

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

**Інститут (факультет ) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого**  
**Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв**

**«До захисту в ЕК»**  
Директор інституту(декан факультету)  
Сергій БЛАЖЕНКО  
(ім'я та прізвище)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

**«До захисту допущено»**  
Завідувач кафедри  
Олександр ГАВВА  
(ім'я та прізвище)  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"  
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Модернізація машини для фасування пива в КЕГ-бочки продуктивністю 60 КЕГ/год.

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-2

Біленко Юрій Дмитрович  
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Керівник Удодов Сергій Олександрович  
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) \_\_\_\_\_ (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО  
(ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище) \_\_\_\_\_ (підпис)

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

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ - 2024р.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**  
Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого  
Кафедра Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв  
Освітній ступінь бакалавр  
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»  
(код і назва)  
Освітньо-професійна програма Інжиніринг харчових та біотехнологічних  
виробництв  
(назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри  
Олександр ГАВВА

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

## **З А В Д А Н Н Я**

### **НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА**

**Біленко Юрія Дмитровича**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи **Модернізація машини для фасування пива в КЕГ-бочки продуктивністю 60 КЕГ/год»**

Керівник роботи Удодов Сергій Олександрович, доцент, к.т.н.

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від « \_\_\_\_\_ » квітня 2024 року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання здобувачем роботи 01 червня 2024 р.

3. Вихідні дані до роботи технічний паспорт та кресленики обладнання; навчальна нормативна та спеціальна науково-технічна література

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, техніко-соціальне обґрунтування, характеристика вихідної сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів, технологічний маршрут виготовлення деталі, монтаж і технічний сервіс, техніка безпеки при експлуатації обладнання; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація

5. Перелік графічного матеріалу

Загальний вигляд машини для фасування пива в КЕГ-бочки; Головка очисна; Наповнююча головка; Бак для муючого розчину; технологія виготовлення зірочки

## Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологія машинобудування</i>	<i>Бойко Ю.І., доц. кафедри МАХФВ</i>		

6. Дата видачі завдання 5 квітня 2024 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>26.04.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>27.04.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз конструктивних та технологічних рішень обладнання аналогічного призначення</i>	<i>29.04.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко –соціальне обґрунтування</i>	<i>30.04.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і готового продукту</i>	<i>03.04.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>04.05.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Монтаж і технічний сервіс обладнання</i>	<i>14.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Система керування та управління</i>	<i>16.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Техніка безпеки при експлуатації обладнання</i>	<i>17.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Технологічний процес виготовлення зірочки</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Висновки</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Список використаної літератури</i>	<i>23.05.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Графічна частина: 5 аркушів</i>	<i>25.05.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>

**Здобувач**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Юрій БІЛЕНКО**

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Сергій УДОДОВ**

\_\_\_\_\_ (ім'я та прізвище)

## АНОТАЦІЯ

У кваліфікаційній роботі здійснено модернізацію машини для фасування пива в КЕГ-бочки продуктивністю 60 кег/год, яка одночасно із фасуванням готового продукту попереднього піддає КЕГ- бочки якісній мийці.

Проведений всебічний аналіз різноманітних технологічних та конструктивних рішень процесу фасування пива в КЕГ-бочки дозволив визначитися з недоліками машини призначеної для одночасного миття та фасування пива в КЕГ-бочки. Так, було встановлено, що на практиці має місце неефективного використання мийних розчинів та їх значна перевитрата. Запропоноване технічне рішення передбачає удосконалення конструкції машини для фасування пива в КЕГ-бочки , а саме додаємо в одну з очисних головок, призначеної для миття, ще один патрубок. Останній надасть можливість повторно використовувати розчини для миття не лише внутрішньої, але й зовнішньої поверхні КЕГ-бочек. Це також забезпечить економію часу на проведення загального циклу мийки та заповнення КЕГ бочек напоями. До цього розчини не застосовували для повторного використання.

Під час виконання кваліфікаційної роботи здійснені усі необхідні технологічні та конструктивні розрахунки обладнання, виконаний підбір конструкційних матеріалів для виготовлення обладнання, висвітлені основні правила монтажу та технічного скервісу обладнання, техніки безпеки при експлуатації машини для фасування пива в КЕГ-бочки, керування та автоматизації, технології виготовлення зірочки валу.

**Ключові слова:** машина, апарат, розлив, пиво, фасування.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>Анотація</b>	<b>200271.КР.03.000 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>3</b>

## ANNOTATION

In qualifying work modernisation of machine is carried out for packing of beer in КЕГ-бочки by the productivity of 60 кег/год, that simultaneously with packing of the prepared product the previous is subjected by КЕГ- of barrel to the quality washing.

The conducted all-round analysis of various technological and structural decisions of process of packing of beer in КЕГ- of barrel allowed to be determined with the lacks of machine intended for the simultaneous washing and packing of beer in КЕГ-бочки. Yes, it was set that in practice takes place the uneffective use of мийних solutions and them considerable overrun. The offered technical solution envisages the improvement of construction of machine for packing of beer in КЕГ- of barrel, namely add to one of cleansing heads, intended for washing, another union coupling. The last will give possibility repeatedly to use solutions for washing of not only internal but also external surface of КЕГ- of barrel. It also will provide the economy of time on realization of general cycle of washing and filling of КЕГ of barrel drinks.

To it solutions did not apply for the repeated use. During implementation of qualifying work all are carried out the technological and structural calculations of equipment are needed, executed selection of construction materials for making the equipments, lighted up basic rules of editing and technical service equipment, accident prevention during exploitation of machine for packing of beer in КЕГ- of barrel managements, and automations, technologies of making of asterisk of billow.

**Keywords:** machine, vehicle, overflow, beer, packing

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва  <b>Annotation</b>	<b>200271.КР.03.000 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>4</b>

## ЗМІСТ

Анотація.....	3
Annotation.....	4
Зміст.....	5
Вступ.....	6
1. Аналіз існуючих конструктивних та технологічних рішень процесу фасування пива в КЕ -бочки. ....	7
2. Техніко- соціальне обґрунтування .....	14
3. Опис обладнання з модернізації. Будова та принцип роботи .....	16
4. Підбір конструкційних матеріалів. ....	23
5. Розрахункова частина.....	26
6. Монтаж і технічний сервіс.....	52
7. Система керування.....	55
8. Технологія машинобудування.....	58
9. Техніка безпеки при експлуатації обладнання.....	74
Висновки.....	83
Список використаної літератури.....	84
Додатки.....	86

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Удодов С.О.</b>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>	<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Біленко Ю.Д.</b>	<i>Назва, додаткова назва</i>  <b>Зміст</b>	<b>200271.КР.03.000 ПЗ</b>		
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>

## ВСТУП

Харчова промисловість є стратегічно важливою для України, вона забезпечує базові потреби населення і має велике значення для наповнення бюджету. До складу харчової промисловості входять понад 40 різних галузей, в яких працюють тисячі підприємств різної потужності і різної форми власності. Їх ефективна робота залежить від рівня застосованих техніки і технології, підготовленості та мотивації фахівців. Значний асортимент продукції та специфічні технології її виготовлення викликають наявність значної кількості обладнання.

На сьогодні вітчизняне пивоварне виробництво розвивається в основному за рахунок великих та середніх підприємств.

Якщо вказувати основних виробників пива, що існують на території нашої країни, то лідером є київський пивзавод ПрАТ «Оболонь». Аналізуючи потужність і обсяги виробництва даного підприємства, можна зазначити, що при проектній потужності 10 млн. дал/рік у 2023 році було вироблено 27,64 млн. дал. пива. Окрім вказаного підприємства до когорти лідерів пиво - безалкогольної галузі України відносять: Чернігівський пивоварний завод «Десна»; Миколаївський пивоварний завод; Бердичівський пивзавод, Тернопільський пивзавод, Уманський пивзавод і ряд ін.

Виробничий процес вимагає постійного оновлення і модернізації обладнання, а відповідно підвищення рівня автоматизації та механізації. Багато підприємств швидкими темпами ведуть реконструкцію виробничих потужностей, впроваджують енергозощаджуючі технології, що знижують витрати сировини та електроенергії. Ці заходи дозволяють пивзаводам наростити потужності, збільшити обсяги виробництва пива.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>Вступ</b>	<b>200271.KP.03.001 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>6</b>

# 1. АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРОЦЕСУ ФАСУВАННЯ ПИВА В КЕГ -бочки.

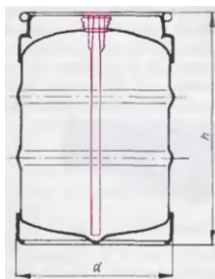
У пивоварній галузі промисловості пиво фасують:

- переважно в скляну пляшку або ПЕТ тару;
- частково в жерстяні банки;
- решту - в КЕГи, спеціальні бочонки, виготовлені як правило із корозійно стійкої нержавіючої сталі.

Кеги, в останні десятиріччя, повністю витіснили звичайні дерев'яні бочки, оскільки працювати з бочками було досить проблематично:

- бочки були дуже важкими і переміщувати їх можна було тільки шляхом перекочування;
- забезпечення мийки бочок могло відбуватися лише умовно;
- присутня була необхідність постійного покриття та контролю за станом пивної смолки, якою покривали внутрішню поверхню бочок та герметизації бочок;
- дерев'яні бочки необхідно було регулярно піддавати смолінню;
- автоматизація процесу розливу та переміщення заповненої тари було практично неможливо.

Із часом, на заміну дерев'яним бочкам з'явилися алюмінієві бочки, які зробили непотрібним їх осмолення. Але суттєві та ґрунтовні зміни відбулися лише тільки із появою КЕГ-бочок /рис.1/:



**Рис.1 КЕГ-бочка**

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва  АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ КОНСТРУКТИВНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРОЦЕСУ ФАСУВАННЯ ПИВА В КЕГ -бочки	<b>200271.КР.03.001 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>7</b>

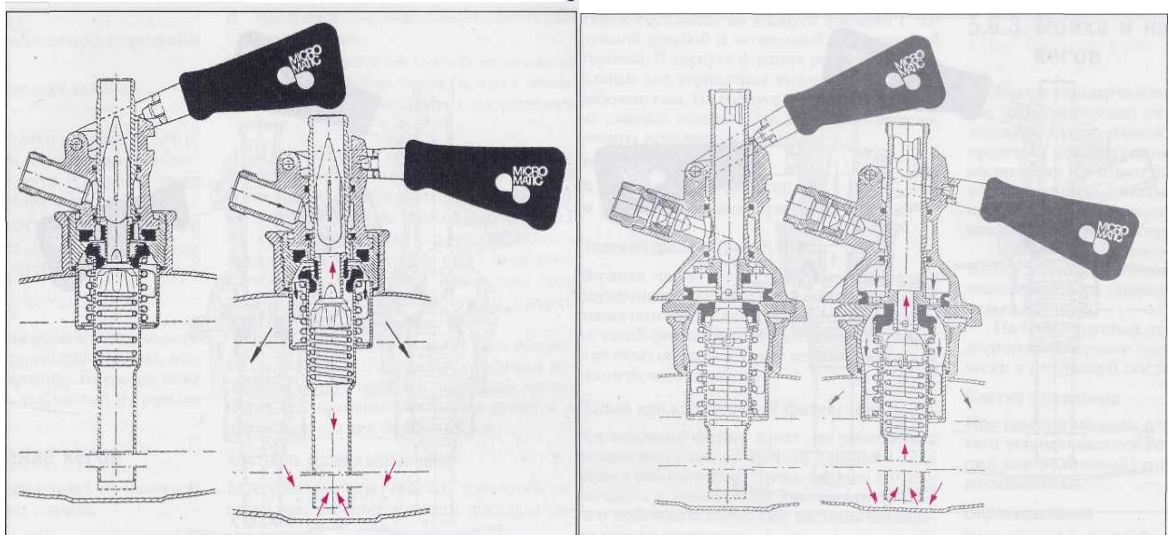
КЕГ-бочки – представляють собою циліндричні металеві ємності виготовлені із корозійно стійкої нержавіючої сталі з герметично закритою внутрішньою частиною, які миються та заповнюються через фітинги. Фітинг – швидко з’ємний пристрій з трубкою подачі рідини, яка дістає практично до дна КЕГ, і тим самим забезпечує можливість наповнювати і спорожнювати КЕГ.

Кег постійно знаходиться під тиском, і тому втрата тиску є істотною ознакою його негерметичності і, отже, необхідності вжити відповідних заходів.

Кеги, виготовлені із корозійно стійкої нержавіючої сталі методом глибокої витяжки (з двох частин), складаються з двох половин, з’єднаних одним зварним швом. Найбільш уразливі місця - саме зварні шви. Окрім того, механічна міцність такої ємності вище. На верхньому днищі кожного кега є муфта, в яку вгвинчується арматура (фітинг), що складається з корпусу фітинга із зовнішнім різьбленням і вбудованою вертикальної трубкою. У корпусі фітинга встановлюється клапан для управління потоками напою і робочого газу. На корпусі фітинга встановлена зливна головка. Ця арматура має варіанти виконання у вигляді:

- плоского фітинга /Flash/;
- кошикового фітинга /Korb/;
- комбінованого фітинга /Combi/.

Верхня частина у плоского фітинга (рис.2) плоска з двофункціональним клапаном - для управління потоками пива і робочого газу. Складається такий фітинг всього з декількох деталей і тому він відносно дешевий у виготовленні та зручний для експлуатації. Порожній або кошиковий фітинг (рис. 3) має два клапана, що працюють незалежно один від одного - для пива і робочого газу. Перевага його полягає у підвищеній надійності фітинга і невеликій масі. Обидві системи виправдали та зарекомендували себе на практиці.



**Рис. 2. Плоский фітинг -Flash;**

**Рис.3 Кошиковий фітинг - Korb**

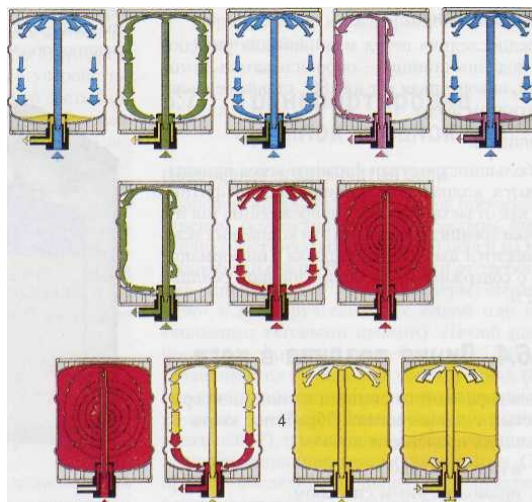
Комбінований фітинг **Combi** - система не нова, а лише об'єднання двох названих вище систем. Вона достатня проста в обігу. Вертикальна трубка являє собою гладку трубку без звужень і вбудованих елементів. Нижній край трубки закінчується безпосередньо над дном КЕГа в тому місці, де воно найбільш глибоке, і завдяки цьому стає можливим спорожнення КЕГа без залишку. З іншого боку, під час мийки саме ця трубка дозволяє добре промити важкодоступні та периферійні ділянки дна КЕГа.

За допомогою зливної головки здійснюється з'єднання фітинга і автомата (типу «Постмікс») для розливу пива в келихи. Легка в обслуговуванні зливна головка забезпечена шланговими сполуками для подачі пива і робочого газу.

### **Мийка та наповнення КЕГ**

Отже, завдякуючи стандартизації КЕГ і можливості їх транспортування у вертикальному положенні відбулася можливість автоматизація процесів мийки КЕГ та заповненню їх пивом. Сьогодні, в залежності від масштабів виробництва пива та його відсотковою часткою фасування в КЕГи проектуються установки, різні за своєю продуктивності і габаритами. У невеликих установках механізовані тільки мийка і наповнення пивом, всі інші технологічні операції повинні виконуватися вручну. На потужних установках для великих підприємств всі технологічні операції виконуються механізовано та автоматично у наступній послідовності: зняття КЕГ з піддонів; їх перекидання; зняття захисного ковпачка;

перевірка тиску. До початку внутрішньої мийки КЕГи промиваються зовні водою і лужним розчином, а потім ополіскуюються чистою водою. Зовнішня мийка підкріплюється шприцюванням під високим тиском (або миттям за допомогою обертових щіток). При даній операції повинні бути змиті наявні етикетки або кодування. Внутрішня мийка КЕГ є, природно, найважливішим процесом - адже невідомо, як довго і за яких температур перебувала ця ємність. Оскільки внутрішню полость її не можна оглянути, слід виходити з того, що в залишку пива в КЕГ може розвинутися мікрофлора. Останню необхідно знищити. Це відбувається на декількох стадіях мийки і стерилізації, число яких у різних конструкціях машин різні. Після випробувань на залишковий тиск на першій стадії мийки (рис. 4) відбувається ополіскування водою, потім видалення залишків води стерильним повітрям і мийка дна за допомогою вертикальної трубки і стінок КЕГ гарячим лужним розчином (з інтервалами), що дає суттєвий миючий ефект. Потім залишки луку витісняються стерильним повітрям. Спорожнений КЕГ йде далі до другої стадії, де він промивається зсередини гарячою водою (з інтервалами), тим самим вимиваючи залишки луку. Вважається, що після цього внутрішня поверхня КЕГ чиста. Потім залишки води витісняються паром і всередині КЕГ встановлюється тиск пари забезпечуючи стадію стерилізації. Завдяки триваючій дії гострої пари повинні загинути, мікроорганізми, які можливо там залишились. Отже, тепер КЕГ чистий і стерильний.



**Рис 4. Стадії миття та фасування пива у КЕГи**

## **Стадії миття та фасування пива в КЕГи /рис.4/:**

Технологічні операції на автоматизованих лініях мийки та одночасного фасування пива в КЕГ-бочки здійснюються на окремих **пристроях /станціях/** поєднаних в лінію у наступній послідовності.

**Перша стадія (1 станція) миття:** на цій стадії здійснюють перевірку залишкового тиску, видалення залишків рідини і CO<sub>2</sub>. Також, проводять попередню промивку водою, видалення залишків води стерильним повітрям, промивку з інтервалом гарячим лужним розчином внутрішньої поверхні КЕГ через вертикальну трубку, видалення залишків лужного розчину стерильним повітрям.

**Друга стадія (2 станція) миття:** здійснюється промивкою гарячою водою з інтервалами; видалення залишків води парою; створення тиску пари.

**Третя стадія (3 станція) - стерилізація:** здійснюється активним пропарюванням гострою парою та створенням розрідження.

**Стадія фасування напою (4 станція):** здійснюється створенням протитиску та початку наповнення напоєм із більш низькою швидкістю на початку і в кінці процесу при підвищеній швидкості наповнення в основний час.

### **Наповнення кегів**

Наповнення КЕГ відбувається на стадії фасування. З цією метою КЕГ спочатку заправляється CO<sub>2</sub> до бажаного рівня тиску і лише потім пиво подається в КЕГ спочатку повільно на початковій стадії, потім швидко в основній стадії і знову сповільнено у завершальній фазі. На початку подача пива здійснюється порівняно повільно, щоб уникнути спінування напою і якомога більше скоротити поглинання кисню, який не повинен перевищувати 0,1 мг / л. У швидкій фазі наповнення різниця тиску збільшується, і струмінь пива впускається більш інтенсивно. Як тільки напій - пиво з'явиться з вертикальної трубки, процес наповнення закінчується.

Пристрій фасування за допомоги якого відбувається стадія наповнення КЕГ може бути оснащений здатним до градування об'ємним наливним пристроєм. Після закінчення наповнення КЕГ наливна головка продувається і промивається, а КЕГ виштовхується.

Передостання технологічна операція перед машиною укладання КЕГ на піддони відбувається за допомоги перекидача, який, повертаючи КЕГ на 180 °, ставить її знову фітингом вгору.

У більшості виробників фітинги КЕГ прикриваються ковпачками, що захищають їх від механічного пошкодження та забруднення. На ці ковпачки також наноситься кольорове маркування з інформацією про вміст, виробника, дату розливу і т.п.

### **Аналіз існуючих конструкцій**

Кеги переходять від однієї до іншої стадії /станції/ переривчастими рухами. Обробка КЕГ на цих пристроях /станціях/ відбуваються або в каруселі, або прямолінійним способом. На практиці поширені обидва типи обладнання. Прямолінійні установки мийки та фасування пива в КЕГ використовуються в основному для підприємств з продуктивністю до 300 КЕГ/год; більш потужні установки (до 1000 КЕГ/год) зазвичай оснащуються карусельним розташуванням пристроїв (з 1-3 каруселями). Існують і невеликі установки для міні-пивоварного виробництва до 10-12 КЕГ/год – фасування пива відбувається із всього однієї наливною голівкою.

Так, наприклад компанія «Пінта» представляє установки /рис.5/ для мийки та наповнення КЕГ продуктивністю 7 ... 10 і 15 ... 50 кег/годину. Установки виготовлені із корозійно стійкої нержавіючої сталі. Установка і зняття КЕГ відбувається вручну.



**Рис 5. Установка для мийки та фасування пива фірми «Пінта»**

Операції, що виконуються даною установкою можуть бути дещо спрощені: випуск залишку напою; випуск тиску газу; промивання холодною водою; промивання санітарним засобом; промивання холодною водою; стерилізація паром; наповнення CO<sub>2</sub>; наповнення пивом.

Для установок продуктивністю 15 ... 50 КЕГ / год цикли з 1 по 7 повністю автоматизовані. Якщо під час роботи виникає помилка в циклі, то автоматично цикл починається спочатку. По завершенню процесу на панелі управління, загоряється контрольна лампочка про правильне закінчення санітарної обробки. Після чого, оператор вручну встановлює КЕГ під пристрій головкою вгору і починається 8 цикл - наповнення пивом. Після закінчення 8 циклу загориться лампочка контролю закінчення процесу

## 2. ТЕХНІКО- СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Фасування пива є невід'ємним і дуже важливим технологічним процесом у технології пивоваріння. Фасування пива здійснюється в різноманітну тару, яка відрізняється за конструкцією, матеріалом із якого вона виготовлена, зовнішнім виглядом, та ємністю розливаючого напою. Фасування пива у КЕГ відбувається як у нову тару, так і більш за все у використану, зворотню. Однак, не важливо яка у нас тара - нова чи вже використовувалась, вона повинна пройти відповідно усі етапи миття ззовні, всередині, ну а потім і наповнення пивом відповідно. Тому, дуже важливо правильно і ефективно проводити процес миття, оскільки від цього залежить кінцевий вихід продукту, його якість, економічні показники діяльності підприємства і його конкурентоспроможність в цілому.

Для забезпечення швидкого і ефективного миття і розливу пива потрібне спеціалізоване технологічне устаткування – яке повинне забезпечувати максимально можливу продуктивність, і насамперед гарну якість миття тари, у яку іде заповнення пиво; мінімізувати потребу в енергії, води тощо.

На сьогоднішній день в практиці пивоваріння добре себе зарекомендувало устаткування для мийки та одночасного фасування пива – машина фірми «Transomat». Вона здатна забезпечити стерильну мийку КЕГ методом імпульсного оприскування, а його наповнення продуктом здійснити безперервно і з заботою про зберігання якості мінімальними дозами. Клапани подачі виробничого середовища контролюються і управляються таким чином, що до кожної обробляючої головки подається середовище в потрібній послідовності та в заданий час. Однак, не зважаючи на всі переваги, в роботі даної машини виявлені певні недоліки, а саме - недостатньо ефективного використання миючих розчинів та їх перевитрата.

<i>Відповідальна організація</i> <b>НУХТ</b>	<i>Технічне узгодження</i> <b>Удодов С.О.</b>	<i>Вид документа</i> <b>Пояснювальна записка</b>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	<i>Розробник документа</i> <b>Біленко Ю.Д.</b>	<i>Назва, додаткова назва</i> <b>ТЕХНІКО- СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ</b>	<b>200271.КР.03.002 ПЗ</b>				
	<i>Документ затверджено</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> <b>UA</b>	<i>Аркуш</i> <b>14</b>	

З метою усунення даного недоліка запропоновано модернізацію машини для фасування пива в КЕГ, суть якої полягає в удосконаленні її конструкції, а саме - додавання в одну з очисних головок ще одного патрубку. Завдяки цьому введенні можемо повторно використовувати миючі розчини для миття не лише внутрішньої поверхні КЕГ, але й зовнішньої. До цього розчини не отримували повторного використання.

### 3. ОПИС ОБЛАДНАННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ

Машина фірми «Transomat» - це повністю автоматизована машина, яка призначена для одночасного миття та наповнення КЕГ ємкістю 15-50л, а також КЕГ-бочонків ємкістю 10-18 л.

Машина має рамну конструкцію, виготовлену з високоякісних металевих труб прямокутного перетину із корозійно стійкої нержавіючої сталі. Машина оснащена п'ятьма активними миючими головками, станцією замочування, наповнюючою головкою та відстійними станціями на вході та на виході. Машина «Transomat» є універсальною та спроможна здійснювати миття КЕГ та одночасно розлив пива, лимонаду, кола-напоїв, води та вина.

КЕГи переміщуються при допомозі конвеєра (транспортуючих штанг) з пневматичним приводом. Цей конвеєр здійснює піднімання і повздовжнє переміщення кегів. В станину вмонтовано дві ємкості з миючим розчином, з яких при допомозі двох насосів миючі розчини подаються в миючі головки. Трубопроводи для розчинів та клапани, які регулюють їх подачу до миючих головок розташовані з одного боку машини.

КЕГи подаються до машини «Transomat» за допомоги пластинчатого конвеєра. При кожному такті конвеєра машини при допомозі захоплюючої колодки у відстійну секцію вводиться новий КЕГ. При наступному циклі транспортування КЕГ при допомозі підйомного кулісного механізму останній встановлюється на першу обробляючу станцію 2. Одночасно у відстійну станцію подається новий КЕГ. На верхній рамі машини розташовані притискуючі блоки. За допомоги останніх КЕГ притискується до обробляючої головки.

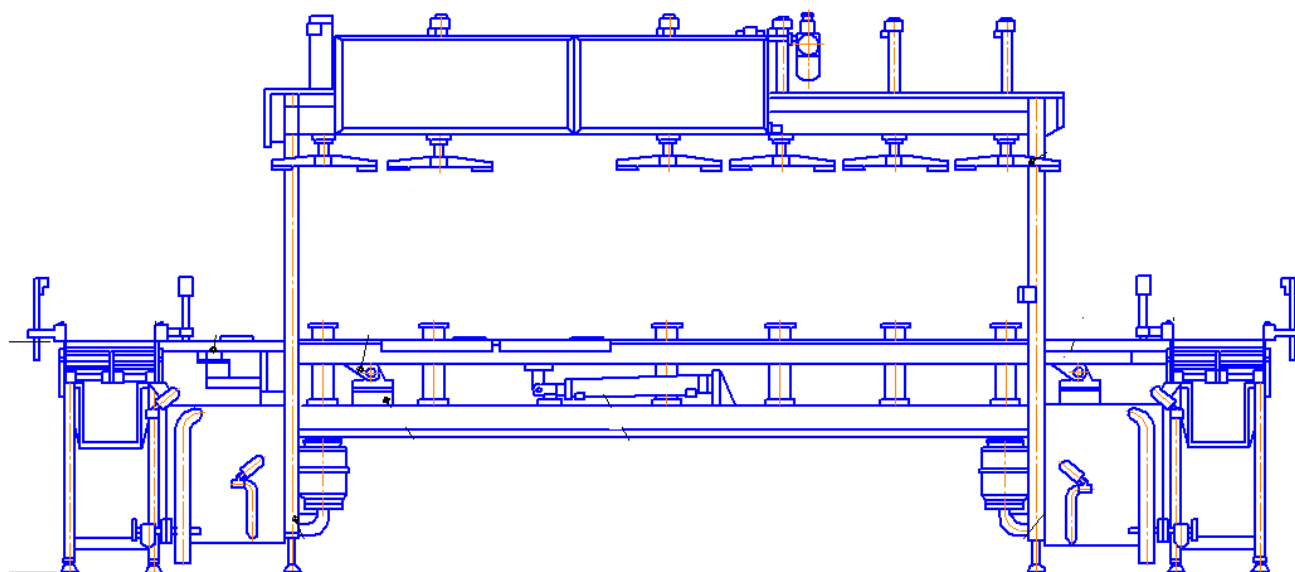
Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва  ОПИС ОБЛАДНАННЯ З МОДЕРНІЗАЦІЇ БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ		<b>200271.КР.03.003 ПЗ</b>			
	Документ затверджено	Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>16</b>		

У першій обробляючій станції відбувається перша фаза попереднього миття. Після чого КЕГ подається у другу оброблюючу станцію поз. 3. При митті КЕГ малої ємкості тут відбувається звільнення від залишків діоксиду вуглецю.

До станцій попереднього миття, поз.2, та поз. 3, приєднана перша станція замочування, поз. 4, з миючим розчином лугу.

За станцією першого замочування, поз.4, розміщені три миючі станції основного миття, поз. 5, 6 та 7. Після миття проходить наповнення КЕГ з в наповнюючій станції, поз. 8. Заповнений КЕГ транспортується у відстійну станцію, поз. 9.

Вимитий та наповнений кег, який знаходиться у вихідній станції, в процесі наступного такту переміщується при допомозі транспортуючої штанги на пластинчатий конвеєр або рольганг.



**Рис. 3.1** Транспортування КЕГ.

КЕГ до машини подається пластинчатим конвеєром та роликами. На рольганзі збоку розташований центратор КЕГ, який забезпечує його подачу у машину в перекинутому положенні. Центратор передає КЕГ повздовжньому конвеєру машини у вигляді балки. На цьому конвеєрі розташовані захоплюючі головки, що захоплюють КЕГ за фітинг. Захоплений та відцентрований КЕГ подається у

відстійну станцію, а потім передається у наступні станції. Переміщення КЕГ відбувається транспортуючою перекладиною (балкою).

Перекладина транспортуюча приводиться в рух двома пневматичними циліндрами. Перший циліндр забезпечує переміщення КЕГ перекладиною у горизонтальному напрямку.

Другий пневматичний циліндр перекладки піднімає і опускає її у вертикальному напрямку. Переміщення у вертикальному напрямку транспортуючої перекладки здійснюється за допомогою паралелограмної підйомної системи.

Транспортуюча перекладина виконана у вигляді паралелограмної підйомної системи піднімає КЕГ з обробляючих станцій і переміщує їх повздовж машини.

Синхронна робота двох з'єднаних шарнірних ричагів забезпечується з'єднувальною штангою, яка розташована всередині транспортуючої перекладки. Необхідне горизонтальне переміщення транспортуючої перекладки забезпечується опорними стійками.

#### **Етапи транспортування.**

Пневматичний циліндр піднімає транспортуючу перекладину у верхнє кінцеве положення. При цьому захоплююча колодка захоплює фітинг КЕГа, що знаходиться на входній станції машини. Після цього транспортуюча перекладина під дією другого пневматичного циліндра здійснює горизонтальний повздовжній рух і захоплююча головка переносить КЕГ на першу відстійну станцію і його там центрує. Аналогічно проходить транспортування КЕГ у наступних станціях. КЕГ, який знаходиться на розвантажувальній станції піднімається і подається на рольганг.

Коли КЕГ поданий в обробляючу станцію, встановлений на миючу головку, притискні блоки опускаються вниз і притискають його до головок, а підйомна балка переміщується у вихідне положення.

#### **Миття та заповнення КЕГ.**

Всі компоненти для миття КЕГ (вода для попереднього ополіскування, гаряча вода, лужні розчини, розчини кислоти, гаряча пара, чиста пара, очищене повітря)

подаються у відповідні клапани до окремих обробляючих станцій на обробляючі головки. Робота клапанів регулюється відповідним чином, щоб до кожної головки розчин подавався в необхідній послідовності в заданий момент.

Зворотні лінії трубопроводів також контролюються клапанами, з'єднуючи їх з миючими головками.

### **Миючі головки.**

Машина для фасування оснащена п'ятьма миючими головками. Комплектна головка складається з пневматичного привідного блоку і самої головки.

Привідний блок складається з поршня, поз. 1, двохсторонньої дії з пневматичним приводом. Останній переміщує поршень штовхача, поз. 3, вгору для відкривання фітинга КЕГ. Піднімання та опускання поршня контролюється датчиком, поз.2. При знаходженні поршня у верхній точці загоряється контрольна лампочка. Поршень пустотілий. Через нього та пробійник КЕГ, поз.4, окремі миючі розчини потрапляють у внутрішній простір КЕГа, поз.5. По кільцевому каналу фітинга, поз. 6, миючий розчин виходить з КЕГ і через змивну трубу, поз.7, розташовану збоку на корпусі миючої головки виходить з неї. У клапанному блоці знаходиться байпасний клапан. Останній здійснює імпульсну подачу миючого розчину. У відкритому стані весь потік розчину відводиться по стінці до дна кега. У закритому стані у внутрішній простір кега потрапляє тільки незначна кількість миючого розчину через пробійник.

В станції 4 проводиться видалення діоксид вуглецю - CO<sub>2</sub>. Під час його видалення протилежний блок знаходиться у нижньому положенні і через випускний клапан головки подається очищене повітря. В той же час через наповнюючий клапан CO<sub>2</sub> вода, що накопичилась всередині КЕГ під час зовнішнього миття, видувається з КЕГ. Час продувки КЕГ становить 10 секунд.

Після завершення продувки випускний клапан відкриває газовий CO<sub>2</sub>-патрон і манометричним перемикачем контролює тиск в КЕГ. Він не повинен перевищувати 0,5 бар. Звільнення від діоксид вуглецю відбувається через дросельний клапан і випускний повітропровід машини.

Процес видалення CO<sub>2</sub> триває до того часу, доки не закінчаться процеси миття та наповнення КЕГ і притискні блоки його не відпустять.

### **Система наливу напоїв /рис.3.2/**

Машина для фасування пива «Transomat» може бути оснащена трьома різними системами наливу напою.

#### **1. Фасування з об'ємним регулюванням (прямоточним).**

Після повільного заповнення, що сприяє якості подачі напою, здійснюється поступове підвищення швидкості наповнення, а потім регульоване зниження швидкості до повного заповнення КЕГ. Регулюючий клапан подачі продукту, поз.1, сумісно з лічильником об'єму напою, поз.2, забезпечує розлив з фазним регулюванням. Регулюючий клапан являє собою електропневматичний 2/2 ходовий мембранний клапан з датчиком рівня, поз.3. Потік зворотнього газу регулюється перепускним клапаном встановленому в зворотньому газопроводі. Він налаштований на тиск 1,4-2,0 бар.

Щоб забезпечити повільне наповнення КЕГ напоєм в ньому повинен бути створений протитиск величиною не менше 1,4 бар.

#### **2. Фасування з системою заслінок зворотнього повітря та з контрольованим протитиском CO<sub>2</sub>.**

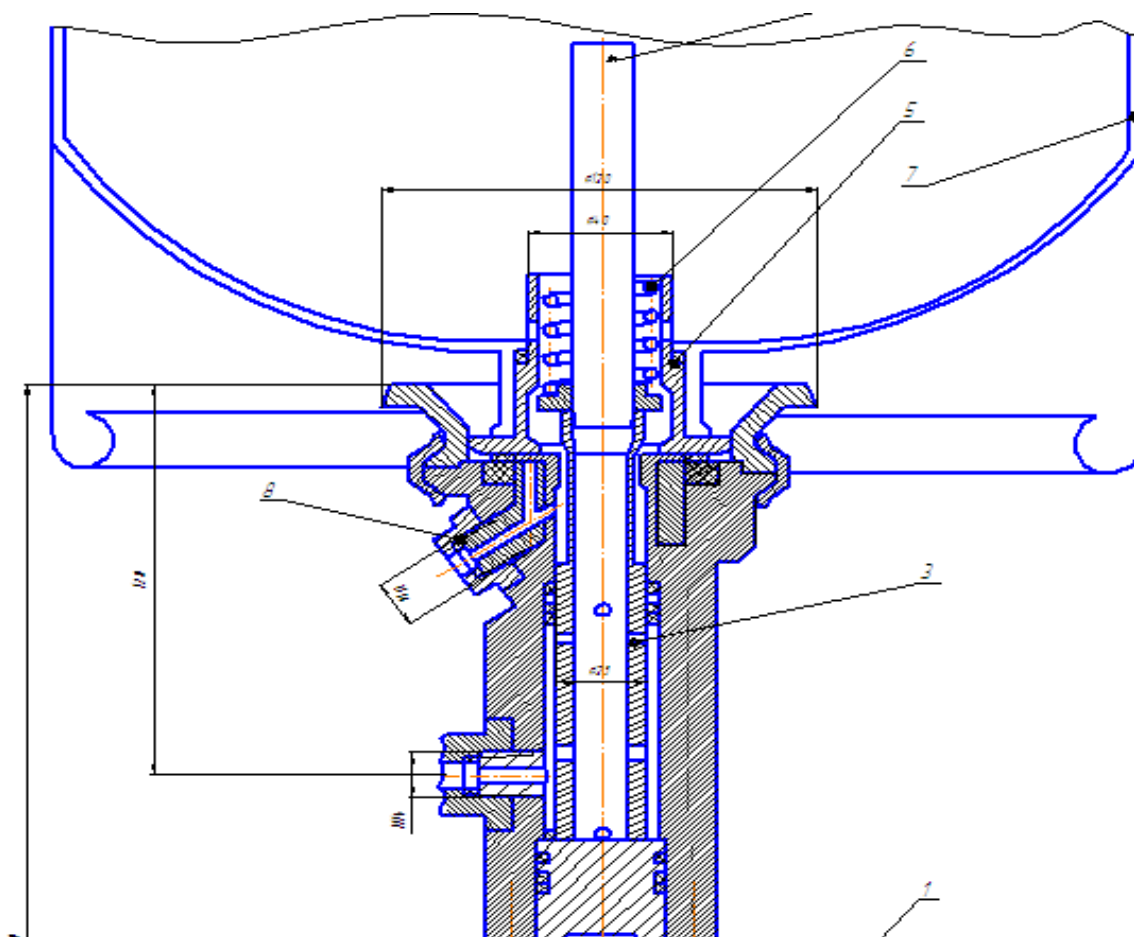
При даному способі фасування для контролю протитиску в КЕГ використовується датчик тиску, поз.1. Встановлений у центральному продуктопроводі, та по одному датчику в кожній станції розливу. Фактичне значення тиску в КЕГ подається на контрольний блок управління, порівнюється з заданим тиском і при досягненні в КЕГ заданого тиску CO<sub>2</sub> перекриває клапан подачі CO<sub>2</sub>, поз.3. За рахунок індивідуального управління трьома заслінками зворотнього газу, поз.5, в зворотньому газопроводі досягається процес повільного наливу, підвищення швидкості наливу та його уповільнення.

В поршні штовхача наповнюючої головки розташований зонд, поз.6, який контролює процес заповнення КЕГ, закриваючи клапан подачі напою, поз.7, в наповнюючій головці. По закінченні заповнення напій, що залишився в наповнюючій головці, витикається через змивний клапан головки, поз.8, у

змивний трубопровід. Величина протитиску створюється такою, щоб напій розливався рівномірно без утворення піни.

### **3. Фасування з системою заслінок зворотнього повітря без контрольованого протитиску CO<sub>2</sub>.**

За даним методом в КЕГ створюється протитиск CO<sub>2</sub> заданої величини на жорстко встановлений термін часу. Також, за рахунок індивідуального управління, поз.3, заслінками зворотнього газу, поз.1, в зворотньому газопроводі досягається повільний налив, швидкий налив та регульоване зниження швидкості наливу до його завершення. Розташований в поршні штовхача наповнюючої головки зонд контролює процес заповнення. При контакті зонду з напоєм, який після досягнення необхідного рівня протікає через пробійник, система управління перекриває клапан подачі продукту, поз.3, в заповнюючій головці. Напій, що залишається в заповнюючій головці витискується через змивний клапан головки, поз.4, у змивний трубопровід. Зворотній рух напою при надлишковому тиску в КЕГ запобігається зворотнім клапаном, поз.5, розташованому у трубопроводі. Заслінки зменшуючи або збільшуючи швидкість відведення CO<sub>2</sub> регулюють величину протитиску в КЕГі. Таким чином при різниці тиску регулюється швидкість наливу напою в КЕГ-бочки.



**Рис. 3.2 До системи наливу напоїв**

Здійснений аналіз технологічних та конструктивних рішень процесу миття та одночасного фасування напоїв в КЕГи дозволив визначитися з найбільш доцільною та раціональною модернізацією машини для фасування пива в КЕГ-бочки, яка полягає в удосконаленні конструкції, а саме додавання в одну із очисних головок ще одного патрубку. Завдяки цьому введенні можемо повторно використовувати розчини для миття не лише внутрішньої поверхні КЕГ-бочок, але й зовнішньої. До цього мийні розчини не отримували повторного використання. Таким чином, досягаємо значної економії мийних розчинів, її витрат, а також затрат теплоти на їх нагрівання.

#### 4. ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

##### Матеріал, форма і розміри кегів

Матеріал для виготовлення КЕГ повинен відповідати наступним умовам:

- він не повинен впливати на смак пива;
- повинен бути міцним і не піддаватися деформації;
- повинен бути стійким щодо тиску;
- повинен бути легким в обробці і т.п .

Найкращий матеріал для виготовлення КЕГ в даний час -корозійно стійка нержавіюча сталь. Раніше для виготовлення бочек для транспортування та зберігання пива використовували дерев'яні та алюмінієві бочки. Але усі вони практично відійшли у минуле, оскільки застосування вищезначених матеріалів виявилось не практичним або шкідливим для контакту із слабокислим агресивним середовищем яким є пиво. Для виготовлення КЕГ сьогодні застосовуються звичайна хромнікелевая нержавеющая сталь - наприклад, 1.4301 або 1.4306 товщиною в 1,3-2,0 мм; у КЕГ з облицюванням товщина стінок становить від 1,0 до 1,5 мм

Зовнішнє облицювання металевого корпусу (у комбінованих КЕГ) роблять з поліуретану. Завдяки цьому кеги стають міцнішими, дещо знижується рівень шуму при їх використанні, окрім того, поверхня може бути краще використана в рекламних цілях, поліпшується теплоізоляція. Місткість КЕГ різна - в Європі частіше використовують 50 - і 30-літрові кеги, але можуть застосовуватися і інші розміри. КЕГи виготовляють закачуванням, або способом глибокої витяжки. У загорнених (з трьох частин) КЕГ обичайка гнеться з металевого листа і з'єднується зварним швом. Підготовленим методом глибокої витяжки два днища потім приварюються, таким чином в наявності три зварних шва

В харчовій індустрії необхідним є ретельний підбір конструкційних матеріалів для виготовлення деталей та апаратів.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва ПІДБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ	<b>200271.KP.03.004 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>23</b>

Однією із основних вимог є допуск матеріалу до контакту із харчовим середовищем. В тих вузлах, де не відбувається контакту обладнання з продуктом можливо користуватись загальними правилами підбору та використанням конструкційних матеріалів.

Специфіка виробничої практики різноманітних галузей харчової промисловості вимагає застосування міцних та надійних металів та інших матеріалів, що працюють в умовах високих тисків, температур, глибокого вакууму, агресивних середовищ.

Специфічні умови, що характерні для харчових виробництв: підвищена вологість, висока чи низька температура, безпосередній контакт з харчовими продуктами та агресивними середовищами, абразивна дія деяких продуктів, пред'являють особливі вимоги до вибору конструкційних матеріалів для харчового обладнання.

В першу чергу, матеріали, що застосовуються в харчовому машинобудуванні, повинні відповідати загальним вимогам, які пред'являються до матеріалів, що знаходяться в контакті з харчовими продуктами. Матеріали не повинні містити шкідливих для здоров'я людини елементів чи вступати в реакцію хімічної взаємодії з продуктами, руйнуватися під дією харчових середовищ, миючих та дезінфікуючих засобів і мастильних матеріалів.

Також, однією з основних вимог до матеріалів, що застосовуються у харчовому машинобудуванні являється їх висока корозійна стійкість.

Галузевими стандартами у бродильній галузі промисловості встановлені обмеження на марки та асортимент матеріалів, що використовуються у харчовому машинобудуванні. Це сприяє підвищенню рівня уніфікації та технологічності виготовлення харчових машин та апаратів.

У випадку необхідності застосування матеріалів, не передбачених ГОСТ 27-00-223-75, для виготовлення деталей харчового обладнання вимагається узгодження та дозвіл відповідних підрозділів Міністерства харчової промисловості та Мінзрава України.

При виборі того чи іншого конструкційного матеріалу, що контактує з харчовим середовищем, необхідно враховувати токсичність матеріалу, а також дозвіл органів охорони здоров'я та його застосування при безпосередньому контакті з конкретним технологічним середовищем харчового виробництва; корозійну стійкість при довгій дії на матеріал реальних харчових середовищ, підвищених температур і тисків, а також миючих і дезінфікуючих розчинів; механічну міцність при виконанні необхідних робочих циклів деталей, вузлів і механізмів машини; технологічні властивості пересування, лиття, зварювання та ін.; економічну доцільність.

## 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 5.1 Технологічний розрахунок

Вихідними даними є потокова лінія фасування пива в КЕГ потужністю 3000 л/год.

Ємкість КЕГ становить 50 літрів.

Розраховуємо необхідну кількість КЕГ для даної продуктивності лінії розливу, шт./ год

$$\Pi = \frac{\Pi}{V_k} \quad (5.1)$$

де  $\Pi$  – потужність лінії, л/год

$V_k$  – ємкість кега, л

$$\Pi = \frac{3000}{50} = 60$$

Розраховуємо тривалість операції миття та наповнення КЕГ (в сек), по [1 ]

$$\tau_{\text{заг}} = \frac{3600Z}{\Pi} \quad (5.2)$$

де  $Z$  - кількість автоматів наливу напою в КЕГ, шт.

$\Pi$  – кількість кегів за год, шт./год

$$\tau_{\text{заг}} = \frac{3600 \cdot 1}{60} = 60$$

Розраховуємо тривалість операцій в кожній станції машини та будуємо циклограми роботи робочих органів.

**Станція 1.** проходить завантаження та центрування КЕГ.

тривалість операції відповідає тривалості загального циклу

$$\tau_1 = 60 \text{ сек.}$$

Тривалість операції в секції взято по [2].

**Станція 2.** В даній станції проводяться наступні операції (в сек.)

$\tau_1$  - видування залишків продукту – 7 сек.;

$\tau_2$  - попереднє ополіскування – 7 сек.;

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА</b>		<b>200271.КР.03.005 ПЗ</b>			
	Документ затверджено			Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>26</b>

$\tau_3$  – видування води після ополіскування – 7 сек.;

$\tau_4$  – заливання свіжої води – 13 сек.;

$\tau_5$  - видування води – 13 сек.;

$\tau_6$  – допоміжні – 13 сек.

Ці операції відбуваються при допомозі дії робочих органів з тривалістю роботи (в сек.)

$\tau_7$  - опускання притискного циліндра – 2 сек.;

$\tau_8$  - контролю герметичності з'єднання – 2 сек.;

$\tau_9$  - зчеплення робочих головок з фітінгом – 0,5 сек.;

$\tau_{10}$  - контролю залишкового тиску – 0,5 сек.;

$\tau_{11}$  - зчеплення робочих головок з фітінгом – 0,5 сек.;

$\tau_{12}$  - продувкою робочої головки – 1,0 сек.;

$\tau_{13}$  - промивання робочої головки теплою водою – 0,5 сек.;

$\tau_{14}$  - піднімання притискного циліндра – 2 сек.;

$\tau_{15}$  – переміщення кега в секцію №3 – 5 сек.

Для побудови циклограм розраховуємо відповідні кути тривалості основних операцій та тривалості допоміжних операцій [1]

$$360^\circ - \tau_{\text{заг}} \quad \alpha_x = \frac{360 \cdot \tau_x}{\tau_{\text{заг}}}$$

$$\alpha_x - \tau_x$$

де  $\tau_{\text{заг}}$  - тривалість загального кінематичного циклу, с

$\tau_x$  - тривалість розрахованого циклу, с

Для основних операцій

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 7}{60} = 42^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 7}{60} = 42^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 7}{60} = 42^\circ$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13}{60} = 78^\circ$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13}{60} = 78^\circ$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13}{60} = 78^\circ$$

Робота робочих органів

Загальний тиск роботи робочих органів  $\tau_{\text{з.р.о}} = 13$  сек.

Тоді в відповідності до формули маємо (в град):

$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13} = 55,4^\circ$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13} = 55,4^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13} = 13,8^\circ$$

$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13} = 13,8^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13} = 13,8^\circ$$

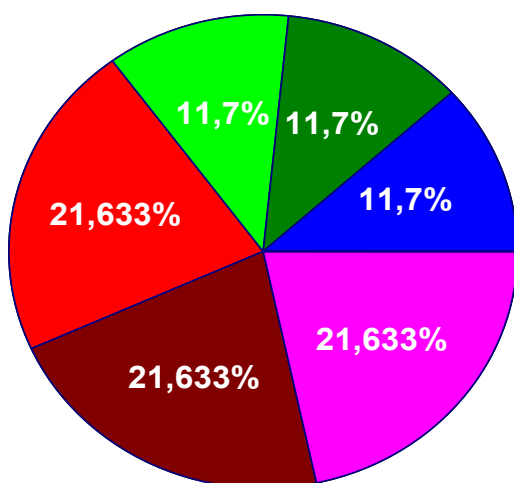
$$\alpha_{12} = \frac{360 \cdot \tau_{12}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 1}{13} = 27,7^\circ$$

$$\alpha_{13} = \frac{360 \cdot \tau_{13}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13} = 13,8^\circ$$

$$\alpha_{14} = \frac{360 \cdot \tau_{14}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13} = 55,4^\circ$$

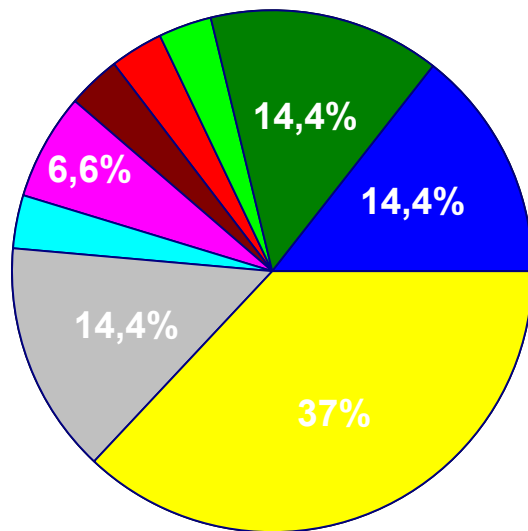
$$\alpha_{15} = \frac{360 \cdot \tau_{15}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 5}{13} = 138,6^\circ$$

Циклограма основних операцій в станції 2



- $-\alpha_1 = 42^\circ$
- $-\alpha_2 = 42^\circ$
- $-\alpha_3 = 42^\circ$
- $-\alpha_4 = 78^\circ$
- $-\alpha_5 = 78^\circ$
- $-\alpha_6 = 78^\circ$

## Циклограма допоміжних операцій в станції 2



- $-\alpha_7=55,4^\circ$
- $-\alpha_8=55,4^\circ$       ●  $-\alpha_9=13,8^\circ$       ●  $-\alpha_{10}=13,8^\circ$       ●  $-\alpha_{11}=13,8^\circ$       ●  $-\alpha_{12}=27,7^\circ$
- $-\alpha_{13}=13,8^\circ$       ●  $-\alpha_{14}=55,4^\circ$       ●  $-\alpha_{15}=37^\circ$

**Станція 3.** У станції проводяться основні операції, сек., тривалість яких взята по [2]

$\tau_1$  - імпульсне ополіскування лужним розчином концентрації

а – 29,5 сек;

$\tau_2$  – заповнення розчином луку концентрації а – 17 сек;

$\tau_3$  - час роботи робочих органів – 13,5 сек;

Ці операції проводяться при допомозі дії робочих органів з тривалістю роботи, в сек.

$\tau_4$  – опускання робочого циліндра – 2 сек;

$\tau_5$  – контроль герметизації з'єднання – 2 сек;

$\tau_6$  - з'єднання робочої головки з фітингом – 0,5 сек;

$\tau_7$  - розєднання робочої головки та фітинга – 0,5 сек;

$\tau_8$  - продування робочої головки – 1,0 сек;

$\tau_9$  - промивання робочої головки водою – 0,5 сек;

$\tau_{10}$  – піднімання притискного циліндра – 2 сек;

$\tau_{11}$  – транспортування КЕГ в станцію № 4 – 5 сек.

Використовуючи формулу 4.3 розраховуємо кути основних операцій для побудови циклограм, град.

Для основних операцій

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 29,5}{60} = 177^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 17}{60} = 102^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13,5}{60} = 81^\circ$$

Для роботи відповідних робочих органів, град.

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

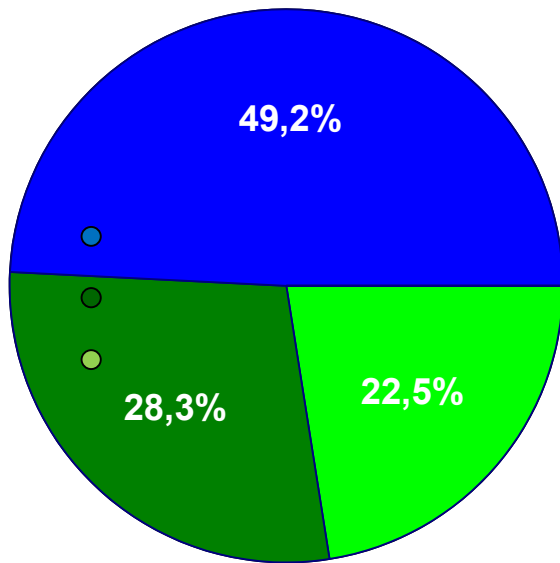
$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 1,0}{13,5} = 26,6^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з,р,о}}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{3, \text{p.o}}} = \frac{360 \cdot 5,0}{13,5} = 133,6^\circ$$



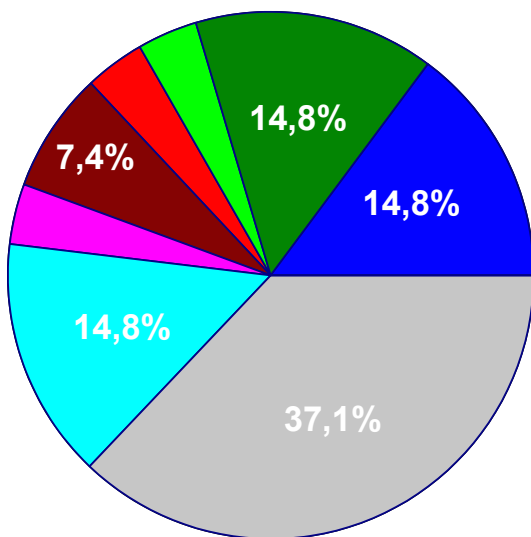
Циклограма основних операцій в станції 3.

$$-\alpha_1 = 177^\circ$$

$$-\alpha_2 = 102^\circ$$

$$-\alpha_3 = 81^\circ$$

Циклограма допоміжних операцій в станції 3



- $-\alpha_4 = 53,3^\circ$
- $-\alpha_5 = 53,3^\circ$
- $-\alpha_6 = 13,3^\circ$
- $-\alpha_7 = 13,3^\circ$
- $-\alpha_8 = 26,6^\circ$
- $-\alpha_9 = 13,3^\circ$
- $-\alpha_{10} = 53,3^\circ$
- $-\alpha_{11} = 133,6^\circ$

**Станція 4.** Протягом всього циклу  $\tau_{\text{заг.}} = 60$  сек відбувається миття  $1,6 \div 1,8$  % кега лужним розсолем з концентрацією луку (а).

**Станція 5.** В даній секції відбувається миття кега лужним розчином з концентрацією лугу  $1,4 \div 1,6 \%$ .

Тривалість основних операцій в секції 5 (сек) взято по [2].

$\tau_1$  – витіснення лужного розчину концентрацією а – 13 сек;

$\tau_2$  – імпульсне ополіскування лужним розчином з

концентрацією б – 23,5 сек;

$\tau_3$  – витіснення лужного розчину з концентрацією б – 10 сек;

$\tau_4$  – допоміжні операції – 13,5 сек.

Допоміжні операції проводяться в результаті дії робочих органів тривалістю, сек.

$\tau_5$  – опускання притискного циліндра – 2 сек;

$\tau_6$  – контроль герметичності з'єднання – 2 сек;

$\tau_7$  – з'єднання робочої головки з фітингом – 0,5 сек;

$\tau_8$  – роз'єднання робочої головки з фітингом – 0,5 сек;

$\tau_9$  – скидання надлишкового тиску – 0,5 сек;

$\tau_{10}$  – піднімання притискного циліндра – 2 сек;

$\tau_{11}$  – піднімання кега в секцію № 6 – 5 сек.

Тривалість основних операцій  $\tau_{\text{заг.}} = 60$  сек.

Тривалість роботи робочих органів  $\tau_{\text{з.р.о.}} = 13,5$  сек.

Використовуючи формулу 4.3 розраховуємо кути основних операцій для побудови циклограми, град.

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13}{60} = 78^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 23,5}{60} = 141^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 10}{60} = 60^\circ$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13,5}{60} = 81^\circ$$

Для роботи відповідних робочих органів, град.

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{з.р.о.}}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

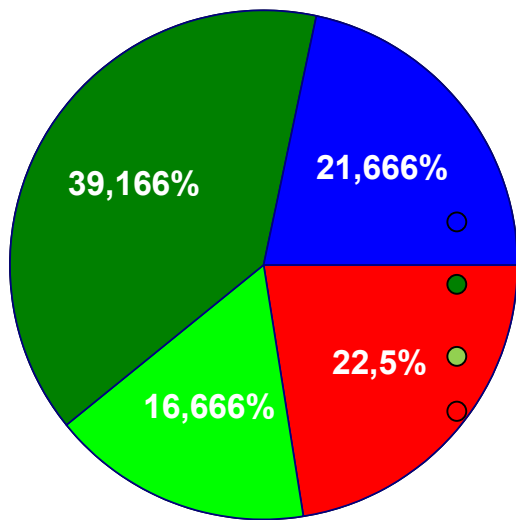
$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 0,5}{13,5} = 13,3^\circ$$

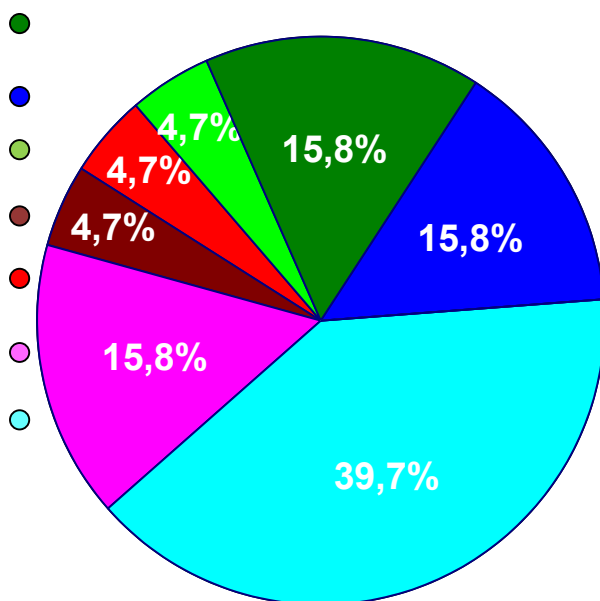
$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 2}{13,5} = 53,3^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{3,p.o}} = \frac{360 \cdot 5,0}{13,5} = 133,6^\circ$$



Циклограма основних операцій в станції 5

- $\alpha_1=78^\circ$
- $\alpha_2=141^\circ$
- $\alpha_3=60^\circ$
- $\alpha_4=81^\circ$



Циклограма допоміжних операцій в секції 5

- $\alpha_5=53,3^\circ$
- $\alpha_6=53,3^\circ$
- $\alpha_7=13,3^\circ$
- $\alpha_8=13,3^\circ$
- $\alpha_9=13,3^\circ$
- $\alpha_{10}=53,3^\circ$
- $\alpha_{11}=133,6^\circ$

**Станція 6.**

В даній станції проводиться миття кега миючим розчином концентрацією 1,1 ÷ 1,4 % та продування парою.

Тривалість основних операцій в секції 6, сек, взяли по [2]

$\tau_1$  – імпульсне зрошування кислотним розчином – 13,5 сек;

$\tau_2$  – витіснення кислотного розчину продуванням – 6 сек;

$\tau_3$  – імпульсне зрошування водою – 18 сек;

$\tau_4$  – продування парою – 6 сек;

$\tau_5$  – скидання надлишкового тиску пари – 4 сек;

$\tau_6$  – допоміжні операції – 12,5 сек.

Допоміжні операції проводяться в результаті дії робочих органів тривалістю, сек.

$\tau_7$  – опускання притискного циліндра – 2 сек;

$\tau_8$  – контроль герметичності з'єднання – 2 сек;

$\tau_9$  – з'єднання робочої головки з фітингом – 0,5 сек;

$\tau_{10}$  – роз'єднання робочої головки та фітинга – 0,5 сек;

$\tau_{11}$  – скидання надлишкового тиску – 0,5 сек;

$\tau_{12}$  – піднімання притискного циліндра – 2,0 сек;

$\tau_{13}$  – переміщення кега в секцію № 7

Тривалість основних операцій  $\tau_{\text{заг.}} = 60$  сек.

Тривалість роботи робочих органів  $\tau_{\text{з.р.о.}} = 12,5$  сек.

Використовуючи формулу 4.3 розраховуємо кути основних операцій для побудови циклограми, град.

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 13,5}{60} = 81,0^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 6,0}{60} = 36^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 18,0}{60} = 108^\circ$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 6,0}{60} = 36^\circ$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 4,0}{60} = 24^\circ$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 12,5}{60} = 75^\circ$$

Для роботи відповідних робочих органів, град.

$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

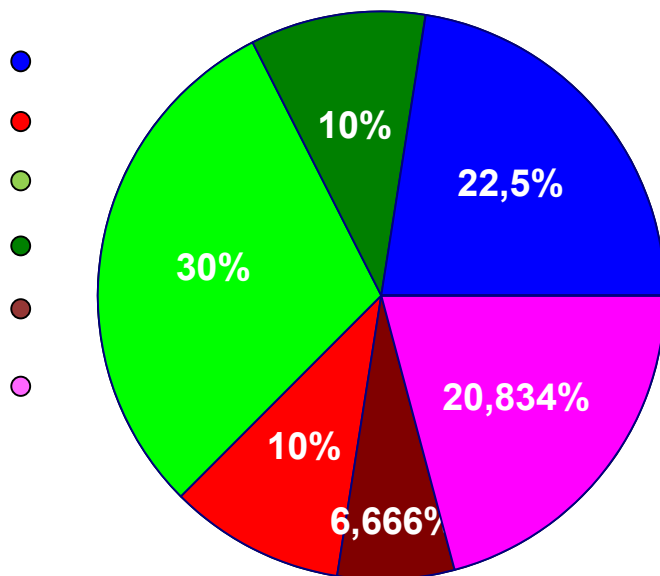
$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

$$\alpha_{12} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$

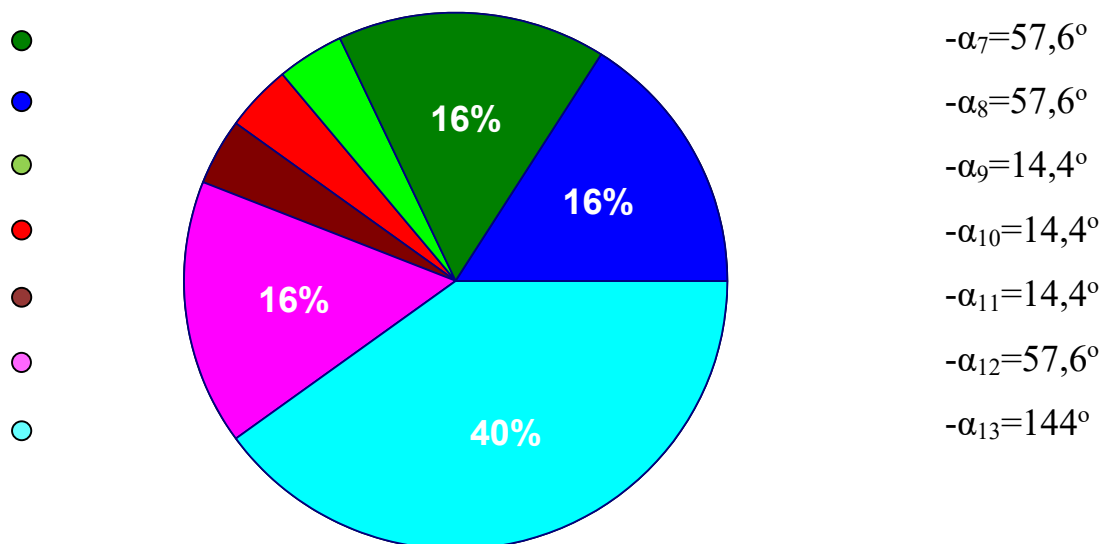
$$\alpha_{13} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 5,0}{12,5} = 144^\circ$$

Циклограма проведення основних операцій в станції 6.



- $\alpha_1=81^\circ$
- $\alpha_2=36^\circ$
- $\alpha_3=108^\circ$
- $\alpha_4=36^\circ$
- $\alpha_5=24^\circ$
- $\alpha_6=75^\circ$

Циклограма  
допоміжних  
операцій в станції 6



**Станція 7.** Тривалість основних операцій, сек, взято по [2]

$\tau_1$  – витіснення конденсату гарячою парою – 2 сек;

$\tau_2$  – подача пари під тиском – 25 сек;

$\tau_3$  – зниження тиску пари до 0,5 бар – 1,5 сек;

$\tau_4$  – продування вуглекислим газом - 9 сек;

$\tau_5$  – створення протитиску  $\text{CO}_2$  в кегові - 10 сек;

$\tau_6$  – допоміжні операції – 12,5 сек.

Допоміжні операції проводяться в результаті дії робочих органів тривалістю, сек.

$\tau_7$  – опускання притискного циліндра – 2 сек;

$\tau_8$  – з'єднання робочої головки з фітингом – 0,5 сек;

$\tau_9$  – контроль герметичності з'єднання – 2 сек;

$\tau_{10}$  – роз'єднання робочої головки та фітинга – 0,5 сек;

$\tau_{11}$  – скидання надлишкового тиску – 0,5 сек;

$\tau_{12}$  – піднімання притискного циліндра – 2,0 сек;

$\tau_{13}$  – переміщення кега в секцію № 7 – 5 сек.

Тривалість основних операцій  $\tau_{\text{заг.}} = 60$  сек.

Тривалість роботи робочих органів  $\tau_{\text{з.р.о.}} = 12,5$  сек.

Використовуючи формулу 4.3 розраховуємо кути основних

операцій для побудови циклограми, град.

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 2}{60} = 12^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 25}{60} = 150^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 1,5}{60} = 9^\circ$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 9}{60} = 54^\circ$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 10}{60} = 36^\circ$$

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 12,5}{60} = 75^\circ$$

Для роботи відповідних робочих органів, град.

$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$

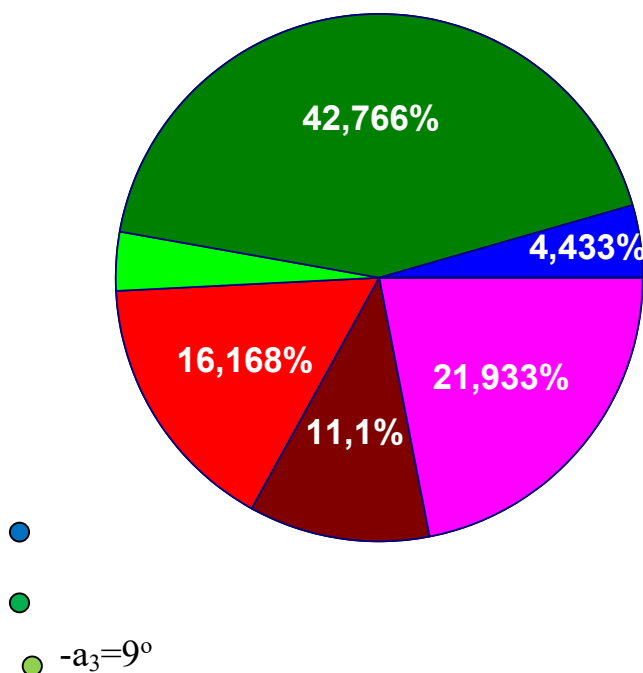
$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$

$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 0,5}{12,5} = 14,4^\circ$$

$$\alpha_{12} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2}{12,5} = 57,6^\circ$$



$$\alpha_{13} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{\text{з.р.о}}} =$$

$$\frac{360 \cdot 5,0}{12,5} = 144^\circ$$

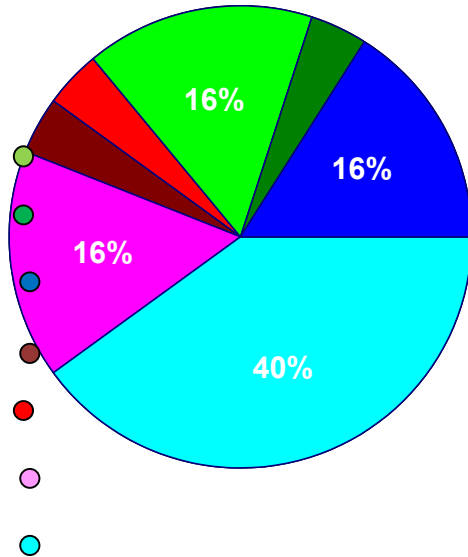
Циклограма  
проведення основних  
операцій в станції 7.

$$-a_1 = 12^\circ$$

$$-a_2 = 150^\circ$$

- -a<sub>4</sub>=54°
- -a<sub>5</sub>=36°
- -a<sub>6</sub>=75°

Циклограма допоміжних операцій  
в станції 7



- a<sub>7</sub>=57,6°
- a<sub>8</sub>=14,4°
- a<sub>9</sub>=57,6°
- a<sub>10</sub>=14,4°
- a<sub>11</sub>=14,4°
- a<sub>12</sub>=57,6°
- a<sub>13</sub>=144°

**Станція 8.** В даній станції проводиться заповнення КЕГ.

Згідно технології розливу процес складається з фази повільного наповнення при тискові 0,1 бар, 10% загального об'єму кега; швидкого наповнення при тискові 0,8 бар, 85 % об'єму КЕГ; та завершальної фази розливу при тискові 0,1 бар – 5 % об'єму кега.

Розраховуємо сумарний час наповнення КЕГ ємкістю 50 літрів, сек.

$$\tau_{p.з} = \tau_{п} + \tau_{ш} + \tau_3$$

Розраховуємо витрати напою, який витікає з наповнювальної трубки (в л/сек) по формулі [ 1]

$$W_H = \frac{\mu d_{вн}^2 \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}}{(4 \cdot 3,6)}$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрати, по [1;  $\mu = 0,6$

$d_{вн} = 0,0025$  – внутрішній діаметр наливної трубки, м;

$\Delta p$  – тиск в системі наповнення, Па;

$\rho$  – густина напою, кг/м<sup>3</sup>.

Витрати напою при повільному наповненні, л/с

$$W_{H.П} = \frac{0,66 \cdot 36140,0025^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 10000}{1015}}}{(4 \cdot 3,6)} = 0,3$$

Витрати напою при швидкому наповненні, л/с

$$W_{H.Ш} = \frac{0,66 \cdot 36140,0025^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 80000}{1015}}}{(4 \cdot 3,6)} = 2,5$$

Витрати напою при завершальному наповнюванні, л/с

$$W_{H.З} = \frac{0,66 \cdot 36140,0025^2 \sqrt{\frac{2 \cdot 10000}{1015}}}{(4 \cdot 3,6)} = 0,3$$

Розраховуємо швидкість витікання напою (в м/с) з наповню вальної трубки по [1]

$$V = \mu \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

Швидкість витікання напою при повільному наповнюванні, м/с

$$V_{П} = 0,6 \sqrt{\frac{2 \cdot 10000}{1015}} = 1,695$$

Швидкість витікання напою при повільному наповнюванні, м/с

$$V_{Ш} = 0,6 \sqrt{\frac{2 \cdot 80000}{1015}} = 6,122$$

Швидкість витікання напою при завершальному наповнюванні, м/с

$$V_{З} = 0,6 \sqrt{\frac{2 \cdot 10000}{1015}} = 1,695$$

Розраховуємо витрати напою (в м<sup>3</sup>/с), який проходить через наповнюючу трубку по [1 с.134]

$$V_c = VF$$

Де F – площа поперечного перерізу наповню вальної трубки, м<sup>2</sup> при  $d_{ВН} = 0,0025$  м

$$F = \frac{\pi d_{ВН}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,0025^2}{4} = 0,000049$$

Витрати напою при повільному наповненні

$$V_{П} = 1,695 \cdot 0,000049 = 0,000319$$

Витрати напою при швидкісному наповненні

<b>200271.КР.03.005 ПЗ</b>	Інд. змін. ....	Дата видання ....	Мова UA	Аркуш 39
----------------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

$$V_{ш} = 6,122 * 0,000049 = 0,00299$$

Витрата напою при завершальному наповненні

$$V_3 = 1,695 * 0,000049 = 0,000319$$

Розраховуємо тривалість наповнення КЕГ, (в сек)

$$\tau = \frac{V_{кега}}{W_H} \quad (4.9)$$

де  $V_{кега}$  – об'єм заповнення КЕГ, л;

$W_H$  – витрата напою, л/сек

Тривалість повільного наповнення, сек

$$\tau_{п} = \frac{V_{к.п}}{W_{п}}$$

де  $V_{к.п} = V_{кега} * 10\%$ ;

$$V_{к.п} = 50 * 0,1 = 5 \text{ л}$$

$$\tau_{п} = \frac{5}{0,3} = 15,65$$

Тривалість швидкого наповнення, сек

$$\tau_{ш} = \frac{V_{ш}}{W_{ш}}$$

де  $W_{к.ш} = 50 * 0,85 = 42,5 \text{ л}$

$$\tau_{ш} = \frac{42,5}{2,5} = 17$$

Тривалість завершального наповнення, сек

$$\tau_3 = \frac{V_3}{W_3}$$

де  $V_{к.з} = V_{кега} * 5\%$ ;

$$V_{к.з} = 50 * 0,5 = 2,5 \text{ л}$$

$$\tau_3 = \frac{2,5}{0,3} = 7,35$$

Загальна тривалість наповнення кега, сек, по [4]

$$\tau_3 = 15,65 + 17 + 7,35 = 40$$

Тривалість основних операцій у станціїекції

$\tau_1$  – зниження протитиску до необхідного рівня - 2 сек.;

$\tau_2$  – тривалість повільного наповнення – 15,65 сек.;

$\tau_3$  – тривалість швидкого наповнення – 17 сек.;

$\tau_4$  – тривалість заключного наповнення – 7,35 сек.;

$\tau_5$  – тривалість допоміжної операції - 18 сек.;

Тривалість кожної допоміжної операції

$\tau_6$  – опускання притискного циліндра – 2 сек.;

$\tau_7$  - контроль герметичності з'єднання – 2 сек.;

$\tau_8$  – скидання надлишкового тиску – 1,0 сек.;

$\tau_9$  – продування наповнюючої головки – 2,0 сек.;

$\tau_{10}$  - зчеплення та розчеплення наповнюючої головки з фітингом – 1,0 сек.;

$\tau_{11}$  - контролю надлишкового тиску – 1,0 сек.;

$\tau_{12}$  - продування наповнюючої головки – 1,5 сек.;

$\tau_{13}$ - промивання наповнюючої головки гарячою водою – 0,5 сек.;

$\tau_{14}$  - піднімання притискного циліндра – 2 сек.;

$\tau_{15}$  – розвантаження секції – 5 сек.

Використовуючи формулу 4.3 розраховуємо відповідні кути, град.

Тривалість основних операцій  $\tau_{\text{заг}} = 60$  сек.

Тривалість допоміжних операцій  $\tau_{\text{з.р.о}} = 18$  сек

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot \tau_1}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 2}{60} = 12^\circ$$

$$\alpha_2 = \frac{360 \cdot \tau_2}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 15,65}{60} = 93,9^\circ$$

$$\alpha_3 = \frac{360 \cdot \tau_3}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 17}{60} = 102^\circ$$

$$\alpha_4 = \frac{360 \cdot \tau_4}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 7,35}{60} = 44,1^\circ$$

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot \tau_5}{\tau_{\text{заг}}} = \frac{360 \cdot 18}{60} = 108^\circ$$

Роботи відповідних робочих органів, град

$$\alpha_6 = \frac{360 \cdot \tau_6}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2,0}{18} = 40^\circ$$

$$\alpha_7 = \frac{360 \cdot \tau_7}{\tau_{\text{з.р.о}}} = \frac{360 \cdot 2,0}{18} = 40^\circ$$

$$\alpha_8 = \frac{360 \cdot \tau_8}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 1,0}{18} = 20^\circ$$

$$\alpha_9 = \frac{360 \cdot \tau_9}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 2,0}{18} = 40^\circ$$

$$\alpha_{10} = \frac{360 \cdot \tau_{10}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 1,0}{18} = 20^\circ$$

$$\alpha_{11} = \frac{360 \cdot \tau_{11}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 1,0}{18} = 20^\circ$$

$$\alpha_{12} = \frac{360 \cdot \tau_{12}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 1,5}{18} = 30^\circ$$

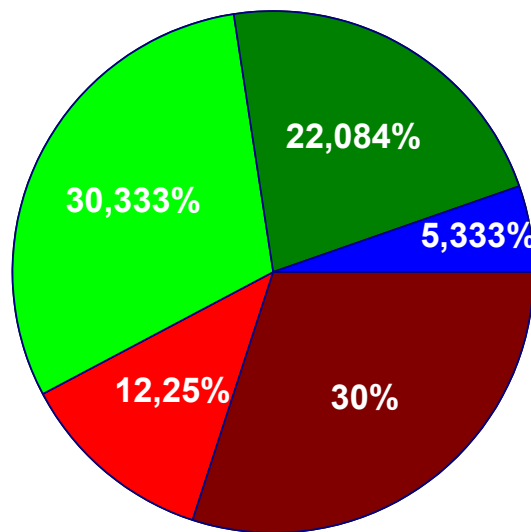
$$\alpha_{13} = \frac{360 \cdot \tau_{13}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 0,5}{18} = 10^\circ$$

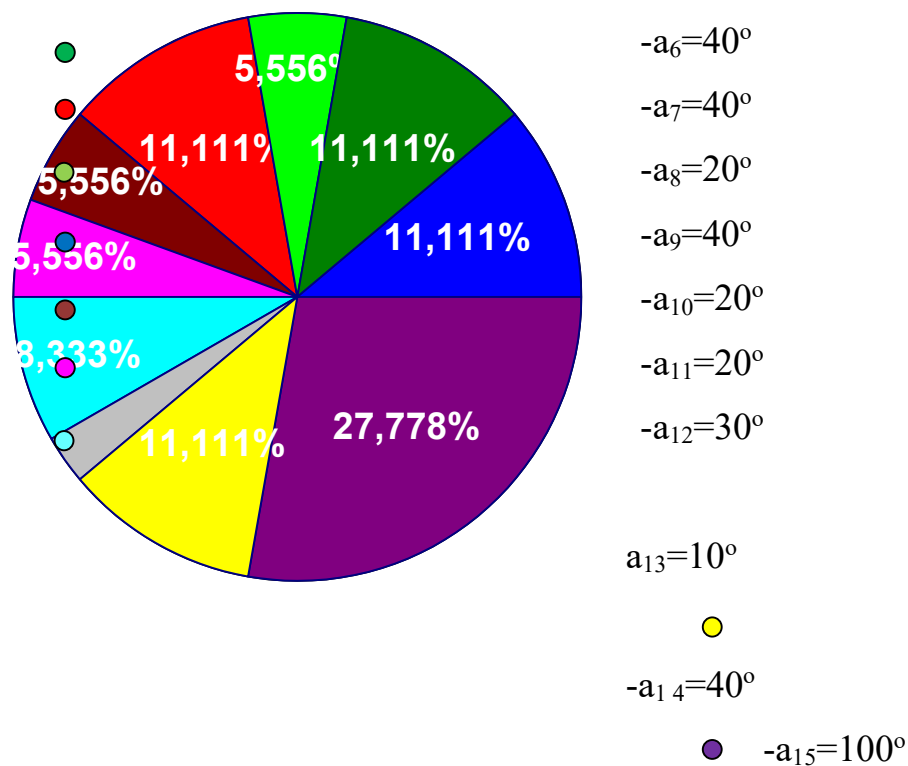
$$\alpha_{14} = \frac{360 \cdot \tau_{14}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 2,0}{18} = 40^\circ$$

$$\alpha_{15} = \frac{360 \cdot \tau_{15}}{\tau_{з.р.о}} = \frac{360 \cdot 5,0}{18} = 100^\circ$$

### Циклограма проведення основних операцій у станції 8

- -a<sub>1</sub>=12 °
- -a<sub>2</sub>=93,9 °
- -a<sub>3</sub>=102 °
- -a<sub>4</sub>=44,1 °
- -a<sub>5</sub>=30 °





Циклограма допоміжних операцій в станції 8

### 5.2 Розрахунок пневмоциліндрів

Для горизонтального переміщення транспортуючої балки підбираємо пневмоциліндр 1-72x520 по МН 2253-72 з характеристиками:

Діаметр циліндра –  $D = 72$  мм (0,072 м);

Діаметр штока -  $d = 20$  мм (0,02 м);

Хід поршня -  $l = 520$  мм (0,52 м);

Площа поршня -  $F = 0,004069$  м<sup>2</sup>;

Площа штока -  $f = 0,000314$  м<sup>2</sup>.

Тиск повітря в пневмосистемі становить  $p = 6 * 10^6$  Па.

Розраховуємо зусилля на поршень при виштовхуванні, Н по [1 ]

$$P_1 = p * F \quad \text{де } F \text{ – площа поршня, м}^2$$

$$P_1 = 6 * 10^6 * 0,004069 = 24414$$

Розраховуємо зусилля на поршень при втягуванні, Н по [1 ]

$$P_2 = p (F - f)$$

де  $F$  – площа поршня, м<sup>2</sup>

$f$  – площа штока,  $\text{м}^2$

$$P_2 = 6 * 10^6 (0,004069 - 0,000314) = 18840$$

Розраховуємо об'єм циліндра в  $\text{м}^3$  при виштовхуванні штока по [1]

$$V_1 = F * l \quad \text{де } l - \text{хід поршня, м}$$

$$V_1 = 0,004069 * 0,52 = 0,00212$$

Розраховуємо об'єм циліндра в  $\text{м}^3$  при втягуванні штока по [1]

$$V_2 = (F - f) * l \quad \text{де } F - \text{площа поршня, } \text{м}^2;$$

$f$  – площа штока,  $\text{м}^2$

$l$  – хід поршня, м

$$V_2 = (0,004069 - 0,000314) * 0,52 = 0,00195$$

Розраховуємо зусилля штока пневмоциліндра при виштовхуванні, Н.

Маса транспортуючої балки становить  $G_1 = 200$  Н;

Маса порожнього кега  $G_2^I = 120$  Н

Маса наповненого кега  $G_2^{II} = 630$  Н

Балка транспортує 1 наповнений і 7 порожніх кегів.

Загальна маса зваженої балки становить, Н

$$G = G_1 + G_2$$

де  $G_2 = 7G_2^I + G_2^{II}$

$$G_2 = 7 * 120 + 630 = 1470$$

$$G = 200 + 1470 = 1670$$

При втратах на тертя в ущільненнях, місцеві опори золотникових пристроїв та в повітропроводах приймаємо необхідне зусилля з коефіцієнтом запасу  $k_1 = 2,5$

Тоді зусилля на штокові становить, Н по [1]

$$P_{н.в} = G_6 * k_1$$

$$P_{н.в} = 1670 * 2,5 = 4175$$

Розраховуємо витрату повітря на переміщення балки при виштовхуванні.

Тривалість циклу  $\tau = 1,25$   $\text{с}$

$$Q_1 = \frac{V_1}{\tau}$$

$$Q_1 = \frac{0,00212}{1,25} = 0,001696$$

Розраховуємо необхідний мінімальний тиск у мережі, Па по [1]

$$P_M = \frac{P_{н.в}}{F} \quad P_M = \frac{4175}{0,004069} = 1,026 * 10^6 \text{ Па}$$

Розраховуємо зусилля штока пневмоциліндра при втягуванні, Н

Маса транспортуючої балки  $G_{б.і} = 200 \text{ Н}$

При втратах на тертя в ущільненнях, місцеві опори в золотникових пристроях та повітропроводах приймаємо коефіцієнт запасу  $k_1 = 2,5$

Тоді зусилля на штокові становить, Н по [1]

$$P_{н.вт} = G_{б.і} * k_1$$

$$P_{н.вт} = 200 * 2,5 = 500$$

Розраховуємо витрату повітря на переміщення балки при втягуванні.

Тривалість циклу циклу  $\tau = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}$

$$Q_2 = \frac{V_2}{\tau}$$

$$Q_2 = \frac{0,00195}{1,25} = 0,00156$$

Загальні витрати повітря за 1 цикл переміщення балки становить,  $\text{м}^3/\text{сек}$ .

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = 0,001696 + 0,00156 = 0,003256$$

При кількості робочих циклів за годину  $n = 60$  витрати повітря складають

$$Q_{заг} = \tau_{заг} * n * Q$$

$$Q_{заг} = 5 * 60 * 0,002356 = 0,9768$$

Для вертикального переміщення транспортуючої балки підбираємо пневмоциліндр 1-72x125 по МН 2253-72 з характеристиками:

Діаметр циліндра –  $D = 72 \text{ мм}$  (0,072 м);

Діаметр штока -  $d = 20 \text{ мм}$  (0,02 м);

Хід поршня -  $l = 125 \text{ мм}$  (0,125 м);

Площа поршня -  $F = 0,004069 \text{ м}^2$ ;

Площа штока -  $f = 0,000314 \text{ м}^2$ .

Тиск повітря в пневмосистемі становить  $p = 6 * 10^6 \text{ Па}$ .

Розраховуємо зусилля на поршень при виштовхуванні, Н по [1]

$$P_1 = p * F$$

де  $F$  – площа поршня,  $\text{м}^2$

$$P_1 = 6 * 10^6 * 0,004069 = 24414$$

Розраховуємо зусилля на поршень при втягуванні, Н [1 ]

$$P_2 = p (F - f)$$

де  $F$  – площа поршня,  $\text{м}^2$

$f$  – площа штока,  $\text{м}^2$

$$P_2 = 6 * 10^6 (0,004069 - 0,000314) = 18840$$

Розраховуємо об'єм циліндра в  $\text{м}^3$  при виштовхуванні штока по [1 ]

$$V_1 = F * l$$

де  $l$  – хід поршня, м

$$V_1 = 0,004069 * 0,125 = 0,000509$$

Розраховуємо об'єм циліндра в  $\text{м}^3$  при втягуванні штока по [1 ]

$$V_2 = (F - f) * l$$

де  $F$  – площа поршня,  $\text{м}^2$ ;

$f$  – площа штока,  $\text{м}^2$

$l$  – хід поршня, м

$$V_2 = (0,004069 - 0,000314) * 0,125 = 0,000469$$

Розраховуємо зусилля штока пневмоциліндра при виштовхуванні, Н.

Маса транспортуючої балки становить  $G_1 = 200$  Н;

Маса порожнього кега  $G_2^I = 120$  Н

Маса наповненого КЕГ  $G_2^{II} = 630$  Н

Балка транспортує 1 наповнений і 7 порожніх кегів.

Загальна маса зваженої балки становить, Н

$$G_6 = G_1 + G_2$$

де  $G_2 = 7G_2^I + G_2^{II}$

$$G_2 = 7 * 120 + 630 = 1470$$

$$G = 200 + 1470 = 1670$$

При втратах на тертя в ущільненнях, місцеві опори золотникових пристроїв та в повітропроводах приймаємо коефіцієнтом запасу  $k_1 = 2,5$

Тоді зусилля на штокові становить, Н по [1]

$$P_{н.в} = G_6 * k_1$$

$$P_{н.в} = 1670 * 2,5 = 4175$$

Розраховуємо витрату повітря на переміщення балки при виштовхуванні.

Тривалість циклу  $\tau = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}$

$$Q_1 = \frac{V_1}{\tau}$$

$$Q_1 = \frac{0,000509}{1,25} = 0,00041$$

Розраховуємо зусилля штока пневмоциліндра при втягуванні, Н.

Маса транспортуючої балки  $O_{6.1} = 200 \text{ Н}$

Приймаючи коефіцієнт запасу  $k_1 = 2,5$  розраховуємо зусилля на штокові, Н по [1]

$$P_{н.вт} = G_{6.1} * k_1$$

$$P_{н.вт} = 200 * 2,5 = 500$$

Розраховуємо витрату повітря на переміщення балки при втягуванні.

Тривалість циклу  $\tau = 1,25 \text{ м}^3/\text{с}$

$$Q_2 = \frac{V_2}{\tau}$$

$$Q_2 = \frac{0,000469}{1,25} = 0,000375$$

Загальні витрати повітря за переміщення, в  $\text{м}^3$

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q = 0,00041 + 0,000375 = 0,000785$$

Годинна витрата повітря становить в  $\text{м}^3$  при кількості циклів за годину  $n = 60$

$$Q_{заг} = 5 * 60 * Q$$

$$Q_{заг.в.ц} = 5 * 60 * 0,000785 = 0,236$$

Витрати повітря машиною на транспортування становлять, в  $\text{м}^3$

$$Q_{маш} = Q_{г.ц} + Q_{в.ц}$$

де  $Q_{г.ц}$  – витрати повітря на горизонтальне переміщення балки,  $\text{м}^3$

$Q_{в.ц}$  – витрати повітря на вертикальне переміщення

балки

$$Q_{маш} = 0,9768 + 0,236 = 1,212$$

### 4.3 Розрахунок пластинчатого конвеєра для підведення КЕГ Вихідні дані:

Довжина конвеєра -  $l = 2$  м;

Ширина конвеєра –  $a = 0,5$  м

Конвеєр рухається періодично на протязі (с):

$$\tau_{p.k} = \tau_{ц} - \tau_1$$

де  $\tau_{ц}$  - повний цикл роботи машини, с;

$\tau_1$  - час зупинки на завантаження і розвантаження  
КЕГ, с

Завантаження КЕГа і розвантаження його проходить одночасно на протязі  $\tau_1 = 40$  с.

$$\tau_{p.k} = 60 - 40 = 20$$

За час  $\tau_{p.k} = 40$  с КЕГ переміщується на відстань  $l = 2$  м.

Розраховуємо швидкість руху конвеєра (в м/с)

$$V = \frac{l}{\tau_{p.k}}$$

$$V = \frac{2}{20} = 0,1$$

Потужність електродвигуна (в кВт) приводу конвеєра визначаємо по формулі [3]

$$P = \frac{F_m \cdot V}{1000 \cdot \eta}$$

де  $F_m$  – тягове зусилля ланцюга, Н;

$V$  - швидкість руху конвеєра, м/с

$\eta = 0,8$  к.к.д. конвеєра.

Для визначення тягового зусилля ланцюга розробляємо контур його траси і визначаємо характерні точки.

Мінімальний натяг ланцюга, згідно практичних даних, буде в точці 1.

Приймаємо  $F_1 = 900$ Н. [3]

Натяг в точці 2 (в Н) визначаємо по формулі

$$F_2 = F_1 + F_{1-2}$$

де  $F_{1-2}$  – опір руху ланцюга від точки 1 до точки 2

$$F_{1-2} = g_1 * l * k_1$$

де  $g_1$  – навантаження від 1 п.м.

Приймаємо для ширини конвеєра 500 м по [3 ]

$$g_1 = 350 \text{ Н/м}$$

$l = 2$  м – довжина конвеєра

$k_1 = 0,25$  – коефіцієнт опору ланцюга від точки 1 до точки 2 [3 ]

Отримані величини підставляємо в формулу і розраховуємо

$$F_{1-2} = 350 * 2 * 0,25 = 175$$

Тоді  $F_2 = 900 + 175 = 1075$

Розраховуємо натяг ланцюга (в Н) в точці 3

$$F_3 = k_2 * F_2$$

де  $k_2 = 1,1$  – коефіцієнт, який враховує опір руху ланцюга при охопленні зірочки [3 с.153]

$$F_3 = 1,1 * 1075 = 1182,5$$

Розраховуємо натяг ланцюга (в Н) в точці 4 по формулі

$$F_4 = F_3 + F_{3-4}$$

де  $F_{3-4}$  – опір руху ланцюга від точки 3 до точки 4

$$F_{3-4} = 2(g_1 + g_2) * 4k^1$$

де  $g_2$  = погонне навантаження від маси КЕГ (в Н)

$$g_2 = \frac{m_1}{v}$$

де  $m_1 = 120$  Н – маса пустого КЕГ;

$v = 0,420$  м – діаметр КЕГ

$$g_2 = \frac{120}{0,42} = 286$$

Тоді згідно формули

$$F_{3-4} = 2(350 + 286) * 0,25 = 318$$

Знайдені величини підставляємо у формулу і знаходимо

$$F_4 = 1182,5 + 318 = 1500,5 \text{ Н}$$

Визначаємо тягове зусилля ланцюга (в Н) по формулі

$$F_m = F_{\max} - F_{\min}$$

$$F_m = 1500,5 - 900 = 599,5$$

Знайдені величини підставляємо у формулу і знаходимо (кВт)

$$P = \frac{599,5 \cdot 0,1}{1000 \cdot 0,8} = 0,75$$

Установча потужність електродвигуна становить (кВт)

$$P = K_p \cdot p$$

$$P_y = 1,25 \cdot 0,75 = 0,94$$

### Кінематичний розрахунок конвеєра

Розраховуємо частоту обертання зірочки тягового ланцюга конвеєра (в об/хв.)

$$n = \frac{60V}{\pi D}$$

де  $V = 0,1$  м/с – швидкість руху ланцюга

$$n = \frac{60 \cdot 0,1}{3,14 \cdot 0,135} = 14,2$$

Ділильний діаметр зірочки розраховуємо за формулою [3]

$$D = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{Z}\right)}$$

$Z = 21$  – число зубців зірочки

$t = 31$  мм – крок ланцюга

$$D = \frac{0,031}{\sin\left(\frac{180^\circ}{21}\right)} = 0,35$$

Розраховуємо обертовий момент на валу зірочки (в Нм) по формулі [3]

$$T = 9,55 \frac{P}{n}$$

$$T = 9,55 \frac{0,94 \cdot 10^6}{14,2} = 632,2$$

Діаметр зовнішнього кола (в м) розраховуємо по формулі

$$D_{\text{зов}} = \frac{t}{\text{ctg}\left[\left(\frac{180^\circ}{Z}\right) + 0,7\right] - 0,3d_1}$$

$$D_{\text{зов}} = \frac{0,031}{\text{ctg}\left[\left(\frac{180^\circ}{21}\right) + 0,7\right] - 0,3 \cdot 0,022} = 0,206$$

Розраховуємо діаметр вала зірочки (в мм) по формулі

<b>200271.KP.03.005 ПЗ</b>	Інд. змін. ....	Дата видання ....	Мова UA	Аркуш 50
----------------------------	--------------------	----------------------	------------	-------------

$$d_{в.з} = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2*[\sigma]}} = \sqrt[3]{\frac{632,2}{0,2*20}} = 5,43$$

де  $[\sigma] = 20$  МПа – допустиме напруження

Приймаємо  $d_{в.з} = 55$  мм

Розраховуємо діаметр ступиці зірочки (в мм)

$$d_{с.з} = (1,2 \div 1,5) * d_{в.з}$$

$$d_{с.з} = 1,3 * 5,5 = 71,59$$

Приймаємо  $d_{с.з} = 72$  мм

Розраховуємо крок ланцюга (в мм) по формулі

$$t = 6 \sqrt[3]{\frac{K_H P}{Z_1 n [p] a^3}}$$

де  $a = 2$  – кількість рядів ланцюга;

$K_H = 1,65$  – коефіцієнт навантаження [5]

$P$  – потужність на валу зірочки, кВт

$Z_1$  – кількість зубців зірочки

$[p] = 29$  МПа – величина допустимого тиску в шарнірах ланцюга

$n$  – частота обертання зірочки

$$t = 6 \sqrt[3]{\frac{1,65 * 0,94 * 10^3}{21 * 14,2 * 29 * 2}} = 30,8$$

Приймаємо крок ланцюга 31 мм.

Приймаємо до встановлення циліндричний мотор – редуктор

трьохступінчатий соусний типу МЦЗС-100-16-1,1-310-Ц-УЗ з частотою

обертання вихідного валу 16 об/хв., потужністю ел.двигуна 1,1 кВт ( $M_{кр} = 640$  об/хв.) допустиме навантаження  $F = 6300$  Н, по [4].

## 6. МОНТАЖ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС

### 6.1 Монтаж машини.

Розвантажування машини для фасування пива в КЕГ здійснюють за допомоги вилкового розвантажувача або підйомного крану. Стропову проводять у вказаних місцях, транспортування обладнання дозволяється тільки в вертикальному стані. Вантажопідйомність підйомного обладнання повинна бути більшою ніж вага машини. Розпакування машини здійснюють безпосередньо на місці монтажу.

Машина встановлюється в цеху на чистій підлозі. Вивірка обладнання в горизонтальній та вертикальній площині здійснюється за допомоги регулюючих опор вмонтованих у ніжки машини. До машини необхідно підвести системи трубопроводів для води, миючих засобів, вентиляційні та каналізаційні мережі, системи енергоживлення.

Після встановлення машини перевіряють відповідність рівнів машини та підвідних та відвідних конвеєрів.

Наступним етапом монтажу є підключення трубопроводів миючих розчинів. Трубопроводи мають маркування заводом для полегшення приєднань.

До машини повинні бути приєднані наступні трубопроводи:

- підведення гарячої води;
- підведення холодної води;
- підведення пари (гарячої);
- підведення чистої пари;
- підведення очищеного повітря;
- підведення вуглекислого газу;
- підведення напою;

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>МОНТАЖ І ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС</b>	<b>200271.КР.03.006 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>52</b>

Підключення до електромережі здійснюється у відповідності з правилами ПУЕ силовим кабелем, прокладеним у металевій трубі. Кінці труб необхідно вивести вище рівня підлоги для запобігання потрапляння в них води.

Після завершення монтажу обладнання необхідно перевірити технічний стан машини та комунікацій:

1. підключення та наявність відповідних середовищ:
  - ємкостей для кислоти, луги, гарячої та холодної води. Вони повинні бути заповненими.
  - Трубопроводу підведення продуктопроводу.
  - Трубопроводів повітря для управління механізмами та стерильного повітря для продування.
  - Трубопроводу подачі CO<sub>2</sub>.
  - Кабелів живлення від електромережі.
2. Закріплення патрубків підключень трубопроводів;
3. Герметичність з'єднань;
4. Горизонтальність піднімальних штанг;
5. Затяжку болтів опірних стійок.

Порядок випробування машини проводиться у наступній послідовності:

- Включити основний вимикач на пульті управління;
- Зачекати до досягнення необхідної температури миючих розчинів у ємкостях;
- Вибрати режим роботи машини;
- Увімкнути насоси живлення ємкостей;
- Встановити контрольний КЕГ на конвеєр вводу;
- Перевірити при допомозі контрольного КЕГ цикл миття та наповнення;
- Після перевірки приступити до експлуатації машини.

## **6.2 Технічний сервіс машини.**

Кожна зміна має проводити:

1. Візуальний огляд машини;

## 2. Проводити контроль:

- тиску повітря в системі управління;
- контроль процесу миття та наповнення;
- чищення ємкостей миючим розчином;
- відсутність підтікання у з'єднаннях;
- байпасного клапану на кожній головці;
- ущільнення між фітингом і головкою;
- стану центратора кегів.

### **Кожен тиждень** необхідно перевіряти:

- кришки SIP на герметичність;
- цілісність відвідних комунікацій;
- ущільнення головок (замінити);
- протічний клапан на головці;
- поршень штовхача на головці;
- фільтруючі елементи пневматичної системи;
- фільтри повітряних клапанів на притискних циліндрах та блокові підготовки повітря;
- вихідний та вхідний конвеєри (ролики, пластини, ланцюги).

### **Кожен місяць** необхідно:

- перевірити налагодження клапану зворотнього повітря;
- перевірити пневматичні циліндри притискного блоку, на відсутність пошкодження, вільний хід, щільність, кінцеві датчики;
- перевірити шланги системи управління;
- перевірити фотодетектори;
- підтягнути кріплення вузлів;
- очистити фільтраційні елементи пропорціонального клапану.

### **Через кожні три місяці** необхідно:

- перевірити щільність клапанів виробничих середовищ;

<i>200271 КР ПЗ П06 ПЗ</i>	Інд. змін.	Дата видання	Мова	Аркуш
	....	....	UA	54

- перевірити горизонтальність транспортуючої балки.

## 7. СИСТЕМА КЕРУВАННЯ

Автоматизація машини для внутрішнього миття і фасування напоїв в КЕГ-бочки передбачає основну увагу контролю тисків, температур та витрат речовин, що подаються в кожену станцію машини, підтриманню заданих рівнів та температур розчинів луги та кислоти в збірниках. Крім того здійснюється постійний контроль кількості діоксиду вуглецю, що подається в станції машини.

Для звільнення від залишків продукту КЕГи поступають спочатку на першу станцію машини, куди передбачається подача гарячої та холодної води, а також гострої пари. Витрата гарячої води становить порядку 750 л/год; контроль здійснюється камерною діафрагмою ДК (21а), що встановлена в трубопроводі; та диференційним манометром ДМ (21б, 21в). Для місцевого контролю тиску (2-4 бар) гарячої води в трубопроводі використовується місцевий манометр ОБМ (8). Контроль температури води, що повинна становити 80 °С здійснюється манометричним термометром ТДГ (22а-22в).

З метою контролю тиску температури, витрати холодної води та пари використовуються аналогічні прилади: манометри ОБМ (6а, 7а), манометричні термометри ТДГ (18а-18в, 20а-20в), та витратоміри (17а-17в, 19а-19в).

У другій станції КЕГи ополіскуються лужними розчинами, які потім видуваються повітрям. В цю станцію подається стисле повітря. Контроль тиску здійснюється манометром ОБМ(5а), а контроль витрат, який повинен становити 6,25 м<sup>3</sup>/год, камерною діафрагмою ДК (16а) та дифманометром ДМ (16б, 16в). Лужний розчин 2 подається під тиском 2 бар (контролюється манометром 4а) та з витратою 390 л/год (контроль ведеться витратоміром змінного перепаду тиску 42а-24в). Лужний розчин 1 подається із збірника. Стабілізація рівня в ньому підтримується одноконтурною системою регулювання.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва  <b>СИСТЕМА КЕРУВАННЯ</b>	<b>200271.КР.03.007 ПЗ</b>				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>55</b>	

В якості датчика застосовують напоромір НС-ПЗ (25а), сигнал від якого поступає на вторинний прилад ПВ 10.1Е (25б) та регулятор ПР3.31 (25в), що змінює подачу лужного розчину в збірник через клапан (25г) 25г.30нж. Температура лужного розчину 1 в момент подачі його в другу станцію повинна становити 70 °С. для підтримання заданої температури в збірнику лужного розчину передбачається подача пари в теплообмінник та контур регулювання температури, в склад якого входить термоперетворювач опору ТСМ (11а), автоматичний міст КСМ (11б), та регулятор ПР-5. Останній в разі відхилення температури лужного розчину від заданої температури змінює подачу гострої пари в теплообмінник через клапан 25г.30нж (11г). При подачі лужного розчину 1 в другу станцію ведеться контроль його витрат (23а-23в), що повинен становити 1140 л/год та тиску (10а) /повинно бути в межах 1-3 бар/.

В третій станції КЕГи заповнюються розчином луги, а також здійснюється його видування повітрям. Всі параметри лужного розчину та повітря попередньо контролюються, так само, як і в четвертій та п'ятій станціях, куди подається розчин луги 1 та 2 ,а також повітря.

В шостій станції КЕГи ополіскуються розчином кислоти, гарячою водою, а залишки цих речовин видуваються парою. До подачі розчину кислоти контролюється його тиск (9а). Він повинен становити 3 бар, витрата (27а-27в), що повинна бути 390 л/год. Температура розчину підтримується на рівні 80 °С шляхом подачі гострої пари в теплообмінник збірника кислоти за допомоги термоперетворювача опору ТСМ (12а), автоматичного мосту КСМ (12б), регулятора (12в) ПР-5 та клапана (12г) 25г.30нж, що встановлюється на шляху подачі пари в теплообмінник.

В сьомій станції конденсат із КЕГ видувається гострою парою, продувається вугдіоксидом вуглецю та повністю ним заповнюється для створення протитиску при розливі. Кількість використаної вуглекислоти контролюють лічильником РГД (13а, 13б), а тиск місцевим манометром ОБМ (2а).

Фасування напою в КЕГ відбувається у восьмій станції. Напій контролюють по температурі (1-6 °С) манометричним термометром ТДГ (15а-15в), по витраті (300 л/год) витратоміром змінного перепаду тиску (14а-14в) та визначають його тиск манометром ОБМ (1а).

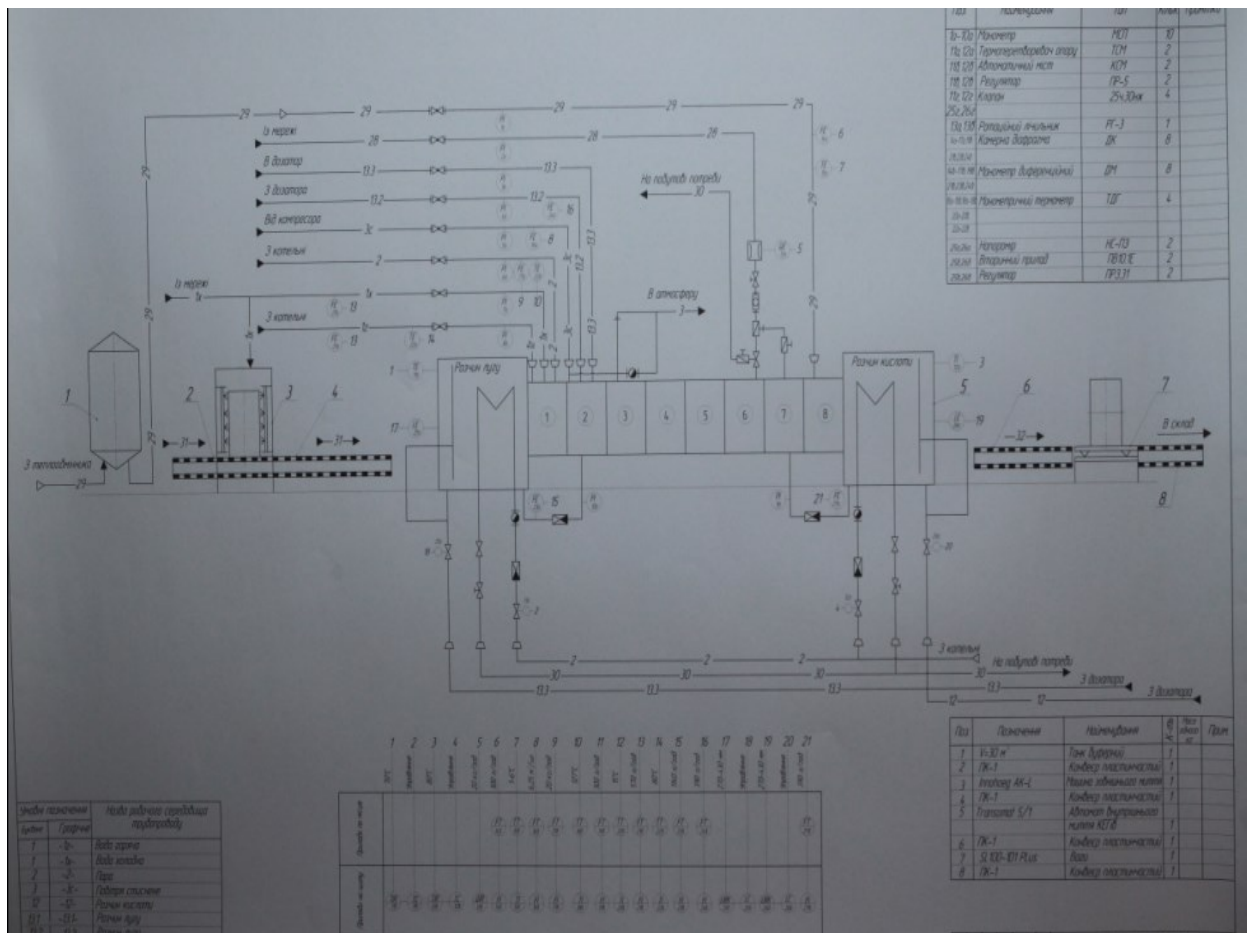


Рис.7.1 Схема автоматизації процесу иття та фасування пива в КЕГ-бочки.

## 8. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

### Вибір методу одержання заготовки

### Розробка креслення прокату

У даній кваліфікаційній роботі розробляється модернізація обладнання для мийки та аодночасного фасування пива в КЕГ-бочки. Для налагоджування машини використовується механізм ручного повороту головного вала. Головний вал обертається за допомоги ланцюгової передачі. Для покращення роботи машини пропоную розробити технологічний процес виготовлення зірочки привідного вала.

Деталь: зірочка

Виготовлена зі сталі Сталь 45 ГОСТ 1050 – 74

Вибір заготовки.

Операція 10.Заготівельна.

Згідно з конструктивними особливостями зірочки та особливостями її виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 45 (ГОСТ 1050–74). Заготовку беремо з прокату. Ескіз показаний на (рис.11.1)

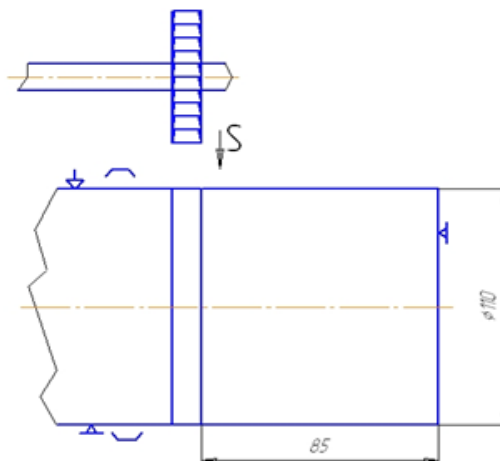


Рис.8.1 Ескіз відрізання заготовки з прокату.

Операція 10.1.Заготовку 110мм, та L=85мм відрізаємо дисковою пилкою h=5 мм. 400 – р6М5 (Рис. 11.1)

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕН НЯ ДЕТАЛІ</b>	<b>200271.КР.03.008 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>58</b>

Розробка плану операцій та опис технологічного процесу. Основою для проектування технологічних процесів (ТП) механічної обробки деталей і складання у вузли та вироби є виробнича програма, робочі креслення виробів і деталей та технічні умови на їх виготовлення.

Технологічний процес, який розробляється, повинен забезпечувати: підвищення продуктивності праці і якості виробу; скорочення матеріальних витрат; зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище; реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

Проектування починається з аналізу вихідних даних для розробки ТП. Необхідно за наявними відомостями про програму випуску і з використанням конструкторської документації на виріб ознайомитися з його призначенням і конструкцією, з вимогами до його виготовлення й експлуатації.

За класифікатором заготовок, методикою розрахунку і техніко-економічною оцінкою заготовок, стандартами і технічними умовами на заготовку та матеріал вибирають вихідну заготовку і методи її виготовлення, дають техніко-економічне обґрунтування вибору заготовки.

Потім вибирають технологічні бази, виконують оцінку точності і надійності базування в залежності від виду технологічного процесу (використовують класифікатори способів базування та існуючі методи вибору технологічних баз).

За документацією типового, групового чи одиничного ТП складають технологічний маршрут обробки, визначають послідовність технологічних операцій, номенклатуру обладнання і склад технологічного оснащення. Важливим етапом є розробка технологічних операцій і розрахунок режимів обробки. На підставі документації типових групових чи одиничних засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення. Для цього використовують стандарти, каталоги, альбоми і картотеки на ЗТО. За методикою розрахунку рахують кілька варіантів вибирають оптимальний ТП.

На заключному етапі розробки ТП на підставі стандартів ЕСТД технологічних операцій і класифікатора операцій складають послідовність переходів, вибирають засоби технологічного оснащення (ЗТО), у тому числі оформляється документація і забезпечується нормоконтроль технологічної документації.

### **Розрахунок припусків**

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується на

$Rz1-1, D1-1, T_{пр}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблювальної поверхні на попередньому ступені її оброблювання;

$E_{y1}$  – похибка установки заготовки на даному ступені оброблювання.

Максимальний припуск на оброблення:

$$2Z_i \max = 2Z_i \min + T_{e-1} - T_e$$

$T_{e-1}$  – допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення;

$T_e$  – допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Номинальний припуск на оброблення поверхонь:

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблювання.

Номинальні припуски служать для визначення сумарного припуску на оброблення поверхонь.

Розрахунок загального припуску кованої заготовки ведемо за найточнішим розміром.

$Rz2, D2, T_{пр2}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення просторових відхилень при чорновій обробці.

$E_{y3}$  – похибка установки деталі під час чистого точіння.  $Rz2=5\text{мкм}$ ,  
 $D2=15\text{мкм}$

Під час оброблення деталі в патроні  $T_{пр2}=0, E_{y3}=0$

$$\text{Тоді } = 2(5+15) = 40\text{мкм}$$

$$= +T_2 - T_3$$

$T_2$  – допуск при чорновому точінні  $T_2=39\text{мкм}$

$T_3$  – допуск при чистовому точінні  $T_3=25\text{мкм}$

$$=40+39-25=54\text{мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

$Rz_1, D_1, T_{пр1}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка при чистовому точінні.

$E_{y2}$  – похибка установлення при чорновому точінні  $T_{пр1}=0, E_{y2}=0$

Тоді  $=2(10+20)=60\text{мкм}, = +T_1 - T_2; T_1=100\text{мкм}$

$$=60+100 - 39=121\text{мкм}$$

Припуск на чорнове точіння

сумарна просторова похибка відливої заготовки.

Для заготовок  $1250\text{ мкм } Rz_0+ D_0=800\text{ мкм}; T_{пр0}=0,8\text{ мм}$

$Rz_0, D_0, T_{пр0}$  – відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і

$E_{y1}$  – похибка установлення при чорновому точінні

Під час установлення деталі в патрон з центром  $E_{y1}=100\text{мкм}$

$$=2(800 + =3212\text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$=47+90,5+3212=3349,5\text{ мкм}$$

Приймаємо  $=4\text{мм}$

Технологічний маршрут виготовлення зірочки.

N Опер. Перех.	Назва операції, переходу	Технологічне обладнання, пристрої, оброблювальний і контрольний інструмент
1	2	3
10  10.1	Заготівельна Установити, закріпити і зняти заготовку (УЗЗ)  Відрізати заготовку з прокату $\varnothing 110 \times 85$	Відрізний верстат Призматичний упор затискач  Дискова пила $h=5$ мм. $\varnothing 400$ – р6М5, контроль Штангельциркуль ШЦ1
20	Штампувальна Відштампувати заготовку	Прес за тех.док. штампувальних робіт

	Токарна	Верстат токарно-гвинторізний 16к20
30.1	УЗЗ Торцювати пов.1 $\varnothing 64$	3-х кулачковий патрон Перехідний відігнутий правий $B * H * L = 16 * 25 * 140$ мм, $\alpha = 8^{\circ} \gamma = 10^{\circ} \varphi = 45^{\circ}$ Т15к6
30.2	Точити пов.2 $\varnothing 60$ на довж.48,7мм.	Штангельциркуль ШЦ1 Різець прохідний упорний правий $16 * 25 \alpha = 8^{\circ} \gamma = 10^{\circ} \varphi = 90^{\circ}$
30.3		Т15к6, ШЦ1
30.4	Торцювати пов.3 $\varnothing 110$ до $\varnothing 60$ Точити пов.5 $\varnothing 107,5$ на довж.16,5	Те саме, ШЦ1. Різець прохідний відігнутий правий $B * H * L = 16 * 25 * 140$ мм, $\alpha = 8^{\circ} \gamma = 10^{\circ} \varphi = 45^{\circ}$ Т15к6
30.5	Зняти фаску $1,6 * 45^{\circ}$ пов.6	Штангельциркуль ШЦ1 Те саме
30.6	Свердлити отвір $\varnothing 33$ пов.7 на довж.	Свердло $\varnothing 33$ Р6М5, ШЦ1
30.7	Зняти фаску пов.3 $3 * 45^{\circ}$	Різець поз. 30.1
	Токарна	Верстат токарно-гвинторізний 16к20
40	УЗЗ	3-х кулачковий патрон, упор
40.1	Торцювати пов.10 $\varnothing 55$ витримавши розмір 82 мм.	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^{\circ}$ Т15к6, ШЦ1
40.2	Точити пов.9 $\varnothing 50$ h9 на довж.18,7 остат.	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^{\circ}$ Т15к6, ШЦ1
40.3	Торцювати пов.8 з $\varnothing 107$ до $\varnothing 50$	Те саме, ШЦ1
40.4		

30.1	Токарна УЗЗ Торцювати пов.1 $\varnothing 64$	Верстат токарно-гвинторізний 16к20 3-х кулачковий патрон Перехідний відігнутий правий $V \cdot H \cdot L = 16 \cdot 25 \cdot 140$ мм, $\alpha = 8^\circ \gamma = 10^\circ \varphi = 45^\circ$ Т15к6
30.2	Точити пов.2 $\varnothing 60$ на довж.48,7мм.	Штангельциркуль ШЦ1 Різець прохідний упорний правий $16 \cdot 25 \alpha = 8^\circ \gamma = 10^\circ \varphi = 90^\circ$
30.3		Т15к6, ШЦ1
30.4	Торцювати пов.3 $\varnothing 110$ до $\varnothing 60$ Точити пов.5 $\varnothing 107,5$ на довж.16,5	Те саме, ШЦ1. Різець прохідний відігнутий правий $V \cdot H \cdot L = 16 \cdot 25 \cdot 140$ мм, $\alpha = 8^\circ \gamma = 10^\circ \varphi = 45^\circ$ Т15к6
30.5	Зняти фаску $1,6 \cdot 45^\circ$ пов.6	Штангельциркуль ШЦ1 Те саме
30.6	Свердлити отвір $\varnothing 33$ пов.7 на довж.	Свердло $\varnothing 33$ Р6М5, ШЦ1
30.7	Зняти фаску пов.3 $3 \cdot 45^\circ$	Різець поз. 30.1
40	Токарна УЗЗ	Верстат токарно-гвинторізний 16к20
40.1	Торцювати пов.10 $\varnothing 55$ витримавши розмір 82 мм.	3-х кулачковий патрон, упор Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ$ Т15к6, ШЦ1
40.2	Точити пов.9 $\varnothing 50$ h9 на довж.18,7 остат.	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^\circ$ Т15к6, ШЦ1
40.3	Торцювати пов.8 з $\varnothing 107$ до $\varnothing 50$	Те саме, ШЦ1
40.4		

40	Токарна УЗЗ	Верстат токарно-гвинторізний 16к20
40.1	Торцювати пов.10 $\varnothing 55$ витримавши розмір 82 мм.	3-х кулачковий патрон, упор Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ$ Т15к6, ШЦ1
40.2	Точити пов.9 $\varnothing 50$ h9 на довж. 18,7 остат.	Різець прохідний упорний правий $\varphi = 90^\circ$ Т15к6, ШЦ1
40.3	Торцювати пов.8 з $\varnothing 107$ до $\varnothing 50$	Те саме, ШЦ1
40.4	Зняти фаску пов.11 $1,6 \cdot 45^\circ$	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ$ Т15к6
40.5	Розточити пов.7 $\varnothing 35$ Н8 остаточно	Розточний різець наскрізний $\varphi = 90^\circ$ Т15к6, калібр пробка
40.6	Зняти фаски $2 \cdot 45^\circ$ в отворі $\varnothing$ 35Н8	Те саме
40.7	Зняти фаску $3 \cdot 45^\circ$ на $\varnothing$ 107,5мм.	Різець прохідний відігнутий правий $\varphi = 45^\circ$
50	Протяжка УЗЗ	Протяжний верстат 7Б55 Оправка, упор
50.1	Протянути шпоночний паз 10N9 на довжину 82мм.	Протяжка 10N9, ХВГ, калібр пробка шпонкова
60	Свердлильна УЗЗ	Свердлильний верстат 2Н125 Кондуктор
60.1	Свердлити отвір під різьбу М8 $\varnothing 6,7$	Свердло $\varnothing 6,7$ нормальної заточки Р6М5
60.2	Нарізати різьбу М8	Метчик М8 – 7Н, калібр пробка Різьбова М8 – 7Н
70	Зубофрейзерна	Горизонтальний фрейзерний верстат 6М82Г

Розрахунок різання токарної операції 30

30.1 Торцювати поверхню 64 мм.

Приймаємо глибину різання 2 мм. Подача  $S=0,4\dots0,5$  мм/об. Приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

де  $T=60$ хв. – стійкість різця

Потрібна частота обертів шпинделя верстата:

Приймаємо  $n=500$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$L=32+2+2=36$  мм.

довжина деталі = 32мм.

=2 – підвід інструменту

- відрізання інструменту

- перебіг інструменту

Основний час на виконання переходу:

Допоміжний час на виконання переходу:

$=0,1 + 0,12 = 0,22$  хв.

=0,1 хв. – допоміжний час, пов'язаний з переходом для поперечного обточування з устаткуванням різця по упору на верстаті з висотою центрів до 200 мм. при автоматичній подачі.

=0,06+0,06=0,12 хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

Перехід 30.2 Точити поверхню 60  $L=48,7$  мм.

Глибина різання:

$$t = \frac{D_{\text{заг}} - d_{\text{дет}}}{2} = \frac{64 - 60}{2} = 2 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $t=2$ мм.

Подача  $S=0,4\dots0,5$  мм/об. Приймаємо  $S=0,5$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} * 2^{0.15} * S^{0.4}} = \frac{177}{60^{0.2} * 2^{0.15} * 0.5^{0.4}} = 180,1 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $n_B=800$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

$$V_d = \frac{\pi * d * n_B}{1000} = \frac{3.14 * 64 * 800}{1000} = 160,7 \text{ м/хв}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L=l_{\text{дет}} + l_1 + l_2 + l_3 = 48,7+2+2=52,7 \text{ мм. Де } l_{\text{дет}}=48,7 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{n_B * S} = \frac{52,7}{800 * 0.5} = 0,13 \text{ хв. } t_2=0,13 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d2} = t_1 + t_2 = 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв.}$$

$t_1=0,11$  хв. – допоміжний час;

$t_2=0,06+0,06=0,12$  хв. – допоміжний час на зміну частоти обертів шпинделя і подачі.

Перехід 30.3 Торцювати поверхню з  $\varnothing 110$  до  $\varnothing 60$ ,  $L=25$ мм.

Приймаємо  $t=2$  мм. (дорівнює припуску)

Подача  $S=0,8\dots1,2$  мм/об. Приймаємо  $S=1$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{C_v}{T^{0.2} * 2^{0.15} * S^{0.4}} = \frac{223}{60^{0.2} * 2^{0.15} * 1^{0.4}} = 128 \text{ м/хв}$$

Потрібна частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $=315$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = 25 + 2 + 2 = 29 \text{ мм. } D_e = 25 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу:  $t = 0,12 \text{ хв.}$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$= 0,1 + 0,12 = 0,22 \text{ хв.}$$

Перехід 30.4 Точити поверхню  $107,5 \text{ l} = 16,5 \text{ мм.}$

Глибина різання:

Приймаємо  $t = 1,25 \text{ мм.}$

Подача  $S = 0,8 \dots 1,2 \text{ мм/об.}$  Приймаємо  $S = 1 \text{ мм/об.}$

Визначаємо швидкість різання:

Потрібна частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $n = 400 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = 16,5 + 2 + 2 = 20,5 \text{ мм. } D_e = 16,5 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$= 0,12 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$= 0,11 + 0,12 = 0,23 \text{ хв.}$$

Перехід 30.5 Зняти фаску  $1,6^*$

Приймаємо глибину різання  $1 \text{ мм.}$

Подача  $S = 0,8 \dots 1,2 \text{ мм/об.}$  Приймаємо  $S = 1 \text{ мм/об.}$

Визначаємо швидкість різання:

Потрібна частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $n = 500 \text{ об/хв.}$

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = 1 + 2 + 1 = 4 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу:  $t = 0,12 \text{ хв.}$

Допоміжний час на виконання переходу:  $0,051 + 0,12 = 0,17$  хв.

Перехід 30.6 Свердлити отвір 33

Розраховуємо глибину різання

Діапазон подачі:  $S=0,27 \dots 0,33$  мм/об. Приймаємо  $S=0,3$  мм/об.

$T=15$  хв. – стійкість свердла.

частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $=315$  об/хв.

Дійсна швидкість свердління:

Розрахункова довжина обробки:

$L=82+3+15=100$  мм.

Основний час на виконання переходу:

Допоміжний час на перехід 20.4  $=0,08$  хв.

Перехід 30.7 Зняти фаску 3\*

Приймаємо глибину різання 1мм.

Подача  $S=0,8 \dots 1,2$  мм/об. Приймаємо  $S=1$  мм/об.

Визначаємо швидкість різання:

Потрібна частота обертів шпинделя:

Приймаємо  $=315$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$L=1+2+1=4$  мм.

Основний час на виконання переходу:

Допоміжний час на виконання переходу:

$=0,05 + 0,12 = 0,17$  хв.

Основний час на токарну операцію:

Допоміжний час на операцію:

Операційний час:  $=1,49 + 0,38 = 1,87$  хв.

Час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

Штучний час становить:

Калькуляційний час на виконання операції при виготовленні однієї деталі:

$n=200$  шт. кількість деталей у партії

Норма виробітку за 1 годину деталей:  $N=30$  деталей.

60. Свердлильна

Перехід 60.1 Свердлити отвір під М8 ( 6,7)

Припуск на оброблення отвору становить половину діаметра свердла:

$$\frac{6,7}{2} = 3,35 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу. Для сталей з Мпа при свердлінні отворів до рекомендуються подачі 0,16...0,2 мм/об. Приймаємо  $S=0,18$  мм/об.

Частота обертання свердла:

Приймаємо  $n=1000$  об/хв.

Дійсна швидкість різання при таких обертах шпинделя:

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = 12,5 + 2 + 4 = 18,5 \text{ мм.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{04} = \frac{L}{n_B \cdot S} = \frac{18,5}{0,18 \cdot 1000} = 0,1 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{d1} = 0,08 \text{ хв}$$

Перехід 60.2 Нарізати різьбу М8-7Н

Глибина буде  $t=8-67/2=0,65$

Подача  $S$  дорівнює кроку різьби = 1,25

Швидкість різання при нарізування різьб становить в межах 3-5м/хв.

Приймаємо 4м/хв.

Потрібна частота обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{d \cdot \pi} = \frac{1000 \cdot 4}{3,14 \cdot 8} = 160 \text{ об/хв}$$

за паспортом  $n=160$  об/хв

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{n_B * S} = \frac{85}{160 * 1.25} = 0,4 \text{ хв.}$$

Розрахункова довжина оброблення для переходу:

$$L = 12,5 + 2 + 28 = 42,5 * 2 = 85 \text{ мм.}$$

Допоміжний час = 0,08 хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_o = \sum_1^i t_o = 0,1 + 0,4 = 0,5 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на операцію:

$$T_d = t_y + \sum_n^i t_d = 0,2 + 0,08 + 0,08 = 0,36 \text{ хв.}$$

= 0,1 хв.-

Операційний час: = 0,5 + 0,36 = 0,86 хв.

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп} = 1,87 + 0,12 = 1,99 \text{ хв.}$$

де = 10 хв. – час на одержання пристроїв і здачу по закінченню роботи.

= 4 хв. - час на налагоджування установлення деталі в пристрої без

кріплення пристрою на столі

$$= 10 + 4 = 14 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

n=200 шт. кількість деталей у партії

Норма виробітку за 1 годину деталей: N= =61 деталь.

70. Зубофрезерна

Глибина різання буде дорівнювати t=9.5 мм.

Вибираємо подачу.

При фрезеруванні прямих зубців циліндричної передачі глибиною 9,5 мм і дисковою модульною фрезою шириною B=10 мм z=20 ( ф=100 мм)

рекомендуються подачі Sz=0.04...0,06 мм/зуб.

Швидкість різання сталі для дискових модульних фрез із швидкорізальної сталі визначається за формулою:

$$V = \frac{77.8 * D_{\phi}^{0.25}}{T^{0.2} t^{0.3} S_z^{0.2} B^{0.1} Z^{0.1}} = \frac{77.8 * 100^{0.25}}{120^{0.2} 4.5^{0.3} 0.06^{0.2} 10^{0.1} 20^{0.1}} = 20 \frac{\text{М}}{\text{ХВ}}$$

T=120 хв – стійкість фрези.

Потрібна частота обертів шпинделя:

$$n_{\text{ш}} = \frac{1000 * V}{d_{\phi} \pi} = \frac{1000 * 20}{3.14 * 100} = 101,5 \text{ об/хв}$$

Із ряду частот шпинделя верстата приймаємо =100 об/хв.

$$V_d = \frac{\pi * D_{\phi} * n_{\text{ш}}}{1000} = \frac{3.14 * 100 * 100}{1000} = 19,7 \text{ М/ХВ}$$

Визначаємо хвилинну подачу:

$$S_{\text{ХВ}} = S_{\text{об}} * n_{\text{В}} = S_z * z * n_{\text{В}} = 0.06 * 20 * 100 = 120 \text{ ММ/ХВ}$$

Із ряду подач верстата приймаємо ближче значення

$$T_0 = t_0 = \frac{L}{S_{\text{ХВ}}} = \frac{81,6}{120} = 0,68 * 36Z_{\text{зірочки}} = 24,48 \text{ хв.} = 120 \text{ ММ/ХВ.}$$

де L – робоча довжина оброблення, 14,6мм

мм – добавка на перехід інструменту з робочою падачею до моменту різання; =64 мм – величина врізання і перебігу фрези.

$$L=14.6+3+64=81.6 \text{ мм}$$

Допоміжний час:

$$t_y = t_{y1} + t_{y2} = 0.49 + 0.08 = 0.57 \text{ хв}$$

на установлення і зняття деталі хв

- допоміжний час безпосередньо на установлення та зняття деталі;

при установленні деталей масою до 5 кг з кріпленням гайкою з допомогою ключа =0,49 хв.

=0,08 хв – додаток на очищення місця установлення деталі від стружки

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, для верстатів з довжиною стола 1250 мм, автоматичним переміщенням, при фрезеруванні фрезою, установленою на розмір, =0,09 хв.

Тоді допоміжний час: =0,57+0,09=0,66 хв \* 36 = 23,76 хв

Оперативний час:  $=24,48+23,76=48,24$  хв.

Калькуляційний час на фрезерування однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 53.34 + \frac{21.7}{200} = 53.44 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 годину деталей:  $N=1,2$  деталей.

Розрахунок точності обробки деталі в кондукторі

При обробці отвору М8JТ4 має бути виконані умови:

$$\frac{1}{K_c} * \sqrt{E_0^2 + E_{вз} + E_n^2 + E_{ni}^2} < 0.2$$

де  $=1$  при свердлінні в кондукторі

- допуск на розмір  $=0,6$  мм.

$E$  – похибка для базування на оправку 35

$$=+0,021+(-0,02)=0,041 =$$

– похибка встановлення та закріплення заготовки  $= 0,02$  мм

– похибка пристрою знаходиться з наступної формули:

$$E_n = E_{n1} + E_{n2} + E_{n3} \dots E_{ni}$$

– похибка розміщення кондукторної втулки відносно оправки (приймаємо 0,01мм на сторону)

- похибка на перпендикулярну ось кондукторної втулки до площини деталі

$$E_{n2} = \frac{l+h}{L} * \alpha = \frac{7+6}{100} * 0.2 = 0.02 \text{ мм}$$

- похибка на швидкозмінну втулку  $= 0$

- ексцентриситет змінної втулки  $= 0$

– похибка інструменту в кондукторі, де втулка на 6,7G7 а свердло 6h9

$$6,7G7=-0.015 \quad 6,7h9=+0.02 \quad +0.02+(-0.015)=0.035\text{мм}$$

Тоді буде  $=0,2$

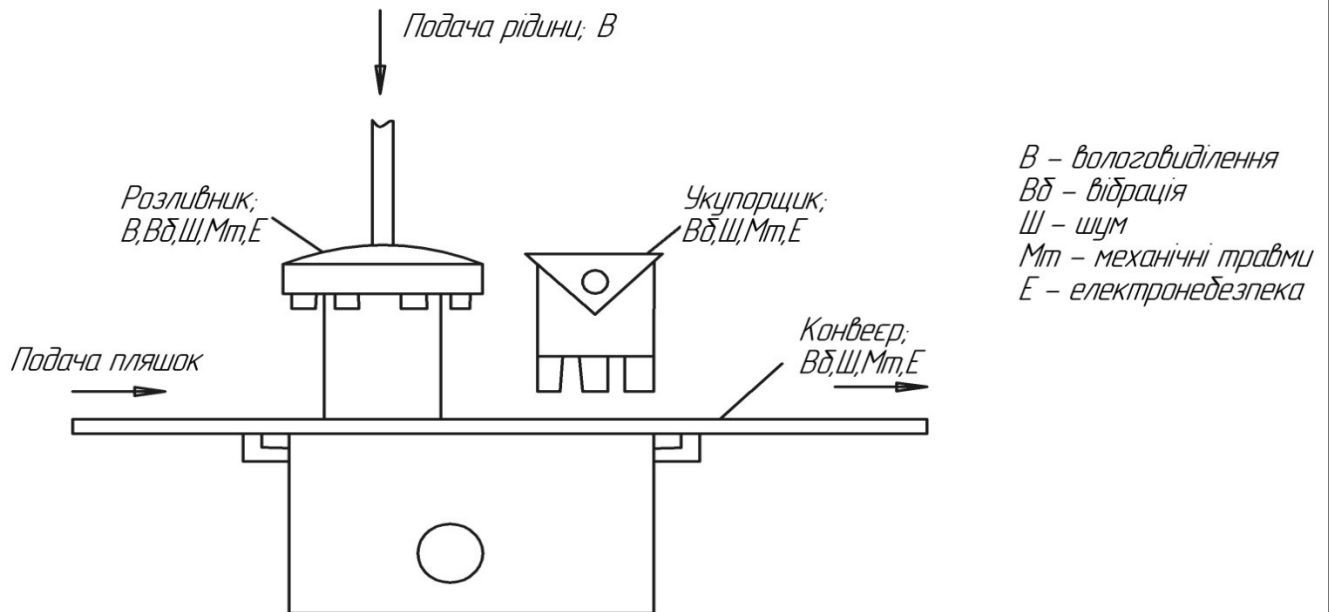
### Висновок

Якщо нерівність виконується, то це означає що допуски і посадки основних розмірів пристрою призначені правильно, розрахунки виконані в відповідності з методикою розрахунку похибки оброблення отвору в кондукторі.

## 9. ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ

### 9.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів.

Усесторонній аналіз виробничих умов експлуатації технологічного обладнання на підприємстві дозволяє виявити небезпечні та шкідливі фактори, що діють при роботі машини для миття та фасування напоїв в КЕГ-бочки /рис.8.1/:



**Рис.9.1** Небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Е -недостатнє природне освітлення, електробезпека

Мп – обертаючі та рухаючі частини конвеєра, автомату розливу та укупорки /механічні травми/

В - підвищена вологість

Ш- підвищений рівень шуму

Вб - вібрація

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>	Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ОБЛАДНАННЯ	<b>200271.КР.03.009 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>74</b>

## 9.2 Робоча зона та метеорологічні умови

З метою охорони здоров'я працівників, підвищення їх працездатності важливо забезпечити стабільні метеорологічні умови по ГОСТ 12.0.005-84 ССБТ.

У поняття метеорологічні умови повітряного середовища відносять: відносна вологість; температура; швидкість руху повітря; інтенсивність теплового опромінення.

Норми мікроклімату, за якими повинно експлуатуватися обладнання, встановлюються в залежності від періоду року та категорії робіт. Так, періоди року поділяються на теплий і холодний (середньодобова температура  $> +10$  °С та  $< -10$  °С відповідно до сезону).

У приміщенні, де розташовується технологічне обладнання, дозволяються наступні параметри:

Таблиця 9.1

### Норми мікроклімату

Ділянка виробництва	Професія	Категорія	Допустимі умови		
			Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с (не більше)
Цех розливу	Оператор	ІІа	17...23	75	0,4

За практичними результатами вимірювання на робочому місці оператора машини розливу напоїв по факту спостерігається:

- температура повітря 17 °С;
- відносна вологість 50 %;
- швидкість руху повітря 0,1 м/с.

Значення параметрів, що виміряні, у порівнянні із допустимими бачимо, що вони знаходяться в межах норм. Отже до погіршення самопочуття, передчасної втоми працюючих, а також до зниження їх працездатності вони не призводять.

### **Вентиляція**

В цеху лінії розливу напоїв використовують загальнообмінну систему вентиляції.

Загальнообмінні системи вентиляції призначені для здійснення вентиляції в приміщенні в цілому або на значній його частині.

### **Шум та вібрація від роботи обладнання**

Виробниче обладнання цеху розливу є джерелом підвищеного шуму та вібрації. Усе технологічне обладнання розташоване усередині приміщення.

Зниження шуму та вібрації від працюючого обладнання досягається встановленням обладнання на віброопорах.

По ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ та ГОСТ 12.1.012-90 рівень шуму повинен складати 80дБ, а фактично є 85дБ. Заходи по боротьбі із вібрацією та шумом можливо розділити на: організаційні та технічні.

Організаційні заходи:

- заходи по обмеженню несприятливого впливу вібрації на працюючих:
- зменшення вібрації у джерелі її виникнення за допомоги конструктивних та технологічних методів
- ; зменшення вібрації на шляху розповсюдження засобами віброізоляції та вібропоглинання /за рахунок застосування спеціальних сидінь, площадок з пасивною пружинною ізоляцією, гумових, поролонових та інших поглинаючих вібрацію настилів, мастик тощо/;
- своєчасне проведення ремонту машин;
- використання машин у відповідності з їх призначенням,
- виключення контакту обслуговуючого персоналу з вібруючими поверхнями .

Також головними напрямками боротьби із шумом, його послаблення - є ліквідація безпосередньо в джерелі утворення. Використання індивідуальних засоби захисту від шуму: засоби захисту рук, ніг та тіла.

### **Освітлення**

При експлуатації обладнання використовується природне та штучне освітлення. Допустиме значення освітленості за ДНБ В.2.5-28-2006 становить – 0.8%, а виміряне – 0.4% .

Освітлення природне здійснюється комбіновано (верхнє та бічне).

Освітлення штучне - за допомоги люмінесцентних ламп типу ЛСП-18.

Люмінісцентні лампи наряду із недоліками мають певні переваги: високу світлову віддачу, яка досягає 76 лм/Вт; значний термін служби; різний спектральний склад світла; а також незначний нагрів ламп тощо.

У верхній зоні приміщення розташовується загальне освітлення. На підприємстві передбачено також аварійне освітлення.

Таблиця 9.2

### **Норми на освітлення**

Приміщення	Професія	Характеристика зорової роботи	Розряд зорової роботи	Під розряд зорової роботи	Освітлення лк (штучне освітлення)
цех розливу напоїв	Оператор	Малої точності	V	B	100/150

### **Електробезпека**

Цех розливу напоїв відноситься до категорії «Д» по електробезпеці згідно з ПУЕ , а по відношенні ураження людей електричним струмом до приміщень з підвищеною небезпекою.

При експлуатації та технічному обслуговуванні електрообладнання користуються захисними засобами: ізольованими кліщами, діелектричними рукавицями, заземленими дротами. Обов'язкове використання попереджувальних

плакатів. Їх поділяють на 4 групи: забороняючі, застерігаючи, дозволяючи, нагадуючи.

### **Техніка безпеки при обслуговуванні обладнання**

Конструкція обладнання не повинна ускладнювати вивантаженню та повного видалення продукту, його санітарній обробці, повинна забезпечувати безрозбірну мийтку та виключати можливість утворення застійних зон.

Всі рухомі та обертові частини обладнання повинні бути огорожені з метою можливого травмування обслуговуючого персоналу.

Ємкості, що призначені для рідких, пастоподібних та сипких продуктів фасувально-пакувальних машин повинні мати пристрої, які виключають їх переповнення.

Місця заповнення машини сировиною, тари продуктом повинні бути обладнані запобіжними пристроями ґратами, що виключають можливість падіння людей у бункери.

Зони, що призначені для заупорки повинні бути огорожені суцільним кожухом з бічних сторін та знизу. Технологічне обладнання лінії розливу у пляшки повинно мати пристосування для ручної зупинки та блокування, які забезпечують зупинку усєї лінії розливу при заклинюванні пляшок на конвеєрах та турнікетних зірочках.

### **Пожежна безпека**

Приміщення цеху розливу напоїв за ступенем небезпеки відносяться до категорії “Д” згідно з НАПБ Б.03.002-2007UA.

Таблиця 9.3

Відділення	Категорія приміщень по вибухопожежонебезпеці	Х-ка приміщення по ПУЕ
цех розливу напоїв	Д	Вологе

В цеху розливу напоїв обов’язкове оснащення вогнегасниками: вуглекислотними – ОУ-2, ОУ-3, ОУ-5; порошковими – ОПУ-2, ОП-100.

У цеху також є пожежні крани - трубопровід діаметром 2 дюйми і довжиною рукава пожежного шлангу 20м.

На обслуговуючий персонал діють такі негативні фактори (виробничі шкідливості):

- **шкідливі:** шум, вібрація, вологовиділення, можлива недостатня освітленість робочих місць;
- **небезпечні:** електробезпека, безпека механічних травм.

### **Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів**

#### **-мікроклімат;**

Як ми бачимо на схемі працівники піддаються впливу різного роду факторів, які негативно впливають на їх організм, а тому законодавством передбачені і встановлені норми.

Людина під час праці витрачає енергію, яку накопичив її організм, за рахунок їжі. Інтенсивність витрат залежить від характеру та інтенсивності праці, а також від оточуючого середовища, в першу чергу, від стану повітря в приміщенні, який називається метрологічними умовами.

Метрологічні умови виробничих приміщень визначаються такими параметрами: температурою повітря в приміщенні С; відносною вологістю повітря, %; рухливістю повітря, м/с; тепловим випромінюванням Вт/м<sup>2</sup>.

Оптимальні і допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні виробничого приміщення оператора.

Період року	Температура, С		Відносна вологість, %	Швидкість руху, м/с
	допустима		допустима на	допустима на
	верхня границя	нижня границя	робочому місці постійному	робочому місці постійному і
	на робочому місці			

	постійному	непостійному	постійному	непостійному	непостійному, не більше	непостійному, не більше
холодний	25	26	20	17	75	Не більше 0,2
теплий	28	30	22	20	60 (при 27 С)	0,1...0,3

### **-вентиляція виробничого приміщення;**

Для підтримання необхідної температури, вологості і швидкості переміщення повітря, ступеню його чистоти у відповідності з санітарними нормами, застосовують вентиляцію. В нашому випадку використовують витяжну вентиляцію. Роботу системи вентиляції необхідно регулярно контролювати і при необхідності ремонтувати, очищувати повітроводи. При цьому враховують, що санітарно-гігієнічна ефективність вентиляційних установок залежить від пори року.

Вентиляція повітря зони цеху повинно відповідати ГОСТ12.100-76 СС Бт. В цеху передбачена витяжна вентиляція з механічним та природнім рухом повітря. Витяжна вентиляція служить для вловлювання шкідливих речовин безпосередньо в зоні їх виділення, а припливна вентиляція призначення для нагнітання свіжого повітря в робочі зони. Припливно-витяжна вентиляція діє за допомогою механічних збудників руху повітря – вентиляторів (механічна вентиляція).

### **-освітлення;**

Раціональне освітлення виробничого приміщення сприяє зменшенню зорової та загальної втоми, а також травматизму.

Освітлення в цеху комбіноване. Частина світла потрапляє через вікна, а частина (штучне) використовується в денні часи і в нічний час, як додаткове. Для освітлення побутових приміщень використовують лампи накаливання, а для освітлення цеху розливу використовують світильники типу ЛСП-2-40-У4 з люмінесцентними лампами типу ЛБ-40.

Виробниче освітлення в приміщенні повинно відповідати таким нормам:

- для природного освітлення КПО становитиме 2.7 % (для пакувального обладнання);

- для штучного освітлення освітленість становитиме (100-150) лк.

Крім робочого освітлення передбачене аварійне освітлення, світильники якого повинні бути включені на протязі всього часу горіння робочого освітлення і мали відмітні знаки. Аварійне освітлення необхідне для

продовження роботи і повинно забезпечувати на робочих місцях не менше 5% освітленості від встановлених норм при системі загального освітлення. Аварійне освітлення для евакуації людей повинне забезпечувати освітленість на полу основних проходів і на сходах в приміщенні не менше 5 лк.

#### **Аварійне освітлення**

Аварійне освітлення використовується для забезпечення безпечного перебування обслуговуючого персоналу в відділенні, а також для евакуації людей в випадку відключення робочого освітлення. Аварійне освітлення підключено на протязі всього робочого часу праці робочого освітлення, так як необхідна освітленість в приміщенні досягається при одночасній роботі робочого і аварійного освітлення.

Ремонтне освітлення - для проведення ремонту обладнання використовується сітка ремонтного освітлення, з напругою 36 В.

#### **- шум, вібрація;**

Систематична дія виробничих шумів і вібрацій на робітників призводять до зниження продуктивності їх праці, різних важких захворювань. В зв'язку з цим особливу увагу звертають на боротьбу із шумом та вібраціями. При роботі машини шум і вібрація є шкідливими чинниками, які впливають на обслуговуючий персонал.

Машина не потребує постійного ручного керування або безпосереднього контакту з людиною. Вона створює загальну технологічну вібрацію, що передається на фундамент, раму або на підлогу, а через підлогу діє на людину.

Найбільш раціональним методом боротьби з шумом є зменшення його в джерелах виникнення. З цією метою приймаються наступні заходи:

- по можливості замінюються ударні взаємодії деталей на безударні;
- звукоізоляція огорожуючих конструкцій;
- своєчасна заміна підшипників;

Еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску на робочих місцях в активних полосах частот повинні бути в допустимих межах (за ГОСТ 12.1.003 - 86)

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання даної кваліфікаційної роботи здійснений глибокий аналітичний огляд технічних та технологічних рішень процесу миття та одночасного фасування напоїв у КЕГ-бочки. Виявлені певні недоліки в роботі існуючого обладнання та було запропоновано технічне рішення по удосконаленню роботи машини «Transomat» для фасування пива в КЕГ-бочки. Так, було встановлено, що не повністю використовуються миючі розчини, є місце його перевитрат та витрат додаткової теплоти на нагрів миючих розчинів. З метою усунення виявлених недоліків в роботі машини «Transomat» запропоновано модернізацію машини для фасування пива в КЕГ-бочки. Суть модернізації полягає в удосконаленні існуючої конструкції очисної головки, призначеної для миття, а саме додаванні до неї розподільної трубки. Це значно збільшить економічність використання миючих розчинів та води, дозволить повторно використовувати миючий розчин після внутрішньої мийки для зовнішнього миття КЕГ-бочок. Раніше цього не використовували.

Під час виконання кваліфікаційної роботи проведені усі необхідні розрахунки, викладені основні питання щодо монтажу та технічного сервісу обладнання. Висвітлені основні питання техніки безпеки при експлуатації обладнання, системи керування та виготовлення

Результати кваліфікаційної роботи можуть бути рекомендовані до впровадження у пивоварну галузь промисловості.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа			
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва <b>ВИСНОВКИ</b>	<b>200271.КР.03.010 ПЗ</b>				
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>83</b>	

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. та інші. За ред.. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с..
2. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2004.-288 с.
3. Соколенко А.И. Справочник специалиста пищевых производств. Книга 1. Механика -К.: АртЭк , 2001.-304 с.
4. Розрахунки обладнання підприємств харчової і переробної промисловості: // Мирончук В.Г, Орлов Л.О, Українець А.І. та ін. Вінниця, 2004 – 286 с.
5. Федоткин И.М. и др. Оптимизация выпарного оборудования / И.М. Федоткин, В.А. Кравченко, В.А. Саввич. – К.: Техніка, 1985 – 150 с.
6. Украина: энергосбережения в пищевой промышленности / М. Василенко, М.А. Масликов, Н.А.Грядов и др. – К.: Энергетический центр, 1997 – 100 с.
7. Основы конструирования, расчета на прочность узлов и деталей. Основы надежности и долговечности. / Топтуненко Е.Т. –К.: изд-во «Вища школа» –1974 – 220 с.
8. Проектирование процессов и аппаратов пищевых производств. Под редакцией В.И. Стабникова – К.: «Вища школа» Головне видавництво, 1982 – 199 с.
9. Мирончук В.Г. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання харчових виробництв. Курс лекцій для студ. спец. 6.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заоч. форми навчання. – К.: НУХТ 2007– 118 с.

Відповідальна організація <b>НУХТ</b>	Технічне узгодження <b>Удодов С.О.</b>	Вид документа <b>Пояснювальна записка</b>		Статус документа		
Власник документа <b>Кафедра МАХФВ ОХ-4-2</b>	Розробник документа <b>Біленко Ю.Д.</b>	Назва, додаткова назва  <b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ</b>	<b>200271.КР.03.011 ПЗ</b>			
	Документ затверджено		Інд. змін.	Дата видання	Мова <b>UA</b>	Аркуш <b>84</b>

10. Справочник механика пищевой промышленности. / А.И. Соколенко, А.И. Украинец, В.Л Яровой и др. Под ред. А.И. Соколенко – К.: Арт Эк. 2004 – 304 с
11. Методичні вказівки до виконання дипломного та курсового проекту (роботи) зі спеціальності 6.091700 та 7.091722 «Технологія харчових продуктів оздоровчого та профілактичного харчування» для студентів денної форми навчання. / Уклад. Українець А.І., Сімахіна Н.Е. і інш. – К.: НУХТ, 2004 – 55 с.
12. Дейниченко Г.В., Черевко О.І., Власова Н.О та ін. Дипломне проектування: навчальний посібник, Луганськ: вид-во СНУ ім.. В. Даля, 2004 – 256 с. ISBN 966-590-507-4
13. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проектів: Навч. посібник для студентів вищих навчальних закладів. – К.: НОРІТА-ПЛЮС, 2006 – 280 с.
14. Практикум з ремонту машин: / Сідашенко О.І., Скобло Т.С., Войтов В.А. та ін. / За ред. О.І. Сідашенко. - Харків: ХНТУСГ, 2007. - 415 с.
15. Коваленко І.В. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних виробництв: навчальний посібник. К.: ,2011. 580 с.
16. Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості [Текст]: підручник / С. Т. Стасевич, А. О. Милянч, Л. С. Стрельников та ін. ; Нац. ун-т "Львів. політехніка", Нац. фармац. ун-т. Львів: Новий світ-2000, 2017. 500 с.
17. Обладнання технологічних процесів фармацевтичних та біотехнологічних виробництв: навч. посібник для студ. вищ. навч. заклад. /

М.В. Стасевич, А.О. Милянч, І.О. Гузьова та ін. Вінниця : Нова Книга,  
2012. 408 с.: іл.

18. Сидоров Ю.І., Чуєшов В.І., Новіков В.П. Процеси і апарати  
хімікофармацевтичної промисловості. Навч посібник для фарм і хім спец.  
ВНЗ: Рекомендовано МОН . Вінниця: Нова Книга, 2019. 816 с.
19. <http://www.statlab.kubsu.ru/node/4>