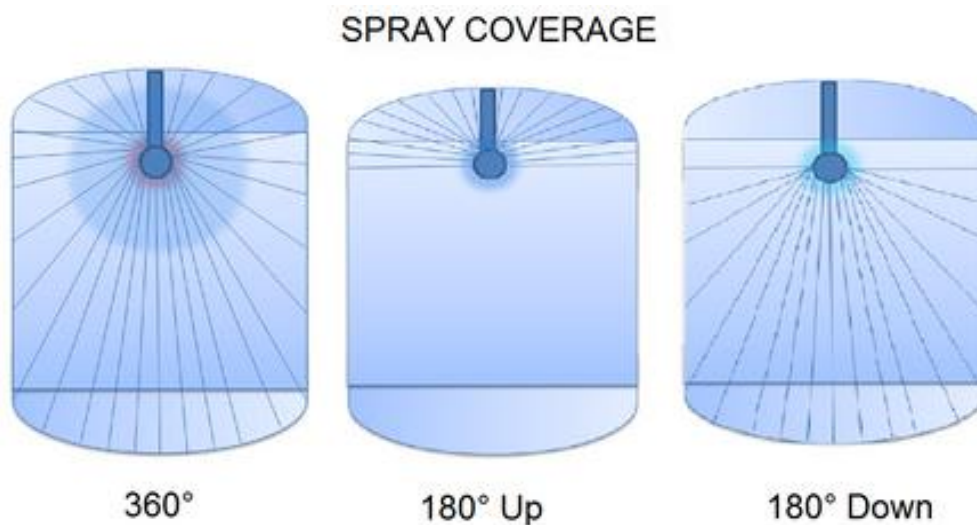


Рис. 1.12. Зображення способу розпилення

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Rotary jet (рис. 1.13) – це динамічна миюча голівка, яка створює сильні сфокусовані струмені, що обертаються по складній траєкторії, покриваючи всю внутрішню поверхню резервуара. Перевагами таких миючих голівок будуть: економія води – менше ніж миюча голівка *Spray ball*, працює при високому тиску 5-10 бар, ефективність для великих резервуарів і сильних забруднень, забезпечує повне очищення навіть у важкодоступних місцях. Недоліками *Rotary jet* є: більша вартість ніж *Spray ball*, потребує вищого тиску та контролю руху голівки, вимагає регулярного обслуговування.

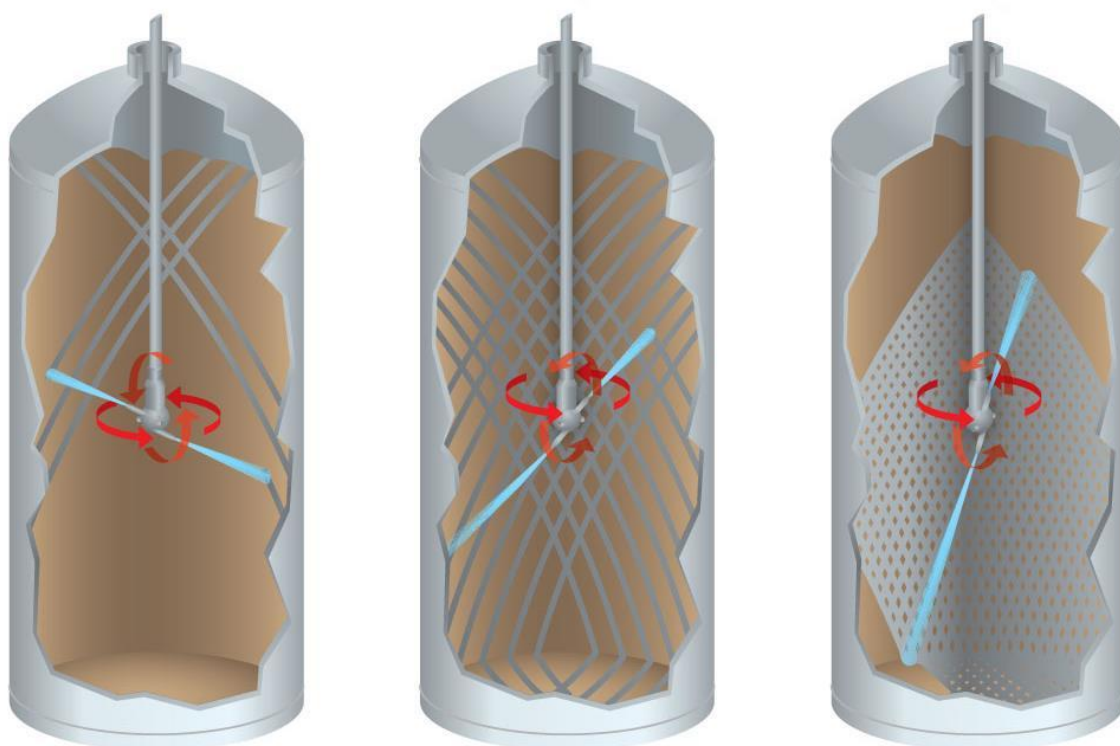


Рис. 1.13. Зображення роботи *Rotary jet*

За способом кріплення миючі голівки поділяються на: шплінті, різьбі та приварні (рис. 1.14).

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16



а)



б)



в)

Рис. 1.14. Способи кріплення: а) шплінтове; б) різьбове; в) приварне.

1.3. Типи з'єднань трубопроводів

За способом приєднання трубопроводу до резервуарів поділяються:

- фланцеве,
- різьбове,
- приварне,
- клампове.

Фланцеве з'єднання (рис. 1.14). Принцип дії фланцевого з'єднання полягає в з'єднанні труб за допомогою фланців, прокладок та болтів. Перевагами фланцевого з'єднання є висока міцність і герметичність, підходить для високого тиску та температури; довговічне, не вимагає частої заміни прокладок. Недоліками конструкції є те, що монтаж і демонтаж потребує спеціальних інструментів, болти та прокладки можуть поступово зношуватися, що потребує обслуговування, потребує значного простору.

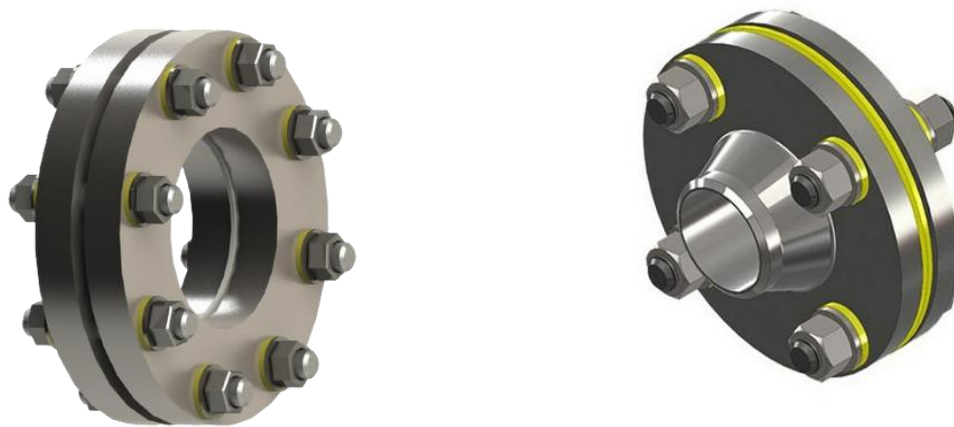


Рис. 1.14. Фланцеве з'єднання

Клампове з'єднання (рис. 1.15). Принцип дії: використовується хомут (кламп), що затискає дві частини трубопроводу за допомогою прокладки. Перевагами є: легкий монтаж та демонтаж без спеціальних інструментів, добре герметизується завдяки прокладці, легко мити та обслуговувати, витримує високий тиск і температуру. Не підходить для дуже високого тиску, менш міцне ніж фланцеве з'єднання.



Рис. 1.15. Клампове з'єднання

Молочне з'єднання (рис. 1.16) – це швидкокороз'ємне різьбове з'єднання, що забезпечує герметичне стискування трубопроводів без необхідності

обертання самої труби. Складається з двох нарізних частин та накидної гайки. Перевагами молочного з'єднання є: легкий монтаж і демонтаж – можна швидко з'єднати або роз'єднати труби без їх прокручування; герметичність – конструкція передбачає наявність ущільнювальної прокладки або конусного з'єднання; компактність - займає менше місця, ніж класичні фланцеві з'єднання; багаторазове використання – можна легко перевстановити без втрати герметичності. Не підходить для високого тиску – зазвичай використовується у системах низького та середнього тиску



Рис. 1.16. Молочне (різьбове) з'єднання

1.4. Типи сорочок для теплообміну

Сорочка використовується для теплообміну в резервуарах. Її основна функція – нагрівання або охолодження рідини всередині резервуара шляхом циркуляції теплоносія. Зазвичай це вода або пара. Найбільш поширеними типами сорочок є: спіральні та точкові (покльовані)

Спіральна сорочка (рис. 1.17) – це система труб або каналів, які обертаються навколо резервуара. Перевагами такої конструкції є:

- 1) Рівномірний розподіл тепла по всій поверхні.
- 2) Висока ефективність теплообміну через велику площу контакту.
- 3) Можливість працювати при високих тисках і температурах

Недоліками такої конструкції будуть: складне виробництво та дорожче порівняно з точковою сорочкою.



Рис. 1.17. Зображення спіральних сорочок на технологічних резервуарах

Покльована сорочка (рис. 1.18) – система точкового розташування випуклостей на поверхні ємності, між якими циркулює теплоносій. Перевагами такої конструкції є: менша вага, можливість використовувати при високих тисках, простіше виконання для резервуарів складної форми. До недоліків такої конструкції можна віднести: менша ефективність теплообміну через невелику площу контакту та можливість нерівномірності нагрівання або охолодження.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20



Рис. 1.18. Зображення покльованої сорочки на технологічних резервуарах

1.5. Перемішувальні пристрої

Перемішувальний пристрій – це механізм, який використовується для змішування, диспергування, гомогенізації або розчинення рідких, твердих та газоподібних речовин у різних технологічних процесах. Основними завданнями перемішувального пристрою: забезпечення рівномірного розподілу компонентів, підтримка однорідності складу, інтенсифікація хімічних реакцій, покращення теплообміну між компонентами. Прискорення розчинення або диспергування.

До основних видів перемішувального обладнання можна віднести:

- Лопатеві мішалки;
- Пропелерні мішалки;
- Якірні мішалки;
- Турбінні мішалки;
- Спиральні мішалки;
- Шнекові мішалки.

Лопатеві мішалки (рис. 1.19) – мають одну або кілька лопатей, що обертаються у суміші. Використовують для низько- і середньов'язких речовин. Переваги: проста конструкція, ефективне перемішування. Недоліки: не підходить для дуже в'язких розчинів.

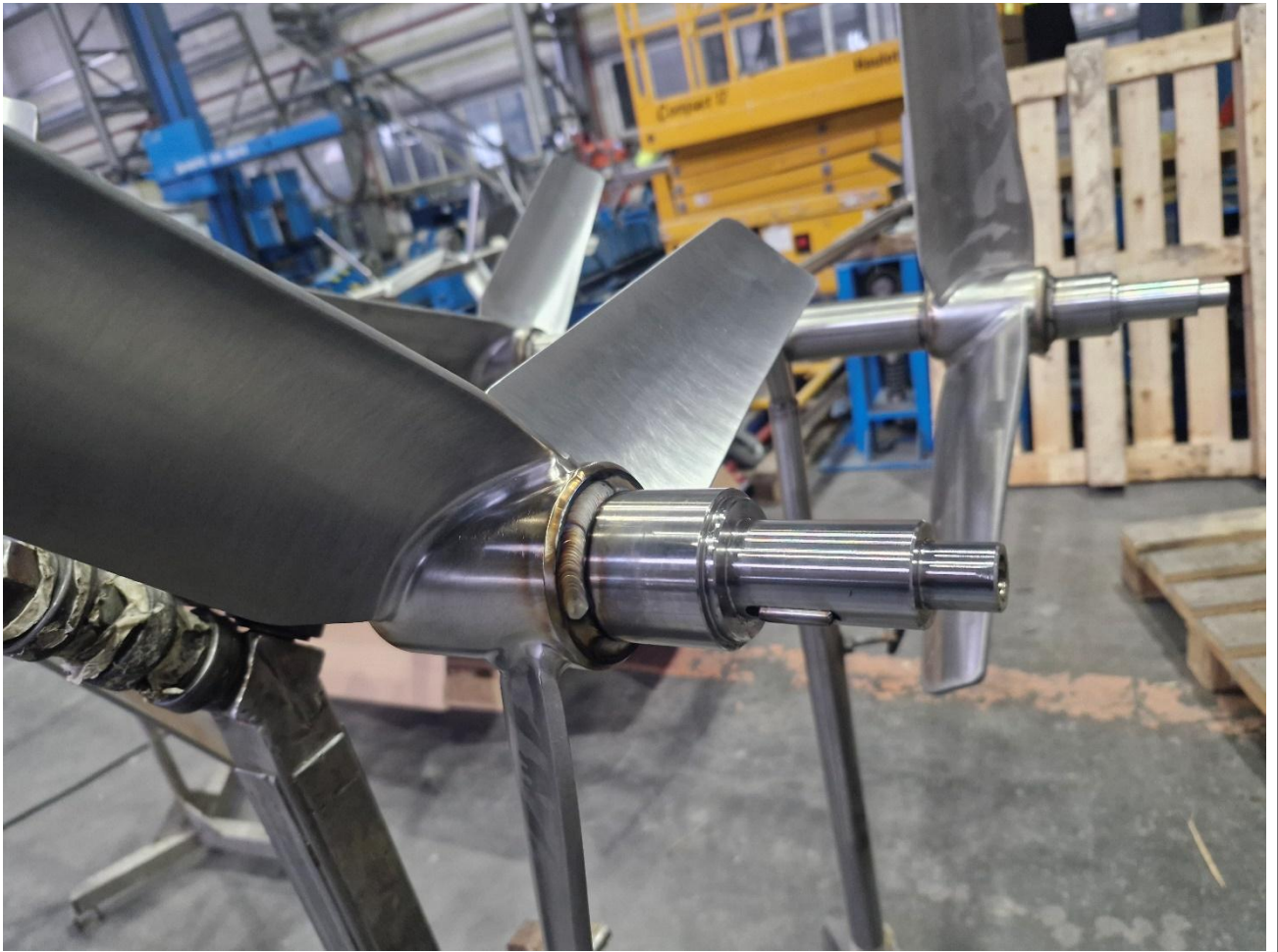


Рис. 1.19. Зображення лопатевої мішалки

Пропелерні мішалки (рис. 1.20) – схожі на гребний гвинт. Застосовується для швидкого змішування низьков'язких розчинів. Перевагою є швидке змішування. Недоліком такої конструкції є менша ефективність для в'язких розчинів.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Рис. 1.20. Зображення пропелерної мішалки

Якірна мішалки (рис. 1.21) – мають форму якоря, що перемішує в'язкі речовини вздовж стінок резервуарів. В своїй конструкції часто використовують додаткові шкребкові елементи. Перевагою є ефективність для густих сумішей. Недоліком - швидкість обертання.



Рис. 1.21. Зображення якірної мішалки

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Турбіна мішалка (рис. 1.22) – лопаті мають форму турбін, що створюють інтенсивний потік. Підходить для змішування рідин з високою в'язкістю або суспензій. Перевагою є висока ефективність перемішування. Недоліком - високе енергоспоживання.



Рис. 1.22. Зображення турбінної мішали

Спіральні мішалки (рис. 1.23) використовують обертальний рух спіральних лопатей, що перемішують масу всередину змішувача, забезпечуючи рівномірне розподілення інгредієнтів. Переваги: висока якість змішування навіть в'язких мас, підходить для безперервного виробництва великих обсягів. Недоліки: дорожчі у порівнянні з лопатевими мішалками, вимагають більш складного технічного обслуговування

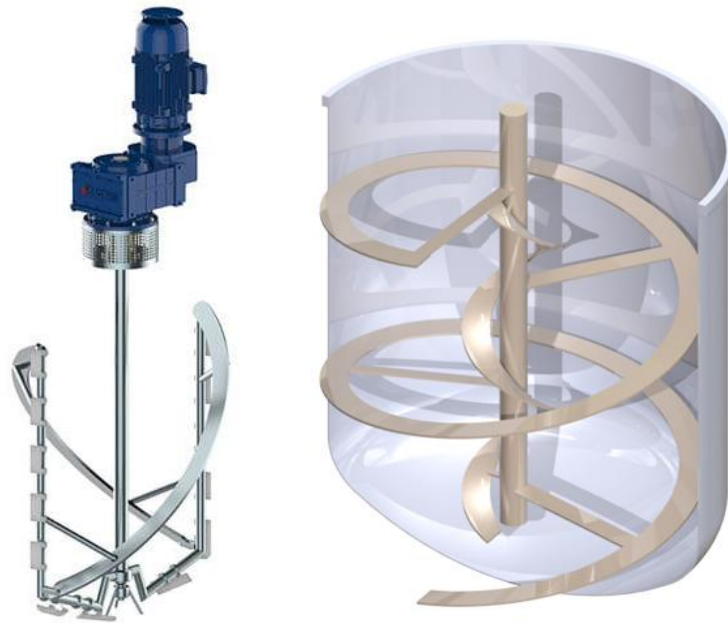


Рис. 1.23. Зображення спіральної мішалки

Шнекові мішалки (рис. 1.24) використовують обертовий гвинт, що створює великий турбулентний потік.



Рис. 1.24. Зображення шнекової мішалки

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

1.6. Типи приводів

У харчовій промисловості для мішалок застосовуються різні типи приводів залежно від мети, вязкості продукту, автоматизації та вимог до гігієни. Найпоширенішими видами приводів в харчовій промисловості є електричні, гідравлічні та пневматичні.

Електричні приводи є найпоширенішими в харчовій промисловості, адже вони: надійні, прості у використанні та присутня можливість регулювання швидкості обертання. Найчастіше використовуються синхронні та асинхронні двигуни, а в системах, де потрібна динаміка та точність – серводвигуни. Такі приводи комплектуються редукторами для збільшення крутного моменту та зменшення частоти обертання.

Пневматичні приводи використовують стиснуте повітря й застосовуються у вибухонебезпечних зонах, або де не бажено використовувати електрику. Вони забезпечують просте регулювання швидкості та високий рівень безпеки. Однак пневматичні системи мають нижчий ККД, створюють шум і вимагають додаткового обладнання, такого як компресори та пневмолінії.

Гідравлічні приводи використовуються рідше, але вони незамінні в умовах, коли потрібна велика потужність при малій швидкості, наприклад, для перемішування густих або в'язких мас. Вони забезпечують плавну роботу та високу силу, однак мають складнішу конструкцію й можуть створювати загрозу витоку рідини, що є недопустимим у харчовому виробництві.

У мішалках харчової промисловості редуктори відіграють ключову роль, оскільки вони зменшують швидкість обертання двигуна і збільшують крутний момент, що особливо важливо при перемішуванні густих або в'язких продуктів.

Найчастіше використовуються такі типи редукторів: черв'ячні, циліндричні, конічно-циліндричні та планетарні.

Черв'ячні редуктори (рис. 1.25) мають компактну конструкцію, забезпечують плавну та безшумну роботу, а також значне передатне число, що дозволяє досягати низьких обертів на виході. Вони добре підходять для мішалок із

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

невеликим навантаженням або там, де важлива тиха робота. Однак їхній ККД нижчий порівняно з іншими типами редукторів, що може призводити до втрат енергії.

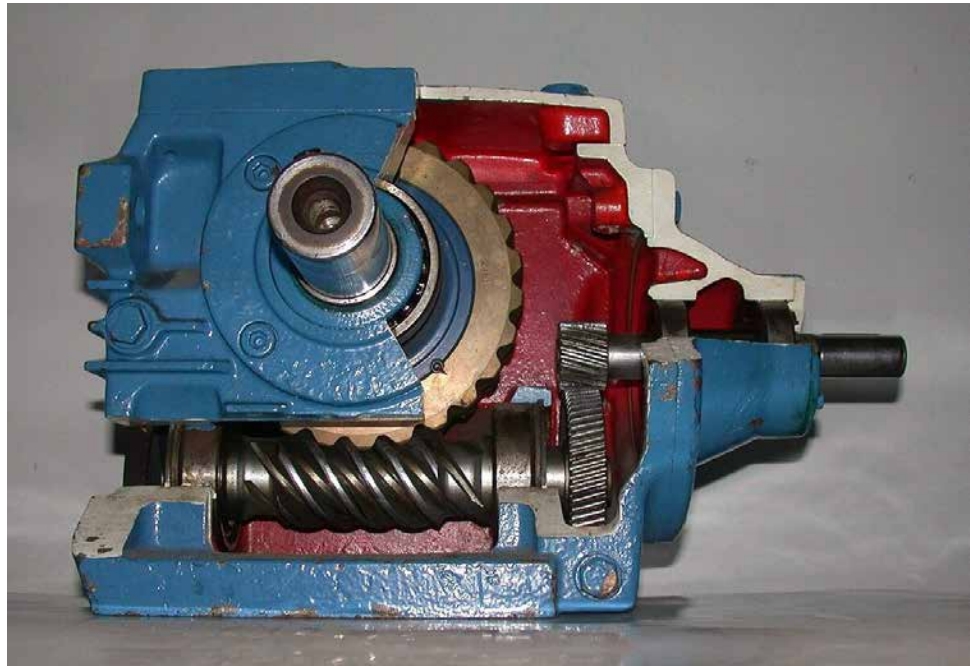


Рис. 1.25. Зображення черв'ячного редуктора

Циліндричні редуктори (рис. 1.26) відрізняються високим ККД і здатністю передавати великі навантаження. Вони використовуються у випадках, коли потрібна надійність, довговічність і висока передавальна здатність. Такі редуктори ефективні для тривалих режимів роботи і добре справляються з густими або твердими масами.

Конічно-циліндричні редуктори (рис. 1.26) поєднують переваги конічних і циліндричних передач, дозволяючи змінювати напрямок обертання під кутом, зазвичай 90 градусів. Вони часто застосовуються в обмежених за простором умовах, де двигун не може бути розташований на одній осі з мішалкою.



Рис. 1.26. Зображення циліндричного та циліндрично-конічного привода

Планетарні редуктори (рис. 1.27) мають компактні розміри при високих передаточних числах та здатні передавати великі крутні моменти. Вони широко використовуються у випадках, коли потрібно забезпечити рівномірне навантаження і стабільну роботу при високому навантаженні. Завдяки симетричній конструкції вони мають високу зносостійкість і довгий термін служби.



Рис. 1.27. Зображення планетарного привода

Загалом вибір типу редуктора залежить від вимог до крутного моменту, швидкості обертання, розміру обладнання, умов експлуатації та економічних міркувань. У харчовій промисловості також важливим є використання редукторів у гігієнічному виконанні, з гладкими поверхнями, які легко мити, та захистом від проникнення вологи і забруднень.

1.7. Відбійники для підвищення ефективності перемішування

Відбійник – це вертикальні або горизонтальні пластини, встановлені всередині резервуара для запобігання обертанню рідини з мішалкою.

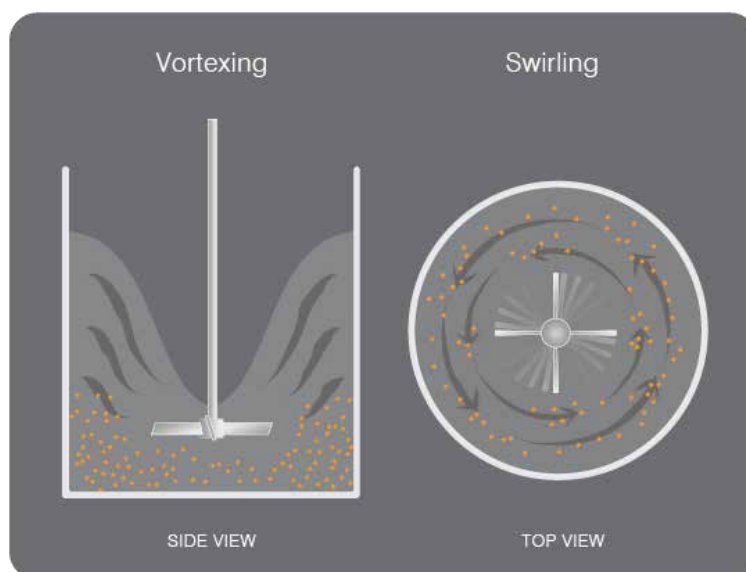


Рис. 1.28. Зображення руху рідини з мішалкою без відбійників

Вони змінюють напрямок руху потоку, покращуючи ефективність змішування. Відбійники запобігають утворенню вихрового руху – без них рідина оберталася б навколо осі мішалки, щоб знижувало ефективність перемішування. Покращують турбулентність, що створює додаткові потоки, сприяючи рівномірному перемішуванню. Зменшення мертвих ділянок – уникання ділянок, де відсутнє перемішування. Ефективне змішування при різних в'язкостях – особливо важливо для густих або неоднорідних сумішей.

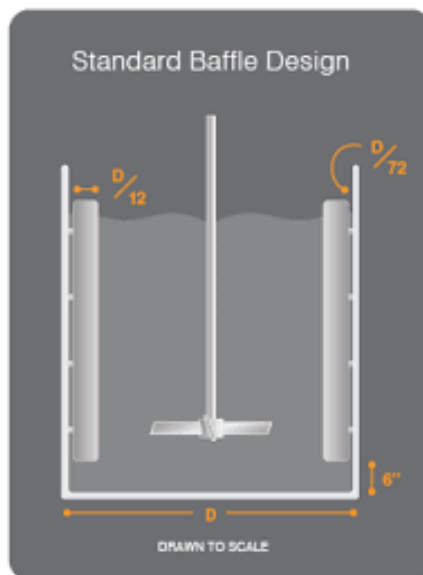


Рис. 1.29. Зображення рекомендованих розмірів для відбійників

Для ефективного використання відбійників, їх кількість може корегуватися від призначення (продукту). Найбільш ефективним варіантом набула кількість в 4 відбійника

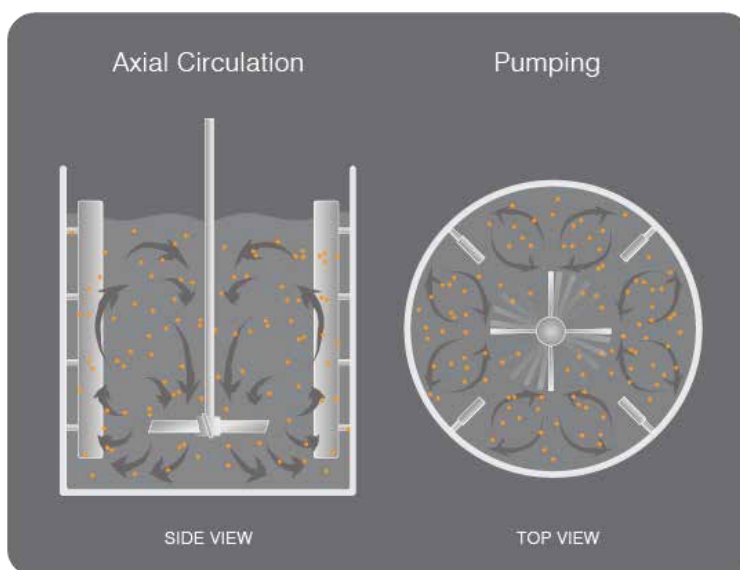


Рис. 1.30. Зображення руху рідини з використанням відбійника

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ РЕЗЕРВУАРУ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

2.1. Визначення необхідної потужності приводного електродвигуна

Вихідні параметри для розрахунку:

$\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина робочої рідини;

$g = 9.81 \text{ м/с}^2$ – прискорення вільного падіння;

$h_1 = 0.875 \text{ м}$ – висота рівня робочої рідини над першою групою лопаток;

$h_2 = 1.372 \text{ м}$ – висота рівня робочої рідини над другою групою лопаток;

$h_3 = 1.882 \text{ м}$, – висота рівня робочої рідини над третьою групою лопаток;

$a = 0.18 \text{ м}$ – довжина лопатки;

$b = 0.073 \text{ м}$ – ширина лопатки;

$r = 0.1 \text{ м}$ – відстань від центру мас лопатки до осі обертання;

$\alpha = 45^\circ$ – нахил лопаток до горизонту;

$k_1 = 3$ – кількість лопаток на першому рівні;

$k_2 = 3$ – кількість лопаток на другому рівні;

$k_3 = 3$ – кількість лопаток на третьому рівні;

$n = 114 \text{ об/хв}$ – частота обертання вала, до якого прикріплення лопатки.

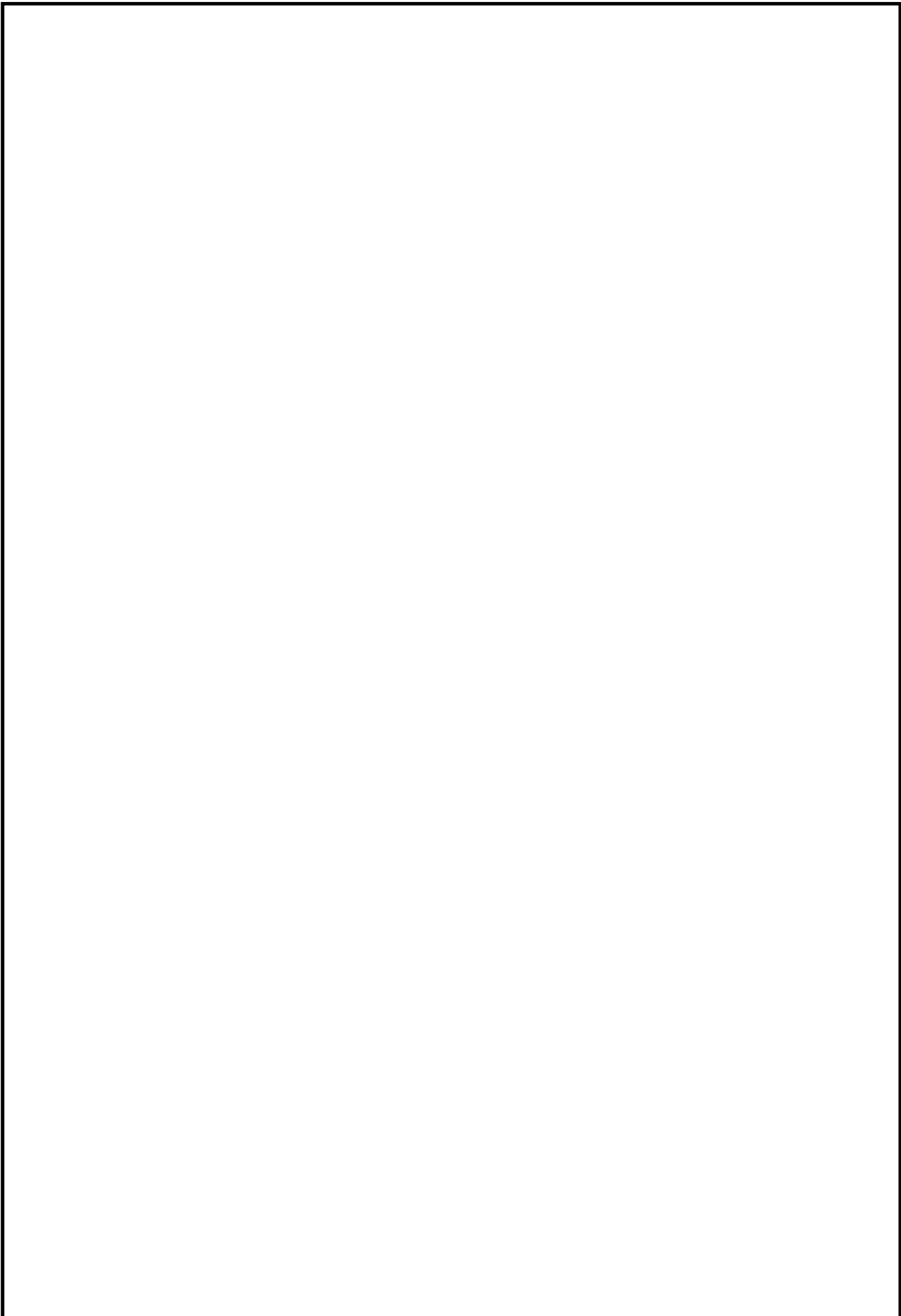
Порядок розрахунку

Визначення тиску рідини на різних рівнях розміщення лопаток. Згідно із закону Бернуллі тиск рідини на лопатки буде визначатися за формулою:

$$P = \rho \cdot g \cdot h, \quad (2.1)$$

01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
					РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК КОНСТРУКЦІЇ РЕЗЕРВУАРУ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ		
Розроб.		Перець Є.С.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.				31	53
Н. Контр.					<i>НУБіП України</i>		
Затверд.							



					01.09 – КР. 368 “С” 2024.03.11. 003 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де ρ – густина рідини, g – прискорення вільного падіння; h – висота стовна води над лопатками.

Тоді на кожному з рівнів розміщення лопаток тиск рідини буде визначатись наступним чином:

- Перший рівень

$$P_1 = \rho \cdot g \cdot h_1 = 1000 \cdot 9.81 \cdot 0.875 = 8.58 \text{ кПа}$$

- Другий рівень

$$P_2 = \rho \cdot g \cdot h_2 = 1000 \cdot 9.81 \cdot 1.382 = 13.56 \text{ кПа}$$

- Третій рівень

$$P_3 = 1000 \cdot 9.81 \cdot 1.882 = 18.46 \text{ кПа}$$

Визначимо площу лопатки

$$A = a \cdot b = 0.18 \cdot 0.073 = 0.0132 \text{ м}^2$$

Момент опору переміщенню лопаток визначається за формулою:

$$T = k \cdot P \cdot A \cdot r \cdot \cos\alpha; \quad (2.2)$$

Тоді на кожному з рівнів розміщення лопаток момент опору буде визначатись так:

- Перший рівень

$$T_1 = k_1 \cdot P_1 \cdot A \cdot r \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 8580 \cdot 0.0132 \cdot 0.1 \cdot 0.707 = 24 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Другий рівень

$$T_2 = k_2 \cdot P_2 \cdot A \cdot r \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 13560 \cdot 0.0132 \cdot 0.1 \cdot 0.707 = 38 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

- Третій рівень

$$T_3 = k_3 \cdot P_3 \cdot A \cdot r \cdot \cos\alpha = 3 \cdot 18460 \cdot 0.0132 \cdot 0.1 \cdot 0.707 = 52 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Тоді сумарний опір повороту вала визначається за формулою

$$T = T_1 + T_2 + T_3 = 24 + 38 + 52 = 114 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (2.3)$$

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Знайдемо кутову швидкість валу:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3.14 \cdot 125}{30} = 13.08 \text{ рад/с} \quad (2.4)$$

Необхідна потужність приводу ля переміщення вала визначається за формулою

$$P = T \cdot \omega = 114 \cdot 13,08 = 1491 \text{ Вт} = 1,491 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

За каталогом вибираємо мотор-редуктор потужністю $P_{тр} = 1.5$ кВт.

Параметри мотор-редуктора :

Потужність електродвигуна – $P_{дв} = 1.5$ кВт.

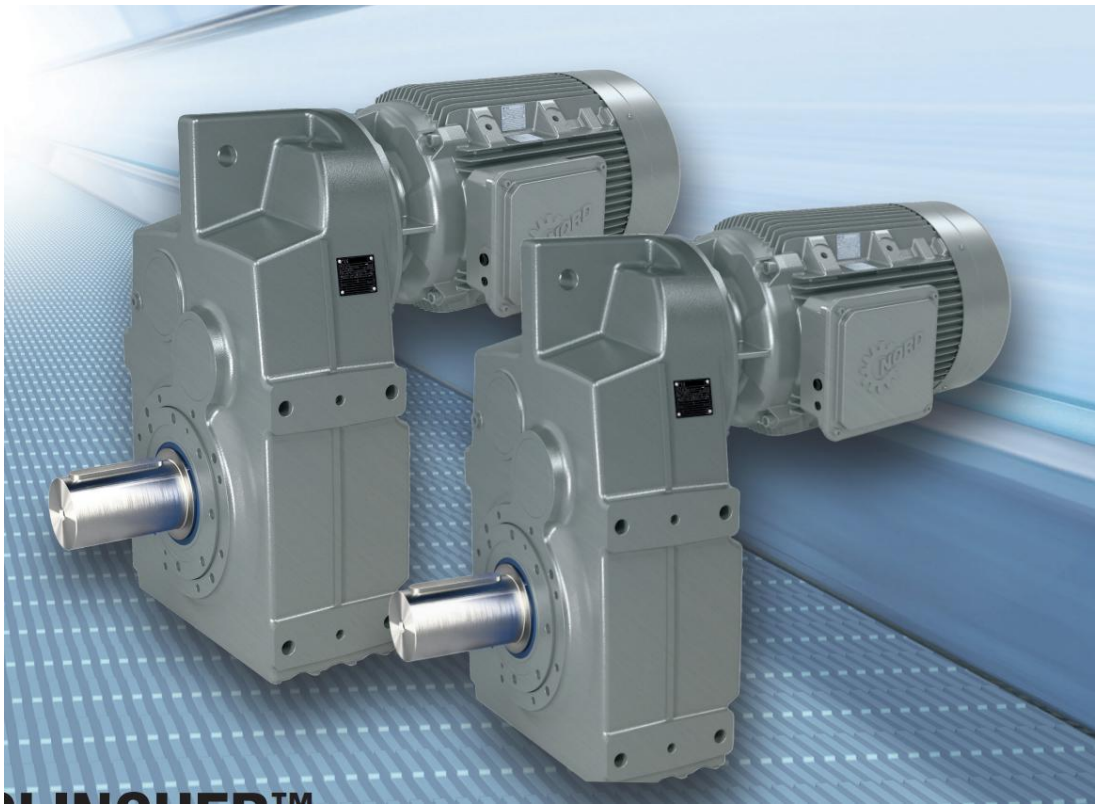
Частота обертання двигуна – $n_{дв} = 1415$ об/хв;

Передавальне число редуктора – $u = 11.3$;

Частота обертання вихідного вала редуктора – $n = 125$ об/хв.

Відповідно до розрахованих даних обираємо мотор-редуктор.

					01.09 – КР. 368 “С” 2024.03.11. 003 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34



- 1 SK0282.1AXFBH-90LP/4 TF
 Замовлення 204259686/100 від 21.11.2024
 Мотор-редуктор цил.з пар.вал.

Число обертів двигуна	1.415 1/хв.
Передатне відношення	11,30
Ступені	2
Число оберт.вих.вала	125,000 1/хв.
Коефіцієнт експлуатації	1,70

Рис. 2.1. Мотор-редуктор

2.2. Розрахунок вала на міцність.

Визначимо діаметр вала з умови на кручення

$$d = \sqrt[3]{\frac{T_{max}}{0.2 \cdot [\tau]}} \quad (2.6)$$

де T_{max} – максимальний статичний момент на валу ($T_{max} = T = 114 \text{ Н} \cdot \text{м}$);

$[\tau]$ – допустим напруження кручення, для сталевих валів

$$[\tau] = (12, \dots, 15) \cdot 10^6 \text{ Па}$$

					01.09 – КР. 368 “С” 2024.03.11. 003 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$d = \sqrt[3]{\frac{114}{0.2 \cdot 14} \cdot 10^{-6}} = \sqrt[3]{40,7} \cdot 10^{-2} = 3.44 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 34,4 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр вала $d=35$ мм, визначаємо кут закругування вала

$$\varphi = \frac{T \cdot l}{G \cdot I_p} \quad (2.7)$$

де T – максимальний крутний момент на валу;

l – довжина валу;

G – модуль пружності матеріалу вала при зсуві;

I_p – полярний момент інерції поперечного перерізу вала, який визначається наступною залежністю

$$I_p = \frac{\pi \cdot d^4}{32} \quad (2.8)$$

В результаті підстановки виразу в залежність отримаємо:

$$\varphi = \frac{32 \cdot T \cdot l}{\pi \cdot d^4 \cdot G};$$

Для параметрів:

$$T = 144 \text{ Н} \cdot \text{м}; l = 2.6 \text{ м}; G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}; d = 3.5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Будемо мати

$$\varphi = \frac{32 \cdot 114 \cdot 2.6}{3.14 \cdot 3.5^4 \cdot 10^{-8} \cdot 8 \cdot 10^{10}} = 0.201 \text{ рад} = 11.5^\circ > [\varphi]$$

Допустимий кут закручування $[\varphi] = 0.7^\circ = 0.0122$ рад, тому отримані параметри не відповідають встановленим вимогам.

Тому визначимо діаметр вала з умови кута його закручування.

З умови маємо

$$d \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot T \cdot l}{\pi \cdot G \cdot [\varphi]}} = \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 114 \cdot 2.6}{3.14 \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 0.0122}} = 0.042 \text{ м} = 42 \text{ мм}$$

З конструктивних умов приймаємо діаметр вала $d = 50$ мм.

						01.09 – КР. 368 “С” 2024.03.11. 003 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			36

РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1. Монтаж обладнання

Під час завантаження/розвантаження (встановлення) ємнісного обладнання використовувати транспортні піддони та ложементи.

Заборонено робити завантаження, розвантаження, фіксацію обладнання, використовуючи для цього патрубкі, фланці та ін. Конструкційні елементи, не призначені для таких видів робіт.



Використовувати вантажопідйомну техніку і стропи з вантажопідйомністю не нижче рекомендованої.

Відповідальність за пошкодження, отримані під час невідповідної організації робіт по встановленню обладнання, несе Споживач.

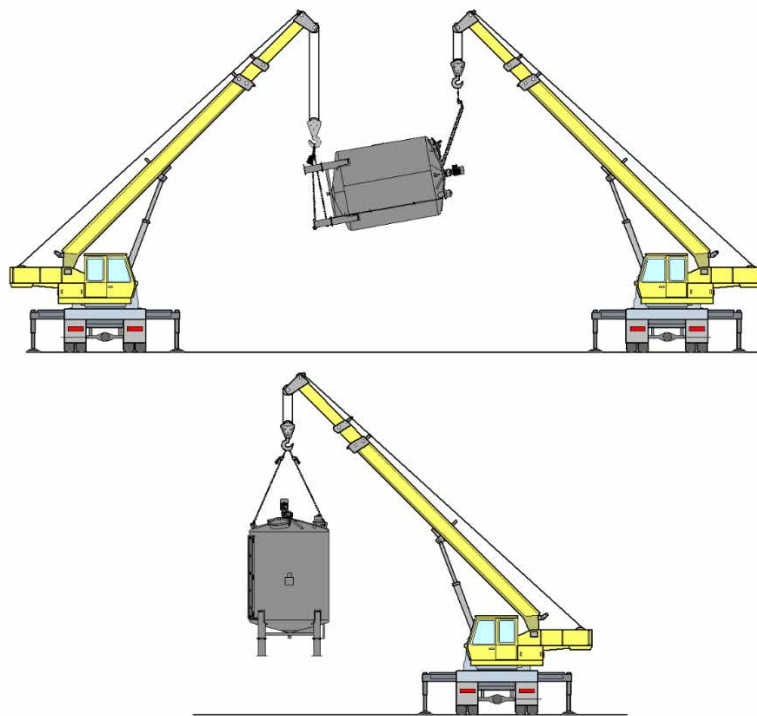


Рис. 3.1. Монтаж обладнання за допомогою автокрана

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Перець Є.С.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.				37	53
Н. Контр.					РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ		
Затверд.							

Підйомне технологічне оснащення:

- Монтажна проушина.

Рекомендована техніка для завантаження/розвантаження:

- Тип: Автокран.

Вантажопідйомність визначається монтажною компанією в залежності від відстані між місцем розташування крану та місцем установки обладнання.

3.2. Інструкції з техніки безпеки

Дана інструкція містить основні вказівки, яких слід дотримуватися при введенні в експлуатацію і технічного обслуговування. Отже, є обов'язковою, щоб перед установкою як сам складальник, так і відповідальний технічний персонал заводу вивчили цю інструкцію, і щоб вона постійно перебувала поруч з обладнанням, оснащеним перемішуючим пристроєм.

Необхідно дотримуватися не тільки інструкції з техніки безпеки, викладені в цій главі, але також всі рекомендації по запуску, експлуатації, ремонту і обслуговування, що описані в даній інструкції.

3.2.1 Перелік використаних символів

Інструкції з техніки безпеки, що містяться в паспорті, недотримання яких може бути небезпечним для людей або обладнання і його роботу, виражені за допомогою символічних зображень, зазначених далі:



Увага! Небезпека (інші небезпеки)

Дані за вимогами і заборонам для запобігання травм



Знак обережно! Електрична напруга

Вказівка на небезпеку ураження електричним струмом частинами установки, що знаходяться під напругою або вказі-

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

вка на небезпеку ураження статичними розрядами незаземленого компонентів.



Небезпека травм, завданих перемішуючим пристроєм.



Небезпека підвішених вантажів.



Небезпека для перемішуючого пристрою і його роботи.



Загальні вимоги

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

3.2.2 Інструкція з техніки безпеки загального характеру



Прочитати інструкції, що містяться в цьому паспорті, до монтажу перемішуючого пристрою та її пуску в експлуатацію.

До пуску перемішуючого пристрою перевірити правильність її закріплення і точність установки, вирівнювання її по осі. Неякісна установка може викликати серйозні механічні проблеми при роботі перемішуючого пристрою.



Всі електричні роботи повинні вестися спеціальним персоналом.

Не демонтувати перемішуючий пристрій, не відключивши попередньо електричний щит і не від'єднавши кабель живлення двигуна.

Не приводити в дію перемішуючий пристрій, якщо обертіві деталі не захищені або погано зібрані.



У перемішуючому пристрої є деталі, що обертаються. Не сувати руки або пальці в перемішуючий пристрій під час роботи, це може привести до травматизму.

Не чіпати деталі перемішуючого пристрою, які контактують з рідиною, при її роботі. Якщо перемішуючий пристрій працює з гарячою продукцією, при температурі понад 50°C, є небезпека отримати опіки. Для цього в першу чергу застосувати засоби індивідуального захисту.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк. 40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Вжити усіх можливих запобіжних заходів при підйомі перемішуючого пристрою. Завжди використовувати добре закріплені стропи в разі переміщення перемішуючого пристрою за допомогою підйомного крана чи іншої підйомної системи

Прибрати всі інструменти, використані при монтажі, до запуску перемішуючого пристрою.



Не вмикати перемішуючий пристрій якщо всередині ємності відсутня рідина.

Не перевищувати максимальні режими експлуатації перемішуючого пристрою. Не змінювати експлуатаційні параметри, які спочатку були передбачені виробником. Всі питання по зміні режиму роботи перемішуючого пристрою повинні бути узгоджені з виробником.

Перемішуючий пристрій та його установка можуть виробляти шум понад 85 дБ (А) в несприятливих умовах експлуатації. В цьому випадку, оператори повинні використовувати протишумові запобіжні пристрої

Не допускається використання перемішуючого пристрою в перемішуванні інших середовищ і безпосередньо продукту з в'язкістю відмінною від розрахункової для даного перемішуючого пристрою. Використання перемішуючого пристрою не за призначенням може призвести до поломки пропелера або інших деталей і становити загрозу безпеці.

3.3. Електричне підключення

До підключення електродвигуна до мережі перевірити місцеві норми, що стосується електричної безпеки, а також відповідні розпорядження. Звернути

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

особливу увагу на те, що стосується контролю та управління перемішуючого пристрою. При підключенні двигуна до мережі звертатися з інструкцією.



Надайте електричне підключення двигунів кваліфікованому персоналу. Прийміть необхідні для запобігання будь-якої аварії.

Двигун повинен бути захищений за допомогою запобіжних пристроїв від перевантажень і коротких замикань.

Перемішуючий пристрій експлуатувати в пожежонебезпечних і вибухонебезпечних зонах, якщо це не було передбачено в конструкції обладнання.

3.4. Пуск перемішуючого пристрою

Перед запуском перемішуючого пристрою переконатися, що всі захисні компоненти встановлені на ній, а рухливі елементи надійно закріплені. Забороняється торкатися обертових частин перемішуючого пристрою.

Упевнитися, що електроживлення відповідає зазначеному на таблиці двигуна.

Перевірити осьове положення валу перемішуючого пристрою.

Перевірити рівень рідини в ємності. Забороняється робота перемішуючого пристрою під час наповнення або спородження ємності.



Не допускати роботу перемішуючого пристрою без продукту.

Упевнитися, що напрямок обертання правильний.

Напрямок обертання за годинниковою стрілкою, якщо дивитися на двигун у напрямку пропелера, або по додатковій стрілці-вказівником розташованою безпосередньо на елементах.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

нтах деталей перемішуючого пристрою.

Неправильний напрямок обертання призведе до зниження продуктивності і зайвого навантаження на перемішуючий пристрій, а також може призвести до аварії.

Перевірити струм споживання двигуна.

Не змінювати робочі параметри, з якими спочатку був обраний перемішуючий пристрій. (Існує ризик пошкодження перемішуючого пристрою і небезпека для користувача).

Слідувати інструкціям по використанню і нормам техніки безпеки, викладеним у керівництві та інструкціях до ємності, на яку встановлений перемішуючий пристрій.

Не змінювати робочі параметри, з якими спочатку був обраний перемішуючий пристрій. (Існує ризик пошкодження перемішуючого пристрою і небезпека для користувача)

Слідувати інструкціям по використанню і нормам техніки безпеки, викладеним у керівництві та інструкціях до ємності, на яку встановлений перемішуючий пристрій.

Попадання будь-якого предмету або твердої сировини може пошкодити перемішуючий пристрій або частини її конструктивних елементів та піддати ризику безпеки.



Підготовка до роботи і введення в експлуатацію обладнання включає:

- установку в проектне положення;
- заземлення обладнання;
- підключення електроживлення і заземлення до електродвигуна ***;

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- підключення контрольно-вимірювальних приладів і перевірка їх працездатності і правильності показань ***;
- виконання індивідуальних випробувань електродвигуна на холостому ході і в зчленованому стані з перемішувачем***;
- включення блокування і сигналізації ***;

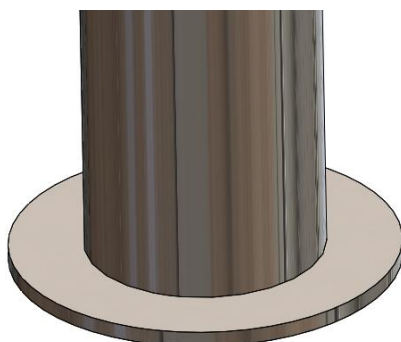
*** - застосовується якщо дане устаткування використовується в конструкції обладнання



Для роботи по введенню в експлуатацію обладнання залучати атестований персонал, який пройшов інструктаж з техніки безпеки і ознайомився із заводською документацією на обладнання.

3.5. Встановлення в проектне положення

Обладнання повинно бути встановлено в проектну позицію, використовуючи техніку і технологічне оснащення.



Допустиме відхилення по вертикалі не більше 3°. Вертикальність забезпечити за допомогою регулювання опорних пластин. Після регулювання виконати фіксацію за допомогою контргайки.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк. 44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Допустиме відхилення по вертикалі не більше 3°. Між обладнанням та стінами / іншим обладнанням повинен бути забезпечений технологічний зазор, не менше 800мм.

При необхідності закріпити обладнання до фундаменту, використовуючи анкерні болти.

3.6. Підключення технологічних трубопроводів

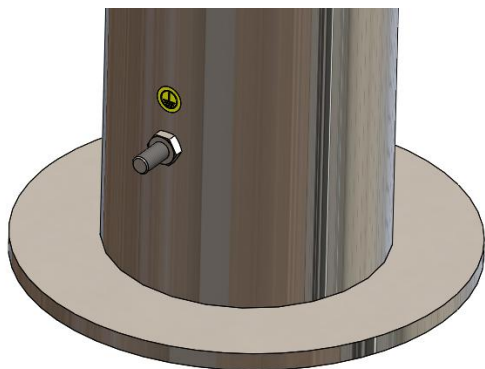
Виконати під'єднання трубопроводів з використанням дугового зварювання неплавким електродом в середовищі інертного захисного газу. Всі роботи повинні виконуватися відповідно до стандартів і директив, перерахованих у розділі 1.

Приварювання трубопроводів до патрубків і штуцерів ємностей проводити відповідно до технології, розробленої монтажною організацією, забезпечивши необхідні вимоги по чистоті, що виключають потрапляння у внутрішні порожнини, будівельного пилу та абразивних частинок, сторонніх предметів та ін.

Приєднати до обладнання фланці, клампи та інші деталі, що передбачені конструкцією устаткування. Перевірити герметичність з'єднань.

3.7. Заземлення обладнання

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45



Кабелі повинні бути обтиснуті наконечниками, які відповідають перетину кабелю і діаметру отвору в пластині заземлення на корпусі обладнання. Рекомендований перетин мідного кабелю – 6 мм². Приєднати кабель заземлення до відповідного кріплення на обладнанні. Заземлення устаткування є обов'язковим.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Собівартість одного виробу – 9 595,56 € або 431 992,04 ₴

Курс Євро на 14.10.2024 € 45,02

Націнка 16 % - 1 535,29 € або 69 118,73 ₴

Ціна за один виріб – 11 130,85 € або 501 110,76 ₴

Повна вартість замовлення - 44 523,39 € або 2 004 443,05 ₴

Ціна за матеріали 3 613,56 € або 162 684,3 ₴

Ціна за роботи 5 662,00 € або 254 790 ₴

Конструкторські 320,00 € або 14 400 ₴

4.1. Специфікація корпусу (ціна за матеріал)

Кришка – S3, Вид поверхні 2В+РЕ, 245,2 € або 11 034 ₴

Обичайка - S3, Вид поверхні 2В+РЕ, 701,43 € або 31 564,4 ₴

Дно - S3, Вид поверхні 2В+РЕ, 245,2 € або 11 034 ₴

Різне - S3, Вид поверхні 2В+РЕ, 50,16 € або 2 258,2 ₴

Фланець - S20, Вид поверхні 2В+РЕ, 69,78 € або 3 141,5 ₴

Лопаті – S5, Вид поверхні 2В+РЕ, 52,61 € або 2 368,5 ₴

Відбійник - S6, Вид поверхні 2В+РЕ, 49,71 € або 2 238 ₴

Рівномір – S3, Вид поверхні 2В+РЕ, 14,86 € або 669 ₴

Опорні лапи – S16, Вид поверхні 1D, 73,73 € або 3 317,85 ₴

Монтажна проушина на 700 кг 25€ -1 шт. 2·20=40 € або 1 800 ₴

Дихальний клапан розмір DN 100 AISI 304L 1шт -84 € або 3 780 ₴

Вузол СІР стаціонарний Ø45/DN25/DN50 1 шт -182 € або 8 190 ₴

Табличка виробника - 1шт – 20 € або 900 ₴

Ложемент ємності – 2 шт - 100 € або 4 500 ₴

Вал – 1шт – 53,3 € або 2 400 ₴

Кутник 50x50x3 – 4 шт -15,1 € або 680 ₴

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Перець Є.С.			РОЗДІЛ.4.РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Ляшко А.П.					47	53
						НУБіП України		
Н. Контр.								
Затверд.								

Втулка вала – 1шт- 104 € або 4 700 ₴

Тринога – 1 шт – 120 € або 5 400 ₴

Фторопласт – 1 шт – 50 € або 2 250 ₴

Загальна сума: 2 271,68 € або 102 225,45 ₴

4.2. Покупні елементи

Люк Fratelli Laveggi – 297 € або 13 365 ₴

Труби

Труба EN10350/DIN11850 Ø154x2 AISI304L 4 м – 166,40 € або 7 488 ₴

Труба EN10350/DIN11850 Ø52x1.5 AISI304L 6 м – 51,12 € або 2 301,4 ₴

Труба EN10350/DIN11850 Ø18x1.5 AISI304L 3 м – 11,7 € або 527 ₴

Інші елементи замовлення

Відвід – 1 шт – 3,3 € або 150 ₴

Молочне з'єднання – 11,1 € або 500 ₴

Рівномір – 1шт – 155,6 € або 7 000 ₴

Загальна сума: 696,22 € або 31 329,9 ₴

Автоматика

Мотор-редуктор – 1 шт – 670 € або 30 150 ₴

Датчик люка – 1 шт – 60 € або 2 700 ₴

Загальна сума: 730 € або 32864,6 ₴

4.3. Розрахунок робіт

Виготовлення корпусу 260 план/год

Кількість людей – 1

Ціна за одиницю виміру – 14,9 € або 670,8 ₴

260 план/год·1=260 л/год

Загальна ціна (EURO) без НДС 260 л/год·14,9 € = 3 874 € або 174 407,5 ₴

Виготовлення мішалки 110 план/год

Кількість людей – 1

Ціна за одиницю виміру – 14,9 € або 670,8 ₴

110 план/год·1=110 л/год

Загальна ціна (EURO) без НДС 110 л/год·14,9 € = 1 639 € або 73 787,8 ₴

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Виготовлення фланця 10 план/год

Кількість людей – 1

Ціна за одиницю виміру – 14,9 € або 670,8 ₴

10 план/год · 1 = 10 л/год

Загальна ціна (EURO) без НДС 10 л/год · 14,9 € = 149 € або 6 705 ₴

4.4. Розрахунок конструкторських робіт :

160 план/год · кількість людей 0,25 = 40 л/год

Ціна за одиницю виміру – 8 € або 360 ₴

Загальна ціна (EURO) без НДС 8€ (360 ₴) · 40 = 320 € (14 400 ₴)

Загальна сума: 5 982 € або 269 309,64 ₴

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

ВИСНОВКИ

У результаті виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи на тему "Розробка конструкції технологічного резервуара для харчової промисловості" було досягнуто поставленої мети – розроблено конструкцію сучасного технологічного резервуара, що відповідає сучасним технічним, гігієнічним та економічним вимогам. Отримані результати мають як теоретичне, так і практичне значення та можуть бути використані у харчовій промисловості.

Основні результати роботи можна підсумувати так:

1. Проведено аналіз існуючих конструкцій технологічних резервуарів, класифікаційних ознак, переваг і недоліків. Це дозволило визначити найефективніші конструктивні рішення для харчової промисловості.
2. Обґрунтовано вибір матеріалів для корпусу, ізоляції та додаткових елементів резервуара, таких як AISI 304L та AISI 316L, які забезпечують стійкість до корозії, міцність і відповідають вимогам харчової безпеки.
3. Розроблено конструкцію резервуара з урахуванням сучасних технологічних рішень: впроваджено СІР-системи миття, ефективну теплоізоляцію (мінеральна вата, К-флекс, піна), сучасні перемішуючі пристрої та типи приводів, що забезпечують надійність і ефективність роботи.
4. Виконано розрахунки міцності основних елементів конструкції, зокрема гвинтового вала перемішуючого пристрою, що підтвердило її надійність під час експлуатації у виробничих умовах.
5. Проведено економічний аналіз проєкту, що показав доцільність і конкурентоспроможність розробленої конструкції. Розраховано витрати на матеріали, роботи, автоматизацію та комплектуючі, що підтверджує економічну ефективність впровадження.

					01.09 – КР. 2265 "С" 2024.12.16. 012 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Перець Є.С.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Ляшко А.П.				50	53
Н. Контр.					ВИСНОВКИ		
Затверд.							
					НУБіП України		

6. Розглянуто заходи з охорони праці під час монтажу, експлуатації та обслуговування резервуара, що забезпечують безпечну роботу обладнання та захист персоналу.

Таким чином, усі поставлені завдання були виконані: проведено аналіз існуючих конструкцій, обґрунтовано вибір матеріалів і конструктивних рішень, розроблено ефективну конструкцію резервуара, виконано необхідні інженерні розрахунки, розраховано економічну ефективність та визначено заходи з охорони праці. Це дозволяє рекомендувати розроблену конструкцію до впровадження на підприємствах харчової промисловості для підвищення ефективності виробництва, якості продукції та конкурентоспроможності на ринку.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паспорт "Ємність для промивної води, 18 м³". *Orion.Group*. URL: <http://oriongr.com/uploads/files/lkzzy0g7k9e4n8n0.pdf>.
2. Паспорт "Реактор, 100 л". *Orion.Group*. URL: <http://oriongr.com/uploads/files/mdgbb8c4n9c1h3y5.pdf>.
3. Паспорт "11-B-20 Cream vessel , 50 м³". *Orion.Group*. URL: <http://oriongr.com/uploads/files/gkiny6y9e0l6n8l3.pdf>.
4. Високопродуктивний конічний шнековий стрічковий змішувач. *SHENYIN. Продукти*. URL: <https://www.shenyingroup.com/uk/high-performance-conical-screw-belt-mixer-product/>.
5. Agitator For Mixing Hydrated Lime Slurry In Intermediate Bulk Tank. *ACME*. URL: <https://acmeprocess.net/agitator-for-mixing-hydrated-lime-slurry-in-intermediate-bulk-tank/>.
6. Vessels. *ROCKWOOL. Vessels*. URL: <https://rti.rockwool.com/applications/industrial/vessels/>.
7. СПІНЕНИЙ КАУЧУК K-FLEX ST - УНІВЕРСАЛЬНА ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЯ. *TECHNOLOGY SYSTEMS. K-Flex ST*. URL: <https://www.energo-flex.com/ukr/products/k-flex/k-flex-st/>.
8. Tank Insulation. *Universal Coatings*. URL: <https://www.universalcoatings.net/tank-insulation>.
9. Spray Nozzles for the Chemical Industry. *SNP (The Spray Nozzle People)*. URL: <https://www.spray-nozzle.co.uk/>.
- 10.5 key considerations for selecting your tank cleaning equipment. *ALFA LAVAL. Tank cleaning equipment*. URL: <https://www.alfalaval.us/microsites/tank-cleaning/blog/5-equipment-selection-questions/>.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ			Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.	Перець Є.С.							52	53	
Перевір.	Ляшко А.П.							НУБіП України		
Н. Контр.										
Затверд.										

11. Spray Balls. *GEA. Static Cleaners.* URL: <https://www.gea.com/es/products/cleaners-sterilizers/tank-cleaning/static-cleaners/spray-balls-tank-cleaner/>.
12. Що таке фланці для труб і трубопровідних систем. *ARMAX.* URL: <https://armax.ua/ua/blog/sho-take-flanci-dlya-trub-i-truboprovodnikh-sistem/?srsltid=AfmBOopxu-DuTphKb8MpHW8srXAfheDW54xNupzHoSOFM3yFID8KgvxC>.
13. Jacketed Tanks and Vessels with temperature control. *GREAVES. Jacketed Vessels.* URL: <https://www.greaves.co.uk/jacketed-vessels/>.
14. Jacketed Vessel. *ALINOX VERONA.* URL: <https://www.alinoxverona.it/eng/jacketed-vessel>.
15. Integral Jackets. *ThermaPlate.* URL: <https://thermaplate.com/integral-tank-jackets/>.
16. Dimple Jacketed Tanks. *HOCKMEYER. Accessories.* URL: <https://hockmeyer.com/products/dimple-vessel-jackets/>.
17. G&F Manufacturing Co., Inc., and BEFCO Manufacturing Inc., are sister companies. We are a leading manufacturer of Storage & Mixing tanks, and Pressure Vessels.. *G&F. mixing-tanks.* URL: <https://gandf.com/mixing-tanks>.
18. LOTUS MIXERS. *GEASTECH MIDEAST FZE.* URL: <https://www.gastech-mideast.com/tank-mixers>.
19. Редуктори та запчастини – ремонт і виробництво. *MATRIX.* URL: <https://www.metmatrix.net/services/reducers-manufacturing-repair/>.
- 20.20. Nechyporenko O. Як правильно обрати мотор-редуктор? | Розділ 2: Вибір оптимального типу. *Beltimport.* 18.04.2023. URL: <https://beltimport.ua/blog/yak-pravilno-vibrati-motor-reduktor-rozdil-2-vibir-optimalnogo-tipu>.
21. Design. *New York University.* URL: https://2019.igem.org/Team:NYU_New_York/Design.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк. 53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

22.РЕЗЕРВУАРИ ДЛЯ ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ. ТМА. URL:
<https://ymz.ua/uncategorized/%D1%80%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%80%D0%B2%D1%83%D0%B0%D1%80%D1%8B-%D0%B4%D0%BB%D1%8F-%D0%BF%D0%B8%D1%89%D0%B5%D0%B2%D0%BE%D0%B9-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%8B%D1%88%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81/>.

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					01.09 – КР. 2265 “С” 2024.12.16. 012 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	ДОДАТКИ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		Перець Є.С.					53	53
<i>Перевір.</i>		Ляшко А.П.						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>								
						<i>НУБіП України</i>		