

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація розвантажувача пляшок марки VL2 з дослідженням кінематики і динаміки вузла розвантаження

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи МОнм-61
спеціальності 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

Ярмусь А. С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Вітенько Т. М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Ворощук В.Я
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри обладнання
харчових технологій

_____ д.т.н., проф. Вітенько Т.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

« _____ »

2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(Назва освітнього ступеня)

за спеціальністю

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

студенту

Ярмусю Андрію Сергійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

1. Тема роботи

*Модернізація розвантажувача пляшок марки VL2 з дослідженням
кінематики і динаміки вузла розвантаження*

Керівник роботи

Вітенько Тетяна Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від 25.03.2022 року № 4/7-184

2. Термін подання студентом завершеної роботи 16 травня 2022р.

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт розвантажувача пляшок марки VL2

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) *Вступ. 1. Аналіз сучасного стану технології та обладнання для виробництва пива. 2. Методи та методика досліджень. 3. Проектно-технологічні та технічні рішення по конструкції механічного розвантажувача VL2. 4. Дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.*

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) *Розвантажувач пляшок марки VL2. Вигляд загальний. Ф.А1. Вузол ведучого валу розвантажувача пляшок марки VL2. Складальне креслення. Ф.А1. Привід розвантажувача пляшок марки VL2. Складальне креслення. Ф.А1. Плакати (слайди): Теоретичне дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок 2 Ф.А1. Результати дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок 2,5 Ф.А1. Результати розрахунку елементів вузла ведучого валу розвантажувача пляшок марки VL2. 0,5 Ф.А1*

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кравець О.І., доц. каф ОХ,		
Нормоконтроль	Ворошук В.А, доц. каф.ОХ		

7. Дата видачі завдання 25.03.2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
	<i>Вступ.</i>	15.03.2022	
1.	<i>Аналіз сучасного стану технології та обладнання для виробництва пива.</i>		
2.	<i>Методи та методика досліджень.</i>	10.4.2022	
3.	<i>Проектно-технологічні й технічні рішення по конструкції механічного розвантажувача VL2.</i>	15.04.2022	
4	<i>Дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок</i>	05.05.2022	
5	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.</i>	10.05.2022	
	<i>Висновки. Перелік посилань</i>	15.05.2022	
	Графічна частина		
1.	<i>Розвантажувач пляшок марки VL2. Вигляд загальний. 2Ф.А1.</i>	25.03.2022	
2.	<i>Вузол ведучого валу розвантажувача пляшок марки VL2. Складальне креслення. Ф.А1.</i>	10.05.2022	
3	<i>Привід розвантажувача пляшок марки VL2 Складальне креслення. Ф.А1</i>	15.05.2022	
4	<i>Плакати (слайди):</i>	10.05.2022	
	<i>1. Теоретичне дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок 2 Ф.А1</i>		
	<i>Результати дослідження зубчатоважільного механізму розвантажувача пляшок 2,5 Ф.А1</i>		
	<i>Результати розрахунку елементів вузла ведучого вала розвантажувача пляшок марки VL2. 0,5 Ф.А1</i>		

Студент

(підпис)

Ярмусь А. С.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Вітенько Т. М..

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Ярмусь А. С. Модернізація розвантажувача пляшок марки VL2 з дослідженням кінематики і динаміки вузла розвантаження. 133 «Галузеве машинобудування». – Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль, 2022.

В кваліфікаційній роботі розроблені заходи з модернізації розвантажувача пляшок марки VL2 з дослідженням кінематичних і динаміки вузла розвантаження.

Ключові слова: ПИВО, ЛІНІЯ РОЗЛИВУ, РОЗВАНТАЖУВАЧ.

ANNOTATION

Yarmus A. S. The bottles unloader VL2 retrofit including the unloading unit kinematics and dynamics investigation. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University. -Ternopil, 2022.

Kinematics and dynamics unloading unit was researched and modernization actions of the bottles unloader VL2 are suggested in this thesis.

Keywords: BEER, BOTTLING LINE, BOTTLES UNLOADER.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА.....	10
1.1. Сучасні технологічні особливості виробництва пива	10
1.2. Аналіз конструкцій сучасного обладнання для завантаження/ розвантаження пляшок	13
1.3. Аналіз будова і принципу роботи механічного розвантажувача/завантажувача пляшок VL2	21
1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи	23
2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	24
2.1. Обґрунтування методів і засобів досліджень.....	24
2.2. Методи аналізу похибок досліджень	25
3. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНОГО РОЗВАНТАЖУВАЧА VL2	27
3.1. Структурний аналіз конструкції вузла ведучого валу механічного розвантажувача пляшок типу VL2	27
3.2. Кінематичний аналіз ВВВ механічного розвантажувача пляшок типу VL2.....	29
3.3. Розрахунок ланцюгової передачі ВВВ.....	31
3.4. Розрахунок ведучого вала розвантажувача VL2.....	37
3.5. Розрахунок підшипників ВВВ	44
3.6. Особливості експлуатації та технічного обслуговуванню розвантажувача/завантажувача VL2	47

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАТОВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ	
РОЗВАНТАЖУВАЧА ПЛЯШОК.....	49
4.1. Аналіз принципу роботи розвантажувального механізму РП VL2	49
4.2. Аналіз кінематики ЗВМ розвантажувача VL2	51
4.3. Аналіз динаміки ЗВМ розвантажувача VL2.....	54
4.4. Аналіз отриманих результатів та рекомендації по їх використанню ...	60
4.4.1. Результати розрахунків ЗВМ розвантажувача пляшок.....	60
4.4.2. Результати розрахунку елементів вузла ведучого вала розвантажувача пляшок марки VL2, зі створенням його 3-D схеми.....	64
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
7.1. Охорона праці.....	66
7.1.1. Загальні вимоги з охорони праці на пивоварних підприємствах.....	66
5.1.2. Вимоги безпеки при монтажі та ремонті технологічного.....	68
5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	70
5.2.1. Організація цивільного захисту на підприємстві харчової та переробної промисловості як ключова передумова відновлення виробництва у разі загрози та виникнення НС мирного та воєнного часу .	70
5.2.2. Захист продукції на підприємствах пиво-безалкогольної промисловості	74
ВИСНОВКИ.....	80
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	81
Додатки	
Специфікації	

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ ТА СКОРОЧЕНЬ

ВВВ – вузол ведучого вала розвантажувача пляшок VL2

ВО – виконавчий орган

ЗВМ – зубчатоважільний механізм

ККМ – кривошипно-коромисловий механізм

КМ – крутний момент

ЛП – ланцюгова передача

ПВ – передаточне відношення

ПТ – пластинчастий транспортер

РО – робочий орган

РП – розвантажувач пляшок

РХ – робочий хід

ВСТУП

Пиво є популярним слабоалкогольним напоєм, який отримують шляхом бродіння. Технологічний процес виробництва пива відрізняється складністю і тривалістю. Його можна поділити на декілька послідовних технологічних етапів: виробництво солоду, виготовлення пивного суслу, процес зброджування суслу за допомогою пивних дріжджів, процес доброджування, фільтрування отриманого пива і його розлив у тару. Особливістю обладнання ліній для розливу пива, та інших рідких харчових продуктів є висока інтенсивність їх роботи, висока продуктивність, високий рівень механізація. Відповідно, у зв'язку з інтенсивним навантаженням обладнання ліній розливу, висуваються підвищені вимоги до надійності обладнання, забезпечення міцності елементів використовуваних машин, довговічності їх роботи. Важливим є забезпечення відповідності кінематичних характеристик та динамічних властивостей машин сучасним виробничим вимогам.

Мета роботи: Покращення роботи розвантажувача пляшок (РП) марки VL2 на основі досліджень кінематичних характеристик та динамічних властивостей його вузла розвантаження.

Об'єкт дослідження. конструкція розвантажувача/завантажувача пляшок VL2

Предмет дослідження: вузол розвантаження/завантаження розвантажувача пляшок VL2.

Методи дослідження: теоретичний, емпірико-теоретичний, математичного моделювання, графічний..

Наукова новизна: встановлені залежності конструктивних параметрів вузла розвантаження з врахуванням умови однакових кінематичних параметрів та динамічних навантажень.

Практична цінність. Отримані результати та їх графічне представлення

будуть корисними при аналізі і розробці обладнання ліній по виробництву рідких продуктів.

Кваліфікаційна робота складається з текстової частини, що представлена на 82 аркушах формату А4, таблиць __, рисунків __.

Графічна частина представлена на 8 аркушах формату А1

1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПИВА

1.1. Сучасні технологічні особливості виробництва пива

У пивному виробництві надзвичайно важливим є чітке дотримання технологічних параметрів і вибір відповідного технологічного обладнання. Початковим етапом виробництва пива є приготування пивного суслу, включаючи операції подрібнення солоду, що реалізується на спеціальному обладнанні (варильне, заторне, суслотоварочне, фільтрувальне обладнання).

Далі обробка продукту здійснюється комплексом обладнання призначеного для теплової обробки (охолодження) та очищення його від твердих і зважених частинок. Використовуються холодильні установки, різного роду теплообмінники, відстійне обладнання.

Головний комплекс обладнання лінії становлять бродильні апарати і танки, установки для проведення безперервних процесів бродіння і доброджування.

Завершальним етапом є процес освітлення пива, для якого використовуються фільтр-преси, сепаратори-освітлювачі, діатомітові установки. Останньою операцією є розлив пива в тару та упаковка.

Машино-апаратурна схема сучасної лінії виробництва пива показана на рис. 1.1.

Очищений солод подрібнюється у валковій дробарці 1. При цьому отримують однорідну дрібну крупку і збереження лушпиння. Подрібнений солод подають на зважування на ваги 2 і засипають в бункер 3. Після відлежування подрібнену сировину піддають магнітній очистці в магнітовловлювачі 4, потім в заторному апараті 5 змішують з теплою водою і ретельно перемішуються (операція затирання). По закінченню затирання близько 40% заторної маси перекачують в інший заторний апарат 6,

нагрівають до температури оцукрювання (близько 70°C), а після процесу оцукрювання - до кипіння.

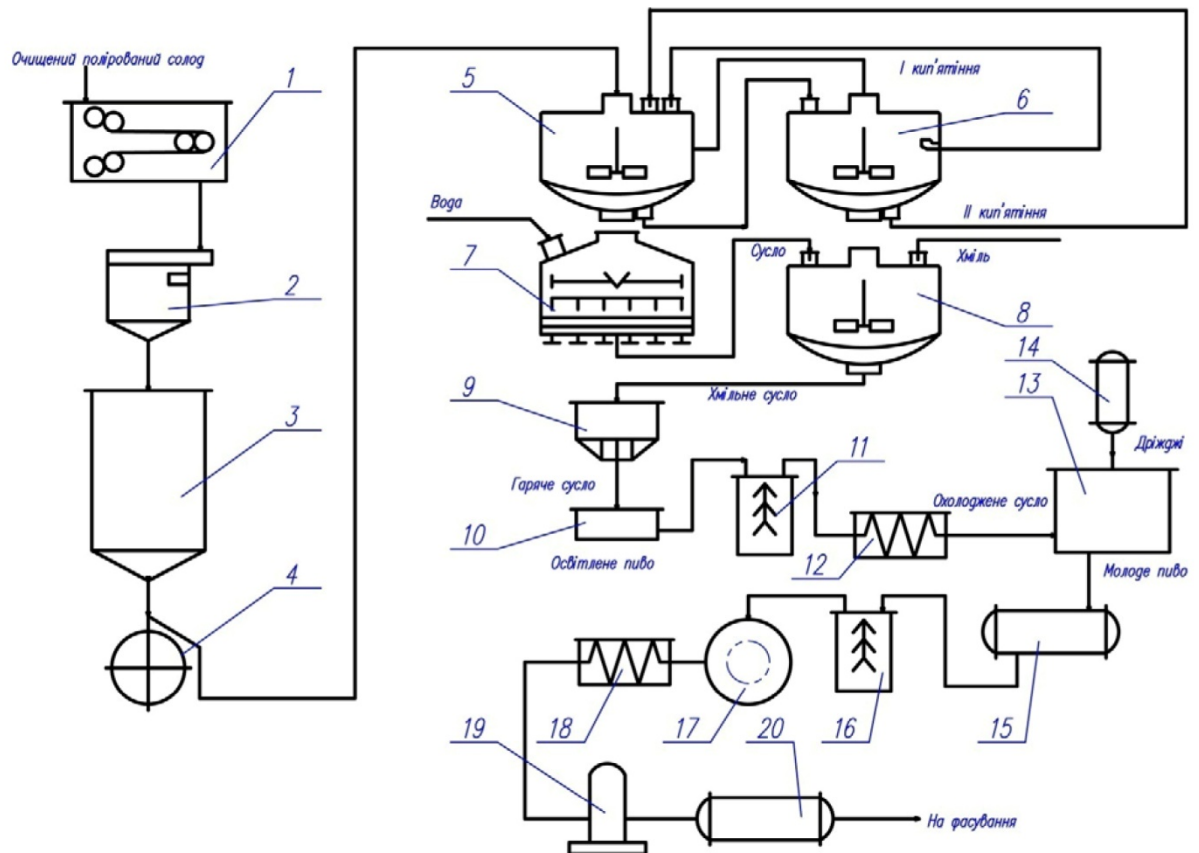


Рисунок 1.1. Машинно-апаратурна схема лінії виробництва пива: 1 – валкова дробарка, 2 – ваги, 3 – бункер, 4 – магнітовловлювач, 5, 6 – заторний апарат, 7 – фільтрувальний апарат, 8 – условарочний апарат, 9 – хмелевіддільник, 10 – збірник гарячого сусла, 11 – відцентровий тарілчастий сепаратор, 12 – пластинчатий теплообмінник, 13 – бродильний чан, 14 – чан для охолодженого сусла, 15 – танк для доброджування, 16 – сепаратор-освітлювач, 17- фільтр, 18 – теплообмінник, 19 – карбонізатор, 20 – танк для відфільтрованого пива

При кип'ятінні (перше відварювання) солод розварюється і його повертають у апарат 5. Під час змішування киплячої частини затору з масою у апараті 5, температура усієї суміші досягає 70°C і затор залишають для оцукрення. Після закінчення якого, знову частину затору у апараті 6 (друге

відварювання) і нагрівають до кипіння. Другу відварку також повертають назад у апарат 5. Після змішування обох частин затору температура збільшується до 75...80°C. Далі увесь затор подають до фільтраційного апарату 7. Прозоре сусло направляється у суслотварочний апарат 8, у якому кип'ятиться з хмелем. У апараті 8 з сусла випаровується частина води, відбувається процес часткової денатурації білків сусла і також його стерилізація. У хмелевіддільнику 9 гаряче охмелене сусло очищується від виварених хмельових пелюстків і потім перекачується до збірника гарячого сусла 10. Далі у відцентровому тарілчастому сепараторі 11 його очищує від зважених часток і у пластинчастому теплообміннику 12 здійснюють охолодження до 5...6°C. Охоложене сусло подають у бродильний чан 13, додають дріжджі з чану 14. Тривалість процесу бродіння становить 6-8 діб. Після чого молоде пиво відділяють від дріжджів, подають до танку 15, де залежно від виду пива відбувається його доброджування протягом 11...90 діб. Потім пиво під тиском на сепараторі-освітлювачі 16 і фільтрі 17 звільнюється від дріжджів, мікроорганізмів і дрібнодисперсних частинок. Освітлене пиво охолоджується у теплообміннику 18, за необхідності насичується діоксидом вуглецю в карбонізаторі 19 і подається у танк 20. Звідки під тиском подається на лінію розливу.

1.2. Аналіз конструкцій сучасного обладнання для завантаження/розвантаження пляшок

Сучасні лінії розливу повністю механізовані, характеризуються високими темпами роботи, що неможливо без відповідного обладнання для завантаження/розвантаження пляшок. До процесів розвантаження пляшок з ящиків і завантаження їх в ящики висуваються дуже високі вимоги, оскільки повинні забезпечуватись високі виробничі продуктивності і дуже чітка і без перебоїв робота обладнання. При цьому високі вимоги висуваються не лише до високопродуктивних розвантажувальних машин, але й до машин для спеціальних та малих одиниць упаковки. Перспективним є впровадження в лінії розливу робототехніки [1].

Розвантажуються або завантажуються завжди як мінімум одна пакувальна одиниця, тобто один або декілька:

- коробок
- пластмасових ящиків;
- гофрованих картонних піддонів або інших видів упаковки

Для процесів розвантаження або укладання пляшок машини оснащені однією або декількома захватними головками з певною кількістю захватних пристроїв, певним чином розташованих захватних патронів. Зазвичай, кожен завантажувач оснащується під один певний вид пакувальних одиниць. При зміні упаковки необхідним є переоснащення завантажувача/розвантажувача.

На рис. 1.2. подано основи принципу роботи завантажувача/розвантажувача. Через стіл-накопичувач (б) подаються пляшки до завантажувача. При цьому, для того щоб забезпечити надходження необхідної кількості пляшок, вони повинні достатньою мірою накопичитися на столі-накопичувачі. Потім за допомогою спеціальних напрямних вони розділяються на рівні ряди. Щоб не сталося нестачі пляшок,

проводиться електронний контроль кількості пляшок для наявності повного їх комплекту.

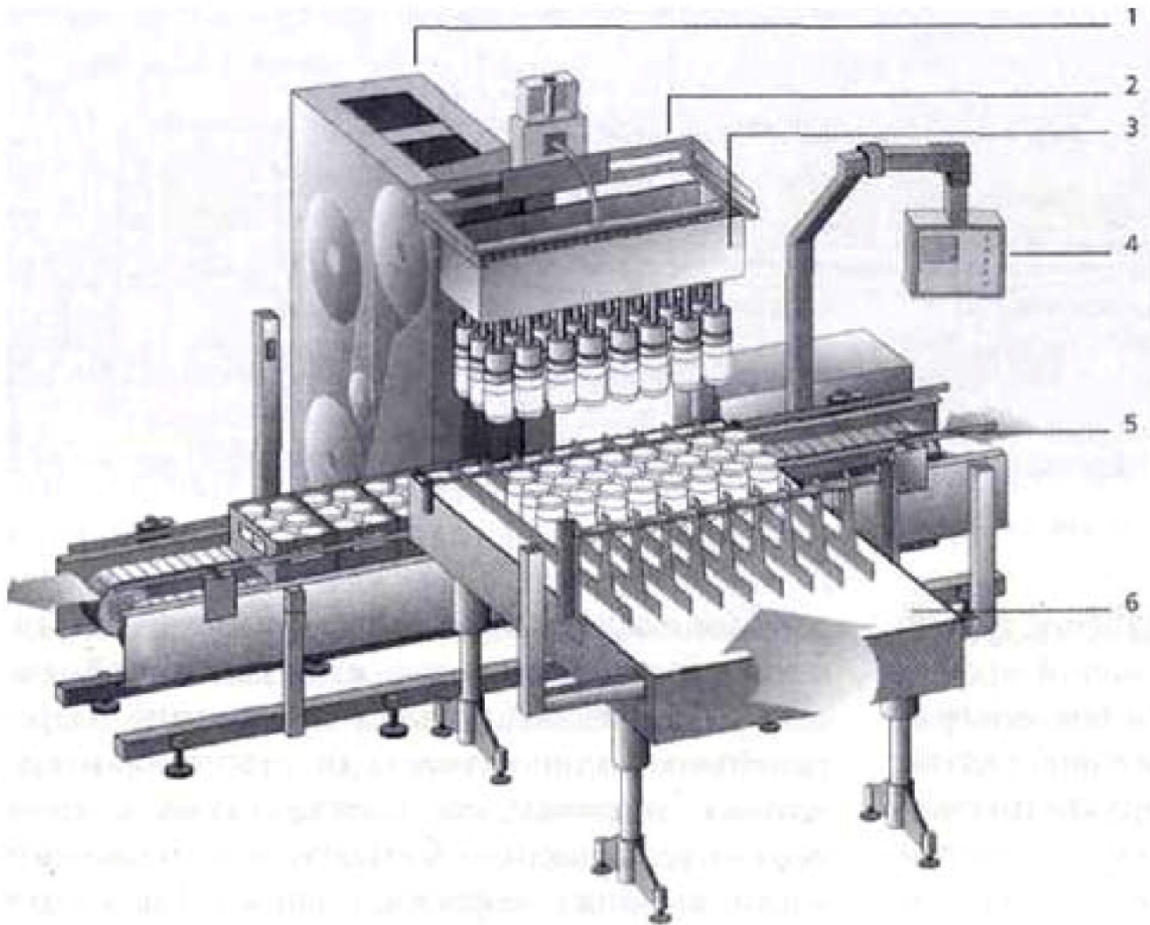


Рисунок 1.2. – Завантажувач/ розвантажувач (принцип дії): 1 – станина, 2 – підвіска захватної головки, 3 - захватна головка; 4 – пульт керування, 5 - транспортер для ящиків, 6 – стіл для пляшок

Захватна головка 3 завантажувача опускається вниз і своїми захватними патронами бере пляшки або банки, піднімає їх, від'їжджає назад і опускає їх в стоячі наготові ящики або коробки, які потім відразу ж відводяться з робочої зони. За той час на позицію поступає нова партія пляшок, а також наступні ящики, і процес повторюється.

Процес розвантаження здійснюється в зворотному порядку. Ящики фіксуються і позиціонуються в певному місці. Витягнуті пляшки обережно

переносяться на завантажувальний стіл, на якому вже відсутні розділові напрямні. Процес виймання відбувається безперебійно за умов, якщо:

- в ящиках знаходяться однакові за розмірами і формою пляшки, і
- на пляшках відсутні кронен-пробки.

Основним елементом завантажувача/розвантажувача є захватні патрони, які повинні надійно і обережно захоплювати, утримувати і перемішати пляшки або банки. Захватні патрони бувають механічні та пневмомеханічні.

Механічні захватні патрони захоплюють пляшку безпосередньо за горлечко (рис. 1.3.). При цьому не повинно пошкодитись оформлення пляшки - етикетка, фольга, стрічкове закріплення тощо.

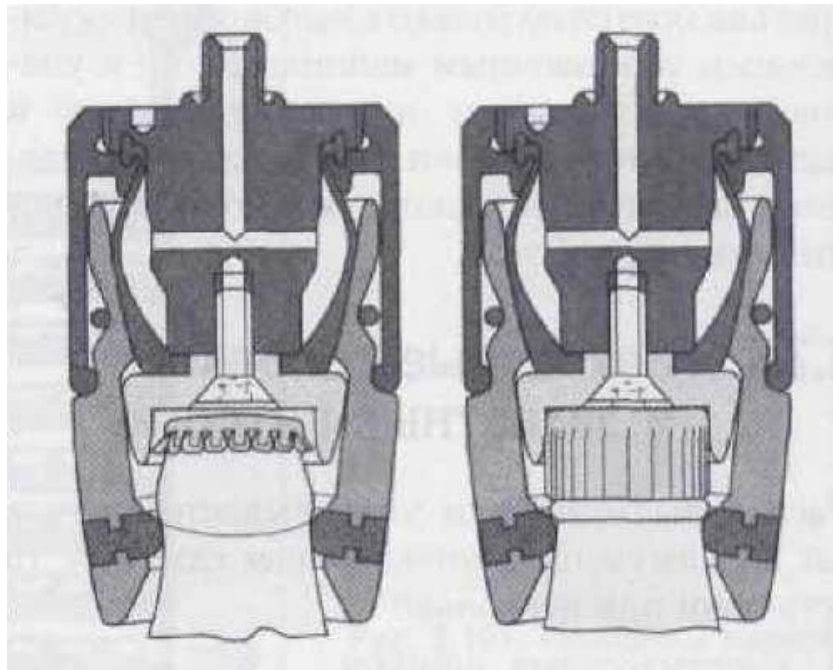


Рисунок 1.3. – Механічні захватні патрони

Пневмомеханічні захватні патрони (рис. 1.4.) оснащені пневматичним приводом захоплення. Затискання пляшки відбувається при подачі стисненого повітря в манжету. Відокремлена захисною гільзою манжета, розташована у верхній частині захватного патрона, не торкається пробки і скла пляшки.

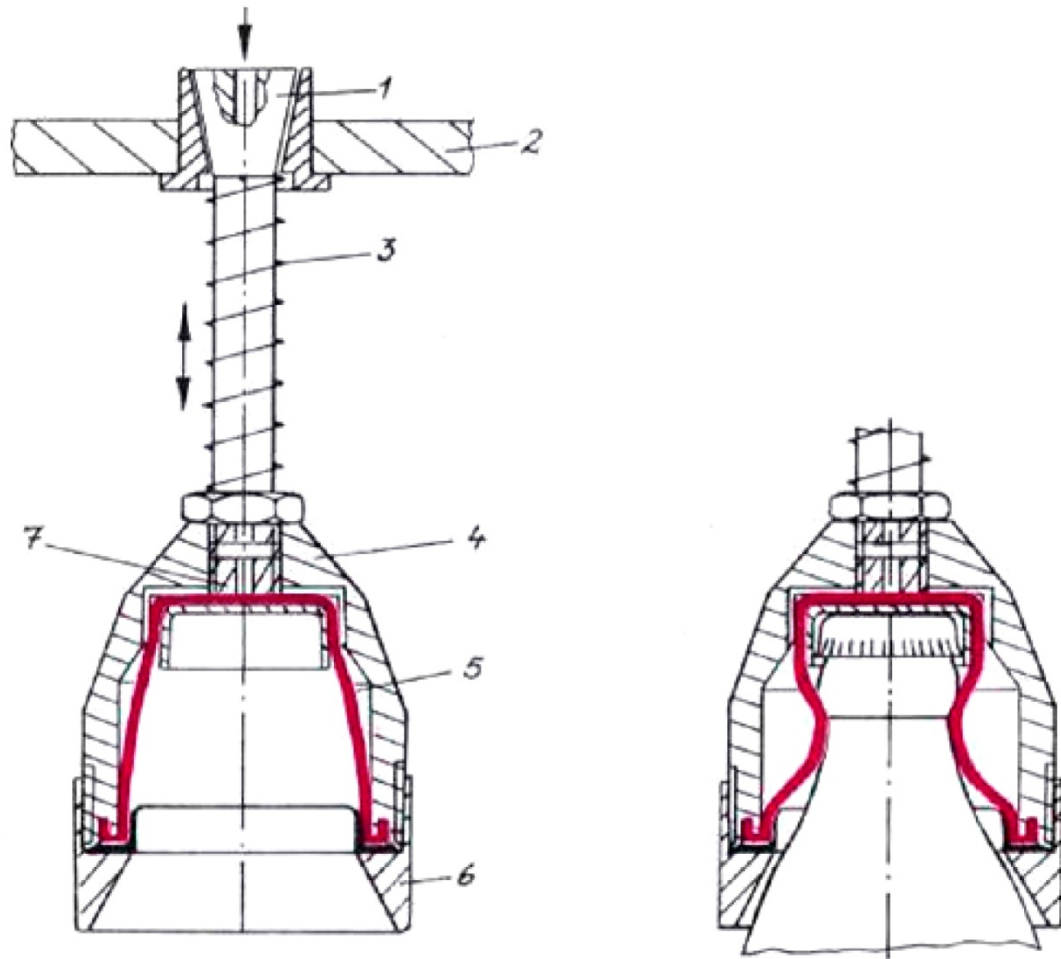


Рисунок 1.4. – Пневматичний захватний патрон: 1 – напрямний конус, 2 – захватна головка, 3- гвинтова пружина, 4 – корпус захватного патрона, 5 – еластична манжета, 6 – гайка, 7 – гвинт

Розвантажувачі/завантажувачі відповідно до вимог і організації технологічного процесу в лінії розливу можуть бути

- з переривчастим рухом ящиків і захватних пристроїв, які завантажують або розвантажують одночасно декілька ящиків;
- «мультіпакери», які можуть скомпонувати декілька дрібних упаковок, таких як «брок-шестірки» в один великий пакунок;

- кругові завантажувачі з неперервним рухом ящиків і захватних пристроїв.

Особливістю завантажувача з переривчастим рухом (рис. 1.5) є наявність стабільного приводного механізму 6, який пересуває підвіску захватної головки і саму головку (3), а також захватні патрони.

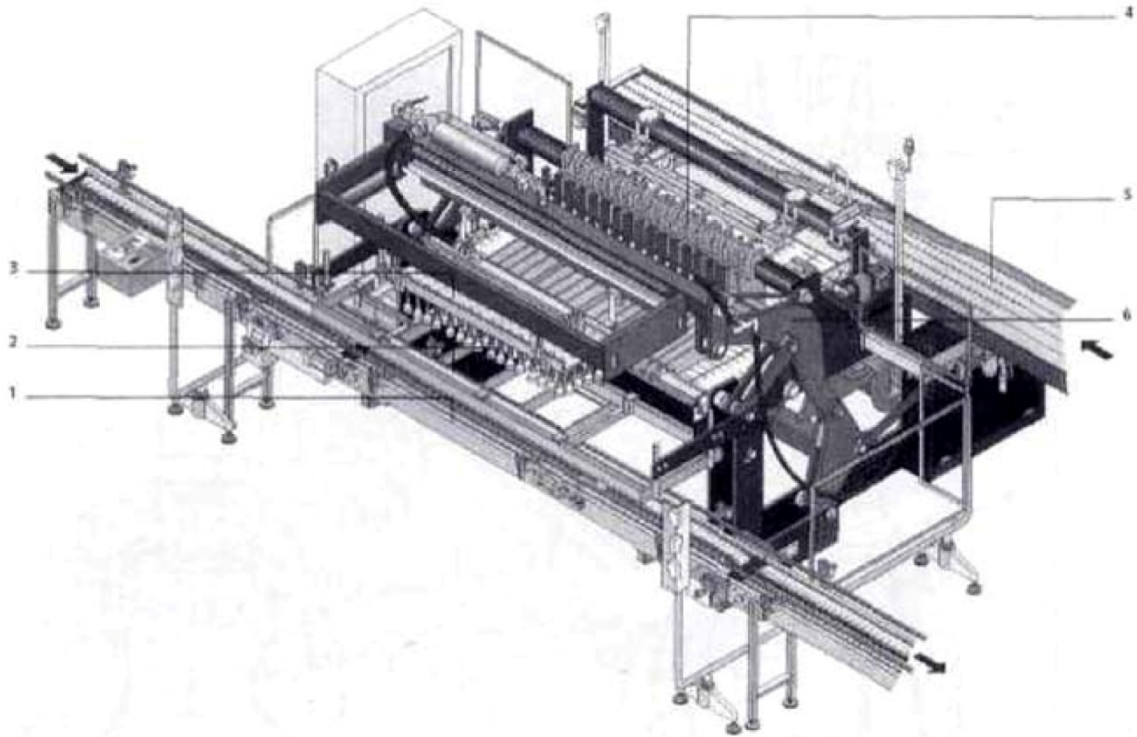


Рисунок 1.5. – Завантажувач з переривчастим рухом типу «Innopack Garant GT»: 1 – транспортування упаковки, 2 – центрувальна рама, 3 – захватна головка, 4 – розподільувач пляшок, 5 – подача пляшок або банок, 6 – приводний механізм

Захватна головка може одночасно захопити до 10 пляшок в одному ряду. Основною умовою для рівномірної роботи захватної траверси є безперервний рівномірний обертальний рух кривошипа, що забезпечується електроприводом. Відповідно до конструкції пакувальної головки, можна досягти на цьому обладнанні дуже високої продуктивності.

Автоматичні мультипакери (рис. 1.6.) працюють з переривчастим рухом і завантажують дрібну штучну продукція в картонні коробки.

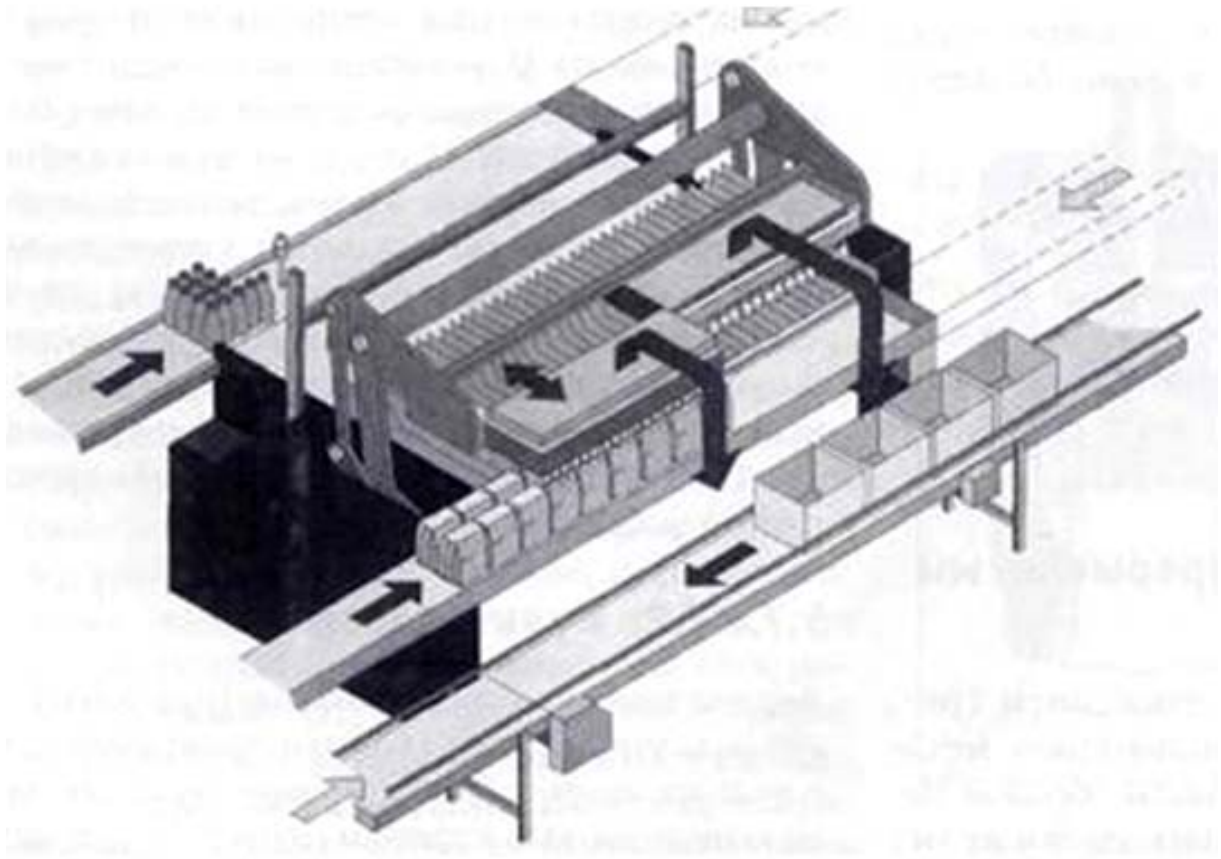


Рисунок 1.6 – Мультипакер

Наведене вище завантажувальне обладнання в момент завантаження та виймання є нерухомим (для правильного позиціонування), що негативно впливає на продуктивність лінії.

Цей недолік усунутий у кругових завантажувачів, на яких реалізовано безперервний процес. Але вони набагато складніші за конструкцією.

У завантажувача Innpack CR (рис. 1.7.) працюють одночасно 6 пакувальних головок, які рухаються по еліптичній траєкторії і піднімаються й опускаються в певний час. Потік пляшок попередньо розділяється на струмки. Струмки захоплюються ланцюгом, що рухається по закругленій траєкторії і пляшки, попередньо сформованими рядами, подаються на станцію формування, де вони розподіляються на пакувальні групи.

Пакувальна група плавно рухається по пляшкового столу, де захоплюється пакувальною головкою, і піднімається захватними патронами.

З другого боку машини протилежно рухаються ящики. Захватні патрони опускаються, центровочна рама захоплює ящики і одночасно опускає в них пляшки. Потім захватна головка піднімається, і процес починається спочатку.

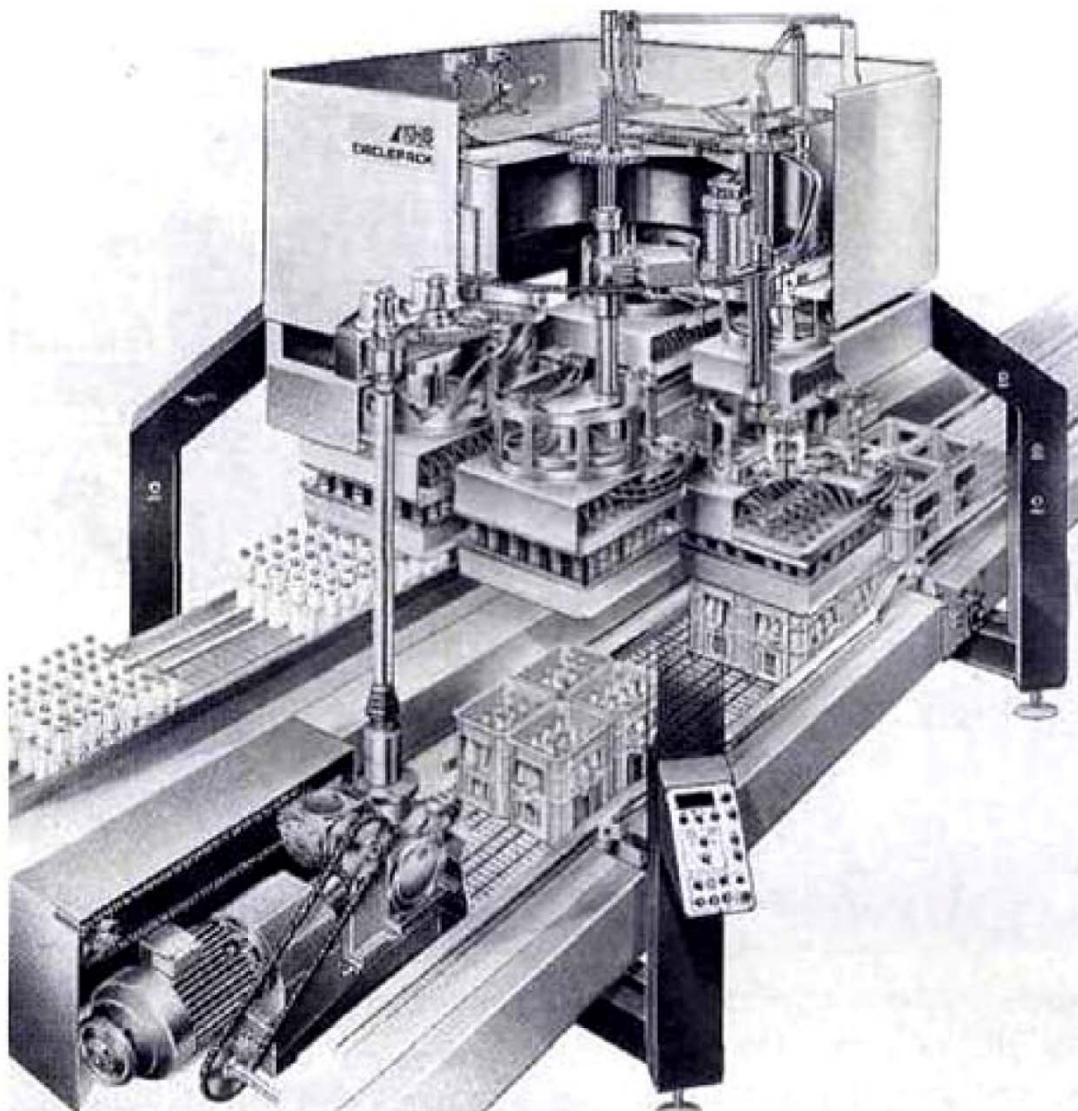


Рисунок 1.7. – Безперервно працюючий розвантажувач «Сіклераск» з захватними головками, що безперервно горизонтально обертаються

Відмінністю безперервно працюючих завантажувачів/ розвантажувачів «Roundpack II 464» (рис. 1.8.) є вертикальний оборот захватних механізмів, при якому відбувається надходження і відведення пляшок і ящиків, що розташовані на різних транспортерах, одні під іншими. Це забезпечує скорочення необхідної площі і зручний доступ до обслуговування.

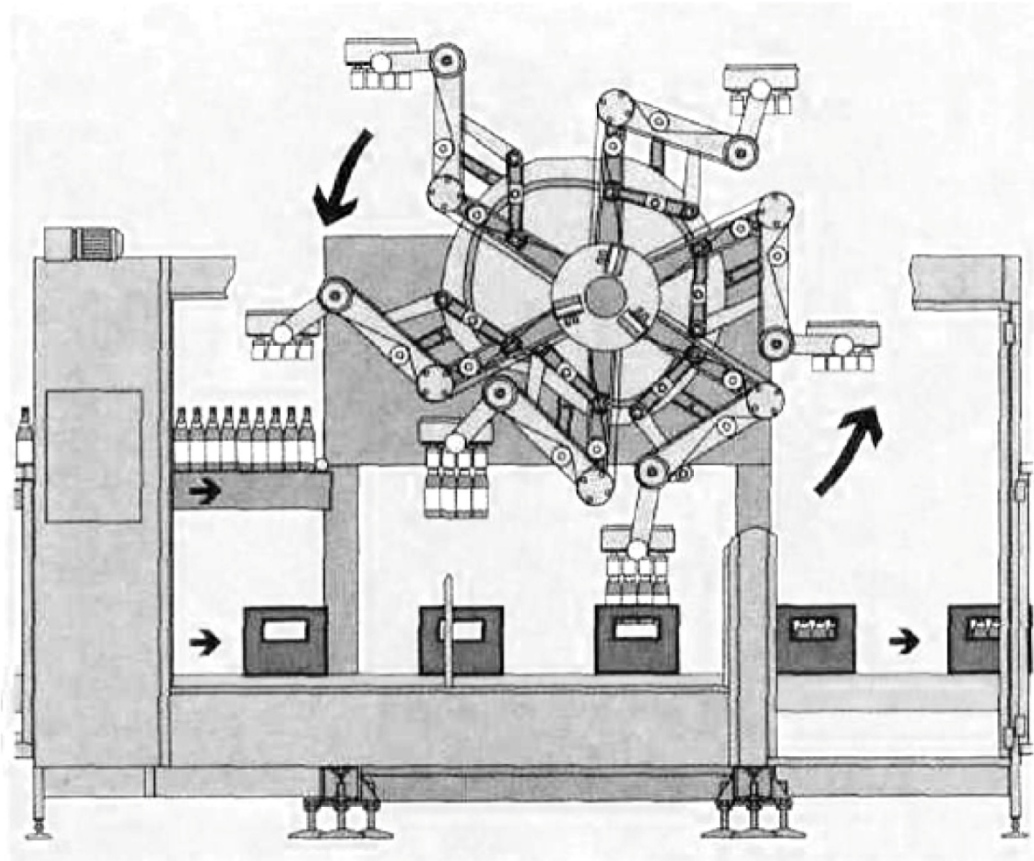


Рисунок 1.8 – Безперервно працюючий завантажувач/ розвантажувач типу «Roundpack II 464» (фірма Krones, м Нойтраублінг)

Конструкція таких машин є найскладнішою з наведених.

Для всіх видів машин важливим є забезпечення плавного, без ривків і поштовхів руху захватних головок, синхронного руху механізмів машини.

1.3. Аналіз будова і принципу роботи механічного розвантажувача/завантажувача пляшок VL2

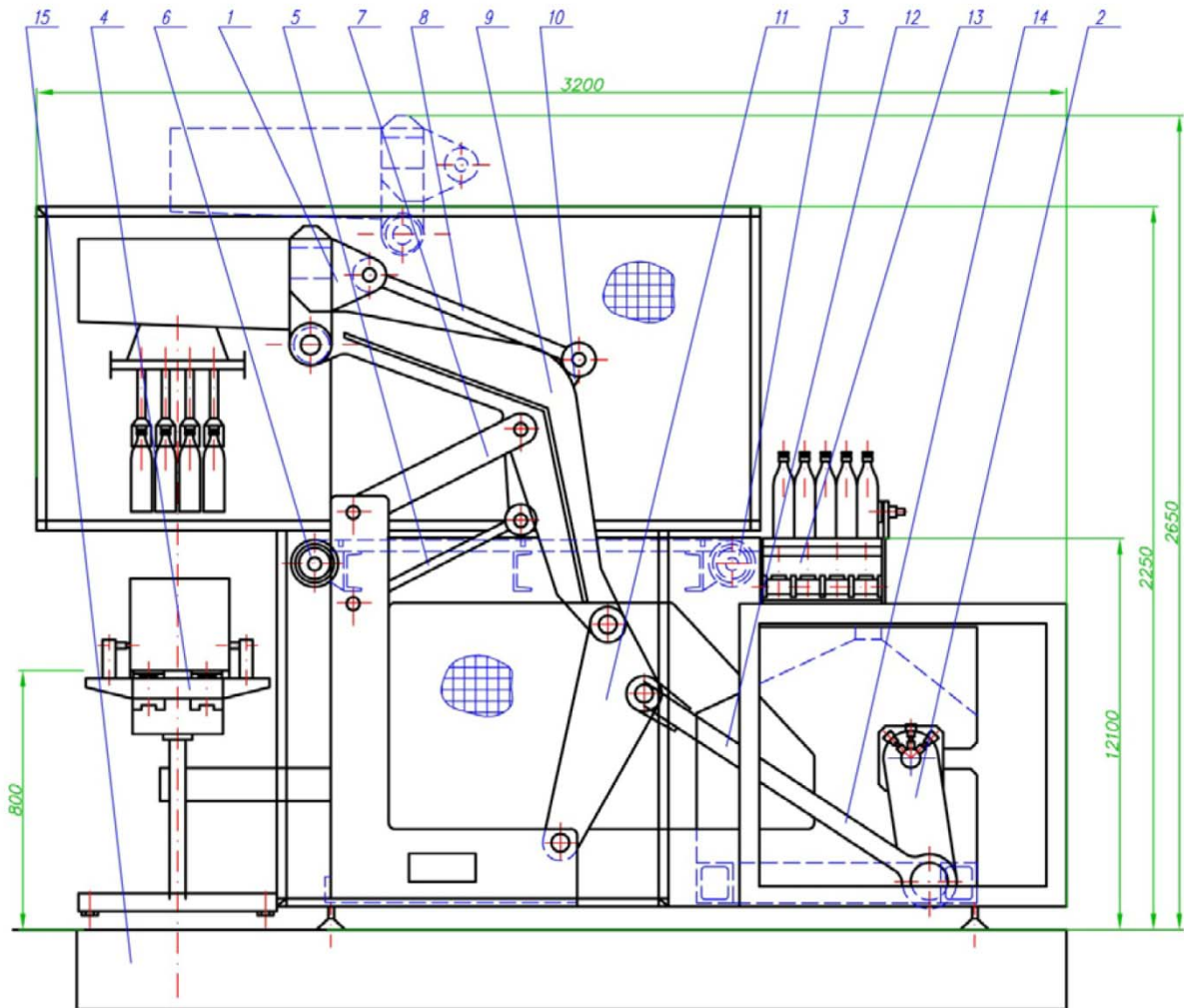


Рисунок 1.9. – Загальний вигляд механічного розвантажувача пляшок марки VL 2: 1 – голова; 2 – привід; 3 - ведучій вал; 4 - конвеєр ящиків; 5 – цапфа; 6 - ведений вал; 7 – балансир; 8 – тяга; 9 – плече; 10 – важіль; 11 – дворамено; 12 - станина; 13 - конвеєр пляшок; 14 – шатун; 15 - фундамент

Механічний розвантажувач/завантажувач пляшок марки VL2 в наведеній технологічній схемі призначений для вивантаження пляшок з

ящиків на конвеєр перед пляшкою машиною. Оскільки машина має велику вагу і працює з ударними навантаженнями її доцільно встановлювати на міцне тверде покриття певної товщини або на фундамент.

Упаковки з порожніми ящиками транспортуються до машини конвеєром. Коли перед машиною назбирається достатня кількість упаковок, їх направляють в зону розпакування. Вони позиціонуються за шириною за допомогою стопора. Стопор запобігає зсуву упаковок з конвеєра. Консоль, керована стисненим повітрям, з окремими захватними пристроями опускається на пляшки в упаковці. Захвати вакуумуються. Потім консоль з пляшками піднімається і переносить їх на акумуляційний стіл. Девакумуванням захвати звільнюються і пляшки вивантажуються на стіл. Консоль піднімається, а пляшки транспортуються на конвеєр. Після вивантаження пляшок з упаковок, коробки транспортуються із зони розвантаження, і нова партія поступає в зону розвантаження. Якщо упаковок з порожніми пляшками недостатньо, або розвантажені упаковки не можуть вийти із зони розвантаження, або пляшки не відводяться з акумуляційного стола, машина зупиняється в позиції очікування.

Технічна характеристика

Продуктивність, ящик/год.	1800
Потужність електродвигуна, кВт	7,75
Напруга мережі, В	380
Рід струму	Змінний, трьохфазний
Частота, Гц	50
Маса, кг	1870
Габаритні розміри, мм:	
довжина	4300
ширина	3200
висота	2650

1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи

Завданням харчового обладнання є не лише випуск високоякісної продукції, але і відповідність ряду сучасних технічних та економічних вимог. Сьогодні ставляться високі вимоги щодо точності, узгодженості та надійності його роботи.

Аналіз роботи механічного розвантажувача/завантажувача VL2 показує, що механізм ведучого валу є важливим елементом розвантажувача, від надійної роботи якого залежить не лише продуктивність машини, але й всієї лінії розливу.

Таким чином метою роботи є покращення роботи розвантажувача/завантажувача VL2 на основі досліджень кінематичних характеристик і динамічних властивостей вузла розвантаження.

Завдання: провести аналіз конструкцій сучасного обладнання для завантаження/розвантаження пляшок; проаналізувати будову і принцип роботи механічного розвантажувача пляшок VL2; проаналізувати сучасну технологію та MAC виробництва пива, провести структурний та кінематичний аналіз конструкції вузла ведучого валу (ВВВ) механічного розвантажувача пляшок типу VL2, провести розрахунки окремих елементів розвантажувача, проаналізувати особливості експлуатації та ТО, провести дослідження кінематики та динаміки зубчато-важільного механізму, розвантажувача, запропонувати рекомендації по використанню результатів роботи.

2. МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Обґрунтування методів і засобів досліджень

Швидкий сучасний розвиток науки і технологій, постійне удосконалення різних видів обладнання, розвиток комп'ютерних технологій породжує величезний об'єм інформації. Навіть у вузькій галузі людина без використання сучасних методів і засобів роботи з інформацією безсила. Мережа Інтернет надає доступ до лівової частки сучасної інформації з різних країн, з різних галузей і різними мовами. Використання сучасні веб-переглядачів Chrome, Google, Opera та інших дозволяє суттєво скоротити час пошуку та аналізу необхідних даних. Вбудовані перекладачі допомагають опрацьовувати інформацію різними мовами.

Теоретичні дослідження конструкції РП, кінематики та динаміки його елементів в роботі проведені методами диференціації конструкції, математичного аналізу та моделювання кінетики і динаміки елементів вузла розвантаження РП з подальшою графічною візуалізацією, графічними методами аналізу конструкції машини. Для узагальнення впливу різних параметрів та розробки рекомендацій використано метод синтезу. Конструктивні розрахунки елементів машини, математичної обробки отриманих результатів та їх подання були використані Microsoft Excel та Mathcad.

Текстова частина кваліфікаційної роботи представлена за допомогою Microsoft Word. Для роботи з ілюстративним матеріалом використано також AdobeReader, AutoCAD, Photoshop. Креслень створенні та оформленні у програмі AutoCAD.

2.2. Методи аналізу похибок досліджень

При проведенні досліджень завжди виникають похибки, які можуть впливати на подальші результати дослідження, на якість отриманої продукції, викликати помилки при конструюванні елементів машини

Важливо, щоб результати потрапляли в допустимий діапазон відмінностей від реального стану речей. Використанням стандартних та сучасних методів проведення фізичних експериментів, сучасного математичного апарату та обчислювального і контролюючого обладнання зазвичай підвищує точність результатів

Також важливо, щоб представлена конструкторська документація, така як креслення, 3-d моделі як можна точніше відображали реальні об'єкти. Критерієм правильності результату в даному випадку є збіг реального розміру та розміру відрізка на кресленні. Сучасні графічні системи похибок в креслення не вносять, вони відрізняються дуже високою точністю. Зазвичай ми самі обмежуємо точність працюючи з ними.

Але не завжди можливо виміряти або розрахувати всі конструктивні параметри реального предмета, частина приймається відштовхуючись від конструктивних міркувань (конструктивно) або виходячи з певних міркувань візуального аналізу розробленої частини об'єкту.

При створенні конструкторських креслень часто як вихідний матеріал використовують вже наявні растрові зображення переважно невисокої якості. Слід відмітити, що для різних завдань ми використовуємо різні похибки. Якщо мова йде, наприклад, про корпус простої технологічної машини, який виконує роль відмежування робочого простору від зовнішнього середовища, то точність може бути не надто високою, похибка буде значною, але ще не суттєво вплине на якість роботи обладнання. Якщо мова, наприклад, про привід тієї ж машини, то точність креслення і відповідно виготовлення цих елементів має бути значно вищою. Традиційно точність елементів деталей , а

відповідно і подальшого їх виготовлення ми задаємо на креслення відповідно до прийнятих стандартами норм. Похибки розрахунків зазвичай оцінюють їх середньо квадратичним відхиленням від експериментальних даних або відхиленням у відсотках. Якщо отримані результати виходять за встановлені межі необхідно їх уточнювати з метою зменшення похибок. Але це не має бути самоціллю, тому що підвищена точність створює додаткові економічні затрати на дослідження на виробництво і як результат на вартість продукту.

3. ПРОЕКТНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ТА ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО КОНСТРУКЦІЇ МЕХАНІЧНОГО РОЗВАНТАЖУВАЧА VL2

3.1. Структурний аналіз конструкції вузла ведучого валу механічного розвантажувача пляшок типу VL2

Основною механічною операцією, яку виконує ВВВ механічного РП типу VL2 є передача крутного моменту (КМ) від електродвигуна до 5-стрічкового пластинчатого транспортера, на якому відбувається накопичення пляшок, витягнутих з ящиків, перед подачею їх в пляшкокомийну машину.

На рис. 3.1 наведена структурна схема ВВВ механічного РП типу VL2

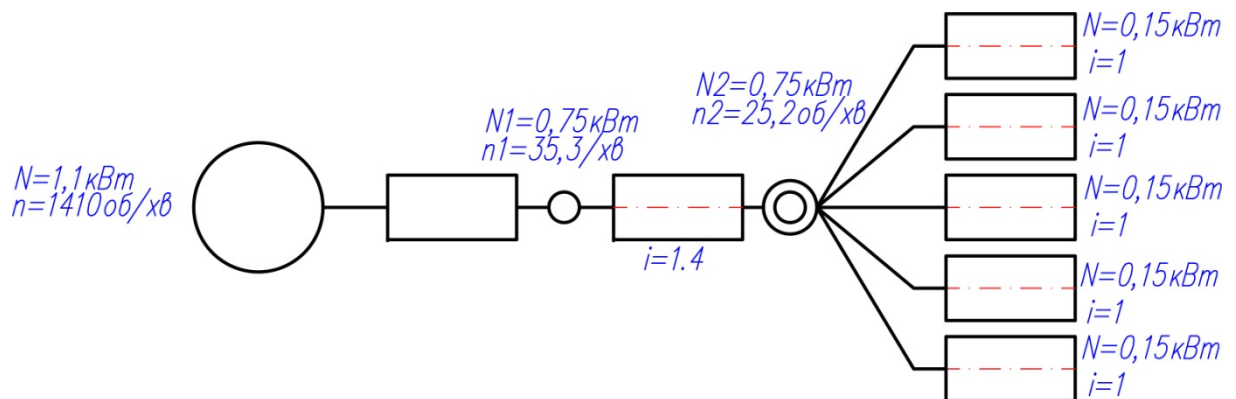


Рисунок 3.1. - Структурна схема вузла ведучого валу механічного розвантажувача пляшок типу VL2

Схема включає електропривід, ланцюгову двохрядну передачу від електроприводу до ведучого валу, який крім передачі КМ виконує функцію розподільчого валу п'ятирядної ланцюгової пластинчатої передачі з передаточним відношенням (ПВ) $i=1$, яка одночасно є і виконавчим органом (ВО) механізму.

За принципом дії механічний РП марки VL2 відноситься до обладнання з механічним приводом.

Головним рухом є виконавчий рух – поступальний рух пластинчатих ланцюгів. Він здійснюється від одного приводу з електродвигуном. Для передачі руху від електродвигуна до РО машини використаний редуктор з ПВ $i = 40$, ланцюгові передачі з різними ПВ.

3.2. Кінематичний аналіз ВВВ механічного розвантажувача пляшок типу VL2

ВВВ механічного РП типу VL2 забезпечує передачу КМ від електроприводу до ведучого валу, який крім передачі КМ виконує функцію розподільчого валу для п'ятирядної ланцюгової пластинчастої передачі з ПВ $i=1$, яка одночасно є і ВО механізму. Кінематична схема ВВВ показана на рис. 3.2.

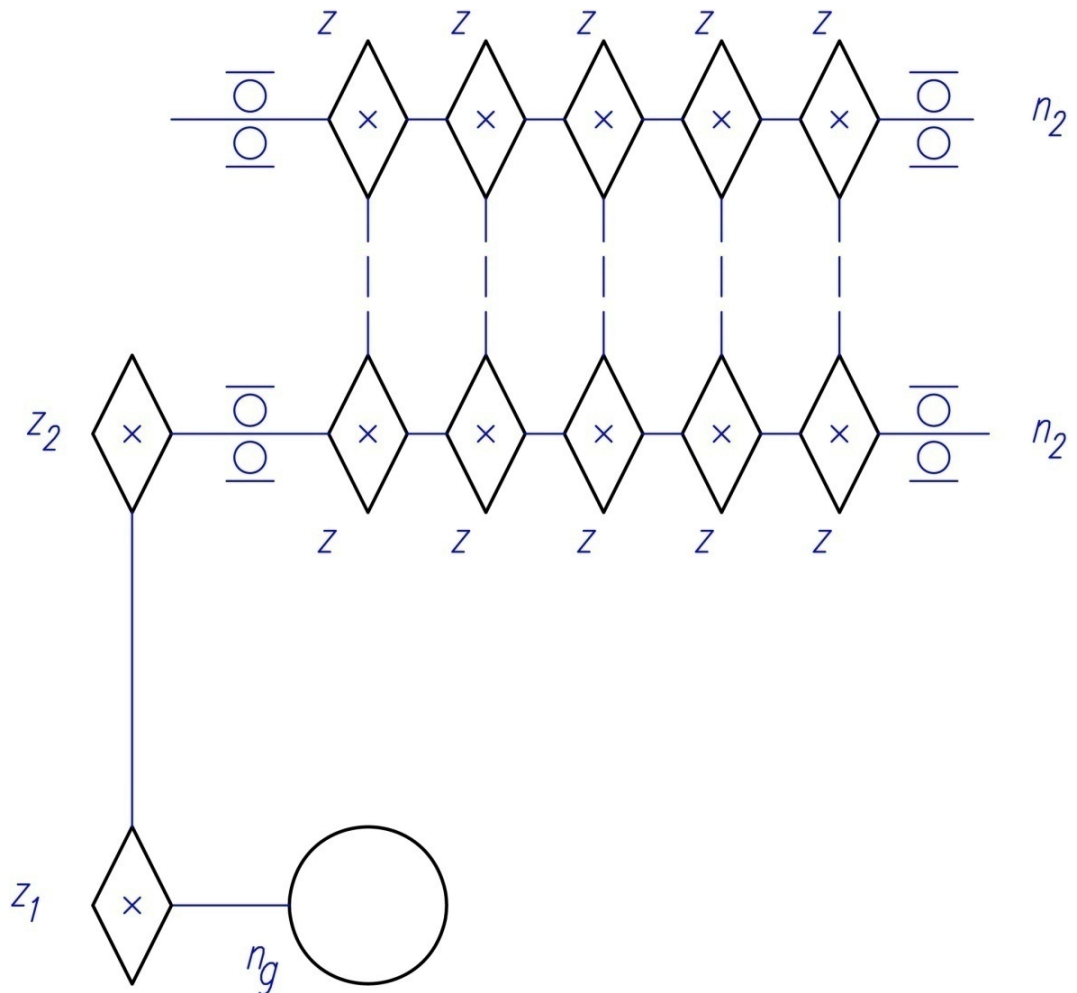


Рисунок 3.2. - Розрахункова схема

Необхідна швидкість обертання вдучого вала

$$n_2 = 25 \text{ об/хв} = 0.417 \text{ об/с.}$$

Передаточне передаточне число редуктора $i_p = 40$.

Тоді необхідне передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i_1 = \frac{n_\partial}{i_p \cdot n_2} = \frac{1410}{25 \cdot 40} = 1.41;$$

Кількість зубів ведучої зірочки $z_1 = 35$

Визначаємо кількість зубів веденої зірочки :

$$z_2 = \frac{z_1}{i_1} = \frac{35}{1.41} = 24.82.$$

Приймаємо кількість зубів веденої зірочки $z_2 = 25$.

Реальне передаточне відношення ланцюгової передачі буде:

$$i_2 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{35}{25} = 1.4$$

Тоді швидкість обертання ведучого вала буде:

$$n_2 = \frac{n_\partial}{i_p \cdot i_2} = \frac{1410}{40 \cdot 1.4} = 25.2 \text{ об/хв}$$

3.3. Розрахунок ланцюгової передачі ВВВ

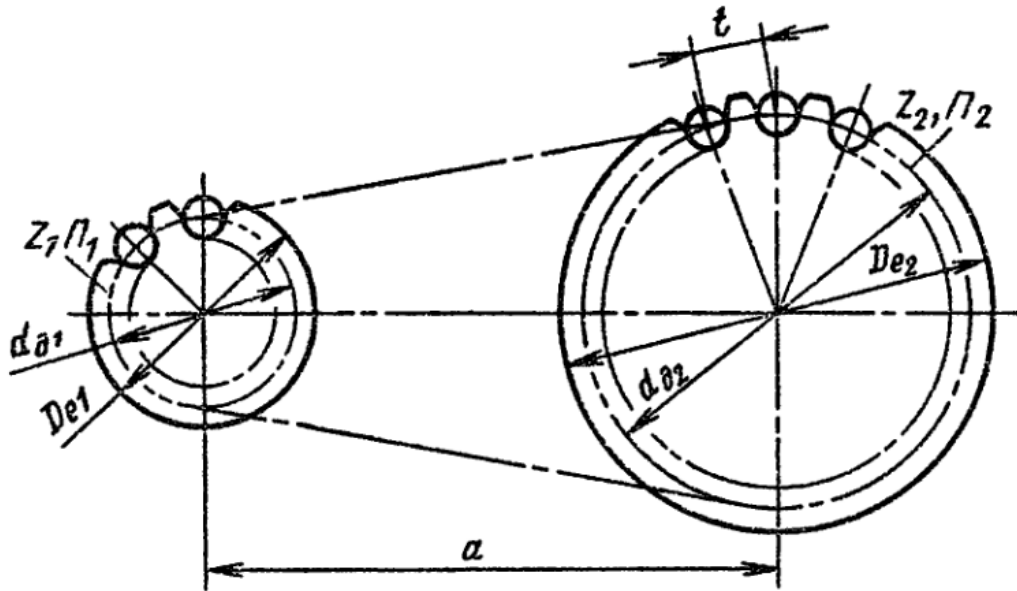


Рисунок 3.3. - Розрахункова схема

Потужність електродвигуна:

$$P := 1.1 \quad \text{кВт.}$$

Передаточне відношення черв'ячного редуктора приводу:

$$i_p := 40$$

Передаточне відношення ланцюгової передачі:

$$i_1 := 1.4$$

Крутий момент на вихідному валу редуктора і відповідно на ведучій зірочці

$$T_1 := 202.8 \quad \text{Н*м.} \qquad n_1 := 35.3 \quad \text{об/хв.}$$

Потужність, на вихідному валу мотор-редуктора

$$P_1 := \frac{\pi \cdot n_1 \cdot T_1}{30} \qquad P_1 = 749.672 \quad \text{Вт}$$

Крутний момент

- на веденій зірочці:

$$T_2 := T_1 \cdot i_1 \quad T_2 = 283.92 \quad \text{Н*м.}$$

Швидкості:

- ведучої зірочки:

$$\omega_1 := \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad \omega_1 = 3.697 \quad \text{1/с.}$$

- веденої зірочки:

$$n_2 := \frac{n_1}{i_1} \quad n_2 = 25.214 \quad \text{об/хв.}$$

$$\omega_2 := \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad \omega_2 = 2.64 \quad \text{1/с.}$$

Згідно ГОСТ 13568-75 вибираємо ланцюг привідний роликів двохрядний ПР та визначаємо його крок за формулою [5]:

$$t = 2.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot K_e}{z_1 \cdot |p| \cdot m}}$$

де $K_e = k_g \cdot k_a \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_{3M} \cdot k_{II}$

$k_g := 1.25$ - для передач з помірними поштовхами;

$k_a := 1$ - оскільки

$k_H := 1.25$ - для передач з кутом нахилу ланцюга $\alpha = 90^\circ$;

$k_p := 1.25$ - для передач з періодичним регулюванням натягу ланцюга;

$k_{3M} := 1.5$ - для передач з періодичним змащуванням ланцюга;

$k_{II} := 1.25$ - при роботі передач в дві зміни.

Отже $K_e := k_g \cdot k_a \cdot k_H \cdot k_p \cdot k_{3M} \cdot k_{II} \quad K_e = 3.662$

Рекомендоване число зубів ведучої зірочки:

$$z_1 := 31 - 2 \cdot i_1 \quad z_1 = 28.2$$

Приймаємо: $z_1 := 25$

Тоді число зубців веденої зірочки $z_2 := i_1 \cdot z_1 \quad z_2 = 35$

Приймаємо: $z_2 := 35$

Уточнене передаточне відношення:

$$i_1 := \frac{z_2}{z_1} \quad i_1 = 1.4$$

Відхилення передаточного відношення:

$$\Delta i_1 := \frac{1.4 - 1.4}{1.4} \cdot 100 \quad \Delta i_1 = 0 \quad \%, \text{ що допустимо.}$$

За таблицею 7.18 [5] приймаємо значення $IpI0 := 46 \text{ МПа}$ при $z_1 = 17$

$$IpI := IpI0 \cdot [1 + 0.01 \cdot (z_1 - 17)] \cdot 0.85 \quad IpI = 42.228$$

Кількість рядів ланцюга: $m := 2$

Тоді крок ланцюга :

$$t := 2.8 \cdot \sqrt[3]{\frac{T_1 \cdot 1000 \cdot K_e}{z_1 \cdot IpI \cdot m}} \quad t = 19.765 \quad \text{мм.}$$

За таблицею 7.16 [5] приймаємо ланцюг 2ПР-15.875-45,4 ГОСТ13568-75

$t := 15.875 \text{ мм,}$

проекція опорної поверхні шарніра: $A_{Op} := 140 \text{ мм}^2,$

руйнівне навантаження $Q := 45.4 \cdot 10^3 \text{ Н,}$

вага 1м ланцюга $g := 1.9 \text{ кг/м.}$

Проводимо перевірку ланцюга за двома проказниками:

а) за частотою обертання.

За таблицею 7.17 [5] допустима для ланцюга з кроком $t = 15.875$ мм частота обертання $n_I := 1000$ об/хв. Оскільки $n_2 < n_I$, то умова виконується

б) за тиском в шарнірах.

Для даного ланцюга при $n_2 = 25.214$ об/хв за таблицею 7.18 [5]

при $z_1 = 17$

$IpI0 := 43$ МПа.

$$IpI := IpI0 \cdot [1 + 0.01 \cdot (z_1 - 17)] \cdot 0.85 \quad IpI = 39.474$$

Розрахуємо тиск в шарнірах ланцюга за формулою [5]:

$$p = \frac{F_t \cdot K_e}{A_{оп}}$$

де $F_t = \frac{P}{v_3}$ - колова сила, що діє на елементи ланцюга,

$$v_2 := \frac{z_1 \cdot t \cdot n_2}{60 \cdot 10^3} \quad v_2 = 0.167 \text{ м/с, - швидкість ланцюга.}$$

$$\text{Тоді: } F_t := \frac{P \cdot 10^3}{v_2} \quad F_t = 6.595 \times 10^3 \text{ Н,}$$

$$p := \frac{F_t \cdot K_e}{A_{оп}} \quad p := 35.3 \text{ МПа,}$$

Умова $p < IpI$ виконується.

Ділильні діаметри зірочок

- ведучої:

$$d_1 := \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} \quad d_1 = 126.662 \quad \text{мм,}$$

- веденої:

$$d_2 := \frac{t}{\sin\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} \quad d_2 = 177.099 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо зовнішні діаметри зірочок при діаметрі ролика ланцюга

$$d_r := 10.16 \quad \text{мм,}$$

- ведучої:

$$De_1 := t \cdot \left(\frac{1}{\tan\left(\frac{\pi}{z_1}\right)} + 0.7 \right) - 0.31 \cdot d_r \quad De_1 = 133.626 \quad \text{мм,}$$

- веденої:

$$De_2 := t \cdot \left(\frac{1}{\tan\left(\frac{\pi}{z_2}\right)} + 0.7 \right) - 0.31 \cdot d_r \quad De_2 = 184.349 \quad \text{мм,}$$

Визначаємо мінімальну допустиму міжосьову віддаль передачі

$$a_{\min} := \frac{(De_1 + De_2)}{2} + 15 \quad a_{\min} = 173.988 \quad \text{мм.}$$

$$\text{Конструктивно приймаємо} \quad a_{\min} := 560$$

Число ланок ланцюга:

$$W' := 2 \cdot \frac{a_{\min}}{t} + 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \frac{t}{a_{\min}} \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2} \quad W' = 100.623$$

Приймаємо $W := 103$

Розрахункова міжосьова відстань:

$$a_0 := \frac{t}{4} \cdot \left[W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) + \sqrt{\left[W - 0.5 \cdot (z_1 + z_2) \right]^2 - 8 \cdot \frac{(z_2 - z_1)^2}{(2 \cdot \pi)^2}} \right]$$

$$a_0 = 578.886 \text{ мм}$$

Міжосьова відстань передачі із забезпеченням провисання веденої гілки:

$$a := a_0 - 0.002 \cdot a_0 \quad a = 577.728 \quad \text{мм.}$$

Визначаємо сили, діючі на ланцюг:

колова сила: $F_t = 6.595 \times 10^3 \text{ Н,}$

відцентрова сила: $F_v := g \cdot v_2 \quad F_v = 0.317 \text{ Н,}$

від провисання ланцюга:

для ланцюга розміщеного під кутом до горизонту приймаємо коефіцієнт провисання:

$$k_f := 3$$

$$F_f := 9.81 \cdot k_f \cdot g \cdot a_0 \cdot 10^{-3} \quad F_f = 32.37 \text{ Н.}$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності:

$$s := \frac{Q}{k_g \cdot F_t + F_v + F_f} \quad s := 8.2$$

Нормативний коефіцієнт запасу міцності [5] $IsI := 7.1$

Умова $s > IsI$
виконується.

3.4. Розрахунок ведучого вала розвантажувача VL2

Проаналізуємо конструкцію вузла ведучого валу пляшок марки VL2

На вал круглого суцільного перерізу насаджені 6 зірочок, На ведену зірочку за допомогою ланцюгової передачі передається крутний момент від електроприводу, решта 5 приводить в рух пластинчастий ланцюг транспортера. Гілки ланцюгів паралельні один одному і розміщені на веденій зірочці вертикально. Решта – пластинчасті ланцюги, які розміщені горизонтально. Від веденої зірочки ланцюг йде до електропривода: у цьому ланцюзі, як в ланцюзі ведучої зірочки, зусилля в збігаючій гілці вдвічі більше, ніж в набігаючій, решта зірочок приводить в рух пластинчасті транспортери; в цих ланцюгах зусилля в набігаючих ланках вдвічі більше ніж у збігаючих.

Потужність на веденій зірочці $P=0,75$ кВт. Вона рівномірно, передається валом зірочкам конвеєра $P_1=P_2=P_3=P_4=P_5=0,15$ кВт.

Діаметри зірочок шківів, відповідно

$$D=178\text{мм},$$

$$D_1= D_2= D_3= D_4= D_5= 150 \text{ мм}.$$

Вал обертається зі швидкістю 25,214 об/хв. Визначимо необхідний діаметр валу по третій теорії міцності при 80 МПа. Вага веденої зірочки

$$G = 150H ,$$

вага зірочок конвеєра

$$G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = 100H .$$

Вал піддається згину, а частини його, розташовані між зірочками також піддаються скручуванню. Крутний момент визначаємо за формулою:

$$M_k = 9736 \frac{P(\text{кВт})}{n(\text{об/хв})}, \text{Нм}.$$

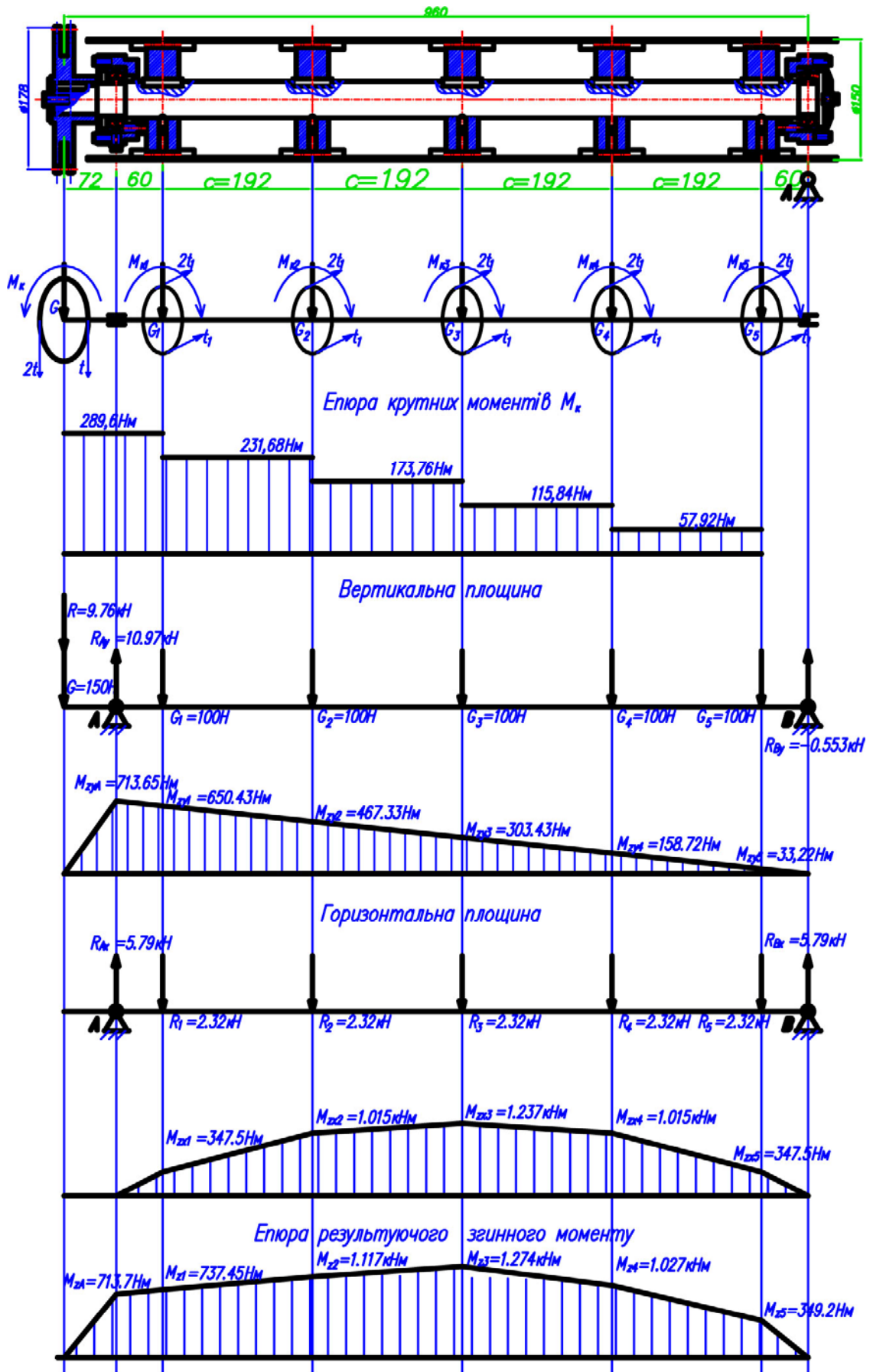


Рисунок 3.4. – Еюри крутних і згинних моментів

Моменти, що передають кожна із зірочок на вал дорівнюють:

$$M_k = 9736 \frac{0,75}{25,214} = 289,601 \text{ Нм},$$

$$M_1 = M_2 = M_3 = M_4 = M_5 = 9736 \frac{0,15}{25,214} = 57,92 \text{ Нм}.$$

Крутні моменти на валу будуть, Нм:

$$M_{kA} := 9736 \cdot \frac{0.75}{25.214} = 289.601$$

$$M_{k1} := M_{kA} = 289.601$$

$$M_{k2} := M_{k1} - 9736 \cdot \frac{0.15}{25.214} = 231.681$$

$$M_{k3} := M_{k2} - 9736 \cdot \frac{0.15}{25.214} = 173.761$$

$$M_{k4} := M_{k3} - 9736 \cdot \frac{0.15}{25.214} = 115.84$$

$$M_{k5} := 9736 \cdot \frac{0.15}{25.214} = 57.92$$

За отриманими значеннями, будемо епюру крутних моментів M_k (рис. 3.4)

Позначимо натяг набігаючої гілки ланцюга, надітого на ведену зірочку t , тоді натяг збігаючої гілки буде $2t$. Для обертаючого зірочки моменту, що дорівнює крутному моменту M_k , маємо

$$M_k = \frac{1}{2} D \cdot t$$

де D - діаметр веденої зірочки, м.

Звідки:

для веденої зірочки

$$t = \frac{2M_k}{D} = \frac{2 \cdot 289.601}{0.178} = 3.254 \cdot 10^3 \text{ H}.$$

Для решти 5 зірочок

$$t_1 = t_2 = t_3 = t_4 = t_5 = \frac{2M_{k1}}{D_1} = \frac{2 \cdot 57.92}{0.15} = 772.269 \text{ H}.$$

Таким чином в місцях посадки зірочок вал навантажений такими силами:

$$R = 3t = 3 \cdot 3.254 \cdot 10^3 = 9.762 \cdot 10^3 \text{ H}$$

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 3t_1 = 3 \cdot 0,772 \cdot 10^3 = 2.317 \cdot 10^3 \text{ H}.$$

$$G = 150 \text{ H},$$

$$G_1 = G_2 = G_3 = G_4 = G_5 = 100 \text{ H}.$$

Для обчислення найбільшого згинального моменту визначаються спочатку згинальні моменти у вертикальній і горизонтальній площинах.

Визначаємо вертикальні складові реакцій опор:

$$\sum M_{Ay} = -(R + G) \cdot 0.072 + G_1 \cdot 0.06 + G_2 \cdot (0.06 + 0.192) + G_3 \cdot (0.06 + 0.192 \cdot 2) + G_4 \cdot (0.06 + 0.192 \cdot 3) + G_5 \cdot (0.06 + 0.192 \cdot 4) - R_{By} \cdot (0.06 \cdot 2 + 0.192 \cdot 4) = 0$$

Звідки

$$R_{By} = \frac{-(R + G) \cdot 0.072 + G_1 \cdot 0.06 + G_2 \cdot 0.252 + G_3 \cdot 0.444 + G_4 \cdot 0.636 + G_5 \cdot 0.828}{0.888} = \frac{-(9.762 \cdot 10^3 + 150) \cdot 0.072 + 100 \cdot 2.22}{0.888} = -553.676 \text{ H}.$$

$$\sum M_{By} = -(R + G) \cdot 0.96 + R_{Ay} \cdot 0.888 - G_1 \cdot 0.828 - G_2 \cdot 0.636 - G_3 \cdot 0.444 + G_4 \cdot 0.252 - G_5 \cdot 0.06 = 0$$

Звідки

$$R_{Ay} = \frac{(R + G) \cdot 0.96 + G_1 \cdot 0.828 + G_2 \cdot 0.636 + G_3 \cdot 0.444 + G_4 \cdot 0.252 + G_5 \cdot 0.06}{0.888} = \frac{(9.762 \cdot 10^3 + 150) \cdot 0.96 + 100 \cdot 2.22}{0.888} = 1.097 \cdot 10^4 \text{ H}.$$

Перевіряємо:

$$\begin{aligned}\sum R_y &= -(R + G) + R_{Ay} - G_1 - G_2 - G_3 - G_4 - G_5 + R_{By} = \\ &= -(9.762 \cdot 10^3 + 150) + 1.097 \cdot 10^4 - 500 - 553.676 = 0\end{aligned}$$

Вертикальні складові реакцій опор визначені вірно.

Після цього проводимо побудову епюри згинальних моментів, Нм

$$M_{zyA} := (R + 150) \cdot 0.072 = 713.652$$

$$M_{zy1} := (R + 150) \cdot 0.132 - R_{Ay} \cdot 0.06 = 650.432$$

$$M_{zy2} := (R + 150) \cdot 0.324 - R_{Ay} \cdot 0.252 + 100 \cdot 0.192 = 467.329$$

$$M_{zy3} := (R + 150) \cdot 0.516 - R_{Ay} \cdot 0.444 + 100 \cdot 0.192 \cdot 3 = 303.426$$

$$M_{zy4} := (R + 150) \cdot 0.708 - R_{Ay} \cdot 0.636 + 100 \cdot 0.192 \cdot 6 = 158.723$$

$$M_{zy5} := (R + 150) \cdot 0.9 - R_{Ay} \cdot 0.828 + 100 \cdot 0.192 \cdot 10 = 33.22$$

$$M_{zyB} := 0$$

Аналогічно визначаємо горизонтальні складові реакцій опор:

$$\sum M_{Ax} = R_1 \cdot 0.06 + R_2 \cdot 0.252 + R_3 \cdot 0.444 + R_4 \cdot 0.636 + R_5 \cdot 0.828 - R_{Bx} \cdot 0.888 = 0$$

Звідки

$$R_{Bx} = \frac{R_1 \cdot 0.06 + R_2 \cdot 0.252 + R_3 \cdot 0.444 + R_4 \cdot 0.636 + R_5 \cdot 0.828}{0.888} = 5.792 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

$$\sum M_{Bx} = R_{Ax} \cdot 0.888 - R_1 \cdot 0.828 - R_2 \cdot 0.636 - R_3 \cdot 0.444 - R_4 \cdot 0.252 - R_5 \cdot 0.06 = 0$$

Звідки

$$R_{Ax} = \frac{R_1 \cdot 0.828 + R_2 \cdot 0.636 + R_3 \cdot 0.444 + R_4 \cdot 0.252 + R_5 \cdot 0.06}{0.888} = 5.792 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

Перевіряємо:

$$\sum R_{Ax} = R_{Ax} - R_1 - R_2 - R_3 - R_4 - R_5 + R_{By} =$$

$$= 5.792 \cdot 10^3 - 5 \cdot 2.317 \cdot 10^3 + 5.792 \cdot 10^3 = 0$$

Горизонтальні складові реакцій опор визначені вірно.

Після цього проводимо побудову епюри згинальних моментів, Нм:

$$M_{zxB} := 0$$

$$M_{zX5} := R_{Bx} \cdot 0.06 = 347.521$$

$$M_{zX4} := R_{Bx} \cdot 0.252 - R_1 \cdot 0.192 = 1.015 \times 10^3$$

$$M_{zX3} := R_{Bx} \cdot 0.444 - R_1 \cdot (0.384 + 0.192) = 1.237 \times 10^3$$

$$M_{zX2} := R_{Bx} \cdot 0.636 - R_1 \cdot (6 \cdot 0.192) = 1.015 \times 10^3$$

$$M_{zX1} := R_{Bx} \cdot 0.828 - R_1 \cdot (10 \cdot 0.192) = 347.521$$

$$M_{zXA} := R_{Bx} \cdot 0.888 - R_1 \cdot (0.06 \cdot 5 + 10 \cdot 0.192) = 9.095 \times 10^{-13}$$

$$M_{zxA} := 0$$

Будуємо епюру результуючих згинальних моментів, кНм

$$M_{zA} := \sqrt{M_{zxA}^2 + M_{zyA}^2} = 713.652$$

$$M_{z1} := \sqrt{M_{zX1}^2 + M_{zy1}^2} = 737.45$$

$$M_{z2} := \sqrt{M_{zX2}^2 + M_{zy2}^2} = 1.102 \times 10^3$$

$$M_{z3} := \sqrt{M_{zX3}^2 + M_{zy3}^2} = 1.251 \times 10^3$$

$$M_{z4} := \sqrt{M_{zX4}^2 + M_{zy4}^2} = 1.017 \times 10^3$$

$$M_{z5} := \sqrt{M_{zX5}^2 + M_{zy5}^2} = 493.779$$

Визначаємо розрахункові моменти:

$$M_{pA} := \sqrt{M_{zA}^2 + M_{kA}^2} = 770.174$$

$$M_{p1} := \sqrt{M_{z1}^2 + M_{k1}^2} = 792.276$$

$$M_{p2} := \sqrt{M_{z2}^2 + M_{k2}^2} = 1.126 \times 10^3$$

$$M_{p3} := \sqrt{M_{z3}^2 + M_{k3}^2} = 1.263 \times 10^3$$

$$M_{p4} := \sqrt{M_{z4}^2 + M_{k4}^2} = 1.024 \times 10^3$$

$$M_{p5} := \sqrt{M_{z5}^2 + M_{k5}^2} = 497.165$$

Найбільший момент буде в точці 3, :

$$M_{p3} = 1263 \text{ Нм.}$$

Необхідний діаметр вала знаходимо за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32M_{p3}}{\pi \cdot [\sigma]}} = 0,0403 \text{ м}$$

Приймаємо $d = 45 \text{ мм}$

Решта діаметрів приймаємо конструктивно:

під підшипники $d_n = 40 \text{ мм}$

під ведому зірочку $d = 35 \text{ мм}$

Проведемо перевірочний розрахунок вала в перерізі А-А, (рис 3.4.) в місці встановлення підшипника, де вал ослаблений галтеллю.

$$d_n = 40 \text{ мм}$$

Матеріал – сталь 45, границя міцності та границя текучості, відповідно,
Па:

$$\sigma_B = 598 \cdot 10^6$$

$$\sigma_T = 363 \cdot 10^6$$

Строк служби тривалий, навантаження вала близьке до постійного, допускається короткочасне перевантаження.

Для даного перерізу згинальний момент

$$M_{zA} = 713.652 \text{ Нм}$$

3.5. Розрахунок підшипників ВВВ

Ведучій вал розвантажувача змонтований на радіальних дворядних роликівих підшипниках (рис 3.4.) Визначимо потрібний коефіцієнт працездатності підшипників та підберемо їх по каталогу.

Потужність на валу $P=0,75$ кВт.

Вал обертається зі швидкістю 25,214 об/хв.

У попередньому пункті були отримані радіальні реакції опор

$$R_{By} = 553.676 \text{ Н.}$$

$$R_{Ay} = 1.097 \cdot 10^4 \text{ Н.}$$

$$R_{Bx} = 5.792 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

$$R_{Ax} = 5.792 \cdot 10^3 \text{ Н.}$$

та визначений діаметр вала у місцях встановлення підшипників:

$$d = 40 \text{ мм.}$$

Визначаємо результуючі радіальні реакції.

$$R_A := \sqrt{R_{Ax}^2 + R_{Ay}^2} = 1.24 \times 10^4$$

$$R_B := \sqrt{R_{Bx}^2 + R_{By}^2} = 5.818 \times 10^3$$

З розрахунків бачимо, що більше навантажений лівий (рис. 3.4.) підшипник (опора А). З метою уніфікації деталей вузла приймаємо, що підшипники будуть однаковими і подальший розрахунок проводимо для найбільш навантаженого підшипника.

Розрахуємо приведені навантаження підшипника [8]. Для підшипника з короткими циліндричними роліками воно визначається за формулою

$$Q = R \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_t$$

де K_k - коефіцієнт обертання.

При обертанні внутрішнього кільця підшипника

$$K_k := 1$$

K_a - коефіцієнт безпеки.

Для роботи механізму з помірними поштовхами і вібрацією та короткочасними перенавантаженнями до 150% [8]:

$$K_a := 1.5$$

K_t - температурний коефіцієнт.

Для робочої температури підшипника до 100°C

$$K_t := 1$$

Тоді приведені навантаження підшипника, Н:

$$Q := R \cdot K_k \cdot K_a \cdot K_t = 1.86 \times 10^4$$

Задаємося теоретичною довговічністю підшипника 5000 год. і визначаємо потрібну динамічну вантажопідйомність підшипника:

$$\alpha := \frac{10}{3}$$

$$C := Q \cdot \left(\frac{60 \cdot n \cdot L}{10^6} \right)^{\left(\frac{1}{\alpha} \right)} = 3.413 \times 10^4$$

Вибираємо згідно ГОСТ 5721-75 підшипник 3508, для якого динамічна вантажопідйомність, Н:

$$C := 57000$$

і визначаємо його теоретичну довговічність:

$$L_h := \frac{10^6}{60 \cdot n} \cdot \left(\frac{C}{Q} \right)^\alpha = 2.762 \times 10^4$$

Теоретична довговічність 27620 год. забезпечить надійну і довговічну роботу вибраного підшипника.

3.6. Особливості експлуатації та технічного обслуговування розвантажувача/завантажувача VL2

Механічний розвантажувач VL2 має велику вагу і працює з ударними навантаженнями, тому машину доцільно встановлювати на міцне тверде покриття визначеної товщини або на підготовлений фундамент.

Механічний розвантажувач пляшок VL2 характеризується високим класом точності його, елементи та деталі розвантажувача складні для виготовлення і відновлення в підприємства. Це підкреслює необхідність проведення періодичних планових ревізій розвантажувача, своєчасного виявлення неприпустимого зносу і заміну пошкоджених деталей. Найчастіше виходять з ладу деталі і елементи привідного механізму розвантажувача що характеризується стороннім шумом, підвищеною вібрацією та іншими ознаками. Найчастіше часто доводиться замінювати зношені ланцюги конвеєрів, зірочки, підшипники.

Упаковки з пляшками для продукту транспортуються до машини конвеєром. Коли на конвеєрі перед розвантажувачем назбирається достатня кількість упаковок, їх направляють в зону розпакування. Вони позиціонуються за шириною за допомогою стопора, який запобігає зсуву упаковок з конвеєра під час процесу вивантаження. Консоль (голова) з окремими захватними пристроями, опускається на пляшки в упаковці, захвати вакуумуються. Консоль разом з пляшками піднімається і переміщує їх на акумуляційний стіл. Девакумуванням захвати звільняють пляшки, які вивантажуються на стіл і транспортуються на конвеєр. Якщо упаковок з порожніми пляшками недостатньо, або розвантажені упаковки якимось чином не можуть вийти із зони розвантаження, або розвантажені пляшки не відводяться з машини, розвантажувач зупиняється в позиції очікування.

Відповідно до вимог “Технічного паспорту” для РП VL2 необхідно проводити технічне обслуговування, яке полягає в полягає у своєчасному

очищенні машини, видаленні осколків пляшок, стружки (якщо ящики дерев'яні) та іншого сміття.

Також щодня або кожні 8 годин експлуатації (при двох-, трьохзмінній роботі) необхідно:

- проводити змащування відповідно до плану змащування розвантажувача;
- контролювати щільність головок захватів та елементів живлення;
- контролювати натяг всіх ланцюгів і при необхідності регулювати їх.

Щотижня або кожні 40 годин експлуатації необхідно додатково:

- проводити ретельне очищення фотодатчиків та рефлекторів;
- підтягувати або регулювати натяг ланцюгів.

Щомісяця потрібно:

- контролювати механічні передачі РП.

До технічного обслуговування можуть бути допущені працівники, що вивчили будову механічного РП VL2 і успішно пройшли інструктаж з техніки безпеки.

4. ДОСЛІДЖЕННЯ ЗУБЧАТОВАЖІЛЬНОГО МЕХАНІЗМУ РОЗВАНТАЖУВАЧА ПЛЯШОК

4.1. Аналіз принципу роботи розвантажувального механізму РП VL2

Для перетворення обертового руху в коливальний в розвантажувальному механізмі РП марки VL2 призначений кривошипно-коромисловий механізм (ККМ) поєднаний з зубчастим мультиплікатором. Така схема є типовою для багатьох машин харчової промисловості [10]. Поєднання з мультиплікатором використовується для збільшення кута коливання коромисла. ВМ приводиться у рух ЗВМ (рис. 4.1.).

Принцип роботи вкладача/розвантажувача полягає у наступному. РО (захватна головка) захватує пляшки і в процесі РХ, переміщуючись по криволінійним напрямним, транспортує пляшки в транспортну тару. Під час холостого ходу захватна головка повертається за новим шаром пляшок. Якщо машина працює як розвантажувач, пляшки транспортуються з тари до місця вивантаження.

Використання ЗВМ механізмів у конструкціях розвантажувачів/вкладачів супроводжується труднощами при узгодженні геометричних параметрів зубчастої передачі та важільного механізму.

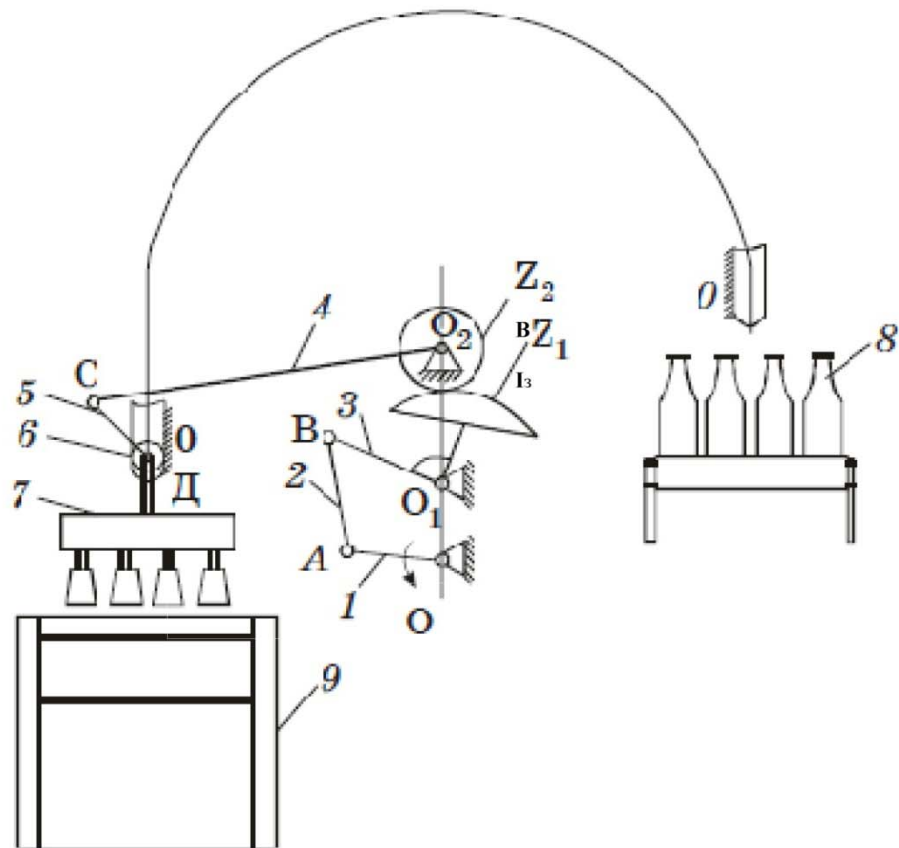


Рисунок 4.1. - Схема пристрою для укладання пляшок.

Зубчатоважільний механізм: 0 – стойка, 1 – кривошип, 2 – шатун, 3 – коромисло, Z_1 – зубчастий сектор та Z_2 – зубчасте колесо; виконавчий механізм: 4 коромисло, 5 шатун, 6 ролик, 7 -захватна головка; 8 – шар пляшок, 9 – транспортна тара

4.2. Аналіз кінематики ЗВМ розвантажувача VL2

Для забезпечення однакових кінематичних параметрів вузла, динамічних навантажень під час захвату пляшок РО, а також в момент контакту пляшок з транспортною тарою, для геометричного синтезу ЗВМ використовуємо умову, що кути повороту кривошипа під час робочого та холостого ходів однакові.

Будуємо схему ККМ у двох крайніх положеннях коромисла (рис. 4.2). Приймаємо, що довжина стойки $l_0 = O_1O$ задана конструктивно. Відстань O_xO_2 відкладаємо по горизонталі.

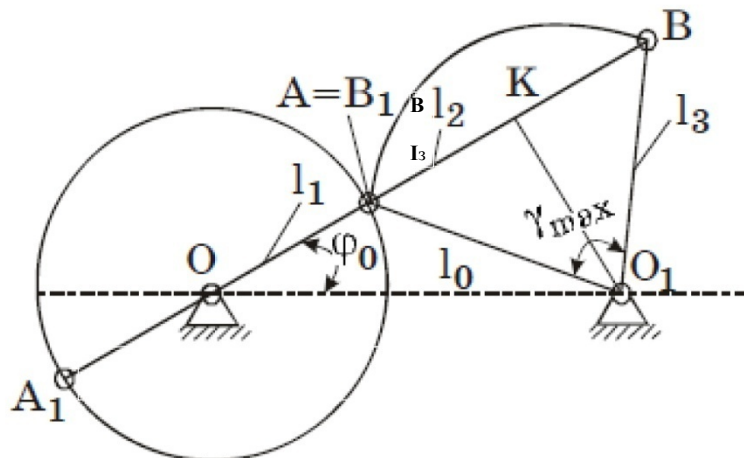


Рисунок 4.2. - Схема важільного механізму, що відповідає куту φ_0

З точки O проводимо під гострим кутом φ_0 пряму лінію і опускаємо з точки O_1 перпендикуляр O_1K . Ділимо відрізок OK пополам і отримуємо точку A , яка співпадає з B_1 . Від точки O на прямій відкладаємо відрізок $OA_1 = OA$ і приймаємо ці відрізки за довжину l кривошипа. Від точки K відкладаємо відрізок $KB = KB_1$ і отримаємо довжину шатуна

$$l_2 = KB + KB_1 = 2OA = 2l_1.$$

З'єднуємо точки В та В₁ з точкою О₁ і маємо довжину l₃ коромисла, що розташовано у двох крайніх положеннях, де γ_{max} - максимальний кут коливання коромисла [10]. Виразимо довжини рухомих ланок через довжину стойки l₀ (рис. 4.2). З прямокутника ΔОКО₁ визначаємо довжину шатуна і кривошипу

$$l_0 \cdot \cos \varphi_0 = OK + OA + AK = KB + KB_1 = 2l_1 = l_2$$

звідки

$$l_2 = l_0 \cdot \cos \varphi_0, \quad l_1 = 0.5 \cdot l_0 \cdot \cos \varphi_0.$$

А відрізок

$$O_1K = l_0 \cdot \cos \varphi_0 \quad (4.1)$$

З прямокутника ΔОКО₁ з урахуванням (3.1) знаходимо

$$l_3 = \sqrt{KB_1^2 + O_1K^2} = \sqrt{l_1^2 + (l_0 \cdot \cos \varphi_0)^2} = l_0 \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0} \quad (4.2)$$

Отриманий механізм повинен відповідати умовам існування кривошипно-коромислового механізму [10]. Виконуємо перевірку параметрів важільного механізму на умови існування кривошипу

$$(l_0 + l_1) \leq (l_2 + l_3)$$

З урахуванням (4.1) та (4.2) маємо:

$$l_0 + 0.5 \cdot l_0 \cdot \cos \varphi_0 \leq l_0 \cdot \cos \varphi_0 + l_0 \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0} \quad (4.3)$$

Після перетворення нерівності отримаємо

$$\cos^2 \varphi_0 < \cos \varphi_0,$$

отже умова існування кривошипу виконується.

Очевидно, що при збільшенні довжини відрізка ОА ККМ механізм перетворюється у двохкоромисловий механізм.

Визначимо кут γ_{max} який відповідає максимальному куту повороту зубчастого сектора. З прямокутника ΔOKO_1 маємо:

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma_{max}}{2} = \frac{KB}{O_1K} = \frac{l_1}{l_0 \cdot \sin \varphi_0} = \frac{0.5l_0 \cdot \cos \varphi_0}{l_0 \cdot \sin \varphi_0} = \frac{1}{2\operatorname{tg} \varphi_0} \quad (4.4)$$

звідки

$$\gamma_{max} = 2\operatorname{arctg} \frac{1}{2\operatorname{tg} \varphi_0} \quad (4.5)$$

Аналіз рівняння (4.5) показує, що при збільшенні кута φ_0 зменшується кут γ_{max} і, відповідно, зменшується передаточне відношення зубчастого мультиплікатора, що негативно впливає на передачу рушійного моменту із зубчастого сектору Z_1 на колесо, Z_2 зменшуючи його по величині.

4.3. Аналіз динаміки ЗВМ розвантажувача VL2

Спочатку розглянемо статика передачі сил у ЗВМ в положенні, яке відповідає куту передачі руху $k = k_{min}$ (рис. 4.3) [10]. В цьому положенні на кривошип 1 діє рушійний момент $M_1 = P \cdot l_1$, а на коромисло 3 діє приведений момент $M_3 = S^\tau \cdot l_3$.

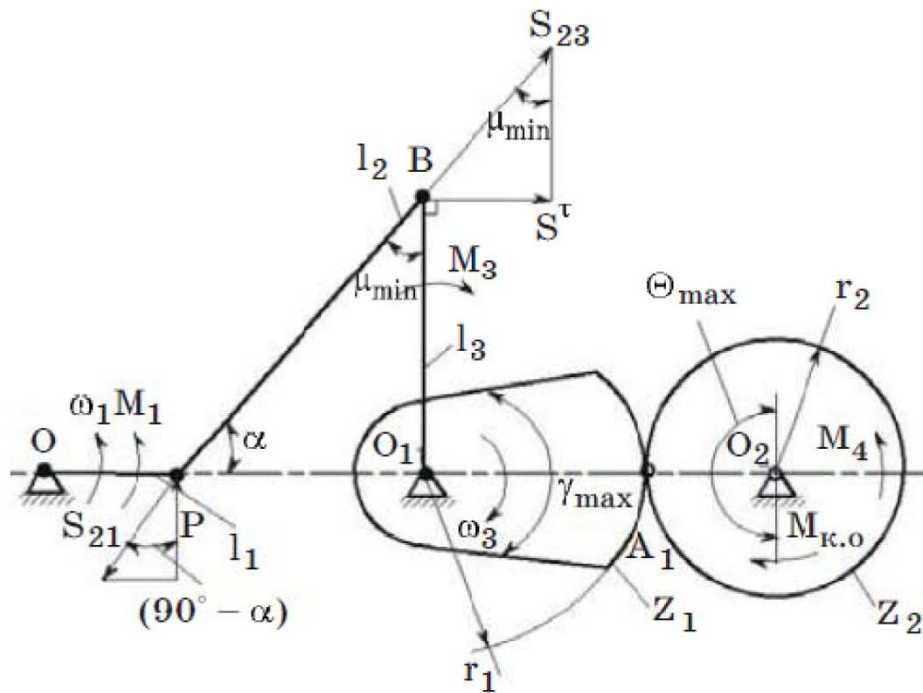


Рисунок 4.3 - Розрахункова схема зубчато-важильного механізму

Визначимо зусилля, що створює момент M_3 . З одного боку реакція

$S_{21} = \frac{P}{\sin \alpha}$, де P — зрівноважуюча сила. З другого боку зусилля

$S^\tau = S_{23} \cdot \sin k_{min}$, де $S_{23} = |S_{21}|$ з умови рівноваги ланки 2 механізму, тоді:

$$S^\tau = \frac{P \cdot \sin \mu_{min}}{\sin \alpha}$$

Виразимо $\sin \alpha$ через відомі параметри механізму. Розглянувши $\triangle ABO_1$, знаходимо

$$\frac{(l_0 - l_1)}{\sin \mu_{min}} = \frac{l_3}{\sin \alpha},$$

звідки

$$\sin \alpha = \left(\frac{l_3}{l_0 - l_1} \right) \cdot \sin \mu_{min} \quad (4.6)$$

Враховуючи (4.6), отримаємо:

$$S^\tau = P \frac{(l_0 - l_1)}{l_3} = P \frac{(1 - 0.5 \cos \varphi_0)}{\sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0}} \quad (4.7)$$

Розглянувши $\triangle ABO_1$, маємо

$$(l_0 + l_1)^2 = l_2^2 + l_3^2 - 2 \cdot l_2 \cdot l_3 \cos \mu_{min} \quad (4.8)$$

Вирішуючи рівняння (4.8) з урахуванням (4.1) та (4.2), отримаємо мінімальний кут передачі руху

$$\mu_{min} = \arccos \frac{1}{\sqrt{4 - 3 \cos^2 \varphi_0}} \quad (4.9)$$

Знайдемо приведений момент, що діє на коромисло і, відповідно, на зубчастий сектор. З урахуванням (4.7) і, прийнявши до уваги, що $P = \frac{M_1}{l_1}$,

отримаємо:

$$M_3 = l_3 \cdot S^\tau = M_1 \cdot \left(\frac{2}{\cos \varphi_0} - 1 \right) \quad (4.10)$$

Далі визначимо безрозмірні відношення, які впливають на вибір кута φ_0 при визначенні довжини ланок механізму.

Визначимо, попередньо, передаточне відношення мультиплікатора (рис. 4.3):

$$i_{12} = \frac{\omega_3}{\omega_4} = \frac{\omega_3 \cdot t_p}{\omega_4 \cdot t_p} = \frac{\gamma_{\max}}{\Theta_{\max}} \quad (4.11)$$

де t_p — час виконання робочого ходу,

Θ_{\max} — кут коливання вхідної ланки виконавчого механізму.

Знайдемо приведений рушійний момент M_4 , що діє на колесо Z_2 з рівняння

$$M_4 \cdot \omega_4 = M_3 \cdot \omega_3.$$

Звідси, з урахуванням (3.10), отримаємо

$$M_4 = M_3 \frac{\gamma_{\max}}{\Theta_{\max}} \quad (4.12)$$

Підставимо (4.11) у вираз (4.12) і, з урахуванням (4.3), отримаємо відношення:

$$\frac{M_4}{M_1} = \frac{2}{\Theta_{\max}} \cdot \left(\frac{2}{\cos \varphi_0} - 1 \right) \cdot \operatorname{arctg} \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0} \quad (4.13)$$

Вираз (4.13) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на величину приведенного моменту M_4 при постійному рушійному моменті M_1

Після перетворення отримаємо:

$$\frac{S^\tau}{P} = \frac{(1 - 0.5 \cos \varphi_0)}{\sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0}} \quad (4.14)$$

Вираз (4.14) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на складову в реакції при постійному значенні рушійної сили P .

Поділимо l_3 на l_0 і отримаємо:

$$\frac{l_3}{l_0} = \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0} \quad (4.15)$$

Вираз (4.15) дозволяє оцінити вплив кута φ_0 на довжину ланки l_3 і, відповідно, на габарити важільного механізму.

З рівняння (4.9) визначимо кут φ_0 , що відповідає куту $\mu_{min} = 30^\circ = 0.523 \text{ рад}$.

$$0.523 = \arccos \frac{1}{\sqrt{4 - 3 \cos^2 \varphi_0}},$$

звідки кут $\varphi_0 = 20^\circ$.

При зменшенні кута $\mu_{min} < 30^\circ$ виникає явище заклинювання важільного механізму [10].

Графіки безрозмірних відношень, які подібні блокуючому контуру (рис. 4.4).

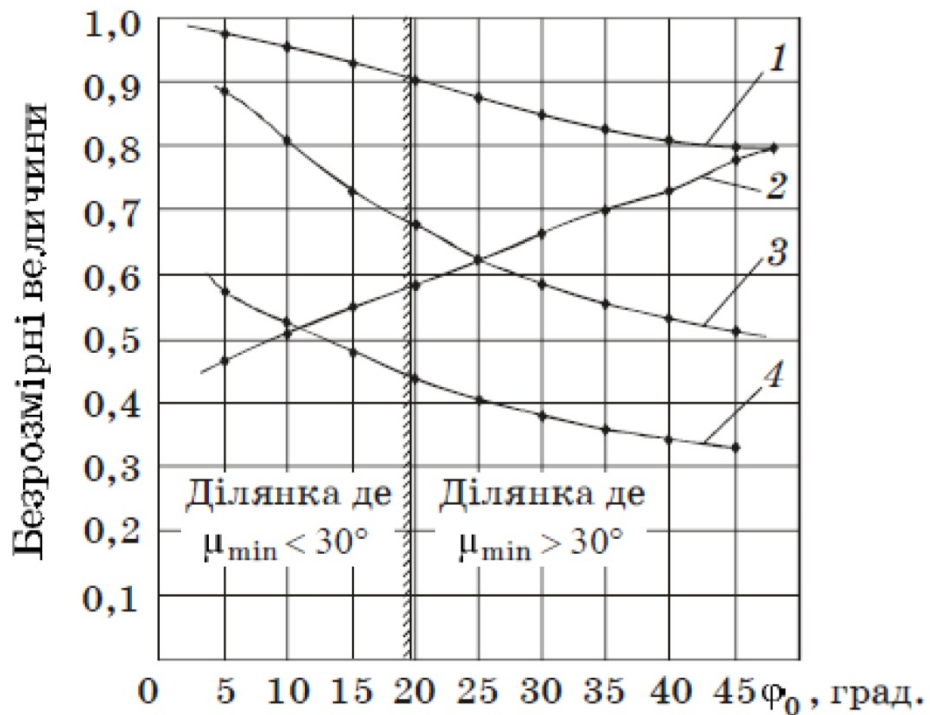


Рисунок 4.4 – Графіки безрозмірних відношень: $1 - \frac{S^r}{P} = f(\varphi_0)$;

$$2 - \frac{l_3}{l_0} = f(\varphi_0); \quad 3 - \frac{M_4}{M_1} = f(\varphi_0) \text{ при } \Theta_{max} = 180^\circ;$$

$$4 - \frac{M_4}{M_1} = f(\varphi_0) \text{ при } \Theta_{max} = 270^\circ$$

З рис. 4.4 видно, що при збільшенні кута φ_0 зменшується приведений рушійний момент M_4 на зубчастому колесі Z_2 і одночасно зростають габарити важільного та зубчастого механізмів, але зменшуюся реакції в кінематичних парах.

Наступним кроком є визначення виразу для модуля m зубчастого мультиплікатора з врахуванням умови, що радіус r_1 ділительного кола сектора Z_1 не перевищує довжину коромисла l_3 , тобто

$$r_1 = l_3 = l_0 \cdot \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0}.$$

Радіус ділительного кола

$$r_2 = 0.5 \cdot m \cdot Z_2.$$

Визначимо передаточне відношення зубчастого мультиплікатора через геометричні параметри:

$$i_{12} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{0.5 \cdot m \cdot Z_2}{l_0 \cdot \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0}} \quad (4.16)$$

З рівняння (4.16) з урахуванням (4.3) та (4.11):

$$m = l_0 \cdot \left(\frac{4 \cdot \sqrt{1 - 0.75 \cos^2 \varphi_0} \cdot \operatorname{arctg} \frac{1}{2 \operatorname{tg} \varphi_0}}{Z_2 \cdot \Theta_{\max}} \right) \quad (4.17)$$

Методика розрахунку зубчасто-важільного механізму полягає у наступному. Спочатку необхідно виконати проектний розрахунок виконавчого механізму. Визначити величину кута Θ_{\max} , конструктивно задати довжину l_0 стойки приводного механізму та побудувати графіки зміни

З рис. 4.4 видно, що при збільшенні кута φ_0 зменшується приведений рушійний момент M_4 на зубчастому колесі Z_2 і одночасно зростають габарити важільного та зубчастого механізмів, але зменшуюся реакції в кінематичних парах.

При визначенні параметрів ЗВМ механізму [10] спочатку потрібно виконати проектний розрахунок виконавчого механізму, а саме: визначити величину кута Θ_{\max} , конструктивно задати довжину l_0 стойки приводного механізму та побудувати графіки зміни приведенного на зубчасте колесо Z_2 моменту корисного опору $M_{\text{ко}}$, що діє на виконавчий механізм на ділянках робочого та холостого ходів. Використовуючи $M_{\text{ко}}$ та прийнявши мінімальну кількість зубців (17...20) на колесі Z_2 розраховуємо зубчасту передачу на міцність, потім розраховуємо модуль m_p . Прийнявши модуль $m_p = m$ з рівняння (4.17), визначаємо кут φ_0 .

Якщо $\varphi_0 < 20^\circ$, то його потрібно збільшити, залишивши модуль m_p без змін.

Якщо $\varphi_0 > 45^\circ$, необхідно число зубців на колесі Z_2 збільшити і визначити нові значення m_p і, відповідно φ_0 .

У випадку $20^\circ < \varphi_0 < 45^\circ$, отримані результати m_p та φ_0 залишаємо такими як є.

Вибираючи кут φ_0 необхідно дотримуватися умови для приведених моментів M_4 і $M_{\text{к}0}$ в положенні, яке відповідає поточному значенню кута

$$\kappa = \mu = \mu_{\min} \text{ при даному значенні кута } \varphi_0.$$

Визначивши кут φ_0 та модуль m_p , можна знайти геометричні параметри важільного механізму та зубчатого мультиплікатора.

4.4. Аналіз отриманих результатів та рекомендації по їх використанню

4.4.1. Результати розрахунків ЗВМ розвантажувача пляшок

Проведене теоретичне дослідження ЗВМ розвантажувача пляшок, у результаті якого отримані залежності взаємозв'язку між його різними ланками та елементами. Це дає можливість визначати геометричні та конструктивні параметри механізму залежно від його геометричного синтезу та геометричних параметрів, прийнятих за базові.

Розрахунки і візуалізація проводили за допомогою Microsoft Excel. Ця програма дозволяє проводити розрахунки, які зручно представляти у виді таблиць та графіків за отриманими табличними даними.

Вище було отримано залежності для таких параметрами ЗВМ механізму: довжина коромисла l_3 - залежність (4.2), кут повороту зубчатого сектора максимальний γ_{max} - залежність (4.5), кут передачі руху мінімальний μ_{min} - залежність (4.9), та модуль m зубчастого мультиплікатора залежність (4.17). Ці параметри впливають на працездатність та роботу механізму без заїдань, зупинок, тобто чи буде робота ЗВМ безперервною та надійною.

Для оцінки впливу даних параметрів на роботу ЗВМ розрахуємо їх залежно від зміни φ_0 , зміна якого суттєво впливає на роботу всього механізму.

Конструктивно приймаємо

$$l_0 = 400\text{мм.}$$

Розрахунки проводимо при:

$$\Theta_{max} = 180^\circ,$$

кута φ_0 змінюємо в межах: $0^\circ < \varphi_0 < 45^\circ$

Результати представляємо у виді таблиці 4.1., а також на рис.4.5, 4.6, 4.7

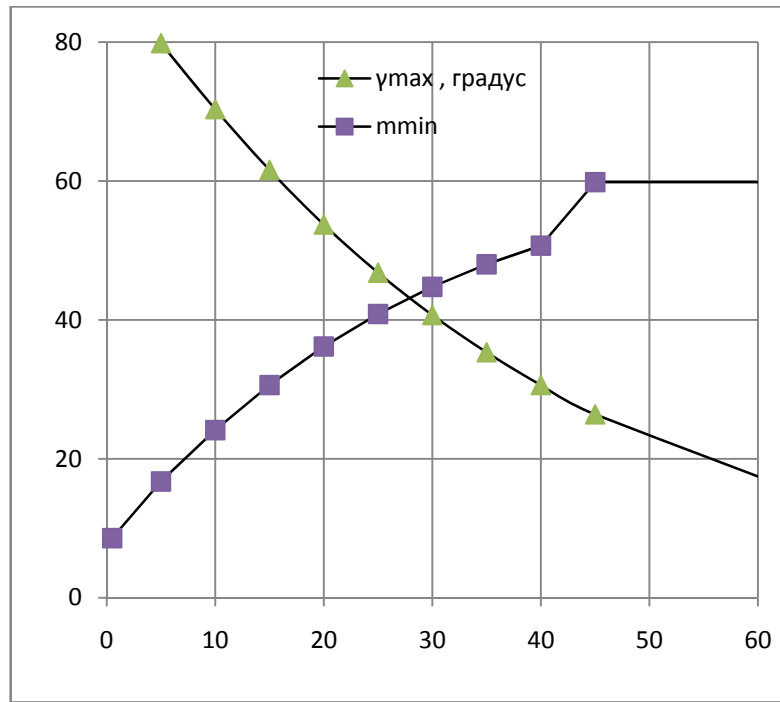
Таблиця 4.1. - Результати розрахунків

φ_0	$\cos \varphi_0$	l3	γ_{max} , градус	μ_{min} , градус	m		
					z=17	z=19	z=21
1	1,000	200,023	88,76	8,58	11,60	10,38	9,39
5	0,996	202,28	79,84	16,74	10,55	9,44	8,54
10	0,985	208,90	70,34	24,14	9,60	8,59	7,77
15	0,966	219,27	61,58	30,62	8,83	7,90	7,14
20	0,939	232,61	53,72	36,18	8,17	7,31	6,61
25	0,906	248,07	46,78	40,85	7,59	6,79	6,14
30	0,865	264,85	40,69	44,76	7,04	6,30	5,70
35	0,818	282,25	35,34	48,00	6,52	5,83	5,28
40	0,765	299,67	30,61	50,69	6,00	5,36	4,85
45	0,706	316,63	26,40	59,84	5,46	4,89	4,42
89,9	-0,002	400,00	-0,07	59,84	-0,02	-0,02	-0,01

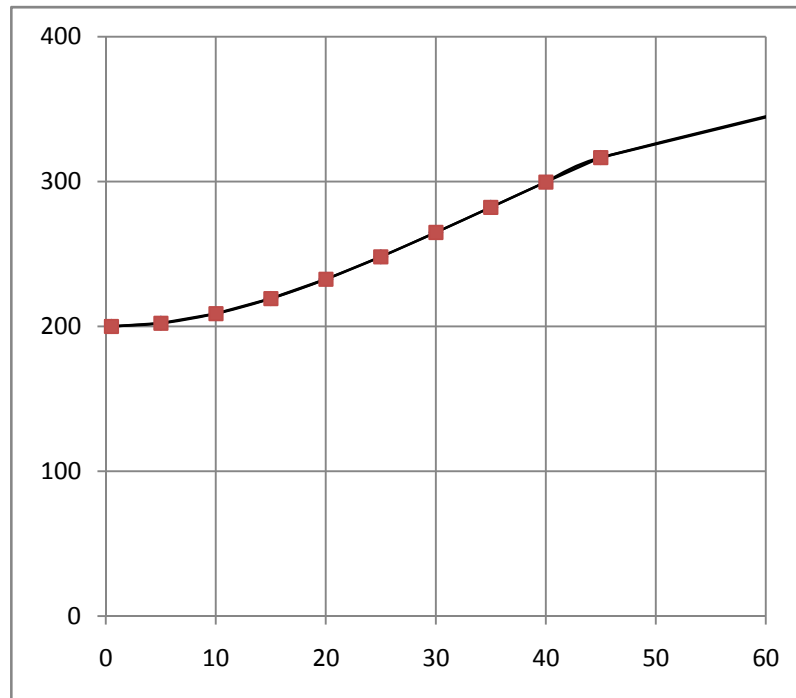
З рис. 4.5 (результати розрахунків за залежностями $\gamma_{max} = f(\varphi_0)$ і $\mu_{min} = f(\varphi_0)$) видно, що кут γ_{max} зменшується при збільшенні φ_0 , а кут μ_{min} , навпаки збільшується. Аналіз графіків показує, що оптимальним для нашого механізму є $\varphi_0 = 30^\circ$

На рис. 4.6. представлені результати розрахунків залежності довжини $l_3 = f(\varphi_0)$

Отримавши з попереднього графіку $\varphi_0 = 30^\circ$, визначаємо для нього $l_3 = 270 \text{ мм}$.

 $\varphi_0, ^\circ$ Рисунок 4.5. – Результати розрахунків залежності $\gamma_{\max} = f(\varphi_0)$ та

$$\mu_{\min} = f(\varphi_0)$$

 $\varphi_0, ^\circ$ Рисунок 4.6. – Результати розрахунків залежності $l_3 = f(\varphi_0)$

Якби нам таке значення з будь-яких причин не підходило, ми могли б його підкоректувати і відповідно підкоректувати φ_0 , користуючись рис.4.6.

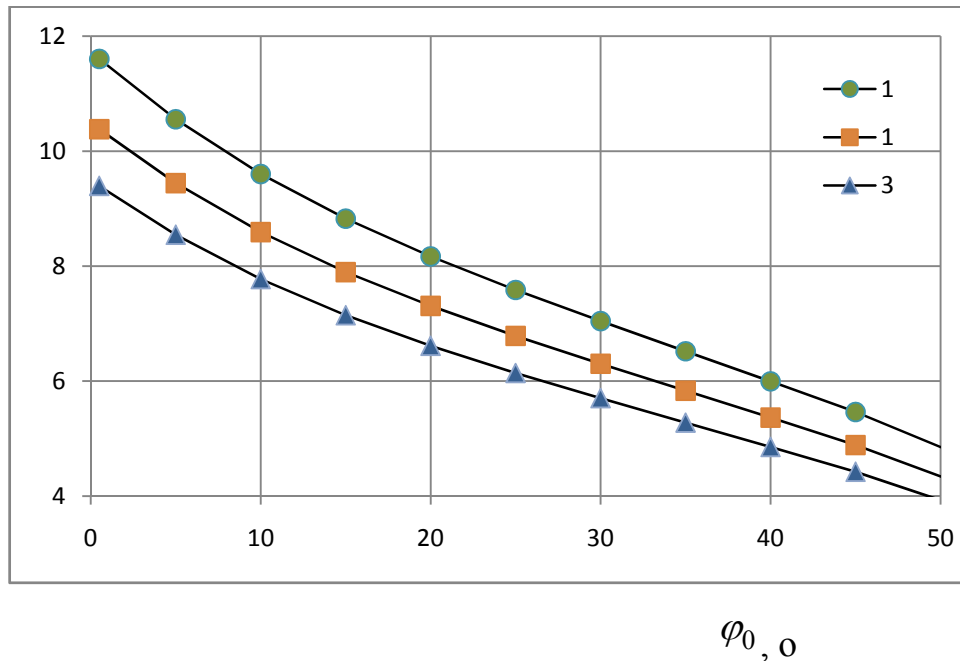


Рисунок 4.7. – Результати розрахунків залежності модуля $m = f(\varphi_0)$:

$$1 - Z_2 = 17, 2 - Z_2 = 19, 3 - Z_2 = 21$$

На рис. 4.7 представлені результати розрахунків залежності модуля $m = f(\varphi_0)$ від Z_2 . З рис. 3.4 видно, що модуль зменшується зі збільшенням кута φ_0 , також зменшується зі збільшенням числа зубів Z_2 .

Для $\varphi_0 = 30^\circ$ можна приймати $m = 5,6,7 \text{ мм}$, уточнивши значення подальшими конструктивним розрахунками.

Аналогічно можна зробити аналіз решти конструктивних параметрів механізму.

Представлені залежності та графіки дозволяють при конструюванні механізму змінювати його параметри і забезпечувати бажані показники роботи.

4.4.2. Результати розрахунку елементів вузла ведучого вала розвантажувача пляшок марки VL2, зі створенням його 3-D схеми

В розділі 3 проведено розрахунок основних елементів ВВВ вала розвантажувача пляшок VL2.

Конструкція вузла є такою: на вал круглого суцільного перерізу насаджені 6 зірочок, На ведену зірочку за допомогою ЛП передається КМ від електроприводу, решта 5 приводить в рух ПЛ транспортера. Гілки ланцюгів паралельні один одному і розміщені на веденій зірочці вертикально. Решта – пластинчаті ланцюги, які розміщені горизонтально. Від веденої зірочки ланцюг йде до електропривода: у цьому ланцюзі, як в ланцюзі ведучої зірочки, зусилля в збігаючій гілці вдвічі більше, ніж в набігаючій, решта зірочок приводить в рух пластинчасті транспортери. В цих ланцюгах зусилля в набігаючих ланках також вдвічі більше ніж у збігаючих.

Основні результати по ведучому валу:

Найбільший момент :

$$M_{p3} = 1263 \text{ Нм}.$$

Для забезпечення надійної роботи ВВВ рекомдовані конструктивні параметри:

Основний діаметр вала $d = 45 \text{ мм}$

Решта діаметрів приймаємо конструктивно:

під підшипники $d_n = 40 \text{ мм}$

під ведому зірочку $d = 35 \text{ мм}$.

Проведений перевірочний розрахунок підтвердив надійність конструкції вала.

За отриманими розмірами розроблена 3-D схема елемента вузла ведучого вала розвантажувача пляшок марки VL2, представлена на рис. 4.8.

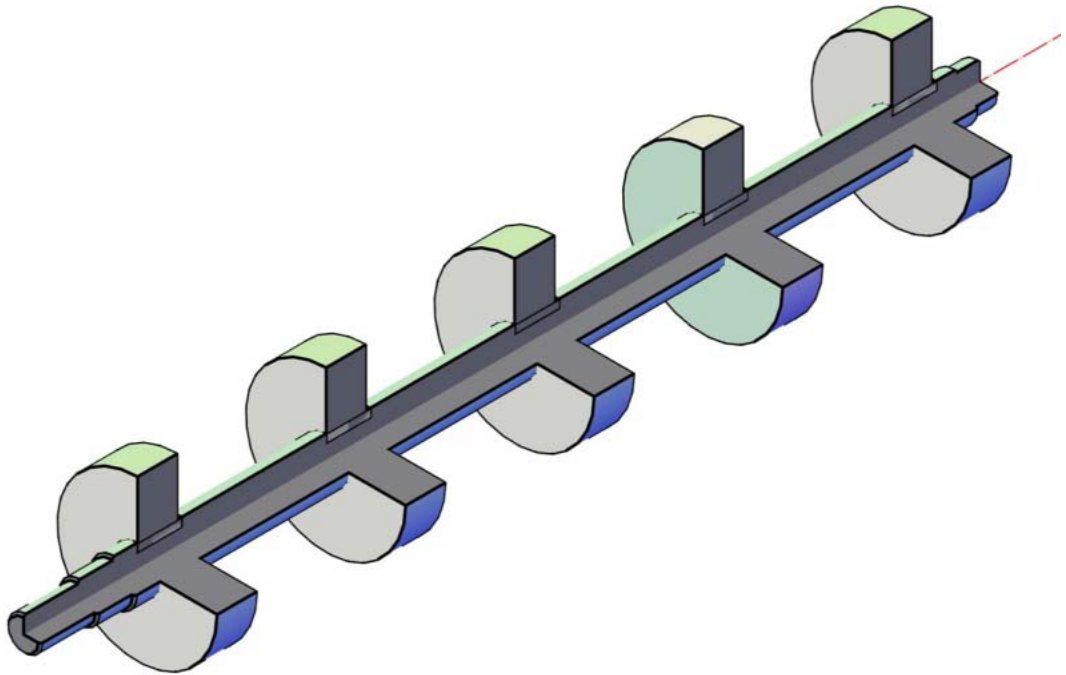


Рисунок 4.8 – 3D-елемент вузла ведучого вала розвантажувача пляшок марки VL2

3-D схема дає візуальне уявлення про реальне розміщення елементів ВВВ, зокрема ведучого вала, зірочок, шпонок.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1. Охорона праці

7.1.1. Загальні вимоги з охорони праці на пивоварних підприємствах

На підприємствах по виробництву пива слід суворо дотримуватися загальних та галузевих норм та правил техніки безпеки, зокрема НПАОП 15.9-1.13-97 «Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв»

Ці правила поширюються на всіх працівників, які виконують роботи щодо проектування, виготовлення, реконструкції, монтажу, налагоджування, ремонту, технічного діагностування та експлуатації підприємств, господарств, установ та організацій, у тому числі науково-виробничих об'єднань, проектних та науково-дослідних інститутів, спеціальних конструкторських бюро та лабораторій, що виробляють солод, пиво, безалкогольні напої, квас, соки, екстракти сухих напоїв, хмельовий екстракт, зріджений двоокис вуглецю, незалежно від форм власності і господарської діяльності.

Відступ від вимог НПАОП 15.9-1.13-97 «Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв» при проектуванні, будівництві, монтажу, реконструкції, технічному переоснащенні не допускається.

Машини, механізми, устаткування, транспортні засоби і технологічні процеси, що впроваджуються у виробництво і в стандартах, на які є вимоги щодо забезпечення безпеки праці, життя і здоров'я людей, повинні мати сертифікати, що засвідчують безпеку їх використання, видані у встановленому порядку.

Не дозволяється застосування у виробництві шкідливих речовин, на які не розроблені гранично допустимі нормативи (концентрації), методика, засоби метрологічного контролю і які не пройшли токсикологічну експертизу.

У разі надходження на підприємство нових небезпечних речовин або наявності такої кількості небезпечних речовин, яка вимагає вжиття додаткових заходів безпеки, власник зобов'язаний завчасно повідомити про це органи державного нагляду, розробити і узгодити з ними заходи щодо захисту здоров'я та життя працівників, населення та охорони навколишнього природного середовища.

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, концентрація шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень підприємств повинні відповідати вимогам, викладеним у додатках 1,2 та 11 НПАОП 15.9-1.13-97 «Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв».

Рівні шуму і вібрації на постійних робочих місцях не повинні перевищувати гранично-допустимих значень за ГОСТ 12.1.003-83, ГОСТ 12.1.012-90.

Захист будівель і споруд від блискавки повинен виконуватись згідно з вимогами інструкції РД 34.21.122-87.

Власник створює на підприємстві службу охорони праці згідно з Типовим положенням. Служба охорони праці підпорядковується безпосередньо керівникові підприємства і прирівнюється до основних виробничо-технічних служб.

Організація роботи з охорони праці на підприємстві, права та обов'язки посадових осіб та працівників повинні бути викладені у нормативних актах, розроблених згідно з Порядком опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві.

5.1.2. Вимоги безпеки при монтажі та ремонті технологічного устаткування пивзаводів

1. Будова, монтаж, обслуговування та експлуатація устаткування повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78, ГОСТ 12.2.062-81, ГОСТ 12.2.124-90.

2. Будова, виготовлення, монтаж, приймання, експлуатація, ремонт посудин та апаратів, які працюють під тиском понад 0.07 МПа, повинні відповідати вимогам Правил будови та безпечної експлуатації посудин, які працюють під тиском. Будова, виготовлення, монтаж, приймання, експлуатація, ремонт котельних установок повинні відповідати вимогам Правил будови та безпечної експлуатації парових та водогрійних котлів.

3. Компресорне устаткування повинне відповідати вимогам ГОСТ 12.2.016-81 та Правил будови та безпечної експлуатації стаціонарних компресорних установок, повітроводів та газопроводів.

4. Холодильні установки повинні відповідати вимогам Правил будови та безпечної експлуатації аміачних холодильних установок.

5. Конвеєри повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.2.022-80.

6. Заточувальні та шліфувальні верстати, їх будова та експлуатація повинні відповідати ГОСТ 12.2.009-80, ГОСТ 12.3.028-82.

7. Будова, встановлення та експлуатація кранів усіх типів, грузових електричних візків, ручних та електричних талів, лебідок, змінних вантажозахватних механізмів та пристроїв повинні відповідати Правилам будови та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

8. Ліфти, скіпові та ліфтові підйомники повинні відповідати вимогам Правил будови та безпечної експлуатації ліфтів.

9. Деревообробне устаткування повинне відповідати вимогам ГОСТ 12.2.026.0-93.

10. Вимоги та заходи безпеки, що визначаються особливостями будови та умовами роботи машин та устаткування, систем та елементів конструкції, а також концентрації парів, аерозолей та інших шкідливих речовин, що виділяються, рівні шуму, вібрації у числовому виразі повинні вказуватись у стандарті, технічних умовах на машину, устаткування у розділі "Вимоги безпеки". В експлуатаційній документації апаратів та машин, що працюють з виділенням шкідливих газів, парів, пилу та що мають відсмоктувачі безпосередньо в конструкції, повинні міститись вказівки щодо необхідного об'єму повітря, що відсмоктується від них.

11. Устаткування повинне мати паспорти та інвентарні номери. За відсутності паспорта заводу-виготовлювача він складається підприємством-власником. Допускається складання одного паспорта на групу однотипового устаткування з вкладками для кожної одиниці. Відповідно з інвентарними номерами устаткування заноситься до спеціальних журналів обліку та періодичних оглядів. Устаткування, що виготовляється в майстернях харчових підприємств, повинне відповідати вимогам ГОСТів, НПАОП 15.9-1.13-97 «Правила безпеки при виробництві солоду, пива та безалкогольних напоїв» та іншої нормативної документації з безпеки праці. Технічна документація на його виготовлення має бути узгоджена з місцевим органом Держнаглядохоронпраці, затверджена власником підприємства і зберігатися в архіві підприємства на весь час експлуатації.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1. Організація цивільного захисту на підприємстві харчової та переробної промисловості як ключова передумова відновлення виробництва у разі загрози та виникнення НС мирного та воєнного часу

Згідно Кодексу цивільного захисту України від 02.10.2012р. громадяни України мають право на захист свого життя і здоров'я від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха. Держава як гарант цього права створює систему цивільного захисту, яка повинна захистити населення від небезпечних наслідків аварій і катастроф техногенного, екологічного, природного та воєнного характеру. Цивільний захист України є державною системою органів управління силами і засобами, що створюються для організації забезпечення захисту населення від наслідків надзвичайних ситуацій (НС).

Метою цивільного захисту на підприємствах харчової та переробної промисловості є забезпечення захисту виробничого персоналу, його сімей в надзвичайних ситуаціях і створення умов для своєчасного та якісного проведення рятувальних та інших невідкладних робіт на відповідному об'єкті для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

Цивільний захист на підприємстві харчової та переробної промисловості як правило очолює його керівник. Він відповідає за захист виробничого персоналу, постійну готовність органів управління, відповідних сил і засобів для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

На великих об'єктах начальник цивільного захисту призначає заступників: з евакуації, інженерно-технічної частини і матеріально-технічного забезпечення. При цьому заступники виконують свої обов'язки на громадських засадах.

Посада начальника штабу цивільного захисту передбачається штатним розкладом об'єкта. Начальник штабу є першим заступником начальника цивільного захисту об'єкта і має право за його ім'ям віддавати накази та розпорядження з цивільного захисту. Він є безпосереднім організатором управління цивільним захистом і сповіщення про загрозу або факт надзвичайної ситуації, розвідки, дозиметричного і хімічного контролю, веде поточне та перспективне планування, підготовку формувань і виробничого персоналу з цивільного захисту та контроль за виконанням всіх заходів з цивільного захисту.

Для ефективного і якісного виконання завдань цивільного захисту на об'єкті економіки рішенням начальника створюються відповідні служби. Служба оповіщення і зв'язку створюється на базі вузла зв'язку підприємства. Вона має своєчасно сповістити виробничий персонал підприємства про загрозу або факт виникнення надзвичайної ситуації.

Служба охорони громадського порядку створюється на базі підрозділів відомчої охорони. Вона повинна забезпечувати охорону об'єкта, підтримувати громадський порядок на об'єкті під час надзвичайної ситуації, а також забезпечити режим світломаскування.

Служба сховищ та укриттів створюється на базах відділів капітального будівництва і житлового-комунального. Вона повинна забезпечувати готовність захисних споруд, контролювати експлуатацію сховищ, укриттів, брати участь у розробці планів розміщення виробничого персоналу в захисних спорудах, а також в організації будівництва захисних споруд.

Служба радіаційного і хімічного захисту створюється на базі відповідних лабораторій підприємства.

Аварійно-технічна служба створюється на базі виробничого відділу (головного механіка). Служба розробляє та здійснює заходи для підвищення стійкості об'єкта при його функціонуванні в умовах надзвичайних ситуацій, а також ліквідує наслідки аварій у надзвичайних ситуаціях.

Медицна служба створюється на базі медичних пунктів (санітарних частин, поліклінік) і виконує заходи медичного захисту на підприємстві, а саме: підтримує в постійній готовності до застосування за призначенням медичні формування, здійснює санітарно-гігієнічні і профілактичні заходи; надає медичну допомогу потерпілим, здійснює контроль за забрудненням радіонуклідами, небезпечними хімічними речовинами сировини і готової продукції, води та інших предметів.

Транспортна служба створюється на базі транспортних цехів, гаражів об'єкта. Вона розробляє і здійснює заходи стосовно перевезення людей, вантажу в надзвичайних ситуаціях.

Протипожежна служба створюється на базі підрозділу пожежної охорони. Вона розробляє протипожежні заходи, веде контроль за їх виконанням, локалізує та гасить пожежі, надає допомогу службі РХБ захисту під час дезактивації та дегазації ділянок місцевості та матеріальних засобів.

Служба енергопостачання і світломаскування створюється на базі відділу головного енергетика. Вона розробляє заходи, що спрямовані на безперервне постачання об'єкту газом, паливом, електроенергією, веде невідкладні роботи на енергетичних мережах, планує заходи з світломаскування.

Служба матеріально-технічного забезпечення створюється на базі відділу матеріально-технічного забезпечення об'єкта. Вона розробляє плани матеріально-технічного забезпечення об'єкта в умовах надзвичайних ситуацій, забезпечує своєчасне постачання необхідного майна, засобів захисту, організує та здійснює своєчасний ремонт пошкодженого обладнання та інших матеріальних засобів, забезпечує виробничий персонал продуктами харчування.

Формування загального призначення - це зведені загони, команди, групи, які призначені для проведення рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження та районах стихійного лиха.

Як варіант можна розглядати приблизний склад формування загального призначення в наступному вигляді:

Командир загону;

Заступник командира загону;

Ланка управління і розвідки 1 до 4 чоловік;

1-2 рятувальних групи до 25 чоловік кожна;

Група знезараження до 25 чоловік;

Група механізації (аварійно-технічна) до 15 чоловік;

Медичний пункт до 12 чоловік.

Всього в такому загоні може бути до 110 чоловік особового складу, поливо-миючих машин - 4, бульдозерів - 1, екскаваторів - 1, автокранів - 1, санітарних автомобілів 1 - 1, вантажних автомобілів - 5, зварювальних агрегатів - 5.

Орієнтовні можливості виконання обсягу роботи за 10 годин:

Деактивація ділянок місцевості з твердим покриттям шириною 6 метрів (норма витрати розчину 3 л/м²;

Деактивація транспорту - до 200 одиниць;

Локалізація осередків від СДОР - до 2;

Евакуація потерпілих - до 200 чоловік.;

Відкриття завалених сховищ - 3-5.

Формування служб призначені також для виконання рятувальних та інших невідкладних робіт і забезпечення дій формувань загального призначення, а саме проведення розвідки, надання медичної допомоги, локалізація та гасіння пожеж, охорона громадського порядку. Вони складаються з загонів, команд, груп, дружин, ланок, постів. Комплектування формувань на об'єкті ведеться за виробничим принципом: у цехах, відділах, бригадах.

5.2.2. Захист продукції на підприємствах пиво-безалкогольної промисловості

Для захисту від зараження РР, НХР, БЧ на підприємствах пиво-безалкогольної промисловості завчасно проводиться ремонт виробничих і складських приміщень, визначаються і, відповідним чином, обладнуються водо джерела, призначені для використання у надзвичайній ситуації.

На підприємствах, де неможливо здійснити герметизацію складських та інших приміщень, потрібно передбачити накривання харчової сировини захисними матеріалами: брезентом, прогумованою тканиною, поліетиленовими плівками високої цупкості товщиною не менше 0,15 мм або іншими підручними засобами.

Захист допоміжних матеріалів здійснюється зберіганням їх у сухих чистих приміщеннях, які щільно зачиняються. Такими допоміжними матеріалами є: фільтрувальні матеріали - кізельгур, перліт, фільтр маса, картон фільтруючий, марля, бязь, фланель; матеріали для приготування клею (декстрин), кронен-корки, етикетки; рукави напірні, всмоктувальні та гумо тканинні.

Для захисту від РР, ОР і БЧ фільтрувальні матеріали потрібно зберігати у складських приміщеннях. Кізельгур отримують і зберігають в тканинних мішках, оброблених нітролаком або у багатошарових паперових мішках, перліт — у поліетиленових мішках.

Надійний захист від РР і БЧ забезпечує пакування фільтрувальної маси у вигляді опресованих квадратних пластин по 50 шт. в тюки, загорнуті в кілька шарів паперу і обшиті мішковиною.

Зберігання у негерметичних приміщеннях складів таких фільтрувальних матеріалів, як марля, бязь, фланель в обшитих тканиною тюках, забезпечує захист від РР. Для захисту від ОР і БЧ необхідно

передбачити додаткове їх укриття полімерною плівкою, брезентом або крафт-папером.

Кронен-корок застосовують для закупорювання пляшок з пивом, безалкогольними напоями і мінеральною водою. Зберігають її в чистих, сухих складських приміщеннях у закритих фанерних ящиках або у багатошарових крафт-мішках. Фанерні ящики не забезпечують повного захисту, тому до них необхідно заготовляти тенти брезентові або з полімерної плівки. Надійним захистом від РР і БЧ є багатошарові крафт-мішки. Вони значно знижують проникнення парів.

Етикетки необхідно зберігати в закритих приміщеннях за певних умов повітряного середовища ($T = 16...18 \text{ }^{\circ}\text{C}$) та вологості повітря 60...65 %. Зберігати етикетки необхідно на полицях-стелажах. Кожна партія етикеток повинна бути з биркою, на якій вказують найменування, якість, дату надходження партії на склад. Складати їх потрібно у стопки заввишки не більше 0,5 м і запаковувати в кілька листів крафт-паперу.

Для захисту місцевих джерел водопостачання від зараження РР і ОР, БЧ необхідно провести ряд заходів, а саме: відновити всі недіючі водозбірні споруди, які можуть служити резервними джерелами подачі; води артезіанські свердловини обладнати насосами. Якщо для відкачування води використовують ерліфти, їх слід оснастити допоміжними пристроями (фільтрами) для ретельної очистки повітря, щоб не допустити проникнення БЧ, РР, ОР в артезіанські отвори.

На заводах розливу мінеральних вод для захисту слід передбачити такі заходи:

заводські резервуари, призначені для мінеральної води, повинні бути герметично закриті, мати вентиляційні труби з захисними фільтрами;

резервуари для мінеральної води мають очищуватись і дезінфікуватись не рідше одного разу на квартал, а на випадок забруднення за бактеріологічних показниках - негайно, шляхом механізованого очищення з наступною дезінфекцією протягом 1 год. висвітленим розчином хлорного

вапна (100 мг активного хлору на 1 л води) і виполіскуванням водопровідною водою до повного зникнення запаху хлору;

мінеральна вода у резервуарі повинна зберігатися не більше двох діб, після чого вона зливається і у розливі не використовується;

під час розливу мінеральної води треба виконувати жорсткий санітарно-гігієнічний і технологічний режими. Перед початком роботи зміни і після перерви наливники (ріжки) промивають мінеральною водою під тиском. Після закінчення роботи розливні машини перевіряють і промивають водою;

навколо каптажу мінерального джерела має бути створена санітарно-захисна зона, звільнена від різних споруд і стоків води. З виникненням надзвичайної ситуації на підприємствах пиво-безалкогольної промисловості проводяться захисні заходи, передбачені планами ЦЗ.

На пивзаводах накриванню захисними тентами підлягає таке технологічне обладнання:

солодовий цех: автоматичні ваги "Хронос", зерновий сепаратор, трієр для очистки ячменю, ростковідбивна машина, стрічкові та скребкові транспортери;

варильний цех: бункери для солоду, сусло варильні, фільтраційні чани, баки з гарячою водою, розподільчі батареї для сусла ;

відстійне відділення: відстійні чани, зрошувальні холодильники;

бродильне відділення: дріжджові ванни, відкриті бродильні танки;

фільтрувальне відділення: сепаратори, фільтри;

цех розливу: розливні, укупорювальні, бракеражні, етикетувальні автомати, ізобарометричний апарат для розливу пива, діжко-мийна машина;

ділянка приймання посуду і тари: пляшки, діжки, ящики по можливості зберігають у закритому приміщенні або накривають брезентом. Діжки закривають шпунтом і зберігають шпунтом вниз. Влітку цистерни заливають водою, а взимку - накривають брезентом (кран і кришку).

На заводах безалкогольних напоїв накриванню захисними тентами підлягають: і відкриті купажі, і квасні чани, цукроварні і кольороварильні котли, пластинчасті фільтри; до баків з водою монтують щільні кришки.

У складах насипи зерна, штабелі з зерно продуктами й іншими сипкими продуктами, які зберігаються в тканинних мішках, накривають брезентом чи поліетиленовою плівкою. При цьому поверхні насипів ячменю, солоду мають бути добре вирівняні для зменшення площі можливого зараження і полегшення операції накривання, обслідування, дезактивації та дезінфекції. У складах, які завантажені неповністю, а також при зберіганні на складах окремих невеликих партій ячменю та солоду, кожна з них обмежується щитами. Штабелі сипких продуктів (ячменю, солоду, цукру, хмелю) у складських приміщеннях розміщують на підтоварниках, накритих підстилкою з брезенту чи другого цупкого матеріалу, і закривають захисним покривалом.

Установлюють суворий контрольно-пропускний режим. Посилують охорону складів і водо джерел. Здійснюють поповнення запасів мийних і знезаражувальних речовин, а також приводять у готовність дегазаційні майданчики, камери, обмивальні пункти, санпропускник. Виробничі лабораторії приводять у повну готовність до роботи в умовах надзвичайної ситуації.

Світлові ліхтарі у зерноскладах потрібно розібрати і отвори закласти. Всі витяжні шахти зерноскладів, які виходять на дах, треба ущільнити заздалегідь зшитими чохлами з брезенту. Ці чохла з лицевої сторони покривають водонепроникним шаром фарби.

У зерноскладах, обладнаних активною вентиляцією, на всіх отворах вентиляційних каналів установлюють герметичні клапани, засувки, шибери, а зверху - кришки з захисними засувками.

У галереях і тунелях, які з'єднують зерносклади, з іншими спорудами, встановлюють перегородки, які відділяють приміщення зерноскладів від цих споруд або від навколишнього середовища .

Під час зберігання зернової сировини в елеваторах або бункерах, підсилені приміщення ущільнюються. Віконні прорізи закладають шлакоблоками. Нещільність з'єднаних галерей між силосними корпусами і робочою баштою закривають гофрованими завісами з прогумованого брезенту з притискними клапанами по контуру.

Всі завантажувальні люки і вентиляційні отвори силосів обладнують герметичними кришками з гумовою ущільнювальною прокладкою. На вхідних отворах конусної частини силосів установлюють герметичні клапани.

Робочі башти обладнують ліфтами, а існуючі ліфти ремонтують. Машинне відділення ліфтів надійно герметизують.

Автогужові і залізничні приймальні пристрої для зерна захищають методом підгонки воріт і приймальних отворів бункерів.

Для заводів, які мають залізничні шляхи, пристанційні бази, ячмінь і солод рекомендується транспортувати безтарним способом.

Підвищують надійність захисту транспортних засобів методом ущільнення прогумованими прокладками вагонів, ізотермічних автомашин, автопивовозів.

Повітрязабірні жалюзні отвори солодосушарок захищають шторами із прогумованого брезенту або щільними віконницями.

Отвори повітрозмішувальних камер сушарок перекривають герметичними клапанами. Всі повітровивідні шахти закривають клапанами або брезентовими чохлами.

Всі віконні прорізи коридорів і лицеві двері солодосушарок закривають склоблоками і віконницями.

За сигналами ЦЗ припиняється робота на всіх виробничих ділянках і особовий склад заводу, вільний від виконання спеціальних робіт, укривається у сховищах.

Робітники та службовці, призначені на спеціальні роботи, діють за передчасно розробленими інструкціями. Для захисту сировини від зараження

приводять в дію всі пристрої в складських та інших виробничих приміщеннях, які забезпечують надійний захист, закривають захисними матеріалами відкриті ділянки.

Відкачування води із артезіанських свердловин, особливо з ерліфтовим обладнанням, припиняється. Водонапірні башти і заводські резервуари, заповнені водою, закривають щільними кришками або накривним матеріалом, і доступ до цих запасів води суворо обмежується. Після виконання передбачених конкретними інструкціями робіт призначені для їх проведення особи укриваються у сховищах і перебувають там до сигналу "Відбій небезпеки" або одержання спеціального дозволу на вихід із сховища.

Після сигналу "Відбій небезпеки" підприємство, яке не заражене, не зруйноване, продовжує свою роботу в звичайному режимі. Дозвіл на відновлення роботи підприємством дає начальник штабу ЦЗ району (міста).

ВИСНОВКИ

В роботі проведено аналіз конструкцій обладнання для розвантаження/завантаження виробів, проаналізовано конструкцію і принцип роботи розвантажувача/завантажувача VL2, розроблено його структурну та кінематичну схеми, проведено кінематичний розрахунок та розрахунок елементів ведучого валу розвантажувача. На основі розрахунків подано 3-d схему вузла привідного валу.

Встановлено, що використання ЗВМ(зубчато-важільних механізмів) у конструкціях розвантажувачів/вкладачів супроводжується труднощами при узгодженні геометричних параметрів зубчастої передачі та важільного механізму.

В роботі розглянуто геометричний синтез ЗВМ з умови, що кути повороту кривошипа під час робочого та холостого ходів однакові, розглянуто статику передачі сил ЗВМ для забезпечення однакових кінематичних параметрів, отримано залежності для довжина коромисла, максимального кута повороту зубчатого сектора, кута передачі руху, модуля зубчастого мультиплікатора ЗВМ від кута повороту кривошипа. Ці параметри впливають на працездатність та роботу механізму без заїдань, зупинок, тобто чи буде робота ЗВМ безперервною та надійною.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Закалов О.В./ Закалов О.В. Обладнання переробних та харчових підприємств. – Тернопіль, 2001.
2. Вольфган Кунце Технология солода и пива. Перевод с немецкого/ Вольфган Кунце – С.-П.: Профессия, 2001. – 911с.
3. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
4. Ермолаева Г.А. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков. / Г.А. Ермолаева, Р.А. Колчева. – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416с.
5. Чернавский С.А. Курсовое проектирование деталей машин. / Чернавский С.А. – М.: Машиностроение, 1987. – 416с.
6. Тихомиров В.Г. Технология пивоваренного и безалкогольного производств / В.Г. Тихомиров. – М.: Колос, 1998. – 448с.
7. Ковалевский К.А. Технология бродильных производств. / Ковалевский К.А. – К.: Фирма «Инкос», 2004. – 340с.
8. Dennis E. Briggs. Brewing Science and practice/ Dennis E. Briggs, Chris A. Boulton, Peter A. - Brookes and Roger Stevens Published in North America by CRC Press LLC, 2000 Corporate Blvd, NW Boca Raton FL 33431, USA – 863с.
9. Brewing New technologies / Edited by C. W. Bamforth – First published 2006, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC в 2006, Woodhead Publishing Limited -501с.
10. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя / Анурьев В.И., Т. 1. – М.: Машиностроение, 1979. – 728с.
11. Проектирование механических передач. / Под ред. С. А. Чернавского – М.: Машиностроение, 1984. – 558с.

12. Кривопляс-Володіна Л.О. Проектування важільного механізму при послідовному з'єднанні з зубчастим мультиплікатором [Текст]/ Кривопляс-Володіна Л.О. // Харчова промисловість №7, 2008. С. 82-85.
13. Габидулин В. М. Трехмерное моделирование в AutoCAD 2012. [Текст] / Габидулин В. М., – М.: ДМК Пресс, 2011. – 240с.
14. Основы расчета и конструирования машин и автоматов пищевых производств. / Под ред. А.Я.Соколова –М.: Машиностроение, 1969. –637с