

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

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

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розрахунок розливочно-закупорювального автомата
марки ВМД-40/12 та розроблення технічних заходів з ремонту
дозатора**

Виконав(ла): студент(ка) IV курсу, групи МОЗс-41
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Будзінський В.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Анотація

Розрахунок розливочно-закупорювального автомата марки ВМД-40/12 та розроблення технічних заходів з ремонту дозатора.

Виконав: Будзінський В.В.

У роботі проаналізовано існуючі конструкції розливочних автоматів.

Проведено конструктивні, техноллогічні, міцнісні розрахунки робочих органів та деталей автомату. Розроблено технологію ремонту дозатора. Розроблено заходи з монтажу охорони навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

Abstract

Calculation of the VMD-40/12 filling and capping machine and the development of technical measures to repair the dispenser.

The work analyzes existing designs of filling machines.

Constructive, technological, strength calculations of working bodies and parts of the machine were carried out. A dispenser repair technology has been developed. Measures for the installation of environmental protection and life safety have been developed.

Зміст

Анотація

Вступ....

1. Конструктивна частина..
 - 1.1. Вихідна інформація..
 - 1.2. Сучасні досягнення у сфері технологій та обладнання безалкогольних напоїв...
 - 1.3. Основні технологічні процеси...
 - 1.4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи...

2. Конструктивна частина..
 - 2.1. Технологічний розрахунок автомата ВМБ-40/12..
 - 2.2. Розробка конструкції автомата..
 - 2.3. Конструювання та розрахунок окремих вузлів закупорочного автомата ВМБ-40/12..
 - 2.4. Опис конструкції і принципу дії автомата ВМБ-40/12
3. Ремонт та монтаж розливочно-закупорочного автомата ВМБ-40/12
 - 3.1. Розробка схеми монтажу автомата ВМБ-40/12....
 - 3.1.1. Вибір такелажного оснащення та схеми переміщення автомата ВМБ-40/12....
 - 3.1.2. Розрахунок фундаменту під автомат ВМБ-40/12
 - 3.2. Розробка технології ремонту автомата ВМБ-40/12
 - 3.2.1. Характерні причини виходу з ладу автомата. Розроблення графіка ППР розливочно-закупорювального автомата
Розробка тех. документації на проведення ремонту автомата ВМБ-40/12
 - 3.2.2. Дефектування та сортування деталей
 - 3.2.3. Аналіз тех.. умов виготовлення опори.
 - 3.2.4. Розробка тех.. процесу виготовлення опори
 - 3.3. Висновки до розділу
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці..
 - 4.1. Підвищення стійкості роботи ВАТ «Збараський завод продтоварів»..
 - 4.2. Техніка безпеки при експлуатації обладнання в розливочному цеху на ВАТ «Збараський завод продтоварів»

Висновки.

Перелік посилань..

Специфікації..

Вступ

У роботі проаналізовано існуючі на даний час конструкції обладнання для розливу напоїв.

Проведено технологічні, конструктивні, міцнісні розрахунки робочих органів та деталей, розроблено заходи по монтажу, експлуатації, технічному обслуговуванню автомата ВМБ-40/12, заходи з безпеки праці у цеху розливу фруктових вод, розроблено технологічний процес виготовлення опори,

розглянуті питання охорони навколишнього середовища та безпеки життєдіяльності.

1. Загально-технічна частина

1.1. Вихідна інформація

Автомат ВМБ-40 / 12 призначений для розливання нев'язких рідин у пляшки об'ємом 0,5 і 0,33 л та закупорювання останніх пробками.

Машина складається з розливочного і закупорювального автоматів, що встановлені на загальній станині.. Завдяки поєднанню в одній машині

функцій дозування, розливу та закупорювання, можливим є зменшення кількості обладнання на лінії розливу.

В даному цеху розливають такі мінеральні води: “Джерельна сильногазована”, “Джерельна негазована”, “Джерельна середньогазована”, “Збручанська”.

Тех. характеристика пляшкомийної машини марки АММ-6.

1. Продуктивність, шт/год	6600
2. Тривалість циклу, сек	6 — 9
3. Тривалість перебування пляшок в апараті, хв	17,9
4. Кількість носіїв пляшок	118
5. Число гнізд	16
6. Розхід води, м ³ /хв	6
7. Розхід пари, кг/год	270
8. Температура розчинів	
- в першій ванні	50-60°C
- в другій ванні	70-80°C
9. Габарити, мм	3900x5450x3560
10. Маса, кг	9850

Характеристика автомата ВМБ – 40 / 12

1. Продуктивність, шт/год	12000
2. Тип.	роторний
3. Кількість пристроїв	60
4. Кількість закупорювальних патронів	12
5. Напір рідини, атм	0,9-1,2
6. Точність по об'єму, %	± 3
7. Тиск повітря, атм	3,0-3,5
8. Розхід повітря, м ³ /год	20
- в першій ванні..	50-60°C
- в другій ванні ..	70-80°C
9. Потужність двигунів, кВт..	3,12
10. Габарити.., мм	3500x2800x2670
11. Маса, кг..	9200

Характеристика машини етикетувальної марки ВЭМ

1. Продуктивність, шт/год.	13500
2. Кількість головок, шт...	3
3. Швидкість каруселі., об/хв	8

4. Витрата клею, кг/год	3,4
5.потужність кВт	1,2
6. Тип пляшки 2	0,5 та 0,33 л
7. Габарити, мм..	760x1350x670
8. Маса, кг..	1200

Характеристика автомата укладання пляшок у ящики марки ВУП-11

1. Продуктивність,	
шт/год	12500
ящиків/год	625
2. Тип захоплювачів	вакуумний
3. Кількість пристроїв, шт	20
7. Тиск, атм	3,0-3,5
8. Розхід повітря, м ³ /год .	20
- в першій ванні ..	50-60°C
- в другій ванні ..	70-80°C
9.Потужність, кВт	4,5
10. Габарити, мм..	3500x1800x670
11. Маса, кг ..	3200

1.2. Сучасні досягнення у сфері технологій та обладнання безалкогольних напоїв.

Є два методи дозування маловязких рідин:

- по об'єму;
- по рівню.

При використанні об'ємного дозування використовують спеціальні мірні циліндри, які послідовно наповнюються продуктом. Недоліками цього методу є невисока точність дозування та неможливість дозування в'язких рідин. Однак переваги включають відносну простоту конструкції, легкість обслуговування та можливість регулювання необхідної дози. Цей тип дозаторів включає в себе дозатори системи Жукова.

У нижньому положенні мірний циліндр заповнюється продуктом, і клапан подачі продукту закритий. У верхньому положенні мірний циліндр також заповнюється продуктом, а клапан подачі продукту залишається закритим.

У верхньому положенні клапан 6 відчиняється, дозволяючи продукту потрапляти у тару. Регулювання подачі продукту в ємність здійснюється за допомогою поплавка 4, який перекриває потік продукту при досягненні певного рівня.

Для регулювання використовуються різні вставні деталі, які зменшують об'єм мірного циліндра.

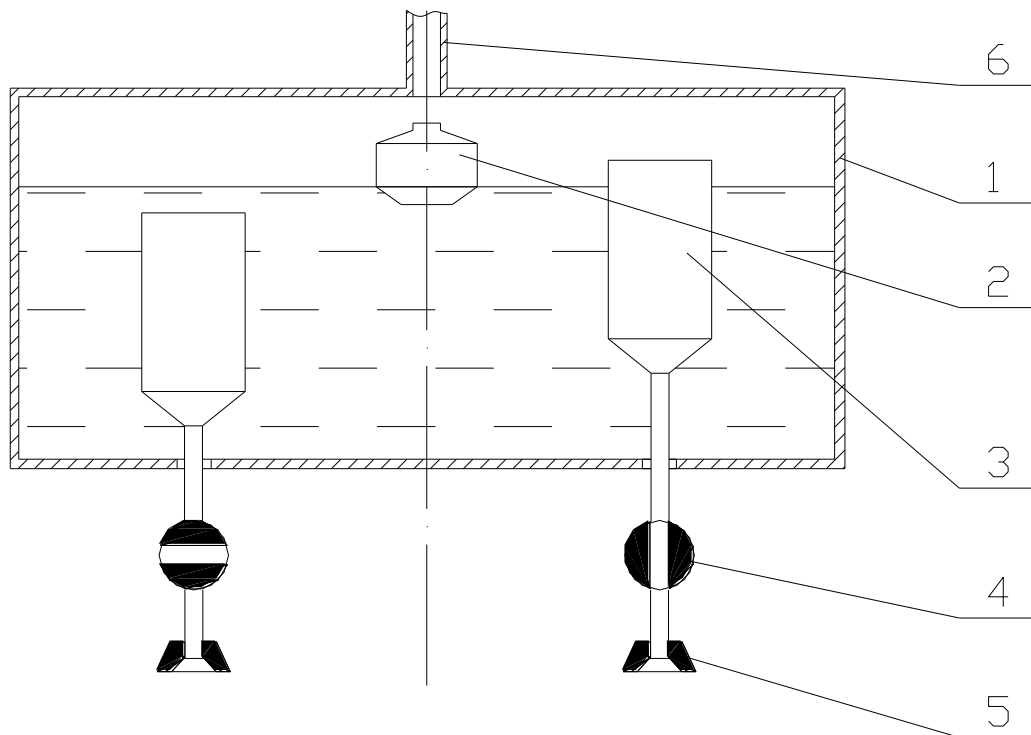


Рисунок 1. Схема роботи розливочного пристрою, який працює за принципом дозування по об'єму.

1 –резервуар; 2 –поплавокклапан; 3 –мірний циліндр; 4 –клапан; 5 –наповнювач; 6 –трубка подачі продукту в резервуар.

Під час дозування за рівнем продукт у ємності завжди знаходиться під вакуумом. Це запобігає витоку рідини з постійно відкритого патрубку розливу.

Після того, як пляшка зазнає контакту з розливочним патроном, відбувається герметизація простору, пляшка відсмоктується повітря, а рідина починає самостійно стікати у пляшку. Під час підняття патрона система розгерметизується, і завдяки вакууму у ємності витікання рідини припиняється. У випадку аварійної зупинки автомату поплавков блокує доступ рідини у ємність.

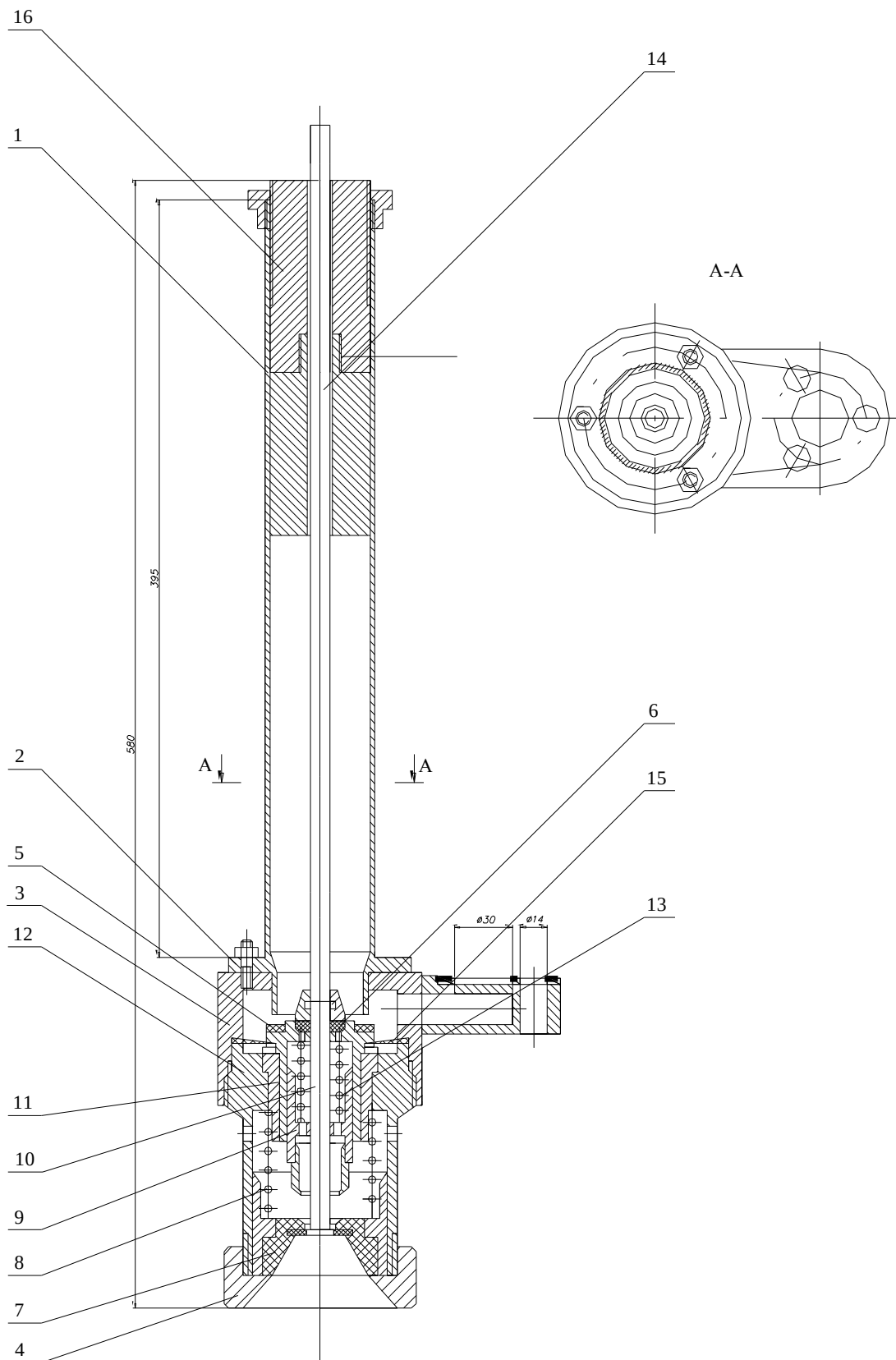


Рисунок 2. – Розливочний пристрій, що працює за принципом дозування по рівню.

Дозатор, що зображений на рис. служить для формування певної дози рідини по об'єму і видачі цієї дози в пляшку.

Дозуючий пристрій складається з стакану 1 з втулкою 2, закріпленого в корпусі 3 і рухомої клапанної системи, розміщеної в стакані 12. Дзвіночок 4 захищає клапанну систему від випадання.

Клапанна система складається з двох клапанів – відсікаючого 5 і зливного 6, а також деталей в яких вони закріплені.

При роботі автомату під дією пляшки прокладка 7 піднімається вверх стискаючи пружину 8.

Разом з прокладкою піднімаються вгору поршень (9) з шатровою трубкою (10) і зливна втулка (11). Коли клапан (5) натискається на сидло втулки стакану (1), пружина (13) стискається, закриваючи доступ рідини до стакану.

Поршень, продовжуючи підніматися, ще сильніше натискатиме на клапан і одночасно підніматиме вгору зливний клапан (6), відкриваючи канал для стоку рідини в пляшку. Клапан закріплений на шатровій трубці гайкою з трубкою (14) для відведення повітря.

Рідина, протікаючи каналом, утвореним внутрішніми поверхнями зливної втулки і поршня, а також зовнішньою поверхнею шатрової трубки, стікає в пляшку вздовж її стінок. Повітря з пляшки виходить назовні через внутрішній канал.

Коли пляшка починає опускатись, пружини починають розтискатися. Пружина (8) повертає прокладку в початкове положення, а пружина (13) повертає поршень в початкове положення, одночасно закриваючи клапаном зливний канал і утримуючи відсікаючий клапан притиснутим до сидла стакану.

Продовжуючи опускатися під дією пружини, поршень давить на зливну втулку з відсікаючим клапаном і тягне їх вниз, відкриваючи канал для наповнення стакана рідиною.

У корпусі встановлена мембрана (15), яка ізолює рухому частину клапанної системи від рідини в баку.

У верхній частині склянки розташований витіснювач 16, який регулює об'єм рідини в склянці.

На рисунку зображено розливочний пристрій, який працює за принципом ізобаричного дозування.

1.3. Основні технологічні процеси, типи сировини та напівфабрикатів для виробництва фруктових вод, а також їхні характеристики

Пляшки з водою пакуються в ящики і відправляються на склад готової продукції. На складі продукція може зберігатися тривалий час завдяки високому терміну зберігання.

Загальний тех. процес виготовлення мінеральної води:

- підготовка;
- внесення компонентів;
- перемішування;
- насичення вуглекислим газом;
- розливання;

Фізико-механічні властивості готової продукції (густина, динамічна в'язкість, теплопровідність) лише незначно відрізняються від показників чистої води, що є основною сировиною для виробництва безалкогольних напоїв.

Характеристики мінеральної води "Джерельна сильногазована",
виготовленої на основі води з артезіанської свердловини:

- густина, кг/м ³	1020	
- питома теплоємність, кДж /кг·К	3,5	
- коеф. теплопровідності, Вт /м·К	0,45	
- коеф. динамічної в'язкості при 20°C, Па·с	1,5	
- коеф. температуропровідності, а·10 ⁶ м ² /с		0,12

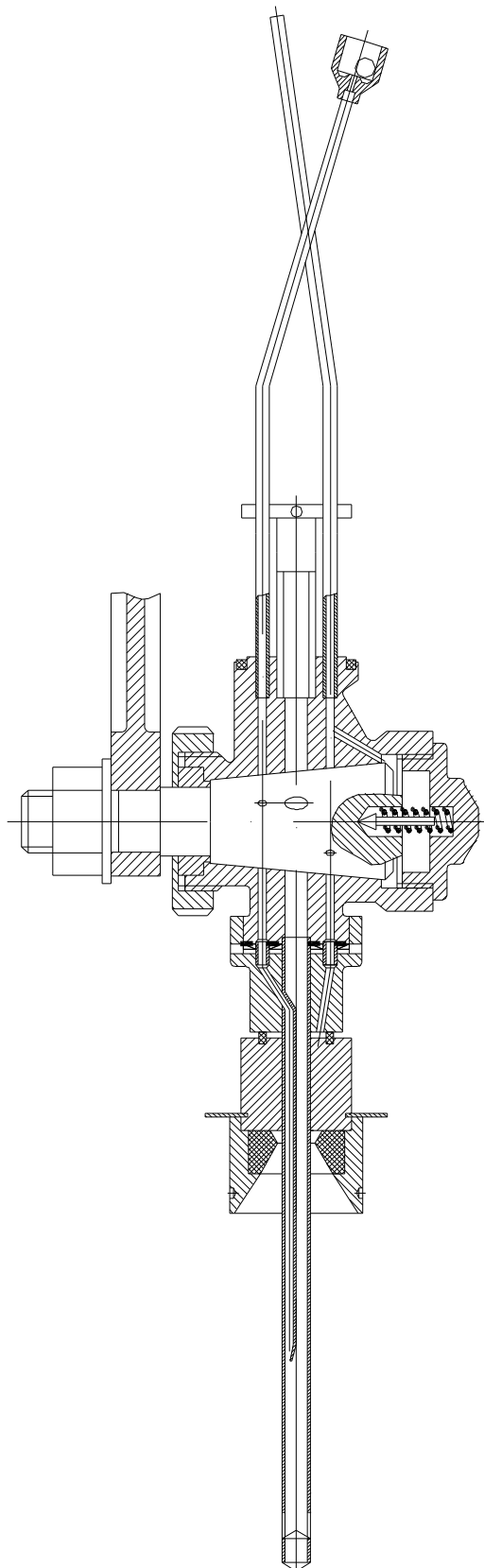


Рисунок 3. Розливальний пристрій, що працює на основі ізобаричного дозування

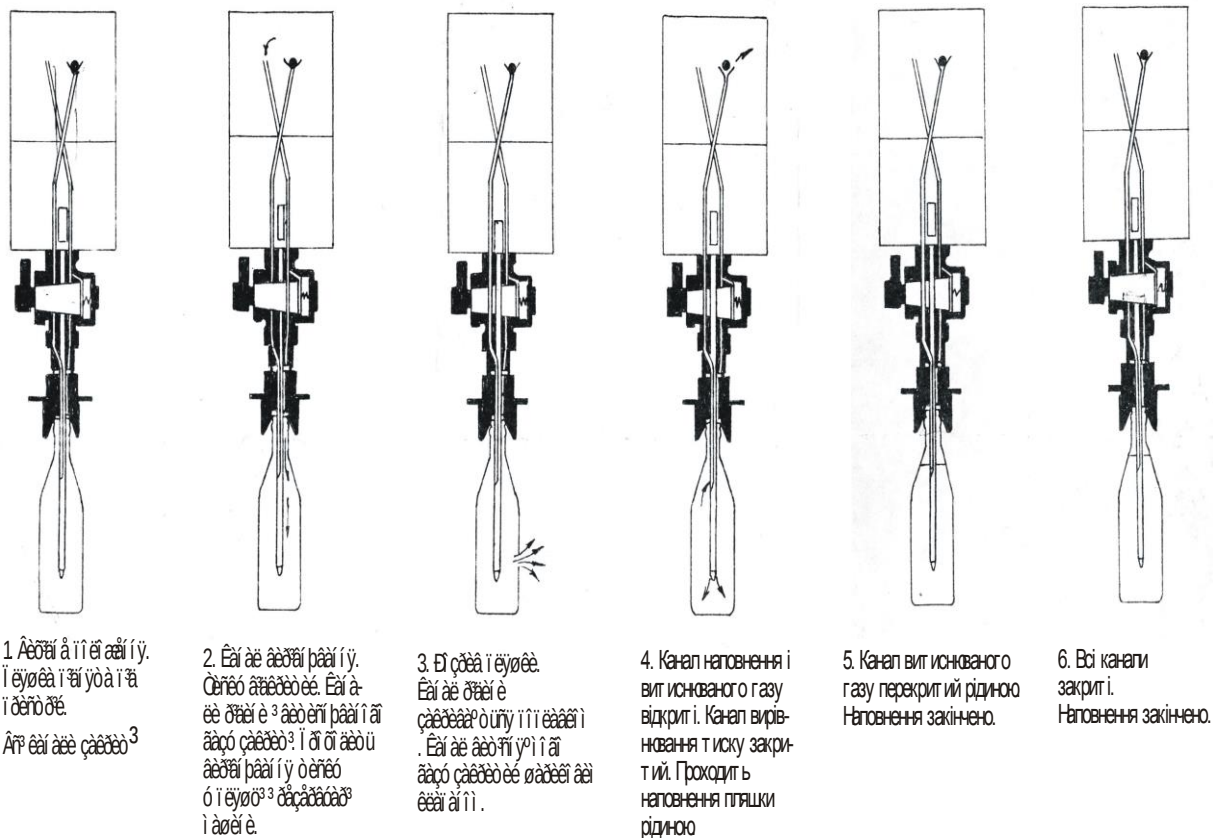


Рисунок 4. Схема роботи розливального пристрою, що працює на основі ізобаричного дозування

2. Конструктивна частина

2.1. Технологічні розрахунки розливочно-закупорювального автомата ВМБ-40/12

2.1.1. Розрахунок витрат вуглекислоти на насичення напоїв CO₂.

Витрати сировини для різного виду напоїв різні і залежать від рецептур представленими у ГОСТ.

Для насичення води вуглекислим газом використовують вуглекислоту.

Розрізняють безалкогольні напої:

- негазовані,
- низькогазовані,
- середньогазовані,
- сильногазовані.

В залежності від виду безалкогольних напоїв проводиться відповідне насичення їх вуглекислим газом при тиску 6–6,5 МПа при температурі 12–15°C.

Насичення CO₂ для сильногазованих вод проводиться до вмісту 0,5 0,8 % до маси напою.

Розрахуємо добову витрату CO₂ на виробництво сильногазованої води. Якщо згідно виробничої програми в рік виготовляється 8780 тис.л мінеральних сильногазованих вод, то при середній кількості робочих днів у році 220,0 і тривалості зміни 7,0 годин добова продуктивність цеху становить:

$$M_m = \frac{P}{\Phi_p \cdot l_k} = \frac{8780000}{220 \cdot 1} = 39909 \text{ л / зм} = 39909 \text{ кг / зм}$$

Тоді добова витрата вуглекислоти становитиме:

$$B_d = \frac{39909 \cdot 0,8}{100\%} = 319_{кг}$$

2.1.2. Розрахунок розчинення сухих компонентів

Дані розрахунки включають розрахунок масообмінних, гідродинамічних і теплообмінних процесів, які пов'язані з роботою автомату. Метою їх проведення є встановлення необхідної кількості сировини, робочих рідин та енергії.

Основою є рівняння матеріального балансу, що складене у відповідності з законом збереження матерії.

Основним техпроцесом при виготовленні безалкогольних напоїв є розчинення сухих компонентів.

Маса сировини рівна масі готового продукту і затрат:

$$\sum_{i=1}^n G_i = \sum_{j=1}^m G_j ,$$

де G_i – маса сировини, кг,

G_j – маса готового продукту, кг,

Оскільки процес є періодичний, матеріальний баланс складаємо на один цикл. Визначимо середні затрати допоміжної сировини на один цикл процесу розчинення:

При цьому максимальний об'єм вихідних продуктів 500,0л.

Загальні витрати есенції на 1 т. води буде $m_1 = 120$ кг, тобто 12 % від ваги солодкої G .

Затрати інших компонентів 0,075кг на 1кг води, тоді на один цикл необхідно $0,075 \cdot 500 = 37$ кг.

Складемо матеріальний баланс:

$$\sum G_i = 37 + 0,12 \cdot G + G,$$

$$\sum G_j = M,$$

тобто $37 + G(0,12 + 1) = M$.

Розв'язавши це рівняння визначимо необхідну масу чистої води для один цикл.

$$G = \frac{M - 37}{0,12 + 1} = \frac{500 - 37}{1,12} = 413 \text{ кг}$$

Маса дод. сировини на один цикл рівна

$$0,12 \cdot 413 = 49,5 \text{ кг.}$$

2.2. Розроблення конструкції автомата ВМБ-40/12

2.2.1. Вибір структурної схеми автомата ВМБ-40/12

Автомат ВМБ - 40 / 12 служить для розливу рідин у пляшки відповідно ГОСТ0117-72 ємністю 0,5 та 0,33л та закупорювання їх пробками зп ГОСТ885-72. Складається із синхронно-працюючих розливального та закупорювального автоматів, що встановлені на загальній станині, та мають спільний привід.

Створення автомату розпочнемо з формування його структури, що виконують у вигляді структурної схеми.

Нанесення умовних позначень та ліній на структурній схемі розпочинають від двигуна та закінчують робочими органами та виконавчими механізмами.

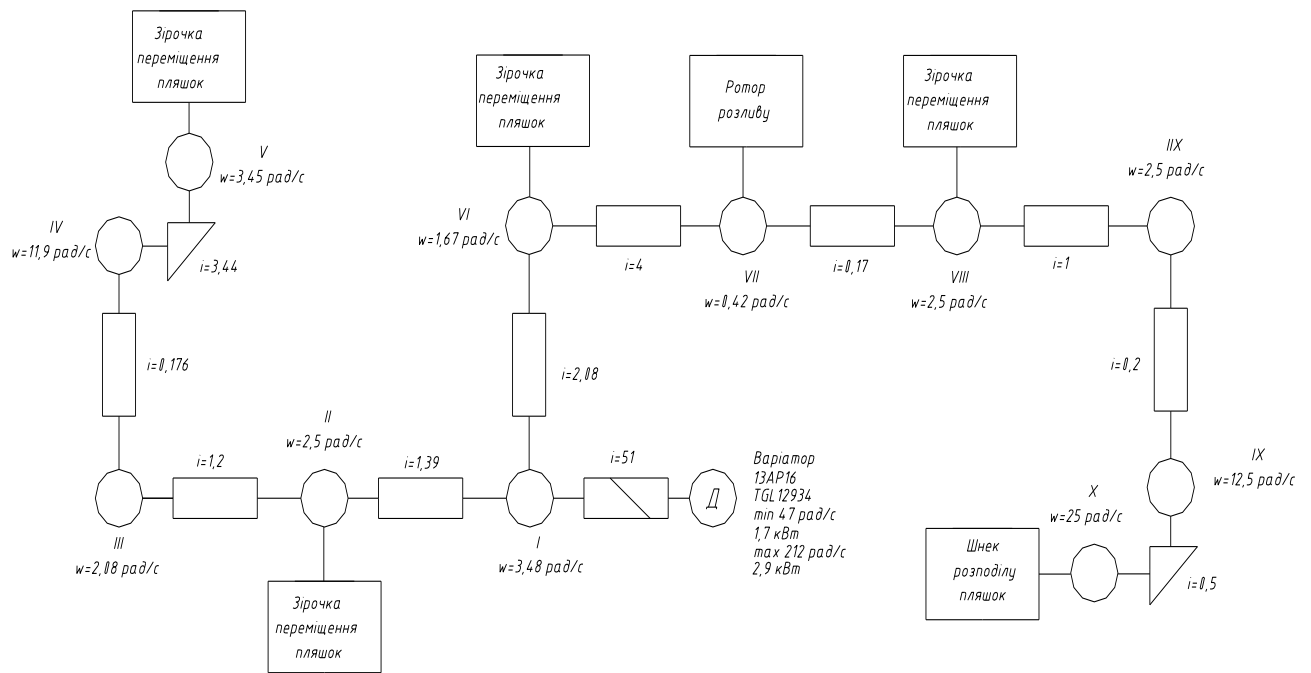


Рисунок 3.1. Структурна схема автомата ВМБ - 40/ 12.

Відповідно до схеми механізми приводяться в рух за допомогою електродвигуна-варіатора через черв'ячний редуктор і систему циліндричних та конічних зубчастих передач.

Привод складається з варіатора з вбудованим електродвигуном, електромагнітної муфти і черв'ячного редуктора. Черв'ячний редуктор на вихідному валу оснащений запобіжною муфтою тертя з шестернею 3, від якої всі механізми машини отримують обертання. Крім того, на основі машини закріплені турнікетна група і карусель. У турнікетній групі встановлені вали І, V, X з шестернями 5, 9, 17, шнек 28 і привод шнека.

Завдяки налаштуванню машини за цикловою діаграмою відбувається синхронна робота розливочного та закупорювального пристроїв.

2.2.2. Розробка кінематичної схеми автомата марки ВМБ-40/12.

Кінематична схема відображає взаємозв'язок всіх механізмів і ланок у плоскому або перспективному зображенні, що надає уявлення про послідовність приєднання механізмів, розподіл потоків енергії і кінематичні зв'язки машинних елементів. Кожен елемент зображується у вигляді умовних графічних позначень або спрощених зовнішніх контурів елементів машини.

Кінематична схема автомата розробляється під час конструювання нового або модернізації існуючого автомата. Цей документ є вихідним для проведення кінематичного і силового розрахунків машини. На аркуші формату А1 зображена кінематична схема автомата ВМБ - 40/12.

Обертання проміжної і вихідної турнікетних зірочок здійснюється за допомогою шестерні 3 через зубчасті колеса 5 і 17. Вихідна турнікетна зірочка 26 отримує обертання через колеса 4 і 9. Шнек 28, який працює синхронно з вхідною турнікетною зірочкою 26, обертається від вала V через блок шестерень 11, 12, 13, 14 і пару конічних коліс 15 і 16.

Ротор розливного автомата кріпиться на турнікетній групі і обертається від шестерні 3 через шестерні 17, 18 і 19. Обертання вала XII набірного диска бункера здійснюється від шестерні 21 і 20 через пару конічних коліс 22 і 23.

2.2.2.Кінематичний розрахунок

Частота обертання двигуна:

$$\omega_d = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 1698}{30} = 178 \text{ рад/с.}$$

де n – число обертів двигуна.

Передаточне число черв'ячного редуктора $u_p=51$.

Передаточне число передачі 3, 17, визначимо, як відношення кількості зубів в колеса та шестерні:

$$u_{1;17} = \frac{z_k}{z_{ui}} = \frac{50}{36} = 1,39;$$

Аналогічно визначимо передаточні відношення зубчастих передач автомата

$$u_{18;19} = \frac{60}{50} = 1,2;$$

$$u_{20;21} = \frac{12}{68} = 0,176;$$

$$u_{22;23} = \frac{62}{18} = 3,44;$$

$$u_{3;5} = \frac{75}{36} = 2,08;$$

$$u_{5;4} = \frac{300}{75} = 4;$$

$$u_{4;9} = \frac{50}{300} = 0,17;$$

$$u_{11;12} = \frac{70}{70} = 1;$$

$$u_{13;14} = \frac{16}{80} = 0,2;$$

$$u_{15;16} = \frac{15}{30} = 0,5.$$

Отримавши передаточні відношення усіх передач знайдемо частоти обертання валів машини.

Частота обертання вала I рівна:

$$\omega_I = \frac{\omega_d}{u_p} = \frac{178}{51} = 3,48 \text{ рад/с.}$$

Аналогічно знаходимо частоти обертів решти валів автомату

$$\omega_{II} = \frac{\omega_I}{u_{3;17}} = \frac{3,48}{1,39} = 2,5 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_{III} = \frac{\omega_{II}}{u_{18;19}} = \frac{2,5}{1,2} = 2,08 \text{ рад/с,}$$

$$\omega_{IV} = \frac{\omega_{III}}{u_{20;21}} = \frac{2,08}{0,176} = 11,9 \text{ рад/с},$$

$$\omega_V = \frac{\omega_{IV}}{u_{22;23}} = \frac{11,9}{3,44} = 3,45 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{VI} = \frac{\omega_V}{u_{3;5}} = \frac{3,48}{2,08} = 1,67 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{VII} = \frac{\omega_{VI}}{u_{5;4}} = \frac{1,67}{4} = 0,42 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{VIII} = \frac{\omega_{VII}}{u_{4;9}} = \frac{0,42}{0,17} = 2,5 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{IIX} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{11;12}} = \frac{2,5}{1} = 2,5 \text{ рад/с},$$

$$\omega_{IX} = \frac{\omega_{VIII}}{u_{13;14}} = \frac{2,5}{0,2} = 12,5 \text{ рад/с},$$

$$\omega_X = \frac{\omega_{IX}}{u_{15;16}} = \frac{12,5}{0,5} = 25 \text{ рад/с}.$$

Ці величини відображаємо на кінематичній та структурній схемах.

2.3. Конструювання та розрахунок окремих вузлів автомата

3.3.1. Розрахунок основних геометричних параметрів дозуючого пристрою

Визначимо необхідний час на наповнення:

Висота напору з дозатора:

$$H = 0,27(\text{м})$$

Коеф. витрат:

$$\varphi = 0,98 \quad g = 9,81(\text{м} / \text{с}^2)$$

Прийmemo діаметр труби 14мм, площа поперечного перерізу труби по діаметру.

Швидкість рідини:

$$W = \varphi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H} = 0,98 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,27} = 2,256(\text{м} / \text{с})$$

Геометричні параметри труби:

- зовнішній д.: $d_{mp} = 0,014(\text{м})$
- товщина труби: $\delta_{mp} = 0,001(\text{м})$

Площа поперечного перерізу труби по внутр. діаметру:

$$F' = \frac{\pi}{4} \cdot (d_{TP} - 2\sigma_{TP})^2 = \frac{3,14}{4} \cdot (0,014 - 2 \cdot 0,001)^2 = 1,131 \cdot 10^{-4} \text{м}^2$$

Секундна витрата:

$$V' = W \cdot F' = 3,01 \cdot 1,131 \cdot 10^{-4} = 3,44 \cdot 10^{-4} \text{м}^3$$

Час наповнення одної пляшки обємом 0,5л:

$$\tau_{0,5} = \frac{0,001 \cdot V}{V'} = \frac{0,001 \cdot 0,5}{3,44 \cdot 10^{-4}} = 1,45 \text{с},$$

Коли тривалість підведення та відведення наповнюваного пристрою для пляшки становить 2с, тоді загальна тривалість наповнення:

$$\tau_{0,5} = 2 + 1,45 = 3,45\text{с};$$

$$\tau_{0,5} = 2 + 0,96 = 2,96\text{с}.$$

3.3.2. Розрахунок циліндричної зубчатої передачі приводу

Геометричні параметри:

модуль зуба $m = 7$, кількість зубів шестерні $z_1 = 50$, передаточне число $u = 1,2$, передача прямозуба.

Міжосьова відаль:

$$a_w = \frac{m(z_1 + z_2)}{2 \cos \beta} = \frac{8(50 + 60)}{2 \cdot 1} = 440 \text{ мм}$$

Крутний момент на валу колеса

$$T = 9,55 \cdot 10^6 \frac{P_d}{n_d} i_{1,2,3} = 9,55 \cdot 10^6 \frac{2,9}{2025} 51 \cdot 1,39 \cdot 1,2 =$$

$$= 11,6 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

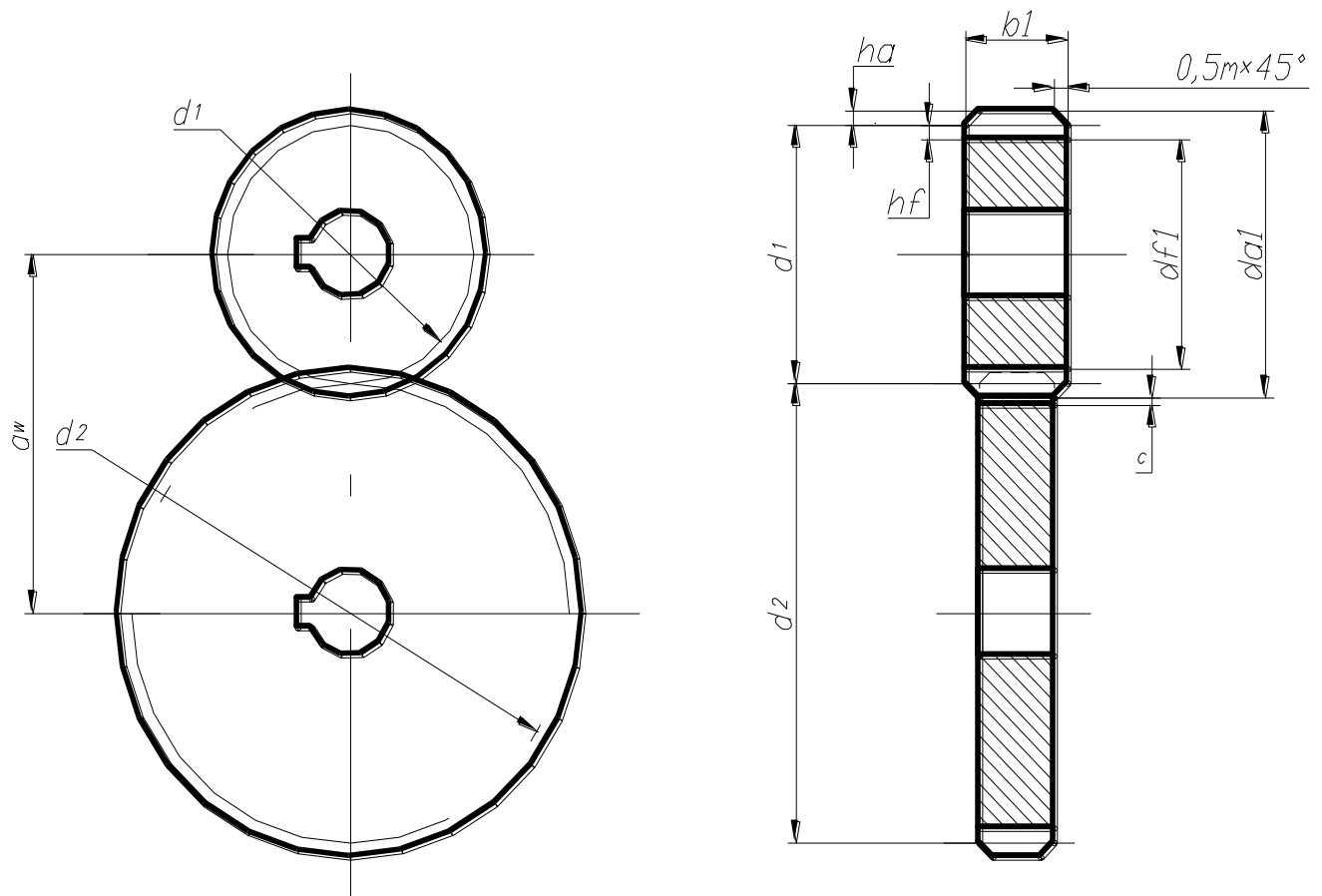


Рисунок 2.2 Схема зубчатої передачі приводу каруселі

Коеф. зовнішнього навантаження K_A визначимо за формулою:

$$K_A = \frac{\bar{T}}{T} = \frac{T \cdot K_2}{T} = \frac{11,6 \cdot 1,5}{11,6} = 1,5$$

Ділильний діам. зубчастого колеса

$$d_2 = mz_2 = mz_1 u = 7 \cdot 50 \cdot 1,2 = 420 \text{ мм}$$

Колова шв. Зуба:

$$v = \frac{\omega_2 R_2}{u} = \omega \frac{d_2}{2u} = \frac{\pi \cdot n \cdot d_2}{2 \cdot 30 \cdot u} = \frac{3,14 \cdot 23,8 \cdot 0,42}{60 \cdot 1,2} = 0,43 \text{ м/с.}$$

Визначаємо коеф.и $K_{H\beta}, K_{HV}, K_{H\alpha}$.

$$K_{H\alpha} = 1,07, K_{HV} = 1,03, \psi_{ba} = 0,3, \psi_{bd_{\max}} = 1,3, K_{H\beta} = 1,17.$$

Сумарний коеф.:

$$K_{H\Sigma} = K_A K_{H\beta} K_{HV} K_{H\alpha} = 1,5 \cdot 1,17 \cdot 1,03 \cdot 1,07 = 1,93$$

Коеф. торцевого перекриття:

$$\varepsilon_{\alpha} = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{z_1} \pm \frac{1}{z_2} \right) \right] \cdot \cos \beta = \left[1,88 - 3,2 \left(\frac{1}{50} \pm \frac{1}{60} \right) \right] \cdot \cos \beta = 1,79$$

Загальний коеф. навантаження:

$$Z_H = \sqrt{\frac{K_{H\alpha} \cdot \cos^2 \beta}{\varepsilon_{\alpha}}} = \sqrt{\frac{1,07 \cdot 1}{1,79}} = 0,79$$

Ширина вінця зубчастого колеса:

$$b_W = a_W \cdot \psi_{ba} = 0,44 \cdot 0,3 = 0,129 \text{ м.}$$

Контактні напруження

$$\begin{aligned} \sigma_H &= 6,13 \cdot 10^3 Z_H \frac{1}{a_W} \sqrt{\frac{T_{1H}^* (u \pm 1)^3}{b_W u}} K_{H\Sigma} = \\ &= 6,13 \cdot 10^3 \cdot 0,79 \frac{1}{0,44} \sqrt{\frac{11600 (1,2 \pm 1)^3}{0,129 \cdot 1,2}} \cdot 1,93 = 192 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Границя витривалості для сталі 45 по таблицях[3]

$$\sigma_{HO} = 2 \cdot HB + 70 = 2 \cdot 300 + 70 = 670 \text{ МПа}$$

Коеф. запасу $S_H = 1,2$ [3]

Базова кількість циклів $N_{HO} = 25 \cdot 10^6$ [3]

$$N_{\Sigma} = 60 \cdot n \cdot L_h = 60 \cdot 300 \cdot 8 \cdot 251 \cdot 2 \cdot 8 = 578304000 \text{ циклів}$$

$K_{HE} = 0,18$ для режиму роботи III по [3].

$$N_{HE} = N_{\Sigma} K_{HE} = 578304000 \cdot 0,18 = 104094720 \text{ циклів}$$

Коеф. довговічності:

$$K_{HL} = \sqrt[6]{\frac{N_{HO}}{N_{HE}}} = \sqrt[6]{\frac{25 \cdot 10^6}{104094720}} = 0,79$$

прийmemo $K_{HL} = 1$

Допустиме значення напруження

$$[\sigma_H] = \frac{\sigma_{HO}}{S_H} \cdot K_{HL} = \frac{670}{1,2} = 516 \text{ МПа.}$$

що значно перевищує знайдене значення напруження.

3.3.2. Розрахунок деталей автомата на міцність, Вібростійкість, жорсткість та зносостійкість,.

Розрахунок шпоночного з'єднання вала та зубчастого колеса приводу каруселі заупорювання.

Згідно ГОСТ 2336078 табл. 3.12 [5] приймаємо розміри шпонки для з'єднання вала зі шківом як 8х6х40 мм.

Напруження на зминання бокових граней шпонки:

$$\sigma_{зм} = \frac{4,4 \cdot T}{d \cdot (h - t) \cdot l_p} = \frac{4,4 \cdot 11,6 \cdot 10^3}{50 \cdot (8 - 6) \cdot 40} = 12,8 \frac{H}{\text{мм}^2} < [\sigma_{зм}] = 100 \frac{H}{\text{мм}^2}$$

Напруження на зминання бокових граней шпонки:

$[\sigma_{зм}]$ – допустимі напруження на зминання, $[\sigma_{зм}] = 100 \frac{H}{мм^2}$.

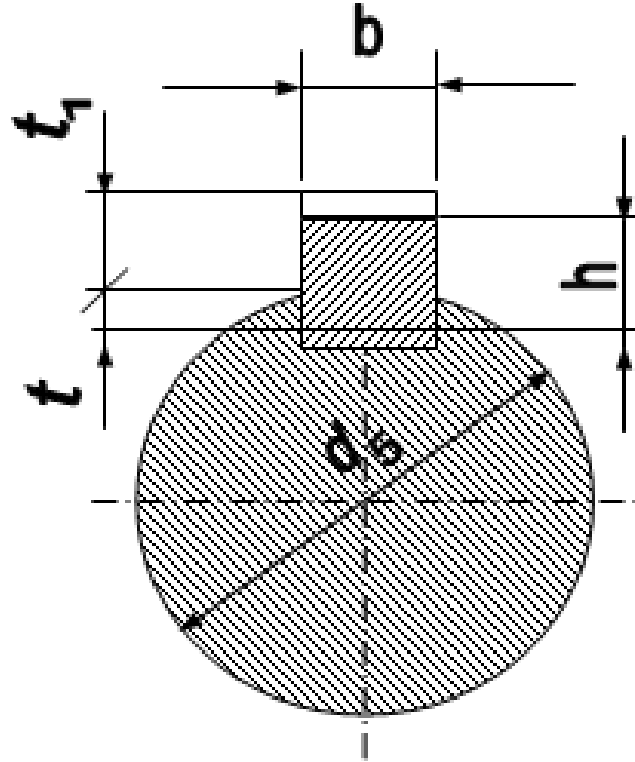


Рисунок 2.3 Схема шпоночного з'єднання.

Перевірний розрахунок валу каруселі

треба забезпечити умови:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} \geq [S]$$

де $[S]$ – допустимий коеф. запасу міцності 1,5...2,5.

S_{σ} – коеф. запасу міцності по нормальних напруженнях,

S_{τ} – коеф. запасу міцності по дотичних напруженнях.

1. Коеф. запасу міцності по нормальних напруженнях за формулою:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m}$$

де σ_{-1} – границя витривалості при симетричному циклі згину, $H/мм^2$,

K_{σ} – ефективний коеф. концентрації напружень,

ε_{σ} – масштабний фактор,

σ_m, σ_a – середнє і амплітудне циклу $H/мм^2$,

ψ_{σ} – коеф. співвідношення границь витривалості при симетричному та віднульовому циклах,

β – коеф. який враховує вплив чистоти поверхні. Приймаємо $\beta = 0,95$.

У нашому конкретному випадку $\sigma_m = 0$, $\varepsilon_{\sigma} = 0,82$ ([6] ст.18, табл.8.1),

$K_{\sigma} = 1,85$ ([6] ст.16, табл.8.3) у випадку коли концентратор напружень виточка

Амплітудне значення напруження визначимо з умов міцності вала на згин:

$$\sigma_a = \frac{M}{0,1 \cdot d^3} = \frac{38,4 \cdot 10^3}{0,1 \cdot 50^3} = 3,1 H / мм^2.$$

Для сталі $\sigma_{-1} = (0,4...0,5) \cdot \sigma_{тим} = (0,4...0,5) \cdot 500 = 200...225 H / мм^2$.

Прийmemo $\sigma_{-1} = 220 H / мм^2$.

Отримаємо:

$$S_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{K_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta} \cdot \sigma_a + \psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{220}{\frac{1,85}{0,82 \cdot 0,95} \cdot 3,1 + 0} = 2,98$$

2. Коеф. запасу міцності по дотичних напруженняхх:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m}$$

де τ_{-1} – границя витривалості симетричному циклі кручення, H/mm^2 ,

K_{τ} – ефективний коеф. концентрації напружень,

ε_{τ} – масштабний фактор,

τ_m, τ_a – середнє і амплітудне напруження даного циклу H/mm^2 ,

ψ_{τ} – коеф., що виражає співвідношення границь витривалості при симетричному і віднульовому циклах.

Оскільки вал не підлягає реверсуванню, то цикл навантаження віднульовий та $\tau_m = \tau_a$.

$\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{\tau} = 0,82$ ([6] ст.158, табл.8.1), $\psi_{\tau} = 0,1$ ([6] ст.158), $K_{\tau} = 1,51$ ([6] ст.162 табл.8.3), коли концентратор напружень виточка,

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 220 = 128 H / mm^2.$$

Амплітудне напруження визначимо із умови міцності вала на кручення:

$$\tau_a = \tau_m = \frac{0,5 \cdot T}{0,2 \cdot d^3} = \frac{0,5 \cdot 11,6 \cdot 10^3}{0,2 \cdot 50^3} = 0,24 H / mm^2.$$

Тоді.:

$$S_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{K_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta} \cdot \tau_a + \psi_{\tau} \cdot \tau_m} = \frac{128}{\frac{1,51}{0,82 \cdot 0,95} \cdot 0,24 + 0,1 \cdot 0,24} = 29,7$$

Коеф. запасу міцності:

$$S = \frac{S_{\sigma} \cdot S_{\tau}}{\sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2}} = \frac{2,98 \cdot 29,7}{\sqrt{2,98^2 + 29,7^2}} = 3,1 \geq [S] = 1,5 \dots 2,5.$$

Таким чином, пересвідчилися, що забезпечується надійна робота вала

2.4. Опис конструкції та принципу дії автомата ВМБ-40/12

Автомат складається з синхронно працюючих розливального та закупорувального автоматів, що встановлені на загальній станині, та мають спільний привід.

Основні вузли:

- наповнююча частина,
- турнікетна група
- карусель,
- трубопроводи,
- сист.блокування,
- огороження,
- лоток,
- закупорювальна група,
- бункер,
- привід.

Принцип роботи даного автомата ґрунтується на ізобаричному методі наповнення пляшок рідиною.

Суть ізобаричного наливання полягає у тому, що наповнення пляшок відбувається при постійному тиску в останніх. Тобто тиск в пляшці рівний відповідному значенню тиску над поверхнею води в резервуарі машини. Стікання проходить самотоком при постійній його швидкості.

Автомат встановлений в комплексну лінію розливу води.

Під час переміщення по транспортеру, чисті пляшки проходять через дільниковий шнек і піднімаються на столики підйомних циліндрів каруселі за допомогою вхідної турнікетної зірочки.

Під час обертання каруселі столики з пляшками піднімаються, введенням рідинної трубки всередину пляшок. При цьому пляшка,

закріпившись венчиком у розетці, опускає останню до корпусу розливного пристрою, що герметизує внутрішній тиск у пляшці.

Під час руху по транспортеру, чисті пляшки проходять через дільниковий шнек та піднімаються на столики підйомних циліндрів каруселі за допомогою вхідної турнікетної зірочки. Під час обертання каруселі столики з пляшками піднімаються, введенням рідинної трубки всередину пляшок. Під час цього процесу пляшка, затримавшись венчиком у розетці, опускається до корпусу розливного пристрою, що герметично ущільнює внутрішній тиск у пляшці.

Під час обертання ротора закупорювання, закупорювальні патрони, кочуючись по нерухомому корпусу, опускаються і приводять обжимання кронен-пробки на горлі пляшки.

Закупорені пляшки знімаються з ротора закупору за допомогою вихідної турнікетної зірки і виставляються на відводчий транспортер. При заповненні відводчого транспортера пляшками, останні переходять на резервний столик і машина вимикається. Кінематична схема виконана наступним чином: на литій основі, встановленій на ніжках, розташований привід.

Привід складається з готового варіатора з вбудованим електродвигуном, електромагнітної муфти і черв'ячного редуктора. Черв'ячний редуктор на вихідному валу оснащений запобіжною муфтою тертя з шестернею позиції 3, від якої всі механізми машини отримують обертання.

Крім того, на основі закріплені турнікетна група і карусель з наповнюючою частиною. У турнікетній групі вбудовані вали I, V, X з шестернями позицій 5, 9, 17, а також шнек 28 і привід шнека.

Проміжна і вихідна турнікетні зірочки обертаються від шестерні позиції 3 через шестерні 5. Вхідна турнікетна зірочка 26 отримує обертання через шестерні 4 і 9.

Привід машини працює у двох режимах: робочому (від 7800 пляшок за годину до 14000 пляшок за годину) і налаштувальному (7800 пляшок за годину). Перемикання режимів роботи приводу машини здійснюється за допомогою перемикача на щиті керування. Управління приводом машини здійснюється дистанційно. Вмикання та вимикання приводів машини та транспортера подачі пляшок здійснюється кнопками "Пуск" та "Стоп" на пульті керування.

3. Ремонт та монтаж розливочно закупорочного автомата

3. 1. Розробка схеми монтажу розливочно закупорочного автомата .

3. 1. 1. Вибір такелажного оснащення та схеми переміщення розливочно закупорочного автомата.

Автомат поставляється підприємством виробником упакований в ящик. Приміщення для встановлення автомата повинно відповідати таким вимогам :

- 1) для виконання малого ремонту між стіною і машиною повинен бути прохід шириною не менше 0, 8 м.
- 2) підлога повинна бути водостійкою.
- 3) у приміщенні повинен бути силовий електричний ввід і контур заземлення.
- 4) у цеху повинні бути прокладені водопровідні і водостічні комунікації.

Монтаж автомата проводиться по рівню верхньої кромки каруселі без закріплення фундаментними болтами.

Станину апарату заземляють від наявного контура згідно встановлених правил.

Після встановлення і монтажу автомат ВМБ 40 / 12 підключають до електромережі згідно правил ПУЕ. 1. 3 і 1. 7. Автомат розрахований на вмикання в мережу 380 / 220 В. Монтажна схема автомата ВМБ 40 / 12 зображена на листі формату А1.

Так як розливочний цех забезпечений відповідними проїздами, то машину до місця монтажу можна доставити за допомогою

електронавантажувача оснащеного стрілою. Дана машина встановлюється в лінію розливу води, що має досить велику масу і встановлюється на 1 у поверсі.

Автонавантажувач підбираємо по вантажопідйомності при масі апарату 9200 кг :

Вибираємо по ([9], с. 27, табл. 5) автонавантажувач моделі 4008 з вантажопідйомністю 10000 кг.

Технічна характеристика автонавантажувача 4008.

Вантажопідйомність, кг	10000
Максимальна відстань вил до ґрунту, мм.	7500
Комплектація вантажозахватним пристроєм, вила	стріла,
Дорожній просвіт, мм.	240
Швидкість підйому вантажу, м / хв	6, 5
Габаритні розміри, мм.	
довжина	8450
ширина	2700
висота з опущеним вантажопідйомником	2200
База, мм.	5800
Відстань міжколесами, мм.	
передніми	1740
задніми	1620
Радіусповороту, мм.	3700
Швидкість, км / год	до 36
Маса, кг	13200

Так як автомат є досить масивним, він встановлюється не безпосередньо на підлогу, а на підготовлену основу, чи фундамент. На рисунку 4. 1. приведена схема монтажу автомата ВМБ 40 / 12 за допомогою автонавантажувача 4008 оснащеного стріловим вантажопідйомним пристосуванням.

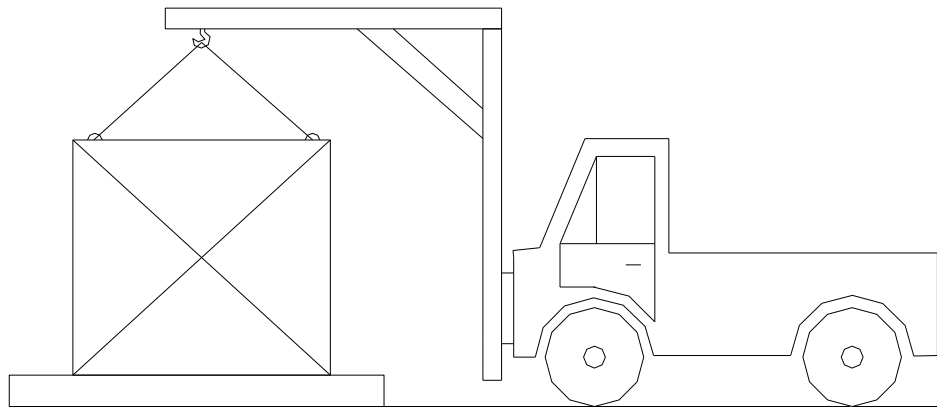


Рисунок 3. 1. Схема монтажу автомата ВМБ 40 / 12.

3. 1. 2. Розрахунок зміни вантажопідйомності автонавантажувача

Даний розрахунок проводиться з метою визначення зміни вантажопідйомності автонавантажувача зі зміною положення вантажу на вилках. Недостатній запас вантажопідйомності може призвести до перекидання апарату під дією вантажу наприклад при різкому гальмуванні. Розрахункова схема автонавантажувача зображена на рисунку 4. 1 підпункту 4. 1. 1.

Визначимо зміну вантажопідйомності проти номінальної 50 кН автонавантажувача 4045 Л, якщо відстань від центра ваги вантажу до стінок вилок збільшена у три рази від паспортної (0, 5 м) і зменшена в два рази проти паспортної.

$$a_1 = 500 \cdot 3 = 1500 \text{ мм. .}$$

$$a_2 = 500 \div 2 = 250 \text{ мм. .}$$

відстань $l = 600 \text{ мм.}$ (із технічної характеристики автонавантажувача).

Прийmemo величину стійкості автонавантажувача $M = 60 \text{ кН}\cdot\text{м}$ і коеф. стійкості $K = 1, 3$ [3].

Тепер

$$G_1 = 60 / (1,3 \cdot (1,5 + 0,6)) = 21,9 \text{ кН}.$$

$$G_2 = 60 / (1,3 \cdot (0,25 + 0,6)) = 54,29 \text{ кН}.$$

В першому випадку вантажопідйомність склала 36 % від номінальної, а в другому випадку 90 %, тобто не перевищила номінальної.

Найбільш оптимально розмістити вантаж так, щоб центр ваги був якомога ближче до вертикальної рами автовантажувача.

3. 1. 3. Розрахунок фундаменту для автомата 40 / 12.

Приймаємо висоту наземної частини фундаменту $H_1 = 100 \text{ мм.}$, глибину закладення $H_2 = 500 \text{ мм.}$

Нормативний тиск на ґрунт II категорії $R_n = 200 \text{ кПа}$. Коеф. зменшення $\alpha = 0,5$. Питома вага бетону $\gamma = 20 \text{ кН / м}^3$.

Приймаємо допуск $\Delta = 70 \text{ мм}$ на кожну сторону, тепер віддаль від центра ножки до краю

Поверхня підшви фундаменту :

$$F = (1790 + 2 \cdot 70) \cdot (1575 + 2 \cdot 70) + 500 \cdot 805 + 0,5 \cdot 500 \cdot 845 = 3,92 \text{ м}^2.$$

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

Об'єм фундаменту :

$$V = F \cdot H = 3,92 \cdot 0,6 = 2,35 \text{ м}^3.$$

Вага фундаменту :

$$G_\phi = V \cdot \gamma = 2,35 \cdot 20 = 47 \text{ кН}.$$

Фактичний тиск на ґрунт основи

$$P = (G_m + G_\phi) / \alpha \cdot F = (47 + 92) / 0,5 \cdot 3,92 = 70,9 \text{ кПа} < R_n = 200 \text{ кПа}$$

Фактичний тиск перевищує допустимого.

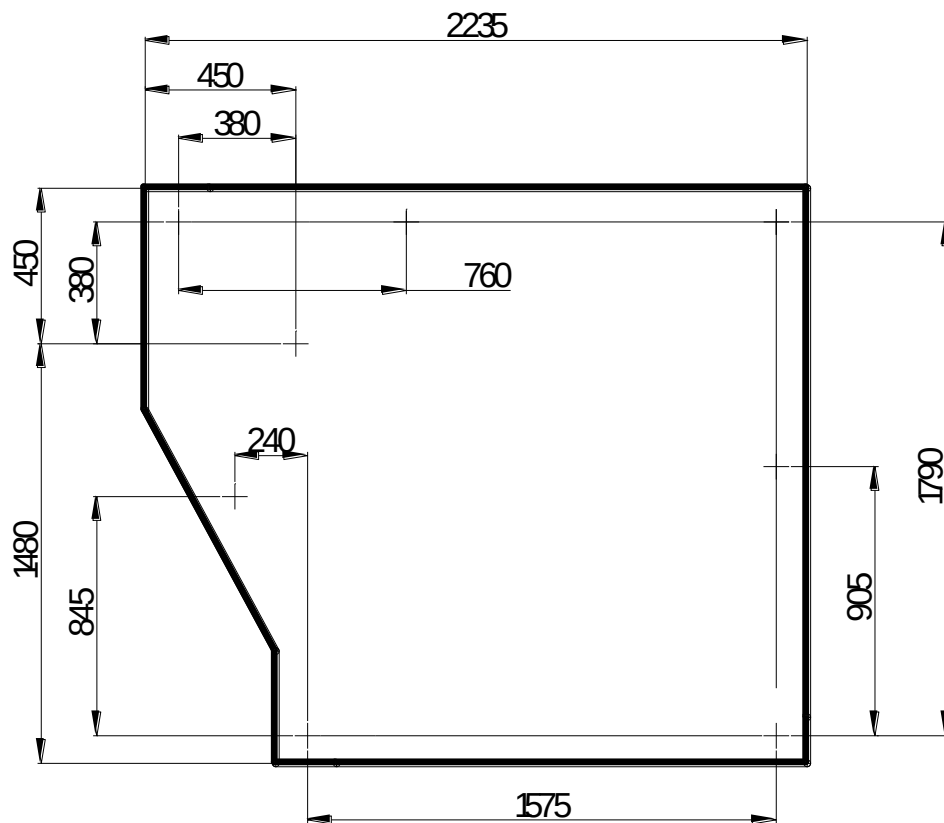


Рисунок 3. 2. План фундаменту під автомат ВМБ 40 / 12

3. 1. 4. Вибір вивірки автомата на фундаменті

Дане обладнання встановлюється на фундамент без кріплення на ніжках, таким чином доцільно встановити апарату на жорстких опорах з використанням методу безвивірочного монтажу . Бетонні опори виконуються прямо на фундаменті з застосуванням бетонної суміші по ГОСТ 7473 85 . Бетонні опори виготовляють будівельники по замовленню монтажної організації . Бетонні опори оснащують металевою пластиною .

Віддаль від краю пластини до краю бетонної подушки має бути не менше 30мм.. Установку пластин із заданою точністю виконують монтажні організації.

3. 2. Розробка технології ремонту автомата 40 / 12

3. 2. 1. Характерні причини виходу з ладу автомата 40 / 12.

Розробка графіка ППР автомата 40 / 12

На основі проведеного у розділі 3. аналізу принципу роботи вузлів, виявлені характерні причини виходу із ладу апарату зводимо в таблицю 4. 1.

Таблиця 3. 1 Характерні причини виходу з ладу обладнання

№ п / п.	Найменування неполадок , прояви і ознаки	Можлива причина	Метод усунення
1.	Столики циліндрів піднімаються повільно .	Недостатній тиск повітря в магістралі , вийшов зі строю манжета	Підвищити тиск повітря . Замінити манжету .
2.	Пляшки при вирівнюванні і наливі часто лопаються .	Неправильний термічний режим миючої апарату .	Відрегулювати температурний режим в миючій машині .
3.	Пляшки не піднімаються до розетки (під'ємні циліндри працюють) .	Погнулась трубка розливного пристрою.	Відремонтувати трубку розливного пристрою .
Продовження таблиці 3. 1.			
1	2	3	4
4.	При включенні машина не працює (електродвигун працює) .	Не включається електромагнітний клапан , просковзує муфта , просковзує муфта , просковзує муфта	Відрегулювати включення електромагнітної муфти .

		фта тертя .	Затягнути пружини муфти тертя .
5.	Пляшка не наливається .	Забруднились газові канали чи рідинний канал . Вийшла з ладу пружина клапана закриття води .	Прочистити канали , замінити пружину .
6.	Пляшки переповнюються	Немає повного ущільнення між розеткою і опорою розливної трубки чи між пляшкою і зажимним кільцем , пляшка із сколеним горлом . Недостатнє прижаття пляшки підйомником	Замінити ущільнення , збільшити тиск на під'ємних циліндрах .
7.	Пляшки наповнюються частково (недолив) .	Частково забруднились (немає повного січення) газові і рідинні канали . Клапан який закриває вхід рідини в канал наливної трубки знаходиться дуже низько . Переповнений резервуар .	Прочистити канали , відрегулювати положення клапана . Відновити рівень пива в резервуарі .
8.	Йде сильне вспінювання і	Не дотримуються	Відновити темпера

	як наслідок недолив .	умови потранспорту ванні пива і температури . Вийшли з ладу манжети розподільника рідини і газу , і стиснуте повітря чи вуглекислий газ по падають по рідинних трубах в резервуар .	турний режим , замінити манжети .
--	-----------------------	---	-----------------------------------

Графік ППР автомата ВМБ 40 / 12

Вихідні дані :

Назва автомата розливочно закупорювальний ВМБ 40 / 12 .

Рік випуску 1987 .

Очікована робота в плановому році у дві зміни .

Останім був середній ремонт С .

До кінця року напрацювання з часу останнього ремонту 700 год . , а з часу останнього технічного огляду 350 год.

Тривалість ремонтного циклу апарату :

$$T_{\text{ц}}=12 \text{ міс } =4200 \text{ год . ,}$$

Період між технічним оглядом :

$$1 \text{ міс. } =360 \text{ год .}$$

Тривалість міжремонтного періоду :

$$\vartheta_{\text{р}}=3 \text{ міс. } =1050 \text{ год. ,}$$

Типова структура ремонтного циклу :

$$К \rightarrow 2ТО \rightarrow M_1 \rightarrow 2ТО \rightarrow С \rightarrow 2ТО \rightarrow M_2 \rightarrow 2ТО \rightarrow К$$

Кількість годин напрацювання після С до наступного , по циклу M_2

ремонту складає :

$$1050 - 700 = 350 \text{ год. .}$$

Загальна трудомісткість на рік :

$$8 \cdot 1 + 2 \cdot 7 + 21 + 36 = 72 \text{ люд год.}$$

Слюсарні : $79 \cdot 0,72 = 56,89 \text{ люд год.}$

Верстатні : $79 \cdot 0,2 = 15,8 \text{ люд год.}$

Інші : $79 \cdot 0,08 = 6,3 \text{ люд год.}$

Дані заносимо в таблицю графік ППР .

3. 2. 2. Розробка технічної документації на проведення ремонту автомата 40 / 12

Складемо технологічну карту складання вузла бункера .

Таблиця . 4. 3. Технологічна карта розбирання ремонтного вузла .

№ п / п	Операції і переходи	Інстру мент присто сування	Тех нічні вимо ги	Професія і розряд робочого	Норма часу, х / в	Приміт ка
1.	Відкрутити 4 болти 40	Ключ різковий	—	Слюсар , II розряд	3, 5	—
2.	Зняти шайби 35 з болтів 40	—	—		0, 5	—
3.	Зняти кришку 5	—	—		0, 1	—
4.	Відкрутити 2 гайки 34	Ключ спеціаль	—		0, 4	—

		ний				
5.	Зняти шайбу 29 з вала 2	—	—		0, 1	—
6.	Зняти пружину 31 з вала 2	—	—		0, 1	—
7.	Зняти шайбу 27 з вала 2	—	—		0, 1	—

Продовження табл . 3. 3 .

8.	Зняти шпонку 50 з вала 2	Плоско губці	—		3, 5	—
9.	Зняти шестерню в зборі з вала 2	Молоток, виколот ка	—		1, 5	—
10.	Відкрутити 4 гвинти 45 з шес терні 23	Викрутка	—		3, 5	—
11.	Зняти кільце 14 з шестерні 23	Молоток, виколот ка	—		1, 5	—
12.	Зняти прокладку 24 з шестерні 23	—			0, 5	—
13.	Зняти втулку 17 з шестерні 23	Молоток, оправка	—		3, 5	—
14.	Зняти диск фри кціона 25 з ва ла 2	—	—		0, 4	—
15.	Зняти диск 13 з	Молоток			0, 8	—

	вала 2					
16.	Зняти втулку 18 з вала 2	—	—		0, 3	—
17.	Зняти групу вала з корпусу бункера	Молоток	—		2, 7	—
18.	Відкрутити гайку 22 з вала 2	—	—		1, 5	—
19.	Зняти з вала рухомий диск в зборі 9	Зйомник , молоток	—		4, 2	—
20.	Відкрутити гайку 20 з диска 9	Ключ трубний	—		1, 9	—
21.	Зняти шайбу 28	—	—		0, 2	—
22.	Відкрутити 4 гвинти 46 з диска 9	Викрутка	—		3, 5	—
23.	Зняти диск набірний 8	—	—		0, 6	—
24.	Зняти ступицю 11 з диска 9	Молоток, виколотка	—		2, 5	—
25.	Відкрутити 2 гвинти 21 з диска 9	Викрутка	—		1, 4	—

26.	Зняти пластину 10 з диска 9	—	—		0, 1	—
27.	Зняти шпонку 51 з вала 2	Плоско губці	—		0, 5	—
28.	Відкрутити гайку 21 з вала 2	Ключ трубний , або вручну	—		1, 0	—
29.	Зняти чехол 26 з вала 2	—	—		0, 4	—
30.	Відкрутити 4 болти 41 з опори 12	Ключ ріжковий	—		3, 5	—
31.	Зняти шайби 36 з болтів 41	—	—		0, 4	—
32.	Зняти опору 12 з корпусу бункера 1	Молоток	—		1, 5	—
33.	Зняти опори 12 грандбуксу 15	Молоток, виколотка	—		2, 5	—
34.	Зняти пружину 49 з грандбукси 15	Гострогу бці	—		1, 5	—
35.	Вибити втулку 16 з опори 12	Молоток, оправка	—		2, 0	—
36.	Відкрутити 2 гайки з болтів 44	Ключі ріжкові	—		1, 8	—
37.	Зняти шайби 31	—	—		0, 4	—

Продовження табл 3. 3 .

38.	Зняти перегоро дку 3 з бункера 1	—	—		0, 2	—
39.	Зняти з болтів 44 шайби 34	—	—		0, 05	—
40.	Відкрутити 2 гайки 39 з гвин тів 47	Ключ ріжковий і викрут ка	—		2, 0	—
41.	Зняти гвинти з корпуса 1	—	—		0, 02	—
42.	Зняти козирьок 7 з корпуса 1	—	—		0, 5	—
43.	Відкрутити 2 болти 42 з корпуса бунке ра 1	Ключ ріжковий	—		2, 0	—
44.	Зняти планку 6 з корпуса 1	—	—		0, 1	—
45.	Відкрутити 4 болти 43 з корпуса 1	Ключ ріжковий	—		3, 6	—
46.	Зняти кришку 4 з корпуса бункера 1	—	—		0, 2	—

3. 2. 3. Дефектування та сортування деталей

Відомість дефектів

на середній ремонт автомата 40 / 12
(обладнання)

інв. № 68 встановленого в розливочному цеху

№ п / п	Деталі , які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудові місткості Люд год	Оцінка стану обладнання при здачі в ремонт
				найменування	Кількість		
1.	Колеса зубчасті циліндричні , Черв'ячне колесо	Поломка зубців Зношення вінця	Відновити зуби зваркою чи іншим методом. Замінити колеса. Замінити вінець	Зубчасті колеса : m=2, 5. z=16 m=2, 5. z=80 m=2, 5. z=70 m=7. z=50 m=7. z=300 m=7. z=75 m=7. z=36 Черв'ячне колесо m=8 . z=51	1 1 2 3 1 1 1 1		
2.	Вали	Зношення	Наварити з				

		шийок	Наступ ною мех				
--	--	-------	-------------------	--	--	--	--

Продовження табл. 3. 4.

		Поло мка вала	обробкою Віднови ти зварю ванням чи іншим методом чи замі нити				
3.	Пружини	Поло мка	Замінити	Б2 ВРТ / 1 Р6 010408 У 6	1 1 3		
4.	Ущільнюючі кільця, манжети, набивки	Пропу скають рідину, повітря	Замінити новими	Кільце Р6 010408А Манжета 50х100 ГОСТ 6678 56 Манжета 80х110 ГОСТ 5969 54 Манжети	10 5 4		

				90x110			
--	--	--	--	--------	--	--	--

Продовження табл. 3. 4.

				ГОСТ 5969 54	2		
5.	Шпонки	Зріз , Зміна ння	Замінити	Шпонка	1		
6.	Корпусні деталі	Пош кодже ння різьби в крі пиль них отво рах	Розсвер лити і на різати нову різь бу мітчи ком	—	—		
7.	Підш.и кочення	Знос, полом ка	Замінити	Підш. 120 Підш. 104 Підш. 220 Підш. 204 Підш. 8210	1 2 6 1 4		
8.	Підш.и ковзання	Знос	Замінити або відновити	—	—		

Продовження табл. 3. 4.

9.	Муфти	Полом ка	Замінити	—	—		
10.	Болти	Зріз різьби , полом ка	Замінити	—	—		
11.	Гайки		Розсвер лити, нарізати різьбу мітчиком, замінити .	—	—		

3. 2. 4. Аналіз технічних умов для виготовлення опори

Деталь відноситься до тіл обертання трубчастої форми. Має кілька ступеней ззовні та зсередини. Виготовляється із сталі Ст. 3 ГОСТ 1050 89.

Таблиця 3. 5. Хімічний склад Ст3 ГОСТ 1050 89 в %.

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 3. 6. Механічні властивості Ст. 3 у стані поставки.

σ_{ϵ} МПа	σ_m МПа	δ %	ψ %	a_n $\kappa\Gamma / \text{cm}^2$	HB
550	280	22	30	6	200

Аналіз технічних умов зводимо у таблицю 3. 7.

Таблиця 3. 7. Аналіз технічних умов опори

Позначення поверхні	Технічна умова або вимога	Метод виконання	Метод контролю
А	Забезпечити точн. по 9 квалітету і шорсткість $R_z 20 \text{ мкм}$.	точ.. чист.	Розмір штангенциркулем Шорстк. за зразками.
Б, В, Д, Й	Забезпечити точн. по 14 квалітету і $R_z 20 \text{ мкм}$.	точ.. чист.	
Г	Забезпечити точн. по 8 квалітету і $R_z 20 \text{ мкм}$.	точ.. чист.	
Е, З, Є	Точн. по 7 квалітету і шорсткість $R_a = 1, 25$	Розточування чист.	
Ж	Точн. по 8 квалітету і шорсткість $R_a = 6, 3$	Розсвердлювання	
Л	Точн. по 14 квалітету. Шорсткість $R_z 60$	Без обробки (прокат)	
В	Забезпечити точн. різи по 8 квалітету	Нарізання різцем напівчист.	Методом трьох дотичних
К	Забезпечити точн. по 8 квалітету і $R_a = 1, 6 \text{ мкм}$.	Розвертування	Штенгенцикуль

3. 2. 5. Розробка тех. процесу виготовлення опори

1. Вибір і обґрунтування способу отримання заготовки

Метод одержання заготовки для деталей машин визначається призначенням, конструкцією деталі, матеріалом технічними вимогами, типом виробництва, а також економічністю виготовлення.

Заготовку для даної деталі можна одержати штампуванням або з прокату. Проведемо розрахунок вартості заготовки при даних способах.

Маса деталі :

$$m = \left(\frac{3.14 \cdot 95^2}{4} \cdot 15 - \frac{3.14 \cdot 48^2}{4} \cdot 15 - \frac{3.14 \cdot 10^2}{4} \cdot 12 + \frac{3.14 \cdot 65^2}{4} \cdot 55 - \frac{3.14 \cdot 48^2}{4} \cdot 55 + \right. \\ \left. + \frac{3.14 \cdot 65^2}{4} \cdot 95 - \frac{3.14 \cdot 30^2}{4} \cdot 95 + \frac{3.14 \cdot 65^2}{4} \cdot 45 - \frac{3.14 \cdot 42^2}{4} \cdot 35 - \frac{3.14 \cdot 48^2}{4} \cdot 30 + \right. \\ \left. + \frac{3.14 \cdot 58^2}{4} \cdot 20 \right) \cdot 7800 \cdot 10^9 = 4.37 \text{ кг}$$

Маса заготовки з прокату .

$$M_n = \frac{3.14 \cdot 95^2}{4} \cdot 230 \cdot 7800 \cdot 10^{-9} = 12.7$$

Маса штамповки .

Орієнтовна маса штамповки :

$$M = \left(\frac{3.14 \cdot 95^2}{4} \cdot 15 - \frac{3.14 \cdot 50^2}{4} \cdot 15 - \frac{3.14 \cdot 12^2}{4} \cdot 12 + \frac{3.14 \cdot 70^2}{4} \cdot 55 - \right. \\ \left. - \frac{3.14 \cdot 50^2}{4} \cdot 55 + \frac{3.14 \cdot 65^2}{4} \cdot 95 - \frac{3.14 \cdot 40^2}{4} \cdot 95 + \frac{3.14 \cdot 70^2}{4} \cdot 45 - \frac{3.14 \cdot 50^2}{4} \cdot 35 - \right. \\ \left. - \frac{3.14 \cdot 50^2}{4} \cdot 30 + \frac{3.14 \cdot 60^2}{4} \cdot 20 \right) \cdot 7800 \cdot 10^9 = 11.2 \text{ кг}$$

$$\frac{12,7 - 11,2}{12,7} = 0,128 = 13,8\% < 15\%$$

Отже доцільніше використовувати прокат.

Перевіримо економічну доц. використання прокату.

1) Вартість штамповки :

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

$$C_i = 106 \text{ грн} \quad S_{відк} = 14,4 \text{ грн} \quad ([4] \text{ с. 32 табл. 9})$$

Коеф. и k по ([4] с. 38, 40 табл. 14, 15)

$$S_{заг} = \frac{106}{1000} \cdot 11,2 \cdot 1 \cdot 1,29 \cdot 0,83 \cdot 1,21 \cdot 0,77 - (11,2 - 4,37) \cdot \frac{14,4}{1000} = 1,1 \text{ грн.}$$

2) Вартість прокату :

$$S_i = 90 \text{ грн} - \text{вартість 1т заготовок} \quad ([4] \text{ с. 32 табл. 9})$$

$$S_{заг} = \frac{Q \cdot S_i}{1000} - (Q - g) \cdot \frac{S_{відк}}{1000} = \frac{12,7 \cdot 90}{1000} - (12,7 - 4,37) \cdot \frac{14,4}{1000} = 1,02 \text{ грн.}$$

Вартість виготовлення з прокату нижча отже заготовка з прокату Ø95 звичайної точності 1, 5м ГОСТ 2590 71

3. 2. 5. 2. Розрахунок допусків і міжопераційних розмірів.

Розрахуємо допуск на поверхню Ø 58 m_6 , для якої $Ra = 0,63$.

Визначимо необхідну кількість переходів відповідно до формули :

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46}.$$

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_\phi}.$$

де T_3 допуск заготовки, $\mu\text{м.}$.

T_{∂} допуск деталі, мкм..

$T_3 = 460$ мкм. для $\varnothing 65$ при IT 13.

$T_{\partial} = 19$ мкм. для $\varnothing 58$ при IT 6.

Тепер.

$$\varepsilon = \frac{T_3}{T_{\partial}} = \frac{460}{19} = 24,2.$$

$$n = \frac{\lg(\varepsilon)}{0,46} = \frac{\lg(24,2)}{0,46} = 3 \text{ переходи.}$$

Тото задану точн. можна досягти за три переходи, дворазове проточування і шліфування.

За таблицями [4] знаходимо для кожного переходу шорсткість, глибину дефектного шару, відхилення і похибку базування.

Прокат $Rz = 150$ мкм.. $T = 250$ мкм.. ([4] с. 66 табл. 27).

Чорнова обробка різцем

$$Rz = 50 \text{ мкм.. } T = 50 \text{ мкм..}$$

Напівчист. обробка різцем

$$Rz = 25 \text{ мкм.. } T = 30 \text{ мкм..}$$

Чист. обробка різцем

$$Rz = 5 \text{ мкм.. } T = 15 \text{ мкм..} \quad ([4] \text{ с. 67 табл. 29}).$$

Визначимо відхилення відповідно до формули

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2}.$$

$$\Delta_k = 0,5 \text{ мкм. / мм. ,} \quad ([4] \text{ с. 72 табл. 32}).$$

Довжина, на якій розглядається відхилення $l = 160$ мм.. Тепер.

$$\rho_k = L \cdot \Delta_k = 160 \cdot 0,5 = 80 \text{ мкм..}$$

$$\rho_y = 0,25 \text{ мм.} \quad ([4] \text{ с. 73 табл. 33}).$$

Підставивши у формулу визначимо відхилення ρ .

$$\rho = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_y^2} = \sqrt{80^2 + 250^2} = 262 \text{ мкм.}$$

Після чорнового обточування

$$\rho_1 = 0,06 \cdot \rho = 0,06 \cdot 262 = 15,7 \text{ мкм.}$$

Після кінцевого обточування

$$\rho_1 = 0,04 \cdot \rho = 0,04 \cdot 262 = 10,5 \text{ мкм.}$$

Похибка базування $\varepsilon = 0$ ([4] с.76 табл.18).

Розраховуємо мінімальні допуски.

Попереднє обточування

$$2 \cdot z_{\min 1} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{i-1} + \rho_{i-1}) = 2 \cdot (150 + 250 + 262) = 2 \times 662 \text{ мкм.}$$

Кінцеве обточування

$$2 \cdot z_{\min 2} = 2 \cdot (50 + 50 + 15,7) = 2 \times 115,7 \text{ мкм.}$$

Шліфування

$$2 \cdot z_{\min 3} = 2 \cdot (25 + 30 + 10,5) = 2 \times 65,5 \text{ мкм.}$$

Розрахункові діаметри.

$$d_{p1} = 58,02 + 2 \cdot 0,0655 = 58,151 \text{ мм.}$$

$$d_{p2} = 58,151 + 2 \cdot 0,1157 = 58,382 \text{ мм.}$$

$$d_{p3} = 58,382 + 2 \cdot 0,662 = 59,706 \text{ мм.}$$

Таблиця 3. 8. Зведена таблиця допусків і допусків поверхні Ø 58 мм.

Технологічні переходи обр. поверхні.	Елементи допуску				Розрахунковий припуск Z_{max} мм	Розрахунковий розмір d_p мм	До пуску δ , мм	Граничні розміри, мм		Граничні значення пусків, мм	
	Rz	T	p	Квалі тет.				d_{min}	d_{max}	Z_{min}	Z_{max}
Заготовка	150	250	262	13		59,706	460	59,71	60,17		
Обточування поперечне	50	50	15,7	10	1324	58,382	120	58,39	58,51	1320	1660
Обточування напівцист.	25	30	10,5	8	231	58,151	46	58,16	58,21	230	300
Обточування цист.	5	15		6	131	58,02	19	58,02	58,04	140	170
Всього										1690	2130

Найбільші граничні розміри.

$$d_{\max 3} = 58,02 + 0,019 = 58,04_{\text{мм.}}$$

$$d_{\max 2} = 58,16 + 0,046 = 58,21_{\text{мм.}}$$

$$d_{\max 1} = 58,39 + 0,120 = 58,51_{\text{мм.}}$$

$$d_{\max} = 58,71 + 0,46 = 60,17 \text{ мм.}$$

Граничні значення допусків.

$$2 \cdot z_{\max 3} = 58,21 - 58,04 = 0,17 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{\max 2} = 58,51 - 58,21 = 0,3 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{\max 1} = 58,17 - 58,51 = 1,66 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{\min 3} = 58,16 - 58,02 = 0,14 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{\min 2} = 58,39 - 58,16 = 0,23 \text{ мм.}$$

$$2 \cdot z_{\min 1} = 59,71 - 58,39 = 1,32 \text{ мм.}$$

Номінальний допуск

$$z_{\text{ном}} = z_{\min} + ei_{i-1} + ei_i = 1690 + 19 + 46 + 120 = 1875 \text{ мкм.}$$

На решту оброблюваних поверхонь опори допуски і допуски приймаємо по таблицях ГОСТ 7505 89 і записуємо їх значення у таблицю.

Таблиця 3. 9. Зведена таблиця допусків і допусків на обробку опори.

Поверхня	Розмір, мм.	Допуск, мм.		Допуск мкм.
		табличний	розрахунковий	
<i>A</i>	Ø 65 <i>n</i> 9	2·4,4	2·0,94	1950
<i>B</i>	15	2·5,5		390
<i>B</i>	195	2·5,5		300
<i>Г</i>	Ø 58 <i>m</i> 7	2·3,5		300
<i>Д</i>	230	2·2,5		190
<i>E</i>	Ø 48 <i>H</i> 7	2·2,5		
<i>Є</i>	Ø 42 <i>H</i> 7	2·1,5		120
<i>Ж</i>	Ø 30 <i>K</i> 8	2·2,5		86
<i>З</i>	Ø 48 <i>H</i> 6	2·7,5		25
<i>И</i>	30	3,5		160
<i>I</i>	65	2,3		180
<i>I</i>	70	2,5		136

<i>Й</i>	230	3		300
<i>К</i>	∅ 10H7	2·0,5		43
<i>Л</i>	∅ 95H14	2·2,5		180

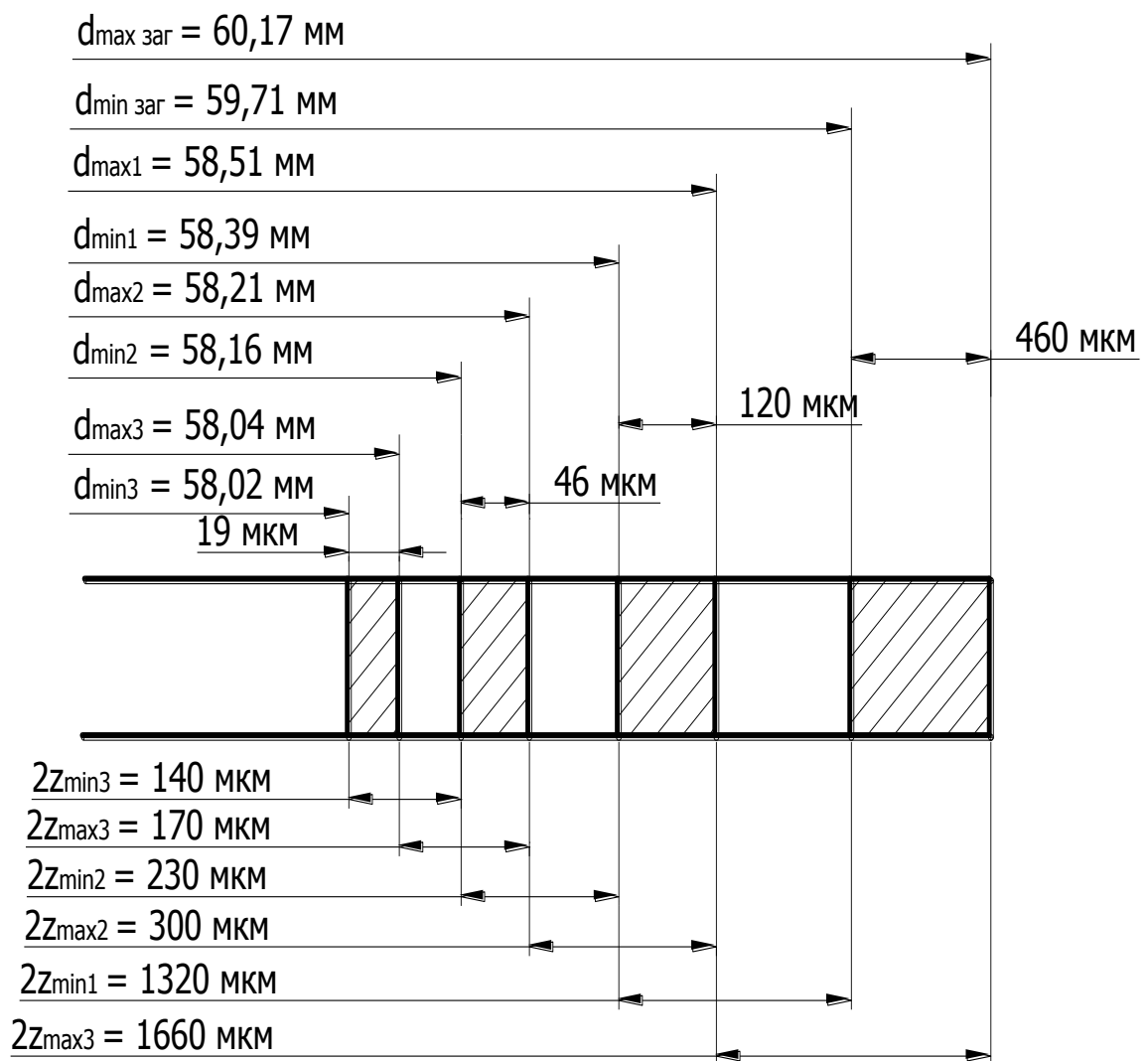


Рисунок 3. 4. Схема графічного розміщення допусків і допусків на поверхню $\varnothing 58 \text{ мм}$.

3. 2. 5. 3. Розробка маршруту мех.обробки опори

Маршрут механічної обробки деталі оформимо у вигляді таблиці

Таблиця 3. 10. Маршрут мех..обробки технологічного процесу виготовлення опори

№ операції	Назва операції (переходу)	Оброблюва на поверхня	Базова поверхня	Обладнання
005 установ 1	Токарно гвинто різна	А, Б, В, Г, Д, Е, Є, Ж, И, І, Й	Л	Токарно гвинто різний верстат 16К20
	установ 2	І, З, Й	А	
010	Вертикально свердлильна	К	А, Д	Вертикально свердлильний верстат 2М135

3. 2. 5. 4. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

Таблиця 3. 11. Вибір ріжучого і вимірювального інструменту

№ операції	Назва операції (переходу)	Інструмент	
		Ріжучий	Вимірювальний
005	Токарно гвинторізна установ 1 точ..поверхонь ШБ5п9 і ШБ8м8	Різець прохідний упорний 2121 ВК8 ГОСТ 18870 73	Штангенциркуль ШЦ 1 400 ГОСТ 166 80
	точ..торців	Різець підрізний ГОСТ 18868 83	
	Відрізання	Різець відрізний ГОСТ 18874 83	
	Свердління отвору Ш25х230	Свердло спіральне Ш=25мм. . L=250 мм. Р6М5 ГОСТ 4010 77	Штангенциркуль ШЦ 1 400 ГОСТ 166 80
	Розсверлювання отвору ШВ0х230	Свердло спіральне Ш=30 мм. . L=250 мм. Р6М5 ГОСТ 4010 77	
	Установ 1, 2 Розточування отворів Ш2Н7 і Ш48Н7	Різець розточний ВК8 ГОСТ 19977 73	

Продовження табл. 3. 11

010	Свердління отвору Ш9, 5	Свердло Р6М5 Ш=9, 5 мм. . L=43 мм. ГОСТ 4010 77	
	Зенкерування отвору Ш9, 8	Зенкер Ш=9, 8 мм. . L=12мм. Т15К6 ГОСТ 1544 76	
	Розвертування отвору Ш10	Розвертка Ш=10 мм. . L=16 мм. Р18 ГОСТ 30544 76	

3. 2. 5. 5. Розрахунок режимів різання по операціях

Режими різання розраховуємо для обробки поверхні $\varnothing 58 \text{ мм}$, а на інші операції і переходи режими різання вибираємо за нормативними даними [29].

Вихідні дані :

Верстат 16K20.

Заготовка гарячекатаний прокат Ст. 3.

Інструмент :

а) чорнове точ.. різець прохідний упорний T5K10.

б) чист. точ.. різець прохідний $\varphi = 45^\circ$, матеріал T5K10.

Кріплення патрон центр.

1) По величині загального допуску на обробку 2, 5 мм. з врахуванням залишення допуску на чист. точ.. 0, 25 мм. і шліфування 0, 15 мм., встановлюємо глибину різання при точінні.

а) чорнове $t = 2, 5 - 0, 25 - 0, 15 = 2, 1 \text{ мм.}$

б) чист. $t = 0, 25 \text{ мм.}$

2) По таблиці 11 (с. 266 [15]) знаходимо подачі :

а) чорнове точ.. $S = 0, 8 \text{ мм. / об.}$

б) чист. точ.. $S = 0, 8 \text{ мм. / об.}$

Коректуємо подачі по паспорту верстату, $S = 0, 8 \text{ мм. / об.}$

Міцність пластинки твердого сплаву допускає подачу $S = 2, 6 \text{ мм. / об}$ ([15] табл. 13, с. 268).

Для досягнення шорсткості $R_z 20$ при чистовому точінні допустима подача $S = 0, 6 \text{ мм. / об.}$ ([15] табл. 14, с. 268).

Остаточно коректуємо подачі по паспорту верстату.

а) чорнове точ.. $S = 0, 8 \text{ мм. / об.}$

б) чист. точ.. $S = 0, 6 \text{ мм. / об.}$

3) Швидкість різання знаходимо по формулі :

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v.$$

де C_v , x , y , m коеф. и, які за ([15] табл. 17, с. 269) рівні :

$C_v = 350$. $x = 0,15$. $y = 0,45$. $m = 0,2$ для чистового і чорнового точ...

T період стійкості різця. При одноінструментній обробці $T = 30 \dots 60$ хв.

Приймаємо $T = 50$ хв.

K_v комплексний коеф. , який залежить від багатьох факторів.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}.$$

$$K_{mv} = K_{\sigma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v} \quad (\text{табл. 1, с. 261, [15]}).$$

$$K_r = 0,95 \quad (\text{табл. 2, с. 262, [15]}).$$

$$n_v = 1 \quad (\text{табл. 2, с. 262, [15]}).$$

$$K_{nv} = 0,9 \text{ для прокату} \quad (\text{табл. 5, с. 263, [15]}).$$

$$K_{uv} = 0,65 \quad (\text{табл. 6, с. 263, [15]}).$$

$$K_{mv} = K_{\sigma} \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v} = 0,95 \cdot \left(\frac{750}{550} \right)^1 = 1,29.$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} = 1,29 \cdot 0,9 \cdot 0,65 = 0,76.$$

Тепер швидкість різання

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,1^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,76 = 74,4 \text{ м / с.}$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,25^{0,15} \cdot 0,86^{0,45}} \cdot 0,76 = 116,6 \text{ м / с.}$$

4) Частота обертів шпинделя

а) при чорновому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 74,4}{3,14 \cdot 60} = 364 \text{ об / хв.}$$

коректуємо по паспорту $n = 315 \text{ об / хв.}$

б) при чистовому точінні

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 116,6}{3,14 \cdot 58} = 610 \text{ об / хв.}$$

по паспорту $n = 630 \text{ об / хв.}$, не перевищує розрахункового більше ніж на 5 %.

5) Фактична швидкість різання.

а) при чорновому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 315}{1000} = 64,3 \text{ м / с.}$$

б) при чистовому точінні

$$v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 65 \cdot 630}{1000} = 120,3 \text{ м / с.}$$

6) Потужність необхідна для різання

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60}$$

де P_z тангенціальна сила.

$$P_z = C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot K_p.$$

$C_p = 300$. $x = 1$. $y = 0,75$, $n = 0,15$ (табл. 22, с. 273 [15]).

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\varepsilon p}.$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\varepsilon}}{750} \right)^n. \quad n = 0,75 \quad (\text{табл. 9, с. 264 [15]}).$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_{\varepsilon}}{750} \right)^n = \left(\frac{550}{750} \right)^{0,75} = 0,79.$$

$$K_{\varphi p} = 0,89 \quad \text{чорнове точ.}, \quad K_{\varphi p} = 1 \quad \text{чист. точ.}, \quad K_{\gamma p} = 1,1.$$

$$K_{\lambda p} = 1. K_{ep} = 1$$

(табл. 23, с. 275 [15]).

$$K_{p1} = 0,79 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77.$$

$$K_{p2} = 0,79 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,87.$$

Тепер

$$P_{z1} = 10 \cdot 300 \cdot 2,1^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 64,3^{-0,15} \cdot 0,77 = 2197 \text{ Н.}$$

$$P_{z2} = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^1 \cdot 0,6^{0,75} \cdot 120,3^{-0,15} \cdot 0,87 = 217 \text{ Н.}$$

Потужність різання

а) при чорновому точінні

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{2197 \cdot 64,3}{1020 \cdot 60} = 2,3 \text{ кВт.}$$

б) при чистовому точінні

$$N = \frac{P_{z1} \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{217 \cdot 120,3}{1020 \cdot 60} = 0,43 \text{ кВт.}$$

7) Потужність на шпинделі

$$N_{\text{шт}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta = 11 \cdot 0,75 = 8,25 \text{ кВт.}$$

Потужність на шпинделі вища від необхідної потужності, отже верстат зможе виконати дані операції.

Режими різання для інших поверхонь знаходимо по довіднику [30] і зводимо у таблицю.

Таблиця 3. 12. Зведена таблиця режимів різання по операціях

№ п / п	Назва операції, переходу, позиції	t, мм.	L, мм.	S _p , мм. / об	n, об / хв	V, м / хв, м / с	S _m , мм. / хв м / хв	N, кВт
005 ус та нова	Токарно гвинторізна Точити поверхню Ø65n9	1, 5	215	0, 6	800	163, 2	480	5, 5
	Точити поверхню Ø58n8	3, 5	20	0, 6	800		480	2, 9

	Точити поверхню В розмір 230 на довжину 29 мм. Свердли́ти отвір Ø25 мм. Розсвердли́ти отвір Ø25 мм. Розточити отвір в розмір Ø42H7 Точити поверхню Ø60h8 Точити поверхню Ø48 Точити фаску 2x45 Відрізати деталь	3	29	0, 5	500	163, 2	250	3
			230	0, 7	630	78, 5	441	4, 5
		2, 5	230	0, 8	630	49, 4	504	3
		6	65	0, 25	315	59, 3	78, 7	6
		3	30	0, 3	315	41, 5	94, 5	5, 5
		2	2	0, 6	800	47, 5	480	1, 4
			45	0, 3	250	162	75	6, 5
						74		
Уст. Б	Розточити отвір в розмір Ø48 H7	9	70	0, 15	250	37, 6	37, 5	7
	Точити торець в розмір Ø95	3	24	0, 6	630	188	378	4, 5
010	Свердлильна Свердли́ти 4 отвори в розмір Ø9, 5 Зенкерувати послідовно 4 отвори в розмір Ø 9, 8 мм. Розвернути послідовно 4 отвори в розмір Ø 10		15	0, 25	400	11, 9	100	0, 27
		0, 15	15	0, 57	750	23, 1	428	0, 05
		0, 1	15	0, 72	195	6, 12	140	0, 05

3. 2. 5. 6 Вибір обладнання і його технічна характеристика.

Токарно гвинторізний верстат 16K20

Найбільший діаметр оброблюваної заготовки , мм.

- над станиною	400
- над супортом	220
Найбільша довжина оброблюваного виробу , мм.	2000
Висота державки різця , мм.	25
Потужність двигуна , кВт	10
ККД верстата	0, 75
Максимальна осьова сила різання , Н	6000
Габарити , мм.	2785 x 1165
Межі чисел обертів шпинделя , об / хв	12, 5 2000

Вертикально свердлильний верстат 2Н135

Найбільший діаметр свердління по сталі , мм.	35
Найбільше зусилля подачі , кг	1600
Віддаль від шпинделя до плити , мм.	700 1200
Кількість ступенів обертів шпинделя	12
Межі чисел обертів , об / хв	31, 5 1400
Переміщення шпинделя , мм.	250
Кількість ступенів подач	9
Межі подач шпинделя , мм. / об	0, 1 0, 6
Розміри стола , мм.	450x450
Потужність двигуна , кВт	4
Габарити станка , мм.	1240x810

3. 2. 5. 7. Технічне нормування технологічного процесу.

Визначення необхідної кількості обладнання і величини його завантаження.

Норми часу знаходимо на основі технологічного розрахунку і проводимо для операції 010 розрахунково аналітичним методом, а на інші операції вибираємо за нормативами [14].

Основний технологічний час : $T_0 = 1,56 \text{ хв.}$

Норма штучного часу :

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

де T_0 основний час.

t_{∂} допоміжний час.

$t_{обсл}$ час на обслуговування робочого місця.

$t_{відп}$ час на відпочинок.

Використовуючи довідник [14] знаходимо :

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

час на встановлення і зміну інструменту

$$t_{уст} = 0,14 \text{ хв.}$$

Час на керування верстатом

$$t_{yn} = 0,12 \text{ хв.}$$

Час на вимірювання деталі

$$t_{вим} = 0,08 \text{ хв.}$$

Загальний допоміжний час

$$T_{доп} = t_{уст} + t_{уст.з} + t_{yn} + t_{вим} = 0,14 + 0,12 + 0,08 + 0,1 = 0,44 \text{ хв}$$

Оперативний час :

$$T_{он} = T_{доп} + T_0 = 0,44 + 1,56 = 2,0 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця

$$T_{обсл} = 4\% T_{он} = 0,04 \cdot 1,56 = 0,06 \text{ хв}$$

Час на відпочинок і природні потреби

$$T_{відп} = 4\%; T_{он} = 0,06хв$$

Штучний час на операцію

$$T_{шт} = 2,0 + 0,06 + 0,06 = 2,12хв .$$

Підготовчо заключний час :

$$T_{п.з.} = 12хв .$$

Штучно калькуляційний час можна визначити по формулі

$$T_{шк} = \varphi_k \cdot T_0 .$$

$\varphi_k = 2,14$ для одиничного виробництва на токарних верстатах ([4] с. 173 табл. 1)

$$T_{ш.к.} = 2,14 \cdot 1,56 = 3,34хв$$

Обчисленні результати заносимо в таблицю.

Норми часу на інші операції знаходимо по нормативах [14] і заносимо в таблицю.

Таблиця 3. 13. Розрахунок штучного часу по операціях технологічного процесу

№ п / п	Назва операції	T_0 хв	$T_{доп}$ хв			$T_{оп}$ хв	Час обслугов.		$T_{відп}$ хв	$T_{шот}$	$T_{п.з}$
			$t_{уст}$	$t_{упр}$	$t_{сшм}$		$T_{обсл}$	$T_{уст}$			
005	Токарно гвинторізна	0,45	0,04	0,05	0,04	0,58	0,04	0,03	0,05	0,7	24
		0,04	0,12	0,13	0,02	0,31	0,03	0,03	0,03	0,4	
		0,12	0,11	0,16	0,02	0,41	0,02	0,02	0,09	0,54	
		0,52	0,08	0,03	0,04	0,67	0,02	0,03	0,03	0,75	
		0,46	0,06	0,07	0,02	0,61	0,05	0,04	0,02	0,72	
		0,85	0,06	0,04	0,03	0,98	0,04	0,04	0,14	1,2	

Коеф. завантаження верстату η_3 визначається відношення озрахункової кількості верстатів m_n

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

Розрахункову кількість верстатів не знаходимо, так як не відома програма випуску деталі (фланця), а враховуючи використання верстатів в ремонтному цеху підприємства приймаємо $m_n=1$

Коеф. завантаження верстатів по основному часу

$$\eta_0 = \frac{T_0}{T_{шт}} \quad ([4] \text{ с. } 115)$$

показує долю машинного часу в загальному часу роботи верстата

$$\eta_0^{005} = \frac{4,03}{4,67} \cdot 100 = 86\% \text{ (токарно гвинторізна)}$$

$$\eta_0^{010} = \frac{1,56}{2,12} \cdot 100 = 73,5\% \quad (\text{свердлильна})$$



Рисунок 3. 5. Графік завантаження обладнання по основному часу
Коеф. використання обладнання по потужності :

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

де N_{on} потужність необхідна для виконання операції.

$N_{верст}$ потужність електродвигуна верстата.

$$\eta^{005} = \frac{3,18 \cdot 100}{11} = 28,9\% \quad (\text{токарно гвинторізна})$$

$$\eta_p^{010} = \frac{0,8 \cdot 100}{2,2} = 37\% \quad (\text{свердлильна})$$

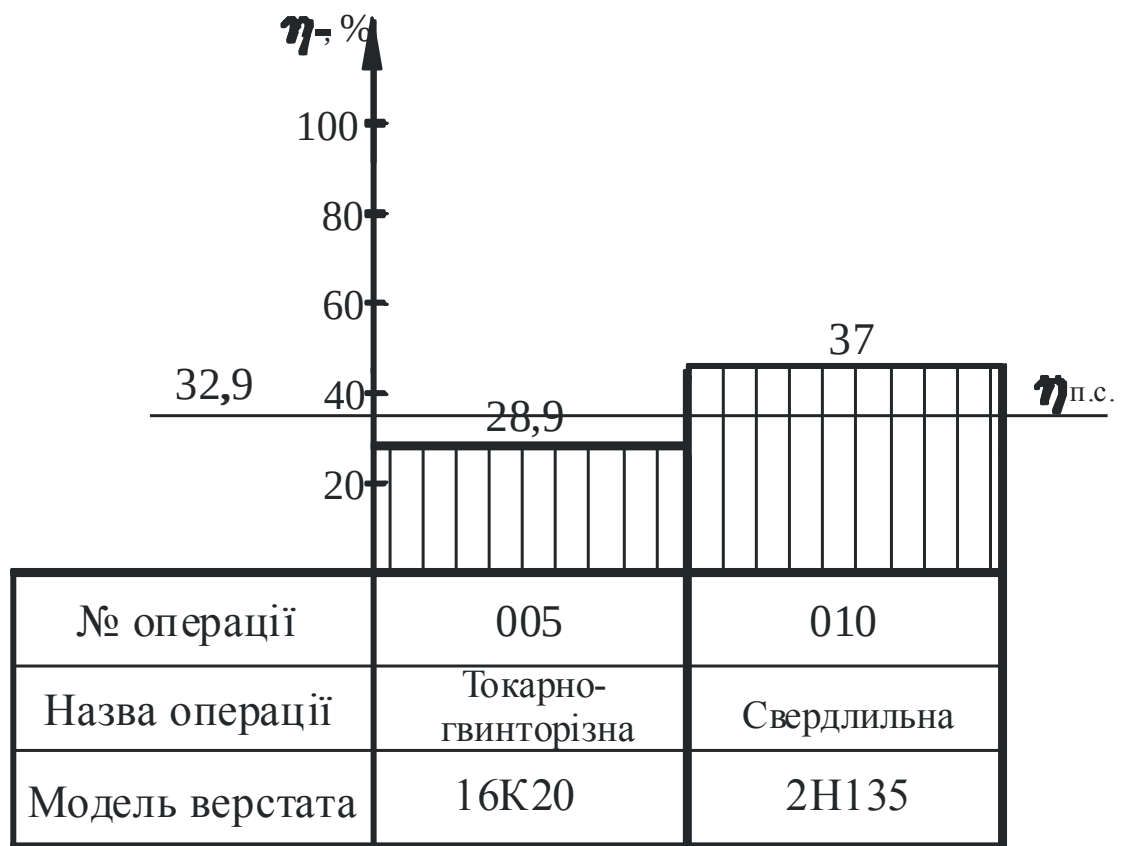


Рисунок 3. 6. Графік використання обладнання по потужності

3. 3. Висновки до розділу

В результаті виконання розділу було розроблено технологічний процес монтажу і ремонту автомата ВМБ40/12. Згідно з технічними характеристиками та принципом роботи був складений графік ППР автомата і розроблена відповідна документація для проведення його ремонту. Також був розроблений техпроцес виготовлення корпусу, вибране необхідне такелажне обладнання для встановлення автомата та розраховано фундамент під нього. В результаті цих робіт можна зробити висновок, що автомат

ВМБ40 /12 є нескладним у експлуатації і ремонті і не вимагає додаткових витрат на залучення більш кваліфікованого персоналу.

Для надійної і довговічної роботи апарату потрібне правильне і кваліфіковане виконання монтажних робіт, своєчасний ремонт з дотриманням графіка ППР та інших вимог приведених у розділі. Завдяки виконанню цих вимог зменшується імовірність виникнення непередбачуваних поломок обладнання і простоїв, збільшується час якісної роботи апарату . В результаті відбувається економія коштів, збільшення продуктивності праці і ефективності використання обладнання.

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

4.1. Підвищення стійкості роботи ВАТ «Збаразький завод продтоварів»

Одним з основних факторів забезпечення стійкого функціонування підприємств в умовах надзвичайних ситуацій є міроприємства, направлені на підвищення стійкості роботи.

2000 прийнято Закон України “Про захист населення і територій від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”. 9.02.2001р прийнятий указ президента України № 80 “Про заходи щодо підвищення рівня захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру”.

Під стійкістю роботи підприємств розуміють їх можливість в умовах мирного та військового часу виготовляти продукцію в запланованому обсязі і номенклатурі, а при слабких пошкодженнях відновити виробництво в мінімальні терміни.

Підвищення стійкості роботи об’єкта народного господарства досягається завчасним проведенням комплексу інженерно-технічних, технологічних та організаційних міроприємств.

Інженерно-технічні міроприємства включають комплекс робіт що забезпечують підвищення стійкості виробничих споруд, технологічного обладнання та комунально-енергетичних систем.

Технологічні міроприємства забезпечують підвищення стійкості роботи об’єкта шляхом зміни технологічного процесу, сприяючого прискоренню виробництва продукції і виключаючого можливість утворення вторинних поразяючих факторів.

Організаційні міроприємства передбачають розробку і планування дій керуючого складу, штабу, служб формувань ЦО при захисті робітників і службовців підприємства, проведення рятувальних та інших невідкладних робіт.

Стійкість роботи підприємства складається з:

а) стійкості інженерно-технічного комплексу (будівель, споруд, систем енергопостачання, газопостачання, водозабезпечення, технологічного обладнання і т. д.) до дії зовнішніх факторів при аваріях, катастрофах, стихійних лихах, а також при застосуванні щодо них сучасної зброї масового ураження;

б) стійкості виробничої діяльності;

Фактори, від яких залежить стійкість роботи об'єктів у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу:

- безпечність розташування об'єкту відносно зон можливих руйнувань;
- можливість інженерно-технічного комплексу протистояти ударній хвилі будь-якого вибуху і поражаючим факторам ядерної зброї;
- надійність захисту робітників і службовців;
- безперервність постачання паливом, сировиною, газом, сировиною і всім необхідним для випуску продукції;
- підготовленість підприємства до відновлення виробництва і проведення рятувальних і інших невідкладних робіт;
- надійність управління підприємством силами цивільної оборони;

Із перерахованих факторів впливають такі шляхи і засоби підвищення стійкості промислових підприємств, до яких відноситься ВАТ «Збаразький завод продтоварів».

- підсилення і дублювання джерел постачання ресурсів;
- розширення шляхів сполучення і розвиток всіх видів транспорту;
- нагромадження фондів захисних споруд і засобів індивідуального захисту;

- утворення матеріально-технічних резервів;
- підтримання сил цивільної оборони у постійній готовності.

Для забезпечення високої стійкості об'єкта народного господарства при проектуванні і реконструкції підприємств слід дотримуватись таких вимог:

1. Будівлі та споруди необхідно розташовувати розосереджено для забезпечення протипожежних розривів

$$A_p = H_1 + H_2 + (15...20)_m;$$

де H_1 , H_2 – висоти будівель.

2. Найважливіші споруди виконувати пониженої конструкції, заглиблені, прямокутної форми. Застосовувати вогнестійкі конструкції, вогнезахисну обробку, герметизацію приміщень.

3. Всі складські приміщення виконувати з мінімальною кількістю вікон і дверей. Розташовувати у окремих блоках заглибленого, або напівзаглибленого типу на кордоні об'єкта.

4. Унікальне технологічне обладнання розташовувати у найміцніших спорудах, або у підвальних цехах.

5. Передбачати захист ємностей і комунікацій з СДОР (попередження розливу).

6. Всі приміщення для миття проектується так, щоб при необхідності можна було б використати їх для санітарної обробки людей і обладнання.

7. Дороги проектується з твердим покриттям. Всі вони здійснюються по кільцю з двома виїздами з двох сторін підприємства.

8. Не менше двох виходів каналізації, пристрій для аварійних скидів.

4.2. Правила техніки безпеки при експлуатації технологічного обладнання в розливочному цеху на ВАТ «Збаразький завод продтоварів»

В розливочному цеху встановлена потокова лінія виробництва розливу води. У даній лінії немає обладнання, яке працює під тиском чи при значних температурах, однак основну небезпеку для робітників цеху представляють рухомі частини обладнання, а також вантажопідйомні механізми, які є в наявності у цеху. Найбільш небезпечними є зони руху робочих органів машин, тому вони повинні бути закриті кожухами та екранами.

Електробезпека при експлуатації технологічного обладнання у розливочному цеху. Розрахунок заземлення.

У розливочному цеху в результаті розливу води, миття обладнання підвищується вологість повітря, підлога стає вологою, а отже виникає небезпека утворення сприятливих умов для смертельного ураження робітників електрострумом. Тому приміщення розливочного цеху відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою. У цьому випадку обов'язковим є застосування технічних засобів по попередженню ураження робітників електричним струмом. Згідно ГОСТ 12.1.019 "ССБТ. Электробезопасность. Общие требования" технічні способи і засоби захисту, які забезпечують електробезпеку, підбирають з врахуванням номінальної напруги, роду і частоти струму, режиму нейтралі, виду виконання, умов зовнішнього середовища, характеру можливого дотикання людини до елементів ланцюга струму. В цеху для захисту працюючих від ураження електричним струмом застосовується захисне заземлення. Це передбачене електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмоведучих частин, які можуть опинитись під напругою (ГОСТ 12.1.009). Заземлюючим пристроєм називають сукупність заземлювача і провідників, які з'єднують металеві не струмопровідні корпуси електрообладнання з заземлювачем. Згідно правил ПУЕ опір заземлюючого пристрою в установках напругою до 1000 В з ізольованою нейтраллю не повинно перевищувати 4 Ом.

Розрахунок заземлення зводиться до визначення параметрів заземлюючого пристрою, а саме, числа вертикальних заземлювачів і довжини з'єднувальної полоси.

Опір розтіканню струму R від одиничного вертикального заземлювача, зануреного на глибину H_0 , визначається по формулі

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \left(\ln \frac{4H_0}{d} + 0,5 \right)$$

де l – довжина вертикального заземлювача, м;

H – відстань від поверхні землі до середини заземлювача, м;

ρ – розрахунковий питомий опір ґрунту, Ом·м;

$$R = \frac{\rho}{\pi l} \left(\ln \frac{4H_0}{d} + 0,5 \right)$$

де H_0 – відстань від поверхні ґрунту до з'єднувальної полоси, м;

Відстань від поверхні ґрунту до з'єднувальної полоси приймають 0,5...1 м. Прийmemo $H_0 = 0,6$ м, довжину заземлювача 3 м, діаметр $d = 40$ мм.

$$R = 200 \text{ Ом} \cdot \text{м} \quad \text{для чорнозему} \quad ([31] \text{ с.177}).$$

Підставивши дані у формули отримаємо:

Приблизна кількість вертикальних заземлювачів

$$n_1 = R/R_{\text{доп}};$$

де $R_{\text{доп}} = 4$ Ом – допустимий опір заземлення.

$$n_1 = R/R_{\text{доп}} = 57,2/4 = 14,3, \text{ приймаємо } 15 \text{ заземлювачів.}$$

По графіку на рис. 39 ([31] с.178) знаходимо коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів $\alpha = 0,32$ при $L_1 / l = 1$.

Тоді точна кількість вертикальних заземлювачів рівна:

$$n = R / (R_{\text{доп}} \alpha) = 45 \text{ заземлювачів.}$$

При з'єднанні заземлювачів використовують смугову сталь розміром не менше 4x12 мм. Прийmemo розмір смуги 6x18 мм. Тоді опір з'єднувальної полоси

По графіку на рис. 40 ([31] с.178) знаходимо коефіцієнт використання з'єднувальної полоси $= 0,43$ при $L1 / l = 1$.

Для перевірки обчислимо загальний опір заземлюючого пристрою по формулі:

.

При виконанні заземлення не можна ґрунтуватися лише на розрахункових даних, так як зміна опору розтікання струму в ґрунті не піддається розрахунку. Тому слід щорічно проводити вимірювання питомого опору ґрунту і опору заземлюючого пристрою. Результати випробувань заносять у спеціальний журнал.

Санітарно-гігієнічні вимоги у розливочному цеху.

Виробнича санітарія – система організаційних, гігієнічних і санітарно технічних заходів і засобів, які запобігають дії на робітників виробничих факторів.

Виробнича санітарія включає оздоровлення повітряного середовища і нормалізацію параметрів мікроклімату в робочій зоні, захист працюючих від шуму, вібрації, ультразвуку і електромагнітних випромінювань; забезпечення потрібних нормативів природнього і штучного освітлення; підтримання у відповідності з санітарними вимогами території підприємства, основних виробничих і допоміжних приміщень. Основними санітарно-технічними системами забезпечення потрібних умов праці у даному випадку є: система вентиляції і кондиціонування повітря, система опалення, освітлення виробничих приміщень. В розливочному цеху встановлена система приточно-витяжної вентиляції. Опалення цеху парове. Подача тепла здійснюється від загальнозаводської котельні.

Висновки

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра був розроблений технологічний процес монтажу і ремонту автомата ВМБ-40/12. Згідно з технічними характеристиками і принципом роботи був складений графік ППР автомата, розроблена відповідна документація на проведення його ремонту, розроблений техпроцес виготовлення корпусу, вибране необхідне для встановлення автомата такелажне обладнання і розрахований фундамент під нього. Загальним результатом цієї роботи є висновок про те, що автомат ВМБ-40/12 є нескладним у експлуатації і ремонті, і не потребує додаткових витрат на залучення більш кваліфікованого персоналу.

Для забезпечення надійної та тривалої роботи машини необхідно правильно та кваліфіковано виконувати монтажні роботи та своєчасно проводити ремонт відповідно до графіка ППР та інших вимог, зазначених у відповідному розділі. Виконання цих вимог допомагає зменшити ймовірність виникнення непередбачуваних поломок обладнання та простоїв, що збільшує час якісної роботи машини. В результаті досягається економія коштів, підвищується продуктивність праці та ефективність використання обладнання.

Також в роботі розглянуто заходи з безпеки життєдіяльності то основ охорони праці.

Перелік посилань

1. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 –Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А.Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 421с.
2. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.
3. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.
4. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.
5. Стадник І.Я. Обґрунтування параметрів надійності і довговічності машини статистичним моделюванням./ І.Я. Стадник, О.М.Пилипець, Ю. Паньків // Матеріали міжнародної наукової конференції “Іван Пулюй: життя в ім’я науки та України” (до 175-ліття від дня народження).Т. : ФОП Паляниця В. А., 2020. - С.101
6. 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

7. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
8. Малежик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малежик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
9. 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.
10. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів // Екологічні проблеми. – 2015. № 3. – С.93-99.7
11. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.
12. 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.
13. Шинкарик М. М. Комплексний підхід до оцінки якості технологічного процесу виробництва сиру кисломолочного неперервним способом / М. М. Шинкарик, О.І. Кравець, Паперняк Р.В.// Зб. тез доп. XIV Міжнародної науково-практичної конференції Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем 23-24 травня 2024 р. м. Чернігів, 2024. С. 310-311.