

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерної механіки

Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНА РОБОТА

ОС «Магістр»

Тема „ Модернізація фасовочно-закупорвального автомата на лінії
виготовлення молочної продукції ”

Галузь знань 13 Механічна інженерія

Спеціальність 133 Галузеве машинобудування

Спеціалізація Машини і апарати харчових виробництв

Шифр ДПМАХВ 22.07.00.00.000 ПЗ

Студент гр. МАХВ_м-21-1

Кирилюк В.С.

Керівник роботи

д.т.н., проф. Стечишин М.С.

Нормоконтролер

к.т.н, доц. Лук'янюк М.В.

До захисту допускаю:

д.т.н., проф. Стечишин М.С.

Завідувач секцією МАХВ _____

_____ 2022 р.

Хмельницький, 2022р.

АНОТАЦІЯ

«Модернізація фасовочно-закупорвального автомата на лінії виготовлення молочної продукції»

Дипломний проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (120 с. формату А4).

Розрахунково-пояснювальна записка містить вступ, загально-технічну частину технологічну і конструкторську частини, а також частину з монтажу, діагностики і експлуатації фасовочно-закупорювального автомата.

У конструкторській частині приведено розрахунок модернізованих вузлів машини, описано його роботу, а також проведено розрахунок дозатора.

При модернізації встановлено оборотний механізм, який поліпропіленові кришки на стаканчик. Механізм було розраховано та оптимізовано для роботи на автоматі.

Подальшим етапом модернізації було встановлення механізму який приварює кришку до стаканчика.

Також модернізовано механізм подачі стаканчиків. Замість вакуумного механізму встановлено механізм який встановлює стаканчики на робочий стіл за рахунок падіння стаканчика під дією своєї ваги. Такий механізм набагато простіший і не потребує додаткових повітропроводів.

Модернізовано також дозатор. Зокрема для покращення перемішування в'язкої маси (особливо це актуально при фасуванні сметани) на шнек було встановлено додаткову лопать.

ВСТУП

В молоці є все необхідне для забезпечення нормального життя людини. Більше 250 компонентів міститься у молоці. Споживаючи молоко, ми одержуємо біля 20 амінокислот, 25 основних жирних кислот, молочний цукор, 45 мінеральних речовин і мікроелементів, 25 вітамінів і значну кількість важливих для обміну речовин ферментів.

Найкращим для вживання є молоко з масовою часткою жиру 2,5%.

Протягом свого життя людина використовує безліч видів найменувань продуктів харчування, але в сучасних умовах, продукти харчування повинні містити додаткові біологічно активні компоненти.

За останні роки підприємства молочної промисловості поповнились великою кількістю обладнання. Створені потокові лінії для виготовлення молочних продуктів.. В результаті забезпечується підвищення продуктивності праці, ліквідуються трудомісткі ручні процеси.

1. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Опис автомата М6-АРІМ

Фасовочно - закупорювальний автомат М6-АРІМ призначений для фасування молочних продуктів в готові стаканчики. виготовлені з полістиролу. Застосовується на підприємствах молочної промисловості.

Конструктивно автомат М6-АРІМ складається з наступних основних частин, виконаних у вигляді блоків:

- а) станина з приводом М6 АРЗ-К 01.00.000 - 1 шт.
- б) опор приводів М6 АРЗ-К 02.00.000 - 1 шт.
- в) столу карусельного М6 АРЗ-К 03.00.000 - 1 шт.
- г) блоку дозатора М6 АРЗ-К 03.00.000 - 1 шт.
- д) механізму видачі стаканчиків М6-АРЗ-К 05.00.000 - 1 шт.
- е) транспортувального пристрою М6-АРЗ-К 06.00.000 - 1 шт.

Всі механізми і робочі органи автомата марки М6-АРІМ, служать для виконання технологічних операцій і змонтовані на станині з приводом 3 (рис.1.1) і опорах приводів 8 навколо карусельного столу 6. На верхній стороні столу карусельного встановлений блок механізму видачі стаканчиків 7, касета кришок з приводом 4, пристрій заварки 10 і дозатор 13, а на бічній стороні - блок транспортувального пристрою 5. На верхній стороні опор приводів встановлений блок дозатора 1 з бункером 2.

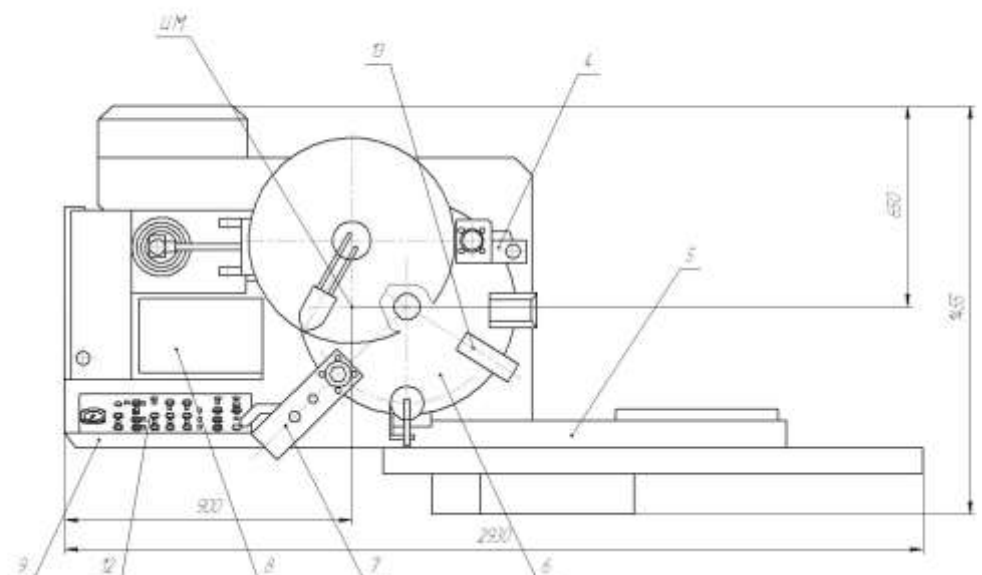
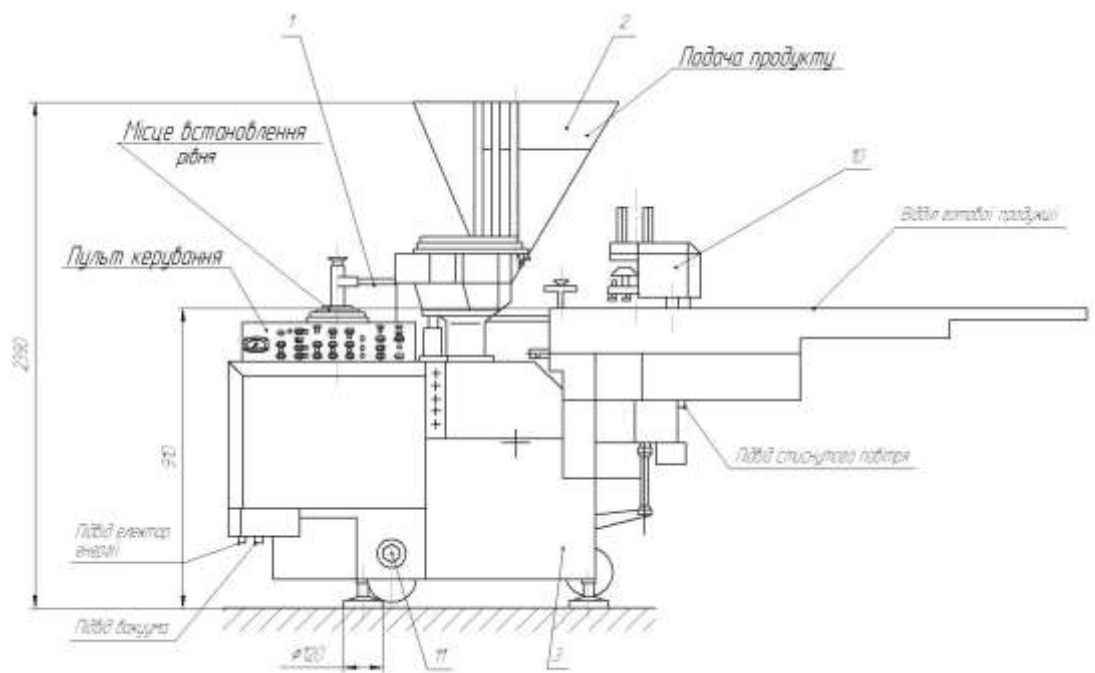


Рисунок 1.1. Загальний вигляд автомата М6- АРІМ

1 – дозатора; 2 – бункер; 3 – станина з приводом; 4 – привід; 5 – блок транспортуючого пристрою; 6 – карусельний стіл; 7 – механізм видачі стаканчиків; 8 – опора приводів; 10 – пристрій зварки; 11 – гвинт для заземлення; пульт керування – 12.

При повороті стола на 45° в кожному гнізді виконуються такі технологічні операції:

Віддільник 1 відокремлює стаканчик від загальної стопки в касеті 2, а присмоктувач вакуум-головки 13 опускає його вниз і встановлює в гніздо карусельного столу 8.

Фотодатчик 3 подає сигнал в ланцюг блокування у випадку відсутності стаканчика.

Дозатор 4 видає необхідну порцію продукту.

Вакуум-присмоктувач механізму подачі кришок 6 відокремлює кришку від стопки в касеті кришок і накладає її на верхній борт стаканчика.

Пристрій зварки 7 приварює кришку до стаканчика.

Дозатор 9 наносить дату на кришці стаканчика.

Пакувальні одиниці виштовхувачем 10 піднімаються і знімачем стаканчиків 12 подаються на транспортувальний пристрій і відводяться на стіл накопичувач і вручну укладаються в ящики.

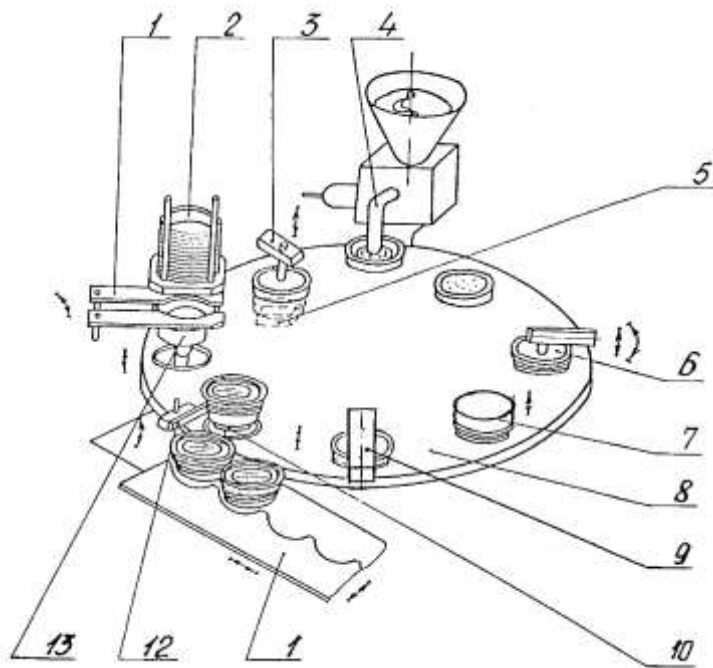


Рисунок 1.2. Схема кінематична функціональна

1 – віддільник стаканчиків; 2 – касета з стаканчиками; 3 – фотодатчик; 4 – дозатор; 5 - гніздо; 6 – механізм подачі кришок; 7 – пристрій зварки; 8 – гніздо карусельного стола; 9 – дозатор; 10 – виштовхувач; 11 – механізм подачі стаканчиків; 12 – знімач стаканчиків.

Автомат фасовочно - закупорювальний марки М6-АРІМ працює з готовими пластмасовими стаканчиками (рисунок 1.3) які розміщуються у вигляді стопок . За допомогою вакууму стаканчик встановлюється в гніздо карусельного стола. Після дозування продукції за допомогою вакуумом – присосок кришка (рисунок 1.4) накладається на верхній борт стаканчика.

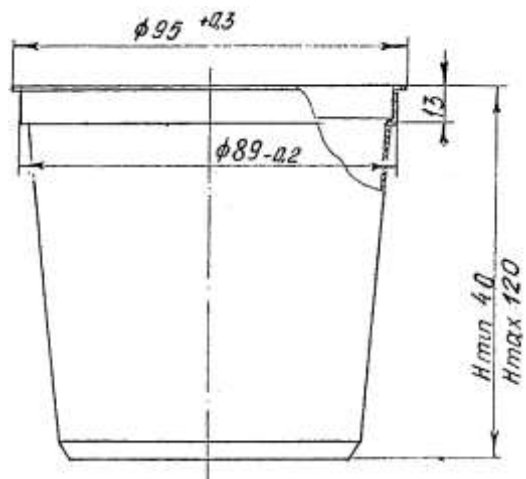


Рисунок 1.3. Стаканчик

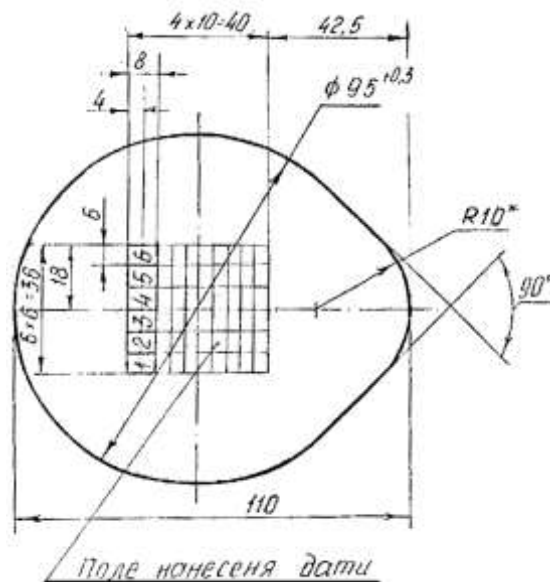


Рисунок 1.4. Кришка стаканчика

Одним із робочих вузлів автомата фасовочно - закупорочного марки М6-АРІМ, являється карусельний стіл (рисунок 1.5, 1.6), який складається із корпусу 9 в якому вмонтовано механізми; фотодатчик 1, механізм подачі кришок 10, механізм зварки 6, механізм видачі стаканчиків і дозатор 12, касета кришок 5.

В отвір корпуса на упорний підшипник 3, встановлена колона 13, На верхньому кінці колони 13 на опори стола 4, прикріплений карусельний стіл 2, з гніздами 7, а на нижньому – водило 14, яке обертається за допомогою кулачка, в паз якого входить ролик 15.

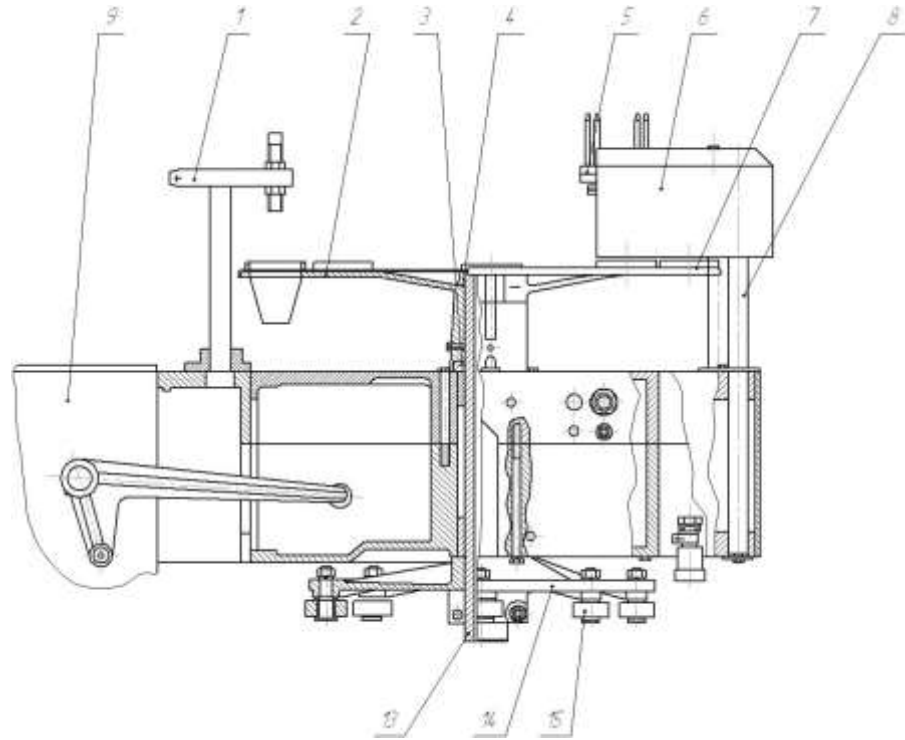


Рисунок 1.5. Карусельний стіл

1 – фотодатчик; 2 – карусельний стіл; 3 – упорний підшипник; 4 – опора стола; 5 – касета кришок; 6 – механізм зварки; 7 – гніздо; 8, 11, 13 – колони; 9 – корпус; 10 – механізм подачі кришок; 12 – дозатор; 14 – водило; 15 – ролик.

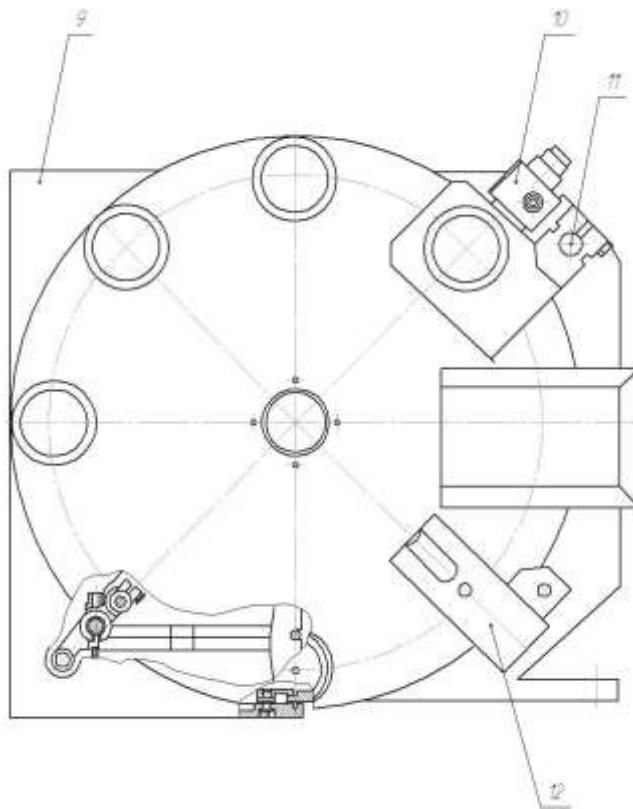


Рисунок 1.6. Карусельний стіл

9 – корпус; 10 – механізм подачі кришок; 11 – колони; 12 – дозатор

В нижній частині бункера 1 встановлено шнек з ножом 8. Гальмуючий наконечник від вала моторедуктора 2, закріплений на корпусі 3. Наконечник має прорізи забезпечуючи відділення шнека від моторедуктора. Під корпусом датчик рівня 5 контролює рівень продукту в бункері.

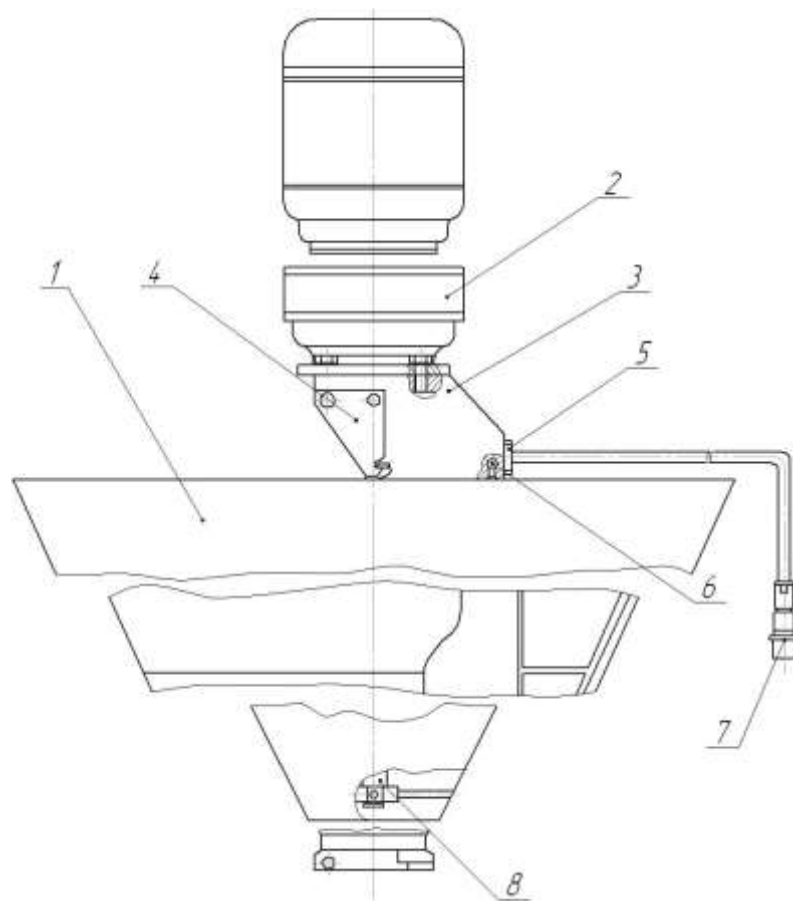


Рисунок 1.7. Бункер

1 – бункер; 2 – мотор - редуктор; 3 – корпус; 4 – тримач; 5 – датчик рівня; 6 – осі; 7 – датчик рівня; 8 – шнек з ножем

1.2. Конструкції фасувальних автоматів

В молочній промисловості широко використовуються фасовочно закупорювальні автомати. Ці автомати використовуються для фасування молочної продукції в різноманітні види упаковки починаючи з скляної тари закінчуючи пластмасовими стаканчиками. Основними представниками цих автоматів є:

Фасовочно закупорювальні автомати М6 – АР2С і М6 – АР2Т (рис. 1.8), які призначені для фасовки молока, кефіра, сметани в пластмасві стаканчики.



Рисунок 1.8. Фасовочно закупорювальні автомати М6 – АР2С і М6 – АР2Т

Технологічні характеристики фасовочно - закупорювальних автоматів М6 – АР2С і М6 – АР2Т

Модель	М6 – АР2С	М6 – АР2Т
Маса дози, г.	250±6	100±4
Продукт	Молочні продукти	Молочні продукти
Продуктивність ст./хв.	до 85	до 85
Потужність, кВт	2,2	2,2
Габарити	2920×1470×1560	2920×1470×1560

Установка для розфасовки продуктів в пластмасові стаканчики (рис. 1.9)

Установка призначена для розфасовки і упаковки постоподібних і рідких продуктів; йогурт, сметана, молоко, кетчуп, майонез в пластмасові стаканчики.

Установка зібрана на каркасі, виготовленому з корозійно стійкого матеріалу і має робочий стіл з ящиками для встановлення і переміщення стаканчиків.

Установка забезпечує дозування продуктів, укладання стаканів, укладання і приварювання кришки. Використовується готові стаканчики діаметром 75-95мм.

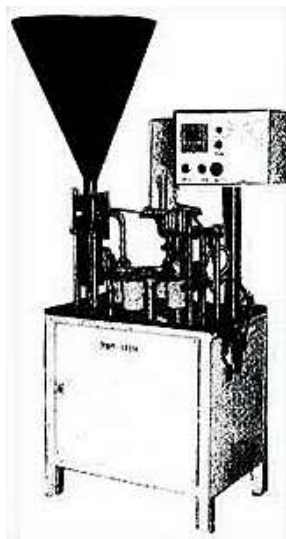


Рисунок – 1.9 Установка для розфасовки продуктів в пластмасові стаканчики

Характеристика установка для розфасовки продуктів в пластмасові стаканчики

Продуктивність,ст/хв до 22

Об'єм дози, мл 100 – 400

Маса блока закупорки, кг 14

Потужність, кВт 0,4

Розхід стиснутого повітря, л/хв 80

Маса,кг 180

Габарити,мм 1000×600×1800

Автомат фасовки і упаковки плавленого сиру марок М6-АРУ, М6-АРУ1 призначений для розфасовки і упаковки плавленого сиру в алюмінієву фольгу.

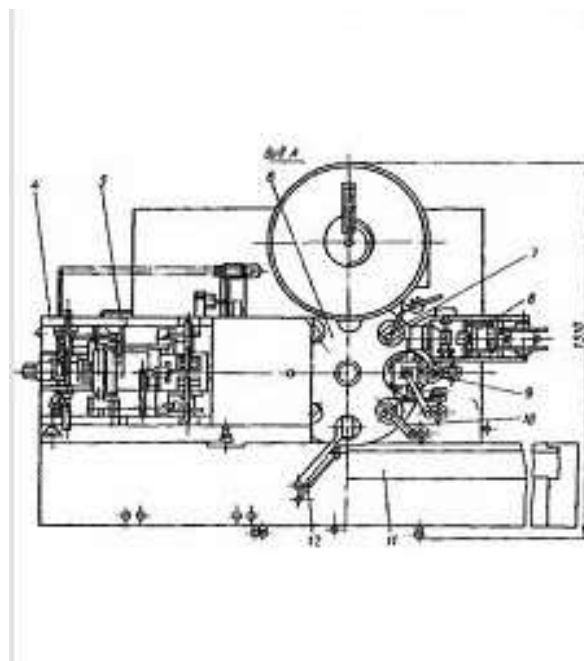


Рисунок 1.10. Автомати розфасовки плавленого сиру М6-АРУ,
М6-АРУ1

Технологічна характеристика установки для розфасовки продуктів в пластмасові стаканчики

Продуктивність, брикетів/хв	65
Температура розфасованого продукту, С	Від 65 до 75
Спосіб дозування	Об'ємний
Маса дози,	62,5 або 100
Розбір брикету для 62,5грам, мм	50×50×24
Розбір брикету для 100грам, мм	71×52×26
Упаковочний матеріал	Фольга алюмінійова
Потужність, кВт	3,4
Габарити,мм	2735×1510×1735

1.3. Техніко-економічне обґрунтування модернізації фасувального автомата

Аналізуючи вихідні дані можна зробити висновок, що найбільш відповідальним обладнанням є фасувальний автомат М6-АРІМ.

Автомат є простим за конструкцією, легко піддається технічному огляду, контролю і автоматизації і надійну безперебійну роботу.

Розглянувши фасувальний автомат М6-АРІМ, що доцільно у конструкції даної машини змінити систему вивантаження стаканчиків.

Оскільки в автоматі встановлено асинхронний електродвигун змінного струму, то необхідно встановити пасову передачу із плавною зміною передаточного числа, що дозволить змінювати швидкість вивантажувального стола. Для проведення безступінчастого регулювання застосуємо варіатор швидкостей. Варіатор вибираємо клинопасовий. Варіатор недорогий, легко піддається та ремонту і встановлюється замість пасової передачі.

Мета роботи. Мета дипломного проекту - зменшення вартості продукції, , підвищення надійності роботи і зменшення витрат на ремонт обладнання.

Головною задачею роботи є модернізація машини М6-АРІМ направлена на підвищення ефективності роботи машини, збільшення продуктивності, зменшення споживання енергії, зниження собівартості продукції підприємства.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Виробнича потужність і виробнича програма відділення розливу кисломолочних продуктів на молокозаводі

Режим роботи підприємства - число робочих днів у році, кількість робочих змін у добі і тривалість робочої зміни.

Кількість робочих днів:

$$n_{p.d.} = 3 - C - B$$

де 3 – загальне число днів у році;

C – святкові дні;

B – державні вихідні дні.

$$n_{p.d.} = 365 - 101 - 12 = 252 \text{ дня}$$

Число робочих змін для підприємства становить 1 робоча зміна по 8 годин і тоді повний календарний річний фонд часу роботи обладнання:

$$355 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи обладнання:

$$252 \cdot 8 = 2048 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу роботи робітників враховує відпустки працюючих:

профспілкові:

$$21 \cdot 8 = 168 \text{ год.};$$

по хворобі:

$$7 \cdot 8 = 56 \text{ год.};$$

на навчання:

$$31 \cdot 8 = 248 \text{ год.};$$

Дійсний річний фонд часу роботи робітників:

$$D_{д.р.} = 2048 - 168 - 56 - 248 = 1576 \text{ год}$$

Річна продуктивність лінії:

$$M = \frac{G \cdot \Phi_{др}}{1000},$$

де G – годинна продуктивність лінії, л/год;

$\Phi_{др}$ - дійсний річний фонд часу роботи лінії, год.

$$M = \frac{G \cdot \Phi_{др}}{1000} = \frac{5000 \cdot 2048}{1000} = 10240 \text{ м}^3$$

2.2. Машинно–апаратурної схема виробництва кефіру

Виготовлення кефіру полягає в тому, що молоко після пастеризації і охолодження поступає в танки, де воно заквашується, охолоджується, згустки гомогенізуються.

Відбір молока. Кефір виготовляються із обезжиреного молока. Для цього продукту потрібна певна бактеріальна закваска. Тому вони завжди повинні бути свіжими і доброякісними. Кислотність молока не повинна перевищувати 19 Рн.

Пастеризація молока. При виготовленні кефіру молоко пастеризують при температурі 80°C - 90°C з витримкою 2 – 3 хв. При низькій температурі пастеризації в продукті інколи зберігаються ферменти ліпаза, який викликає гідроліз тригліцеридів жиру. При високих температурах пастеризації проходить більш глибока денатурація казеїна і продукт отримує більш насичену консинстенцію.

Характер і швидкість бродильних процесів, спецефічний смак і консинстенція готового продукту залежить від температури закваски і бактеріального складу закваски. Тому температурний режим заквашування і сквашування залежить від виду продукту.

Приготування закваски і сквашування молока. У виробництві кефіру вирішальне значення має якість закваски. Закваска готується на чистих культурах молочнокислих і ароматоутворюючих бактерій.

Молочні заводи отримують чисті культури бактеріологічних заквасок в сухому або рідкому вигляді з бактеріологічних лабораторій.

Процес поживлення сухої закваски полягає в доливанні 2 л свіжого молока краще всього парного від здорових тварин. Молоко пастеризують при температурі 95° протягом 10 хвилин, після чого його охолоджують до температури квашення.

При цій температурі в молоко висипають закваску і перемішують, закривають марлею і ставлять в термостат з такою ж температурою.. Потім його витримують в термостаті до утворення згустка, який з'являється через 14—20 годин після закваски. Згусток, отриманий з сухої закваски називається материнським і непридатним для закваски, оскільки молочнокислі мікроби в ній ще недостатньо активні. Його потрібно ще 2 рази пересівати.

Верхній шар материнської закваски заздалегідь видаляють стерилізованою ложкою. Якщо з молока протягом 8—10 годин утворився щільний згусток вторинної закваски з чистим і приємним смаком і запахом, яку вже використовують для промислового заквашування.

Сквашування. Охолоджене до необхідної температури молоко заквашують, розливають в пляшки, закупорюють і ставлять в термостат для квашення.

Після квашення кисломолочні продукти охолоджують залежно від виду продукції до 2—10°C. Охолоджені продукти зберігаються не більше трьох діб. На консистенцію і смакові якості кисломолочних продуктів сприятливо діє витримка їх при низьких температурах протягом 12—18 годин. За цих умов розвиток молочнокислих бактерій сповільнюється. Активізуються інші види бактерій, що додають продукту аромат і специфічний смак. Така витримка називається дозріванням кисломолочних продуктів.

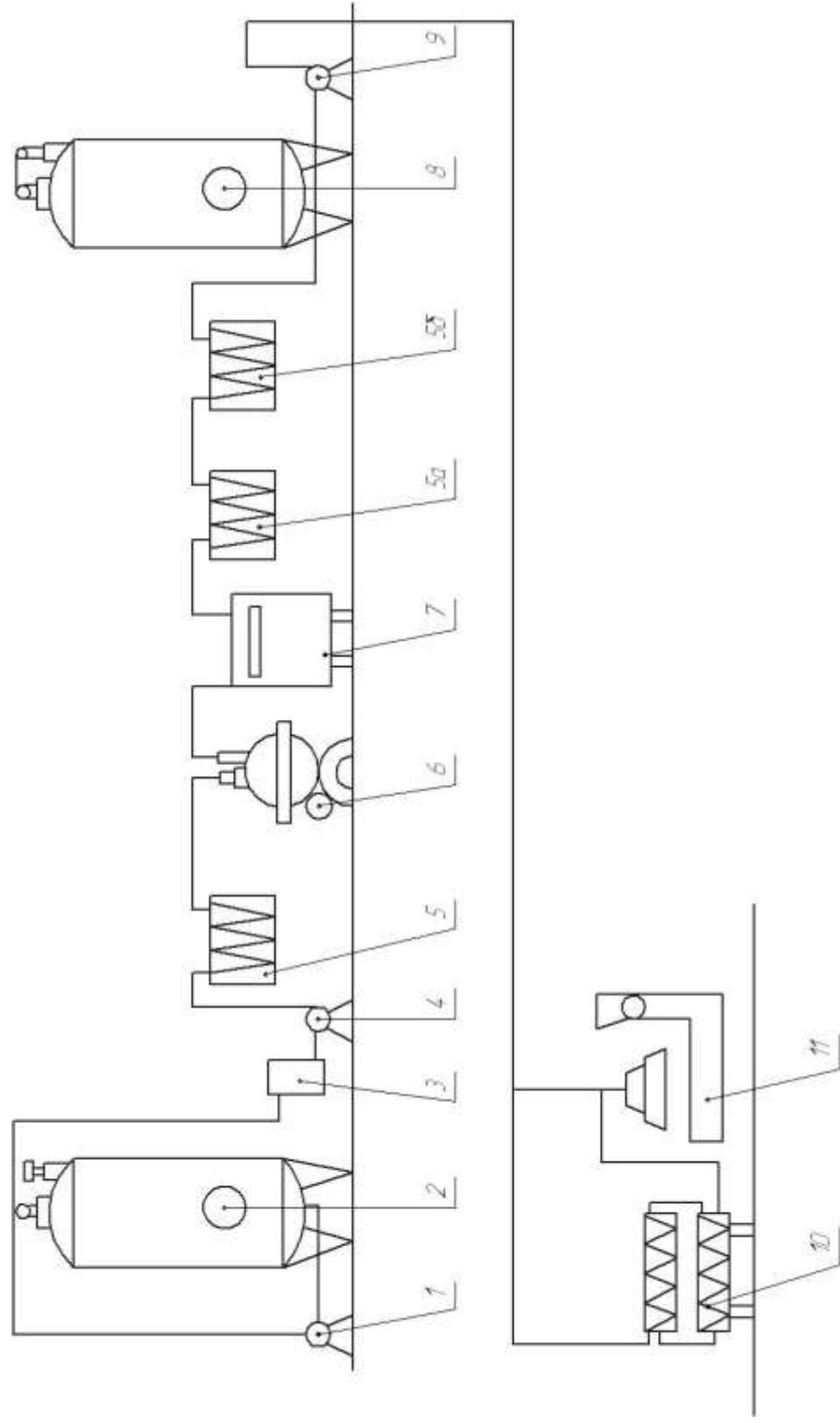


Рисунок 2.1 Схема технологічної лінії виробництва кефіру.

1, 4 – насоси для молока; 2 – ємкості для зберігання нормалізованої суміші;
 3 – зрівнювальний бак; 5, 5а, 5б – установка для високотемпературної пастеризації молока
 6 – сепаратор – молоко очищувач; 7 – гомогенізатор; 8 – ємкості для кислотно-зріджених продуктів
 9 – насос; 10 – пластинчастий охолоджувач; 11 – фасовочно-закупорювальний агрегат

2.3. Продуктивність фасовочно–закупорювального автомата М6 – АРІМ

Розрізняють дійсну, теоретичну і технологічну продуктивність.

Дійсна продуктивність Q_d - кількість продукції, яка виробляється на протязі зміни з врахуванням витрат часу на простоювання.

Ефективна продуктивність автомата:

$$P_e = \frac{K_u \cdot K_n \cdot 30 \cdot \omega}{1 + \frac{\tau_n K_u K_n \omega H_e 2\delta}{\pi(d^2 - d_0^2)}}$$

де K_u і K_n – коефіцієнти, що залежать від властивостей продукту.

$K_n = 0,95$, $K_u = 1$ [4, табл. 24];

H_e – висота стаканчика, мм;

τ_p – тривалість роботи живильника, с;

d і d_0 – максимальний і мінімальний діаметр стаканчика, мм;

ω – кутова швидкість подавального ролика, c^{-1} .

Тривалість роботи живильника:

$$\tau_p = \frac{L2\pi}{L_e \omega K_n K_u} = \frac{312 \cdot 2 \cdot 3,14}{0,278 \cdot 3,15 \cdot 0,95 \cdot 1} = 2355 \text{ с.} = 39 \text{ хв.}$$

Продуктивність:

$$P_e = \frac{K_u \cdot K_n \cdot 30 \cdot \omega}{1 + \frac{\tau_n K_u K_n \omega L_e 2\delta}{\pi(d^2 - d_0^2)}} = \frac{0,95 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 3,15}{1 + \frac{2355 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 3,15 \cdot 0,278 \cdot 2 \cdot 0,0003}{3,14(0,36^2 - 0,105_0^2)}} = 1,63 \text{ шт./с}$$

2.4. Кількість технологічного обладнання для відділення розливу кисломолочних продуктів

Для забезпечення необхідної продуктивності цеху потрібно підібрати кількість машин у лінії розливу молока.

Продуктивність фасувального автомата:

$$Q_o = \frac{Q_{зм}}{T_n + T_{р.п.} + T_v},$$

де Q_o – дійсна продуктивність автомата;

$Q_{зм}$ – теоретична продуктивність автомата;

T_n – час випуску продукції за зміну;

$T_{р.п.}$ – час простоїв обладнання;

T_v – тривалість непланових простоїв обладнання.

$$Q_o = \frac{80 \cdot 8}{8 + 0 + 1} = 71 \text{ кг/год.}$$

Розрахункове значення кількості технологічного обладнання:

$$O_p = \frac{T \sum_{i=1}^{n'} i}{\Phi_\delta},$$

T – сумарна річна трудомісткість обробки всіх виробів на даному обладнанні;

n' - кількість виробів, які виготовляються на дільниці.

Необхідна кількість технологічного обладнання:

$$n = \frac{Q}{G_t}, \text{ де}$$

Q – годинна продуктивність лінії, кг/год;

G_t - паспортна продуктивність машини.

Кількість баків для проміжного зберігання молока:

$$n_1 = \frac{5000}{6000} = 0.83 \text{ шт.}$$

Приймаємо 1.

Кількість автоматизованих пастеризаційно-охолоджувальних установок ОП2-У5:

$$n_1 = \frac{5000}{5000} = 1 \text{ шт.}$$

Кількість сепараторів молокоочишувачів СМ-5:

$$n_2 = \frac{5000}{5000} = 1 \text{ шт.}$$

Кількість танків ТМАВ-6

$$n_1 = \frac{5000}{3568} = 1.4 \text{ шт.}$$

Приймаємо 2 танки

Кількість гомогенізаторів А1-ОГМ:

$$n_3 = \frac{5000}{5000} = 1 \text{ шт.}$$

Кількість фасовочно-закупорювальних автоматів марки М6 - АРІМ

$$n_1 = \frac{5000}{1530} = 3.3 \text{ шт.}$$

Приймаємо 4 автомати.

Кількість всіх інших типів обладнання визначається відповідно до вимог виробництва за довідниковими даними.

Таблиця 2.1 – Типи обладнання

№ п/п	Назва обладнання	Кількість обладнання, шт.	Потужність електродвигуна, кВт.	Площа, яку займає обладнання, м ²
1	2	3	4	5
1	Відцентровий насос ОЦТ – 5	3	0,6	0,186

2	Бак для молока ТМАВ-6	1	0,45	2,9
---	--------------------------	---	------	-----

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
3	Зрівноважу вальний бак	1		
5	Пастеризаційно-охолоджуюча установка ОП2-У5	3	6,7	7,7
6	Сепаратор молоко очищувач СМ-5	1	4,5	0,612
7	Гомогенізатор А1-ОГМ	1	40	2,65
8	Танка вертикальний ТМАВ – 6	1	0.45	3,5
9	Пастеризаційно-охолоджуюча установка ОП2-У5	1	6,7	
10	Фасовочно закупорювальний автомат марки М6 - АРІ	4	2,08	7,7

2.5. Кількість працівників у відділені розливу кисломолочних продуктів

Розрахунок числа працівників проводиться по числу робочих місць.
Число робочих місць робітників становить: $n = 5(\text{чол})$

Число допоміжних робітників становить 30% від числа основних:

$$n_{\text{дон}} = n_{\text{осн}} \cdot 0,3 = 5 \cdot 0,3 = 1,5(\text{чол})$$

Прийнято $n_{\text{дон}} = 2(\text{чол})$

Число інженерно – технічних робітників складає 12% від числа основних:

$$n_{\text{i.т.р}} = n_{\text{осн}} \cdot 0,12 = 5 \cdot 0,12 = 0,6(\text{чол})$$

Приймемо $n_{\text{i.т.р}} = 1(\text{чол})$

Число молодшого обслуговуючого персоналу складає 2% від основних:

$$n_{\text{м.об.п}} = n_{\text{осн}} \cdot 0,02 = 5 \cdot 0,02 = 0,1(\text{чол})$$

Приймемо $n_{\text{м.об.п}} = 1(\text{чол})$

Таблиця 2.2 – Склад працівників по категоріях

№ п/п	Категорія працюючих	Спосіб визначення	Процентне співвідношення	Кількість працівників
1	Основні(виробничі) робітники	За формулою	-	5 чол.
2	Допоміжні робітники	У процентах від основних робітників	30% від 5	2 чол
3	Інженерно-технічні робітники (ІТР)	У процентах від основних робітників	12% від 5	1 чол.
4	Молодший обслуговуючий персонал	У процентах від основних робітників	2 – 3%	1 чол.
	Всього			7 чол.

2.6. Визначення площ відділення розливу кисломолочних продуктів

До площ відділення розливу відносяться: відділення прийому молока, апаратний цех, творожний цех, пакувальний цех. Виходячи з кількості обладнання та показників виробничих площ, приймаємо площі ділянок:

Площу основного виробничого приміщення знаходимо , як суму площ, які займає технологічне обладнання:

$$F'_{осн} = F_1 + F_2 + F_3 + F_4,$$

де $F_1 = 7\text{м}^2$ - площа, яку займають пастеризатори та охолоджувач;

$F_2 = 14 \text{ м}^2$ - площа, яку займають сепаратори), а також площі під насоси;

$F_3 = 12 \text{ м}^2$ - площа, яку займають обладнання для теплової обробки;

$F_4 = 28 \text{ м}^2$ - площа, яку займає фасувальний автомат .

Отже,

$$F'_{осн} = 7,7 + 14 + 12 + 28 = 61 \text{ м}^2$$

Враховуючи проходи між обладнанням і площу, необхідну для безпечного обслуговування та експлуатацію технологічного обладнання дійсну площу $F_{осн}$ приймаємо в $2 \div 3$ рази більшою від $F'_{осн}$

$$F_{осн} = F'_{осн} (2 \dots 3) = 40 \div 2.5 = 100 \text{ м}^2$$

Враховуючи, що для одного робітника по нормах необхідно 4 м^2 площі. Отже, визначаємо площу, яку займають працівники:

$$F_{роб} = 4 \cdot n_{осн} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ м}^2;$$

Тоді,

$$F'_{у.заг} = F_{осн} + F_{роб} = 152 + 20 = 172 \text{ м}^2$$

Загальна площа цеху:

$$F'_{у.заг} = F'_{у.заг} \cdot 1,1,$$

де 1.1 – коефіцієнт, який враховує зовнішні розміри;

$F'_{у.заг}$ - розрахункова внутрішня площа.

$$F'_{у.заг} = 172 \cdot 1.1 = 189,2 \text{ м}^2$$

2.7. Розміри площ службових і побутових приміщень

Площа камери зберігання готової продукції:

$$F = \frac{G \cdot c}{q}, [12]$$

де G – кількість продукції, що підлягає зберіганню, кг;

c – термін зберігання, доба;

q – питома навантаження на 1 м^2 камери зберігання, кг;

$$F = \frac{6000 \cdot 1}{60} = 100\text{ м}^2.$$

Виходячи із норм проектування службових і побутових приміщень приймаємо:

- кімната майстра і технолога – 12 м^2 ;
- кімната експедитора – 6 м^2 ;
- кімната відпочинку – 12 м^2 ;
- душові – 18 м^2 ;
- санвузли – 12 м^2 ;
- кладова – $5,4\text{ м}^2$.

2.8. Розрахунок річної потреби електроенергії для відділення розливу кисломолочних продуктів

Активна потужність відділення виробництва кисло – молочних продуктів:

$$P_{\sum \text{всм.}} = P_{\text{всм.1}} + P_{\text{всм.2}} + P_{\text{всм.3}} + P_{\text{всм.4}} + P_{\text{всм.5}} + P_{\text{всм.6}} + P_{\text{всм.7}},$$

Де $P_{\text{всм.1}} = 600 \text{кВт}$ - потужність відцентрового насоса;

$P_{\text{всм.2}} = 400 \text{кВт}$ - потужність ваги СМІ – 500;

$P_{\text{всм.3}} = 450 \text{кВт}$ - потужність бака для молока ТМАВ-6

$P_{\text{всм.4}} = 670 \text{кВт}$ - потужність пастеризаційно-охолоджувальної установки ОП2-У5

$P_{\text{всм.5}} = 450 \text{кВт}$ - потужність танка вертикального ТМАВ – 6

$P_{\text{всм.6}} = 400 \text{кВт}$ - потужність гомогенізатора А1-ОГМ

$P_{\text{всм.7}} = 208 \text{кВт}$ - потужність фасовочно-закупорювального автомату марки М6 – АРІ

$$P_{\sum \text{всм.}} = 600 + 400 + 450 + 670 + 450 + 400 + 208 = 2.818 \text{кВт}$$

Активна потужність

$$P_a = P \sum \text{вст.} \cdot K_n$$

де K_n - коефіцієнт, що враховує втрати потужності в електричній мережі і електродвигунах;

На базі дослідних даних $K_n = 0.25$ і тоді

$$P_a = 2818 \cdot 0.25 = 704.5 \text{ Вт}$$

Річна потреба в електроенергії для лінії:

$$W = \sum P_a \cdot \Phi_0 \cdot \eta_3$$

$\sum P_a = 4216,25 \text{ Вт}$ - сумарна активна потужність для всіх груп споживачів.

$\Phi_0 = 251 \text{ день} = 16064 \text{ год}$ - дійсний річний фонд часу роботи;

$\eta_3 = 0.75 \div 0.8$ - коефіцієнт завантаження.

$$W = 4216,25 \cdot 16064 \cdot 0,75 = 50.8 \text{ кВт}$$

2.9. Річна потреба пари

Річна потреба пари:

$$P_{n.p} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000},$$

де, q_m - питомий розхід тепла на 1 м^3 ;

$H=4320$ год – кількість годин в опалювальному періоді V
– об'єм споруди, що опалюється, m^3 ;
 $I=540$ кКал/год – теплота випаровування.

Отже

$$P_{n.p} = \frac{15 \cdot 4320 \cdot 1926}{540 \cdot 1000} = 231,12 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

2.10. Потреба палива на опалення

Потребу в паливі на опалення цеху:

$$P_{нал.р} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta}, [15]$$

де k – теплотворна здатність умовного палива, ккал/кг;

η - ККД теплових установок;

q_m – питома теплота пароутворення;

H – кількість робочих годин в цеху в опалювальний сезон;

V – об'єм приміщення цеху, m^3 .

$$P_{нал.р} = \frac{30 \cdot 4320 \cdot 3600}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 81 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Модернізація фасовочно – закупорювального автомата М6 – АРІМ

Модернізація відноситься до фасувального обладнання в'язких та мало вязких рідин та суспензій.

Відомий шнек, який складається з подавального шнека, шнекового вала та скрепкового механізму. Недоліком вище вказаного шнека є його низька надійність та довговічність роботи внаслідок руйнування кріплення скрепкового механізму.

В основу модернізації поставлена задача зменшення навантажень на кріплення скрепкового механізму, завдяки розділення скрепкового механізму на два механізми і тим самим зменшується навантаження на кріплення скрепкового механізму.

На кресленні показано переріз подавального шнека.

Подавальний шнек складається з вала 1 подавального шнека 2, скребка 3, кріплення скребка 4.

Подавальний шнек працює таким чином: Рідина подається в дозуючий бункер де подавальним шнеком рідина попадає в дозуючу головку де відбувається дозування на порції. Вал подавального шнека 1 обертає скрепковий механізм і відділяє продукт від поверхні дозуючого бункера.

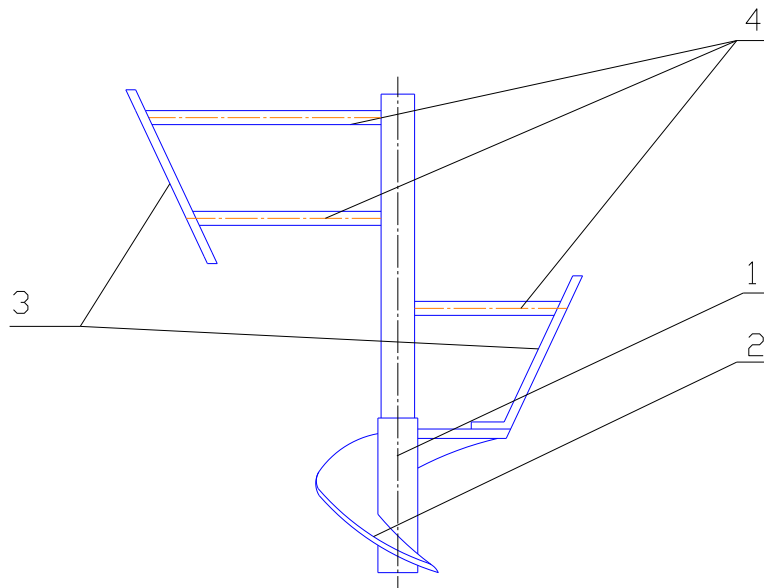


Рис. 3.1 – Подавальний шнек

1 – вал подавального шнека; 2 – шнек; 3 – скребок; 4 – кріплення скребка

3.2. Технологічний розрахунок

Розраховують дійсну, теоретичну або технологічну продуктивність.

Дійсна продуктивність Q_d – кількість продукції, яку машина виробляє за одиницю часу на протязі зміни. Якщо прийняти час подрібнення за час робочого циклу t_u , а час завантаження і вивантаження – за час простою t_n , тоді дійсна продуктивність:

$$Q_d = \frac{1}{t_u + \frac{t_n}{t_u}} = \frac{1}{6 + \frac{3}{6}} = 0,153 \text{ кг / с};$$

Теоретична продуктивність Q_m :

$$Q_m = \frac{1}{t_u} = \frac{1}{6} = 0,167 \text{ кг / с};$$

Ефективність і раціональність експлуатації машини оцінюється коефіцієнтом використання її теоретичної продуктивності η :

$$\eta = \frac{Q_d}{Q_m} < 1 \quad \text{отримуємо:}$$

$$\eta = \frac{0,153}{0,167} = 0,92;$$

Технологічна продуктивність Q_{mx} – максимально можливий випуск продукції за одиницю часу:

$$Q_{mx} = \eta \cdot Q_m = 0,92 \cdot 0,167 = 0,153 \text{ кг / с}.$$

Масова продуктивність:

$$Q = \frac{60}{t_u} \alpha \cdot V \cdot \gamma$$

де t_u - тривалість завантаження, хв;

α - коефіцієнт завантаження бункера-накопичувача, $\alpha = 0,4 \dots 0,6$;

V - об'єм бункера, л;

γ - питома маса продукту , $\gamma=1$ кг/л.

Тоді масова продуктивність рівна

$$Q = \frac{60}{t_u} \alpha \cdot V \cdot \gamma = \frac{60}{0,2 + 2,5 + 0,5} \cdot 0,9 \cdot 176 \cdot 1 = 2985 \text{ кг / год.}$$

Коефіцієнт неперервності дії машини:

$$\eta_1 = \frac{Q_{mx}}{\eta \cdot Q_m} = \frac{0,153}{0,92 \cdot 0,167} = 0,99$$

3.3. Розрахунок клинопасового варіатора апарату М6 – АРІМ

3.3.1. Кінематичний розрахунок

Для кінематичного розрахунку застосовуємо технічні дані апарату М6 – АРІМ: потужність електродвигуна $N = 0.75$ кВт.; число обертів електродвигуна $n_e = 1390$ об/хв.; кількість обертів на вихідному валу пасової передачі $n_2 = 325$ об/хв. Міжосьова відстань пасової передачі 600...610 мм.

Діапазон регулювання граничних частот обертання вихідного вала:

$$D = \frac{n_{2 \max}}{n_{2 \min}} = \frac{i_{\max}}{i_{\min}} = \frac{D_1 \cdot D_2}{d_1 \cdot d_2} \quad [3. \text{ ст } 11]$$

Найбільше передаточне число:

$$i_{\max} = \frac{n_1}{n_{2 \min}} = \frac{1390}{500} = 2,8$$

Найменше передаточне число:

$$i_{\min} = \frac{n_1}{n_{2\max}} = \frac{1390}{1540} = 0,9$$

Тоді діапазон регулювання:

$$D = \frac{2,8}{0,8} = 3,5$$

Момент на веденому валу при i_{\min} :

$$M_2 = 970 \cdot \frac{N \cdot \eta}{n_{2\max}} \quad [3. \text{ ст } 15]$$

де η – коефіцієнт корисної дії варіатора, $\eta = 0,9$ і тоді

$$M_2 = 970 \cdot \frac{1,1 \cdot 0,9}{1540} = 0,63 \text{ кг} \cdot \text{м}$$

Відносна швидкість шківів v :

$$v_1 = v_2 \frac{i_{\min} + 1}{i_{\max} + 1} \cdot \frac{1}{i_{\min}} \quad [3. \text{ ст. } 158]$$

I діапазон регулювання

$$\frac{D_1}{d_1} = \frac{(i_{\max} + 1)}{(i_{\min} + 1)} = \frac{(2,8 + 1)}{(0,9 + 1)} = 2,0$$

Приймаємо пас з ряду 1-В з відотною шириною $v = 3,1$; кут канавки $\varphi = 26^\circ$. [3. ст.44. табл.6]. При цих даних і $D/d = 2,0$.

Найменший розрахунковий діаметр веденого шківів:

$$d_{2\min} = \sqrt[3]{\frac{2M_2 v_2^2}{[k] \cdot z \cdot v}} \quad , [3. \text{ ст. } 158]$$

де
$$v_2 = v_1 \frac{i_{\max} + 1}{i_{\min} + 1} \cdot i_{\min} \quad [3. \text{ ст. } 158];$$

$$[k] = (20 - 4\nu) \cdot \frac{\nu}{11}, (\text{кг/см}^2) \quad [3, \text{ст}157];$$

z – кількість пасів, $z = 1$.

Тоді отримаємо

$$\nu_2 = 12 \frac{2,8 + 1}{0,9 + 1} \cdot 0,9 = 21,6$$

$$[k] = (20 - 4 \cdot 3,1) \cdot \frac{12}{11} = 8,3 \quad (\text{кг/см}^2)$$

$$d_{2\min} = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot 63 \cdot 21,6^2}{8,3 \cdot 1 \cdot 3,1}} = 132 \text{ (мм)}$$

Найбільший розрахунковий діаметр ведучого шківів:

$$D_{1\max} = \frac{d_2 \cdot n_{2\max}}{n_1(1 - \xi)} = \frac{132 \cdot 1450}{1390 \cdot (1 - 0,05)} = 145 \text{ (мм)}$$

де $\xi = 0,05$ – загальна втрата швидкості, приймаємо.

Розміри паса:

$$\text{висота паса } h = \frac{d_2}{\nu_2} = \frac{132}{21,6} = 6,1 \text{ (мм)};$$

$$\text{ширина паса } B_p = h \cdot \nu = 6,1 \cdot 3,1 = 18,91 \text{ (мм)}$$

Згідно [3, с.44, табл.6] вибираємо стандартний варіаторний клиновий пас 1-B20 (кордшнуровий зубчастий) з розмірами (рис. 3.5):

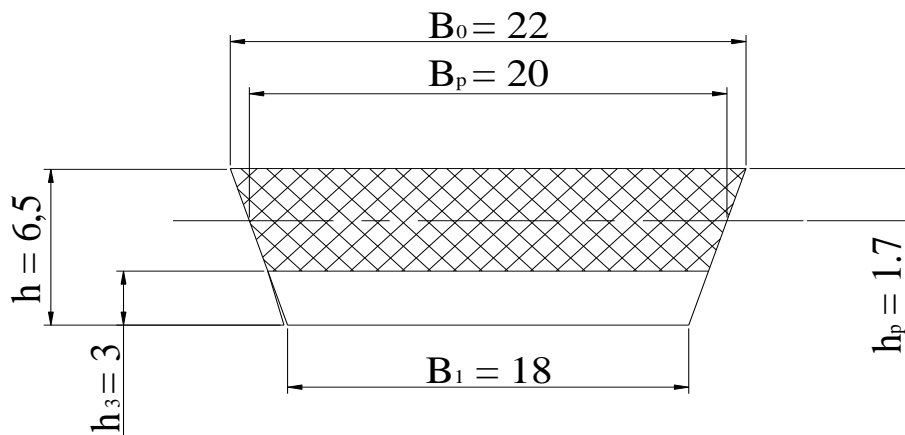


Рис. 3.5 – Поперечний переріз паса

B_p – середня ширина паса; h – висота паса; B_0 – найбільша ширина паса; B_1 – найменша ширина паса; h_p – висота середньої лінії; h_3 – висота зуба; $S_1 = 1,3 \text{ мм}^2$ – площа поперечного перерізу; $g = 0,16 \text{ кг/м}$ – маса одного метра паса.

Довжина паса (рис.. 3.6) за формулою:

$$L = 2d + \Delta_1 + \frac{\Delta_2}{d} \quad [3. \text{ ст.21}] \quad \Delta_1 = 0,5\pi(D_{2\max} + d_{1\min}) \quad i$$

$$\Delta_2 = 0,25(D_{2\max} - d_{1\min})^2$$

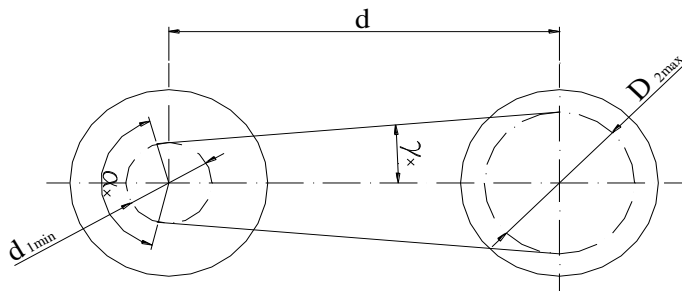


Рис. 3.6. Схема передачі

де d_{1min} і D_{2max} – більший і менший діаметри шківів;

d – міжосьова відстань, $d = 360 \dots 380$ мм, приймаємо $d = 370$ мм.

З конструктивних міркувань приймаємо $d_{1min} = 60$ мм, відповідно

$$D_{2max} = i_{max} \cdot d_{1min} = 60 \cdot 2,8 = 168 \text{ мм.}$$

Тоді довжина паса:

$$L = 2d + 0,5\pi \cdot (D_{2max} + d_{1min}) + 0,25 \frac{(D_{2max} - d_{1min})^2}{d}$$

$$L = 2 \cdot 370 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (168 + 60) + 0,25 \frac{(168 - 60)^2}{370} = 1100 \text{ мм}$$

Найближча стандартна довжина $L = 1120$ мм паса 1-В20-1100Ш – зубчастий ДСТУ 38.5.17-93.

Уточнена міжосьова відстань:

$$d = 0,25 \cdot \left[(L - \Delta_1) + \sqrt{(L - \Delta_1)^2 - 8 \cdot \Delta_2} \right] \quad [3. \text{ст.21}]$$

$$d = 0,25 \cdot \left[(1120 - 353) + \sqrt{(1120 - 353)^2 - 8 \cdot 7} \right] \approx 370 \text{ мм}$$

Для компенсації розтягування міжосьова відстань повинна змінюватися в межах:

$$d_{min} = d - 0,015L = 370 - 0,015 \cdot 1120 = 353,5 \text{ мм}$$

$$d_{max} = d + 0,03L = 370 + 0,03 \cdot 1120 = 403 \text{ мм}$$

Пересування дисків в осьовому напрямку від одного крайнього положення до іншого:

$$x = \frac{D - d}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} \quad [3. \text{ст.25}]$$

Тоді

$$x_1 = \frac{D_1 - d_1}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{145 - 60}{2} \operatorname{tg} \frac{26^\circ}{2} = 9,8 \text{ мм}$$

$$x_2 = \frac{D_2 - d_2}{2} \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2} = \frac{168 - 132}{2} \operatorname{tg} \frac{26^\circ}{2} = 4,2 \text{ мм}$$

Приведені коефіцієнти тертя:

$$f_1' = \frac{f}{\sin \frac{\varphi}{2}} \quad \text{і} \quad f_2' = \frac{f \cos \beta}{\sin \frac{\varphi}{2} + f \sin \beta \cdot \cos \frac{\varphi}{2}} \quad [3. \text{ст.} 162]$$

де $f = 0,35$; $\varphi = 26^\circ$ і $\beta = 30^\circ$, тоді після підстановки, отримаємо:

$$f_1' = \frac{0,35}{\sin \frac{26^\circ}{2}} = 1,5$$

$$f_2' = \frac{0,35 \cdot \cos 30^\circ}{\sin \frac{26^\circ}{2} + 0,35 \sin 30^\circ \cdot \cos \frac{26^\circ}{2}} = 0,65$$

3.3.2. Силевий розрахунок пасової передачі варіатора автомата М6 – АРІ

Швидкість паса:

$$V = \frac{\pi D_1 n_1}{60} \text{ м/с}$$

При $i_{\min} = 0,9$ $D_1 = d_1 = 60 \text{ мм}$

$$V_1 = \frac{3,14 \cdot 0,06 \cdot 1390}{60} = 4,4 \text{ м/с}$$

При $i_{max} = 2,8$ $D_1 = D_1 = 145 \text{ мм}$

$$V_2 = \frac{3,14 \cdot 0,145 \cdot 1390}{60} = 10,6 \text{ м/с}$$

Сили в пасовій передачі (рис.. 3.3)

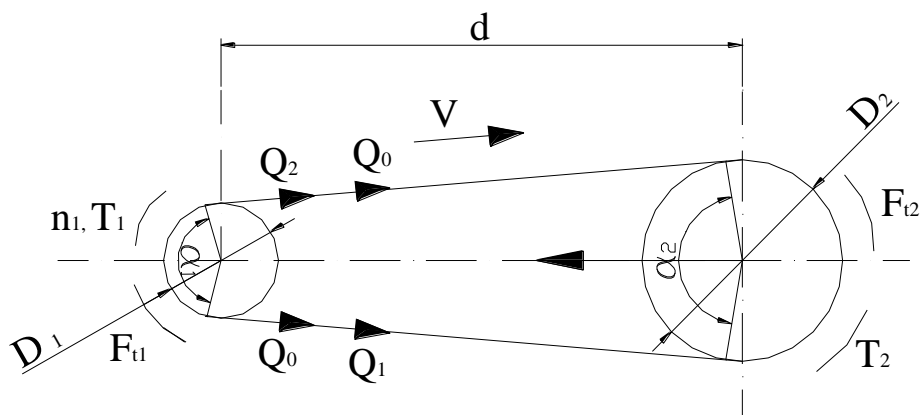


Рис. 3.3 – Сили, які діють на пасову передачу

Розрахунок проводимо для двох крайніх положень. Колова сила:

$$f_t = \frac{2M_2}{D_2}$$

При $D_2 = D_{2min} = 132 \text{ мм}$

$$f_{t1} = \frac{2 \cdot 0,63}{0,132} = 95 \text{ Н}$$

При $D_2 = D_{2max} = 168 \text{ мм}$

$$f_{t2} = \frac{2 \cdot 0,63}{0,168} = 75 \text{ Н}$$

Кути обхвату:

$$\alpha_1 = 180^\circ \pm 60 \frac{D_{2\max} - d_{1\min}}{d} \quad [3. \text{ ст.21}]$$

$$\alpha_2 = 180^\circ \pm 60 \frac{d_{1\max} - D_{2\min}}{d} \quad [3. \text{ ст.21}]$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$\alpha_1 = 180^\circ \pm 60 \frac{168 - 60}{370} = 180^\circ \pm 17,5^\circ$$

$$\alpha_1^1 = 197,5^\circ \quad \alpha_1^2 = 162,5^\circ$$

$$\alpha_2 = 180^\circ \pm 60 \frac{145 - 132}{370} = 180^\circ \pm 2,1^\circ$$

$$\alpha_2^1 = 182,1^\circ \quad \alpha_2^2 = 177,9^\circ$$

Кут ковзання α_{c2} :

$$\alpha_{c2} = 0,6 \cdot \alpha_2$$

$$\alpha_{c2}^1 = 0,6 \cdot 182,1^\circ = 109,3^\circ = 1,91 \text{ рад}$$

$$\alpha_{c2}^2 = 0,6 \cdot 177,9^\circ = 106,7^\circ = 1,86 \text{ рад}$$

Кут проковзування:

$$\alpha_{c1}^1 = \alpha_{c2}^1 \frac{f_2'}{f_1'} = 1,91 \cdot \frac{0,65}{1,5} = 0,83$$

$$\alpha_{c1}^2 = \alpha_{c2}^2 \frac{f_2'}{f_1'} = 1,86 \cdot \frac{0,65}{1,5} = 0,81$$

Визначаємо розмір m :

$$m = e^{\alpha_c f'}$$

$$m_1 = 2,98^{0,83 \cdot 1,5} = 3,89$$

$$m_2 = 2,98^{0,81 \cdot 0,65} = 1,78$$

Коефіцієнт тяги:

$$\psi = \frac{m-1}{m+1}$$

$$\psi_1 = \frac{3,89-1}{3,89+1} = 0,59$$

$$\psi_2 = \frac{1,78-1}{1,78+1} = 0,28$$

Сили передачі:

натяг від відцентрових сил:

$$F_u = \frac{q \cdot V^2}{g} \quad \text{кг} \quad [3. \text{ст.} 162]$$

де $q = 0,16$ кг/ – маса 1м довжини паса;

$$F_{u2} = \frac{q \cdot V_2^2}{g} = \frac{0,16 \cdot 10,6^2}{9,8} = 1,83 \quad \text{кг}$$

натяг гілок паса

$$F = \frac{m}{m-1} \cdot F_T + F_u \quad [3. \text{ст.} 61]$$

$$F_1 = \frac{m_1}{m_1 - 1} \cdot F_{T1} + F_{u1} = \frac{3,89}{3,89 - 1} \cdot 9,5 + 0,32 = 13,11 \text{ кг}$$

$$F_1' = \frac{m_2}{m_2 - 1} \cdot F_{T1} + F_{u1} = \frac{1,78}{1,78 - 1} \cdot 9,5 + 0,32 = 22 \text{ кг}$$

$$F_2 = \frac{m_1}{m_1 - 1} \cdot F_{T2} + F_{u2} = \frac{3,89}{3,89 - 1} \cdot 7,5 + 1,83 = 11,93 \text{ кг}$$

$$F_2' = \frac{m_2}{m_2 - 1} \cdot F_{T2} + F_{u2} = \frac{1,78}{1,78 - 1} \cdot 7,5 + 1,83 = 18,95 \text{ кг}$$

Осьова сила:

$$F_x = \frac{Ft}{2zf} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F_1 - F_u}{2z} \cdot \frac{\alpha_{n1}}{\operatorname{tg}(\frac{\varphi}{2} + \rho)} \quad [3. \text{ ст. 69}]$$

де z – число пасів, $z = 1$;

ρ – радіус згину паса.

$$\rho_1 = \frac{d_1}{2} = \frac{60}{2} = 30 \text{ мм};$$

$$\rho_2 = \frac{D_1}{2} = \frac{145}{2} = 72,5 \text{ мм};$$

$$\rho_3 = \frac{d_2}{2} = \frac{132}{2} = 66 \text{ мм};$$

$$\rho_4 = \frac{D_2}{2} = \frac{168}{2} = 84 \text{ мм};$$

Тоді натяги віток паса при передаточних числах i_{min} і i_{max} :

$$F_{x1} = \frac{Ft_1}{2zf_1} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F_1 - F_{y1}}{2z} \cdot \frac{\alpha_{n1}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2} + \rho_1\right)} = \frac{9,5}{2 \cdot 1 \cdot 1,5} \cdot \cos \frac{26^\circ}{2} +$$

$$+ \frac{13,1 - 0,32}{2 \cdot 1} \cdot \frac{2,34}{\operatorname{tg}\left(\frac{26^\circ}{2} + 30\right)} = 19,1 \text{ кг}$$

$$F'_{x1} = \frac{Ft_1}{2zf_1} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F'_1 - F_{y1}}{2z} \cdot \frac{\alpha_{n1}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2} + \rho_2\right)} = \frac{9,5}{2 \cdot 1 \cdot 1,5} \cdot \cos \frac{26^\circ}{2} +$$

$$+ \frac{22 - 0,32}{2 \cdot 1} \cdot \frac{2,34}{\operatorname{tg}\left(\frac{26^\circ}{2} + 72,5\right)} = 11,1 \text{ кг}$$

$$F_{x2} = \frac{Ft_2}{2zf_2} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F_2 - F_{y2}}{2z} \cdot \frac{\alpha_{n2}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2} + \rho_3\right)} = \frac{7,5}{2 \cdot 1 \cdot 0,65} \cdot \cos \frac{26^\circ}{2} +$$

$$+ \frac{11,93 - 1,83}{2 \cdot 1} \cdot \frac{2,29}{\operatorname{tg}\left(\frac{26^\circ}{2} + 66\right)} = 9,8 \text{ кг}$$

$$F'_{x2} = \frac{Ft_2}{2zf_2} \cdot \cos \frac{\varphi}{2} + \frac{F'_2 - F_{y2}}{2z} \cdot \frac{\alpha_{n2}}{\operatorname{tg}\left(\frac{\varphi}{2} + \rho_4\right)} = \frac{7,5}{2 \cdot 1 \cdot 0,65} \cdot \cos \frac{26^\circ}{2} +$$

$$+ \frac{18,95 - 1,83}{2 \cdot 1} \cdot \frac{2,29}{\operatorname{tg}\left(\frac{26^\circ}{2} + 84\right)} = 13,3 \text{ кг}$$

3.4. Розрахунок дозатора М6 – АРІМ

Час руху поршня:

$$t = \frac{F_1 \cdot s \cdot \tau}{f_1^3 K \sqrt{R \cdot T_m}} = 1,03 \cdot 10^{-3} \frac{s \cdot D^2}{\mu \cdot f} \tau;$$

де F_I – ефективна площа робочої поверхні; s – хід поршня; f_I^3 – площа прохідного перерізу труби; K – кінетична енергія поршня; R – газова стала; T_m – абсолютна температура повітря в магістралі; D – діаметр поршня; μ – коефіцієнт витрат повітря; t – безрозмірний час, визначають проводячи чисельне інтегрування:

$$s = 0.06 \text{ м}; \mu = 0.23 \text{ ([3]таб.3.14)};$$

$$f = \frac{\pi d_1^2}{4} = 0.079 \text{ м}^2.$$

рівняння руху:

$$\frac{d^2 \xi}{d\tau^2} = \frac{1}{N^2} (\sigma_1 - \Pi_{2,1}^F \cdot \sigma_2 - \chi);$$

рівняння тиску в робочій порожнині:

$$\frac{d\sigma_1}{d\tau} = \frac{k}{\xi_{01} + \xi} \left[\varphi(\sigma_1) - \sigma_1 \frac{d\xi}{d\tau} \right];$$

рівняння тиску у вихлопній порожнині:

$$\frac{d\sigma_2}{d\tau} = \frac{k}{\xi_{02} + 1 - \xi} \left[\frac{\Omega}{\Pi_{2,1}^F} \sigma_2^{\frac{3k-1}{2k}} \varphi\left(\frac{\sigma_a}{\sigma_2}\right) - \sigma_2 \frac{d\xi}{d\tau} \right];$$

$$\text{де } \xi = \frac{x}{s} = \frac{0.2}{0.2} = 1 \text{ коефіцієнт безрозмірного переміщення};$$

σ_1, σ_2 – безрозмірний тиск;

$$\Omega = \frac{\mu_2 f}{\mu_1 f} = \frac{0.26}{0.13} = 2 \text{ коефіцієнт пропускної спроможності}.$$

Провівши чисельне інтегрування отримали $\tau = 0.005$. Звідки:

$$t = 1.03 \cdot 10^{-3} \frac{sD^2}{\mu \cdot f} = 1.03 \cdot 10^{-3} \frac{0.06 \cdot 0.03^2}{0.23 \cdot 0.0079} \cdot 5 = 0.15 \text{c};$$

Час зростання тиску в робочій порожнині:

$$V_o = V_{oB} = V_o' + \frac{\pi d_1^2}{4} l_v =$$

$$= 0.120 \cdot 10^{-3} + 0.079 \cdot 1 = 0.8 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

де V_o' – шкідливий простір робочої порожнини.

$$t_{III} = \frac{3.62 \cdot 10^3 (V_o + F_1 s)}{f} \cdot [\varphi_1(\sigma_2) - \varphi_2(\sigma_1)] = \frac{3.62 \cdot 10^3 \cdot (0.562 \cdot 10^{-3} + 0.002 \cdot 0.06)}{0.0079} \cdot [0.67 - 0.18] = 0.045 \text{c}$$

Час падіння тиску у вихлопній порожнині:

$$V_B = V_{oB} + F_2 s = V_{oB} + \frac{\pi (D^2 - D_{ш}^2) s}{4} =$$

$$= 0.562 \cdot 10^{-3} + \frac{3.14 (0.03^2 - 0.0125^2) 0.06}{4} = 0.93 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3;$$

де D -діаметр поршня, $D_{ш}$ - діаметр штока, s -робочій хід поршня .

$$t_{III}^B = \frac{2.53 \cdot 10^{-2} V_{B0}}{f_B \sigma_a^{k-0.5k}} [\varphi_2(\sigma_{B2}) - \varphi(\sigma_{B1})] = \frac{2.53 \cdot 10^{-2} \cdot 2.03 \cdot 10^{-3}}{0.079 \cdot 0.1} \cdot [0.82 - 0.26] = 0.058 \text{c}.$$

Приймаємо час $t=0.06 \text{c}$.

Загальний час роботи пневмоприводу :

$$T = t_n + t + t_{III} = 0.053 + 0.15 + 0.06 = 0.27 \text{c}.$$

Знаходимо швидкість руху робочого органа :

$$v = \frac{s}{t} = \frac{0.2}{0.15} = 1.3 \text{ м/с} ;$$

Мінімальний діаметр випускного отвору в бункері:

$$R_{\text{дон}} = \frac{\tau}{k \cdot g \cdot \rho + 0.5 \cdot a'} ;$$

де $\rho = 561 \text{ кг} / \text{м}^3$ - густина продукту;

a' - геометричний розмір частинки;

τ - напруження зсуву частинок;

$$k = \frac{1 - \sin(\varphi)}{1 + \sin(\varphi)} - \text{коефіцієнт переміщення продукції, } \varphi - \text{кут природного}$$

скосу.

$$R_{\text{дон}} = \frac{\tau}{k \cdot g \cdot \rho + 0.5 \cdot a'} = 33.275 \text{ мм}$$

Отже, мінімальний діаметр випускного отвору в бункері $D \approx 70 \text{ мм}$.

4. МОНТАЖ, ДІАГНОСТИКА І ЕКСПЛУАТАЦІЯ

ФАСОВОЧНО – ЗАКУПОРЮВАЛЬНОГО АВТОМАТА М6 – АРІМ

4.1. Технологія ремонту модернізованого вузла

Час зупинки машини на ремонт визначається графіком ППР, який узгоджується з начальником зерноочисної дільниці. Зупиняє й передає обладнання в ремонт начальник дільниці. Перед передачею в ремонт агрегат чистять і миють. Невеликий і ремонт проводять без зняття агрегату з фундаменту..

Характерні несправності, які виникають при роботі фасовочно закупорювального автомата марки М6 – АРІ, причини їх виникнення і способи усунення представлені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1. - Характерні несправності і методи їх усунення

Назва несправності	Ймовірна причина	Метод усунення
1	2	3
Проковзування кулачка півмуфти	Послабити тиск пружини муфти	Відрегулювати силу тиску або замінити пружину
Проковзує клинопасовий ремінь	Послабити тиск пружини варіатора	Відрегулювати силу тиску або замінити пружину .
Не відділяється стаканчик, кришка	Невідповідна глибина вакуум – системи	Перевірити з'єднання трубопроводу вакуум – системи і виправити її негерметичність
Не правильно накладається кришка на стаканчик	Не правильно відрегульовано положення вакуум – присосок відносно карусельного стола.	Відрегулювати положення вакуум – присосок
Маса дози не відповідає вимогам	Хід поршня не відповідає потрібного об'єму	Відрегулювати хід поршня
Не якісна зварка	Обрив одного із нагріваючих елементів	Перевірити кожний нагріваючий елемент

Система планово-попереджувального ремонту являється основним керівним і нормативним матеріалом для працівників ремонтних і експлуатаційних служб.

Застосування системи планово-попереджувального ремонту забезпечує підтримання його в справному стані, створює передумови для ефективного використання обладнання.

Головною задачею планово-попереджувального ремонту є продовження міжремонтного строку служби обладнання, зниження затрат на ремонт.

Система планово-попереджувального ремонту складається з наступних основних заходів: міжремонтного обслуговування, профілактичних оглядів і ремонтів, організації забезпечення запасними деталями і вузлами, розробки нормативів трудомісткості ремонту, простоїв обладнання в ремонті, норм запасу деталей, вибір засобів механізації ремонтних операцій. Система планово-попереджувального ремонту повинна постійно вдосконалюватись.

Система планово-попереджувального ремонту включає наступні види робіт: міжремонтне обслуговування; профілактичні огляди; малий ремонт; середній ремонт; капітальний ремонт.

Відповідальність за проведення заходів по ППР на підприємствах покладається на головного інженера і головного механіка підприємств.

Відповідальність за експлуатацію обладнання покладається на начальників цехів і цеховий персонал.

Міжремонтне обслуговування являється щоденною роботою профілактичного характеру і включає також своєчасне усунення незначних неполадок і регулювання механізмів.

Міжремонтне обслуговування черговими слюсарями-регулювальниками, наладчиками і виробничими робочими.

Контроль за виконанням правил експлуатації і міжремонтного обслуговування покладається на начальника цеху, майстра і механіка цеху.

Огляд обладнання (О) — робота профілактичного характеру, яка виконується по плану, визначеному для кожної машини.

Огляд проводять з метою перевірки стану обладнання, усунення невеликих несправностей. Проводять огляди по встановленому графіку, не порушуючи процесу виробництва. Графік оглядів поєднують з графіком

мийки обладнання. Огляди виконують ремонтний персонал виробничого цеху. Результати огляду заносять в журнал прийому-здачі зміни.

Поточний ремонт (Т) являє мінімальний по об'єму вид ремонту, яким забезпечується нормальна експлуатація обладнання до наступного планового ремонту. Під час поточного ремонту усувають несправності заміною або відновленням окремих складових частин. Поточний ремонт проводять силами виробничого цеху. Керування поточним ремонтом здійснюється механіком цеху.

Середній ремонт (С) заключається в відновленні експлуатаційних характеристик обладнання шляхом ремонту або заміни зношених або пошкоджених складальних вузлів. При середньому ремонті може також проводитись капітальний ремонт окремих вузлів.

Капітальний ремонт (К) полягає в повному розбиранні і дефекації машин, в заміні або ремонті всіх зношених вузлів і деталей, в тому числі базових. При капітальному ремонті розміри допусків і посадок спряжених деталей і вузлів доводять до відповідності з технічними вимогами. В об'єм капітального ремонту входять такі основні роботи: заміна всіх зношених деталей і вузлів; центрування і балансування вузлів і деталей обладнання; перевірка, чистка і ремонт трубопроводів; наладка і регулювання або заміна всіх приладів автоматичного керування і контролю; фарбування; комплексна перевірка, регулювання і випробування.

Капітальний ремонт виконують силами ремонтно-механічних цехів і дільниць. Керування роботами по капітальному ремонті здійснюється головним механіком підприємства.

4.2. Графік планово-попереджувального ремонту

До кінця року автомат мав напрацювання із часу останнього ремонту 340 год, а з часу останнього ТО – 180 год.

При роботі в дві зміни тривалість ремонтного циклу автомата М6-АРІ $T_y = 12 \text{міс} = 4200 \text{ год}$, міжремонтного періоду $\tau_p = 3 \text{міс} = 1050 \text{ год}$ і період між ТО $\tau_{mo} = 1 \text{міс} = 350 \text{ год}$.

Типова структура ремонтного циклу автомата :

$K - 3ТО - M_1 - 3ТО - C - ТО - M_2 - 3ТО - K$

Кількість годин напрацювання після M_1 , до середнього С – ремонту в плановому році складе $1050 - 350 = 700 \text{ год}$.

В березні проводимо середній ремонт С, а після нього в липні другий малий ремонт M_2 , потім в листопаді - капітальний ремонт К. Напрацювання між ТО складає 175 год, тому ТО плануємо в кожному місяці.

Трудомісткість капітального ремонту складає 36 люд.-год., середнього - 21 люд.-год., а малого – 7 люд.-год.

Трудомісткість ТО: $T = K = 1 \times 1 = \text{люд.-год}$.

Визначаємо загальну трудомісткість робіт на рік:

$8 \times 1 + 2 \times 7 + 21 + 36 = 75 \text{ люд.-год}$.

Трудомісткість на одну одиницю ремонту обладнання по виду ремонтних робіт:

Слюсарні: $75 \times 0,72 = 56,88 \text{ люд.-год}$.

Верстатні: $75 \times 0,2 = 15,8 \text{ люд.-год}$.

Інші: $75 \times 0,008 = 6,32 \text{ люд.-год}$.

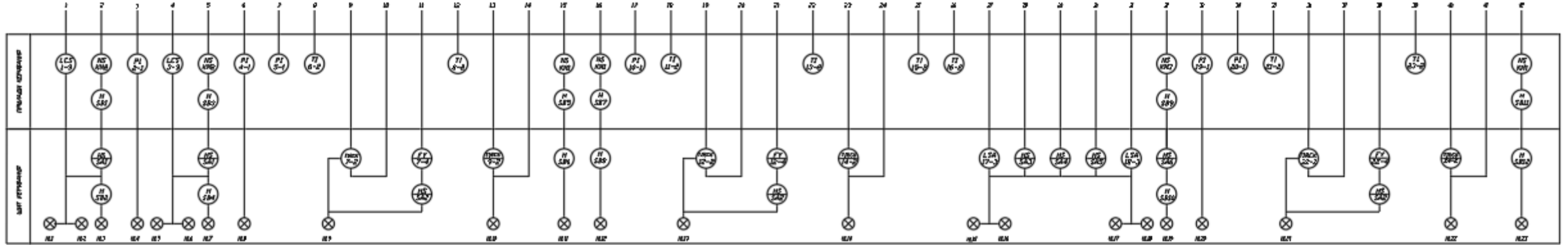
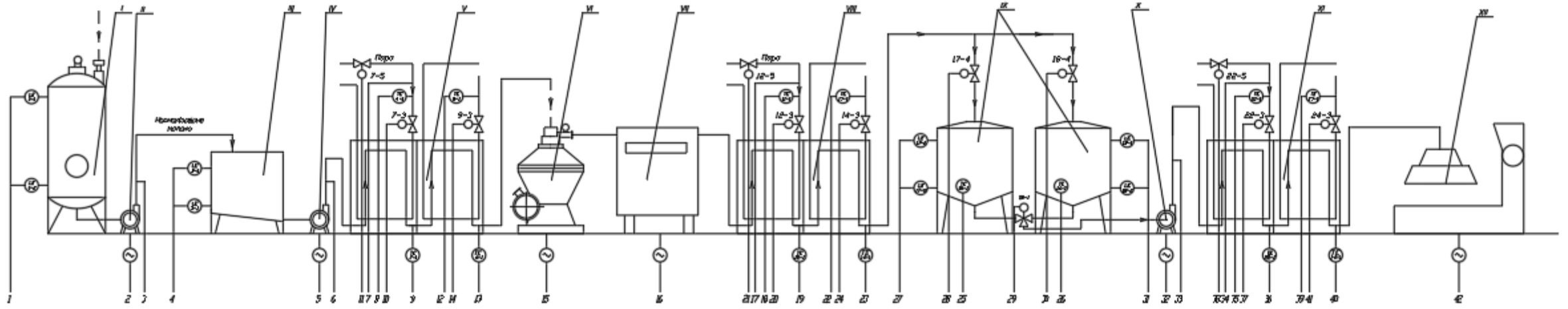
Список використаної літератури

1. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию/ Под. ред. Ю.И. Дытнерского.- М.: Химия, 1983.- 270с.

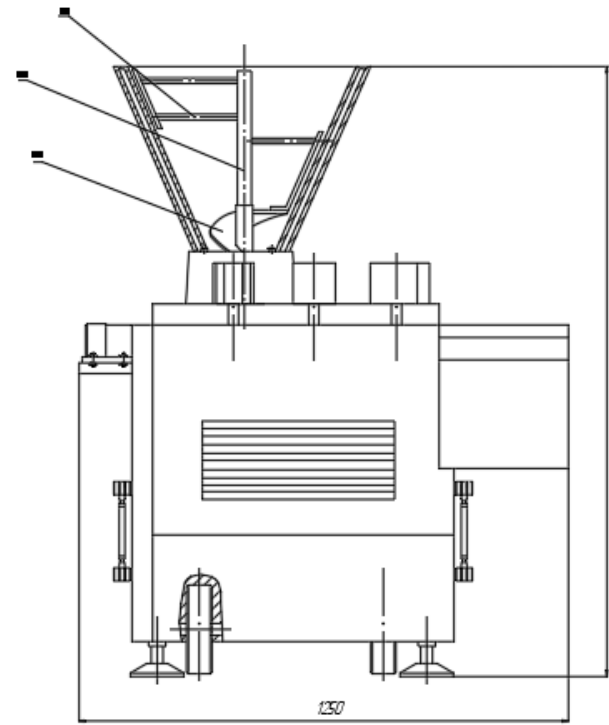
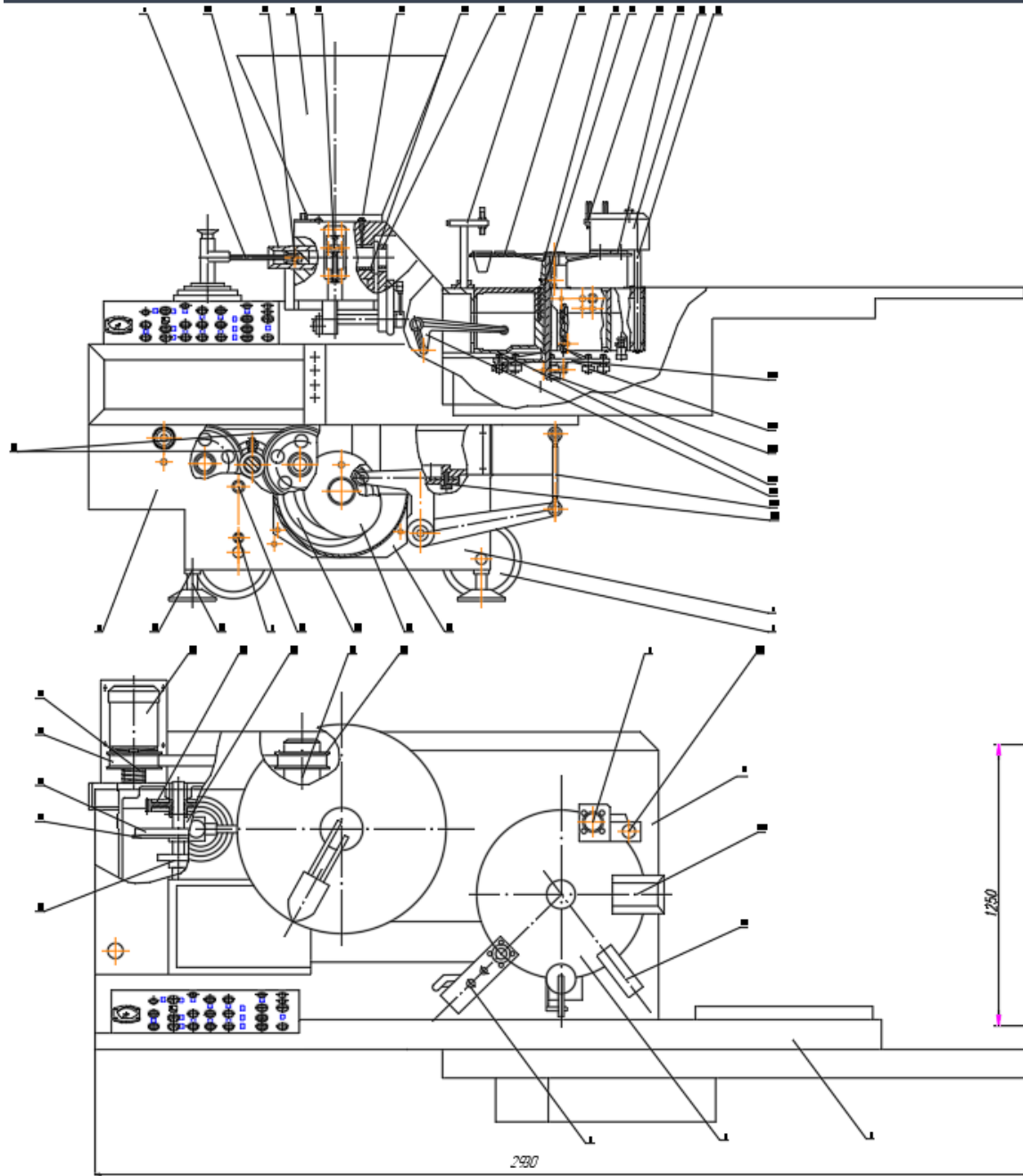
2. Процессы и аппараты пищевых производств/ Под. ред. В.Н. Стабникова.- М.: Пищевая промышленность, 1976. – 664с.
3. Павлов К.Ф., Романков П.Р., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – М.: Химия, 1976. – 552с.
4. Касаткин Л.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии.- М.: Химия, 1971. – 784с.
5. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин.- Х.: Высшая школа, 1988. – 256с.
6. Гетун Г.В. Основи проектування промислових будівель: Навч. посіб.- К.: Кондор, 2003. – 210с.
7. Запольський А.К., Салюк А.І. Основи екології: Підручник/ За ред. К.М. Ситника. – К.: Вища школа, 2001. – 358с.
8. Купчик М.П., Гандзюк М.П. та ін. Основи охорони праці – К.: Основа, 2000. – 416с.
9. Методические указания к выполнению раздела «Гражданская оборона» в дипломном проекте для студентов всех специальностей всех форм обучения/ сост. Н.М. Яцюк, А.И. Коняев, М.П. Яппаров. – К.: КТИПП, 1990. – 172с.

ДОДАТКИ

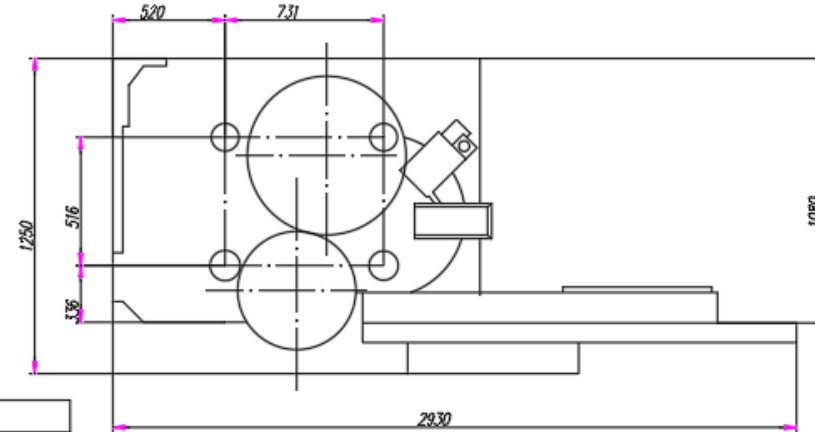
МАШИНО-АПАРАТУРНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА МОЛОКОПРОДУКТІВ



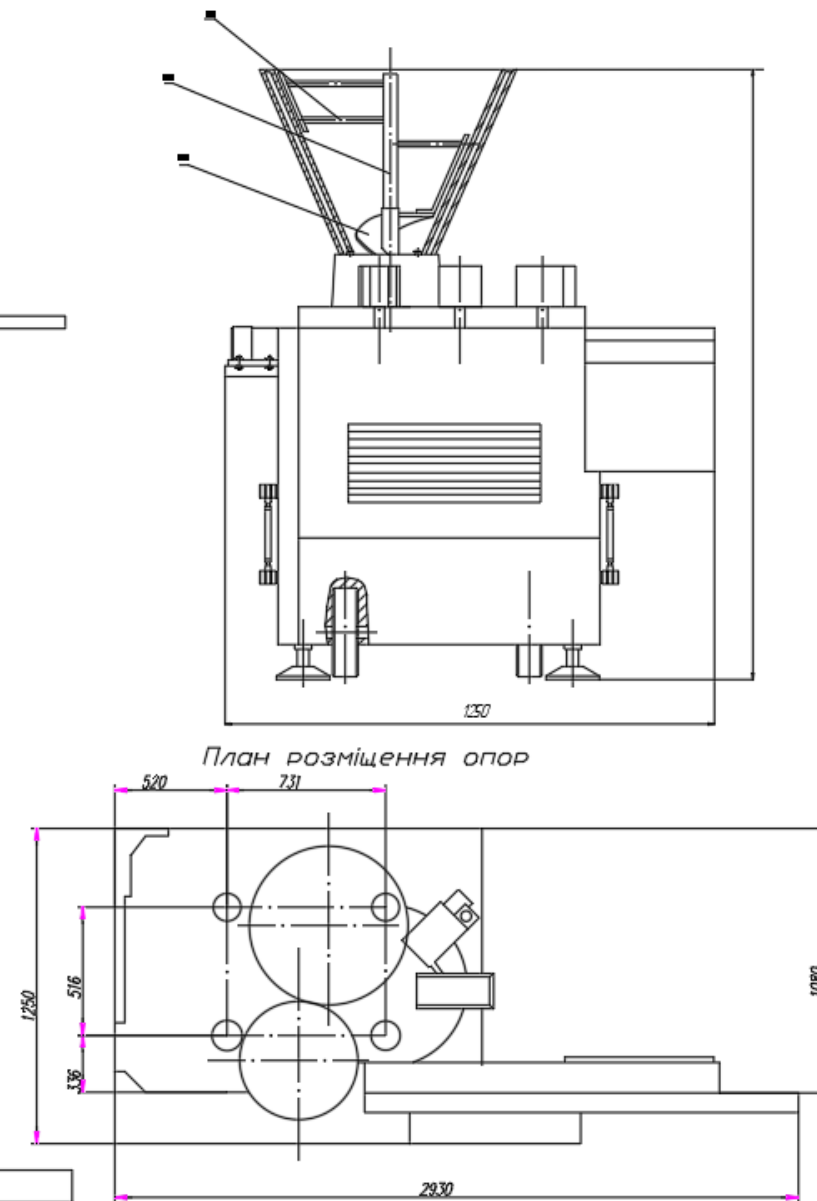
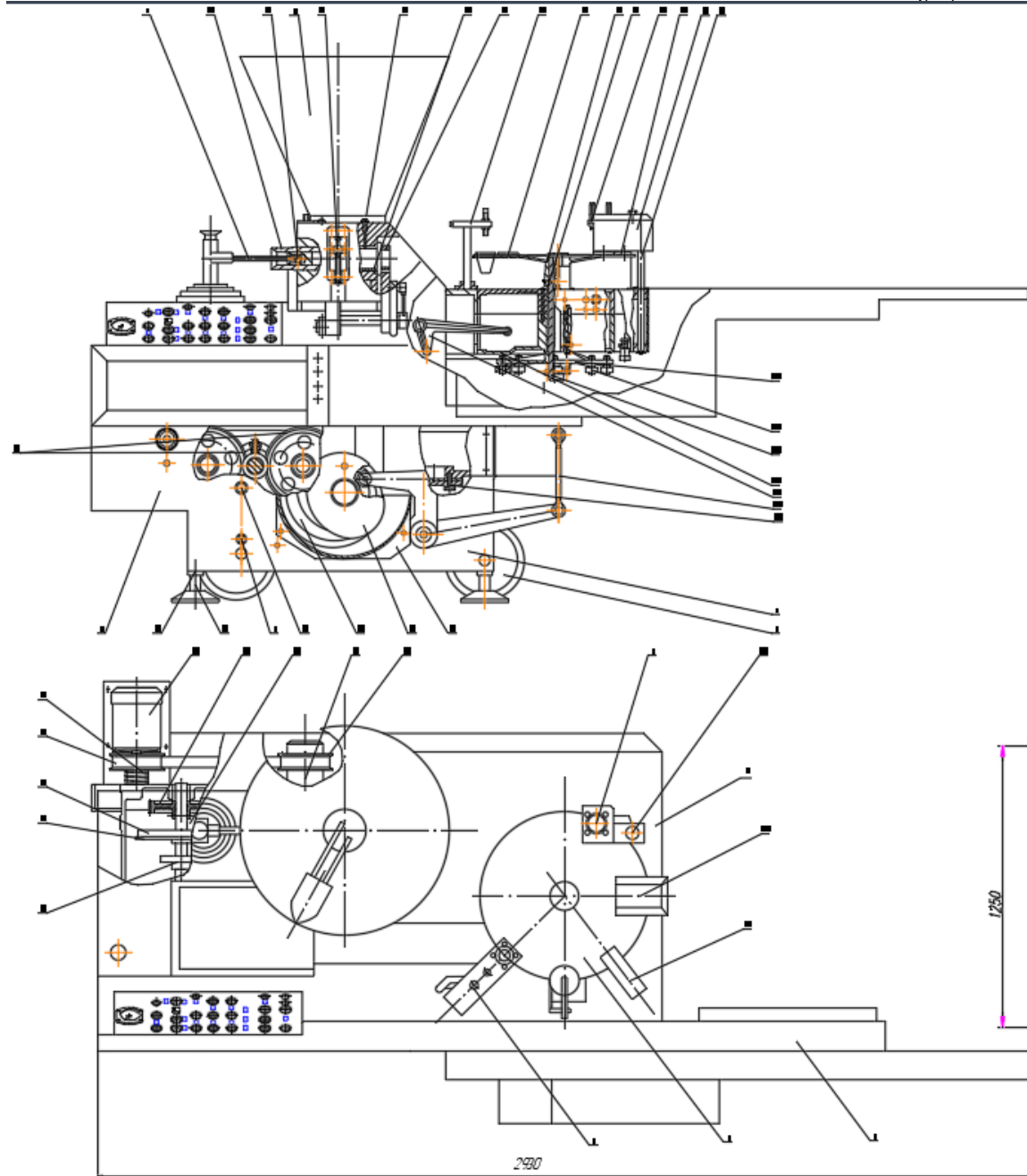
МАШИНО-АПАРАТУРНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА МОЛОКОПРОДУКТІВ



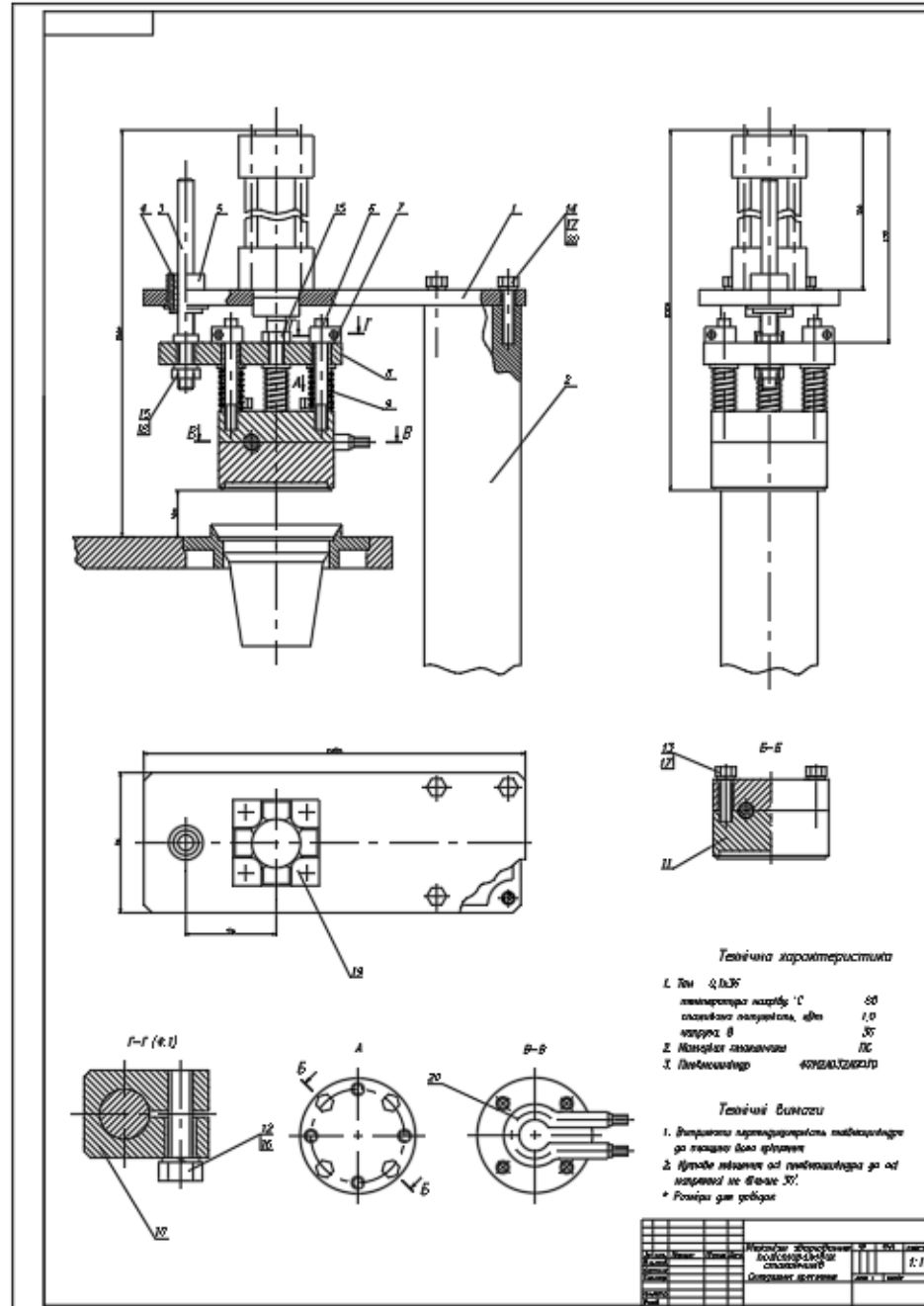
План розміщення опор



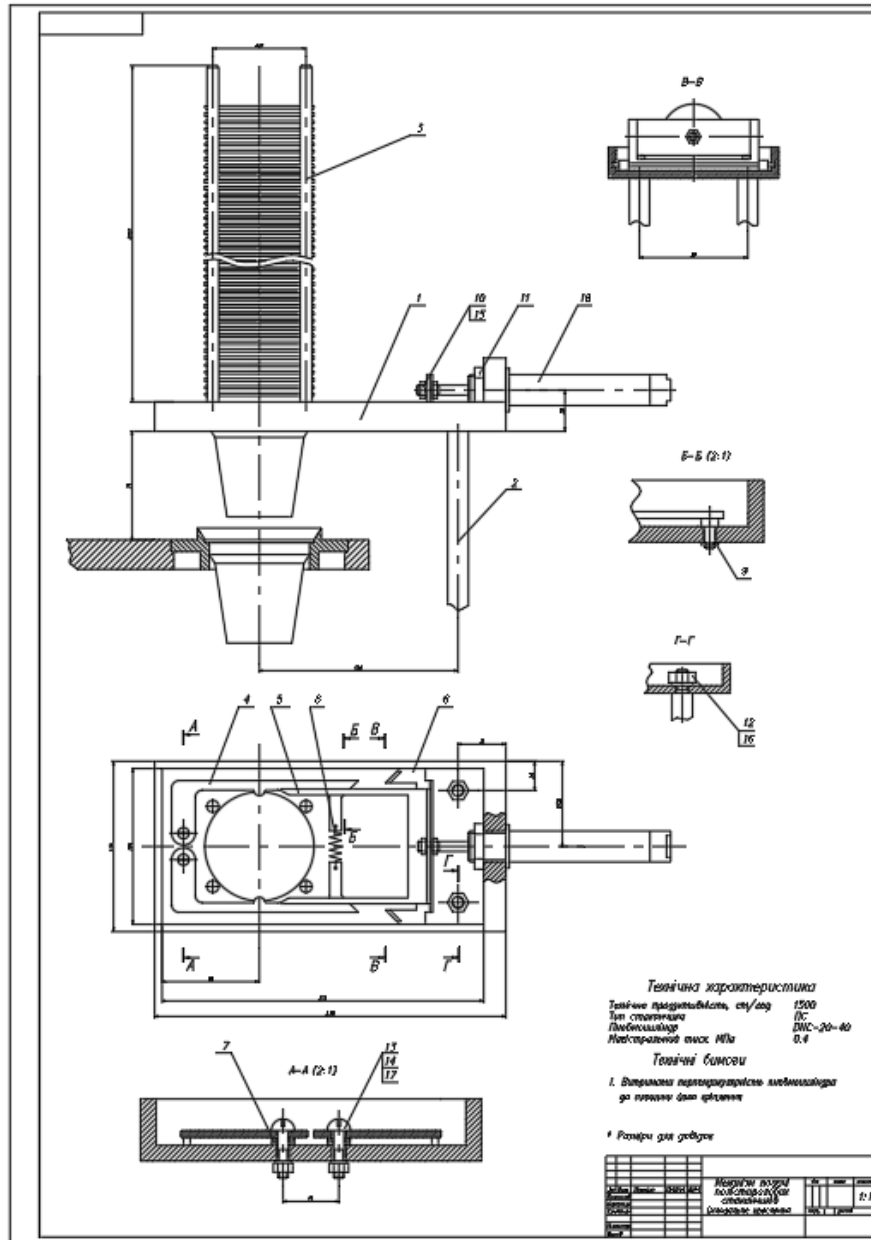
ДОЗУВАЛЬНО-УКУПОРЮВАЛЬНИЙ АВТОМАТ (До модернізації (Складальне креслення))



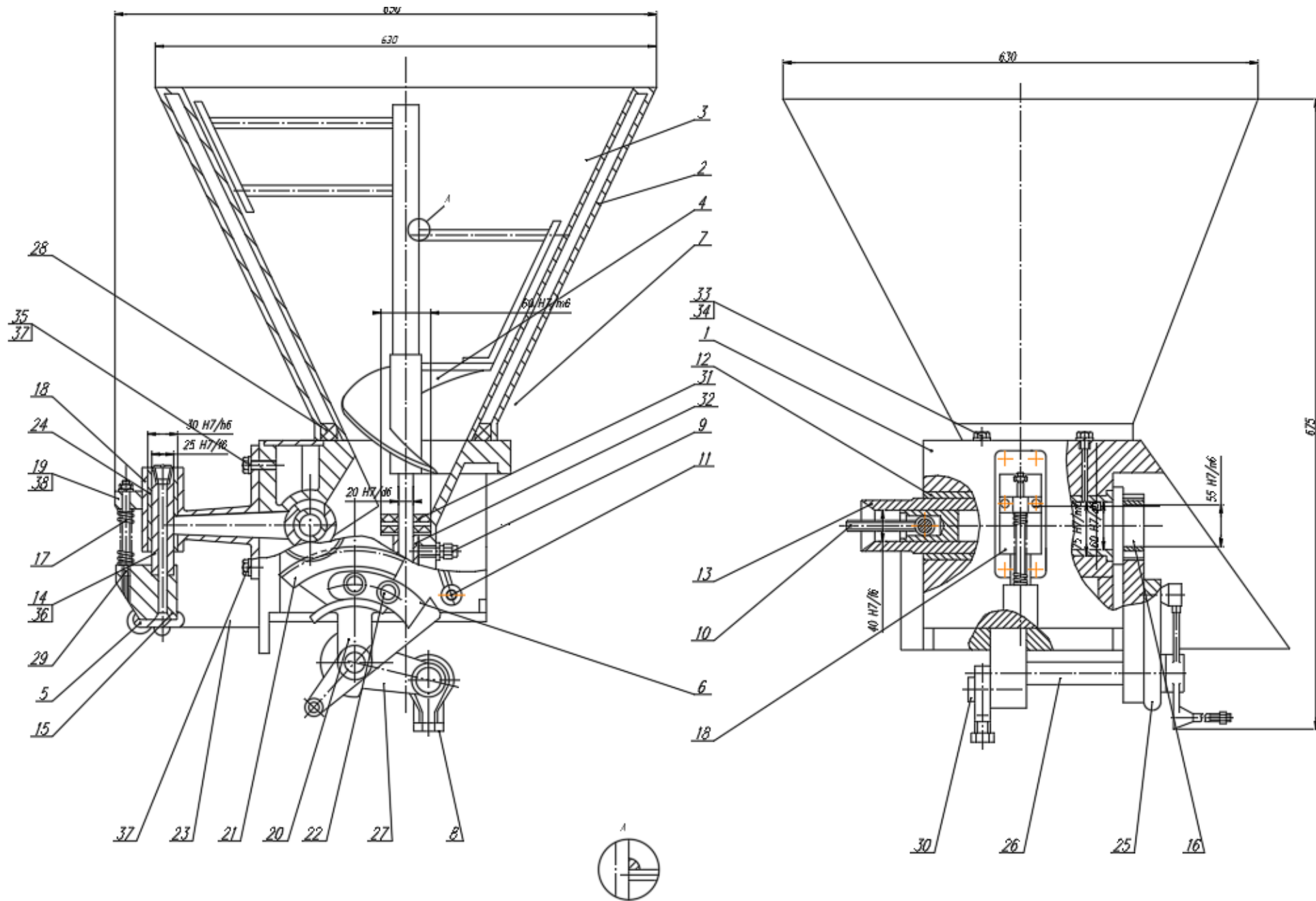
МЕХАНІЗМ ПРИПАЮВАННЯ КРИШОК



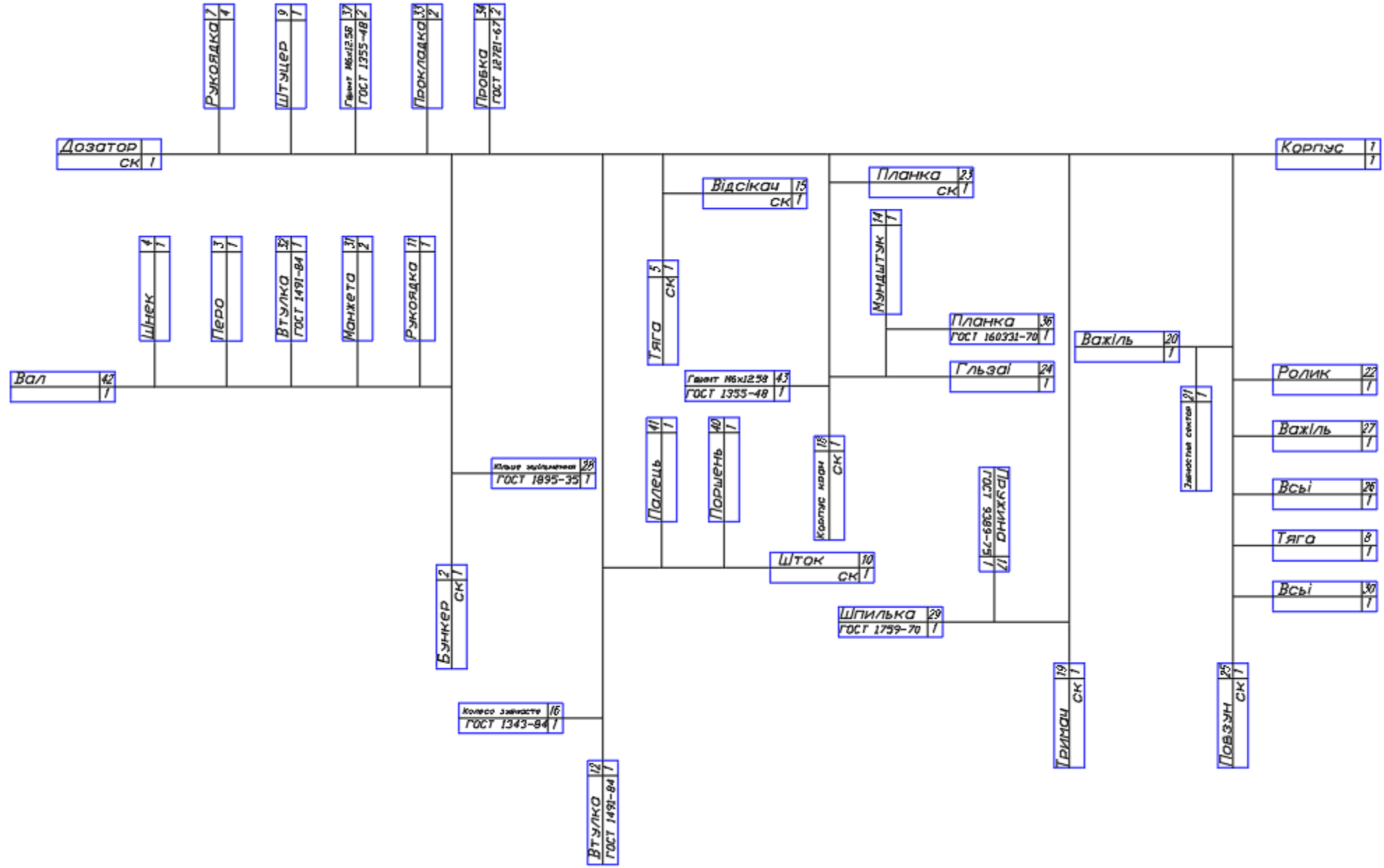
МЕХАНІЗМ ПОДАЧІ СТАКАНЧИКІВ



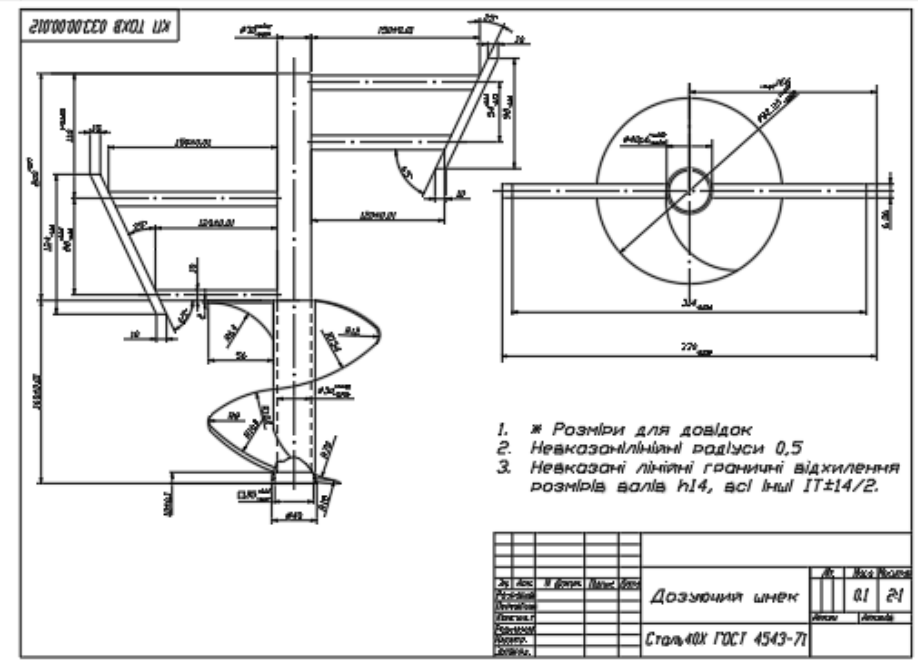
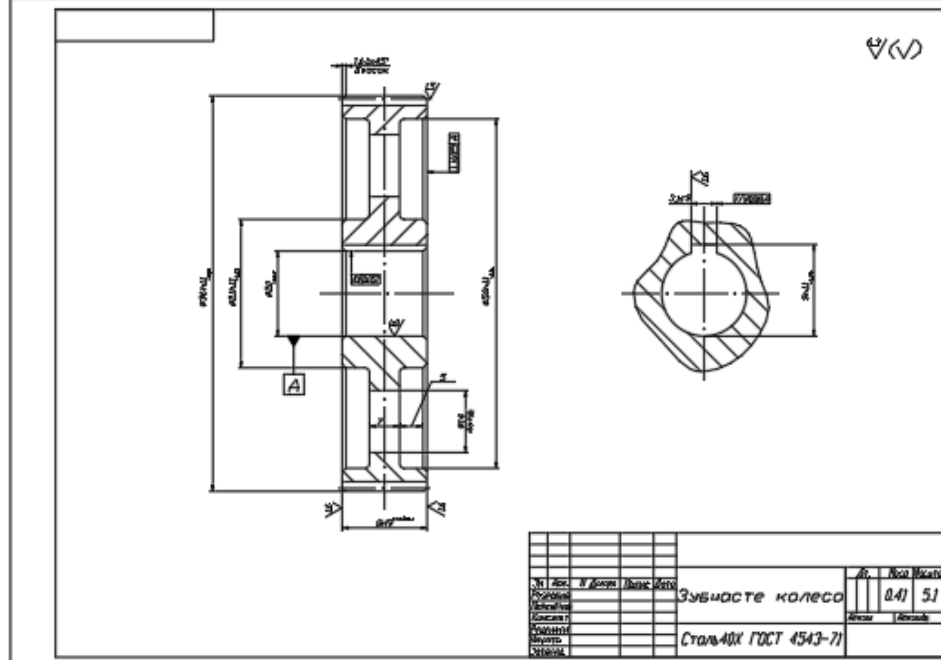
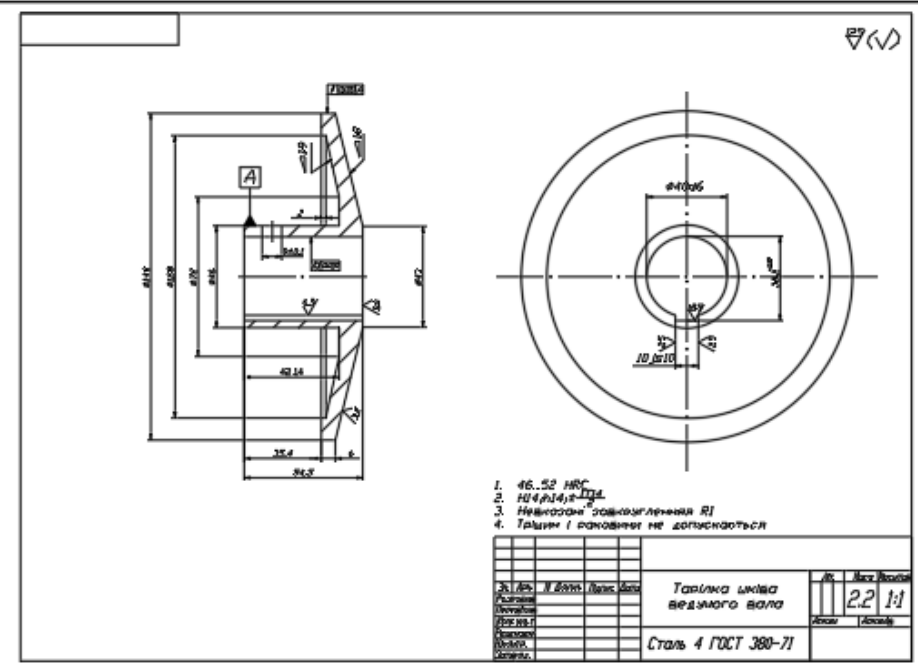
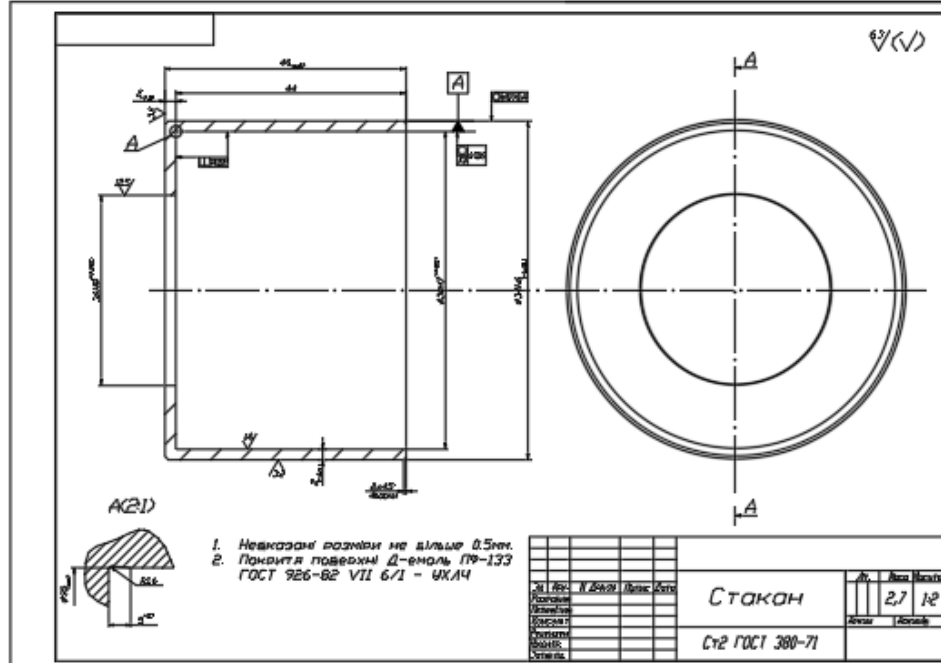
ДОЗАТОР



ДОЗАТОР



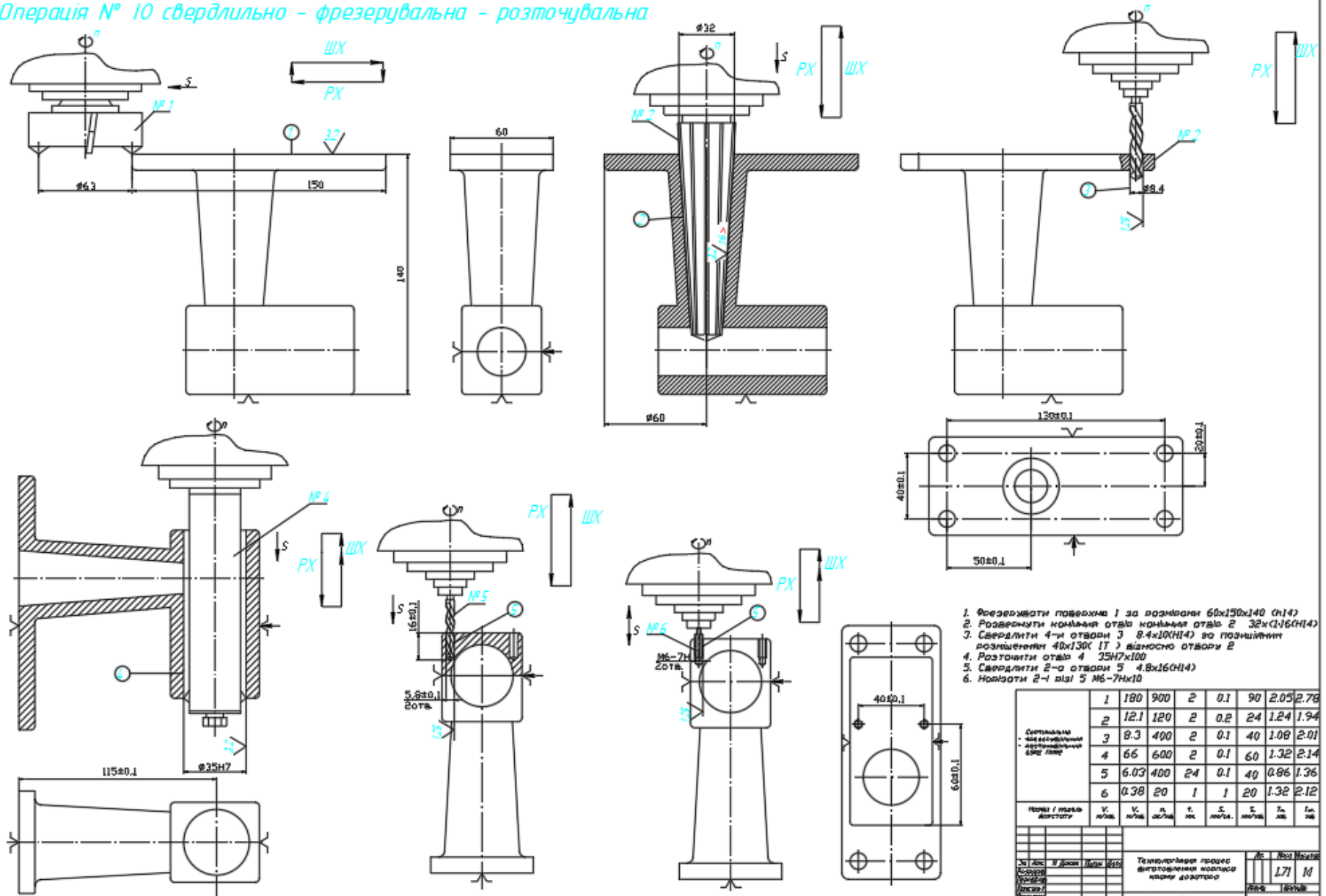
ДЕТАЛЮВАННЯ ДОЗАТОРА



ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ КРАНА ДОЗАТОРА

С/1000000000 №101 ШХ

Операція № 10 свердлильно - фрезерувальна - розточувальна



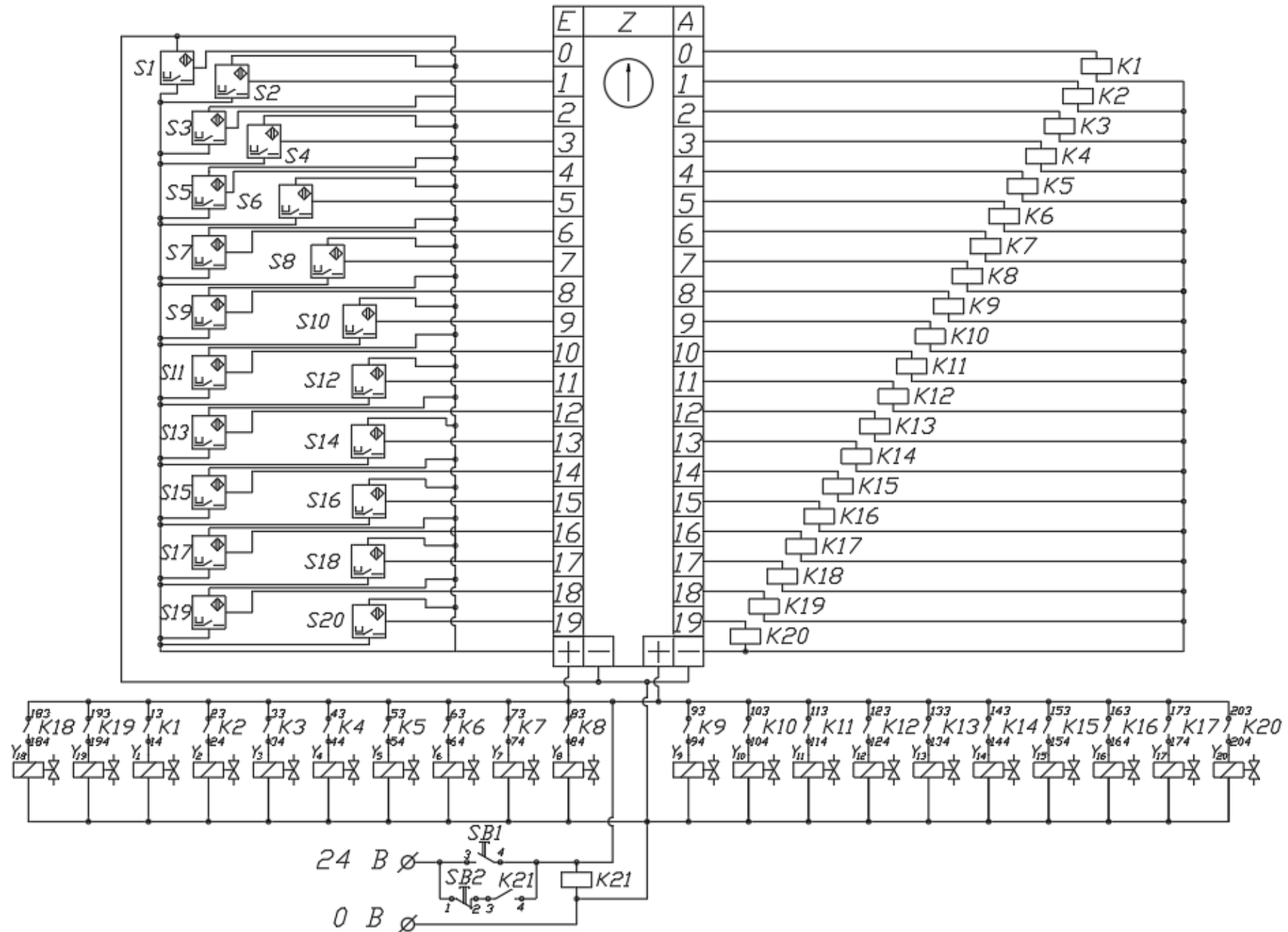
1. Фрезерувати поверхню 1 за розмірами 60x150x140 (H14)
2. Розвернути конічний отвір конічний отвір 2 32x(1)6(H14)
3. Свердлити 4-и отвори 3 8.4x10(H14) за позивним розміщенням 40x130(IT) відносно отвору 2
4. Розточити отвір 4 25H7x100
5. Свердлити 2-а отвори 5 4.8x16(H14)
6. Нормати 2-и ділі 5 М6-7Hx10

Свердлильні операції/операції розточування	D		L		V _{св}		V _р		S _{св}		S _р	
	mm	mm	mm	mm	м/хв	м/хв	мм/об	мм/об	мм/об	мм/об	мм/об	мм/об
1	180	900	2	0.1	90	2.05	2.78					
2	12.1	120	2	0.2	24	1.24	1.94					
3	8.3	400	2	0.1	40	1.08	2.01					
4	66	600	2	0.1	60	1.32	2.14					
5	6.03	400	24	0.1	40	0.86	1.36					
6	0.38	20	1	1	20	1.32	2.12					

№	Діаметр	Довжина	Матеріал	Відсоток
1	180	900	Сталь	100%
2	12.1	120	Сталь	100%
3	8.3	400	Сталь	100%
4	66	600	Сталь	100%
5	6.03	400	Сталь	100%
6	0.38	20	Сталь	100%

Технічні дані процесу виготовлення корпусу крана дозатора				№	№
№	Діаметр	Довжина	Матеріал	171	10
Відсоток				100%	100%

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ КОРПУСУ КРАНА ДОЗАТОРА



Висновки

Модернізація автомату дає можливість збільшити продуктивність останнього, та дає можливість закупорювати полімерні стаканчики поліпропіленовими кришками, що дає змогу зменшити затрати на матеріал.

Дякую за увагу. Прошу Ваші запитання!