

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра обладнання харчових технологій

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавра

бакалавр

РОЗРОБЛЕННЯ ЗАХОДІВ З МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА
РЕМОНТУ ПЛЯШКОВИДУВНОЇ МАШИНИ МАРКИ SVO

Виконав: студент _____ IV _____ курсу, групи МОЗ-41,
спеціальності: 133 Галузеве машинобудування _____
(шифр і назва спеціальності)

_____ Гарбуз А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Кравець О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Кравець О.І.

Т.в.о. зав. кафедрою _____ Пилипець О.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Кухтин М.Д.
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра обладнання харчових

технологій

ЗАТВЕРДЖУЮ
Т.в.о. завідувача кафедрою ОХ

(підпис) Пилипець О.М.

“ ” _____ (прізвище, ініціали)
_____ 2026р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

здобувачу Гарбузу Андрію Мироновичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту пляшковидувної машини марки SBO

керівник роботи Кравець Олег Ігорович к.т.н., доц.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від 04.05.2026 року № 4/9-215

2. Строк подання студентом проекту : 10 червня 2026 року

3. Вихідні дані до проекту: Технічний паспорт пляшковидувної машини марки SBO

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

У кваліфікаційній роботі необхідно розглянути сучасний стан та особливості експлуатації пляшковидувних машин для виробництва ПЕТ-тари, виконати аналіз конструкції, принципу дії та технічних характеристик пляшковидувної машини марки SBO. Провести аналіз патентних матеріалів, науково-технічної літератури та сучасних напрямів удосконалення обладнання даного типу. На основі проведеного аналізу сформулювати мету та основні завдання кваліфікаційної роботи.

У конструкторській частині обґрунтувати вибір та виконати перевірку несучої здатності основи для встановлення пляшковидувної машини марки SBO, провести розрахунок параметрів такелажного оснащення, необхідного для виконання монтажних робіт, визначити основні конструктивні параметри технічних засобів допоміжних операцій, виконати розрахунок гідравлічного домкрата для вивірки обладнання під час монтажу, а також здійснити вибір необхідних інструментів, пристосувань та допоміжного оснащення.

У технологічній частині дослідити особливості експлуатації пляшковидувної машини марки SBO, розробити систему планово-попереджувальних ремонтів та графік технічного обслуговування обладнання. Розробити технологію розбирання і складання механізму закривання дна прес-форми, виконати розроблення технологічного процесу виготовлення ремонтної деталі типу «гільза», обґрунтувати вибір способу одержання заготовки, обладнання, інструменту та режимів механічної обробки. Розглянути організацію та основні етапи проведення пусконаладжувальних робіт, а також комплексного випробування пляшковидувної машини після монтажу або ремонту.

У розділі з безпеки життєдіяльності та охорони праці проаналізувати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які виникають під час монтажу, експлуатації та ремонту пляшковидувної машини марки SBO, а також розробити організаційні й технічні заходи щодо забезпечення безпечних умов праці персоналу під час виконання зазначених робіт.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Пляшковидувна машина марки SBO. Загальний вигляд, Ф-А0; 2. Механізм закривання дна прес-форми. Складальне креслення, Ф-А1; 3. Технологічна схема складання-розбирання механізму закривання дна прес-форми пляшко видувної машини марки SBO, Ф-А1; 4 Графічне зображення технологічного процесу механічної обробки гільзи механізму закривання дна прес-форми пляшко видувної машини марки SBO, Ф-А1; 5. Напольний пересувний гідравлічний домкрат ГД-3,5. Складальне креслення, Ф-А1.

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б. – зав. каф. МТ		
Нормоконтроль	Кравець О.І. – доцент каф. ОХ		

7. Дата видачі завдання 04.05.2026р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітки
1.	1. Аналіз стану питання та визначення задач кваліфікаційної роботи	до 01.04.2026р.	
2.	2. Конструкторська частина	до 15.04.2026р.	
3.	3. Технологічні процеси ремонту	до 25.04.2026р.	
4.	4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.	до 01.05.2026р.	
5.	Загальні висновки.	до 05.05.2026р.	
6.	Перелік посилань	до 10.05.2026р.	
7.	1. Пляшковидувна машина марки SBO. Загальний вигляд, Ф-А0;	до 15.05.2026р.	
8.	2. Механізм закривання дна прес-форми. Складальне креслення, Ф-А1;	до 20.05.2026р.	
9.	3. Технологічна схема складання-розбирання механізму закривання дна прес-форми пляшко видувної машини марки SBO, Ф-А1;	до 20.05.2026р.	
10.	4. Графічне зображення технологічного процесу механічної обробки гільзи механізму закривання дна прес-форми пляшко видувної машини марки SBO, Ф-А1;	до 25.05.2026р.	
11.	5. Напольний пересувний гідравлічний домкрат ГД-3,5. Складальне креслення, Ф-А1.	до 01.06.2026р.	

Здобувачка

_____ Гарбуз А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Кравець О.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: «Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO» виконана Гарбузом Андрієм Мироновичем.

Метою роботи є розроблення комплексу технічних і організаційних заходів з монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO для підвищення її надійності, довговічності та ефективності роботи у складі технологічної лінії виробництва ПЕТ-тари.

У процесі виконання роботи застосовано методи інженерного аналізу конструкцій, розрахунково-аналітичний метод визначення монтажних і експлуатаційних параметрів, нормативний підхід до планування ремонтних робіт, а також методи технологічного проєктування процесів складання та механічної обробки деталей.

У роботі виконано аналіз конструкції та принципу дії пляшководувної машини SBO, досліджено особливості її монтажу та експлуатації, розроблено заходи з безпечного встановлення обладнання, виконано розрахунки такелажних засобів і вантажопідіймальних механізмів. Розроблено технологію розбирання та ремонту основного вузла, а також технологічний процес виготовлення ремонтної деталі з обґрунтуванням вибору заготовки, обладнання та режимів обробки.

Результати роботи можуть бути використані на підприємствах харчової та пакувальної промисловості при монтажі, експлуатації та ремонті аналогічного обладнання.

Ключові слова: пляшководувна машина, SBO, монтаж, експлуатація, ремонт, ПЕТ-тара, такелажні роботи, планово-попереджувальний ремонт, технологічний процес, надійність обладнання.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Анотація	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Гарбуз А.М.						
Перевір.		Кравець Т.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		
Затверд.		Пилипець О.М.						

Abstract

The qualification thesis entitled “Development of Measures for the Installation, Operation, and Maintenance of the SBO Blow Molding Machine” was completed by Harbuz Andrii Myronovych.

The aim of the thesis is to develop a set of technical and organizational measures for the installation, operation, and maintenance of the SBO blow molding machine in order to improve its reliability, durability, and operational efficiency within a PET packaging production line.

During the course of the study, methods of engineering design analysis, analytical calculations for determining installation and operational parameters, a regulatory approach to maintenance planning, and technological design methods for assembly and machining processes were applied.

The thesis presents an analysis of the design and operating principle of the SBO blow molding machine, investigates the specifics of its installation and operation, and develops measures for the safe installation of the equipment. Calculations of rigging devices and lifting mechanisms were performed. part with justification of the selected blank, equipment, and machining conditions.

The results of the study can be applied at food-processing and packaging enterprises for the installation, operation, and maintenance of similar equipment.

Keywords

blow molding machine, SBO, installation, operation, maintenance, PET packaging, rigging operations, preventive maintenance, technological process, equipment reliability.

					<i>КРБ 082.00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Гарбуз А.М.</i>				Abstract	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушіє</i>
<i>Перевір.</i>	<i>Кравець Т.М.</i>							
<i>Н. контр.</i>	<i>Кравець О.І.</i>					<i>ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41</i>		
<i>Затверд.</i>	<i>Пилипець О.М.</i>							

Зміст

Вступ	8
1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи	10
1.1 Характеристика та особливості об'єкта проєктування	10
1.2 Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел щодо об'єкта проєктування	14
1.3 Постановка завдань кваліфікаційної роботи	17
2. Конструкторська частина	19
2.1. Вибір та перевірка несучої здатності основи для пляшководувної машини марки SBO	19
2.2 Розрахунок основних параметрів такелажного оснащення.....	22
2.3 Розрахунок основних конструктивних параметрів технічних засобів допоміжних операцій.....	25
2.4. Розрахунок гідравлічного домкрата для вивірки машини	26
2.5. Вибір інструментів і пристосувань	29
3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO.....	31
3.1. Особливості експлуатації пляшководувної машини марки SBO .	31
3.2. Графік ППР	33
3.3. Технологія розбирання і складання механізму закривання дна прес-форми	36
3.4. Розробка технологічного процесу виготовлення гільзи.....	39
3.5. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки	42
3.5. Основи виконання пусконаладжувальних робіт та комплексного випробування пляшководувної машини марки SBO	63

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Зміст			
Розроб.	Гарбуз А.М.							
Перевір.	Кравець Т.М.							
Н. контр.	Кравець О.І.							
Затверд.	Пилипець О.М.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41			

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	67
4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини SBO	67
4.2. Вимоги охорони праці під час експлуатації та ремонту пляшководувної машини SBO	70
Висновки.....	73
Перелік посилань.....	75
Специфікації	77

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність. Сучасна харчова промисловість характеризується високими темпами розвитку, широким впровадженням автоматизованих технологічних ліній та постійним зростанням вимог до якості продукції, енергоефективності виробництва і надійності технологічного обладнання. Особливе місце в структурі харчової галузі займає виробництво безалкогольних напоїв, мінеральних вод та інших рідких харчових продуктів, обсяги споживання яких щороку зростають. Це обумовлює необхідність використання сучасного високопродуктивного обладнання, здатного забезпечити стабільність технологічного процесу та високу якість тари.

Основним видом упаковки для більшості безалкогольних напоїв є поліетилентерефталатна (ПЕТ) пляшка, яка поєднує невелику масу, достатню механічну міцність, хімічну стійкість та низьку собівартість виготовлення. Формування такої тари здійснюється на спеціалізованих пляшковидувних машинах, які забезпечують нагрівання преформ, їх орієнтацію, видування та отримання готових виробів заданої форми і розмірів. Серед обладнання даного типу широкого поширення набули пляшковидувні машини марки SBO, що відзначаються високою продуктивністю, автоматизацією процесів та можливістю роботи у складі сучасних ліній розливу.

Аналіз науково-технічної літератури, нормативної документації та практичного досвіду експлуатації пляшковидувних машин свідчить про значну кількість досліджень, присвячених удосконаленню конструкцій обладнання для виготовлення ПЕТ-тари. Водночас питання організації монтажу, забезпечення надійної експлуатації та розроблення технологічно обґрунтованих заходів з ремонту окремих вузлів залишаються актуальними та потребують подальшого опрацювання.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ		
Розроб.		Гарбуз А.М.					
Перевір.		Кравець Т.М.					
Н. контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.			ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

У зв'язку з цим тема кваліфікаційної роботи «Розроблення заходів з монтажу, експлуатації та ремонту пляшковидувної машини марки SBO» є актуальною та спрямована на підвищення надійності роботи обладнання, скорочення простоїв, покращення технічного стану машини та забезпечення ефективного функціонування виробничої лінії.

Об'єкт дослідження – процеси монтажу, експлуатації та ремонту пляшковидувної машини марки SBO.

Предмет дослідження – конструктивні особливості, технічний стан, методи монтажу, технічного обслуговування та ремонту вузлів пляшковидувної машини марки SBO.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи

1.1 Характеристика та особливості об'єкта проектування

Об'єктом проектування у даній кваліфікаційній роботі є пляшководувна машина марки SBO, призначена для виготовлення поліетилентерефталатної (ПЕТ) тари методом двовісного розтягувально-видувного формування. Обладнання цього типу широко застосовується на підприємствах харчової, напоївної, фармацевтичної, косметичної та хімічної промисловості для виробництва пляшок різної місткості, форми та призначення.

На сучасному етапі розвитку пакувальної індустрії ПЕТ-пляшки є одним із найбільш поширених видів споживчої тари завдяки малій масі, високій міцності, стійкості до механічних навантажень, зручності транспортування та відносно низькій вартості виготовлення. Використання пляшководувних машин дозволяє забезпечити високу продуктивність виробництва при стабільній якості готових виробів та мінімальних витратах матеріалу.

Машини серії SBO належать до високопродуктивного автоматизованого обладнання циклічної або безперервної дії. Залежно від модифікації вони можуть працювати як самостійні виробничі одиниці або входити до складу автоматизованих ліній розливу напоїв. У більшості випадків пляшководувні машини інтегруються з транспортними системами, компресорними установками, системами охолодження та обладнанням для подальшого наповнення тари продукцією.

Основними конструктивними складовими машини є завантажувальний пристрій для преформ, система орієнтації та транспортування заготовок, нагрівальний модуль із інфрачервоними лампами, механізм перенесення преформ до видувної станції, вузол розтягування, блок прес-форм, систем

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гарбуз А.М.			1. Аналіз стану питання та визначення задач роботи		Літ.	Арк.
Перевір.		Кравець Т.М.						Акрушів
Н. контр.		Кравець О.І.					ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41	
Затверд.		Пилипець О.М.						

подачі стисненого повітря, система охолодження та електронна система керування. Злагоджена робота всіх зазначених вузлів забезпечує отримання готової тари із заданими геометричними параметрами та високими експлуатаційними характеристиками.

Технологічний процес виготовлення пляшок починається з подачі преформ у машину. За допомогою автоматичного орієнтатора вони встановлюються у транспортну систему та проходять через нагрівальний тунель. У зоні нагрівання преформи рівномірно обертаються навколо власної осі, що забезпечує однаковий розподіл температури по всій товщині стінки. Після досягнення необхідної температури заготовка надходить до видувної станції, де спочатку виконується її поздовжнє розтягування спеціальним штоком, а потім — формування пляшки під дією стисненого повітря високого тиску. Після завершення процесу видування виріб охолоджується у прес-формі та автоматично вивантажується на конвеєр.

Особливістю технології двовісного орієнтування ПЕТ є суттєве підвищення механічної міцності виробу при збереженні малої товщини стінок. Завдяки цьому вдається зменшити витрати полімерної сировини та отримати легку тару з високими експлуатаційними характеристиками.

Пляшковидувні машини SBO характеризуються високим рівнем автоматизації. Сучасні системи керування дозволяють оператору контролювати температуру нагрівання преформ, тривалість окремих стадій циклу, тиск попереднього та основного видування, продуктивність машини та інші технологічні параметри. Це забезпечує стабільність виробничого процесу та можливість швидкого переналагодження обладнання на випуск пляшок іншого типорозміру.

Разом із перевагами експлуатація даного обладнання супроводжується впливом значних механічних, теплових та пневматичних навантажень. У процесі роботи нагрівальні елементи функціонують при високих

температурах, прес-форми працюють в умовах багаторазових циклів нагрівання та охолодження, а елементи пневмосистеми постійно зазнають дії стисненого повітря високого тиску. Це призводить до поступового зношування деталей та зниження їх експлуатаційних характеристик.

До найбільш відповідальних вузлів машини належать механізми транспортування преформ, захоплювачі, вузли замикання прес-форм, розтягувальні штоки, пневматичні розподільники, клапани високого тиску, компресорне обладнання, підшипникові опори та електронна система керування. Найчастіше відмови виникають через зношування рухомих деталей, порушення регулювань, забруднення пневматичних магістралей, вихід з ладу нагрівальних ламп або несправності датчиків контролю технологічних параметрів.

Особливу увагу під час експлуатації необхідно приділяти підтриманню стабільних параметрів нагрівання преформ. Недостатній нагрів призводить до неповного формування виробу та появи внутрішніх напружень у матеріалі, тоді як перегрівання може викликати деформацію заготовки та погіршення механічних властивостей пляшки. Не менш важливим є забезпечення стабільного тиску повітря у видувній системі, оскільки його коливання безпосередньо впливають на точність формування виробу.

Економічна ефективність експлуатації пляшковидувної машини значною мірою залежить від правильності її монтажу та організації технічного обслуговування. Якісне встановлення обладнання, точне вивіряння вузлів, дотримання вимог щодо підключення електричних, пневматичних та охолоджувальних систем забезпечують надійну роботу машини та мінімізують ризик виникнення аварійних ситуацій.

Таким чином, пляшковидувна машина марки SBO є складним автоматизованим технологічним комплексом, ефективність функціонування якого визначається технічним станом його механічних, пневматичних, електричних та теплотехнічних систем. Саме тому питання монтажу, технічної

експлуатації та ремонту даного обладнання мають важливе значення для забезпечення безперебійної роботи виробництва та отримання якісної ПЕТ-тари.

1.2 Аналіз патентних матеріалів та літературних джерел щодо об'єкта проєктування

Пляшковидувні машини є одним із найбільш поширених видів обладнання для виготовлення полімерної тари. Розвиток сучасного виробництва напоїв, харчових продуктів, косметичних та фармацевтичних виробів спричинив постійне вдосконалення конструкцій видувного обладнання, спрямоване на підвищення продуктивності, точності формування виробів, енергоефективності та надійності роботи машин.

Аналіз науково-технічної літератури показує, що найбільшого поширення набули машини для виготовлення тари з поліетилентерефталату (ПЕТ), поліетилену високої та низької густини, поліпропілену та інших термопластичних матеріалів. Залежно від технології формування виробів обладнання для видування пляшок поділяють на екструзійно-видувне, інжекційно-видувне та розтягувально-видувне [1].

Екструзійно-видувні машини використовуються переважно для виготовлення тари складної форми з поліетилену та поліпропілену. Принцип їх роботи полягає у безперервному видавлюванні полімерної трубчастої заготовки через екструдер з подальшим формуванням виробу всередині прес-форми під дією стисненого повітря. Перевагою такого обладнання є можливість виготовлення великогабаритної тари та виробів зі складною конфігурацією. Недоліками є значні витрати матеріалу та порівняно невисока точність геометричних розмірів готової продукції [2].

Для виробництва тари підвищеної точності широко застосовуються інжекційно-видувні установки. У таких машинах попередньо виготовляється

заготовка методом лиття під тиском, після чого здійснюється її нагрівання та видування у прес-формі. Дана технологія дозволяє отримувати вироби з високою точністю шийки пляшки та стабільними геометричними параметрами, однак характеризується складністю конструкції обладнання та підвищеною вартістю виробництва [3].

Найбільшого поширення у виробництві ПЕТ-пляшок набули машини розтягувально-видувного типу, до яких належить обладнання серії SBO. У таких машинах використовується попередньо виготовлена преформа, яка після нагрівання розтягується в осьовому напрямку та одночасно формується стисненням повітрям. Двовісне орієнтування полімеру забезпечує підвищення механічної міцності пляшки, зменшення товщини її стінок та зниження витрат сировини [4].

Серед сучасних виробників пляшковидувного обладнання значне поширення отримали машини компаній Sidel, Krones, KHS, Nissei ASB та SMF Machinery. Їх обладнання характеризується високою продуктивністю, автоматизацією процесів та використанням сучасних систем контролю технологічних параметрів.

Особливий інтерес для даної роботи становлять машини серії SBO, розроблені компанією Sidel. Конструкція цих машин передбачає використання ротаційної схеми розташування робочих позицій, що дозволяє значно підвищити продуктивність обладнання. У процесі роботи преформи переміщуються по замкненій траєкторії через зони нагрівання, розтягування та видування. Така схема забезпечує безперервність виробничого процесу та рівномірне завантаження основних вузлів машини [5].

У наукових роботах значна увага приділяється вдосконаленню систем нагрівання преформ. Дослідження показують, що рівномірність температурного поля по товщині та висоті заготовки безпосередньо впливає на якість готової тари. Для підвищення ефективності нагрівання використовуються багатозонні інфрачервоні нагрівачі, автоматичне

регулювання потужності ламп та системи контролю температури в реальному часі [6].

Окремий напрям досліджень стосується удосконалення пневматичних систем видування. Основними завданнями є зменшення витрат стисненого повітря, скорочення тривалості циклу формування виробів та підвищення стабільності параметрів процесу. Для цього застосовуються швидкодіючі клапани високого тиску, системи рекуперації повітря та електронні модулі керування процесом видування [7].

Аналіз патентних матеріалів свідчить, що більшість сучасних розробок спрямована на вдосконалення механізмів транспортування преформ, конструкцій прес-форм, систем охолодження та приводів видувних станцій. Значна кількість патентів присвячена зниженню енергоспоживання обладнання, підвищенню ресурсу роботи вузлів та покращенню якості формування пляшок за рахунок оптимізації параметрів технологічного процесу.

Особливу увагу в сучасних конструкціях приділяють системам автоматичної діагностики технічного стану обладнання. Використання датчиків контролю температури, тиску, положення виконавчих механізмів та параметрів приводів дозволяє своєчасно виявляти несправності й попереджати аварійні зупинки технологічної лінії.

Разом із тим аналіз літературних джерел показує, що більшість досліджень присвячена питанням підвищення продуктивності та вдосконалення технології формування ПЕТ-тари. Значно менше уваги приділяється питанням монтажу обладнання, забезпечення його надійної експлуатації, розроблення систем технічного обслуговування та планово-попереджувального ремонту. Саме ці аспекти мають суттєвий вплив на довговічність обладнання, стабільність роботи виробничих ліній та економічну ефективність експлуатації.

Таким чином, проведений аналіз патентних матеріалів і науково-технічної літератури свідчить про актуальність удосконалення організаційно-технічних заходів щодо монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO. Реалізація таких заходів дозволить підвищити надійність роботи обладнання, зменшити кількість відмов та забезпечити стабільну якість виготовлення ПЕТ-тари.

1.3 Постановка завдань кваліфікаційної роботи

Аналіз конструкції пляшководувної машини марки SBO, особливостей її роботи, умов експлуатації, а також огляд науково-технічної літератури і сучасних технічних рішень показали, що ефективність функціонування даного обладнання значною мірою залежить від правильності його монтажу, дотримання вимог технічної експлуатації та своєчасного проведення профілактичних і ремонтних робіт.

Пляшководувні машини працюють у складних виробничих умовах, що характеризуються високою інтенсивністю роботи, наявністю значних динамічних навантажень, впливом підвищених температур у зоні нагрівання преформ, дією стисненого повітря високого тиску та безперервною роботою пневматичних, електричних і механічних систем. У таких умовах особливого значення набувають питання забезпечення надійності обладнання, підтримання його працездатності та запобігання аварійним відмовам.

Проведений аналіз показав, що значна частина несправностей пляшководувних машин виникає внаслідок порушення вимог монтажу, недостатнього контролю технічного стану вузлів, несвоєчасного проведення технічного обслуговування та відсутності ефективної системи планово-попереджувального ремонту. Це призводить до збільшення простоїв обладнання, погіршення якості готової продукції та підвищення експлуатаційних витрат підприємства.

У зв'язку з цим виникає необхідність розроблення комплексу організаційно-технічних заходів, спрямованих на забезпечення надійної та безпечної роботи пляшководувної машини марки SBO протягом усього терміну її експлуатації.

Метою роботи є розроблення комплексу технічних і організаційних заходів, спрямованих на вдосконалення процесів монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO з метою підвищення її надійності, довговічності та ефективності використання у виробничих умовах.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз конструкції та особливостей роботи пляшководувної машини марки SBO;
- провести огляд сучасного обладнання для виготовлення ПЕТ-тари та аналіз існуючих технічних рішень;
- дослідити особливості монтажу обладнання та виконати необхідні монтажні розрахунки;
- розробити заходи щодо забезпечення безпечної та ефективної експлуатації машини;
- проаналізувати характерні несправності основних вузлів і визначити причини їх виникнення;
- розробити систему планово-попереджувального ремонту обладнання;
- розробити технологію розбирання, складання та ремонту одного з найбільш навантажених вузлів машини;
- розробити технологічний процес виготовлення деталі, що підлягає заміні під час ремонту;
- виконати техніко-технологічне обґрунтування запропонованих рішень.

Результати виконання зазначених завдань дозволять підвищити експлуатаційну надійність пляшководувної машини марки SBO, зменшити втрати виробничого часу внаслідок аварійних зупинок та забезпечити стабільну якість виготовлення ПЕТ-тари.

2. Конструкторська частина

2.1. Вибір та перевірка несучої здатності основи для пляшковидувної машини марки SBO

Основою для встановлення технологічного обладнання служить спеціальна будівельна конструкція, призначена для сприйняття та передачі на ґрунт навантажень від власної маси машини, а також від динамічних зусиль, що виникають під час її роботи. Така конструкція забезпечує надійне розташування обладнання в робочому положенні, підвищує його стійкість та сприяє збереженню необхідної точності взаємного розташування окремих вузлів.

Правильно спроектована та виготовлена основа повинна відповідати ряду технічних вимог, від яких залежить довговічність і безпечність експлуатації обладнання.

Перш за все, місце встановлення машини повинно бути вибрано таким чином, щоб забезпечувалося раціональне розташування обладнання відносно несучих конструкцій будівлі, транспортних проходів та сусідніх виробничих агрегатів. Верхня поверхня основи має бути ретельно вирівняна в горизонтальній площині, оскільки навіть незначні перекоси можуть негативно впливати на роботу механізмів.

Для забезпечення точного монтажу між опорними елементами машини та поверхнею основи зазвичай передбачається технологічний зазор, який після остаточного вивіряння обладнання заповнюється спеціальним цементним або полімерним розчином. Такий підхід дозволяє рівномірно розподілити навантаження та усунути локальні концентрації напружень.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	2. Конструкторська частина		
Розроб.		Гарбуз А.М.					
Перевір.		Кравець Т.М.					
Н. контр.		Кравець О.І.					
Затверд.		Пилипець О.М.			ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

У випадках застосування фундаментних болтів їх розташування повинно забезпечувати можливість коригування положення обладнання під час монтажу. Це дозволяє компенсувати незначні відхилення, що можуть виникати при виготовленні фундаменту або встановленні машини.

Після завершення бетонних робіт необхідно витримати певний проміжок часу для набору бетоном нормативної міцності. Лише після цього допускається виконання остаточного закріплення обладнання та проведення його випробувань під навантаженням. Недотримання цієї вимоги може призвести до появи тріщин у бетоні та порушення точності встановлення машини.

Особливу увагу необхідно приділяти ізоляції основи обладнання від будівельних конструкцій. Безпосередній зв'язок фундаменту зі стінами або фундаментами інших машин є небажаним, оскільки вібрації, що виникають під час роботи обладнання, можуть передаватися на будівлю та сусідні агрегати. Крім того, нерівномірне осідання різних фундаментів здатне викликати додаткові деформації та порушення центрування механізмів.

Пляшковидувна машина марки SBO належить до обладнання зі значною власною масою та відносно рівномірним розподілом навантаження по опорній поверхні. Конструкцією машини не передбачено її жорстке закріплення анкерними або фундаментними болтами. Встановлення здійснюється безпосередньо на підготовлену бетонну основу з подальшим вивірянням положення обладнання за рівнем.

Для оцінки можливості встановлення машини на існуючу основу необхідно визначити питомий тиск, який створюється обладнанням на поверхню підлоги або фундаменту. Отримане значення порівнюють із допустимим навантаженням для матеріалу основи, після чого роблять висновок щодо необхідності спорудження окремого фундаменту або можливості монтажу машини безпосередньо на підлогу виробничого приміщення.

Питоме навантаження на основу визначаємо за формулою:

$$P = \frac{G_m}{\alpha \cdot \sum f} \leq R_n$$

де G_m – маса, кН;

α – коеф. зменшення $\alpha = 0,7 \dots 0,9$;

f – площа поверхні ніжок, м²;

R_n – нормативний показник тиску на ґрунт, кПа = 200 кПа для чорнозему глинистого.

$$f = 4 \frac{\pi d^2}{4} = 4 \frac{3.14 \cdot 0.03^2}{4} = 0.0028 \text{ м}^2$$

Підставимо:

$$P = \frac{G_m}{\alpha \cdot \sum f} = \frac{8}{0,9 \cdot 0,0028} = 3174 \gg R_n = 200 \text{ кПа.}$$

Прийmemo висоту наземної частини основи $H_1 = 100 \text{ мм}$, глибина фундаменту $H_2 = 500 \text{ мм}$.

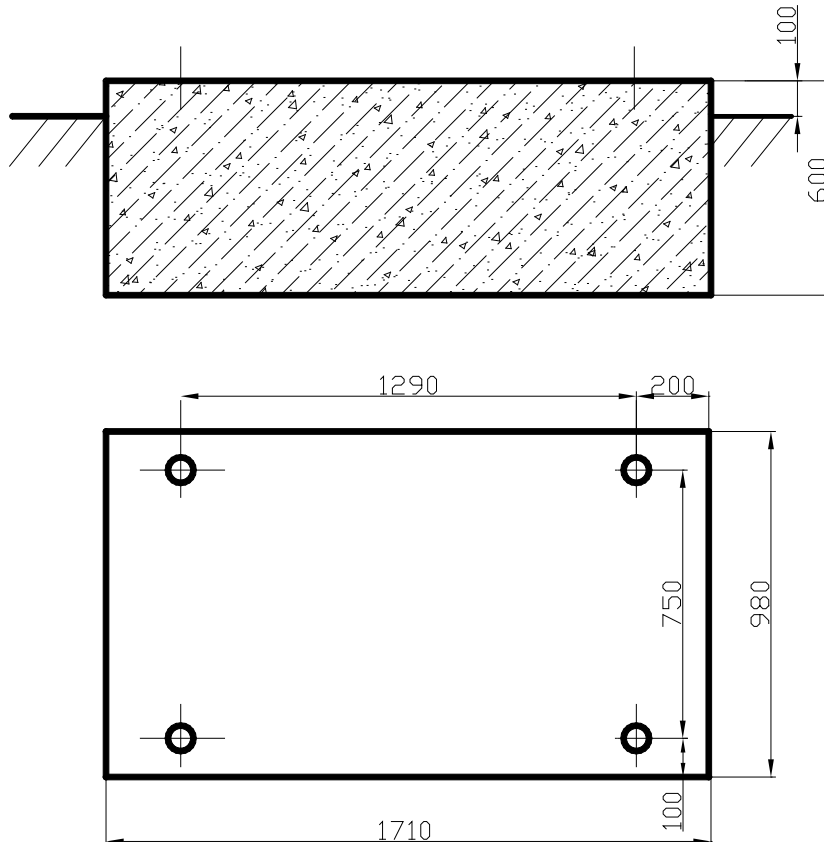


Рисунок 2.1. Схема розміщення ніжок машини SBO на основі

Нормативне значення тиску на ґрунт II категорії становить $R_n = 200 \text{ кПа}$. Коефіцієнт зменшення становить $\alpha = 0,5$. При цьому питома маса бетону становить $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$.

Площа підшви основи:

$$F = 1290 \cdot 980 = 1264200 \text{ мм}^2 = 1,264 \text{ м}^2.$$

Загальна висота основи: $H = H_1 + H_2 = 0,1 + 0,5 = 0,6 \text{ м}$

Об'єм основи:

$$V = F \cdot H = 1,264 \cdot 0,6 = 0,76 \text{ м}^3.$$

Вага основи:

$$G_\phi = V \cdot \gamma = 0,76 \cdot 20 = 15,2 \text{ кН}.$$

Фактичне значення тиску на ґрунт:

$$P = (G_m + G_\phi) / \alpha \cdot F = (8 + 15,2) / 0,5 \cdot 1,264 = 36,7 \text{ кПа} < R_n = 200 \text{ кПа}$$

Таким чином фактичне значення тиску не більше від допустимого значення.

2.2 Розрахунок основних параметрів такелажного оснащення

Під час транспортування пляшковидувної машини марки SBO до місця монтажу необхідно забезпечити безпечне виконання вантажопідіймальних операцій. Для цього застосовуються спеціальні такелажні засоби, які повинні мати достатню міцність і надійність для сприйняття навантажень, що виникають у процесі піднімання та переміщення обладнання.

Одним із найбільш відповідальних елементів такелажної оснастки є стропа, виготовлені зі сталевих канатів. Вибір каната здійснюється на підставі розрахунку зусиль, що виникають у його гілках під час підйому вантажу. Отримане розрахункове навантаження порівнюють із допустимим розривним зусиллям каната з урахуванням нормативного запасу міцності.

Для транспортування машини до виробничого приміщення використовується вантажопідіймальний кран. Закріплення обладнання здійснюється за допомогою сталюого канатного стропа, який при роботі зазнає розтягувальних навантажень. Найбільше зусилля в канаті виникає в момент відриву вантажу від опорної поверхні та залежить від маси обладнання, кількості гілок стропа і кута їх нахилу до вертикалі.

З метою забезпечення безпечної експлуатації такелажного оснащення виконується перевірочний розрахунок каната на міцність. Для цього визначають максимальний натяг у найбільш навантаженій гілці стропа, після чого підбирають канат відповідного діаметра за довідковими даними.

Максимальне розтягувальне зусилля в канаті визначаємо за формулою:

$$S = \frac{Q}{n \cdot \cos \alpha}$$

де Q - маса самої машини, Н;

n - число віток;

2α - кут поміж стропами.

$$S = \frac{8000}{4 \cdot 0,707} = 2828 \text{ Н}$$

Значення розривного зусилля для каната:

$$P \geq S \cdot K = S_p$$

де $K = 5 - 6$ для стропів.

$$S_p = S \cdot K = 6 \cdot 2,828 = 16,97 \text{ кН.}$$

Для виконання вантажопідіймальних робіт за результатами розрахунку приймається сталевий канат типу ТК8×19 діаметром 14 мм, який забезпечує необхідний запас міцності при транспортуванні та монтажі обладнання. Конструкція каната передбачає використання дроту діаметром 1,0 мм. Маса 100 м такого каната становить близько 50 кг, що дозволяє використовувати його у складі такелажних пристроїв для монтажу машини.

Для переміщення окремих складальних одиниць пляшководувної машини марки SBO в межах монтажного майданчика може застосовуватися лебідка з механічним або електричним приводом. Вибір лебідки здійснюється на основі визначення тягового зусилля, необхідного для переміщення вантажу по похилій поверхні.

Розглянемо випадок переміщення секції машини масою 800 кг по похилій площині. При русі вантажу на нього діють сили тяжіння та сили тертя, величина яких залежить від кута нахилу площини й коефіцієнта тертя між опорною поверхнею та вантажем.

Для визначення необхідного тягового зусилля приймаємо:

масу вантажу $m=800$ кг;

кут нахилу площини α ;

коефіцієнт тертя f .

Тягове зусилля визначають як суму складової сили ваги, спрямованої вздовж похилої площини, та сили тертя, що перешкоджає переміщенню вантажу:

$$S = G / (\sin \alpha + f \cdot \cos \alpha)$$

де G - маса пляшководувної машини, яку транспортуємо, кН;

α - кут підйому, град;

f - коефіцієнт тертя.

$$S = 8 / (\sin 15 + 0,3 \cdot \cos 15) = 14,5 \text{ кН.}$$

На основі цих даних обираємо електричну лебідку марки ТЕЛ-2 із зусиллям 20 кН.

Визначимо значення тягового зусилля на бігучій стороні троса поліспаста, що його використовуємо для транспортування даної машини, при числі робочих віток троса 3.

Зусилля тягове на бігучій вітці троса визначаємо із виразу:

$$S = \frac{G}{n\eta},$$

де G - маса даної машини, кН.

n - кількість блоків у системі поліспаста.

$$S = \frac{8}{3 \cdot 0,95} = 2,8 \text{ кН.}$$

З метою вертикального переміщення нашої машини також застосовувався домкрати марки ДЕ2-831.

2.3 Розрахунок основних конструктивних параметрів технічних засобів допоміжних операцій

Визначимо значення тягового зусилля, яке необхідне для горизонтального переміщення машини (рисунок 2.1):

$$S = f \cdot G,$$

де f – коефіцієнт тертя, становить $f = 0,3$;

G – маса машини, $G = 90000 \text{ Н}$.

$$S = 0,3 \cdot 35000 = 10500 \text{ Н} = 10,5 \text{ кН.}$$

Для доставки пляшководувної машини зі станції на територію підприємства використовуємо трактор марки Т-40. Для стропування використаємо сталевий канат марки ЛК-РО 6х36 діаметром 8,5 мм .

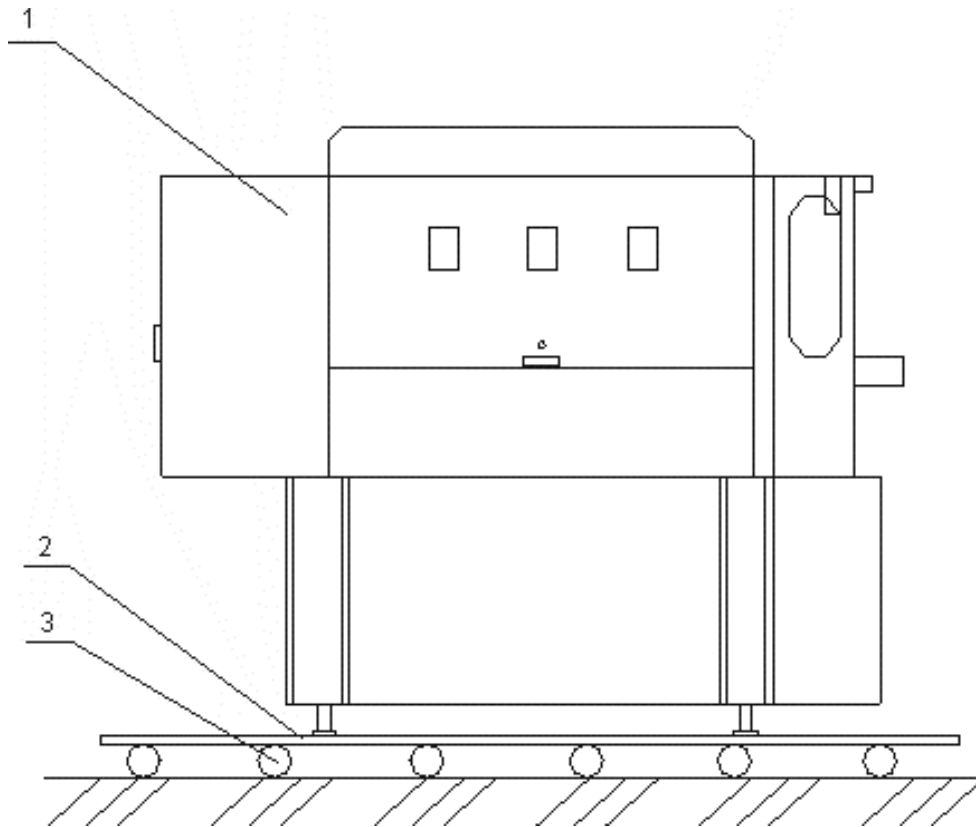


Рисунок 2.2. – Схема горизонтального переміщення машини пляшководувної
1 – секція машини; 2 – салазки; 3 – котки; 4 – лаги.

2.4. Розрахунок гідравлічного домкрата для вивірки машини

Для встановлення пляшководувної машини марки SBO у проектне положення на монтажному майданчику застосовують гідравлічні домкрати, які забезпечують плавне піднімання обладнання на необхідну висоту. Зазвичай використовують чотири домкрати, розміщені під опорними елементами машини, що дозволяє рівномірно розподілити навантаження та уникнути перекосів конструкції під час монтажу.

Після піднімання обладнання під його опорні поверхні встановлюють листи з фторопласту або іншого матеріалу з низьким коефіцієнтом тертя. Це

значно зменшує опір переміщенню та створює умови для точного позиціонування машини відносно монтажних осей фундаменту або виробничої площадки.

Подальше переміщення обладнання до місця встановлення виконується за допомогою монтажно-ї лебідки. Під дією тягового зусилля машина ковзає по фторопластових прокладках до моменту повного суміщення її осей із розбивочними осями, нанесеними на основу.

Для визначення зусилля, необхідного для горизонтального переміщення машини, виконують розрахунок горизонтальної виштовхувальної сили. Її величина залежить від маси обладнання та коефіцієнта тертя між опорною поверхнею і ковзними підкладками.

Горизонтальну силу, необхідну для переміщення машини, визначають відповідно до методики за формулою:

$$T_p = P_{\text{пр.стр.}} \cdot f \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3;$$

де $f = 0,12$ – коеф. тертя;

$n_1 = 1,1$ – коеф. перевантаження домкрата;

$n_2 = 1,3$ – коеф. запасу;

$P = 800$ кг – маса пляшковидувної машини.

$$T_p = 800 \cdot 0,12 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 151 \text{ кг.}$$

На підставі отриманого значення горизонтальної сили, необхідної для переміщення обладнання, для виконання монтажних операцій приймаються чотири гідравлічні домкрати типу ГД-3,5. Кожен домкрат має вантажопідйомність 3,5 т та забезпечує максимальний хід штока 180 мм, що є достатнім для піднімання пляшковидувної машини марки SBO на висоту, необхідну для встановлення ковзних підкладок і подальшого монтажного вивіряння.

Застосування чотирьох домкратів дозволяє рівномірно розподілити навантаження між точками опори, зменшити ризик перекосу обладнання та підвищити безпечність виконання монтажних робіт.

Після вибору типу домкрата необхідно визначити зусилля, яке монтажник повинен прикласти до привідної рукоятки для створення необхідного тиску в гідравлічній системі та піднімання вантажу. Цей розрахунок дає змогу оцінити зручність експлуатації домкрата та перевірити відповідність його параметрів умовам монтажу.

Зусилля на рукоятці залежить від навантаження, що припадає на один домкрат, передаточного відношення привідного механізму, площі поршня та коефіцієнта корисної дії механізму. При цьому загальна маса машини вважається рівномірно розподіленою між усіма чотирма домкратами.

Зусилля, яке необхідно прикласти до привідної рукоятки домкрата для піднімання машини, визначаємо за відповідною розрахунковою формулою:

$$F = \frac{Q \cdot l \cdot d^2}{\eta \cdot L \cdot D^2},$$

де D – діаметр поршня, м;

d – діаметр плунжера, м;

L – довжина ручки, м;

l – плече штовхача для плунжера, м;

f – зусилля, яке діє на плунжера, Н;

Q – сила, яка прикладається до під'ємного поршня, Н;

η – к.к.д. домкрата.

Якщо враховувати, що $Q = \frac{f \cdot D^2}{d^2}$ та підставивши в формулу буде:

$$F = \frac{f \cdot l}{\eta \cdot L}.$$

Підставимо:

$$F = \frac{f \cdot l}{\eta \cdot L} = \frac{2000 \cdot 0,02}{0,85 \cdot 0,38} = 123,8 \text{ Н}$$

Отримане значення зусилля, яке необхідно прикладати до привідного органу домкрата під час підйому обладнання, становить 12,4 кГс. Така величина є невеликою та не потребує значних фізичних зусиль від обслуговуючого персоналу, що свідчить про зручність і безпечність використання прийнятого типу підйомного пристрою в умовах монтажу.

Таким чином, застосування гідравлічних домкратів типу ГД-3,5 забезпечує ефективне виконання операцій піднімання пляшковидувної машини марки SBO без залучення додаткових механізованих засобів, а також відповідає вимогам ергономіки та виробничої безпеки.

Загальний конструктивний вигляд домкрата ГД-3,5 наведено на кресленні формату А1, ДР 050.00.00.000 ВЗ.

2.5. Вибір інструментів і пристосіблень

Під час виконання монтажних робіт і подальшого технічного обслуговування пляшковидувної машини марки SBO використовується комплекс вимірювального, такелажного та слюсарно-монтажного інструменту. До основних засобів належать рулетка для лінійних вимірювань, нівелір для контролю висотних відміток, будівельний рівень для перевірки горизонтальності встановлення, домкрати для підйому та вивіряння обладнання, а також ремболти для безпечного стропування вузлів під час монтажу.

Крім того, застосовується стандартний комплект слюсарно-монтажного інструменту, необхідний для виконання регулювальних, збиральних та кріпильних операцій. Його склад визначається характером монтажних робіт та конструктивними особливостями обладнання.

Оскільки машина встановлюється на підготовлену фундаментну основу, підбір монтажного інструменту виконується з урахуванням забезпечення точного позиціонування, вивірювання та фіксації обладнання у проектному положенні. Перелік необхідного інструменту та обладнання наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Матеріали і інструменти для монтажу пляшк.машини

№	Матеріали	Кількість	№ п/п	Інструменти	Кількість
1	Манжети 18х36 ГОСТ6969-74	4	1	Рулетка, 5м	1
2	Ремонтні болти за ГОСТ7808-70	4	2	Гідравлічний домкрат	4
			3	Нівелір.	1
			4	Крейда для нанесення розмітки	1
			5	Ключ тип II 19-62 ГОСТ9106-71	1

3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO

3.1. Особливості експлуатації пляшководувної машини марки SBO

Пляшководувна машина типу SBO є складним високотехнологічним комплексом безперервної дії, який інтегрує механічні, пневматичні, електричні та термічні системи. Її ефективна робота можлива лише за умови узгодженого функціонування всіх вузлів і точного дотримання встановлених технологічних параметрів.

Експлуатаційний процес даного обладнання характеризується підвищеними вимогами до стабільності режимів роботи. До найбільш критичних параметрів належать температура нагрівання преформ, тиск і витрата стисненого повітря на стадії видування, швидкісні режими переміщення механізмів, а також синхронізація роботи транспортних, нагрівальних і формувальних вузлів. Навіть незначні відхилення від заданих режимів можуть спричинити появу дефектів тари або порушення стабільності виробничого циклу.

Однією з ключових особливостей експлуатації SBO є необхідність забезпечення рівномірного та контрольованого нагрівання преформ. Якість теплової підготовки безпосередньо впливає на рівномірність розподілу матеріалу в процесі розтягування та видування. Перегрів або недостатній прогрів окремих зон преформи призводить до появи тонкостінних ділянок, зниження міцності виробів та збільшення відсотка браку. У зв'язку з цим експлуатаційний персонал зобов'язаний контролювати стан інфрачервоних нагрівачів, коректність роботи системи терморегулювання та чистоту робочих поверхонь нагрівального модуля.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гарбуз А.М.			3. Технологічні процеси виготовлення, експлуатації та ремонту пляшководувної машини марки SBO	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кравець Т.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

Важливим фактором стабільної роботи є пневматична система машини, яка забезпечує формування виробів під високим тиском. Від її герметичності та стабільності тиску залежить точність геометрії пляшок і їх механічна міцність. Витоки повітря, зниження тиску або нестабільна робота клапанів призводять до браку продукції та порушення технологічного циклу, тому регулярна перевірка пневмоліній, ущільнень і регуляторів є обов'язковою складовою експлуатації.

Експлуатація SBO також супроводжується значними механічними навантаженнями на рухомі елементи — вузли подачі преформ, механізми розтягування, поворотні системи та приводи робочих станцій. У зв'язку з цим необхідно забезпечувати систематичне змащування, контроль зносу деталей, перевірку кріплень та своєчасну заміну елементів, що втратили працездатність. Ігнорування цих заходів призводить до підвищення вібрацій, зниження точності роботи та передчасного виходу обладнання з ладу.

Сучасні машини SBO обладнані системами автоматичного керування та діагностики, однак це не виключає необхідності постійного контролю з боку оператора. Обслуговуючий персонал повинен здійснювати моніторинг основних параметрів роботи, аналізувати сигнали аварійних систем і оперативно реагувати на будь-які відхилення від нормального режиму. Важливим є також ведення журналу роботи обладнання, що дозволяє відстежувати тенденції зношування та прогнозувати необхідність технічного обслуговування.

Особливу увагу слід приділяти пуску та зупинці машини. Запуск повинен здійснюватися поетапно з поступовим виходом на робочі режими, що дозволяє уникнути різких навантажень на вузли та забезпечити стабілізацію технологічного процесу. Зупинка обладнання виконується у регламентованій послідовності з повним завершенням циклу формування продукції та зниженням тиску в системах.

Додатково важливим аспектом є дотримання санітарно-гігієнічних вимог, оскільки обладнання використовується у виробництві харчової тари. Регулярне очищення робочих зон, контроль стану поверхонь, що контактують із преформами, та підтримання чистоти виробничого середовища є обов'язковими умовами стабільної та безпечної експлуатації.

Таким чином, надійна та ефективна робота пляшководувної машини SBO забезпечується лише за умови комплексного підходу до її експлуатації, що включає контроль технологічних параметрів, систематичне технічне обслуговування, своєчасне виявлення несправностей та дотримання регламентів роботи. Це дозволяє підвищити продуктивність обладнання, знизити рівень браку та забезпечити тривалий термін його служби.

3.2. Графік ППР

Для пляшководувної машини марки SBO розробляється план-графік системи планово-попереджувального ремонту на наступний календарний рік.

Передбачається, що обладнання експлуатується в режимі однієї робочої зміни, що визначає інтенсивність його навантаження та періодичність виконання регламентних робіт.

Тривалість ремонтного (повного) циклу при однозмінній роботі становить:

$$T_{\text{ц}} = 1 \text{ рік} = 12 \text{ місяців} = 4200 \text{ год}$$

Міжремонтні інтервали та періоди між технічними обслуговуваннями приймаються відповідно до прийнятої системи ППР для даного типу обладнання та його умов експлуатації.

На початок планового року машина має нульове напрацювання після останнього обслуговування, тобто:

- після останнього капітального ремонту (К) — 0 год
- після останнього технічного обслуговування — 0 год

Останнім видом відновлення був капітальний ремонт (К). Прийнята структура ремонтного циклу має вигляд:

К - ТО - М1 - ТО - М2 - ТО - С - ТО - М3 - ТО - М4 - ТО - К

У межах планового періоду визначається напруцювання обладнання між етапами циклу. Зокрема, напруцювання після виконання капітального ремонту до першого малого ремонту становить:

$$700 - 350 = 350 \text{ год}$$

Нормативна трудомісткість робіт приймається:

- капітальний ремонт — 36 люд.-год
- одне технічне обслуговування — 1 люд.-год

На основі наведених даних визначається сумарна трудомісткість усіх запланованих ремонтних і профілактичних заходів за цикл експлуатації:

$$T\Sigma = \dots \text{ люд.-год}$$

Отримане значення загальної трудомісткості розподіляється за видами робіт відповідно до нормативної структури витрат праці:

- слюсарні роботи: $78 \cdot 0,72 = 56,2 \text{ люд.-год}$
- верстатні роботи: $78 \cdot 0,2 = 15,6 \text{ люд.-год}$
- інші роботи: $78 \cdot 0,08 = 6,2 \text{ люд.-год}$

Таким чином, сформований графік ППР дозволяє систематизувати проведення ремонтно-профілактичних заходів, забезпечити рівномірне навантаження на ремонтну службу та підтримувати стабільну працездатність обладнання протягом усього планового періоду.

Затверджую

Головний інженер

Графік планово-попереджувального ремонту машини SBO

№ п/п	Обладнання	Тип, марка	Інвентарний номер	Час вводу в експлуатацію	Останній ремонт в попередньому році		Строк служби чи напрацювання з часу останнього ремонту		Тривалість			План і виконання
					Вид	Міс	Ремо нту	ТО	Ремонтного циклу	Періодів		
										Ремонтами	О	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Пляшковидувна машина	марки SBO	1	2010	О	12	2100	1050	48/16800	12/4200	3/1050	Строк служби, міс/год План Виконання

Напрацювання і види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
Січень	Лютий	Березе	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Всього	Слюса	Верста	Інші
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350	350				
К/36			ТО/1			ТО/1			ТО/1			78	56,2	15,6	6,2

3.3. Технологія розбирання і складання механізму закривання дна прес-форми

Під час виконання ремонтних робіт передбачається часткове або повне розбирання вузла, що підлягає відновленню чи заміні окремих його елементів. Для забезпечення правильного виконання операцій розробляється комплект технологічної документації, який включає схему вузла (лист 3 графічної частини дипломного проєкту) та карту розбирання із зазначенням послідовності демонтажу елементів.

Розбирання механізму виконується у строго визначеній технологічній послідовності, яка забезпечує збереження деталей та запобігає їх пошкодженню. Зворотний процес — складання вузла — здійснюється у протилежному порядку з обов'язковим дотриманням вимог до точності посадок, чистоти поверхонь та правильності взаємного розташування елементів.

Перед складанням валів та встановленням на них деталей, зокрема шківів зі шпонковими з'єднаннями, проводять ретельний контроль стану посадочних поверхонь. Усі виявлені дефекти у вигляді задирок, забоїн або заусенців підлягають обов'язковому усуненню. При цьому розміри шпонок та шпонкових пазів повинні відповідати вимогам діючих стандартів, що гарантує надійну передачу крутного моменту без додаткових навантажень і перекосів. У процесі складання призматичну шпонку встановлюють у паз за допомогою легких контрольованих ударів, без застосування надмірного зусилля.

Особливу увагу приділяють підшипниковим вузлам. Перед монтажем підшипники кочення підлягають обов'язковому розконсервуванню, очищенню та промиванню. Для цього використовують бензин або підігріте до температури близько 80 °C мінеральне масло, що забезпечує якісне видалення консерваційного мастила та забруднень. Під час встановлення підшипників на

вали та в корпус необхідно дотримуватися встановлених правил монтажу, що запобігає перекосам, передчасному зносу та порушенню співвісності вузла.

Таким чином, технологічний процес розбирання і складання механізму закривання дна прес-форми базується на чіткій регламентації операцій, дотриманні технічних вимог та використанні стандартних методів ремонту, що забезпечує надійну та довговічну роботу вузла після відновлення. Порядок розбирання механізму подано в таблиці 2.3.

№ п/п	Операції та переходи	Інструмент, матеріал	Технічні вимоги на процес складання	Профіль працівника	Норми часу, хв	При міт- ки
1	2	3	4	5	6	7
1.	Відкріпити кільце А40	Круглогубці		слюсарІІІ розряду	2.1	
2.	Відкріпити підшипник 12	Зйомник.		---	1.8	
3.	Відкрутити гайку 39	Ключ ріжковий.		---	1.5	
4.	Відкріпити шайбу 31	Ключ ріжковий.		---	1	
5.	Відкрутити гайку 10	Ключ ріжковий.		---	1.5	
6.	Відкрутити гайку 27	Ключ ріжковий.		---	1.5	
7.	Відкріпити шайбу 28			---	1.5	
8.	Відкрутити гвинт 26	Викрутка.		---	2	
9.	Відкріпити 2 пружини 30	Виколотка. молоток.		---	2.6	

10.	Відкріпити корпус 9	Молоток. оправка.		---	2	
11.	Відкріпити шайби 23			---	0.5	
12.	Відкріпити кільце 5	Круглогубці.		---	1	
13.	Відкрутити гвинти 25	Викрутка.		---	2	
14.	Відкріпити хомут обмежувальний 7	Молоток.		---	1	
15.	Відкріпити вісь 4	Молоток.		---	1	
16.	Відкріпити 2 втулки 14	Молоток. оправка.		---	3	
17.	Відкрутити гайки 37	Ключ ріжковий.		---	3.5	
18.	Відкріпити шайби 34			---	1.5	
19.	Відкріпити болти 33			---	2	
20.	Відкріпити дно прес- форми 17	Молоток.		---	2	
21.	Відкріпити кришку 38			---	1.0	
22.	Відкріпити втулку 36			---	1.2	
23.	Відкрутити гвинти 24	Викрутка.		---	1.6	
24.	Відкріпити шайби 29			---	1.0	
25.	Відкрутити гвинт 46	Викрутка.		---	1.3	
26.	Відкріпити кільце 19	Молоток. виколотка.		---	2.2	
27.	Відкрутити гвинти 3	Викрутка.		---	2.5	
28.	Відкріпити шайби 38			---	0.5	

29	Відкріпити шайбу капролонову 11			---	1.0	
30	Відкріпити шайбу фторопластову 42			---	1.5	
31	Відкріпити гайку прижимну 15	Ключ трубний.		---	1.8	
32	Відкріпити контр шайбу 16	Виколотка.		---	1.0	
33	Відкріпити вал 1	Молоток.		---	2.1	
34	Відкріпити гільзу 6 в зборі	Молоток. оправка.		---	2.6	
35	Відкріпити 2 манжети 21	Викрутка.		---	2.0	
36	Відкріпити 2 кільця 20	Круглогубці.		---	2.4	
37	Відкріпити 2 підшипники 13	Молоток. оправка.		---	3.0	
31	Відкріпити кільце 8	Круглогубці.		---	2.0	

Після завершення ремонтних робіт обладнання встановлюється у склад технологічної лінії розливу безалкогольних напоїв. Перед введенням у експлуатацію змонтована машина повинна пройти комплекс підготовчих операцій відповідно до вимог експлуатаційної документації (паспорт, стор. 11–14), що включає перевірку вузлів, контроль правильності монтажу та пробний пуск.

У разі тривалого простоювання обладнання необхідно виконати його консервацію з метою захисту робочих поверхонь від корозії та запобігання передчасному зносу елементів при повторному введенні в роботу.

3.4. Розробка технологічного процесу виготовлення гільзи

Деталь типу гільза належить до класу тіл обертання та характеризується циліндричною формою з внутрішніми та зовнішніми обробленими поверхнями. Аналіз технічних вимог, заданих на робочому кресленні, показує, що основні робочі поверхні виконуються з точністю 7-го квалітету та з параметром шорсткості $Ra = 1,6\text{--}2,5$ мкм. Це зумовлює необхідність застосування чистових операцій точіння та розточування для забезпечення заданих геометричних і якісних характеристик.

Як базові поверхні при механічній обробці приймаються площини В та Е, що забезпечують необхідну точність базування заготовки в процесі виготовлення. На поверхнях Ж та Н виконується нарізання різьби відповідно до конструктивного призначення деталі. Опорними базами при установці та контролі є поверхні А та І, які забезпечують стабільність положення деталі під час обробки та складання.

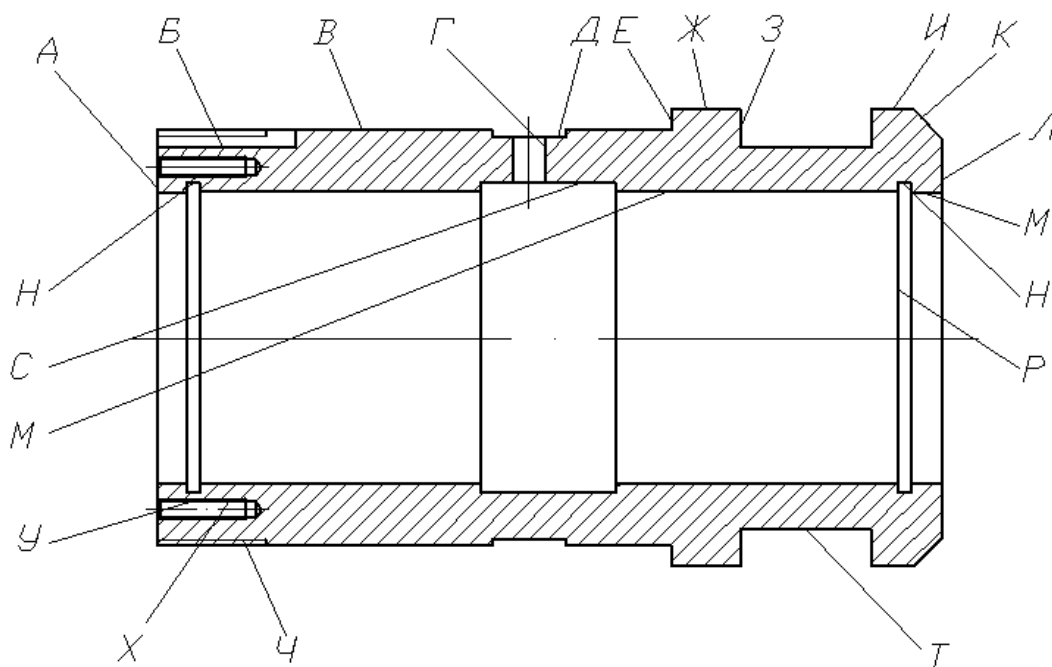


Рисунок 3.2. Зображення деталі «гільза» із позначенням оброблюваних поверхонь

Дана деталь виготовляється з матеріалу сталу Ст.3 за ГОСТ 380-88

Таблиця 3.4. Хімічний склад СталіЗ

C	Si	Mn	Ni	Cr	S	P
0,28-0,32	0,17-0,31	0,5-0,8	0,3	0,3	0,04	0,04

Таблиця 2.5. Механічні властивості матеріалу СтальЗ у стані поставки

σ_s МПа	σ_m МПа	δ %	ψ %	a_n кГ/см ²	НВ
550	280	22	30	6	200

Аналіз технічних умов деталі гільза зведені у таблиці 3.6

Таблиця 3.6. Аналіз технічних умов деталі «Гільза»

Позначення поверхонь	Технічна умова/вимога	Метод виконання	Метод контролю
1	2	3	4
А,Д,Е,Ж,З,И,К, Л,Т	Точність по 14 квал, шорстк. Ra12,5	Точіння одноразове або напівчистове	Штангенциркуль ШЦ-1-125
М,В	Точність по 7-8 кв, шорстк. Ra1,6-2,5	Точ. чистове, розт.чистове	Штангенц. ШЦ-1-125; зразки шорсткості
Ч	Точність по 12 кв, шорсткі. Ra6,3	Точіння різи	— — — Шаблон різьбовий
Н, С	Точність по 14 кв, шорстк. Ra6,3	Розточ. напівчистове	— — —

Б	Точність по 9кв, шорстк. Ra3,2	Фрезерування шпон очного пазу	— — — шаблон різбовий
Г,Х,У	Точність по 12 квал., шорстк. Ra3,2	Свердл., нарізання різі мітчиком	Штангенциркуль ШЦ--1—125, двостороння пробка

3.5. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод отримання заготовок для деталей машин визначається комплексом факторів, до яких належать конструктивні особливості деталі, її функціональне призначення, фізико-механічні властивості матеріалу, тип виробництва, а також техніко-економічна доцільність застосування конкретного способу виготовлення. Головною метою є наближення форми заготовки до форми готової деталі з мінімальними припусками на механічну обробку, що дозволяє зменшити витрати матеріалу та трудомісткість.

Для даної деталі, що виготовляється в умовах одиничного виробництва з конструкційної сталі Ст.3 (S235), розглядаються два основні варіанти отримання заготовки:

штампована заготовка (на гаряче штампувальних кривошипних або гідравлічних пресах);

заготовка з трубного прокату (безшовна холоднодеформована труба).

Як вихідний варіант приймається безшовна холоднодеформована труба зовнішнім діаметром 48 мм та товщиною стінки 12,1–19,5 мм згідно ГОСТ 8734-75.

Загалом штамповані заготовки доцільно використовувати лише у випадках серійного або масового виробництва, коли економія матеріалу

перевищує додаткові витрати на штампувальну оснастку. Для одиничного виробництва витрати на штампування є економічно невиправданими.

Оцінка маси заготовок

Орієнтовна маса заготовки з трубного прокату визначається за геометричними розмірами та густиною сталі:

$$M_n = \frac{\pi \cdot d_{33}^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho - \frac{\pi \cdot d_{36}^2}{4} \cdot l_3 \cdot \rho = \frac{3,14 \cdot (48 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,08 \cdot 7800 - \frac{3,14 \cdot (28 \cdot 10^{-3})^2}{4} \cdot 0,08 \cdot 7800 = 0,76 \text{ кг}$$

Орієнтовна маса штампованої заготовки:

$$M_{ш} = \left(\frac{3,14 \cdot 48^2 \cdot 80}{4} - \frac{3,14 \cdot 26^2 \cdot 80}{4} \right) \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,8 \text{ кг}$$
$$\frac{0,8 - 0,76}{0,8} = 0,05 = 5\% < 15\%$$

Результати порівняння показують, що різниця між варіантами не забезпечує суттєвої економії матеріалу, яка могла б компенсувати витрати на штампування.

Техніко-економічне обґрунтування (актуальні ціни 2025–2026)

1) Вартість штампованої заготовки

Для розрахунку приймаємо актуальні усереднені ринкові дані на 2025–2026 роки:

конструкційна сталь Ст.3 (заготовки/штампування): ~95 000 – 135 000 грн/т

середня розрахункова вартість для дипломного проєкту: 110 000 грн/т

додаткові витрати на штампування (оснастка, енергія, підготовка): враховуються через коефіцієнти технологічності

Вартість штампованої заготовки визначається за залежністю:

$$S_{ш} = \frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot k_T \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000};$$

Отриманий результат показує, що при одиничному виробництві штампування призводить до суттєвого збільшення собівартості через відсутність ефекту масштабування.

2) Вартість заготовки з прокату

Для холоднодеформованих безшовних труб ГОСТ 8734-75 у 2025–2026 роках характерні такі ринкові рівні:

120 000 – 165 000 грн/т (залежно від діаметра, сталі та постачальника)

для розрахунку приймаємо середнє значення: 135 000 грн/т

Вартість заготовки з прокату визначається:

$$S_{\text{заг}} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{\text{відх}}}{1000} = \frac{0,76 \cdot 1148}{1000} - (0,76 - 0,6) \cdot \frac{184}{1000} = 0,84$$

Аналіз результатів

Порівняльний аналіз показує, що використання трубного прокату: не потребує дорогої технологічної оснастки; забезпечує мінімальні підготовчі витрати; зменшує загальну собівартість виготовлення деталі; є технологічно простішим в умовах одиничного виробництва. Штампована заготовка, хоча й може мати дещо менші припуски, економічно недоцільна через високу вартість підготовки виробництва.

Таким чином з урахуванням конструктивних особливостей деталі, типу виробництва та результатів техніко-економічного порівняння, як найбільш раціональний варіант приймається: холоднодеформована безшовна труба Ø48 мм (ГОСТ 8734-75) як вихідна заготовка.

Такий вибір забезпечує оптимальне поєднання собівартості, технологічності виготовлення та мінімальних втрат матеріалу в умовах одиничного виробництва.

Виконаємо розрахунок припусків та міжопераційних розмірів. Припуски розраховуємо для найбільш точного розміру Ø30H7.

Визначимо мінімальний припуск:

$$\rho_r = 0.05 \cdot \rho = 0,05 \cdot 37 = 1,85 \text{ мкм} \approx 2 \text{ мкм}.$$

Визначимо похибку установки:

$$\varepsilon_r = 0,05 \varepsilon = 0,05 \cdot 566 = 28 \text{ мкм.}$$

$$\text{Тоді } 2Z_{\min} = 2(10 + 50 + \sqrt{2^2 + 28^2}) = 176 \text{ мкм.}$$

Граничні значення розмірів :

$$d_{\min 0} = d_{\text{ном}} - EI = 30 - 0 = 30 \text{ мм};$$

$$d_{\max 0} = d_{\text{ном}} + ES = 30 + 0,03 = 30,03 \text{ мм};$$

$$d_{\max \text{мч}} = d_{\max 0} - 2Z_{\min \text{мч}} = 30,03 - 0,176 = 29,854 \text{ мм};$$

$$d_{\min \text{мч}} = d_{\max \text{мч}} - \delta_{\text{мч}} = 29,854 - 0,17 = 29,684 \text{ мм};$$

$$d_{\max 3} = d_{\max \text{мч}} - 2Z_{\min \text{мч}} = 29,684 - 1,457 = 28,227 \text{ мм};$$

$$d_{\min 3} = d_{\max \text{мч}} - \delta_{\text{мч}} = 28,227 - 0,64 = 27,587 \text{ мм.}$$

Граничні значення відповідних припусків:

$$2Z_{\min \text{ч}} = d_{\max \text{ч}} - d_{\max \text{мч}} = 30,03 - 29,854 = 0,176 (\text{мм});$$

$$2Z_{\min \text{мч}} = d_{\max \text{мч}} - d_{\max 3} = 29,854 - 28,227 = 1,627 (\text{мм});$$

$$2Z_{\max \text{ч}} = d_{\min \text{ч}} - d_{\min \text{мч}} = 30 - 29,684 = 0,316 (\text{мм});$$

$$2Z_{\max \text{мч}} = d_{\min \text{мч}} - d_{\min 3} = 29,684 - 27,587 = 2,097 (\text{мм}).$$

Значення загального припуску:

$$2Z_{0\min} = 2Z_{\min \text{ч}} + 2Z_{\min \text{мч}} = 176 + 1627 = 1803 \text{ мкм};$$

$$2Z_{0\max} = 2Z_{\max \text{ч}} + 2Z_{\max \text{мч}} = 316 + 2097 = 2413 \text{ мкм.}$$

Зробимо перевірку вірності виконання розрахунків:

$$2Z_{\max \text{ч}} - 2Z_{\min \text{ч}} = 316 - 176 = 140 \text{ мкм};$$

$$\delta_{\text{мч}} - \delta_{\text{ч}} = 170 - 30 = 140 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\max \text{мч}} - 2Z_{\min \text{мч}} = 2097 - 1627 = 470 \text{ мкм};$$

$$\delta_3 - \delta_{\text{мч}} = 640 - 170 = 470 \text{ мкм.}$$

Результати виконаних розрахунків подано в таблиці 3.7. Схему припусків показано на рисунку 3.3.

Таблиця 3.7 Припуски та граничні розміри для розміру $\varnothing 30\text{H}7$

Технологічний перехід	Елементи припуску, мкм				$2 Z_{min}$	δ ,	Гран. розмір		Гран. припуск	
	R_z	T	ρ	ε	мкм.	мкм.	$l_{min.}$	$l_{max.}$	$Z_{min.}$	$Z_{max.}$
Заготовка	20.	40.	55.	-	-	640.	27,58	28,22	-	-
Розточування напівчистове	10.	50.	3.	566.	2·728,5	170.	29,68	29,85	1627.	2097.
Розточування чистове	$R_a 1.2$	-	-	28.	2·88.	30.	30.	30,03.	176.	316.

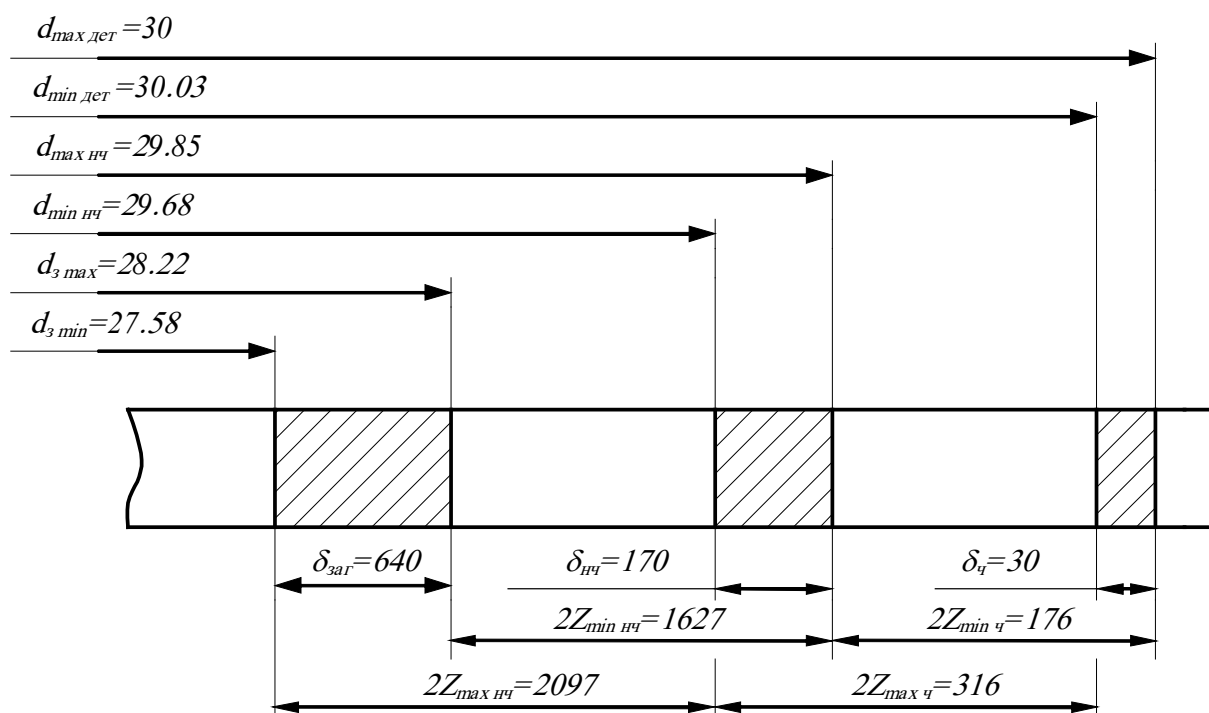


Рисунок 3.3. Графічна схема розміщення припусків та допусків для поверхні розміром $\varnothing 30\text{H}7$

Для усіх інших розмірів припуски визначали табличним методом (табл. 3.8).

Таблиця 3.8. Припуски та допуски на поверхні

Поверхня	Розмір пов., мм	Припуски,мм		Значення допуску, мм
		табличний	розрахунковий	
В	Ø42f8	2.6	--	+1 / -0.5
И,Ж	Ø47h12	2.6	--	+1 / -0.5
М	Ø30H7	2.5	2.097	+1 / -0.4
И,Д	Ø32H14	0.5	--	+0.4 / -0.05
К	3x45°	3	--	+0.8 / -0.2
А,Л	80	1.5	--	+1 / -0.5
Т	Ø39H14	0.5	--	+1 / -0.5
Б	4Н9	1.5	--	+1 / -0.5
Ч	М42	1.0	--	+1 / -0.5
У	М4	0.6	--	+0.8 / -0.4

Розробимо технологічний маршрут мехобробки деталі «гільза».

Таблиця 3.9. Маршрут техпроцесу мехобробки гільзи

№ опер.	Операція	Поверхня	Базова пов.	Необхідне обладнання
005. уст. А	Токарно--гвинторізна	Й,К,У,Т,С,Р,П	Зовнішня пов. заготовки	Токарно-гвинтор.верстат16K20
уст. Б	Токарно--гвинторізна	А,Е,Д,Г,В,Б	Т	Токарно-гвинтор.верстат16K20
010. уст. А	Свердлильн.	З, Ж	К, О	Свердлильний верстат 2Н125
010. уст. Б	Свердлильн.	Л, М	О, К, А	Свердлильний верстат 2Н125

Виконаємо вибір інструменту.

Таблиця 3.10. Вибір інструменту.

№ опер.	Назва операції	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005 уст. А;Б.	Токарно-гвинторізна 1. Точ.канавку Т, З 2. Точ. фаску К 3. Розт. отвір М 4. Точ. поверхню Т 5. Розточ. канавку С 6. Розточ. канавку Н 7. Відр. заготовку 8. Розт. отвір С 9. Точ. поверхню В, Е 10. Точ. канавку Д 11. Точ. поверхню Д 12. Точ. різьбу Ч	Різець відрізний Різець прохідний Різець розточний Різець прохідний упорний 2121 Різець розточний канавочний Різець відрізний Різець розточний Різець прохідний упорний 2121 Різець відрізний Різець прохідний упорний 2121 Різець різьбовий	Штангенциркуль ШЦ–1–400 ГОСТ166–80 Шаблон різьбовий
010.	Шпоночно–фрезерна	Фреза шпонкова 2 типу з твердого сплаву Ø6мм ГОСТ2424–78	Штангенциркуль ШЦ–1–400 ГОСТ166–80
015. Уст. А,Б.	Вертикально-свердл. 1.Свердлити отвір 2.Нарізати різьбу 3.Свердлити отвір	Свердло Ø3мм2300- 7515 ГОСТ 4010 – 77, матеріал Р6М5 Мітчик М4мм ГОСТ3266–81 Свердло Ø4мм 2300-7515 за ГОСТ4010–77 матеріал Р6М5	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-80. Пробки двохст. 3-4мм ГОСТ6507- 78 Пробка різьбова М4 ГОСТ 2016–68

Виконаємо розрахунок режимів різання. Визначення режимів різання є одним із ключових етапів розроблення технологічного процесу механічної обробки деталі, оскільки саме від правильно вибраних параметрів залежить продуктивність, якість оброблених поверхонь, стійкість інструмента та економічність виробництва.

Для вибору режимів різання використовуються такі вихідні дані:

характеристики заготовки: матеріал, спосіб її отримання, геометричні розміри, припуски на обробку, стан поверхневого шару;

параметри готової деталі відповідно до креслення: розміри, допуски, вимоги до точності та шорсткості поверхонь;

технічні характеристики металорізального обладнання;

властивості різального інструмента.

Для операції чистового розточування отвору Ø30H7 режими різання визначаємо розрахунково-аналітичним методом, а для інших переходів використовуємо нормативний метод.

Подачу при чистовому розточуванні вибираємо залежно від необхідної шорсткості поверхні та геометрії різального інструмента. Для сталевих заготовок при забезпеченні шорсткості $Ra = 1,6$ мкм приймаємо:

$$S = 0,15 \text{ мм/об.}$$

Швидкість різання визначаємо за формулою:

$$V = C_v / (T_m \cdot t_x \cdot S_y) \cdot K_v, \text{ м/хв}$$

де:

$T = 60$ хв – нормативна стійкість інструмента при одноінструментній обробці;

$t = 0,5$ мм – глибина різання;

$S = 0,15$ мм/об – подача.

За довідковими таблицями приймаємо:

$$C_v = 485;$$

$$x = 0,12;$$

$$y = 0,25;$$

$$m = 0,28.$$

Поправочний коефіцієнт визначаємо за залежністю:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{uv}$$

де:

K_{mv} – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

K_{pv} – коефіцієнт, що враховує стан поверхні;

K_{uv} – коефіцієнт, що враховує матеріал різального інструмента.

Приймаємо:

$$K_{mv} = 0,8;$$

$$K_{pv} = 0,9;$$

$$K_{uv} = 0,6.$$

Тоді:

$$K_v = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,432.$$

Після підстановки значень одержуємо:

$$V = 485 / (60^{0,28} \cdot 0,5^{0,12} \cdot 0,15^{0,25}) \cdot 0,54 = 145 \text{ м/хв.}$$

Для операції розточування вводимо поправочний коефіцієнт 0,9:

$$V = 145 \cdot 0,9 = 130 \text{ м/хв.}$$

Сили різання прийнято розкласти на складові вздовж координатних осей верстата. Для розточування головна складова сили різання визначається за формулою:

$$P_{z,x,y} = 10C_p \cdot t_x \cdot S_y \cdot v_n \cdot K_p$$

Для сили P_z приймаємо:

$$C_p = 40;$$

$$x = 1,0;$$

$$y = 0,75;$$

$$n = 0.$$

Поправочний коефіцієнт обчислюємо за виразом:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\alpha p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\tau p}$$

де:

K_{mp} – коефіцієнт, що враховує матеріал заготовки;

$K_{\alpha p}$ – коефіцієнт, що враховує головний кут у плані;

$K_{\gamma p}$ – коефіцієнт, що враховує передній кут різця;

$K_{\lambda p}$ – коефіцієнт, що враховує задній кут різця;

$K_{\tau p}$ – коефіцієнт, що враховує радіус заокруглення вершини різця.

Приймаємо:

$$K_{mp} = 1,0;$$

$$K_{\alpha p} = 0,98;$$

$$K_{\gamma p} = 1,0;$$

$$K_{\lambda p} = 1,0;$$

$$K_{\tau p} = 0,95.$$

Тоді:

$$K_p = 1,0 \cdot 0,98 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,95 = 0,912.$$

Сила різання становить:

$$P_z = 10 \cdot 40 \cdot 0,5^{1,0} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 1 \cdot 0,912 = 44 \text{ Н.}$$

Необхідну потужність приводу визначаємо за формулою:

$$N = P_z \cdot v / (1020 \cdot 60)$$

Після підстановки значень:

$$N = 44 \cdot 44 / (1020 \cdot 60) = 0,03 \text{ кВт.}$$

Основний машинний час визначаємо за формулою:

$$T_o = l_{p.x.} / (n \cdot S) \cdot i, \text{ хв}$$

де:

$l_{p.x.}$ – довжина робочого ходу інструмента, мм;

n – частота обертання шпинделя, об/хв;

S – подача, мм/об;

i – кількість проходів.

Довжина робочого ходу:

$$l_{р.х.} = l + y + \Delta$$

де:

$l = 80$ мм – довжина оброблюваної поверхні;

$y = 3$ мм – довжина врізання;

$\Delta = 2$ мм – величина перебігу.

Тоді:

$$l_{р.х.} = 80 + 3 + 2 = 85 \text{ мм.}$$

Основний час обробки:

$$T_o = 85 / (600 \cdot 0,15) \cdot 2 = 0,45 \text{ хв.}$$

Аналогічним способом визначаються режими різання для інших переходів токарної обробки.

Для свердління отвору $\varnothing 4$ мм режими різання визначаємо табличним методом.

Довжина робочого ходу свердла:

$$L_{рх} = L_{різ} + y + L_{доп}$$

$$L_{рх} = 6 + 3 + 2 = 11 \text{ мм.}$$

Подача:

$$s_0 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

Стійкість інструмента:

$$T_p = T_m \cdot \lambda$$

$$T_p = 20 \cdot 1,8 = 36 \text{ хв.}$$

Таблична швидкість різання:

$$v_{табл} = 24 \text{ м/хв.}$$

Фактична швидкість різання:

$$v = v_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

$$v = 24 \cdot 1,25 = 30 \text{ м/хв.}$$

Отримані параметри забезпечують необхідну продуктивність процесу та якість обробки поверхонь деталі.

Частота обертання:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 30}{\pi \cdot 30} = 1592 \text{ об/хв}$$

Прийmemo $n=1500$ об/хв.

Тепер швидкість різання:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{\pi \cdot 30 \cdot 1500}{1000} = 28.2 \text{ м/хв.}$$

Машинний час:

$$T_M = L_{px} / n \cdot S_0 = 11 / 1500 \cdot 0.12 = 0.06 \text{ хв.}$$

Результати занесені в таблицю 3.11.

Таблиця 3.11. Режими різання за операціями

Назва операції. Зміст переходу	D . мм.	L . мм.	t . мм.	n . об/хв.	v . м/хв.	T_M . хв.	S . мм/об.
1	1	2	3	4	5	6	7
005. Токарна							
1. Точ. канавку у розм. Ø 39 шириною 2 мм	39		4.0	630	89.9	0.26	0.6
2. Точ. фаску 3х45	3	3	1.5	315	5.3	0.62	0.6
3. Розточ. отвір в розм. Ø 30H7 глибиною 80 мм	30	80	1.5	630		0.55	0.6
	39	14	1.5	315	22.6	0.63	0.6
4. Точ. пов. в розм. Ø 39 на довжину 14 мм	32	1.5	1.0	210	61.5	0.6	1.0
5. Розточ. канавку в розм. Ø 32 шириною 1.5 мм							

1	1	2	3	4	5	6	7
6. Розточ. канавку в розм. Ø32 шириною 1.5 мм	32	1.5	1.5	630	98.9	0.85	0.8
7. Відрізати деталь в розм. 80 мм	48	80	4.5	315	89.4	0.45	0.4
8. Розточ. отвір в розм. Ø 32 глибиною 14 мм	32	14	1.0	315	96.9	0.3	0.8
9. Точ. пов. в розм. Ø 42f8 на довжину 53 мм	42	53	2.0	630	122.6	0.23	0.6
10. Точ. канавку в розм. Ø 41 шириною 2 мм	41	2	2.0	630	72.6	0.63	0.6
11. Точ. канавку в розм. Ø 41 довжиною 14 мм	41	14	2.0	630	82.3	0.58	0.6
12. Точ. різьбу M42 на довжину 11 мм	42	11	1.0	100	21.0	0.62	1.0
010 Шпоночно-фрезерна Фрезерув. шпоночний паз глибиною 3мм довж. 14мм	3	14	2	800	25	0.9	0.34
015 Вертикально-свердл. 1. Свердли 6 отворів в розмір Ø 3 на довжину 10 мм	3	10	-	400	3.6	1.39	0.25
2. Нарізати різьбу M4 в 6 отворах глїб. 8мм	4	8	0.5	100	1.2	1.34	10
3. Свердли отвір Ø4мм	6	12	-	400	3.8	0.36	0.25

Проведемо підбір металорізального обладнання.

Технологічне обладнання, що застосовується для виготовлення деталі

Для механічної обробки деталі передбачено використання токарного, фрезерного та свердлильного обладнання, технічні характеристики якого забезпечують виконання всіх необхідних технологічних переходів із заданою точністю та якістю поверхонь.

Токарно-гвинторізний верстат моделі 16K20

Основна частина операцій з обробки поверхонь обертання виконується на універсальному токарно-гвинторізному верстаті 16K20. Верстат характеризується достатньою жорсткістю конструкції, широким діапазоном частот обертання шпинделя та подач, що дозволяє здійснювати як чорнову, так і чистову обробку деталей.

Основні технічні характеристики:

- найбільший діаметр обробки над станиною — 400 мм;
- найбільший діаметр обробки над супортом — 220 мм;
- максимальний діаметр пруткового матеріалу, що проходить через отвір шпинделя — 53 мм;
- найбільша довжина заготовки — 1400 або 2000 мм;
- діапазон частот обертання шпинделя — від 12,5 до 1600 об/хв;
- кількість швидкостей шпинделя — 22;
- поздовжнє переміщення супорта — 645–1935 мм;
- поперечне переміщення супорта — 300 мм;
- поздовжня подача — 0,05–2,8 мм/об;
- поперечна подача — 0,025–1,4 мм/об;
- кількість ступенів подач — 24;
- потужність електродвигуна головного приводу — 11 кВт;
- габаритні розміри — 3795×1190×1500 мм;
- маса верстата — 3685 кг.

Зазначені характеристики дозволяють ефективно виконувати точіння зовнішніх та внутрішніх поверхонь, розточування отворів, підрізання торців і нарізування різьби.

Шпоночно-фрезерний верстат моделі 692М

Для виготовлення шпонкових пазів застосовується спеціалізований шпоночно-фрезерний верстат 692М. Конструкція верстата забезпечує високу точність обробки пазів невеликої ширини та значної довжини.

Основні технічні характеристики верстата 692М:

ширина фрезерованого паза — 4–24 мм;
довжина паза — 5–300 мм;
розміри робочого столу — 800×200 мм;
кількість шпинделів — 1;
відстань від осі шпинделя до напрямних станини — 205 мм;
гідравлічне переміщення пінолі — 40 мм;
ручне переміщення пінолі — 100 мм;
вертикальна подача шпинделя — 0,05–0,5 мм за хід;
кількість швидкостей шпинделя — 12;
частота обертання шпинделя — 375–3750 об/хв;
поздовжня подача шпиндельної бабки — 450–1200 мм/хв;
потужність електродвигуна — 1,6/2,3 кВт;
габаритні розміри — 1520×1400 мм.

Верстат забезпечує отримання шпонкових пазів із необхідною точністю та якістю поверхні.

Вертикально-свердильний верстат моделі 2Н125

Для виконання свердильних операцій використовується універсальний вертикально-свердильний верстат 2Н125. Верстат призначений для свердління, зенкерування, розгортання та нарізування різьби в отворах невеликого та середнього діаметрів.

Основні технічні характеристики верстата 2Н125:

найбільший діаметр свердління по сталі — 25 мм;
максимальне зусилля подачі — 9000 Н;
відстань від осі шпинделя до плити — 690–1060 мм;
конус шпинделя — Морзе №3;
найбільша відстань від торця шпинделя до столу — 700 мм;
найбільший хід шпинделя — 200 мм;
кількість ступенів подачі — 9;
потужність електродвигуна — 2,2 кВт;

розміри робочого столу — 400×450 мм;

габаритні розміри верстата — 1130×805 мм.

Технічні можливості верстата забезпечують виконання всіх свердлильних операцій, передбачених технологічним процесом виготовлення деталі.

Таким чином, вибраний комплекс обладнання повністю відповідає вимогам технологічного процесу та дозволяє забезпечити необхідну точність, продуктивність і якість виготовлення деталі.

Технічне нормування технологічного процесу. Визначення необхідної кількості обладнання і рівня його завантаження

Технічне нормування операцій технологічного процесу виконується з метою встановлення обґрунтованих витрат часу на виготовлення деталі, визначення продуктивності обладнання та розрахунку його необхідної кількості і коефіцієнта завантаження.

Визначення норм часу здійснюється на основі технологічних розрахунків. Для операції 005 застосовується розрахунково-аналітичний метод, тоді як для решти операцій норми часу приймаються за чинними нормативними матеріалами [14]:

$$T_0 = 5,7 \text{ хв.}$$

Норма штучного часу:

$$T_{шт} = T_0 + t_{\partial} + t_{обсл} + t_{відп}$$

де T_0 — основний час, с;

t_{∂} — допоміжний час, с;

$t_{обсл}$ — час обслуговування робочого місця, с;

$t_{відп}$ — час відпочинку, с.

$t_{уст.з} = 0,1 \text{ хв}$ — час встановлення заготовки.

час на встановлення та заміну інструменту $t_{уст} = 0,14 \text{ хв}$;

Час керування верстатом

$$t_{yn} = 0,12xв ;$$

Час вимірювання деталі

$$t_{вим} = 0,08xв ;$$

Визначимо допоміжний час

$$T_{дон} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{yn} + t_{вим} = 0,14 + 0,12 + 0,08 + 0,1 = 0,44xв$$

Визначимо оперативний час:

$$T_{он} = T_{дон} + T_0 = 0,44 + 5,7 = 6,14xв.$$

Час обслуговування робочого місця:

$$T_{обсл} = 4\%T_{он} = 0,04 \cdot 6,14 = 0,25xв$$

Час відпочинку та природніх потреб:

$$T_{відп} = 4\%; T_{он} = 0,25xв$$

Штучний час, що йде на операцію

$$T_{шт} = 6,14 + 0,25 + 0,25 = 6,64xв .$$

Підготовчо-заклучний час:

$$T_{п.з.} = 22xв .$$

Штучно-калькуляційний час:

$$T_{шк} = \varphi_{\kappa} \cdot T_0 .$$

$\varphi_{\kappa} = 2,14$ - значення для одиничного виробництва із використанням токарних верстатів.

Підставимо:

$$T_{ш.к.} = 2,14 \cdot 5,7 = 12,2 \text{ хв}$$

Норми часу на інші операції беремо за нормативами та оформлюємо у вигляді таблиці 3.12.

Таблиця 3.12. Розрахунок штучного часу за операціями техпроцесу

№ п/п	Операції	T_0 , хв	$T_{доп.}$, хв			$T_{оп.}$, хв	Час обсл.		$T_{відп.}$, хв	$T_{шт.}$	$T_{п.з.}$
			$t_{уст.}$	$t_{упр}$	$t_{вим.}$		$T_{обсл.}$	$T_{уст.}$			
005	Токарно-гвинтор.	0.26	0.04	0.05	0.03	0.38	0.03	0.02	0.02	0.45	22
		0.62	0.06	0.04	0.05	0.77	0.02	0.03	0.03	0.85	
		0.55	0.05	0.05	0.04	0.69	0.03	0.04	0.02	0.78	
		0.63	0.12	0.07	0.05	0.87	0.04	0.03	0.01	0.95	
		0.6	0.11	0.05	0.06	0.82	0.02	0.02	0.04	0.9	
		0.45	0.08	0.06	0.07	0.66	0.03	0.02	0.04	0.75	
		0.85	0.04	0.05	0.03	0.97	0.03	0.02	0.03	1.05	
		0.3	0.05	0.04	0.04	0.43	0.02	0.03	0.02	0.5	
		0.23	0.06	0.03	0.05	0.37	0.03	0.02	0.03	0.45	
		0.63	0.09	0.08	0.06	0.86	0.05	0.03	0.01	0.95	
		0.58	0.11	0.09	0.03	0.81	0.03	0.02	0.03	0.89	
		0.62	0.12	0.08	0.06	0.88	0.04	0.02	0.03	0.97	
010	Шпоночно-фрез.	0.9	0.2	0.15	0.15	1.21	0.02	0.02	0.02	1.4	18
015	Свердлил.	1.39	0.34	0.26	0.33	2.32	0.13	0.11	0.12	2.68	12
		1.34	0.36	0.24	0.35	2.29	0.12	0.08	0.07	2.56	
		0.36	0.04	0.03	0.05	0.48	0.03	0.02	0.01	0.54	

Коефіцієнт завантаження кожного верстату η_3 розраховується відношенням розрахункової кількості усіх верстатів m_n :

$$\eta_3 = \frac{m_p}{m_n}.$$

Розрахунок необхідної кількості верстатів для виконання технологічного процесу не проводиться, оскільки програма випуску деталі (черв'яка) відсутня. Крім того, виготовлення даної деталі передбачається в умовах ремонтного виробництва, де обладнання використовується для виконання широкого спектра робіт і не закріплюється за виготовленням одного виробу.

З урахуванням зазначених особливостей для кожної операції приймаємо кількість обладнання:

$$n_{\text{пр}} = 1$$

тобто кожна операція виконується на одному відповідному верстаті.

Для оцінки ефективності використання обладнання визначаємо коефіцієнт його завантаження за основним технологічним часом.

Коефіцієнт завантаження верстата визначається за формулою:

$$K_z = T_o / T_{\text{шт}}$$

де T_o – основний технологічний час, хв;

$T_{\text{шт}}$ – штучний час на виконання операції, хв.

Отримане значення показує частку машинного часу в загальній тривалості операції та характеризує ступінь використання обладнання безпосередньо для виконання обробки. Чим вищим є значення K_z , тим ефективніше використовується верстатний час і тим меншою є частка допоміжних та підготовчо-завершальних робіт у структурі операції.

Розраховані значення коефіцієнтів завантаження для всіх операцій технологічного процесу доцільно звести в окрему таблицю для подальшого аналізу ефективності використання виробничого обладнання:

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{\text{шт}}}$$

$$\eta_0^{005} = \frac{5,7}{6,64} \cdot 100 = 86\% \text{ (токарно-гвинтор.)}$$

$$\eta_0^{010} = \frac{0,9}{1,4} \cdot 100 = 64\% \quad (\text{шпоночно-фрезерн.})$$

$$\eta_0^{015} = \frac{0,36}{0,54} \cdot 100 = 67\% \quad (\text{вертикально-свердл.})$$

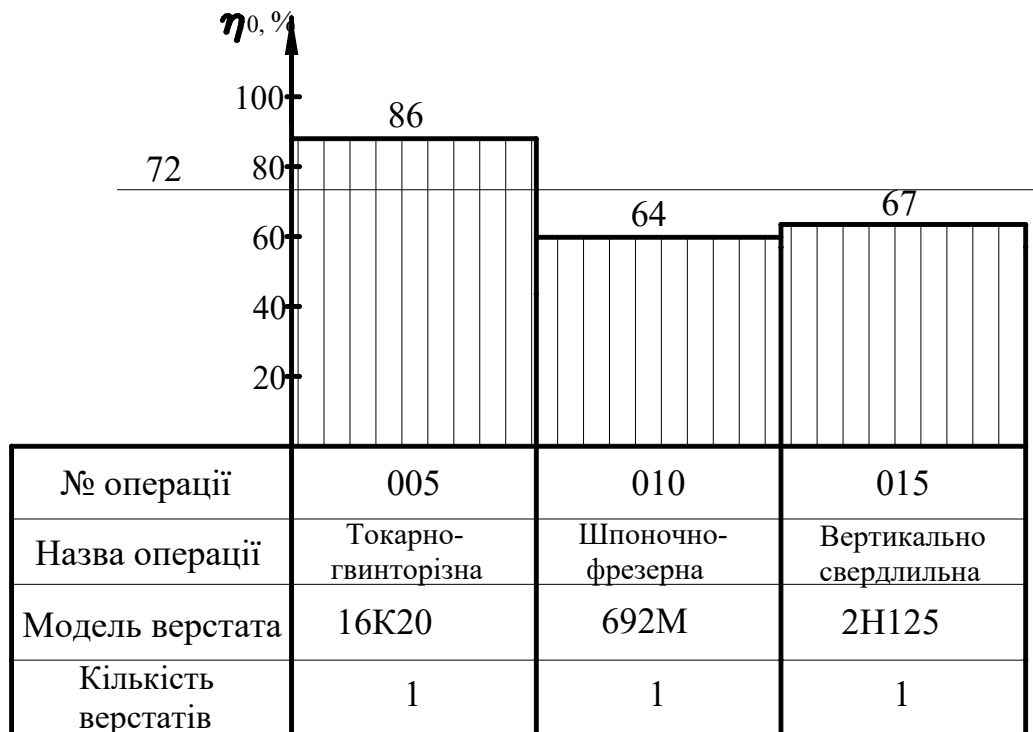


Рисунок 3.4. Графік завантаження нашого обладнання відповідно до основного часу

Коеф. використання обладнання за потужністю:

$$\eta_n = \frac{N_{on}}{N_{верст}},$$

де N_{on} - потужність на виконання операції, Вт;

$N_{верст}$ - потужність двигуна верстату, Вт.

$$\eta_n^{005} = \frac{4,8 \cdot 100}{11} = 43,6\% \quad (\text{токарно-гвинтор.});$$

$$\eta_p^{010} = \frac{1,3 \cdot 100}{2,3} = 56,5\% \quad (\text{шпоночно-фрез.});$$

$$\eta_p^{015} = \frac{0,6 \cdot 100}{2,2} = 27\% \quad (\text{вертикально-свердл.}).$$

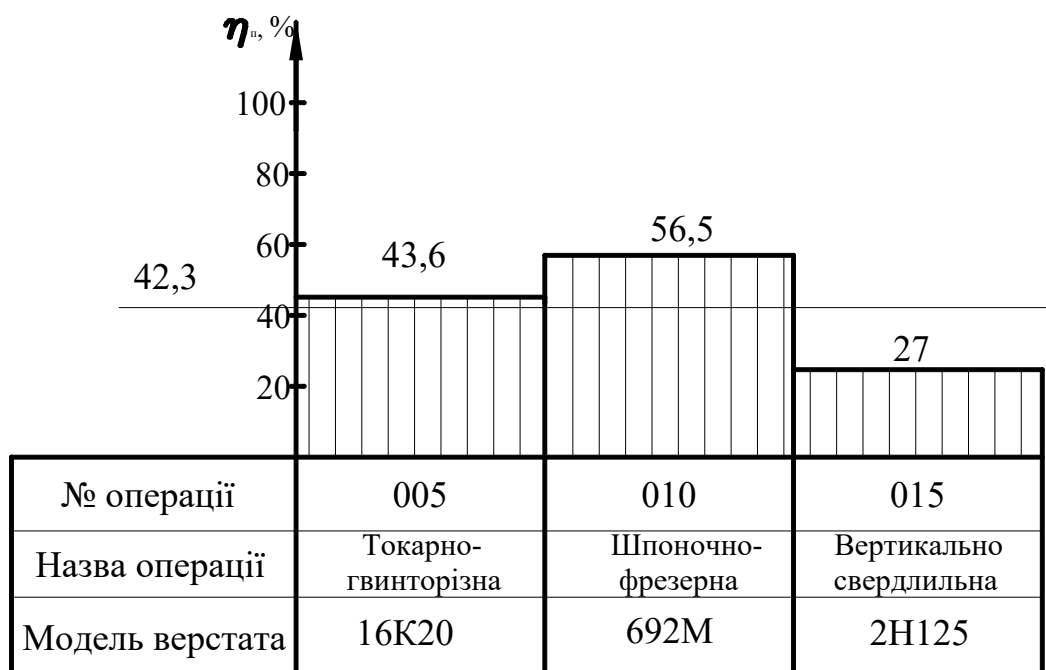


Рисунок 3.5. Використання обладнання в залежності від потужності

3.5. Основи виконання пусконаладжувальних робіт та комплексного випробування пляшководувної машини марки SBO

Після завершення монтажу, ремонту або модернізації пляшководувної машини марки SBO проводиться комплекс пусконаладжувальних заходів, метою яких є перевірка працездатності обладнання, забезпечення відповідності його технічних параметрів паспортним характеристикам та підтвердження готовності до безпечної експлуатації в умовах виробництва.

У процесі виконання пусконаладжувальних робіт спеціалізована організація або відповідальна служба підприємства здійснює ведення журналу виконання робіт, у якому фіксуються результати перевірок, регулювань, випробувань та виявлені відхилення. Для окремих вузлів і систем машини

оформлюються проміжні акти, що підтверджують правильність виконання монтажних операцій, регулювання механізмів та відповідність обладнання технічним вимогам.

Завершальним етапом пусконаладжувальних робіт є складання підсумкової технічної документації. За результатами проведених перевірок оформляється двосторонній акт приймання робіт, який підписують представники замовника та виконавця. Разом з актом підприємству передають комплект звітної документації у вигляді технічного звіту або спеціального формуляра, що містить відомості про виконані операції, результати випробувань і рекомендації щодо подальшої експлуатації обладнання.

Перед початком індивідуальних випробувань необхідно забезпечити повну готовність виробничої дільниці. До цього моменту повинні бути завершені будівельно-монтажні роботи, виконані заходи з охорони праці та пожежної безпеки, змонтовані системи заземлення, підключені джерела електроживлення, стисненого повітря, водопостачання та інші інженерні комунікації, необхідні для роботи обладнання.

Перевірка технічного стану машини здійснюється шляхом проведення індивідуальних випробувань. Для обладнання з механічним приводом основним видом контролю є випробування на холостому ходу, під час якого перевіряється правильність функціонування всіх механізмів без подачі сировини та виробничого навантаження.

Перед виконанням пробного запуску необхідно провести комплекс підготовчих операцій:

- перевірити правильність монтажу, взаємне розташування та надійність кріплення складальних одиниць;
- очистити вузли тертя від забруднень та заповнити системи змащування мастильними матеріалами відповідно до вимог експлуатаційної документації;
- вручну прокрутити рухомі механізми для виявлення можливих заїдань, перекосів або сторонніх контактів деталей;

- перевірити справність захисних кожухів, блокувальних пристроїв, кінцевих вимикачів, датчиків, систем аварійного захисту та електрообладнання;

- проконтролювати роботу пневматичної системи, герметичність з'єднань та відповідність тиску стисненого повітря встановленим нормам.

Початковий запуск машини рекомендується виконувати короткочасними ввімкненнями електроприводів. Такий режим дозволяє своєчасно виявити дефекти монтажу, неправильне регулювання механізмів або несправності окремих вузлів. У разі появи сторонніх шумів, вібрацій, перегріву підшипників чи інших відхилень обладнання негайно зупиняють для усунення виявлених недоліків.

Після успішного проходження пробного запуску виконують випробування на холостому ході протягом установленого часу. Під час роботи контролюють плавність руху механізму закривання прес-форми, роботу системи нагрівання преформ, транспортувальних механізмів, вузлів видування, приводу каруселі та допоміжних агрегатів.

Наступним етапом є технологічні випробування під навантаженням. У процесі їх проведення машина працює в режимі, максимально наближеному до виробничого. При цьому оцінюють:

- продуктивність обладнання;
- стабільність роботи механізмів;
- якість формування пляшок;
- точність роботи систем керування;
- відповідність геометричних параметрів виробів установленим вимогам;
- витрати енергії та стисненого повітря.

Особливу увагу приділяють перевірці герметичності пневматичної системи, оскільки процес формування ПЕТ-пляшок здійснюється під дією стисненого повітря високого тиску. Після завершення ремонтних або монтажних робіт пневматичні магістралі та з'єднання підлягають

випробуванню на міцність і герметичність відповідно до вимог нормативної документації.

Випробування трубопроводів та пневмосистем проводять із використанням контрольного тиску, величина якого встановлюється проектною документацією. Як правило, випробувальний тиск приймають на 25 % більшим за робочий, що забезпечує необхідний запас надійності системи. Під час контролю перевіряють відсутність витоків повітря, падіння тиску та деформацій елементів трубопроводів.

Після завершення випробувань складаються відповідні акти, які підтверджують придатність обладнання до подальшої експлуатації. Документація підписується представниками монтажної організації, служби технічного нагляду та підприємства-замовника.

Успішне проходження механічних, пневматичних і технологічних випробувань є підставою для введення пляшководувної машини марки SBO в промислову експлуатацію. Після цього обладнання передається виробничому персоналу для роботи у складі технологічної лінії розливу напоїв із дотриманням вимог експлуатаційної документації та правил охорони праці.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1 Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів під час монтажу, експлуатації та ремонту пляшководувної машини SBO

Пляшководувні машини марки SBO належать до високопродуктивного автоматизованого обладнання, яке використовується для виготовлення поліетилентерефталатної тари на підприємствах харчової, хімічної та пакувальної промисловості. Робота такого обладнання пов'язана з одночасним використанням електричної енергії, стисненого повітря високого тиску, нагрівальних елементів та швидкохідних механічних приводів, що створює комплекс небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

На стадії монтажу основними джерелами небезпеки є вантажно-розвантажувальні роботи, пов'язані з транспортуванням та встановленням важких складальних одиниць машини. Значна маса обладнання вимагає використання кранів, автонавантажувачів, стропів, траверс та інших такелажних пристроїв. Порушення правил стропування або використання несправного оснащення може призвести до падіння вантажу, пошкодження обладнання та отримання працівниками тяжких травм.

Під час встановлення обладнання також існує ризик травмування внаслідок падіння інструменту, ковзання на підлозі, защемлення рук між конструктивними елементами та виконання робіт у незручних позах. Особливу увагу необхідно приділяти операціям центрування вузлів та вирівнювання машини відносно фундаменту, оскільки вони виконуються у безпосередній близькості до масивних конструкцій.

У процесі експлуатації найбільшу небезпеку становлять рухомі частини машини. До них належать транспортні механізми подачі преформ, приводи

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Літ.	Арк.	Акрушів
Розроб.		Гарбуз А.М.						
Консульт.		Окіпний І.Б.						
Н. контр.		Кравець О.І.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		
Затверд.		Пилипець О.М.						

карусельного типу, механізми перенесення заготовок, вузли закривання прес-форм та привідні передачі. У разі відсутності або пошкодження захисних огорожень можливе потрапляння рук чи одягу працівника до небезпечної зони.

Одним із характерних факторів є підвищена температура. Перед видуванням ПЕТ-преформи нагріваються в інфрачервоній печі до температури, достатньої для пластичної деформації матеріалу. Температура окремих поверхонь нагрівальних елементів може значно перевищувати 100 °С. Контакт працівника з такими поверхнями може спричинити опіки різного ступеня тяжкості.

Суттєву небезпеку становлять пневматичні системи. Для формування тари використовується стиснене повітря високого тиску, яке подається до прес-форм через систему трубопроводів та запірно-регулюючої арматури. Розгерметизація пневматичної системи або руйнування трубопроводу може викликати аварійний викид повітря, що супроводжується високим рівнем шуму та небезпекою травмування персоналу.

У виробничому приміщенні також присутні шум та вібрація. Основними джерелами шуму є компресорні установки, вентилятори систем охолодження, редуктори та механізми транспортування тари. За тривалої дії підвищеного шуму можливе погіршення слуху, підвищення втомлюваності працівників та зниження їх концентрації уваги.

Важливим небезпечним фактором є електричний струм. Електрообладнання пляшковидувної машини включає силові електродвигуни, електронагрівачі, шафи керування, частотні перетворювачі та систему автоматизації. Пошкодження ізоляції, порушення цілісності кабельних ліній або відсутність заземлення можуть стати причиною ураження електричним струмом.

Під час ремонтних робіт додатково виникають ризики, пов'язані з використанням ручного електроінструменту, виконанням зварювальних

операцій, демонтажем важких вузлів та контактом із залишковою енергією в пневматичних і електричних системах. Тому всі ремонтні роботи повинні виконуватися за нарядом-допуском із суворим дотриманням вимог охорони праці.

Безпечне виконання монтажних робіт значною мірою визначає подальшу надійність та безаварійність експлуатації обладнання. Монтаж пляшководувної машини повинен здійснюватися відповідно до проєктної документації, технічних вимог виробника та чинних нормативних актів з охорони праці.

Перед початком монтажу необхідно провести підготовку виробничого приміщення. Майданчик повинен бути очищений від сторонніх предметів, мати достатню площу для розміщення обладнання та забезпечувати вільний доступ до всіх вузлів машини. Освітленість робочої зони повинна відповідати нормативним вимогам, а проходи та евакуаційні виходи мають залишатися вільними протягом усього періоду виконання робіт.

Особливу увагу приділяють підготовці фундаменту або монтажної основи. Основа повинна витримувати статичні та динамічні навантаження, що виникають під час роботи обладнання. Наявність перекосів або нерівномірного осідання фундаменту може призвести до порушення геометрії механізмів і прискореного зношування деталей.

До виконання монтажних робіт допускаються лише працівники, які пройшли медичний огляд, навчання та перевірку знань з питань охорони праці. Весь персонал повинен бути забезпечений засобами індивідуального захисту: захисними касками, рукавицями, спецвзуттям та сигнальними жилетами.

Під час виконання такелажних операцій необхідно використовувати тільки справні вантажозахоплювальні пристрої, які пройшли технічний огляд. Стропування вузлів повинно здійснюватися у спеціально передбачених місцях

відповідно до монтажних схем. Забороняється перебування працівників під піднятим вантажем або в зоні його можливого переміщення.

Після механічного встановлення машини проводять підключення електричних та пневматичних мереж. Усі роботи з електрообладнанням виконуються лише при відключеній напрузі. Перед подачею живлення необхідно перевірити правильність підключення кабелів, стан ізоляції, наявність захисного заземлення та відповідність параметрів електромережі вимогам обладнання.

Завершальним етапом монтажу є пробний запуск машини без навантаження. Під час випробувань перевіряють правильність роботи приводів, систем безпеки, кінцевих вимикачів, блокувань та аварійних вимикачів. Лише після успішного завершення всіх перевірок обладнання може бути введене в експлуатацію.

4.2. Вимоги охорони праці під час експлуатації та ремонту пляшководувної машини SBO

Безпечна експлуатація пляшководувної машини можлива лише за умови суворого дотримання персоналом технологічної дисципліни та вимог інструкцій з охорони праці.

Перед початком зміни оператор зобов'язаний провести зовнішній огляд обладнання, перевірити справність захисних огорожень, стан електропроводки, функціонування аварійних вимикачів та систем блокування. Особливу увагу приділяють перевірці герметичності пневматичної системи та наявності необхідного тиску стисненого повітря.

Під час роботи машини працівникам забороняється відкривати захисні дверцята, знімати огороження або втручатися в роботу механізмів, що рухаються. У разі виникнення несправностей обладнання необхідно негайно зупинити машину та повідомити відповідального працівника.

Для захисту від термічних опіків нагрівальні елементи печі повинні бути закриті захисними екранами. Працівники, які виконують обслуговування цих вузлів, повинні використовувати термостійкі рукавиці та інші засоби індивідуального захисту.

Виробничі приміщення, де експлуатується обладнання, повинні бути обладнані ефективною припливно-витяжною вентиляцією. Це необхідно для підтримання нормативних параметрів мікроклімату та відведення надлишкового тепла, яке утворюється в процесі роботи нагрівальних систем.

Під час проведення ремонтних робіт обов'язковим є виконання заходів щодо повного відключення обладнання від усіх джерел енергії. Електроживлення вимикають головним вимикачем із блокуванням від повторного ввімкнення. Подача стисненого повітря припиняється шляхом перекриття відповідних вентилів та стравлювання залишкового тиску із системи.

При демонтажі вузлів значної маси необхідно застосовувати вантажопідіймальні механізми. Забороняється виконувати підйом вантажів вручну, якщо їх маса перевищує встановлені нормативи. Усі роботи повинні виконуватися під керівництвом відповідальної особи.

Для попередження пожеж виробничі приміщення обладнуються первинними засобами пожежогасіння, пожежною сигналізацією та планами евакуації. Персонал повинен проходити періодичне навчання щодо дій у разі виникнення пожежі або аварійної ситуації.

Важливим напрямом профілактики виробничого травматизму є впровадження системи планово-попереджувального ремонту. Своєчасне технічне обслуговування дозволяє виявляти та усувати несправності на ранніх стадіях, запобігаючи виникненню аварійних ситуацій і забезпечуючи стабільну роботу обладнання.

Таким чином, комплексне виконання організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів під час монтажу, експлуатації та ремонту

пляшковидувної машини SBO створює безпечні умови праці для персоналу, підвищує надійність технологічного обладнання, знижує ризик виникнення аварій та сприяє підвищенню ефективності виробництва ПЕТ-тари.

Висновки

1. Проведено аналіз конструкції, принципу дії та особливостей експлуатації пляшководувної машини марки SBO, визначено її основні технічні характеристики та місце у складі ліній виробництва ПЕТ-тари.

2. Виконано огляд сучасного обладнання для видування полімерних пляшок, проаналізовано технічні рішення, що застосовуються в аналогічних машинах, та обґрунтовано вибір об'єкта дослідження.

3. Розроблено заходи з монтажу машини, виконано необхідні розрахунки монтажного оснащення, вантажопідіймальних і такелажних засобів, а також обґрунтовано умови встановлення обладнання на виробничому майданчику.

4. Досліджено особливості технічної експлуатації пляшководувної машини SBO, визначено основні фактори, що впливають на її надійність, продуктивність та довговічність.

5. Розроблено графік планово-попереджувального ремонту, визначено трудомісткість ремонтних робіт та запропоновано заходи щодо підтримання працездатного стану обладнання.

6. Розроблено технологію розбирання та складання механізму закривання дна прес-форми, що дозволяє підвищити якість виконання ремонтних операцій та скоротити тривалість простоїв обладнання.

7. Спроектовано технологічний процес виготовлення ремонтної деталі, обґрунтовано вибір заготовки, обладнання, інструменту та режимів механічної обробки.

8. Розроблено рекомендації щодо проведення пусконаладжувальних робіт, випробувань і введення машини в експлуатацію після монтажу або ремонту.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Гарбуз А.М.			Висновки			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кравець Т.М.								
Н. контр.		Кравець О.І.						ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		
Затверд.		Пилипець О.М.								

У результаті виконання кваліфікаційної роботи досягнуто поставленої мети — розроблено комплекс технічних та організаційних заходів з монтажу, експлуатації та ремонту пляшковидувної машини марки SBO, спрямованих на підвищення надійності її роботи, зменшення експлуатаційних витрат і забезпечення стабільного функціонування виробничого процесу.

Перелік посилань

1. Кіслов В. П. Машины і апарати харчових виробництв. Харків : ХДУХТ, 2015. 372 с.

2. Павленко А. В., Мельник Ю. С. Технологічне обладнання харчових виробництв. Львів : ЛНУВМБТ, 2020. 388 с.

3. Rosato D. Blow Molding Handbook. Munich : Hanser Publishers, 2011. 824 p.

4. Beltrame T. Stretch Blow Molding. William Andrew Publishing, 2016. 420 p.

5. Sidel. Complete PET Packaging Solutions. Paris : Sidel Group, 2023.

6. Thielen M. Plastics Blow Molding Handbook. Munich : Hanser Publishers, 2012. 736 p.

7. Beall G. Blow Molding: Materials, Technology and Applications. New York : Elsevier, 2018. 512 p.

8. Шубін Л. Ф., Тищенко В. О. Конструювання машин і обладнання харчової промисловості. Одеса : ОНАХТ, 2016. 402 с.

9. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.

10. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.

11. Shynkaryk, M., Kravets, O., Papernyak, R., & Lukiyanchuk, B. (2026). Determining the influence of equipment used in modern cottage cheese production lines on the quantitative and dispersed composition of cheese dust. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1(11 (139), 14–22.

					КРБ 082.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Гарбуз А.М.			Перелік посилань	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Кравець Т.М.						
Н. контр.		Кравець О.І.						
Затверд.		Пилипець О.М.				ТНТУ, каф. ОХ, гр. МОЗ-41		

12. Shynkaryk, M. M., Kravets, O. I. (2026). Energy losses and environmental consequences of thermotechnical system operation // Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. Науковий журнал. – Луцьк: ЛНТУ, 2026. № 1 (26) С.70-76.

13. Piddubnyi, V., Stadnyk, I., Kravets, O., Chahaida, A., Hushtan, T., Kahanets-Havrylko, L., Karpovych, I., Tupitska, O., Kostyuk, T., & Rozbytska, T. (2023). Characteristics of mucous-forming polysaccharides extracted from flax seeds. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2023. Vol. 17, P. 677–693.

14. Пилипець М.І. Раціональні способи виготовлення заготовок для одиничного і дрібносерійного виробництва/ М.І. Пилипець, О.М. Пилипець //Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Гевка Богдана Матвійовича „Проблеми теорії проектування та виготовлення транспортно-технологічних машин “, 2021. - с.13

15. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.

16. Технологія оброблення корпусних деталей : навч. Посіб. Ю. Є. Паливода, І. Г. Ткаченко, Ю. Б. Капаціла, І. Б. Гевко. Тернопіль : – Тернопіль: ТНТУ, 2016. 152 с.

17. Вітенько Т., Ворощук В. Навчально-методичний посібник до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Галузеве машинобудування» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» галузі знань 13 – «Механічна інженерія». ФОП Паляниця, 2024. 52 с.

Специфікації