

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

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інститут харчових
технологій ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра _Машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв**

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ **Сергій БЛАЖЕНКО**
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ **Олександр ГАВВА**
(підпис) (ім'я та прізвище)

« ___ » _____ 2024р.

« ___ » _____ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВР**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних
виробництв

на тему: «Модернізація машини для фасування та укупорювання газованих
напоїв у ПЕТ-пляшки місткістю 0,5-2,0 л з метою розширення асортименту
продукції»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЗОХ-5-2

Павленко Євгеній Андрійович

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ - 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*

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Олександр ГАВВА

“ ___ ” _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Павленко Євгеній Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи *Модернізація машини для фасування та укупорювання
газованих напоїв у ПЕТ-пляшки місткістю 0,5-2,0 л з метою розширення
асортименту продукції*

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від “08” *листопада* 2023 року № *917-кв*

2. Строк подання здобувачем роботи *01 лютого 2024 р.*

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
*анотація, зміст; вступ, аналіз існуючого обладнання аналогічного
призначення, техніко-економічне обґрунтування, характеристика вихідної
сировини і готового продукту; опис запропонованого технічного рішення,
принцип роботи, розрахункова частина, вибір конструкційних матеріалів,
технологічний маршрут виготовлення деталі, вимоги щодо монтажу,
експлуатації, ремонту, опис системи управління, заходи щодо охрони праці,
екології; загальні висновки, список використаної літератури, специфікація*

5. Перелік графічного матеріалу

*Загальний вигляд машини для фасування та укупорювання газованих напоїв,
деталювання машини для фасування та укупорювання газованих напоїв.*

6. 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>		

7. Дата видачі завдання 9 листопада 2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація, зміст</i>	<i>15.11.23</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Вступ</i>	<i>20.11.23</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення</i>	<i>05.12.23</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Техніко – економічне, соціальне обґрунтування</i>	<i>10.12.23</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Характеристика вихідної сировини і продукту</i>	<i>15.12.23</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип дії модернізованого обладнання.</i>	<i>20.12.23</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Підбір конструкційних матеріалів</i>	<i>25.12.23</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>10.01.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Розрахунок технології виготовлення окремих деталей</i>	<i>15.01.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Правила монтажу, експлуатації та ремонту обладнання</i>	<i>18.01.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Система управління</i>	<i>20.01.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Охорона праці</i>	<i>24.01.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Охорона довкілля</i>	<i>24.01.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновки</i>	<i>26.01.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>28.01.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Графічна частина: 15 аркушів</i>	<i>28.01.24</i>	<i>Виконано</i>
17	<i>Подача КР на кафедру</i>	<i>01.02.24</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Євгеній Павленко

(ім'я та прізвище)

Сергій Удодов

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Існуюча практика роботи вітчизняних підприємств, розливу та фасування безалкогольних напоїв в діючих умовах свідчать про необхідність суттєвої модернізації технологічного обладнання, удосконалення технології. Мета цих заходів - підвищити ефективність діючого виробництва та отримати стабільний якісний продукт. Це є актуальним питанням сьогодення сучасного вітчизняного виробництва безалкогольних напоїв.

З цією метою дипломним проектом запропонована модернізація фасувально-укупорювальної машини для газованих рідких напоїв у ПЕТ-пляшки місткістю 0,5-2,0л. Досягти це запропоновано технічним рішенням - переналаштуванням наливних асептичних кранів. Дане технічне рішення дозволить розширити асортимент продукції, що випускається у новій та більш зручній споживачій тарі. Це можливо здійснити при невеликих витратах та деяких конструктивних змінах в обладнанні. В кінцевому випадку отримаємо також збільшення випуску продукції, а відповідно і отриманню прибутків підприємства.

Дипломний проект складається з пояснювальної записки на с. та листів графічної частини.

У текстовій частині пояснювальної записки дипломного проекту наведений глибокий аналітичний огляд стану технологічних та технічних рішень процесу розливу та фасування рідких газованих напоїв, також проведено техніко-соціальне обґрунтування проекту, здійснені усі необхідні розрахунки стосовно розробки обладнання; також висвітлені основні питання монтажу та технічного сервісу обладнання та техніки безпеки при експлуатації обладнання.

Ключові слова: безалкогольні напої, розлив, фасування, тара, обладнання.

Keywords: soft drinks, bottling, packaging, packaging, equipment.

ANNOTATION

The current practice of domestic enterprises, bottling and packaging of soft drinks in the current conditions indicates the need for significant modernization of technological equipment and improvement of technology. The purpose of these measures is to increase the efficiency of the existing production and to obtain a stable, high-quality product. This is an urgent issue for the modern domestic production of soft drinks. To this end, the diploma project proposes the modernization of a filling and capping machine for carbonated liquid beverages in PET bottles with a capacity of 0.5-2.0 liters. This is achieved by a technical solution - reconfiguring the aseptic filling taps. This technical solution will allow expanding the range of products in new and more convenient consumer packaging. This can be done at low cost and with some design changes in the equipment. In the end, we will also get an increase in production output, and, accordingly, in the company's profits. The diploma project consists of an explanatory note on p. and graphic sheets. The text part of the explanatory note of the diploma project provides an in-depth analytical review of the state of technological and technical solutions for the process of bottling and packaging of liquid carbonated beverages, as well as a technical and social feasibility study of the project, all the necessary calculations for the development of equipment; also covers the main issues of installation and maintenance of equipment and safety during operation of equipment.

Keywords: soft drinks, bottling, packaging, packaging, equipment



ЗМІСТ

Вступ.....	3
1. Сучасний стан технічних та технологічних рішень процесу дозування та фасування рідких газованих напоїв.....	5
1.1 Теоретичні аспекти проведення процесу дозування та фасування ...	6
1.2 Огляд існуючого обладнання для розливу в пляшки	12
1.3 Опис апаратурно-технологічної схеми	21
2. Техніко-соціальне обґрунтування.....	25
3. Опис будови та принципу роботи обладнання, що пропонується до модернізації	26
4. Розрахункова частина.....	29
4.1 Визначення та розрахунок основних показників та параметрів дозуючого апарату розливу тихих напоїв.....	29
4.2 Визначення та розрахунок основних конструктивних параметрів приводу каруселі	31
4.3 Розрахунок клинопасової передачі	37
4.4 Визначення та розрахунок дозувального пристрою фасування рідких харчових продуктів з короткою трубкою	40
4.5 Визначення та розрахунок поплавкового пристрою витратного резервуару	41
4.6 Розрахунок кількості дозаторів та параметрів фасування напої	42
4.7 Визначення, вибір та розрахунок пневмоциліндрів	42
5. Монтаж та технічний сервіс обладнання.....	47
6. Система керування	54
7. Техніка безпеки при експлуатації обладнання	58
7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів	58
7.2 Робоча зона та метеорологічні умови	59

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Удобов С.О.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Павленко Є.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> Модернізація машини для фасування та укрупнювання газових напоїв у ПЕТ-пляшки місткістю 0,5-2,0 л з метою розширення асортименту продукції	212085.ДП.000010.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габба ОМ		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 1

8. Технологія машинобудування.....	64
8.1 Призначення деталі	64
8.2 Вибір заготовки	65
8.3 Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі	65
8.4 Розрахунок припусків	70
Висновки.....	72
Список використаної літератури.....	73

Додатки (креслення):

1. Технологічна схема виготовлення безалкогольних напоїв;
2. Кондуктор;
3. Розливний дзвіночок;
4. Коса пляшка;
5. Зірочка;
6. Регулювання по висоті;
7. Регулювання такту;
8. Ополіскувач;
9. Привід;
10. Розливна карусель;
11. Заторний стіл;
12. Схема автоматизації;
13. Загальний вигляд;
14. Наливний вентиль;
15. Ливарна–Токарна–Свердлильна.

ВСТУП

Безалкогольні напої є розповсюдженими та популярними серед широких верств населення у всьому світі. Їх асортимент постійно розширюється, у т.ч. останнім часом за рахунок використання нових, нетрадиційних видів сировини та різних харчових добавок. Все це надає напоям специфічного смаку, підвищує їх привабливість та стійкість. Розрізняють наступні напої: рідкі - прозорі та замутнені та концентрати напоїв. Останні представлені, як правило, у споживчій тарі. Рідкі напої за ступенем насичення CO₂ поділяють на: негазовані, слабогазовані, середньогазовані та сильногазовані. За способом обробки напої класифікують: на непастеризовані та пастеризовані; із застосуванням та без застосування консервантів; а також на напої холодного та гарячого розливу.

На сьогоднішній день випуск газованої солодкої води складає до 40% від загального його об'єму. Однак, останнім часом спостерігається тенденція зменшення частки солодких газованих напоїв. В той же час випуск мінеральної води і соків постійно зростає. За підсумками ринку споживання напоїв – на мінеральну воду припадає орієнтовно 40% від усього продажу напоїв, соків відповідно -18%.

Населення України, останнім часом, все більше прагне до здорового способу життя, а отже – і споживання мінеральної води та соків.

Основні виробники безалкогольної галузі промисловості:

Компанія "**Вітмарк-Україна**" - один із найпотужніших підприємств України по випуску соків, нектарів, напоїв, у т.ч. для дитячого харчування. За тридцять років свого існування компанія "Вітмарк-Україна" збільшила свою долю на ринку напоїв України до 30%. Сьогодні "Вітмарк-Україна" виготовляє напої під такими відомими брендами, як "Наш Сік", "Соковита". Jaffa, "Чудо Чадо" та Aquarte.

Компанія Coca-Cola /США/ - найбільший у світі виробник і постачальник концентратів, сиропів та безалкогольних напоїв. Найпопулярнішим продуктом є напій Coca-Cola. Компанія також дотична до випуску відомих брендів - BonAqua, Sprite, Fanta, Schweppes, Nestea)

ПрАТ «Оболонь» — потужний національний виробник пива, безалкогольних та слабоалкогольних напоїв, мінеральної води.

Компанія «Біола». Асортимент її продукції широко відомий на вітчизняному ринку напоїв : вода «Знаменівська», «Каліпсо» : газована та негазована. Також велику популярність здобули напої : «Соки Біола»: ананас, абрикос, банан-полуниця, апельсин, алича-яблуко, апельсин-манго, банан-лимон-манго, вишня, виноград лісова ягода, білий та червоний виноград, чорна смородина, томат , яблуко, мультивітамін, овочевий, персик.

Від компанії «Біола» широко відомі соковмісні напої : «Прем'єра Лимон», «Прем'єра Айва-Персик» «Прем'єра Ананас», «Прем'єра Тропік», «Прем'єра Апельсин», «Прем'єра Айва-Виноград» об'ємом 2; 1; 0,5 літри ; тонізуючі ферментовані напої типу Комбуча об'ємом 2; 1; 0,5 літри ;«Квас», «Айсі-Кола» і «Квейк».

Виробники безалкогольних напоїв впевнено почуваються на вітчизняному ринку напоїв, суттєво потіснивши закордонних виробників. Частка останніх на сьогоднішній день становить менше 3%, серед яких в основному продукція із Грузії на долю якої припадає порядку 92% ввезеної продукції: ««Боржомі» та Нарзан».

1 СУЧАСНИЙ СТАН ТЕХНІЧНИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРОЦЕСУ ДОЗУВАННЯ ТА ФАСУВАННЯ РІДКИХ ГАЗОВИХ НАПОЇВ

При проведенні процесів дозування та фасування рідкої газованої продукції у споживчу тару необхідно, щоб були забезпечені відповідні умови. Останні повинні гарантувати збереження специфічних властивостей напою. Останні різноманітні за своїми хімічними та фізичними властивостями, такими як здатність до спінування, в'язкість тощо. Тому, на практиці для дозування і фасування газованих напоїв використовуються різноманітні конструкції вищезначених пристроїв за своїми технологічними та конструктивними ознаками.

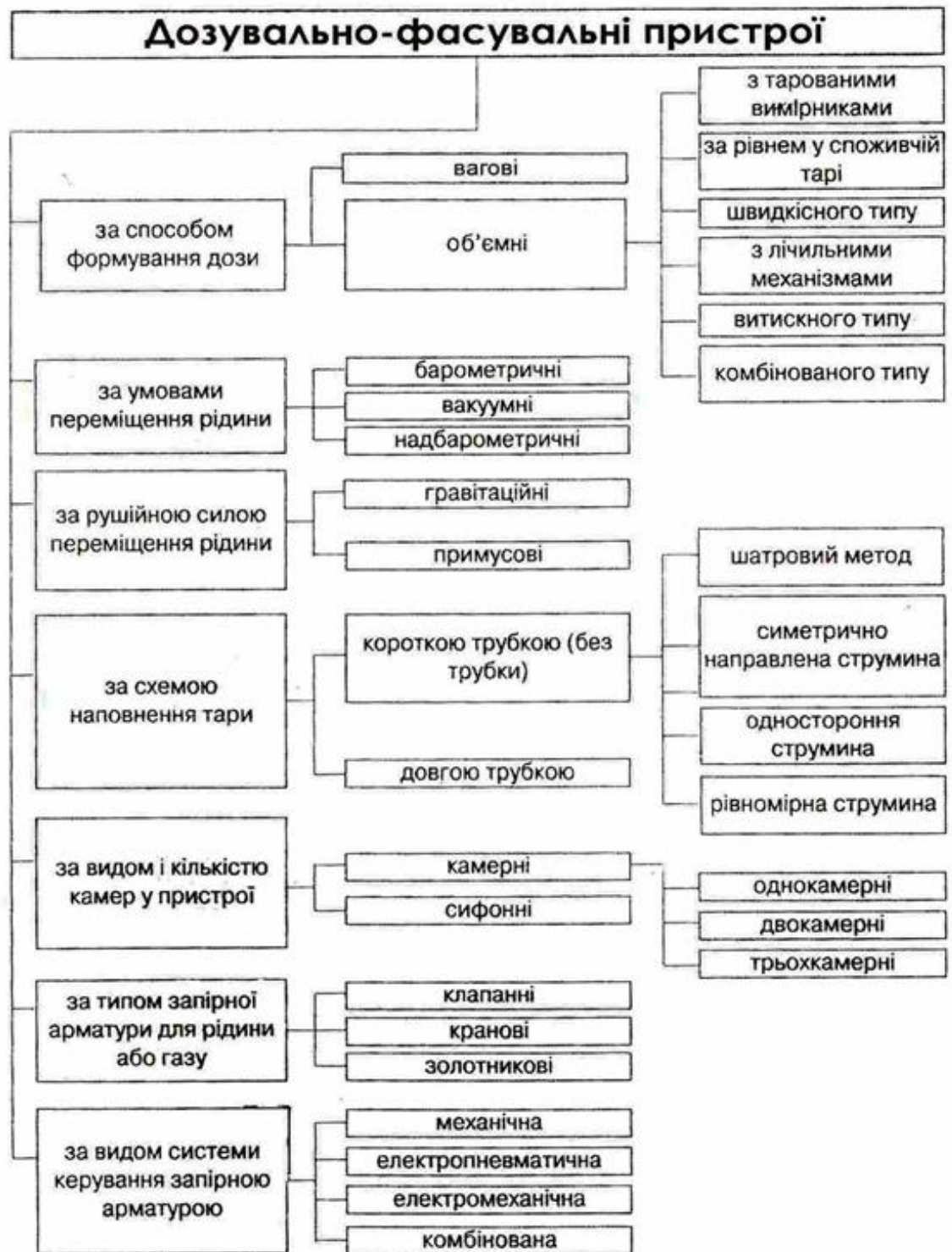
Фасування сьогодні здійснюють у різноманітну споживчу тару - жерсть, скло, полімерні та комбіновані матеріали. Все це призвело на практиці до створення і відповідного спектру фасувальних пристроїв. Останні систематизують за характерними ознаками /табл.1/. В залежності від конструкції машини вони можуть бути: з ручним, напівавтоматичним та автоматичною системою керування. На підприємствах невеликої потужності (до 500 уп/ год) використовуються з ручним керуванням. В їх склад, як правило, входить витратний резервуар та 1-2 пристрої для дозування та фасування. Обладнання з напівавтоматичною системою керування мають у своєму складі конвеєри подачі і відведення тари, а також іноді і підйомно-опускні столики. У поточковій лінії автоматичної дії входять пристрої подачі тари, пакувального матеріалу, орієнтування та переміщення тари до фасувально-дозувального пристрою, а також витратні резервуари тощо.

1.1 Теоретичні аспекти проведення процесу дозування та фасування

Запропоновано наступну класифікацію пристроїв дозування і фасування рідкої продукції (табл. 1).

Таблиця 1

Класифікація дозуючо-фасувальних пристроїв рідкої продукції



Формування дози рідкої харчової продукції у споживчу тару здійснюється, як правило, об'ємним способом. Ваговий спосіб використовують основним чином під час фасування рідин у транспортну тару та спеціальні контейнери. Об'ємний спосіб дозування - поділяють на спосіб, що формується безпосередньо в тарі, а також на спосіб, що формується в мірниках чи за допомоги лічильників. Дозування за рівнем у споживчій тарі відноситься спосіб формування дози, що обумовлюється геометричними розмірами упаковки, що виготовляється. В обох випадках точність дозування залежить від стабільності внутрішніх розмірів упаковки. Спосіб дозування за рівнем використовується тільки для жорсткої і напівжорсткої споживчої тари- скляних пляшок, жерстяних банок.

Фасувальні пристрої для рідини, що працюють за рівнем, виконані у вигляді сифону та складаються з однієї, двох або трьох камер. У пристроях з однією камерою тиск у просторі над рідиною витратного резервуару та у споживчій тарі перед її фасуванням однаковий. В той же час у пристроях двох- та трьох камерних спостерігається перепад тиску. Пристрої з однією камерою використовуються в наступних випадках: для барометричного фасування, фасування з низьким вакуумом, надбарометричного фасування. Інші конструкції пристроїв - дво- та трикамерні, використовують для вакуумного (низького чи високого вакуума) або надбарометричного фасування.

До іншого типу об'ємного способу відноситься дозування із застосуванням тарованих мірників, також пристроїв швидкісного та із лічильними механізмами. Мірники за конструкцією та за станом дозування поділяються на нерухомі та рухомі. Пристрої, що знаходяться у середині витратного резервуару чи зовні, мають кранову або клапанну запірну арматуру. Надходження продукції у тару здійснюється під дією робочого органу (поршня) або під дією гравітаційних сил. Швидкісні пристрої або часового типу формування дози можуть працювати в процесі гравітаційного

переміщення рідини за сталим стовпом рівня рідини, або за сталим гідростатичним перепадом тиску. У даних пристроях витрати рідини підтримуються з достатньо високою точністю.

Різноманітні також пристрої з лічильними механізмами. На практиці існують механічні та електромеханічні лічильні механізми. Однак, внаслідок високого ступеню зношеності деталей цих механізмів та їх вплив на точність дозування рідини, широкого застосування в практиці розливу вони не набули. На основі високих технологій розроблено нову високоточну лічильну систему — волюметричну / магнітно-індуктивний витратомір/. Також, спеціалістами інституту проблем керування ім. В. А. Трапезникова розроблено систему, що фіксує об'єм дози продукції в тарі тензометричним датчиком рівня. Дана система заснована на принципі вільного /чи напірного/ переміщення рідини в тару з витратної ємкості. В деяких технологіях фасування рідин, де потрібно дотриматися асептичних умов, використовують комбінований спосіб дозування який передбачає розлив спочатку за рівнем, а потім контроль за об'ємом. Але дані системи дозування досить складні конструктивно. Тому їх використовують у високопродуктивних лініях.

Принцип, конструкція фасувальних пристроїв може бути барометричною, вакуумною та надбарометричною.

При барометричному фасуванні переміщення продукції із фасувального пристрою до витратного резервуару відбувається за нормального тиску в полі дії гравітаційних сил. Даний спосіб фасування називають ізобаричним. Таким способом фасують напої, що не є газованими (вино, молоко, рослинну олію, соки тощо). Під час барометричного фасування формування дози продукції здійснюється за об'ємом, або за рівнем. Фасування вакуумне існує двох типів: перший — розрідження створюється у тарі /переміщення продукції під дією різниці тисків у витратному резервуарі (атмосферний) і в тарі (розрідження); другий —

розрідження створюється одночасно в тарі і у витратному резервуарі. Переміщення продукту відбувається у полі дії гравітаційних сил (самопливом). Другий тип фасування називають ізовакуумним способом.

Внаслідок складності пристроїв для дозування за об'ємом формування дози під час вакуумного фасування також може здійснюватися за рівнем. Спосіб дозування вакуумний у порівнянні з барометричним має суттєві переваги. Так, при цьому зменшується контакт продукції з киснем повітря, та як наслідок - сприяє підвищенню смакових якостей продукції. Сприяє виключенню втрат рідини через нещільності у фасувальному пристрої, піноутворенню та забезпечує високу точність дозування.

Фасування надбарометричне - переміщенням рідини з фасувального пристрою до витратного резервуару в полі дії гравітаційних сил /при надлишковому тиску у фасувальному пристрої або у витратному резервуарі так і у тарі/. Використовую даний спосіб при фасуванні рідин, що містять діоксид вуглецю (пиво, квас, шампанське, ігристі вина, мінеральна газувана вода та інші безалкогольні напої). Даний вид фасування напоїв є найбільш складним. Тому формування дози газуваних напоїв здійснюють головним чином за рівнем.

Вимірювання дози може бути і об'ємне дозування. Ефективність роботи, якість дозувально-фасувального пристрою при цьому залежить від схеми наповнення споживчої тари та гідравлічної характеристики зливного тракту. Тут можливі два варіанти: наповнення з короткої або з довгої трубки. В окремих пристроях - коротка трубка відсутня. Рідина при цьому переміщується по каналу, що утворився внутрішніми елементами пристрою. Відсутність довгої трубки надає пристроям можливість об'єднати процес наповнення споживчої тари з короткої трубки чи без трубки у таку гідравлічну схему: плівка рідини переміщується рівномірно у вигляді шатра: струмина направлена симетрично, одностороння або пряма струмина, струмина рівномірна у вигляді парасольки (рис. 1.1).

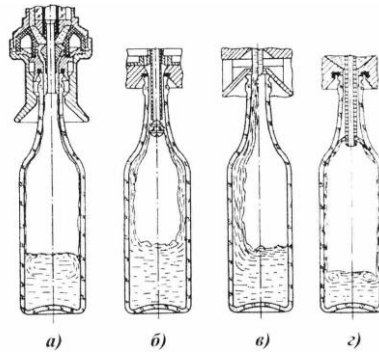


Рис 1.1 Схема наповнення тари:

а) – шатровий метод - плівка рідини рівномірна ; **б)** – струмина симетрично направлена; **в)** – струмина або пряма одностороння; **г)** – струмина рівномірна (парасолька).

З метою уникнення контакту рідини з киснем повітря, яке знаходиться у тарі, а також із внутрішньою поверхнею тари, використовують схему наповнення із довгої трубки. Цей метод більш триваліший за часом, однак гарантує стабільність якості фасування продукції.

Конструкції пристроїв для фасування різняться і умовами проведення процесу. Розрізняють фасування: гаряче; холодне; з обробленням тари інертними газами; з подвійним вакуумуванням споживчої тари; з стерилізацією і нагріванням тари тощо.

Наведені вище умови переміщення рідини в споживчу тару є класичними. Останнім часом з'явився попит на гнучкі технічні системи. Вимогою до таких конструкцій для фасування є об'єднання комбінацій різних способів фасування у одній системі. Як приклад, сучасним вимогам сьогодення відповідає система фасування Innofill DRV фірми KHS /Німеччина/. В даній системі усі процеси фасування занесено в пам'ять комп'ютера та можуть бути викликані у потрібний момент на монітор оператора. Переналадка даної системи здійснюється автоматично з монітора. Вона не потребує ніякого механічного втручання. Вищевказана фасувальна машина Innofill DRV надає змогу обрати такі технології фасування:

- фасування без тиску негазованих напоїв;

- фасування однокамерне під тиском безалкогольних напоїв;
- фасування трикамерне під тиском напоїв, що чутливі до контакту з киснем,
- фасування однокамерне пива в ПЕТФ пляшки без поглинання кисню.

Переваги даної системи - можливість швидкого і простого переналагодження різних розмірів та форм споживчої тари, висока точність дозування, перехід фасування за атмосферного тиску на надбарометричне. Для негазованих напоїв нечутливих до кисню можливо застосовувати однокамерний режим, для чутливих — трикамерний з мікробіологічною обробкою тари.

Пристрої для барометричного ізобаричного фасування

Ці дозувальні пристрої найпростіші за принципом роботи та конструкцією. Оте, тому широко використовуються у вітчизняному обладнанні. Даними пристроями фасують негазовані рідини. У своїй конструкції вони мають: мірну місткість – стакан. Також можуть формувати дозу продукту у споживчу тару за рівнем. За змінення об'єму дози пристрої бувають — регульовані і змінної місткості. До перших відносять системи із елементами витискання. Змінної місткості – з повітряними трубками регульованими за висотою розташування. Також, розрізняють пристрої, що відрізняються способом перекриття подачі рідини — кранові, клапанні та золотникові.

Пристрої дозування із мірними стаканами та клапанною системою

Їх поділяють на дві групи: перша група - пристрої, у яких керування клапанами випорожнення та наповнення мірного стакану виконуються за допомоги дії на них жорстких елементів конструкції тари (горловина пляшки); друга група — керування клапанами здійснюється окремо (індивідуальний привід на клапан наповнення мірного стакану ; для горловини тари на клапан - наповнення тари).

У новітніх пакувальних машинах такий принцип фасування та конструктивного виконання дозувальних пристроїв вже не застосовують. В сучасних універсальних машинах вищезначений спосіб фасування і дозування дози використовується, однак зовсім на іншому технічному рівні.

1.2 Огляд існуючого обладнання для розливу в пляшки

Значний асортимент продукції складають соки, лікєро-горілчані вироби, виноградні вина, коньяки тощо. Це так звані тихі напої. Їх можливо фасувати на машинах барометричного та вакуумного типу. Сучасний парк фасувальних машин в основному представлений барометричними машинами. На практиці найбільшого поширення здобули машини марок: Т1-ВРЦ, Т1-ВНА-12, Т1-ВРА-6А, ВАР-6, Д9-ВРМ-6 та ін.

На рис. 1.2 представлена машина Т1-ВРА-6А, яка складається з наступних частин: станини чавунної каруселі з фасувальними пристроями клапанного типу; столу з механізмами вивантаження та завантаження.

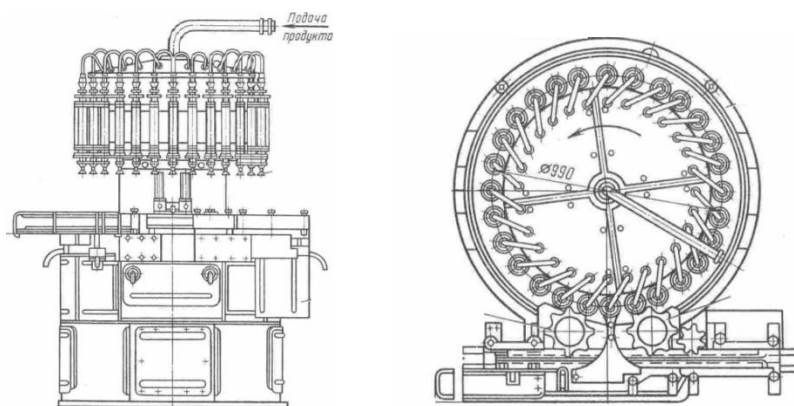


Рис. 1.2 Машина Т1-ВРА-6А

Машина фасувального типу ВАР-6, ВАР-3 відрізняються від вищерозглянутої. Так, вона має (рис. 1.3) має витратний резервуар із поплавковим пристроєм, що підтримує рівень продукту . У нижньому днищі

апарату розташовані 16 дозаторів /фасувальних пристроїв/ клапанного типу. Витратний резервуар встановлений на телескопічній стійці. По висоті положення резервуара регулюють рейковим механізмом. У підйомному столику в його нижній частині є сухар. Останній своїм вирізом ковзає по напрямній штоку. Всередині нерухомого штока є пружина, яка прагне підняти столик, а копір опускає його. Машина на вході пляшок та на їх виході має блокувальні пристрої Вони виконані у вигляді шарнірних пружних планок. Останні, повертаючись, натискають на кінцеві вимикачі та зупиняють машину. В нижній частині турнікетної плити змонтован кінцевий вимикач. На станині встановлений привід – електродвигун із клинопасовою передачею, рух передається на черв'ячний редуктор. На вихідному валу є шестерня, що приводить в обертання шестерню каруселі.

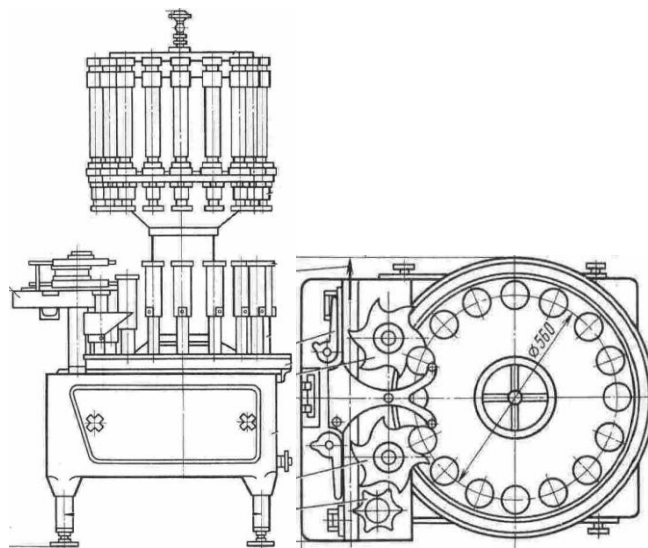


Рис.1.3 Машина ВРА-6А

Широко поширені модернізовані варіанти Д9-ВР2М-6. Ці машини відрізняються від основного варіанту будовою окремих механізмів. Машина Д9-ВР2М-6 показана на рис. 1.4.

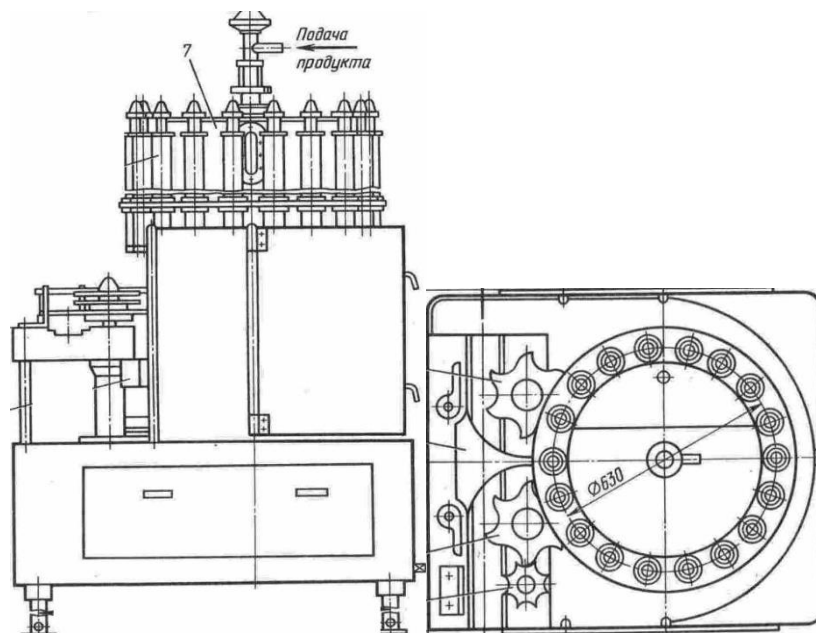


Рис. 1.4 Машина Д9-ВР2М-6

Машина має станину. На станині розташований привід, який складається із електродвигуна з дисковим варіатором, клинопасової передачі, редуктора та зубчастих передач. Карусель із стійкою розташована на центральному валу. Витратний резервуар спирається на верхню частину. Останній можливо опускати-піднімати за допомоги рейкового механізму, розташованого в стійці каруселі. Продукт надходить у витратний резервуар через ввідну трубу. Рівень рідини підтримується поплавком. Пластинчастий конвеєр, який проходить крізь стіл машини, просуває пляшки до ділильної зірочки, яка встановлена на турнікетному столі.

Далі, зірочка-крокомір подає пляшки по одній до зірочки, яка спрямовує пляшку на підйомний столик. Надалі, карусель обертається, столик підйомний разом з пляшкою, виходить із-під копіра та під дією пружини піднімається. Горловина пляшки притискається до дзвіночка фасувального пристрою (дозатора) і, далі продовжує підніматися, призводить до дії клапанну систему дозатора. За один оберт каруселі, підйомний столик разом з заповненою пляшкою по копіру опускається до вихідного положення. В цей момент клапанна система перекриває розлив.

Зірочка розвантажувальна знімає пляшку з підйомного столика та становить її конвейер.

Гарячий розлив рідин - вин та соків здійснюється у промисловості на спеціальних машинах марки Т1-ВРЩ. Остання призначена для фасування продукції за об'ємом (фасування проводиться при атмосферному тиску – барометричний метод), або за рівнем (фасування під вакуумом). Машина марки Т1-ВРЩ предсталена на рис. 1.5. Принцип дії машини аналогічен вищеописаному.

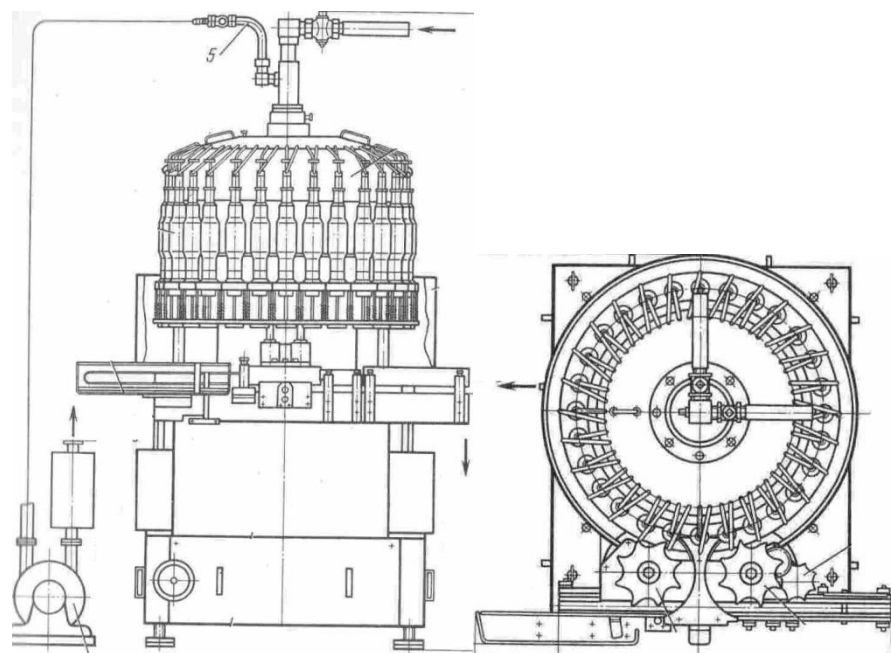


Рис. 1.5 Машина марки Т1-ВРЩ

Обладнання Т1-ВРЩ можливо використовувати для фасування освітлених соків за рівнем. Потужність машини складає порядку 4500 пляшок за годину місткістю 500 мл. Фасувальні вакуумні машини отримали найбільшого поширення в основному за кордоном Вони мають фасувальні пристрої порівняно простої конструкції. При роботі машини створення вакууму виключається і наповнення пляшок не відбувається. Фасувальні машини залежно від ступеню розрідження поділяються на машини - з низьким (до 4 кПа) і підвищеним (до 25-35 кПа)

вакуумом. З підвищеним тиском машини конструктивно складніші. У витратному резервуарі машин з низьким вакуумом підтримується розрідження за допомоги вакуумного насоса. Дозуючі пристрої встановлюють по днищу резервуара. Тиск в пляшці та у резервуарі вирівнюється за рахунок відсмоктування повітря із пляшки через трубку. Рідина перетікає в пляшку під дією сил гравітації. У разі досягнення продуктом зрізу трубки, повітря що залишилося в горловині перешкодить подальшому наповненню пляшки. Столик підйомний відводить пляшку на конвейєр. Клапан дозуючого пристрою автоматично перекривається.

У машинах із підвищеним вакуумом у витратній ємкості підтримується атмосферний тиск. Вакуум в пляшці утворюється внаслідок відсмоктування повітря через трубку, з'єднану з вакуум-клапаном. Подальший процес наповнення відбувається аналогічно як в машині з низьким вакуумом. По досягненні зрізу трубки надлишок продукту потрапляє до вакуум-клапана, звідкіля він може бути повернутий до витратного резервуару. Дана система використовується при дозуванні продуктів підвищеної в'язкості.

Вакуумні фасувальні машини конструктивно побудовані аналогічно барометричним. Принцип наповнення пляшок під дією перепаду тиску дозволяє розташовувати видатковий резервуар нижче дозуючих пристроїв (рис. 1.6), як це реалізовано на фасувальній машині NVN-24 фірми «Nagema» (Німеччина).

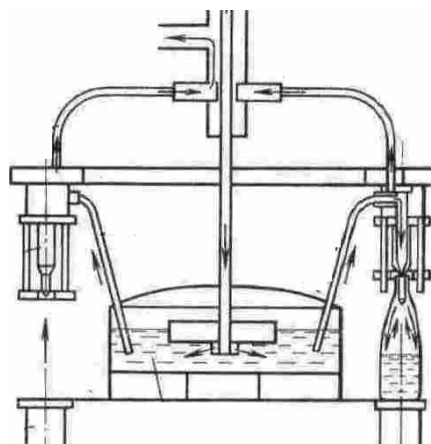


Рис. 1.6 Машина марки NVN-24

Так продукція, як коньяк, вино, горілка дуже часто випускаються у сувенірному виконанні. При цьому поширений вид скляної сувенірної тари - пляшки місткістю 0,05 та 0,1 л, фляги місткістю 0,2 л і 0,38 л.

Для фасування у сувенірну тару застосовують машини вітчизняного та закордонного виробництва.

Вітчизняна машина марки Д9-ПФД /1 базується на базові моделі машини Д9-ВРМ-6.

Машина Д9-ПФД /1 представлена на рис. 1.7 та призначена для фасування продукції в скляні пляшки типу «Мисливська» або фляги місткістю 0,38 л. Її відмінності - у порівнянні з Д9-ВРМ-6 внесені наступні зміни: встановлено подаючий шнек замість ділильної зірочки, у завантажувальній та розвантажувальній зірочки змінені профілі, введена зірочка для фіксації положення пляшки.

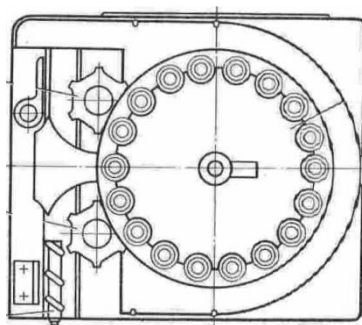


Рис. 1.7 Машина Д9-ПФД / 1

Використовується машина Д9-ПФД / 1 у складі лінії розливу коньяку БЗ-ПФД.

Машина фасувальна А1-ПФД /2 служить для фасування пляшок місткістю 0,05 і 0,1 л. В основу її будови покладена конструкція машини П-4М.

Із фасувальних машин закордонного виробництва слід відмітити фасовочно-укупорочну машину, що входить до лінії Girmini 24 / 6 фірми «Girondine» (Франція). Дане обладнання використовують для наповнення фляг місткістю

0,25 л. Компонувочні рішення агрегату фірми Girmini 24 / 6 представлено на рис. 1.8. Принцип роботи машини фасувальної аналогічен принципу роботи машин карусельного типу. Для наповнення пляшок місткістю 0,05 і 0,1 л фірма «Girondine» виготовляє такі фасувальні машини

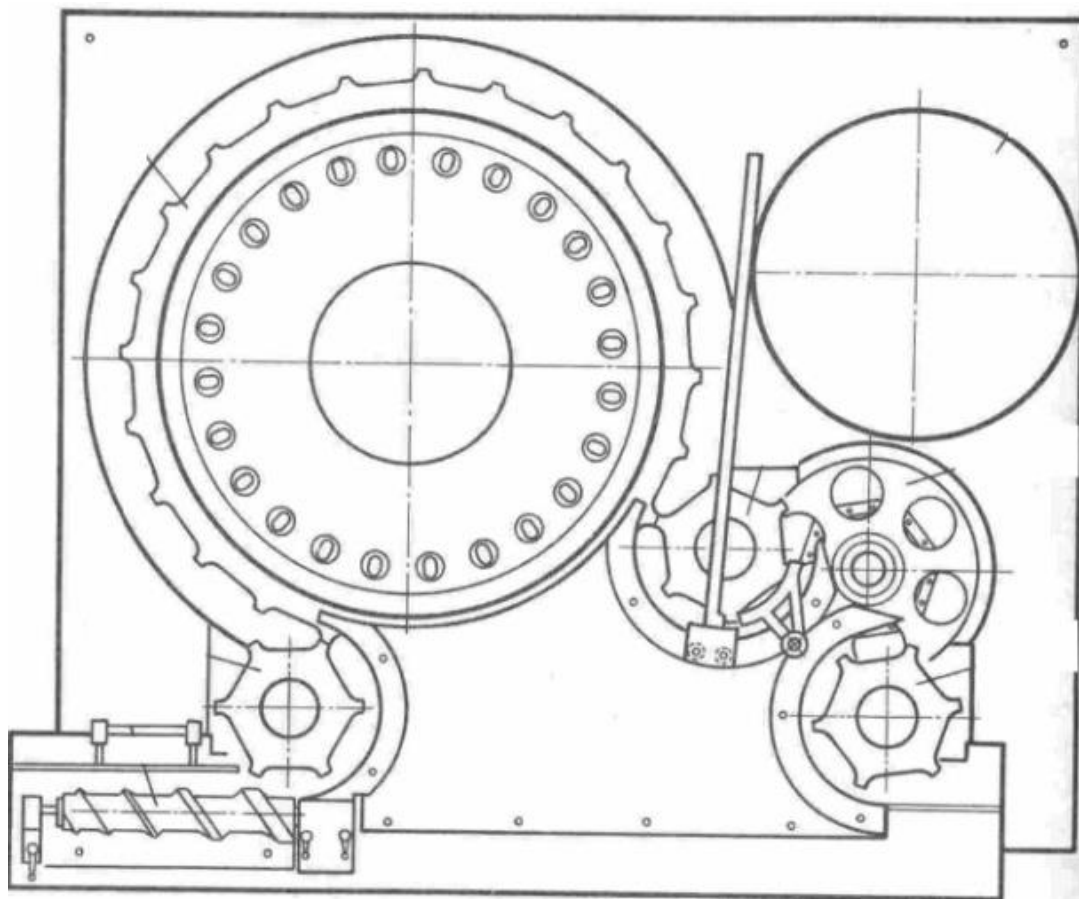


Рис. 1.8 Машина Girmini 24/6

Також широко відомі машини марки ЗУ/16 фірми «Рго» (Італія), марки СоmрасТа фірми «Seitz» (Німечина) та машини фірми «Corniani» (Італія).

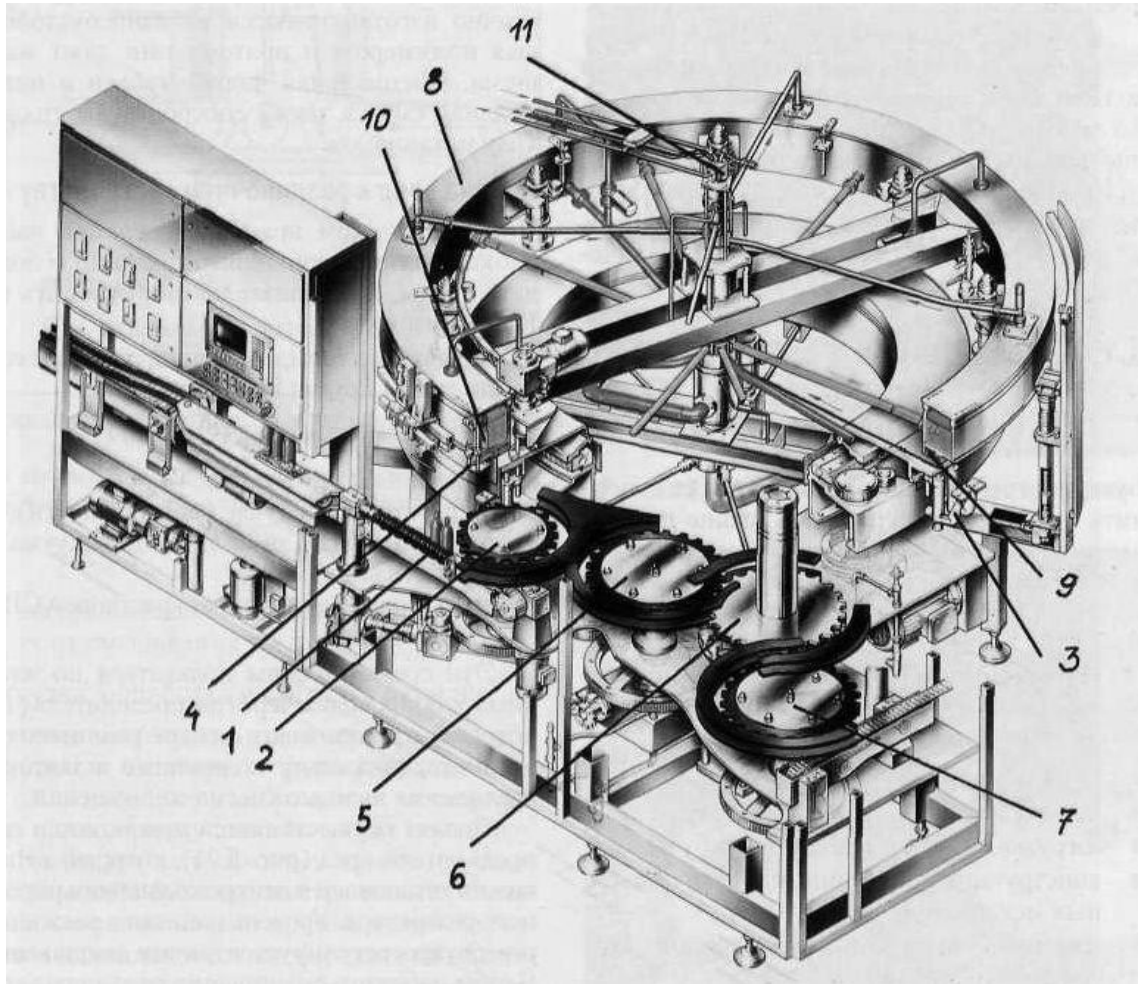


Рис. 1.9. Розливо-укупорювальний блок машини «Дельта-Г»:

1— шнек завантажувальний; 2— зірочка завантажувальна; 3— плунжер підйомний р; 4— колокольчик центруючий; 5 — зірочка проміжкова; 6 — зірочка укупорювальна; 7 — зірочка розвантажувальна; 8 — резервуар витратний кільцевий; 9— канал вакуумний; 10— клапан наливний; 11 — розподілювач обертаючий.

Машина розливо – укупорювальна входить до складу триблока. Вона призначена для розливу безалкогольних газованих напоїв з наступною їх укупоркою в ПЕТ пляшки місткістю 0,5л ... 2,0л. Цикл машини автоматизован, її керування здійснюється за допомоги комп'ютерної системи.

Пляшки від видувної машини конвейером подаються до шнека-живильника. Далі - до зірочки завантажувальної розливочного блока. Зірочка завантажувальна захоплює пляшку за виступ під горлечком та передає її на захвати до каруселі. Пляшки, рухаючись по колу, заповнюються за допомоги наливного вентиля. Горлишко пляшки безпосередньо не вступає у контакт з наповнювачем. Підйомні елементи в системі відсутні. Усі підйомні пристрої інтегровано в наливному крані та управляються за допомоги елементів пневматики. Таким чином, кількість швидкозношуваних деталей зведено до мінімуму. По закінченні підйому та герметизації пляшок на наливному крані у останній створюється попереднє напруження, після цього вона заповнюється. Заповнення здійснюється за двох швидкостей. Об'єм продукту, що наповнюється, визначається за допомоги магнітно-індуктивного витратоміра. По закінченні наливу відбувається зняття напруги шляхом регулювання тиску із незначним піно утворенням. Це сприяє ідеальним умовам розливу напоїв із високим вмістом CO₂ при відносно високих температурах розливу напоїв до 20 С⁰.

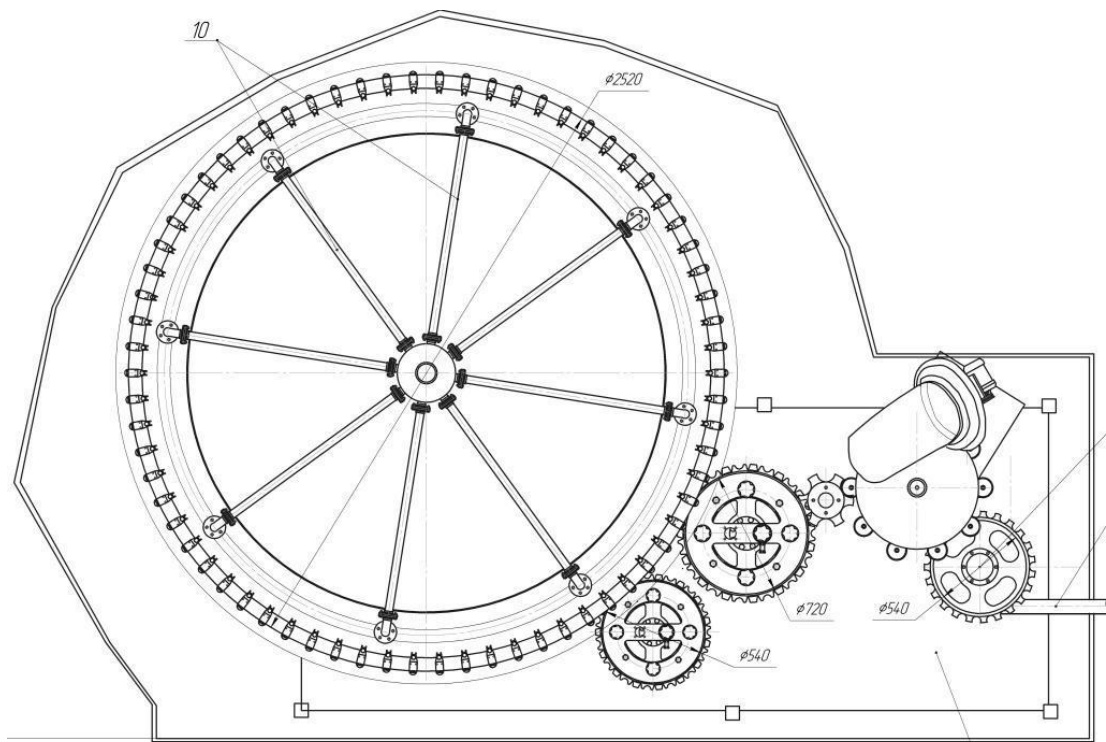


Рис 1.10 Розливо - укупорювальна машина Innofill DRV 70/10

1.3 Опис апаратурно-технологічної схеми

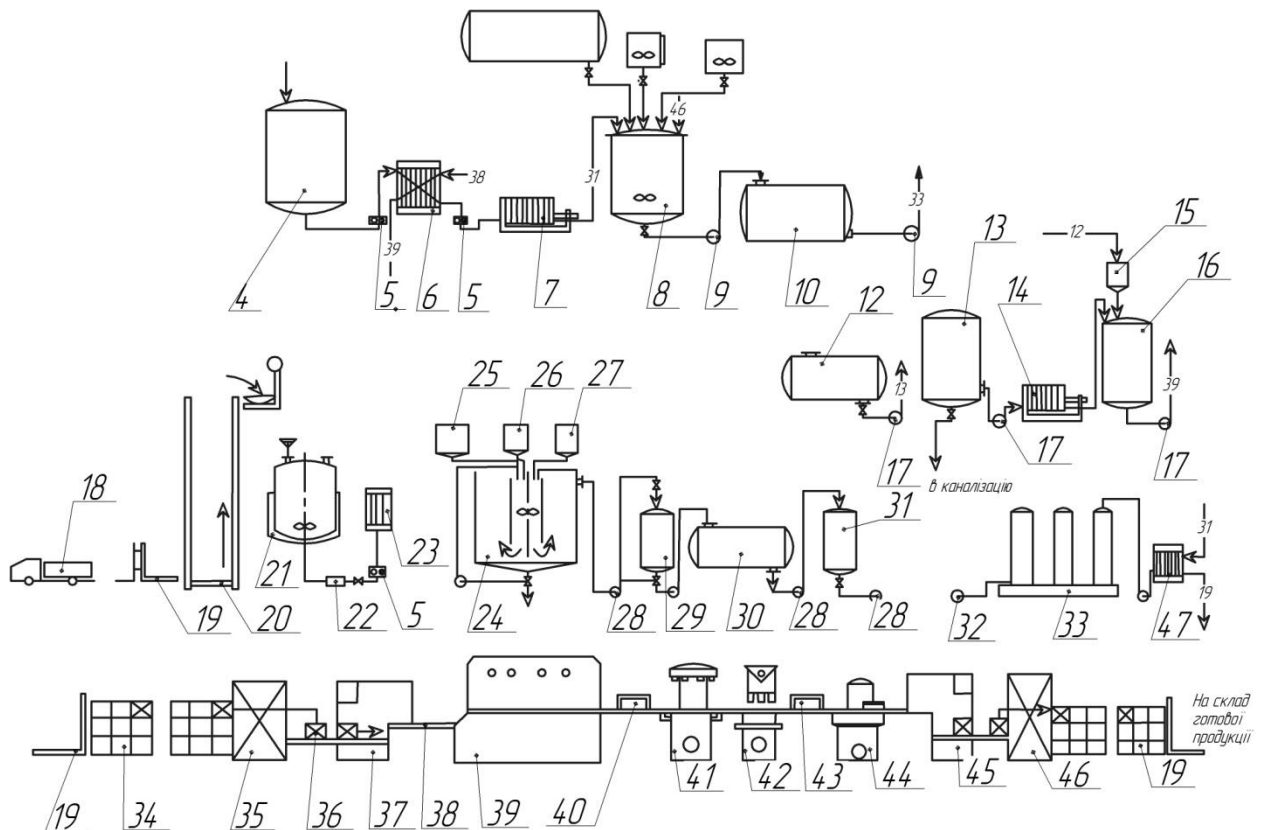


Рис 1.11

Апаратурно-технологічна схема виготовлення безалкогольних напоїв

Виробництво безалкогольних газованих напоїв передбачає наступні стадії /див. рис.1.11/:

- підготовка води;
- приготування розчину цукрового сиропу;
- приготування виробничого сиропу;
- насичення води або напою діоксидом вуглецю;
- розлив;
- бракераж готової продукції;
- наклейка етикеток;
- передача готової продукції на склад;
- зберігання та транспортування продукції.

Цукор-пісок доставляють на підприємство автотранспортом (18). Далі мішки складають на піддони та ліфтом (20) направляють у склад сировини. Цукор, по мірі необхідності автонавантажувачем (19) подають у сироповарильне відділення, де його зважують на вагах (11) та засипають у сироповарильний апарат (21). Сюди також одночасно подають розрахункову кількість підготовлену воду. Готовий розчин цукрового сиропу передають на фільтр – ловушку (22) , а далі через фільтра грубої очистки на теплообмінник (23). Після охолодження розчин цукрового сиропу направляють на фільтр тонкої очистки, фільтр-прес (7) і далі у купажну ємкість (8) для купажування виробничих сиропів.

Складові рецептур напоїв - лимонна кислота, емульсії, композиції, концентрати, ароматизатори, консервант (бензоат натрію) та інші поступають на склад сировини для зберігання. По мірі необхідності, згідно рецептурної вимоги, склад відпускає на виробництво сировину у сиропокупажний цех.

Кислоту лимонну у відділенні купажування розчиняють в ємкості для лимонної кислоти (2) та через дозатор задають у купажну ємкість (8). Сюди також подають підготовлену воду, емульсії, композиції, бензонат натрію . Виробничий розчин сиропу перемішують, контролюючи його органолептичні та фізико-хімічні показники і насосом (9) перекачують у буферну ємкість (10). Звідсіля розчин подають через теплообмінник на синхронно-змішувальну установку (33) для приготування напоїв,

Вода, що використовується для виробництва безалкогольних напоїв пом`якшується та обезпліднюється.

Пом`якшена вода та обезпліднена із верхньої частини декантатора подається на піщаний фільтр (29). Тут вона фільтрується, звільнюється від зважених часток, у буферну ємкість (30). Остання служить для накопичування підготовленої води. З останньої вода насосом подається на вугільний фільтр (31) для дехлорування та кращої фільтрації. Підготовлена вода витрачається на технологію у сироповарильне , купажне відділення та у

відділення розливу на синхронно-змішувальну установку (33). На останній вода охолоджується у теплообмінному апараті (47), деаерується, насичується діоксидом вуглецю, змішується у відповідності із технологічною інструкцією з виробничим розчином сиропу у відповідній пропорції. Надалі готовий напій направляють на автомат розливу (41).

Діоксид вуглецю на підприємство надходить у рідкому стані в спеціалізованих автоцистернах.

Його зливають у стаціонарну цистерну для зберігання. По мірі необхідності діоксид вуглецю передають на станцію газифікації. Далі, через гребінку на станцію очищення та синхронно-змішувальну установку цеху розлива.

Пляшки на підприємство потрапляють автотранспортом. За допомоги автопогрузчика (19) піддони з пляшками знімають з автомашин та передають до складу порожньої тари. По мірі виробничої потреби піддони з пустими пляшками подають на депалетайзер (35). Тут ящики з пляшками знімають з піддонів та конвейером направляють на автомат виємки пляшок із ящиків (37).

Ящики порожні переміщують до мийки і далі до автомату укладки пляшок у чисті вимиті ящики ящики (45). Порожні пляшки направляються до пляшкомильної машини (ПММ) (39). Розчин луги у ванни ПММ поступає із ємкості (16). Розчин луги концентрований на підприємство завозять у спеціалізованих цистернах. Його викачують в ємкості для зберігання (12) і по мірі необхідності передають у мірник (15). Звідти розчин подають в ємкість для приготування робочого розчину лугу (16).

Відпрацьовані лужні розчини із ванн направляють в ємкість для відстою (13). Розчин луги, що відстоявся насосом перекачують через фільтр (14), де він фільтрується, освітлюється та направляється у ємкість для приготування робочого розчину луги.

Вимиті пляшки після ПММ, пластинчатим конвейером послідовно переміщують до світлового екрану (40), далі до розливочного автомату (41), укупорювального автомату (42), автомату із бракеражу (43) готової продукції, етикетивального автомату (44) і далі для укладки пляшок в ящики (45). Опісля стрічковим конвейером ящики з готовою продукцією направляють на палетайзер (46) (автомат укладки ящиків на піддони). Готова продукцією на піддонах автонавантажувачем доставляють у склад готової продукція для зберігання та подальшу відправку у торгівельну мережу.

Маркування готової продукції, її пакування та зберігання здійснюється згідно діючого стандарту. У випадку розливу безалкогольних напоїв у ПЕТ-пляшки підприємство отримує преформу (1). Далі, із неї на видувному автоматі (4) під тиском видувається ПЕТФ пляшка. Після чого вона ополіскується підготовленою водою та подається послідовно на автомат розливу (5), автомат укупорки (6), етикетувальний автомат (8), пакувальний автомат (9), де вже готову продукцію упаковують у термозберігаючу плівку.

2 ТЕХНІКО-СОЦІАЛЬНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

Доцільність розробки або модернізації існуючого обладнання підтверджується глибоким та ретельним аналізом технологічних та технічних рішень, як вітчизняних так і закордонних аналогів, розгляду їх переваг та недоліків та висвітлення усіх позитивних сторін обладнання, що пропонується до впровадження.

Дипломним проектом пропонується модернізація існуючого технологічного обладнання для дозування, фасування та укупорки рідких напоїв. Сутність даної модернізації полягає у переналаштуванні наливних асептичних кранів та автомату укупорювання на пляшки з широким горлечком - від 38мм. Для досягнення цієї мети потрібно:

- збільшити діаметр дзвіночка наливного крану та його форму;
- змінити відстань між захватами пляшки на розливній каруселі та автомату укупорювання;
- провести заміну зірочки під певний крок;
- переналагодити автомат укупорювання – збільшити діаметр патрона, змінити режим роботи орієнтатора пробок.

Режим роботи машини здійснюється за допомоги програмного забезпечення. Модернізація також дозволяє переналагодити машину на «гарячий розлив» при температурі до 95С шляхом заведення у витратний резервуар теплообмінника зміювика з гарячою водою. Також передбачається підключення розливних клапанів безпосередньо до системи гарячого водопостачання з метою підтримки певної температури. Загальна схема та принцип роботи машини при цьому не змінюються.

Отже, модернізація фасувально-укупорювальної машини, що пропонується для розливу напоїв, є доцільною, оскільки покращить її техніко-економічні показники, розширить асортимент продукції та умови експлуатації обладнання, як наслідок, підвищить ефективність підприємства в цілому.

3 ОПИС БУДОВИ ТА ПРИНЦИПУ РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ, ЩО ПРОПОНУЄТЬСЯ ДО МОДЕРНИЗАЦІЇ

Обране технологічне обладнання на предмет його модернізації - фасувально – укупорювальна машина (рис.3.1), входить до складу триблока лінії розливу. Вона призначена для дозування, фасування безалкогольних газованих напоїв та подальшої їх укупорки у ПЕТФ пляшки місткістю від 0,5л до 2,0л. Цикл роботи машини повністю автоматизований. Керування усіх операцій на машині здійснюється за допомоги комп'ютерної системи.

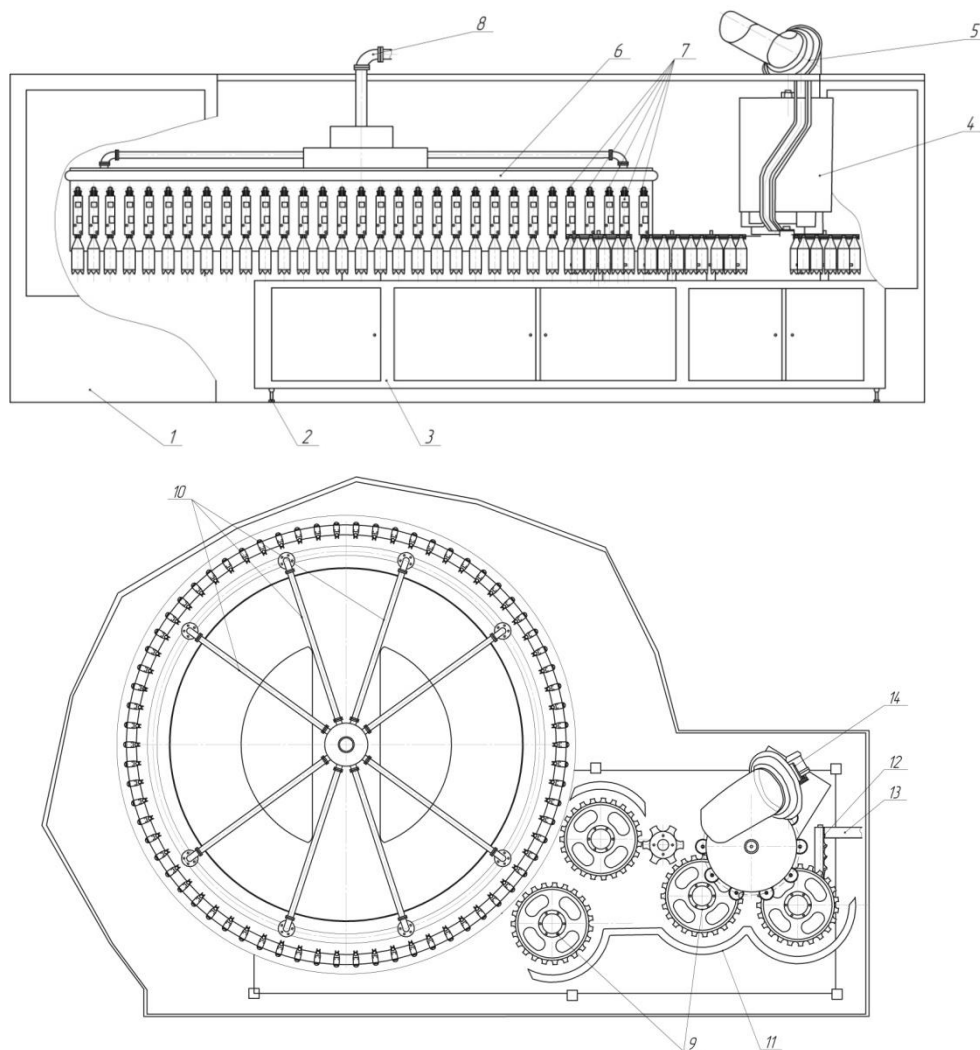


Рис 3.1 Загальний вигляд фасувально укупорювальної машини

1- огорожа, 2 - опори, 3 - станина, 4 - укупорщик, 5 - орієнтатор пробок, 6 - карусель розливна, 7- вентилі наливні, 8- патрубок подачі продукта,

9 - зірочки, 10 - комунікаційні сегментні патрубки подачі продукта,
11 - огорожа зірочок, 12 - розвантажувальний шнек, 13 - пластинчатий конвеєр.

Порожні пляшки від видувної машини пластинчастим конвейером подаються до шнека-живильника, далі - до завантажувальної зірочки розливочного блоку. Зірочка завантажуюча захоплює пляшку за виступ під горлечком та пересуває її на захвати каруселі. Пляшка, рухаючись по колу, наповнюється за допомоги наливного вентиля. Горлишко пляшки при цьому безпосередньо із наповнювачем не контактує. В машині відсутні підйомні столики, оскільки усі підйомні пристрої інтегровано в наливному крані та управляються за допомоги пневматичних елементів. Завдяки цьому кількість деталей, що є рухомими, а відповідно швидкозношуваними, зведено до мінімуму. Після операції підйому та герметизації пляшки на наливному крані в останній створюється попереднє напруження. Після цього вона заповнюється. Заповнення рідиною здійснюється за двома швидкостями. Незадовго до повного заповнення відбувається перемикання на повільну швидкість. Завдяки цьому, швидкість наливу оптимально відповідає формі пляшки. Об'єм рідини визначається за допомоги магнітно-індуктивного витратоміра. По закінченні наливу рідини у пляшку відбувається зняття напруги шляхом регулювання тиску із незначним піноутворенням. Все це утворює ідеальні умови для розливу напоїв з високим вмістом діоксиду вуглецю при відносно високих температурах до 20 С⁰. По проходженню кола та наповненню, пляшки за допомоги проміжних зірочок знімаються із захватів розливочного блоку та переміщуються на карусель укупорювального блоку. Після укупорювання пляшка знімається за допомоги розвантажувальної зірочки та відводиться на пластинчастий конвеєр. В подальшому укупорена пляшка спрямовується на бракераж та етикетування.

Суть модернізації машини полягає у переналаштуванні наливних асептичних кранів та укупорщиків на пляшки із широким горлечком - від 38мм. З цією метою необхідно:

- збільшити діаметр дзвіночка наливного крану та його форму,
- змінити відстань між захватами пляшки на розливній каруселі та укупорщику,
- замінити зірочки під певний крок,
- переналагодити укупорщик – збільшити діаметр патрона, змінити режим роботи орієнтатора пробок.

Робота машини здійснюється за допомоги програмного забезпечення. Можливе також переналаштовування машини під «гарячий розлив» із температурою до 95 С⁰. Для здійснення «гарячого розливу» необхідно довести розливну машину до потрібної температури. З цією метою після проведення процесу пастеризації здійснюється подача гарячої води через розливні клапани та кільцевий резервуар. Після прогріву системи, вода зливається і вже у систему подається нагрітий продукт. Продукт, виходячи із кільцевого резервуару, спочатку проходить крізь усі розливні клапани. Лише після досягнення заданої температури розливу активується процес заповнення пляшок, який відбувається аналогічно розливу без тиску. При цьому циркуляція продукту у системі припиняється. Продукт, нагрітий до заданої температури спрямовується у розливні клапани безпосередньо з кільцевого витратного резервуару.

Позитивними ознаками даної модернізації є можливість застосування в обіг принципово нової більш зручної споживчої тари. Цим самим, також, сприяє розширенню асортименту продукції, що позитивно відобразиться на ефективності роботи підприємства в цілому.

4 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1 Визначення та розрахунок основних показників та параметрів дозуючого апарату розливу тихих напоїв

Параметри для розрахунку:

Продуктивність обладнання розрахункова $\Pi = 12000$ пл/год;

Об'єм пляшок під заповнення, 2,0 л;

Висота натиску рідини /середня/ з дозатора до кінця заповнюючої трубки
 $H = 300$ мм;

Діаметр горловини стандартної 2л пляшки, внутрішній – 22 мм

1. Розрахунок та визначення швидкості витікання рідини з наповнюючої трубки.

Швидкість витікання рідини із заповнюючої трубки:

$$v = \varphi \sqrt{2gH}$$

де φ – коефіцієнт використання, що враховує фізичні властивості рідини, а також стан внутрішньої поверхні трубки, звуження струменя та характер руху рідини.

Розрахунок та визначення цього параметру – громіздке та складне. З метою спрощення, приймаємо значення без розрахунку, що становить 0,6;
 H – висота натиску рідини, м.

$$v = 0.6 \sqrt{2 \cdot 9.81 \cdot 0.3} = 1.45 \text{ м/с}$$

2. Розрахунок об'ємних витрат рідини та часу заповнення ПЕТФ пляшки.

Об'ємн рідини становить:

$$V_{сек} = vF$$

де F – площа трубки по внутрішньому діаметру. При діаметрі горлечка

пляшки 22 мм, зовнішній діаметр трубки наповнюючої повинен бути дещо більший. Це необхідно для виходу повітря з пляшки при заповненні її рідиною. Отже, трубка повинна мати діаметр 19 мм при товщині стінки 1 мм,

$$F = \frac{\pi}{4} (0.019 - 0.002)^2 = \frac{\pi}{4} (0.0009) = 0.000226 \text{ м}^2$$

$$v_{сек} = 1.45 \cdot 0.000226 = 0.00032 \text{ м}^3/\text{сек}$$

3. Час заповнення пляшки ємністю 2 л дорівнює:

$$t = \frac{V_{пл}}{v_{сек}} = \frac{0.002}{0.00032} = 6.45 \text{ сек}$$

У фасувальному автоматі проходять процеси, які можна поділити на дві групи:

- процеси, що вимагають суворо певного часу (наповнення пляшок рідиною, піднімання та опускання пляшок),

- процеси, що залежать від певної конструкції автомата - режимних параметрів (переключення клапанів та кранів, встановлення та знімання пляшок з столиків).

Час наведених процесів, згідно розрахунків та досліджень, можливо прийняти наступним, с:

фіксація та піднімання пляшки	1,0
відкриття клапану наповнювача.....	0,85
заповнення рідиною пляшки	6,45
перекриття клапану	0,85
опускання пляшки	1,0

Загальна тривалість цих операцій 10,15 с.

4. Час одного оберту каруселі при продуктивності 12000 пл/год:

$$t_{об} = \frac{u \cdot 3600}{P_T} = \frac{70 \cdot 3600}{12000} = 21 \text{ сек}$$

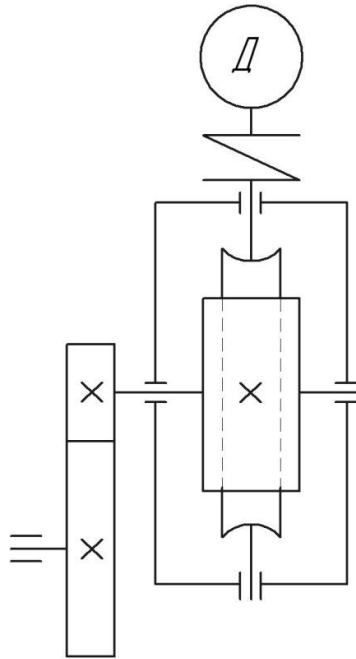
де u – кількість наповнювачів;
 P_T – продуктивність машини.

5. Кількість обертів каруселі за 1 хвилину складає

$$n = \frac{60}{t_{об}} = \frac{60}{21} = 2.86 об/хв$$

4.2 Визначення та розрахунок основних конструктивних параметрів приводу каруселі

I. Визначення та розрахунок кінематичних і силових параметрів привода.



1. Потрібна кількість обертів каруселі:

$$n_{кар} = 21 \text{ об/хв}$$

2. Потужність двигуна розрахункова:

$$N_{дв.розр.} = \frac{N_{вих}}{\eta_{прив}},$$

де $\eta_{прив}$ – коефіцієнт корисної дії привода

$$\eta_{прив} = \eta_{ред} \cdot \eta_{зуб.пер} \cdot \eta_{шп}$$

Потужність на вхідному валу:

$$N_{вх} = \frac{N_{вих}}{\eta_{прив}}$$

де $\eta_{зуб.пер}$ – коефіцієнт корисної дії передачі зубчатої

$$\eta_{зуб.пер} = 0,94$$

$\eta_{ред}$ – коефіцієнт корисної дії редуктора черв'ячного

$$\eta_{ред} = 0,75$$

η_{nn} – коефіцієнт корисної дії пари підшипників

$$\eta_{nn} = 0,98$$

$$\eta_{прив} = 0,94 \cdot 0,75 \cdot 0,98 = 0,6909$$

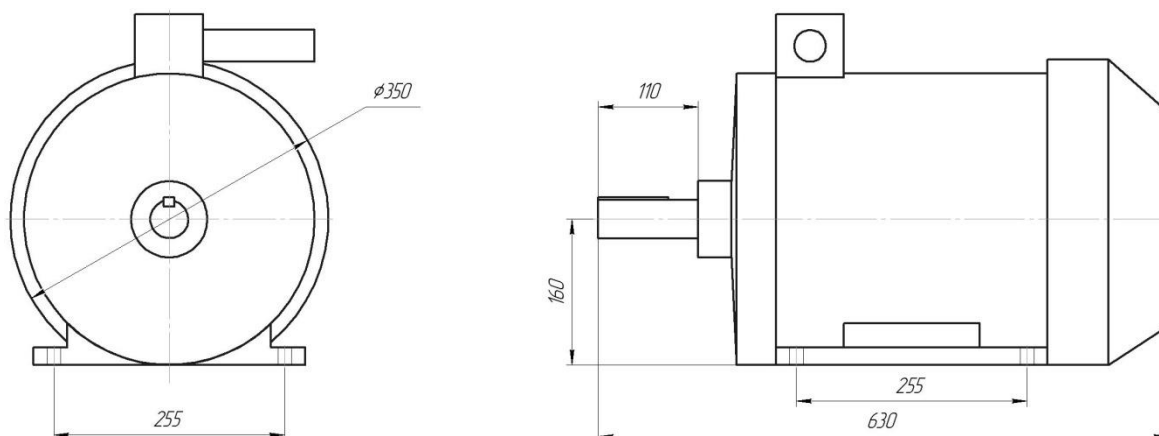
$$\text{Тоді } N_{дв.розр.} = \frac{9,79}{0,69} = 14,2 \text{ кВт}$$

3. Із каталогу обираємо 3-х фазний асинхронний двигун з коротко замкнутим ротором – 4А160S4У3. ($N = 15$ кВт, $n = 1465$ об/хв)

$$\frac{T_{пуск}}{T_{ном}} = 2,2$$

$$\frac{T_{макс}}{T_{ном}} = 1,4$$

$$\cos\varphi = 0,83$$



4. Передаточне число приводу: $u_{прив} = \frac{n_{двиг}}{n_{вих}} = \frac{1465}{3} = 488,3$.

Передаточні числа окремих ступенів приводу

$$u_{пр} = u_{черв} \cdot u_{зубч};$$

$$u_{черв} = 70$$

Передаточне число зубчастої передачі:

$$u_{зубч} = \frac{u_{прив}}{u_{закр.передачі}} = \frac{488,3}{70} = 7.$$

5. Потужності на окремих валах приводу:

$$N_1 = N_{дв.розр.} = 14,2 \text{ кВт};$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{черв} = 14,2 \cdot 0,75 = 10,65 \text{ кВт};$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{зуб.пер.} \cdot \eta_{підш} = 10,65 \cdot 0,94 \cdot 0,98 = 9,9 \text{ кВт}.$$

6. Частота обертання валів приводу:

$$n_1 = n_{\text{дв.}} = 1465 \text{ об/хв.};$$

$$n_2 = \frac{n_1}{\eta_{\text{черв}}} = \frac{1465}{70} = 21 \text{ об/хв.};$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{\text{з.п.}}} = \frac{21}{7} = 3 \text{ об/хв.}$$

7. Швидкості кутові на окремих валах приводу:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3.1415 \cdot 1465}{30} = 153,3 \text{ рад/с};$$

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{\text{черв}}} = \frac{153,3}{70} = 2,19 \text{ рад/с};$$

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{u_{\text{з.п.}}} = \frac{2,19}{7} = 0,31 \text{ рад/с.}$$

8. Крутні моменти на валах приводу:

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{14200}{153,3} = 92,6 \text{ Н·м};$$

$$T_2 = T_1 \cdot u_{\text{черв}} \cdot \eta_{\text{черв}} = 92,6 \cdot 70 \cdot 0,75 = 4861,5 \text{ Н·м};$$

$$T_3 = T_2 \cdot \eta_{\text{підш}} \cdot \eta_{\text{з.п.}} = 4861,5 \cdot 0,98 \cdot 0,94 = 4478 \text{ Н·м.}$$

9. Таблиця кінематичних та силових параметрів приводу:

Номер валу	N, Вт	n, об/хв	ω , рад/с	T, Н·м	Примітка
1	14200	1465	153,3	92,6	
2	10065	147	2,19	4861	U=70
3	9900	21	0,31	4478	U=7

II. Розрахунок черв'ячної передачі

Номінальна потужність редуктора $N_{\text{ред}}=1,889,4$ кВт; частота обертання черв'яка $n_1 = 1465$ об/хв; передаточне число $u = 10$; $T_1=92,6$ Н·м; $T_2=4861$

Н·м.

1. Приймаємо число заходів черв'яка $Z_1 = 1$, тоді число зубців черв'ячного колеса буде дорівнювати

$$Z_2 = 2 \cdot u = 1 \cdot 70 = 70$$

2. Коефіцієнт діаметру черв'яка:

$$q = 0,25 \cdot Z_2 = 0,25 \cdot 70 = 17,5$$

Приймаємо найближче стандартне значення $q=16$.

3. Коефіцієнт, який враховує розподіл навантаження по ширині вінця

$$K_{H\beta} = K_{\beta} = 1,0$$

4. Коефіцієнт, що враховує динамічне навантаження

$$K_{H\nu} = 0,3 + 0,1n + 0,02 \cdot \nu_s = 0,3 + 0,1 \cdot 8 + 0,02 \cdot 5,19 = 1,167$$

5. Обчислюємо міжосьову відстань:

$$a_{\omega} = \left(\frac{z_2 + 1}{q} \right) \cdot \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{[\sigma_H] \cdot \frac{z_2}{q}} \right)^2 \cdot T_2 \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\nu} } = \left(\frac{70}{16} + 1 \right) \cdot \sqrt[3]{ \left(\frac{170}{242,5 \cdot \frac{70}{16}} \right)^2 \cdot 4861 \cdot 10^3 \cdot 1,1 \cdot 1,167 } = 63,9 \text{ мм}$$

Приймаємо відстань - $a_{\omega} = 75$ мм

6. Визначаємо модуль зачеплення

$$m = \frac{2 \cdot a_{\omega}}{z_2 + q} = \frac{2 \cdot 75}{70 + 16} = 1,74 \text{ мм}$$

Приймаємо $m = 2$ мм

7. Ділильний кут підйому:

$$\gamma = 11^{\circ} 19'$$

8. Ділильні діаметри:

$$d_1 = q \cdot m = 16 \cdot 2 = 32 \text{ мм}$$

$$d_2 = m \cdot z_2 + 2 \cdot m \cdot \chi = 2 \cdot 70 + 2 \cdot 2 \cdot 0 = 140 \text{ мм}$$

9. Швидкість ковзання розрахункове :

$$\nu_s = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60000 \cdot \cos \gamma} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1465}{60000 \cdot 0,98} = 1,56 \text{ м/с}$$

10. Значення допустимих контактних напружень уточнене:

$$[\sigma_H] = 300 - 2,5 \cdot \nu_s = 300 - 2,5 \cdot 1,56 = 296,1 \text{ МПа};$$

11. Кут тертя приведений

$$\varphi = 2^{\circ} 35'$$

12. Коефіцієнт корисної дії передачі:

$$\eta' = 0,955 \cdot \frac{\text{tg} \gamma}{\text{tg}(\gamma + \varphi)} = 0,955 \cdot \frac{0,198}{0,24} = 0,79.$$

III. Розрахунок перевірочний зубців колесу на контактну міцність під дією максимального навантаження

1. Напруження розрахункове, що створюється максимальним навантаженням

$$\sigma_{HM} = \sigma_H \cdot \sqrt{\frac{T_{MAX}}{T_{HOM}}} = 296.1 \cdot \sqrt{1.4} = 350.3 \text{ МПа}$$

$$\sigma_H < [\sigma_{HM}] = 400 \text{ МПа}$$

2. Еквівалентне число зубців колеса:

$$z_{екв} = \frac{z_2}{\cos^3 \gamma} = \frac{70}{0.98^3} = 71.4$$

$$\text{Коефіцієнт форми зуба } Y_F = 2.25$$

3. Напруження згину дійсне:

$$\sigma_F = \frac{2 \cdot T_2 \cdot \cos \gamma}{1.2 \cdot d_2 \cdot d_1 \cdot m} \cdot Y_F \cdot K_{F\beta} \cdot K_{Fv} = \frac{2 \cdot 694 \cdot 10^3 \cdot 0.98}{1.2 \cdot 80 \cdot 60 \cdot 12} \cdot 2.25 \cdot 1.0 \cdot 1.167 = 51 \text{ МПа}$$

IV. Розрахунок перевірочний зубців на міцність при згині максимальним навантаженням

$$\sigma_{FM} = \sigma_F \cdot \frac{T_{MAX}}{T_{HOM}} \leq [\sigma_{FM}]$$

Напруження розрахункове згину від максимального навантаження:

$$\sigma_{FM} = 51.6 \cdot 1.4 = 72.3 \text{ МПа}$$

Параметри передачі:

$$m = 2 \text{ мм}; z_1 = 1, z_2 = 70, d_1 = 32 \text{ мм}, d_2 = 140 \text{ мм},$$

$$a_{\omega} = 75 \text{ мм}; \chi = 0$$

V. Проведемо розрахунок відкритої циліндричної прямозубої передачі

Номінальна потужність, що передається шестернею $N=9,9$ кВт; частота обертання $n_1 = 21$ об/хв; передаточне число $u = 7$.

1. Визначаємо матеріал та граничне напруження для шестерні та колеса.

Обираємо для колеса і шестерні – Ст. 5 (поковка); термообробка – нормалізація. Для шестерні при радіусі заготовки 40...100мм

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}, \sigma_T = 270 \text{ МПа}, HB_1 = 170;$$

для колеса при радіусі заготовки >100 мм

$$\sigma_B = 570 \text{ МПа}, \sigma_T = 260 \text{ МПа}, HB_2 = 170;$$

2. Визначаємо допустиме напруження згину для шестерні.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F \text{ lim1}}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

Спочатку знаходимо межу витривалості зубців при згині,

$$\sigma_{F \text{ lim1}} = \sigma_{F \text{ limb1}}^0 \cdot K_{FC} \cdot K_{FL1};$$

де

$$\sigma_{F \text{ limb1}}^0 = 1,8 \cdot HB_1 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

K_{FC} – коефіцієнт, що враховує вплив двохстороннього прикладення навантаження. При односторонньому прикладенні навантаження $K_{FC} = 1$.
Коефіцієнт довговічності :

$$K_{FL1} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE1}}}$$

При $HB < 350$ $m_F = 6$; базове число циклів зміни напружень $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$; еквівалентне число циклів зміни напружень:

$$N_{FE1} = N_{\Sigma 1} = 60 \cdot n_1 \cdot t_u = 60 \cdot 71,25 \cdot 5430 = 23,2 \cdot 10^6$$

відповідно

$$K_{FL1} = 6 \sqrt{\frac{4 \cdot 10^6}{23,2 \cdot 10^6}} < 1$$

Оскільки $K_{FL1} < 1$, приймаємо $K_{FL1} = 1,0$.

Відповідно:

$$\sigma_{F \text{ lim1}} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Визначимо коефіцієнт безпеки:

$$S_F = S'_F \cdot S''_F = 1,75 \cdot 1,5 = 2,625;$$

Коефіцієнт $Y_S = 1,0$; $Y_R = 1,0$;

Таким чином, допустиме напруження згину для зуба шестерні складає:

$$[\sigma_{F1}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа}$$

3. Визначимо допустиме напруження згину для колеса.

$$\sigma_F = \frac{\sigma_{F \text{ lim2}}}{S_F} \cdot Y_S \cdot Y_R;$$

Спочатку знаходимо границюмежу витривалості зубців при згині,

$$\sigma_{F \text{ lim2}} = \sigma_{F \text{ limb2}}^0 \cdot K_{FC} \cdot K_{FL2};$$

де,

$$\sigma_{Flimb2}^0 = 1,8 \cdot HB_2 = 1,8 \cdot 170 = 306 \text{ МПа};$$

$$K_{FC} = 1.$$

Коефіцієнт довговічності

$$K_{FL1} = m_F \sqrt{\frac{N_{FO}}{N_{FE2}}}$$

При $HB < 350$ $m_F = 6$; базове число циклів зміни напружень $N_{FO} = 4 \cdot 10^6$; еквівалентне число циклів зміни напружень:

$$N_{FE2} = N_{\Sigma 2} = 60 \cdot n_2 \cdot t_q = 60 \cdot 28 \cdot 5430 = 9,1 \cdot 10^6$$

відповідно

$$K_{FL2} = \sqrt[6]{\frac{4 \cdot 10^6}{9,1 \cdot 10^6}} < 1$$

Оскільки $K_{FL2} < 1$, приймаємо $K_{FL2} = 1,0$. Відповідно:

$$\sigma_{Flimb2} = 306 \cdot 1 \cdot 1 = 306 \text{ МПа};$$

Коефіцієнт $Y_S = 1,0$; $Y_R = 1,0$;

Отже, допустиме напруження згину для зуба шестерні:

$$[\sigma_{F2}] = \frac{306}{2,625} \cdot 1 \cdot 1 = 116 \text{ МПа}$$

Таким чином, допустиме напруження згину при розрахунку під дією максимальних напружень для зубця колеса $[\sigma_{FM2}] = [\sigma_{FM1}] = 311 \text{ МПа}$, так як колесо і шестерня виготовлені з одного матеріалу та мають однакову твердість.

4.3 Розрахунок клинопасової передачі

Вихідні дані:

$$N_1 = N_{06} = 17 \text{ кВт}$$

$$n_1 = n_{06} = 1700 \text{ об/хв}$$

$$U = 2$$

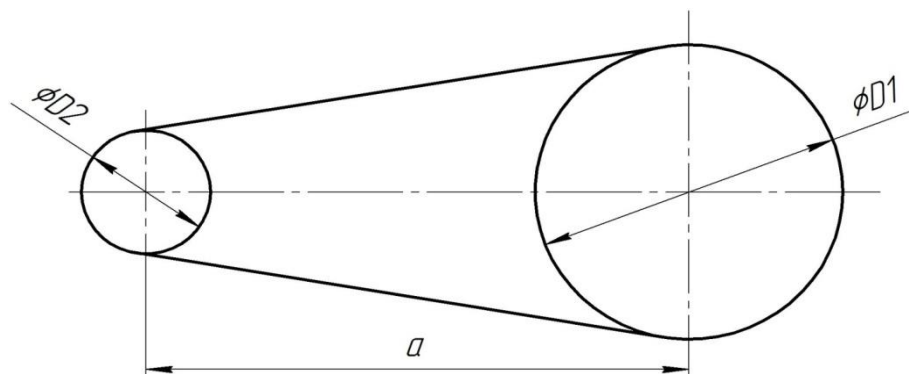


Рис.4.1 Схема клинопасової передачі

1. Момент крутний на швидкісному валу:

$$T_u = 9550 \cdot \frac{N_1}{n_1} = 9550 \frac{17000}{1700} = 955 H \cdot m$$

2. За даних умов приймаємо переріз паса «Б» з розмірами:

$$e_1 = 27 \text{ мм}; \alpha = 19 \text{ мм}; e_0 = 32 \text{ мм}; y_0 = 6,9 \text{ мм}; F_1 = 4,76 \text{ см}^2$$

3. Діаметр меншого шківів відповідно до рекомендацій приймаємо $D_2=80$ мм.

4. Діаметр більшого шківів:

$$d_{p2} = d_{p1} \cdot U \cdot (1 - \xi) = 85 \cdot 2 \cdot (1 - 0,002) = 158 \text{ мм}$$

Стандартний діаметр шківів: $d_{p2} = 160 \text{ мм}$

5. Фактичне передаточне число:

$$U_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1 - \xi)} = \frac{160}{80 \cdot (1 - 0,002)} = 2$$

6. Швидкість паса:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{p1} \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = \frac{3,14 \cdot 80 \cdot 1700}{60 \cdot 1000} = 7,12 \text{ м/с}$$

7. Частота обертів веденого вала:

$$n_2 = \frac{d_{p1} \cdot n_1 \cdot (1 - \xi)}{d_{p2}} = \frac{80 \cdot 1700 \cdot (1 - 0,002)}{160} = 850 \text{ об/хв}$$

8. Відстань міжосьова:

$$a = 0,95 \cdot d_{p2} = 0,95 \cdot 160 = 155 \text{ мм}$$

9. Довжина паса розрахункова:

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a} = 2 \cdot 155 + \frac{3,14}{2} (80 + 160) + \frac{(160 - 80)^2}{4 \cdot 155} = 698 \text{ мм}$$

Стандартна довжина паса $L = 710 \text{ мм}$

10. По стандартній довжині паса уточнюємо міжосьову відстань:

$$a = \frac{2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}) + \sqrt{(2L - \pi(d_{p1} + d_{p2}))^2 - 8(d_{p2} - d_{p1})^2}}{8} =$$
$$\frac{2 \cdot 710 - 3,14(80 + 160) + \sqrt{2 \cdot 710 - 3,14(80 + 160)^2 - 8(160 - 80)^2}}{8} = 186 \text{ мм}$$

11. Кут обхвату на меншому шківі:

$$\alpha_1^0 = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p2} - d_{p1}}{a} = 146^\circ > [\alpha_1] = 110^\circ$$

12. Довжина паса відносна:

$$\frac{L}{L_0} = \frac{706}{710} = 0,99$$

Коефіцієнт довжини: $C_L = 0,99$

Потужність при $d_{p1} = 80\text{мм}$; $N_0 = 17\text{кВт}$

Коефіцієнт кута обхвату $C_\alpha \approx 0,91$

Поправка до крутного моменту на передаточне число: $\Delta T_H = 28,4\text{Н} \cdot \text{м}$

Поправка до потужності: $\Delta N_H = 0,0001 \cdot \Delta T_H \cdot n_{об} = 0,0001 \cdot 28,4 \cdot 975 = 2,76\text{кВт}$

Коефіцієнт режиму роботи при вказаному навантаженні: $C_P = 0,56$

13. Потужність допустима на один пас:

$$[N] = (N_0 \cdot C_\alpha \cdot C_L + \Delta N_H) \cdot C_P = (17 \cdot 0,91 \cdot 0,99 + 2,76) \cdot 0,56 = 8,36\text{кВт}$$

14. Кількість пасів розрахункове:

$$z = \frac{N}{[N]} = \frac{17}{8,36} = 2,1$$

Коефіцієнт нерівномірності навантаження: $C_z = 0,85$

15. Кількість пасів у передачі дійсна:

$$z' = \frac{z}{C_z} = \frac{3,1}{0,85} = 2,49$$

Приймаємо: $z=3$

16. Сила початкового натягу одного пасу:

$$S_{o1} = \frac{780 \cdot N}{V \cdot C_\alpha \cdot C_P \cdot z'} + g \cdot V^2 = \frac{780 \cdot 17}{7,12 \cdot 0,99 \cdot 0,91 \cdot 3} + 0,62 \cdot 7,12^2 = 491\text{Н}$$

де, g - погонна вага паса.

17. Зусилля, яке діє на вали передачі:

$$Q = 2 \cdot S_{o1} \cdot z' \cdot \sin \frac{\alpha_1^0}{2} = 2 \cdot 491 \cdot 3 \cdot \sin \frac{146}{2} = 2813\text{Н}$$

18. Розміри ободів шківів:

$$l_p = 27\text{мм}; L = 20\text{мм}; b = 8,1\text{мм}; e = 37 \pm 0,6\text{мм}; f = 24\text{мм}; r = 2\text{мм}; \alpha_{1\text{min}} = 12\text{мм}; \alpha_1 = 36^\circ; \alpha_2 = 38^\circ$$

Діаметри шківів зовнішні:

$$d_{e1} = d_{p1} + 2b = 80 + 2 \cdot 8,1 = 96,2\text{мм}$$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 160 + 2 \cdot 8,1 = 176,2\text{мм}$$

Ширина обода шківів:

$$M = (z' - 1) \cdot e + 2f = (5 - 1) \cdot 37 + 2 \cdot 24 = 220 \text{ мм}$$

4.4 Визначення та розрахунок дозувального пристрою фасування рідких харчових продуктів з короткою трубкою

Продукт – мінеральна вода;

Об'єм пляшки – 2 л;

Швидкість переміщення рідких харчових продуктів - 2 м/с;

Внутрішній діаметр трубки – 15мм;

Продуктивність – 12000 пл/год.;

Кінематична в'язкість рідини – $1,6 \times 10^{-6}$;

Висота від рівня рідини до горловини пляшки – 300мм;

Густина – $1,01 \text{ г/м}^3$.

1. Тривалість заповнення

$$\tau_n = \frac{V_{пл}}{F \cdot v} = \frac{2}{0.018 \cdot 2} = 6,45 \text{ с}$$

2. Необхідний рівень стовпа рідини:

$$H = \frac{v^2}{2\mu^2 g} = \frac{2^2}{2 \cdot 2^2 \cdot 9.8} = 0.51 \text{ м}$$

3. Надмірний тиск для збереження заданої швидкості:

$$\Delta P_n = (H - H_0) \cdot g \cdot \rho = (0.51 - 0.3) \cdot 9.8 \cdot 1.01 = 1.58 \text{ бар}$$

4. Тривалість яка відповідає заповненню споживчої тари:

$$T_{ц} = \tau_n + \tau_{\text{вкл. викл}} = 6.45 + 2 \cdot 0.85 = 8.15 \text{ с}$$

де τ_n – час заповнення пляшки;

$\tau_{\text{вкл. викл}}$ – час відкриття та закриття клапану.

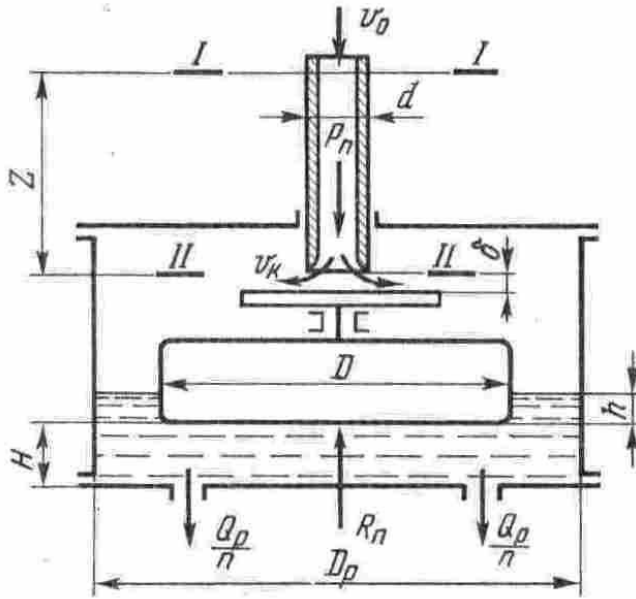
5. Діаметр каруселі:

$$D_k = z \cdot m = 70 \cdot 3.5 = 2,55 \text{ м}$$

де m – крок розташування наливних кранів;

z – кількість наливних кранів

4.5 Визначення та розрахунок поплавкового пристрою витратного резервуару



З раніше проведених розрахунків визначено, що швидкість переміщення харчової рідини по трубці складає:

$$v = 2 \text{ м/с}$$

1. Конструктивний діаметр отвору наповнюючої трубки:

$$\delta d \geq \frac{\pi d}{4}$$

$$d_t = \frac{\pi d^2}{4\delta} = \frac{3.14 \cdot 0.02}{4 \cdot 0.012} = 0.026 \text{ м}$$

2. Визначаємо діаметр поплавка:

$$\frac{\pi d^2}{4} (\Delta P + \rho g H) = \frac{\pi d^2}{4} h g \rho$$

$$D = \sqrt{\frac{d^2 (P + pgh)}{gph}} = \frac{0.026^2 (0.1 \cdot 10^6 + 10 \cdot 1.01 \cdot 0.7)}{0.012 \cdot 1.02 \cdot 10} = 1 \text{ м}$$

3. Діаметр резервуара витратного:

$$D_6 = \sqrt{\frac{4 \cdot W}{\pi h}} + D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1.01}{3.14 \cdot 0.018}} + 1 = 1.5 \text{ м}$$

4. Діаметр розташування фасувальних пристроїв:

$$D = D_6 - (z \cdot m) = 1.5 - (70 \cdot 0.035) = 1.54 \text{ мм}$$

4.6 Розрахунок кількості дозаторів та параметрів фасування напоїв

1. Визначимо кількість дозаторів:

$$n = \frac{Q}{q}$$

Де Q- продуктивність машини, 12000 пл/год;

q - продуктивність одного розливного крану:

$$q = \frac{3600}{T}$$

Де T — час циклу, T = 14 с.

2. Тоді, продуктивність одного столику:

$$q = \frac{3600}{70} = 52 \text{ пл/год}$$

3. Кількість дозаторів:

$$n = \frac{12000}{171.94} = 69.76 \text{ шт.}$$

Тобто, потрібна кількість дозаторів становить $n = 70$ шт.

Відомо, що фасування напоїв газованих необхідно проводити ізобаричним (надбарометричним) методом. Останній характеризується витоком рідини із дозатора або витратного резервуара ільки в полі дії сил гравітації чи при надлишковому тиску у витратному резервуарі та в тарі. Тиск повинен складати 4...5 бар та створюватися діоксид вуглецем. Температура рідини, що фасується не повинна перевищувати 4 – 6 °С. Однак, у даний час впроваджується сучасна технологія фасування при підвищеному тиску (7...8 бар). Це надає можливість проводити фасування при 12-14°С. Отже, завдяки цьому — спостерігатимуться менші витрати тепло енерговитрат на теплообміннику.

4.7 Визначення, вибір та розрахунок пневмоциліндрів

Отже, необхідно підібрати та розрахувати пневмоциліндри виходячи із висоти підйому пляшок, робочому ходу поршня в ньому з визначеною

швидкістю руху. Обираємо пневмоциліндр односторонньої дії з однобічним штоком. Останні і призначені для роботи на стисненому повітрі до 10 кгс/см^2 та температурі від -40°C до $+60^\circ\text{C}$ із швидкістю переміщення штоку до $0,5 \text{ м/с}$. Циліндри виготовлені з гальмуванням, із метричним різбленням для підведення повітря. Відповідно до ДСТУ 15608 — 70 обираємо пневмоциліндр з гальмуванням з наступними параметрами:

$$P_n = 0,4 \text{ Мпа} = 4,04 \text{ Н/м}^2, V = 0,5 \text{ м/с}, S = 180 \text{ мм}, D = 50 \text{ мм}, d_1 = 8 \text{ мм}, d_2 = 0,002 \text{ м}, d_w = 16 \text{ мм}.$$

Приймаємо коефіцієнт витрат підвідної магістралі $l = 0,2$.

Маса пляшки $m_n = 2 \text{ кг}$.

Маса захвата $m_3 = 1 \text{ кг}$.

Загальна маса $P = m_n + m_3 = 0,5 + 1 = 1,5 \text{ кг}$.

1. Визначаємо безрозмірне навантаження на привід:

$$x = \frac{1.27P}{(P_M \cdot D^2)} = \frac{1.27 \cdot 40}{(1.5 \cdot 10^4 \cdot 0.05^2)} = 1.35$$

2. Знаходимо безрозмірний конструктивний параметр:

$$N = \frac{q(l_1 \cdot d_1^2)}{(D \cdot \sqrt{P/P_M} \cdot S^2)} = \frac{192.54(0.2 \cdot 0.008^2)}{0.05^2 \cdot \sqrt{40/1.5 \cdot 10^4} \cdot 0.13^2} = 6.19$$

3. Визначаємо коефіцієнт пропускної здатності вихлопної лінії.

$\Omega = 1$.

Тоді:

$$\sigma = \frac{P_n}{P_m} = \frac{1 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^4} = 0.25$$

За номограмою при $X = 1.35$ і $N = 6.19$ знаходимо безрозмірний час спрацювання поршня $\tau = 6,3$ По формулі переходу знаходимо дійсний час спрацювання:

$$t_1 = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot (S \cdot D^2 \cdot \tau)}{l_1 \cdot d_1^2} = 0.203 \text{ с}$$

4. Визначаємо час опускання пляшки, зваживши на те, що маса вантажу змінилась. $P = 7$ кг.

$$x = \frac{1.27P}{(P \cdot D^2)} = \frac{1.27 \cdot 70}{(1,5 \cdot 10^4 \cdot 0.05^2)} = 1,48$$

де $P_{np} = 70000$ Н/м² — жорсткість пружини зворотнього ходу

$$\sigma = \frac{P_n}{P_m} = \frac{1 \cdot 10^4}{4 \cdot 10^4} = 0.25 \quad \text{і} \quad \tau = 7,4$$

$$t_1 = \frac{1.31 \cdot 10^{-3} \cdot (S \cdot D^2 \cdot \tau)}{l_1 \cdot d_1^2} = 0.242c$$

5. Визначимо час підготовчого періоду спрацювання

Приймаємо довжину підвідної магістралі $l_m = 1,5$ м.

6. Визначаємо час розподілу хвилі тиску:

$$t = \frac{l_m}{a} = \frac{1,5}{341} = 0,00439c$$

де $a = 341$ м/с — швидкість руху повітря в магістралі.

7. Знаходимо початковий обсяг робочої порожнини:

$$V_p = V' + \left(\frac{\pi + d_T^2}{4}\right) \cdot l_T = 1,79 \cdot 10^{-5} + \left(\frac{3,14 \cdot 0.008^2}{4}\right) \cdot 1.5 = 9.32 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$$

де $V' = 1,79 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3$ — обсяг (початковий) робочої порожнини пневмоциліндра;
 $d_T = 0,008$ м — діаметр трубопроводу підвідної магістралі.

8. Обсяг вихлопної порожнини в момент початку робочого ходу поршня:

$$V_p = V' + \frac{\pi}{4} (D^2 + d_{um}^2) = 1,79 \cdot 10^{-4} + \frac{3,14}{4} \cdot (0,05^2 + 0,016^2) = 1,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$$

де $D = 0,05$ м - діаметр поршня;

$d_{um} = 0,016$ м - діаметр штока;

9. Визначимо значення відносних тисків σ_{∂} і $\sigma_{\partial\partial}$ у момент початку руху поршня:

$$v = \frac{(V_p + l_1)}{(V_{вих} + l_2)} = \frac{9,32 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2}{1,78 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2} = 0,052$$

де $l_1 = l_2 = 0,2$ — коефіцієнт витрат підвідної і відвідної магістралей

Коефіцієнт:

$$P_{21}^F = \frac{(D^2 - d_{um}^2)}{D^2} = \frac{0,05^2 \cdot 0,016^2}{0,05^2} = 0,897$$

По номограмі для $X = 0,508$ і $v = 0,052$ $\sigma_{\partial} = 0,97$ і $\sigma_{\partial\partial} = 0,34$

10. Отже, значення відносних тисків:

$$\sigma_{\partial} = \sigma_{\partial}'' - 0,5(1 - P_{21}^F) = 0,97 - 0,5(1 - 0,897) = 0,9185$$

$$\sigma_{\partial\partial} = \sigma_{\partial\partial}'' - 0,1(1 - P_{21}^F) = 0,34 - 0,5(1 - 0,897) = 0,329$$

11. Визначимо час заповнення робочої порожнини до початку руху поршня:

$$t'' = \frac{362 \cdot 10^{-3} \cdot V'}{l_1 \cdot F_1 \cdot (\psi \cdot \sigma_{\partial} - \psi \cdot \sigma_{\partial\partial})} = \frac{362 \cdot 10^{-3} \cdot 0,79 \cdot 10^5}{0,2 \cdot 5,02 \cdot 10^{-5} \cdot 1,45 \cdot (0,918 - 0,329)} = 0,0746c$$

де $F_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,008^2}{4} = 5,02 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2$ — площа поперечного перерізу

підвідної магістралі;

$\psi = 1,45$ — коефіцієнт відносного тиску;

Визначимо час звільнення вихлопної порожнини:

$$t_3'' = \frac{2,53 \cdot 10^{-2} \cdot V_{вих}}{l_1 \cdot F_1 \cdot (\psi \cdot \sigma_{\partial} - \psi \cdot \sigma_{\partial\partial})} = \frac{2,53 \cdot 10^{-2} \cdot 1,78 \cdot 10^{-3}}{0,2 \cdot 5,02 \cdot 10^{-5} \cdot 1,45 \cdot (0,918 - 0,329)} = 0,0824c$$

Сумарний час нагнітання та звільнення порожнини пневмоциліндра складає:

$$t_3 = t_3' + t_3'' = 0,0746 + 0,0824 = 0,157 \text{ с}$$

Визначимо сумарний час циклу:

$$t_u = t_1 + t_2 + t_3 = 0,203 + 0,242 + 0,157 = 0,602 \text{ с}$$

5 МОНТАЖ ТА ТЕХНІЧНИЙ СЕРВІС ОБЛАДНАННЯ

5.1 Монтаж

Монтаж та встановлення обладнання потрібно здійснювати згідно із діючими галузевими нормами та вимогами протипожежної безпеки, виробничої санітарії, техніки безпеки та охорони праці і навколишнього середовища.

Живлення електроенергією машини повинно здійснюватися від окремої лінії з відповідним перерізом дротів.

Обладнання повинно бути надійно заземлене, із позначенням спеціальною табличкою до заземляючого контуру.

Деякі вимоги до місця встановлення обладнання:

- виробниче приміщення повинно відповідати діючим санітарним вимогам, вимогам техніки безпеки та протипожежної безпеки;
- площа приміщення повинна бути достатньою для розміщення машини та всього необхідного допоміжного обладнання та інвентарю;
- зона технічного обслуговування машини повинна бути добре освітлена;
- місце встановлення машини у приміщенні повинно гарантувати її збереженість та забезпечити безпеку та зручність виконання операцій по експлуатації та її сервісу.

Приміщення повинно бути обладнане:

- лінією трифазного змінного струму частотою 50 Гц і напругою 380 В з нейтральним дротом, потужність лінії повинна бути не меншою 20 кВт;
- контуром заземлення;
- трубопроводами холодного та гарячого водопостачання;
- каналізаційним стоком;
- системою витяжної вентиляції.

Обладнання на місце встановлення повинно бути доставлене в упаковці підприємства-виготовлювача. Зберігання на відкритій площадці та у не запакованому вигляді не допускається.

При проведенні навантажувально-розвантажувальних роботах не допускаються кантування, удари, різкі струси та ривки, а також нахили на кут більше 20°.

Підприємство повинно забезпечити зберігання обладнання до початку його монтажу у сухому закритому приміщенні у заводській упаковці. У разі довготривалого зберігання рекомендовано не рідше одного разу за рік відкривати упаковку для контролю стану антикорозійної змазки. У разі необхідності, поновлювати її.

До початку монтажних робіт обладнання повинно бути розконсервоване. Всі поверхні повинні бути звільнені від змазки. Зняття змазки проводиться механічним шляхом та шляхом протирки тканиною, змоченою органічним розчинником (бензин, уайт спіріт тощо).

Після розконсервації поверхні слід протерти спочатку тканиною, змоченою гарячим содовим розчином, а потім тканиною із теплою водою, просушити і провітрити всі поверхні.. Реконсервація запасних частин не проводиться до їх використання.

Монтаж обладнання на місці майбутньої експлуатації виконується силами підприємства або ремонтно-монтажної організації

Під'єднання електроживлення та заземлення повинно проводитися у відповідних місцях.

Контур заземлення може бути виконаний ізольованим і неізольованим дротом. Він повинен бути надійно з'єднаний з болтом заземлення та загальним контуром або шиною заземлення приміщення. Переріз дроту повинен бути не менше: мідного – 2,5 мм², алюмінієвого – 4 мм².

Всі знімні вузли, деталі, зняті з машини по умовах транспортування (шнек, бункери, піддон тощо), повинні бути встановлені на свої місця у відповідності з технічними умовами.

Рухомі вузли та деталі повинні бути змащені. На змонтованій машині необхідно перевірити надійність затягування всіх різьбових з'єднань.

Особлива увага - кріпленню деталей, щоякі переміщуються під час роботи машини.

Встановивши рукоятку на хвостовик натяжного пристрою та повертаючи її за часовою стрілкою, вручну переміщують розподільчий блок та механізми. При цьому перевіряють спрацювання усіх механізмів.

Всі механізми та пристрої, робочі органи повинні переміщуватися плавно, без ривків, заїдань та перекосів, без прикладання надмірних зусиль та наявності сторонніх шумів, не пов'язаних зі спрацюванням пристроїв.

Потрібно перевірити при обертанні привода вручну своєчасність спрацювання усіх пристроїв у відповідності з циклограмою і при якій-небудь невідповідності ліквідувати їх.

До підключення до мережі необхідно перевірити опір заземлення. Електричний опір між металевими частинами та болтом заземлення не повинно бути більше 0,1 Ом та загальний опір заземляючого контуру – не більше 4 Ом.

До включення потрібно провести випробування опору ізоляції. Для усіх струмоведучих частин машини він повинен складати не менше 2 МОм.

До пуску необхідно перевірити правильність фаз електроживлення. З цією метою необхідно зняти ланцюг привода і, натиснувши на

кнопку ПУСК для включення мотор-редуктора, впевнитися що його вихідний вал обертається у правильному напрямку (проти годинної стрілки), після цього встановити ланцюг і натягнути його за допомоги натяжного пристрою.

5.2 Ремонт

Довготривала та надійна робота машини забезпечується лише за умов дотримання системи планово-попереджувального ремонту. ППР здійснюється на підставі обліку роботи машини.

Облік усіх несправностей та ремонту машини ведеться відповідно до вимог у спеціалізованих журналах.

У разі списання обладнання потрібно демонтувати усі деталі, що виготовлені з кольорових та дорогоцінних металів.

Поточні види робіт наприкінці зміни:

Ретельна очистка миючими засобами роликів від можливих залишків скла, фарби. Висушивання обладнання струменем повітря. Ретельно обприскати ролики мастилом, блокувальні пристрої та притиск горловини.

Можливі несправності та способи їх усунення

Найменування несправностей, зовнішні прояви	Причина	Способи усунення
1. Карусель фасування та укупорювання не обертається при ввмикненому двигуні приводу	натяг ременя клинопасової передачі недостатній	Підтягнути ремінь приводу
2. Зупинка машини або відмова при пуску	Спрацював індуктивний-безконтактний перемикач на виході машини; Переповнений конвейер відведення пляшок.	Усунути перешкоду, яка зупинила роботу. Звільнити конвейер відводу пляшок.
3. Неправильна укупорка, недостатнє притискання ковпачка до горловини пляшки	Надходження пляшки з пошкодженими витками. Пошкодження пружини бокового прижиму.	Забезпечити не потрапляння бракованих пляшок Замінити пружину

<p>4. Укупорювання відбувається неправильно з щербинами або розривами</p>	<p>Заблокована пружина бокового прижиму</p> <p>Ролик накатки рухається з зусиллям.</p> <p>Заїдання ричагу ролика закатки</p> <p>не відрегульоване положення холостого ходу накатки.</p>	<p>Очистити та змастити</p> <p>Перевірити рух ричага</p> <p>Відрегулювати положення роликів</p>
<p>5. Неправильне відбувається укупорювання, запобіжне кільце без буртика</p>	<p>Ролик буртику знаходиться занадто високо по відношенню до нижньої кромки горловини пляшки</p> <p>Пошкоджена пружина прижиму ролика буртика</p>	<p>Відрегулювати положення ролику</p> <p>Пружину поміняти</p>
<p>б. укупорювання відбувається неправильно – косо встановлено ковпачок, на запобіжному кільці буртик тільки з однієї сторони</p>	<p>Зношення зірочки подаючої пляшки</p> <p>Розміри вінця пляшки не відповідають встановленим нормативам</p>	<p>Зірочки замінити</p> <p>пляшки використовувати без дефектів</p>

5.3 Сервіс

До обслуговування обладнання допускаються особи, що пройшли відповідну підготовку та інструктаж. Знаходження сторонніх осіб при обслуговуванні та роботі машини забороняється.

Заземлення машина повинно бути надійним. Щозмінно до початку роботи необхідно перевіряти цілісність та надійність кріплення контуру заземлення.

Виміри опору заземлення повинні проводитись щорічно. Загальний опір між автоматом та землею не повинен перевищувати 4 Ом. Опір між болтом заземлення та металічними частинами не повинен перевищувати 0,1 Ом.

Вимір опору ізоляції повинен проводитися щорічно. Величина опору ізоляції усіх струмоведучих частин обладнання повинна бути не менше 2 МОм, за винятком нагрівачів.

До технічного обслуговування машини допускаються особи, які пройшли відповідний медичний контроль.

Персонал, що обслуговує машину повинен виконувати правила особистої гігієни та санітарні вимоги.

При сервісному обслуговуванні машини повинні виконуватися терміни та об'єм періодичної санітарної обробки. Повинен бути забезпечений належний та відповідний стан машини, висока якість виробів. Проведення та порядок санітарної обробки обладнання наведено в інструкції по експлуатації машини.

До початку роботи на машині повинні бути встановлені усі пристрої та робочі органи, які були попередньо демонтовані для санітарної обробки.

З метою виходу машини на стаціонарний режим роботи необхідно виконати настройку механізмів правильного дозування та укупування пляшок. Після проведення усіх необхідних видів робіт із налагоджування

машини її переводять у стаціонарний робочий режим. При цьому виконуються усі необхідні технологічні операції.

Функції оператора в процесі роботи машини полягають у наступному.

Оператор-механік:

– спостерігає за правильністю роботи усіх механізмів та пристроїв машини-автомату;

– виконує необхідну настройку та регулювання механізмів та пристроїв;

– у разі виявлення неполадок приймає необхідні заходи для їх усунення власними силами або за допомоги ремонтного персоналу.

6 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ

Підвищенню рівня праці обслуговуючого персоналу сприяє автоматизація технологічних процесів виробництва безалкогольних напоїв. Вона також дозволяє значно покращити умови та підвищити безпеку праці, скоротити затрати енергоносіїв, палива.

Практика експлуатації сучасного виробництва засвідчила, що використання локальних систем управління окремих технологічних операцій особливо ефективно для невеликих підприємств або невеликих об'ємах виробництва.

Із впровадженням системи автоматизації на виробництві різко підвищується рівень випуску продукції, знижується її собівартість, зменшується кількість обслуговуючого персоналу та практично усуваються аварійні ситуації, знижується рівень виробничого травматизму та покращуються умови праці.

1. Технологічні аспекти

Технологія розливу напоїв складається із 4 етапів:

- підготовки сировини до розливу
- етап охолодження або пастеризації напою
- безпосередньо розлив напоїв у пляшки та укупулку
- фасування пляшок в ящики

Таблиця 6.1

Технологічні аспекти та вимоги до системи автоматизації.

№ п/п	Апарат,, машина, агрегат	Параметр, місце відбору сигналу	Вид автоматизації	Характер контролю, управління
1.	Трубопровід	Витрати сировини	Регулювання, контроль	Показання, реєстрація, управління
2.	Машина розливна	Рівень сировини	Контроль, управління	Показання, реєстрація, управління

3.	Резервуар витратний	Рівень сировини	Контроль, управління	Показання, реєстрація, управління
4.	Двигуни	Вмикання, вимикання	Контроль, управління	Показання, реєстрація, переключення дистанційне
5.	Запірна арматура	Вмикання і вимикання подачі сировини	Контроль, управління	Показання, реєстрація, переключення дистанційне

Полуфабрикат /сировина/ у цех фасування поступає з купажного цеху по магістралі-трубопроводу у ємкість.

Із ємкості самопливом сировина прямує до автоматизованої лінії фасування у ПЕТФ – пляшку ємністю 1,0л (автомат-розливу).

Порожні пляшки із видувної машини пластинчатим конвейєром доставляються до автомату розливу, у якому здійснюється налив продукту дозованою порцією .

Із блоку розливу пляшка потрапляє на укупуруювальний автомат, де вона герметично укупурюється гвинтовою кришкою.

В подальшому укупорені пляшки конвейєром подаються до етикетувальної машини. Встановлюються та просуваються за допомоги розподільчого черв'яка. В цей момент на пляшки наклеюється етикетка з інформаційними даними.

Далі пляшка по конвейєру направляється до пакувального рольгангу, де пакується в ящик з гофрованого картону (по 12 штук в коробку), і по конвейєру направляються до складу готової продукції.

2. Опис принципу дії схеми автоматизації

Сировина в цех фасування надходить з купажного цеху по трубопроводу у ємність (див. лист по автоматизації. Поз. 1).

З метою регулювання рівня в ємності поз.1а встановлений датчик рівня УБ-П. Сигнал із датчику поступає на сигналізатор рівня ЄСУ-1М, /поз. 1в/. Далі, сигнал поступає на блок управління - БУ-12. Із блоку управління сигнал потрапляє на магнітний пускач типу ПБР-2м - реверсний / поз.1г/.

Далі, сировина самопливом із ємності (поз.1) направляється на автоматизовану лінію фасування в ПЕТФ - пляшку ємністю 1,0л. На автоматі розливу пляшка заповнюється дозованою порцією рідини.

Автомат розливу складається із розливних пристроїв та насосу подачі рідини. Відцентровий насос марки ГМ-2 призначений для подачі продукту з резервуару наповнюючого пристрою до колектору вузла наповнювачів.

У першій фазі наповнення (3/4 ємності пляшки) насос працює з підвищеною продуктивністю. Після досягнення рівня 3/4 ємності пляшки його продуктивність зменшується таким чином, щоб доливка до повного об'єму відбувалася спокійно. За цим слідкує мікропроцесорний командо-контроллер.

З блоку автомату розливу 2 конвейєром 5 пляшки з напоями подаються – на пакувальний автомат 3. Далі укупорені пляшки конвейєром 5 подаються на конвейєр етикетувальної машини (поз. 4). Пляшка натискає важіль вмикача етикеток, який подає електричний імпульс на електромагніт механізму повороту, викликаючи його скидання і подачу етикетки на клеючий циліндр. Останній постійно покритий шаром клею. Із клеючого циліндру етикетка відділяється аеродинамічним гребенем та подається на пляшку, що покинула черв'як та надходить до роlikової станції Пляшка з етикеткою обертається та притискається до губчатої панелі. Внаслідок чого етикетка приклеюється всією поверхнею до поверхні пляшки.

Таблиця 6.2.

Специфікація на прилади автоматизації

Позиція	Параметр	Границі вимірювання	Місце установки	Назва та характеристика приладу	Модель	Кількість
1а,1б, 4а,4б.	Рівень	м	За місцем	Електронний кондуктометричний сигналізатор рівня з двома датчиками. Похибка спрацювання ± 10 мм.	УБ-П	2
1в,3є.	Сигналізатор	--	На щиті	Ємкісий сигналізатор рівня	ЄСУ-1М	2
1д,3а.	Виконавчий механізм	--	На щиті	Безконтактний виконавчий механізм	МЄО 16/10-0,25	2
1г,2а, 3в,3г, 4а,5а, 6а,7а.	Пусковий механізм	--	За місцем	Безконтактний реверсний	ПБР-2м	8

7 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БЛАДНАННЯ

7.1 Аналіз шкідливих та небезпечних факторів

Усесторонній аналіз виробничих умов експлуатації технологічного обладнання на підприємстві дозволяє виявити небезпечні та шкідливі фактори, що діють при роботі автомату розливу напоїв (рис.7.1):

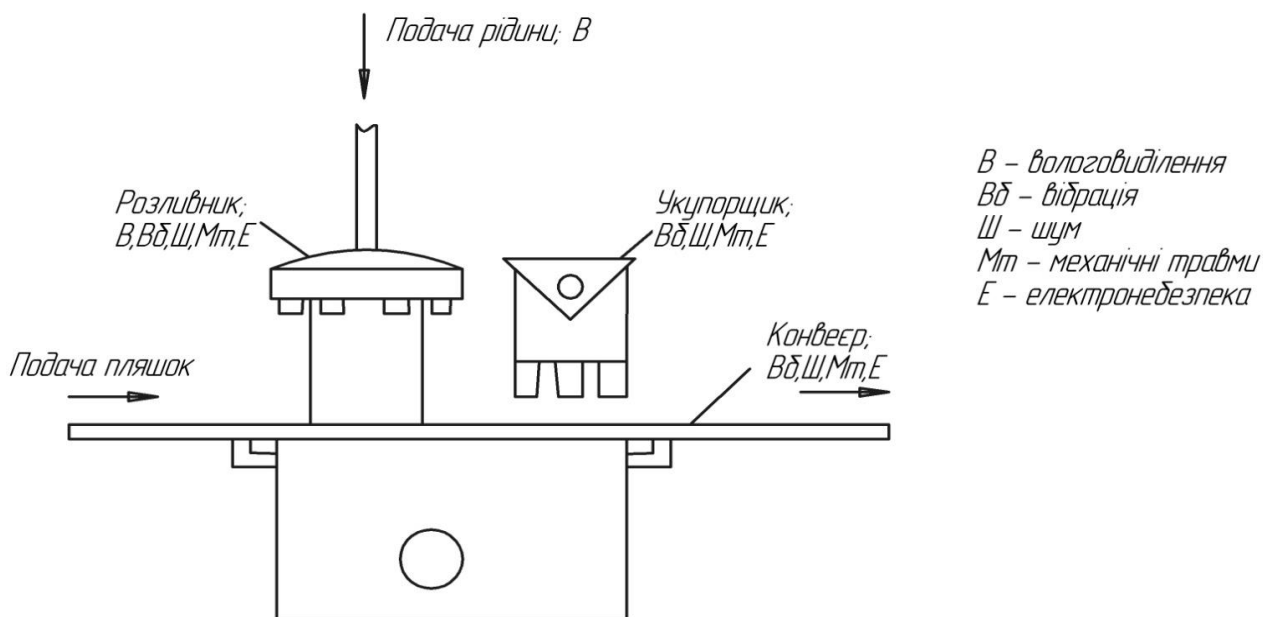


Рис.7.1 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

Е - недостатнє природне освітлення, електробезпека

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

В - підвищена вологість

Ш- підвищений рівень шуму

Вб - вібрація

7.2 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 $> +10^{\circ}\text{C}$ та $< -10^{\circ}\text{C}$ відповідно до сезону).

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

Таблиця 7.1

Норми мікроклімату

Ділянка виробництва	Професія	Категорія	Допустимі умови		
			Температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с (не більше)
Цех розливу	Оператор	Па	17...23	75	0,4

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

- температура повітря 17°C ;
- 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 водинапоїв 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 віброуючими 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 7.2

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	В	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 усієї 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 7.3

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.

8 ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

8.1. Призначення деталі

Дипломним проектом передбачена модернізація розливо-укупорочної машини. Основним робочим органом машини є розливний клапан. Саме йому передбачена зміна, а саме - зміна центруючого дзвіночка пляшки. Це дозволить здійснити перехід від виробництва продукції у пляшках з вузьким горлечком (25-27мм) до широкого (35-38мм), а тим самим розширити асортимент продукції. Основне призначення дзвіночка : центрування пляшки для оптимального наповнення.

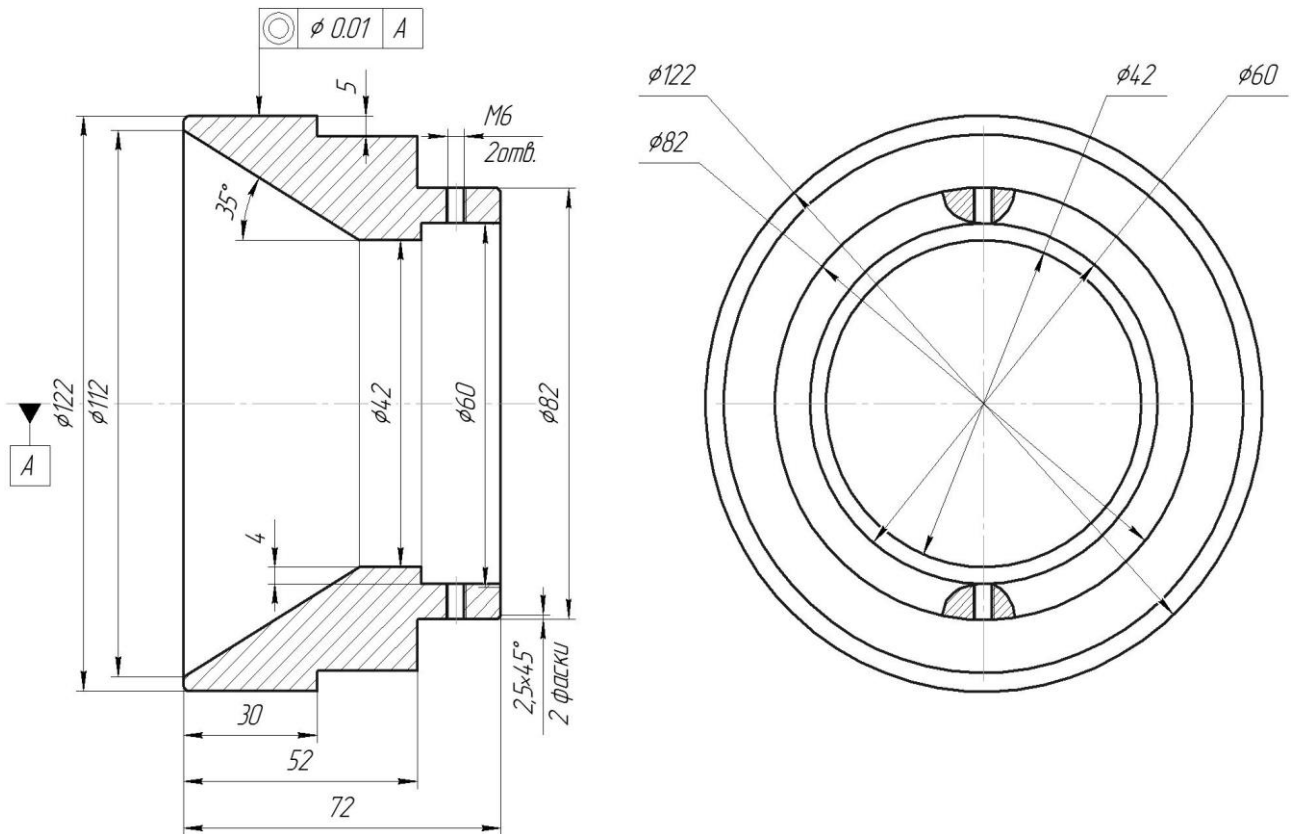


Рис.8.1. Розливний дзвіночок

8.2 Вибір заготовки

10 – заготівельна операція.

Згідно з конструктивних особливостей деталі та її особливостями виготовлення, в якості вихідного матеріалу використовуємо Сталь 3 (ГОСТ 1050–74). Заготовку обираємо відлиту в земляну форму. Ескіз заготовки наведено на (рис.8.2.):

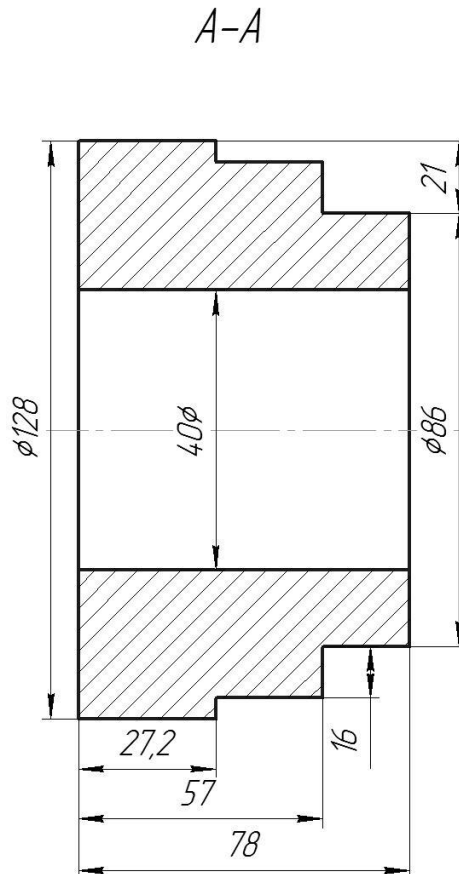


Рис 8.2 Ескіз заготовки

8.3. Розроблення технологічного процесу виготовлення деталі

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

Технологічний процес, що розробляється, повинен забезпечити: підвищення якості виробу та продуктивності праці ; скорочення

матеріальних та трудових затрат ; зменшення шкідливого техногенного впливу на навколишнє середовище; реалізацію значень базових показників технологічності конструкції даного виробу.

Проектування розпочинається із аналізу вихідних даних необхідних для розробки ТП. З цією метою необхідно за наявними відомостями про програму випуску і з використанням конструкторської документації на виріб ознайомитися з призначенням та конструкцією, а також з вимогами до виготовлення та експлуатації.

За класифікатором заготовок, методики розрахунку і техніко-економічною оцінкою заготовок, а також стандартами і технічними умовами на заготовку та матеріал, обирають вихідну заготовку та і методи її виготовлення.

Потім обирають 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 технологічних операцій і класифікатора операцій складають послідовність переходів, вибирають засоби технологічного оснащення (ЗТО), у тому числі засоби контролю і випробувань з урахуванням метрологічного забезпечення. Для цього використовують стандарти, каталоги, альбоми і картотеки на ЗТО.

За методикою розрахунку економічної ефективності процесів (прораховується кілька варіантів) вибирають оптимальний ТП.

На заключному етапі розробки ТП на підставі стандартів ЕСТД оформляється документація і забезпечується нормоконтроль технологічної документації.

Технологічний маршрут виготовлення деталі

№оп., пер.	Назва операції, переходу	Технолог. обл., пристрої, інструмент обробл. і контр.
10 10.1	<i>Ливарна</i> Вилити заготовку	Земляна форма За технічною документацією ливарних робіт
20 20.1	Токарна УЗЗ Торцювати пов. 1 z=3 мм	16К20 3х кулачковий патрон, упор Прохідний упорний правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ, T15K6, \text{ГОСТ } 10043-62 \text{ ШЦ-I}$
20.2	Торцювати пов. 2 z=2.5 мм	Прохідний упорний правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ, T15K6, \text{ГОСТ } 10043-62 \text{ ШЦ-I}$
20.3	Торцювати пов. 3 z=2мм	Прохідний упорний правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ, T15K6, \text{ГОСТ } 10043-62 \text{ ШЦ-I}$
20.4	Точити $\varnothing 82 L=20$ мм пов. 4	Прохідний упорний правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ, T15K6, \text{ГОСТ } 10043-62 \text{ ШЦ-I}$
20.5	Точити $\varnothing 117 L=22$ мм пов. 5	Прохідний відігнутий правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ,$
20,6	Розточити, підрізати торець отвору $\varnothing 60 L = 20$ мм пов.6	T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I Прохідний відігнутий правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ,$
20,7	Розточити, підрізати торець отвору $\varnothing 42 L = 12$ мм пов.7	T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I Різець розточувальний для глухих отворів T15K6,ШЦ-1
20,8	Зняти фаску $2 \times 45^\circ$ пов.8	Різець розточувальний для глухих отворів T15K6,ШЦ-1 Прохідний відігнутий правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ, \gamma=10^\circ, \varphi=90^\circ,$ T15K6, ГОСТ 10043-62 ШЦ-I

30	Токарна УЗЗ	16К20 3х кулачковий патрон, упор
30,1	Торцювати z=3 мм пов. 1	Прохідний упорний правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$, Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ –І
30,2	Точити \varnothing 122 пов. 2	Прохідний відігнутий правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$, Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ –І
30,3	Розточити отвір по твірній конуса \varnothing 112 L= 40 мм пов.3	Різець розточувальний для наскрізних отворів Т15К6,ШЦ-1
30,4	Зняти фаску 2×45° пов.4	Прохідний відігнутий правий 16Х20Х140, $\alpha=80^\circ$, $\gamma=10^\circ$, $\varphi=90^\circ$, Т15К6, ГОСТ 10043-62 ШЦ –І
40	Свердлильна УЗЗ	Радіально-сверлильний станок 2А554,кондуктор
40,1	Сверлити 2 отвори \varnothing 5 пов.1	Сверло \varnothing 5,2 Р6М5 ШЦ –І
40,2	Нарізати різьбу М6	Мітчик М16 Р6М5

Операція 20

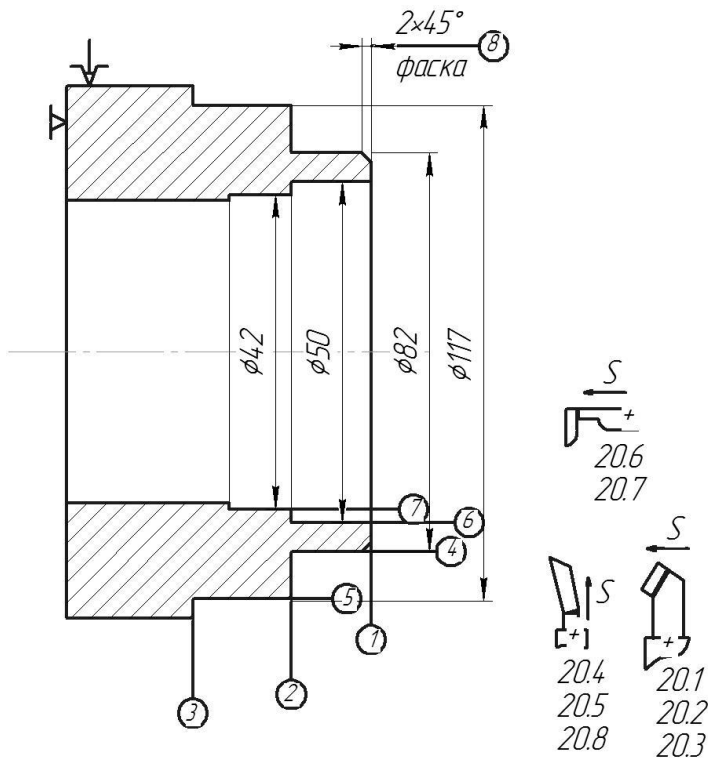


Рис.8.3. Ескіз операції 20 (точіння)

Операція 30

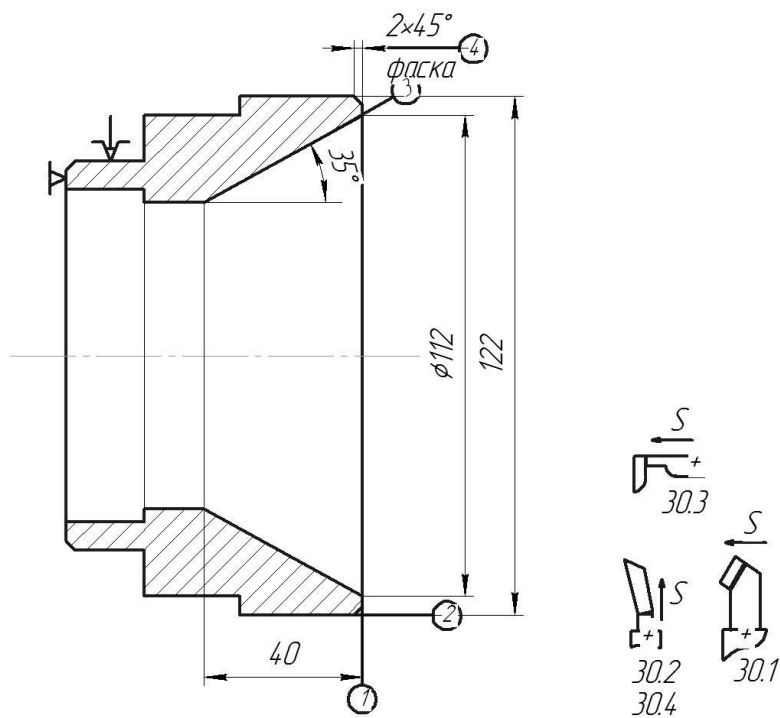


Рис.8.4. Ескіз операції 30 (точіння)

Операція 40

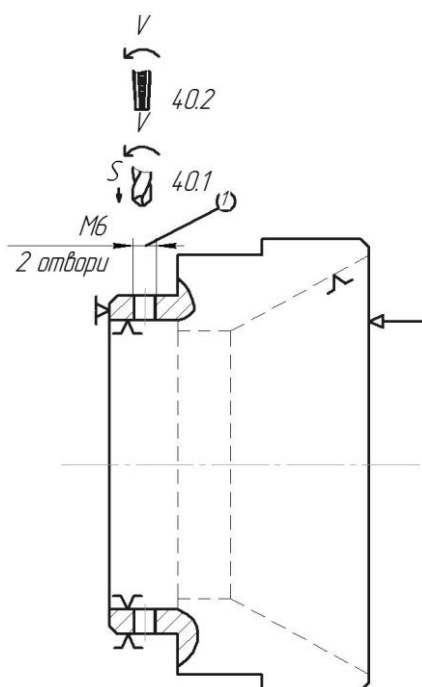


Рис.8.4. Ескіз операції 40 (свердління)

8.4 Розрахунок припусків

Мінімальний припуск на оброблення поверхні розраховується

$$\text{двосторонній } -2Z_{I\min} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2})$$

Rz_{I-1}, D_{I-1}, Tnp - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

E_{yi} - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{I-1} - T_I$$

T_{I-1} - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення

T_I - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення

Номінальний припуск на оброблення поверхонь

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні.

Розрахунок загального припуску литої заготовки ведемо за найточнішим розміром $\varnothing 40H7$.

Припуск на чорнове точіння

$$2Z_{1\min} = 2(Rz_0 + D_0 + \sqrt{Tnp_0^2 + E_{y1}^2})$$

Rz_0, D_0, Tnp_0 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка відлитої заготовки.

Для заготовок ≤ 1250 мм (табл. 9) $Rz_0 + D_0 = 800$ мкм, $Tnp_0 = 0,8$ мм

E_{y1} - похибка установлення при чорновому точінні.

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

$$2Z_{1\min} = 2(800 + \sqrt{800^2 + 100^2}) = 3212 \text{ мкм}$$

Загальний припуск

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 47 + 90,5 + 3212 = 3349,5 \text{ мкм}$$

Приймаємо $2Z_{\text{сум}} = 4$ мм.

ВИСНОВКИ

В результаті здійснення ретельного та глибокого аналізу стану технологічних та технічних рішень технології та обладнання, призначеного для розливу газованих безалкогольних напоїв, запропонована модернізація фасувально- укупорювальної машини лінії розливу напоїв у ПЕТФ- пляшки місткістю від 0,5л до 2,0л. Модернізація полягає у переналаштуванні наливних асептичних кранів та укупорщиків на пляшки з широким горлечком - від 38мм.

Проведені дослідження дозволили визначитися із найбільш доцільною та раціональною зміною конструктивних параметрів робочих органів. Здійснені необхідні конструктивні розрахунки та визначені основні параметри, а саме: основні параметри дозуючого та поплавкового пристрою, кількість дозаторів, параметри фасування, проведений розрахунок на міцність тощо. Техніко-соціальне обґрунтування підтверджує соціальну значимість та доцільність проекту. У дипломному в достатньому обсязі висвітлені питання монтажу та сервісу обладнання, техніки безпеки при експлуатації обладнання. В ході виконання проекту розроблена також технологія виготовлення модернізованого вузла та запропоновано спеціальний пристрій для підвищення ефективності виконання операції свердління.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Машины для фасования пищевых жидкостей в бутылки/ Ц.Р. Зайчик, В.А. Трунов, В.К. Яшин. – М.:Агропромиздат, 1989. -239с.
2. Обладнання для пакування продукції у споживчу тару / Гавва О.М., Беспалько А.П., Волчко А.І. – Київ:ІАЦ «Упаковка», 2008 – 436с.
3. Технология спирта / В.Л. Яровенко, В.А. Маринченко, В.А. Смирнов и др.. – М.: Колос, «Колос - Пресс», 2002
4. Справочник по производству спирта. Сырье, технология и теххимконтроль/ В.Л. Яровенко, Б.А. Устинников, Ю.П. Богданов, С.И. Громов. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 336с.
5. Курсовое и дипломное проектирование технологического оборудования пищевых производств. Учебное пособие /Ц.Р. Зайчик, А.И. Драгилев, Б.Н. Федоренко/ Под. ред. Ц.Р. Зайчика. 2е изд., допол. и справ. – М.: ДеЛи принт, 2004. – 152с.
6. Технологическое оборудование предприятий бродильной промышленности: Учебник. /Кретов И.Т., Антипов С.Т./ - Воронеж: Издательство государственного университета, 1997. – 624с.
7. Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. Проф.. образования. /Ермолаева Г.А., Колчева Р.А./ – М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. – 416 с.
8. Пищевая инженерия: справочник с примерами расчетов / Валентас К. Дж., Ротштейн Э., Сингх Р.П.,(ред.)/ пер. англ. под общ. науч. ред. А.Л. Ишевского. – СПб: Профессия, 2004. – 848с., ил., табл.,сх.
9. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков. /Балашов В.Е./ - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983, - 288 с.