

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 5 березня 2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Шор. №	Назва етапів виконання проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>20.03.2022 р.</i>	виконано
2	<i>Техніко-економічно, соціальне обґрунтування</i>	<i>25.03.2022 р.</i>	виконано
3	<i>Характеристика вхідного матеріалу і готової продукції.</i>	<i>01.04.2022 р.</i>	виконано
4	<i>Вибір конструкційних матеріалів.</i>	<i>15.04.2022 р.</i>	виконано
5	<i>Розрахункова частина</i>	<i>20.04.2022 р.</i>	виконано
6	<i>Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту.</i>	<i>28.04.2022 р.</i>	виконано
7	<i>Технологія машинобудування</i>	<i>31.04.2022 р.</i>	виконано
8	<i>Система управління</i>	<i>10.05.2022 р.</i>	виконано
9	<i>Охорона праці. Охорона довкілля</i>	<i>15.05.2022 р.</i>	виконано
10	<i>Висновки</i>	<i>20.05.2022 р.</i>	виконано
11	<i>Список використаних джерел</i>	<i>25.05.2022 р.</i>	виконано

Здобувач

_____ (підпис)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олександр Трохимчук

(ім'я та прізвище)

Олена Бабанова

(ім'я та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: “Модернізація двоступінчастого стерилізатора горизонтального типу для сипких середовищ продуктивністю 300 кг/год” передбачає покращення процесу теплообміну в паровому безперервному стерилізаторі безперервної дії за рахунок удосконалення будови лопатей на валу перемішувального пристрою, що покращить перемішування висівок під час стерилізації і забезпечить рівномірний розподіл температури.

Під час виконання дипломного проекту було проведено: порівняльний аналіз існуючого обладнання аналогічного призначення, дослідження будови та принципу роботи стерилізатора безперервної дії, було запропоновано та описано оптимальне технічне рішення для досягнення поставленої мети. Також проведено конструктивні розрахунки, кінематичні розрахунки, теплові розрахунки, розрахунки на механічну міцність безперервного стерилізатора для твердого живильного середовища. Викладені основні вимоги до монтажу, експлуатації і ремонту обладнання. Висвітлені питання автоматизації виробничого процесу, охорони праці та техніки безпеки.

Ключові слова: стерилізатор; живильне середовище; лопаті; висівки; збірник-витримувач

ANNOTATION

Diploma project entitled " Modernization of a two-stage horizontal-type serieser for bulk media with performance kilograms per hour" involves improvement of heat transfer in a steam sterilizer continuous improvement by building the blades on the shaft mixers, which will improve the mixing bran during sterilization and ensure even distribution of temperature.

During the execution of the diploma project was conducted: a comparative analysis of existing equipment similar purpose, the study of the structure and the principle of continuous sterilizer, analysis of sources of patent and other scientific and technical documentation based on which, it was suggested and described an optimal technical solution to achieve this goal. Also performed calculations of structural, kinematic calculations, thermal calculations, calculations for mechanical strength sterilizer for solid medium. Basic requirements for the installation, operation and maintenance of equipment were outlined. There were highlighted the issue of automation of the production process, health and safety, environmental protection.

Key words: sterilizer, nutrient medium, blades, bran, collector-holder.

Зміст

Анотація.....	6
Вступ	9
1. Порівняльний аналіз технічних рішень	10
2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування.....	13
3. Характеристика вихідної сировини і готового продукту.....	15
4. Опис запропонованого технічного рішення, принцип роботи обладнання.....	19
5. Вибір конструкційних матеріалів.....	22
6. Розрахункова частина.....	24
7. Технологія виготовлення окремих деталей.....	46
8. Вимоги щодо монтажу, експлуатації, ремонту.....	56
9. Опис блоку управління.....	62
10. Заходи щодо охорони праці, екології.....	65
Висновки.....	67
Список використаної літератури.....	68
Додатки.....	71

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бабанова О.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Трохимчук О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> Зміст	2004.01.ДП.4.7.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 8

ВСТУП

Стерилізація – процес знищення всіх організмів, здатних до розповсюдження (наприклад, бактерії і віруси), з поверхонь матеріалів, що використовуються в біотехнологічних процесах.

Для стерилізації твердих сипких середовищ можуть використовуватись теплові і холодні способи стерилізації. Теплова стерилізація здійснюється, за рахунок оброблення паром.

Серед усіх вищезазначених способів, найбільшого поширення у біотехнологічних процесах, набув спосіб теплового оброблення паром. Цикл теплової стерилізації складається із чотирьох періодів: початкове підігрівання - з моменту ввімкнення стерилізатора до досягнення температури стерилізації; додаткове підігрівання - з моменту досягнення температури стерилізації до встановлення її по всій товщині матеріалу що стерилізується; стерилізація - з моменту встановлення температури стерилізації по товщині всього матеріалу до кінця стерилізації; охолодження - період з моменту вимкнення підігріву до охолодження до потрібної температури. Час циклу стерилізації може бути різним і залежить від апаратного оформлення і способу оброблення середовища.

У даному дипломному проекті розглядається апарат безперервної стерилізації сипкого живильного середовища, що входить до складу комплексу для підготовки сипких середовищ до вирощування мікроорганізмів, в якому процес знищення мікроорганізмів реалізується за рахунок теплової стерилізації

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Вступ	2004.01.ДП.4.7.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 9

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ

На заводах ферментного виробництва коли застосовують камерний спосіб вирощування цвілевих грибів. В кюветах застосовують є кілька типів стерилізаторів для твердих середовищ живильного типу.

Найбільш поширеними є стерилізатори, в яких для стерилізації використовується відкрита пара при надмірному тиску 0,05 МПа.

В деяких комплексах відкритою парою важко стерилізувати тверді сипкі середовища. Ці середовища стерилізують конвективно-радіаційний методом стерилізації за атмосферному тиску.

Як стерилізуючі агенти використовують також неіонізуюче (інфрачервоне, ультрафіолетове), іонізуюче випромінювання (β -частки, рентгенівське випромінювання (X-промені), γ -промені - радіоактивні) та ультразвук. Було встановлено, що при опроміненні дозами 680 тис. ев і вище висівки виходять стерильними. Цвілеві гриби, вирощені на висівках і простерилізовані СВЧ і випромінюванням, має таку ж активність, ніж вирощена на висівках і простерилізованих в автоклаві.

Змішувачі типу СМ. У країнах Європи - Угорщини, Чехословаччини, Німеччини – випускались серійно змішувачі механічні змішувачі типу СМ (рис.1.2) ємністю до 2т л, призначені для перемішування різноманітних сумішей: паст, м'яких кашоподібних, клею і пластичних мас і т. п.

Змішувач - це апарат форми, яка нагадує корито, з якісного металу з напівсферичною закривкою, забезпечений паровою оболонкою. В середині цього змішувача розташовані 2 горизонтально розміщені лопатеві вали, які обертаються в протилежні сторони зі швидкістю 50 і 35 об/хв.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ	2004.01.ДП.4.7.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 10

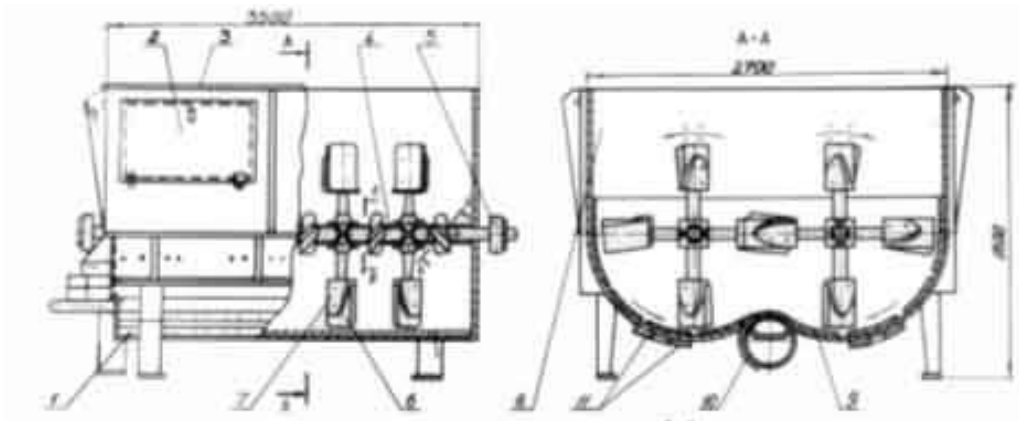


Рис.1.2 Змішувач типу СМ

Вали приводяться до руху через редуктор від електродвигуна. За допомогою гідравлічної схеми і характерного механізму апарат легко перекидається за 30с до 110 °. Робочий тиск, який допускається у сорочці корита апарату 6...10 ат (588...981 кн/м²), що дозволяє вести стерилізацію теплом радіації.

Випробування змішувача типу СМ показали, що стерилізація висівок теплом радіації при періодичному перемішуванні за результатами аналогічна стерилізації безпосередньо паром. *Недоліки апаратів такого типу:* періодичність дії, незручність, мала продуктивність і викидання сировини при перекиданні апарату.

Стерилізатор вертикальний.

Стерилізатор (рис.1.3) являє собою циліндричну конічну ємність і має ємність 1,6 м³, розрахований на стерилізацію висівок вагою 500 кг при зволоженні їх на 30%. Щоб не збиралась конденсація пари на стінках, при якому є налипання висівок, апарат забезпечений паровою сорочкою. Усередині нього по всій висоті проходить перемішувальний пристрій з гвинтоподібними лопостями оригінальної конструкції: нижня частина лопаті розташована горизонтально, а верхня нахилена під деяким кутом. Висівки

рухаються по її похилій площині і переміщуються. Витрата електроенергії на перемішування менше 1 кВт.

Водяна пара підходить в стерилізатор через порожнистий вал і порожню лопать. Вихідний отвір для пари розташований в зоні пересипання висівок і тому не забивається ними, що забезпечує гарний контакт пари з висівками.

В конусному елементі стерилізатора розташоване пристосування, що убезпечує вільне викидання простерилізованих висівок.

Апарат успішно випробуваний в заводських умовах.

Перевага його перед горизонтальним - незначна енергоємність.

Недолік – великі розміри (висота 4,5 м) і періодичність дії.

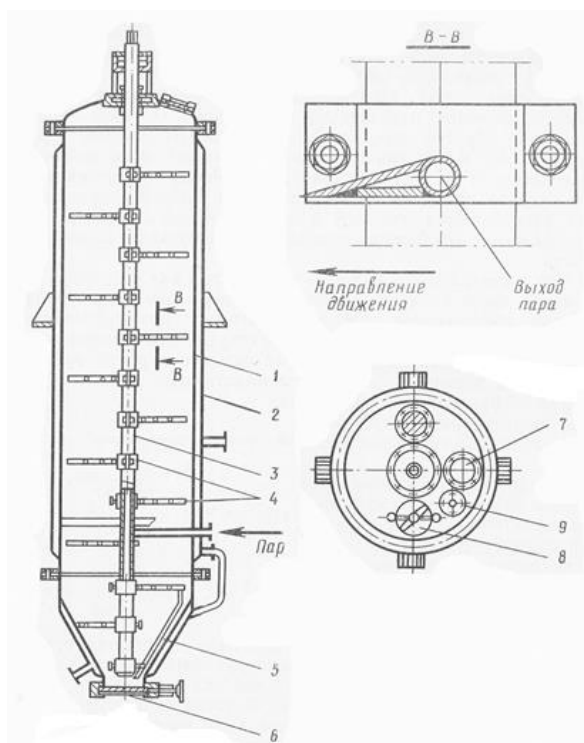


Рис.1.3 Вертикальний стерилізатор: 1 - корпус; 2 – сорочка; 3 – вал;
4 - лопать перемішуюча; 5 - лопать скидаюча; 6 - люк розвантажувальний; 7 - оглядове вікно; 8 - люк завантажувальний; 9 - штуцер для запобіжного клапана

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕМИ ПРОЕКТУ

Фармацевтична та мікробіологічна промисловість - галузь промисловості, в якій виробничі процеси базуються на мікроорганізмах для біосинтезу корисних продуктів. Випускає, ам, вітаміни, антибіотики, ферментні препарати, вірусні і бактеріальні препарати для рослинного захисту від шкідників і хвороб, бактеріальні добрива.

Ферментні препарати досить прискорюють багато технологічних процесів оброблення сільсько-господарської сировини, збільшують вихід і піднімають якість продукції в м'ясній, харчовій, легкій і молочної індустрії, значно збільшують продуктивність праці. Технологічний процес виробництва ферментних препаратів з грибів і бактерій при поверхневому вирощуванні складається із декількох стадій: ведення чистої культури гриба в лабораторних умовах. Приготування матеріалу для посіву та відділення чистої культури; підготовка поживного середовища для виробничої культури; подрібнення готової культури; сушка; упаковка і розфасовка культури бактерії або гриба.

Підготовка поживного середовища – це перемішування інгредієнтів, знезараженні, підготовчому зволоженню, охолодженні простерилізованого середовища і засів її посівної культурою.

При вирощуванні різних мікроорганізмів потрібен різний ступінь термооброблення середовища. На цьому етапі здійснюється оброблення середовища при різних режимах.

При режимах стерилізації, прийнятих для сипучих середовищ, повна стерильність середовища й жорсткі умови стерилізації необхідні у випадку, коли в процесі культивування середовище переміщується або перемішується.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	2004.01.ДП.4.7.002.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 13

Не стерильність середовища в цьому випадку може зробити зараження всієї сировинної маси.

Практика показує, що використання стерилізаторів на мікробіологічних виробництвах демонструє, що оброблене середовище за основний час роботи є неоднорідним і не відповідає вимогам технологічного процесу. Дану проблему частково вирішують багаторазовим обробленням сировини. Відведення більше часу оброблення зумовлює збільшення витрат електроенергії, що є економічно недоцільно, тому, що ціна продукції вища.

З метою модернізації безперервно діючого стерилізатора, зауважимо, що доцільним є покращення процесу перемішування сировини, яка проходить процес стерилізації, адже з посиленням перемішування буде посилений тепло-, та масообмін між частинками середовища, що в результаті забезпечить однорідність і відповідно якість простерилізованого середовища.

В апаратній конструкції, пропоную замінити конструкцію лопастей валу установки. В результаті цих нововведень отримаємо збільшення використання об'єму апарату, а також покращення перемішування, що сприяє інтенсифікації теплообміну, зниження енергоємності підвищення.

3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ І ГОТОВОГО ПРОДУКТУ

Є спосіб вирощування культур пліснявих грибів в металевих камерах, розділених на вертикальні плоскі відсіки-касети: робочі та вентиляційні. В робочі відсіки засипається обсіменінне живильне середовище, і в них відбувається зростання грибної культури. Вентиляційні відсіки розташовані між робочими. У них подається повітря для задоволення біологічної потреби культури в кисні та для відводу тепла, що виділяється.

Схема комплексу з камерами, які розділені на вертикальні касети, представлена на рис. 3.1. Висівки з складу подають в приймальний бункер, з якого норією 1 вони переміщуються в бункер 2. Звідси у міру потреби висівки подають на ваги та далі норією 1 і шнекам 3 - в витратний бункер 4. З бункера висівки дозатором 5 безперервно подаються в стерилізатор 6 безперервної дії, який може працювати також за безперервно цикловою та періодичною схемою.

У стерилізаторі висівки прогриваються до 135 °С через сорочку паром з надлишковим тиском 0,5...0,6 Мн/м². Звідси висівки поступають в збірник-витримувач 7, який також забезпечений паровою сорочкою. Тут висівки додатково підігриваються до 138...140 °С і витримуються заданий час (1...2 год).

Залежно від прийнятого технологічного циклу в збірнику накопичуються 400...500 кг висівок, потім включають в роботу апарат 8 для зволоження і засіву середовища. Продуктивність цього апарату в 2,5 - 3 рази перевищує продуктивність стерилізатора. При переміщенні в апараті 8 висівки охолоджуються, зволожуються до 55...60 %, засіваються чистою культурою, і після перемішування лопатями в останній секції апарату вони направляються

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	Назва, додаткова назва ХАРАКТЕРИСТИКА ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ	2004.01.ДП.4.7.003.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 15	

до вирощувальних камер 10. Посівну культуру вологістю 10...12 % використовують в кількості 0,6 % до маси вихідних висівок з такою ж вологістю.

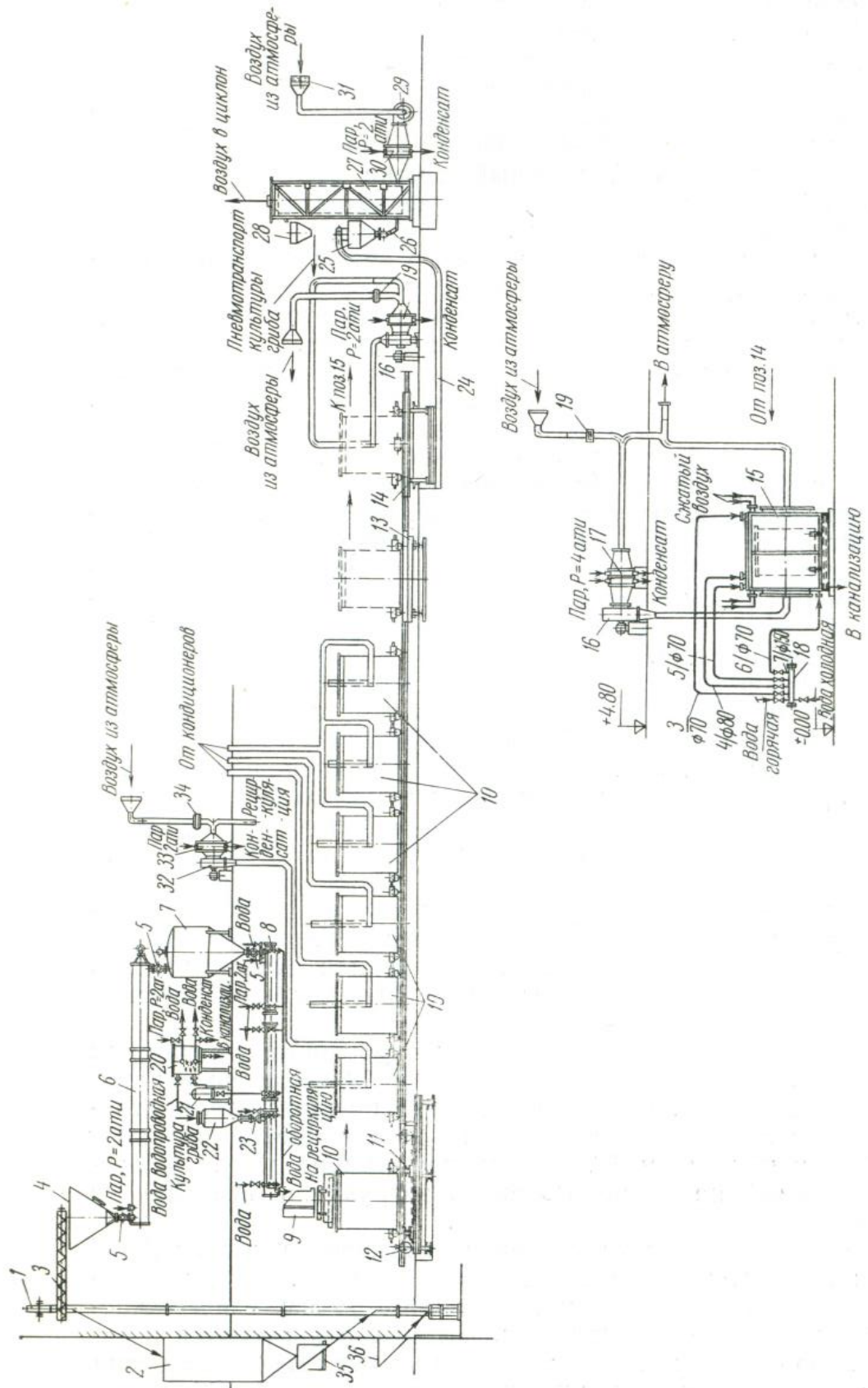


Рис.
3.1.

Апаратурна – технологічна схема комплексу для вирощування культур плесневих грибів в вертикальному шарі: 1 – норія для подачі висівок; 2 – бункер для зберігання висівок ; 3 – шнек; 4 – витратний бункер; 5 – дозатор для висівок;

6 – стерилізатор з паровим обігрівом; 7 – збірник-витримувач; 8 – апарат для охолодження, зволоження та засівання чистої культури; 9 – механізм для розподілення висівок по касетам камер; 10 – камери вирощування висівок в вертикальному шарі; 11 – стіл для завантаження камер; 12 – механічний штовхач камер на лінію вирощування; 13 – вагонетка; 14 – стіл для завантаження камер;

15 – бокс для миття і стерилізації камер; 16 – вентилятор; 17 – калорифер; 18 – водяний колектор; 19 – фільтр для повітря; 20 – апарат для кип'ятіння води; 21 – дозатор для стерильної води; 22 – збірник для культури; 23 – дозатор для культури; 29 – вентилятор; 30- калорифер підігріву повітря; 31 – фільтр для очищення повітря; 32 – вентилятор для подачі теплового повітря; 33 – калорифер; 34 – фільтр для повітря; 35 – ваги; 36 - бункер

Посів здійснюють сухою культурою або суспензією спор. Воду попередньо кип'ятять протягом 90 хв в кип'ятильник 20, розрахованих на повну кількість води, потрібну для зволоження висівок, завантажених в одну камеру 10. Вода нагрівається парою, яка подається у змішувач. Після закінчення стерилізації в цей же змішувач подають воду для охолодження кип'яченої води. Густа маса посівної суспензії надходить в сітчастий стакан, розташований у верхній центральній частині дозатора. Через трубку діаметром 8 мм в сітчастий стакан від компресора подається стерильне повітря і маса перемішується; спори з неї вимиваються і потрапляють у воду, яка омиває сітчастий стакан.

До вершини корпусу дозатора через форсунку діаметром 3,5 мм підводиться стерильне повітря, яким спори рівномірно перемішуються по об'єму води дозатора. Отримана суспензія спор через ротаметр дозується в

стерилізовані висівки, що знаходяться в зволожувачі 8. При сухому посіві подрібнену посівну культуру задають в збірник посівної культури 22, з якого вона дозатором 23 подається в апарат для зволоження і засіву. В останній секції зволожувача висівки перемішуються з посівною культурою і через кінцевий патрубок надходять у вирощувальну камеру 10.

4. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ, ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

Опис запропонованого технічного рішення

В конструкції апарата, ми пропонуємо змінити будову лопатей на валу стерилізатора, тоді отримаємо збільшення використання об'єму апарата, а також покращення процесу перемішування.

Метою модернізації є збільшення ергономічності, економічності, зменшення трудомісткості і підвищення якості приготування продукту.

Це досягається тим, що лопатевий змішувач, горизонтально розміщений лопатевий вал і місцеві лопатки, забезпечений центральними лопатками, жорстко закріпленими на лопатевому валі, на яких побудовані периферійні лопатки, а поверхня кожної центральної і периферійної лопатки розташована відповідно під кутом $\alpha=30...35^\circ$ й $\beta=120...125^\circ$ до площини, перпендикулярної вісі вала, ширина центральних лопаток дорівнює 0,3-0,4 цього радіуса, а висота периферійних лопаток дорівнює являє 0,2-0,3 радіуса робочої поверхні корпусу, відтак відношення поверхневої ширини периферійних лопаток до поверхневої ширини центральних лопаток складає від 1,35 до 1,6.

Лопатевого змішувач зображений на рис 4.4.5.

- При обертанні валу за годинниковою стрілкою лопоті перемішують суміш, одночасно переміщуючи її по двох протилежно направлених потоках: по центральній частині змішувача та по периферійній поверхні. Під дією центральних лопаток 6 суміш переводиться в виважений стан і формується центральний потік, який зміщується вбік подовжнього напрямку, протилежній зоні викидання, і одночасно закручується довкола подовжньої осі. Під дією периферійних лопаток 7 утворюється коловий периферійний потік, який обертається навколо подовжньої осі і також

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	2004.01.ДП.4.7.004.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркулш</i> 19	

рухається по поздовжньому напрямку до зони викидання. В результаті цього будь-яка часточка випробовує вихрові рухи і періодично рухається з одного боку до іншого, що забезпечує краще перемішування інградієнтів.

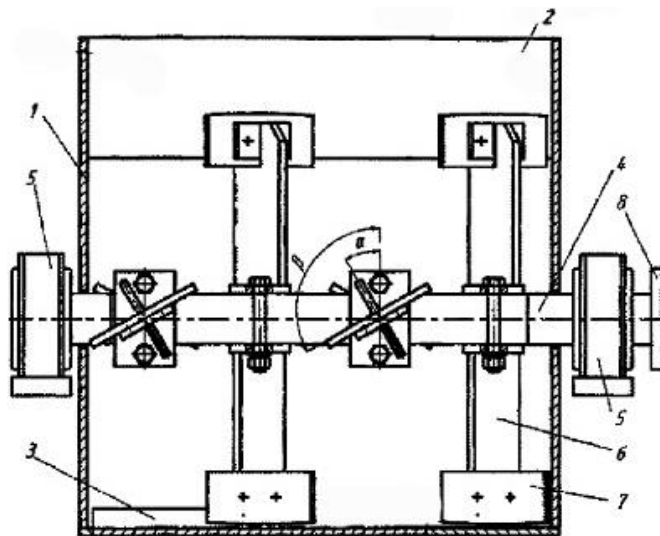


Рис. 4.4.5

Рис 4.5. Лопатевий змішувач: 1 - корпус; 2 - завантажувальний отвір; 3 - вивантажувальний отвір; 4 - лопатевий вал; 5 - підшипникові опори; 6 - центральні лопатки; 7 - периферійні лопатки; 8 - напівмуфта

При даному спектрі співвідношення основних параметрів досягається найкраща робота лопатевого змішувача. Кріплення лопаток, що знаходяться в центрі під кутом $\alpha=30...35^\circ$ в напрямку обертання є найраціональнішим, адже при цих значеннях кута забезпечується приведення суміші в виважений стан і закручування частинок, яке допомагає посиленому перемішуванню.

При куті $\alpha < 30^\circ$ об'єм суміші зменшується, який збуджуваною будь-якою лопастью, і для нормальної роботи необхідно зменшити крок змішувача між лопатями, або збільшити їх кількість, що веде до ускладнення будови змішувальної установки.

При куті $\alpha > 35^\circ$ суміш майже не перетікає в виважений стан, що пригальмовує процес перемішування і збільшує споживання енергії.

Прикріплення лопаток периферійних поверхнях на центральних під кутом $\beta=120\dots125^\circ$ до площини, перпендикулярної до осі валу, забезпечує потрібну швидкість переміщення, достатньо посилене перемішування кільцевого потоку суміші й найменші витрати енергії на перемішування. При куті $\beta<120^\circ$ зменшується швидкість переміщення колового периферійного потоку сировини та зростає витрата енергії на помішування. При куті $\beta>125^\circ$ збільшується швидкість переміщення периферійного потоку, і суміш нерівно розподіляється по змішувачу, нагромаджуючись біля бокової стінки в зоні викидання, що також пригальмовує процес перемішування.

Висота периферійних лопаток, яка рівняється 20-30% радіуса робочої поверхні корпусу, є доцільною, оскільки при більших значеннях зростають витрати на енергію на перемішування, при мінімальних значеннях скорочується масообмін між периферійним коловим потоком і центральним потоком, що пригальмовує хід перемішування.

При ширині поверхні центральних лопаток, що дорівнює 30-40% радіуса робочої поверхні апарату, забезпечується потрібне збудження і перехід суміші в виважений стан. При мінімальних значеннях ширини поверхні збуджується менший об'єм сировини й лопасті потрібно розташовувати ближче одна від одної, що підвищує їх кількість і ускладнює будову змішувача. При великих значеннях ширини центральних лопаток збільшуються витрати на енергію на перемішування і зростає ємність змішувача.

При відношенні ширини периферійних лопаток до ширини центральних лопаток, що дорівнює від 1,35 до 1,6, забезпечується помірний поділ частинок суміші на всій області перемішування.

5. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Фармацевтична та мікробіологічна промисловість через свою специфіку висувають додаткові вимоги при виборі матеріалів. Головна мета – це допуск матеріалів до контактування з лікарськими речовинами. У разі коли не відбувається явного контакту частин установки проектування з лікарськими препаратами, користуються загальними машинобудівними критеріями вибору матеріалу.

До апаратів, що розробляються і використовуються у біотехнологічному виробництві є такі загальні вимоги: технологічні, експлуатаційні, конструктивні, енергетичні, економічні, з охорони праці та техніки безпеки, санітарно-гігієнічні.

Доцільною конструкцією апарату чи машини допускають таку, де фізичні властивості використовуваних матеріалів деталей сконструйовані найбільш правильно для отримання потрібної жорсткості, міцності, зносостійкості при мінімальній собівартості.

Матеріали, які застосовуються в харчовому машинобудуванні при виготовленні стерилізаторів, спричинений такими факторами:

- допустимий контакт з живильним середовищем;
- економічна доцільність застосування;
- вимоги до надійності та довговічності обладнання.

Матеріали, які використовуються для виготовлення біотехнологічної апаратури – це різноманітні метали і сплави (вуглецеві та нержавіючі сталі, титан, алюміній і різні сплави тощо.), неметалеві матеріали (пластмаси, скло, дерево та ін.) і захисні покриття.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	2004.01.ДП.4.7.006.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 22

Найбільше використання для розробки апаратів і машин використали вуглецеві сталі марок Ст. 0 (для відкритих апаратів), Ст. 3 (для апаратів із підвищеним тиском), Ст. 2 (для теплообмінних апаратів), Ст. 4 (вали для перемішувальних пристроїв, барабани для центрифуг).

Виходячи з цього для нашого стерилізатора корпусу (циліндрична частина) я вибрав матеріал – Ст. 3. Листовий прокат - для несучих елементів зварних конструкцій призначених для експлуатації в діапазоні від -40 до +425 °С при змінних навантаженнях. Для лопатей (перемішувальних робочих органів) вибираємо сталь марки Ст. 4.

Ст. 3 містить: вуглецю - 0,14...0,22%, кремнію - 0,05...0,17%, марганцю - 0,4...0,65%, нікелю, міді, хрому - до 0,3%, As - до 0,08%, сірки і фосфору - до 0,05 і 0,04% відповідно.

В залежності від вимог експлуатації, сталь зобов'язана відповідати вимогам ДСТУ 2651:2005/ГОСТ 380-2005.

Сталь 40 - це вуглецева якісна конструкційна сталь виготовляється згідно з ДСТУ 7809:2015. Вуглецева конструкційна сталь 40 відноситься до категорії – машинобудівна сталь. Машинобудівні конструкційні сталі використовуються для виготовлення деталей машин, конструкцій та приладів.

Поміж сплавів металів та самих металів в фармацевтичній промисловості велике застосування набувають деталі та вузли виготовлені з полімерів. Гума відрізняється від інших матеріалів високими еластичними якостями.

6. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

6.1 Конструктивні розрахунки

6.1.1 Розрахунок розмірів безперервно діючого стерилізатора

Робочий об'єм апарата:

$$V_p = \frac{G_0}{\rho_B} = \frac{300}{280} = 1,071 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $G_0 = 300 \text{ кг}$ - маса висівок, що стерилізуються протягом 1-ї години;

ρ_B - густина висівок $\rho_B = 250 \dots 300 \text{ кг/м}^3$.

Об'єм апарату:

$$V_a = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{1,071}{0,6} = 1,785 \text{ м}^3/\text{год}$$

де φ - коефіцієнт заповнення апарата, $\varphi = 0,6 \dots 0,7$.

Діаметр апарата, знайдемо з формули:

$$V_a = \frac{\pi d^2}{4} \cdot l = \frac{\pi d^3}{4} \cdot k \quad (5.1)$$

З формули (5.1)

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_a}{\pi \cdot k}} = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,785}{3,14 \cdot 17,2}} = 0,51 \text{ м}$$

де k - коефіцієнт відношення довжини апарата до його діаметру

$$k = \frac{13,4}{0,78} = 17,2$$

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	2004.01.ДП.4.7.006.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 24

Довжина апарата:

$$l = k \cdot d = 17,2 \cdot 0,51 = 8,77 \text{ м}$$

6.1.2 Розрахунок розмірів збірника-утримувачу

Робочий об'єм апарата:

$$V_p = \frac{G_0}{\rho_B} = \frac{720}{350} = 2,057 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $G_0 = 720 \text{ кг}$ - маса висівок, що заповнюють утримувач;

ρ_B - густина висівок $\rho_B = 350 \dots 400 \text{ кг/м}^3$.

Об'єм апарату:

$$V_a = \frac{V_p}{\varphi} = \frac{2,057}{0,85} = 2,42 \text{ м}^3/\text{год}$$

де φ - коефіцієнт заповнення апарата, $\varphi = 0,75 \dots 0,85$.

Діаметр апарата, знайдемо з формули:

$$V_a = V_u + V_k = \frac{\pi d^2}{4} \cdot H_u + \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot H_k = \frac{\pi d^3}{4} \cdot k + \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi d^3}{4} \cdot k \quad (5.1)$$

де, k - коефіцієнт відношення висоти апарата до його діаметру:

$$k_u = \frac{h_u}{d_u} = \frac{42}{54} = 0,8$$

циліндрична частини

$$k_k = \frac{h_k}{d_k} = \frac{30,5}{54} = 0,6$$

конічної частини

З формули (5.1)

$$d = \sqrt[3]{\frac{V_a}{\pi \cdot 0,25}} = \sqrt[3]{\frac{2,42}{3,14 \cdot 0,25}} = 3,082 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр утримувачу $d = 3100 \text{ мм}$

Тоді

$$h_u = k_u \cdot d_u = 0,8 \cdot 3,082 = 2,465 \text{ м}$$

$$h_k = k_k \cdot d_k = 0,6 \cdot 3,082 = 1,849 \text{ м}$$

6.1.3 Розрахунок теплової ізоляції [12]

В якості матеріалу теплової ізоляції виберемо совеліт (85% магнезії + 15% азбесту), що має коефіцієнт теплопровідності $\lambda_u = 0,098 \text{ Вт/м} \cdot \text{К}$. Приймаємо температуру зовнішньої поверхні ізоляції $t_{cm} = 40^\circ \text{C}$; температуру навколишнього середовища $t_3 = 20^\circ \text{C}$, тоді товщина шару ізоляції визначається:

$$\delta_u = \frac{\lambda_u (t_{z.n.} - t_{cm})}{\alpha_B (t_{cm} - t_3)} = \frac{0,098 \cdot (120 - 40)}{9,53 \cdot (40 - 20)} = 0,041 \text{ м}$$

приймаємо $\delta_u = 45 \text{ мм}$

де α_B – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні ізоляції в навколишнє середовище:

$$\alpha_B = \alpha_K + \alpha_L = 4,18 + 5,35 = 9,53 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де α_K – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією:

$$\alpha_K = 1,7 \cdot \sqrt[4]{t_{cm} - t_3} = 1,7 \cdot \sqrt[4]{40 - 20} = 3,6 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} = 4,18 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де α_L – коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням:

$$\alpha_L = \frac{\varepsilon_n \cdot C_0 \cdot \left[\left(\frac{T_{cm}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right]}{t_{cm} - t_3} = \frac{0,86 \cdot 4,9 \cdot \left[\left(\frac{313}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right]}{40 - 20} = 5,35 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

де $\varepsilon_n = 0,86$ – міра чорноти поверхні ізоляції стерилізатора; $C_0 = 4,9$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла.

6.2 Визначення потужності двигуна приводу лопатевого вала стерилізатора

$$N = \sum_1^z \frac{E_p \cdot v_p + E_o \cdot v_o}{1000} \quad (5.2)$$

де E_p – радіальна складова рівнодіючої сил опору середовища, діюча на вертикальну лопать, що опущена в середовище, в Н; E_o – осьова складова рівнодіючої сил опору середовища, діюча на вертикальну лопать, що опущена у середовище, в Н; v_p – радіальна швидкість точки прикладання рівнодіючої сили опору середовища, діюча на вертикальну лопать, що опущена у середовище, м/сек.; v_o – осьова швидкість швидкість точки прикладання рівнодіючої сили опору середовища, діюча на вертикальну лопать, що занурена у середовище, м/сек; z – кількість лопастей, що водночас опущені у середовище.

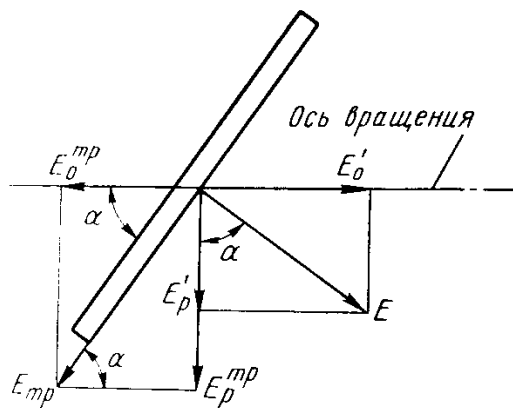


Рис 5.1 Схематичне зображення дії силових факторів

Радіальна складова рівнодіючої сил опору середовища:

$$E_p = E \cdot \cos \alpha + E \cdot \mu \cdot \sin \alpha = j \cdot h \cdot f \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\rho}{2} \right) \cdot (\cos \alpha + \mu \cdot \sin \alpha)$$

$$E_{pЦ} = 3844 \cdot 0,2 \cdot 0,023 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{40}{2} \right) \cdot (\cos 55 + 0,45 \cdot \sin 55) = 76,67 \text{ Н},$$

$$E_{pП} = 3844 \cdot 0,3 \cdot 0,022 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{40}{2} \right) \cdot (\cos 35 + 0,45 \cdot \sin 35) = 129,916 \text{ Н},$$

$$E_p = E_{pЦ} + E_{pП} = 76,67 + 129,916 = 206,586 \text{ Н}$$

де j – об'ємна вага, $j = 3844 \text{ Н/м}^3$; h – середня глибина занурення лопаті,
 $h = (R + r) / 2$, $h_{Ц} = (0,240 + 0,060) / 2 = 0,2 \text{ м}$; $h_{П} = (0,360 + 0,240) / 2 = 0,3 \text{ м}$;

f – площа лопаті

$f = a \cdot b$, $f_{П} = 0,20 \cdot 0,110 = 0,022 \text{ м}^2$, $f_{Ц} = 0,190 \cdot 0,125 = 0,023 \text{ м}^2$; ρ – кут

внутрішнього тертя, $\rho = 40$; μ – коефіцієнт тертя висівок об лопаті,
 $\mu = 0,45$.

Осьова складова рівнодіючої сил опору середовища:

$$E_o = E \cdot \sin \alpha - E \cdot \mu \cdot \cos \alpha = j \cdot h \cdot f \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{\rho}{2} \right) \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha),$$

$$E_{oЦ} = 3844 \cdot 0,2 \cdot 0,023 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{40}{2} \right) \cdot (\sin 55 - 0,45 \cdot \cos 55) = 57,008 \text{ Н},$$

$$E_{oП} = 3844 \cdot 0,3 \cdot 0,022 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45 + \frac{40}{2} \right) \cdot (\sin 35 - 0,45 \cdot \cos 35) = 24,776 \text{ Н}$$

$$E_o = E_{oЦ} + E_{oП} = 57,008 + 24,776 = 81,784 \text{ Н}$$

Радіальна швидкість:

$$v_p = \left(l - \frac{a}{3} \right) \cdot \omega = \left[l - \frac{1}{3} \cdot \left(l - \frac{b}{\cos \Theta} \right) \right] \cdot \omega = \frac{(2 \cdot l \cdot \cos \Theta + b) \cdot \omega}{3 \cdot \cos \Theta},$$

$$v_{pII} = \frac{(2 \cdot 0,2 \cdot \cos \Theta) \cdot 1,67}{3 \cdot \cos \Theta} = 0,223 \text{ м/с}, v_{pI} = \frac{(2 \cdot 0,3 \cdot \cos \Theta) \cdot 1,67}{3 \cdot \cos \Theta} = 0,334 \text{ м/с},$$

$$v_p = v_{pII} + v_{pI} = 0,223 + 0,334 = 0,557 \text{ м/с}$$

де, l – глибина занурення, $l_{II} = 0,2 \text{ м}$, $l_I = 0,3 \text{ м}$

θ – кут поворота лопаті

b – відстань від осі обертання до рівня продукту, $b=0$

ω – кутова швидкість, $\omega = 1,67 \text{ рад/с}$

Осьова швидкість:

$$v_o = v_n \cdot \sin \alpha = v_p \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha,$$

$$v_{oII} = 0,223 \cdot 0,574 \cdot 0,819 = 0,105 \text{ м/с},$$

$$v_{oI} = 0,334 \cdot 0,574 \cdot 0,819 = 0,157 \text{ м/с},$$

$$v_o = v_{oII} + v_{oI} = 0,105 + 0,157 = 0,262 \text{ м/с}$$

За формулою (5.2) знайдемо потужність приводу лопатевого вала:

$$N = \sum_1^{65} \frac{206,586 \cdot 0,557 + 81,784 \cdot 0,262}{1000} = 8,872 \text{ кВт}$$

Вибираємо схему приводного механізму лопатевого валу стерилізатора, яка складається із планетарного мотор-редуктора і втулко-пальцевої муфти, що зображена на рис. 5.2.

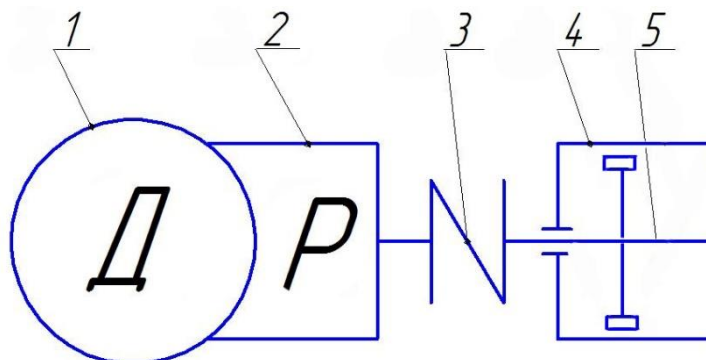


Рис. 5.2 Кінематична схема приводу лопатевого валу стерилізатора: 1 - електродвигун; 2 - адаптер мотор-редуктора; 3 - муфта; 4 - корпус; 5 - лопатевий вал.

Установочну потужність електродвигуна приводу лопатевого валу стерилізатора визначаємо за формулою:

$$N_p = \frac{N}{\eta_{\Pi}} = \frac{8,872}{0,9540} = 9,34 \text{ кВт}$$

де η_{Π} - коефіцієнт корисної дії привода, який розраховуємо

$$\eta_{\Pi} = \eta_m \cdot \eta_{\text{мр}} = 0,99 \cdot 0,96 = 0,9504$$

де η_m - коефіцієнт корисної дії муфти; $\eta_{\text{мр}}$ - коефіцієнт корисної дії мотор-редуктора.

За каталогом обираємо планетарний моторредуктор типу ЗМП-125, з електродвигуном з маркою АІР132М2 потужністю - $N = 11 \text{ кВт}$, та наступними характеристиками: номінальний крутний момент вихідного валу $T = 6428 \text{ Н} \cdot \text{м}$, ККД $\eta = 96\%$, номінальна кількість обертів вихідного валу $n_{\text{вих}} = 1606 / \text{хв}$.

Обраний мотор-редуктор має наступні габаритні і приєднувальні розміри, що показані на рис 5.3.

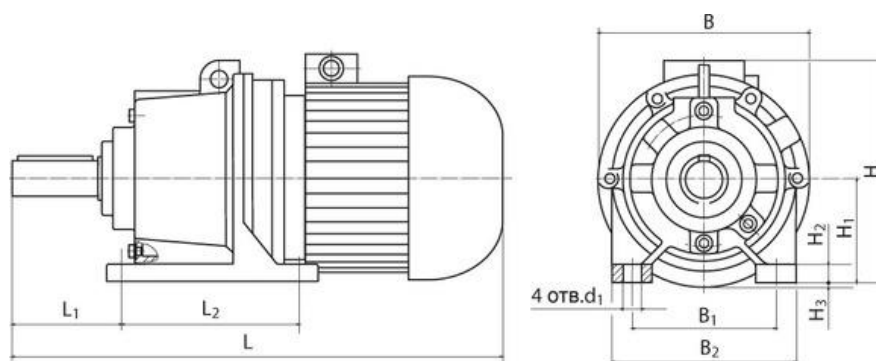


Рис. 5.3 Габаритні і приєднувальні розміри планетарних мотор-редукторів типу ЗМП (у виконанні на лапах)

$L = 1070\text{мм}, L_1 = 270\text{мм}, L_2 = 380\text{мм},$
 $B = 500\text{мм}, B_1 = 400\text{мм}, B_2 = 500\text{мм},$
 $H = 540\text{мм}, H_1 = 275\text{мм}, H_2 = 50\text{мм},$
 $d_1 = 42\text{мм}.$

6.3 Розрахунок кінематичних і силових параметрів привода

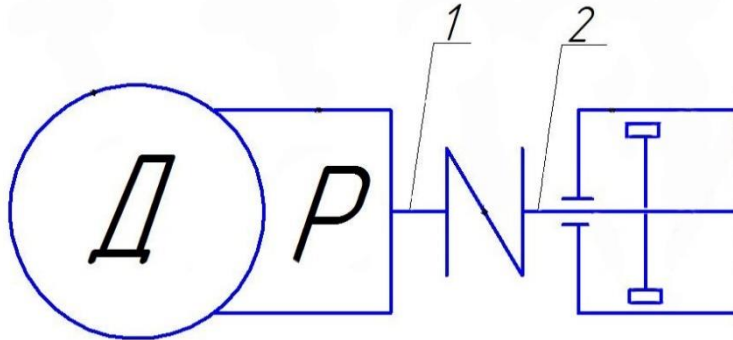


Рис. 5.4 Нумерація валів на кінематичній схемі привода: 1 - вихідний вал мотор-редуктора; 2 - ведений лопатевий вал стерилізатора.

Потужність на валах привода:

$$N_1 = N_{\text{дв.розр.}} \cdot \eta_{\text{мр}} = 9,34 \cdot 0,96 = 8,962 \text{кВт}$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{муфти}} = 8,962 \cdot 0,99 = 8,872 \text{кВт}$$

Частота обертів валів привода:

$$n_1 = n_{\text{вих}} = 160 \text{об/хв}$$

$$n_2 = n_1 = 160 \text{об/хв}$$

Кутова швидкість валів приводів:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 16}{30} = 1,67 \text{рад/с}$$

$$\omega_2 = \omega_1 = 1,67 \text{рад/с}$$

Крутні моменти на валах привода:

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{8,962 \cdot 10^3}{1,67} = 5366 \text{Н} \cdot \text{м}$$

$$T_2 = T_1 \cdot \eta_{\text{муфти}} = 5366 \cdot 0,99 = 5312 \text{Н} \cdot \text{м}$$

Номер вала	N, кВт	n, об/хв	ω , рад/с	T, Н·м
---------------	-----------	----------	---------------------	-----------

1	8,962	16	1,67	5366
2	8,872	16	1,67	5312

6.4 Вибір та розрахунок шпонок

Заздалегідь визначаємо діаметр валу із умови міцності кручення:

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{T}{0,2 \cdot [\tau]}} = \sqrt[3]{\frac{5312}{0,2 \cdot 30 \cdot 10^6}} = 0,096 \text{ м} \quad \text{приймаємо } d_e = 100 \text{ мм.}$$

де $[\tau]$ – допустиме напруження на кручення, приймаємо $[\tau] = 20\text{-}30 \text{ МПа}$

T – крутний момент на лопатевому валу;

Вибираємо шпонку призматичну Ст 5 з округлими торцями, для даного матеріалу $[\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$, $[\tau_{зр}] = 30 \text{ МПа}$, по діаметру валу $d_e = 100 \text{ мм}$, для якої по ГОСТ 10748-79 вибираємо параметри: $b = 28 \text{ мм}$; $h = 16 \text{ мм}$; $t_1 = 10 \text{ мм}$; $l = (80 - 320) \text{ мм}$.

Шпонку розраховуємо за умовою міцності на зминання від крутного моменту, а перевірочний розрахунок ведемо по напруженнях зрізу.

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T_{KP}}{h \cdot l_p \cdot (h - t_1)} \leq [\sigma_{зм}] \quad (5.3)$$

$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot T_{KP}}{d \cdot b \cdot l} \leq [\tau_{зр}] \quad (5.4)$$

де l_p - робоча довжина шпонки, яка дорівнює прямолінійній робочій частині бокової грані і визначається:

$$l_p \geq \frac{2 \cdot T_{KP}}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma_{зм}]} \geq \frac{2 \cdot 5312 \cdot 10^3}{100 \cdot (16 - 10) \cdot 150} \geq 118,044 \text{ (мм)}$$

Тоді за формулою (5.3): $\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 5312 \cdot 10^3}{100 \cdot 118,044 \cdot (16 - 10)} = 150 \leq [\sigma_{зм}] = 150 \text{ МПа}$;

Також для даних шпонок має місце рівність:

$$l_p = l - b$$

$$l = l_p + b$$

$$l = 118,044 + 28 = 146,044$$

Приймаємо $l = 160 \text{ мм}$

Тоді за формулою (5.4):
$$\tau_{зр} = \frac{2 \cdot 5312 \cdot 10^3}{100 \cdot 28 \cdot 160} = 23,714 \leq [\tau_{зр}] = 30 \text{ МПа.}$$

Умови виконуються, тож залишаємо обрану шпонку.

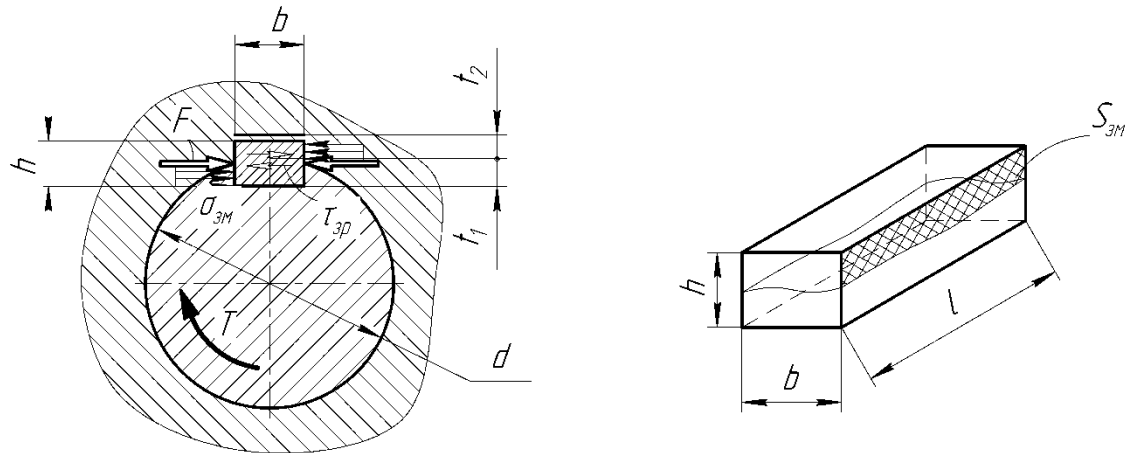


Рис. 5.5 Ескіз шпонкового з'єднання

6.5 Вибір та розрахунок муфти

Завчасно будемо вибирати пружну муфту за ГОСТ 21424-75, адже така муфта має просту конструкцію, зручна в установці і її демонтажі, є електроізолюваною. Отже дану муфту підбираємо виходячи з діаметра вала $d_v = 100 \text{ мм}$ та крутного моменту $T = 5312 \text{ Н} \cdot \text{м}$, обрана муфта має наступні характеристики: $T_{ном муфти} = 8000 \text{ Н} \cdot \text{м}$; $D = 400 \text{ мм}$; $D_1 = 300 \text{ мм}$;

$$L = 432 \text{ мм}; l_{BT} = 75 \text{ мм}; d_{II} = 38 \text{ мм}; d_O = 75 \text{ мм}; z = 10 \text{ шт}$$

Муфту ПВП перевіряємо на зминання за формулою:

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot T}{z \cdot D_1 \cdot d_{II} \cdot l_{BT}} \leq [\sigma_{зм}]$$

$$\sigma_{зм} = \frac{2 \cdot 5312 \cdot 10^3}{10 \cdot 300 \cdot 38 \cdot 75} = 1,243 \text{ МПа}$$

Отже, умова виконується напруження зминання $\sigma_{зм}$ не перевищує допустимого

значення $[\sigma_{зм}] = 2 \text{ МПа}$. Залишаємо попередньо вибрану муфту ПВП.

6.6. Тепловий розрахунок безперервнодіючого стерилізатора

Вихідні дані:

Продуктивність парового стерилізатора з врахуванням початкової вологості висівок $w = 10\%$ складає $G_0 = 360 \text{ кг}^2 / 200 \text{ д}$;

Початкова температура висівок $t_0 = 20^\circ \text{C}$

Вологість простерилізованих висівок $w_1 = 2\%$

Об'єм проміжного збірника-утримувача висівок $8,1 \text{ м}^3$.

Температура стерилізації висівок 120°C .

Тиск пари в сорочці $0,3 \text{ МПа}$.

Розрахуємо витрати тепла на стерилізацію висівок:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad (5.1)$$

де Q_1 - витрати тепла на висушування висівок і нагрівання і нагрівання їх до 120°C ; Q_2 - витрати тепла на прогрівання металу стерилізатора і ізоляції; стерилізація здійснюється безперервно, тому на прогрівання металу тепло витрачається тільки на початку циклу роботи стерилізатора; при визначенні годинної витрати тепла протягом безперервного циклу складова Q_2 не враховується; Q_3 - витрати тепла на компенсацію втрат тепла поверхнею стерилізатора в навколишнє середовище.

Визначаємо витрату пари на висушування і нагрівання висівок:

$$Q_1 = q_1 + q_2 + q_3 = 13393,2 + 20340 + 3605 = 37338,2 \text{ Вт}$$

де q_1 - тепло, що витрачається на нагрівання висівок від початкової температури $t_0 = 20^\circ C$ до $100^\circ C$:

$$q_1 = \frac{G_0}{3600} \cdot c \cdot (100 - t_0) = \frac{360}{3600} \cdot 1674,4 \cdot (100 - 20) = 13395,2 \text{ Вт}$$

де $G_0 = 360 \text{ кг}$ - маса висівок, що стерилізуються протягом 1-ї години.

c - теплоємність висівок при середній температурі і вологості визначається

$$t_{cp} = \frac{t_0 + 100}{2} = \frac{20 + 100}{2} = 60^\circ C$$

$$w_{cp} = \frac{w_0 + w_1}{2} = \frac{10 + 2}{2} = 6\%$$

по формулі:

$$\begin{aligned} c &= 2,86 \cdot 10^{-1} + 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot t_{cp} + 1,75 \cdot 10^{-3} \cdot w_{cp} + 10^{(0,03 \cdot w_{cp} - 2,5)} = \\ &= 2,86 \cdot 10^{-1} + 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 60 + 1,75 \cdot 10^{-3} \cdot 6 + 10^{(0,03 \cdot 6 - 2,5)} = 0,4 \text{ ккал} / (\text{кг} \cdot \text{град}) = \\ &= 1674,4 \text{ Дж} / (\text{кг} \cdot \text{град}). \end{aligned}$$

q_2 - тепло, що витрачається протягом 1-ї години на випаровування вологи із висівок при атмосферному тиску.

$$q_2 = \frac{W_q}{3600} \cdot r = \frac{32,4}{3600} \cdot 2260 = 20340 \text{ Вт}$$

де W_q - кількість вологи, що випаровується протягом 1-ї години.

$$W_q = G_0 - G_0 \cdot \left(\frac{100 - w_0}{100 - w_1} \right) = 360 - 360 \cdot \left(\frac{100 - 10}{100 - 2} \right) = 32,4 \text{ кг} / \text{год}$$

r - прихована теплота пароутворення; при атмосферному тиску:
 $r = 2260 \text{ кДж} / \text{кг}$

q_3 - кількість тепла необхідна для прогрівання маси висівок від 100°C до 120°C :

$$q_3 = \frac{G_1}{3600} \cdot c_c \cdot (120 - 100) = \frac{327,6}{3600} \cdot 1981 \cdot (120 - 100) = 3605 \text{ Вт}$$

де G_1 - маса висівок після випаровування вологи:

$$G_1 = G_0 - W_{\text{ч}} = 360 - 32,4 = 327,6 \text{ кг/год}$$

c_c - теплоємність сухої маси висівок при температурі, що перевищує 100°C , можна визнати за формулою:

$$c = 2,86 \cdot 10^{-1} + 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot t_{\text{cp}} = 2,86 \cdot 10^{-1} + 1,7 \cdot 10^{-3} \cdot 110 = 0,473 \text{ ккал/(кг} \cdot \text{град)} =$$

$$= 1980 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}.$$

де $t_{\text{cp}} = \frac{120 + 100}{2} = \frac{120 + 100}{2} = 110^\circ\text{C}$

Визначимо витрати тепла на компенсацію втрат тепла поверхнею стерилізатора в навколишнє середовище.

$$Q_3 = \alpha_{\text{сум}} \cdot F \cdot (t_{\text{ст}} - t_3) = 9,53 \cdot 34,74 \cdot (40 - 20) = 6621 \text{ Вт}$$

де F - поверхня тепловипромінювання визначається за формулою:

$$F = \pi \cdot D_3 \cdot l = 3,14 \cdot 0,922 \cdot 12 = 34,74 \text{ м}^2$$

D_3 - зовнішній діаметр поверхні ізоляції;

l - активна довжина тепло випромінюючої частини.

Сумарний коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої стінки стерилізатора в навколишнє середовище:

$$\alpha_{\text{сум}} = \alpha_k + \alpha_l = 4,18 + 5,35 = 9,53 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{град)}$$

де α_k - коефіцієнт тепловіддачі конвекцією:

$$\alpha_k = 1,7 \cdot \sqrt[4]{t_{cm} - t_3} = 1,7 \cdot \sqrt[4]{40 - 20} = 3,6 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}) = 4,18 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})$$

де t_{cm} - температура зовнішньої поверхні ізоляції $t_{cm} = 40^\circ \text{C}$;

t_3 - температура навколишнього середовища $t_3 = 20^\circ \text{C}$.

α_l - коефіцієнт тепловіддачі випромінюванням

$$\alpha_l = \frac{\varepsilon_n \cdot C_0 \cdot \left[\left(\frac{T_{cm}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_3}{100} \right)^4 \right]}{t_{cm} - t_3} = \frac{0,86 \cdot 4,9 \cdot \left[\left(\frac{313}{100} \right)^4 - \left(\frac{293}{100} \right)^4 \right]}{40 - 20} = 4,6 \text{ ккал} / (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}) = 5,35 \text{ Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{град})$$

де $\varepsilon_n = 0,86$ – міра чорноти поверхні ізоляції стерилізатора;

$C_0 = 4,9$ – коефіцієнт випромінювання абсолютно чорного тіла.

Отже знайдемо сумарну витрату тепла на стерилізацію при роботі по безперервному циклі:

$$Q = Q_1 + Q_3 = 37338,2 + 6621 = 43959,2 \text{ Вт}$$

6.7. Розрахунок витрат пари на стерилізацію висівок

Витрати пари на стерилізацію висівок знайдемо за формулою:

$$G_{II} = \frac{Q}{I_{II} - I_K} = \frac{43959,2}{2740 \cdot 10^3 - 558,9 \cdot 10^3} = 0,0201 \text{ кг} / \text{сек} = 72,36 \text{ кг} / \text{год}$$

Пар насичений, надлишковий тиск $P = 0,3 \text{ МПа}$;

$$\text{Ентальпії: } I_{II} = 2740 \text{ кДж} / \text{кг}, \quad I_K = 558,9 \text{ кДж} / \text{кг}, \quad t_{нас} = 133,9^\circ \text{C}$$

Визначимо витрати пари на компенсацію втрат тепла поверхнею ізоляції утримувача в навколишнє середовище.

Втрати тепла випромінюванням:

$$Q_3' = \alpha_{сум} \cdot F \cdot (t_{cm} - t_3) = 9,53 \cdot 20,11 \cdot (40 - 20) = 3833 \text{ Вт}$$

Оскільки поверхня витримувала також покрита тепловою ізоляцією, то тут

t_{cm} - температура зовнішньої поверхні ізоляції $t_{cm} = 40^{\circ}C$;

t_3 - температура навколишнього середовища $t_3 = 20^{\circ}C$.

F - поверхня тепловипромінювання:

$$F = F_{ц} + F_{к} = 13,098 + 7,01 = 20,11 м^2$$

Витрати пари на компенсацію теплових втрат утримувачем:

$$G_{п.в} = \frac{Q_3'}{I_{п} - I_{к}} = \frac{3833}{2740 \cdot 10^3 - 558,9 \cdot 10^3} = 0,00176 \text{ кг/сек} = 6,34 \text{ кг/год}$$

Пар насичений, надлишковий тиск $P=0,3 \text{ МПа}$;

Ентальпії: $I_{п} = 2740 \text{ кДж/кг}$, $I_{к} = 558,9 \text{ кДж/кг}$

Розрахуємо повну витрату пари на стерилізаційну установку:

$$G_{с.у} = G_{п} + G_{п.в} = 72,36 + 6,34 = 78,7 \text{ кг/год}$$

Питомі витрати пари на стерилізацію 1 кг висівок:

$$G_1 = \frac{G_{с.у}}{G_0} = \frac{78,7}{360} = 0,218 \text{ кг/год}$$

6.8. Визначення площі теплообміну стерилізатора

Необхідну площу теплообміну знаходимо із основного рівняння теплопередачі:

$$F = \frac{Q_1}{k_{cm} \Delta t_{cp}} = \frac{37338,2}{3,6 \cdot 60 \cdot 20,67} = 8,362$$

де Q_1 – тепло, що передається середовищу на протязі 1 год.; $Q_1=37338,2$
вт

k_{cm} – сумарний коефіцієнт теплопередачі у стерилізаторі; по експериментальним даним $k_{cm}=60$ *вт/(м² ·град)*.

Середню логарифмічну різницю температур визначимо за формулою

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_{ct} - t_1) - (t_{ct} - t_2)}{2,3 \lg \frac{t_{cm} - t_1}{t_{cm} - t_2}} = \frac{(133,9 - 20) - (133,9 - 120)}{2,3 \lg \frac{133,9 - 20}{133,9 - 120}} = 20,67$$

де t_{ct} – температура стінки парової сорочки – приймається нижче температури насичення; $t_{ct}=133,9^\circ\text{C}$;

t_1 – початкова температура стружки; $t_1=20^\circ\text{C}$;

t_2 – кінцева температура стружки; $t_2=120^\circ\text{C}$.

Активна поверхня теплообміну

$$F = \pi D_{\text{вн}} \cdot L = 3,14 \cdot 0,438 \cdot 12 = 27,959 \text{ м}^2,$$

де $D_{\text{вн}}$ – внутрішній діаметр корпусу стерилізатора; $D_{\text{вн}}=0,438\text{м}$;

L – активна довжина тепло передаючої частини корпусу стерилізатора;
 $L=7,650\text{м}$.

6.9. Розрахунок стерилізатора на механічну стійкість

Розраховуємо корпус стерилізатору на міцність коли внутрішній тиск досягає $0,2\text{МПа}$ під час дезінфекції самого апарату при дії зовнішнього надмірного тиску в сорочці стерилізатора під час процесу стерилізації матеріалу.

6.9.1. Розрахунок товщини стінки корпусу стерилізатора на міцність при дії внутрішнього тиску 0,2МПа.

Готова труба буде підходити для корпусу стерилізатора, діаметром 438х6мм (ГОСТ 4015-58)

Внутрішній діаметр корпусу $D_{\text{вн}}=438\text{мм}$, товщина стінки труби $S=2\text{мм}$;

Визначаємо допустиму товщину стінки корпусу апарату при внутрішньому тиску $P=0,2\text{МПа}$ за формулою

$$S = \frac{P \cdot D_{\text{вн}}}{2,3 \cdot \varphi \cdot [\sigma_p] - P} + C = \frac{0,2 \cdot 10^6 \cdot 0,438}{2,3 \cdot 0,9 \cdot 99,4 \cdot 10^6 - 0,2 \cdot 10^6} + 0,003 = 0,00372\text{м} = 3,7\text{мм}$$

де φ – коефіцієнт міцності зварного шва; $\varphi=0,9$.

$[\sigma_p]$ – допустиме напруження матеріалу стінки на розтяг Ст 3 ГОСТ 380-60

$$\sigma_s = \frac{373 \cdot 10^6}{3,75} = 99,4\text{МПа}$$

Прибавку на розрахункову товщину стінки на спрацювання, мінусові допуски по товщині металу стінки та інші приймаємо рівними 3 мм. Дійсна товщина стінки 6 мм відповідає вимогам надійності.

6.9.2 Розрахунок товщини стінки корпусу стерилізатора на міцність при дії зовнішнього тиску 0,3МПа.

При дії надлишкового зовнішнього тиску може деформуватися внутрішній циліндричний корпус.

Розрахунок відбувається на стійкість форми циліндричного корпусу, на який впливає зовнішній тиск. Згідно з нормами для вуглецевих сталей марок Ст 2, Ст 3, Ст 15 і Ст 20 при тиску до 2,94 МПа і температурі середовища до 350°C товщина стінки циліндричного корпусу може бути визначена за номограмою.

Для даного випадку

$$p_{кр} = m p_p = 4 \cdot 3,1 = 12,4 \text{ кг/см}^2 \text{ (1,22 МПа)}$$

$$P_p = 0,3 \text{ МПа} = 3,1 \text{ кг/см}^2$$

Де $p_{кр}$ - критичний зовнішній тиск, що викликає втрату стійкості форми апарату;

m – коефіцієнт запасу міцності; $m=4$;

p_p – робочий тиск пари у сорочці апарата; $p_p=3,1 \text{ кг/см}^2 \text{ (0,31 Мн/м}^2)$

Відношення довжини до діаметру апарата з сорочкою

$$\frac{L}{D_H} = \frac{4180}{438} = 5,54$$

Згідно з номограмою що зображена на рис 4.6

$$\frac{S}{D_H} = 0,011$$

$$S = D_H \cdot 0,011 = 438 \cdot 0,011 = 8,294 \text{ мм}$$

де L – довжина секції апарата з сорочкою; $L=3180 \text{ мм}$;

D_H – зовнішній діаметр апарата; $D_H=438 \text{ мм}$.

Приймаємо товщину стінки рівною 8мм.

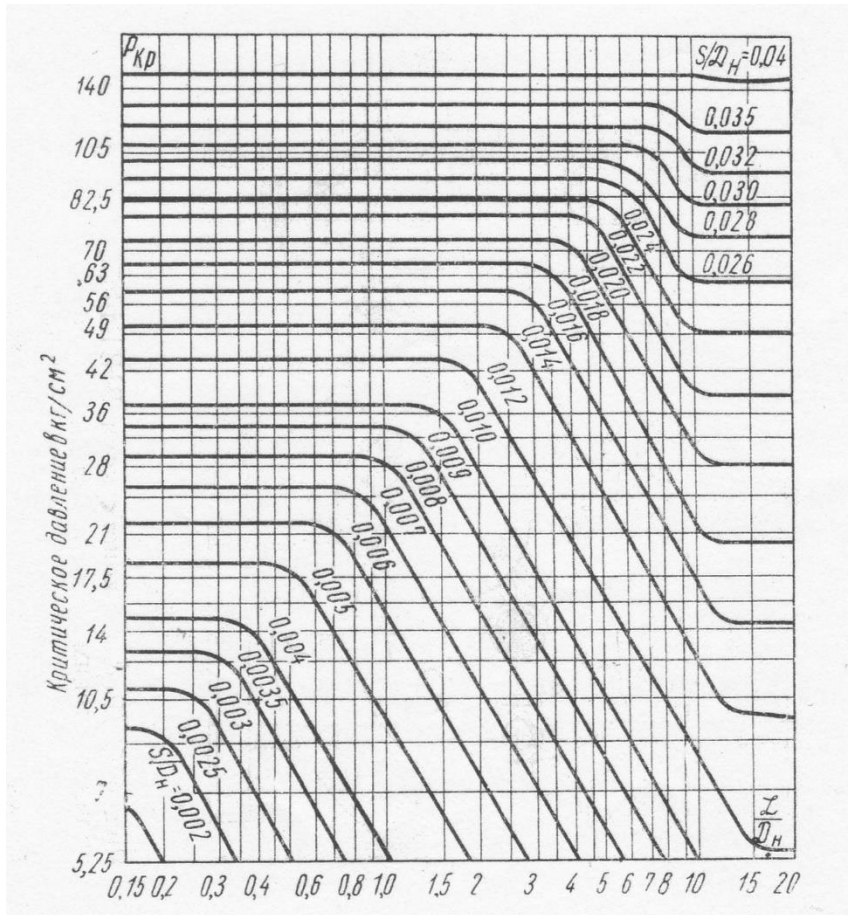


Рис 5.6. Номограма для визначення відношення $\frac{S}{D_H}$ [1]

6.9.3 Розрахунок зовнішньої стінки сорочки стерилізатора на механічну стійкість

Внутрішній діаметр сорочки $D_{BH}=520\text{мм}$. Робочий тиск пари у сорочці $p=0,3\text{МПа}$

Товщина стінки:

$$S = \frac{p \cdot D_{BH}}{2,3 \cdot \varphi \cdot \sigma_p - p} + C = \frac{0,3 \cdot 0,820}{2,3 \cdot 0,9 \cdot 99,4 - 0,3} + 0,001 = 0,0022\text{м} = 2,2\text{мм}$$

Беремо товщину стінки $S=6\text{мм}$, яка забезпечує надійність і жорсткість кріплення до оболонки арматури і трубопроводів.

6.9.4 Розрахунок на міцність циліндричної частини корпусу проміжного збірника - утримувача

Товщину корпусу збірника – утримувача визначаємо виходячи з робочого циклу при стерилізації апарата $p=0,2\text{МПа}$, внутрішній діаметр $D_{\text{вн}}=2192\text{мм}$. Матеріал Ст 3 ГОСТ 380-60; $[\sigma_p]=99,4\text{МПа}$.

Товщина стінки циліндричної обичайки

$$S = \frac{0,2 \cdot 2,192}{2,3 \cdot 0,9 \cdot 99,4 - 0,2} + 0,001 = 0,00313\text{м}$$

Приймаємо товщину стінки $S=4\text{мм}$.

6.9.5 Розрахунок верхньої кришки збірника - утримувачу

Кришка – сферичної форми, відбортована.

Товщину стінки випуклої кришки визначаємо по формулі

$$S = \frac{p \cdot R_{\text{ср}} \cdot \omega}{2 \cdot \sigma_{\text{зг}} \cdot \varphi} = \frac{0,2 \cdot 1,4 \cdot 1,45}{2 \cdot 98,1 \cdot 0,9} + 0,001 = 0,0033$$

де p – робочий тиск пари при стерилізації апарата; $p=0,2\text{МПа}$;

$R_{\text{ср}}$ – середній радіус сфери; $R_{\text{ср}}=140\text{см}$;

ω – коефіцієнт перенапруження, що визначається по графіку (див. Довідник Котлонадзору, стор. 373-374); $\omega=1,45$;

$\sigma_{\text{зг}}$ – розрахункова напруга на вигин; $\sigma_{\text{зг}}=98,1\text{ Н/м}^2$;

φ – коефіцієнт міцності зварювального шву; $\varphi=0,9$.

Приймаємо $S_{\text{сф}}=4\text{мм}$.

6.9.6. Розрахунок конічного днища збірника - утримувача

Товщину стінки конічного днища збірника – утримувача визначаємо за формулою

$$S = \frac{D_k \cdot p_p}{2 \cdot [\sigma] \cdot \cos \alpha \cdot \varphi} + C$$

$$S = \frac{1971 \cdot 0,2}{2 \cdot 98,1 \cdot 0,829 \cdot 0,9} + 0,002 = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ см} = 0,0047 \text{ м.}$$

де D_k – діаметр конуса у світлі; $D_k=1971$ мм.; D_k приймається на відстані $a \approx 10S$ від широкого кінця конусної обичайки;

p_p – робочий тиск; $p_p=0,2$ МПа;

$[\sigma]$ – допустима напруга металу; $[\sigma]=98,1$ МН/м²

α – половина центрального кута конуса; $\alpha=34^\circ$; $\cos 34^\circ=0,829$;

φ – коефіцієнт міцності поздовжнього шву; $\varphi=0,9$.

Приймаємо $S_{\text{кон}}=6$ мм.

6.9.7. Розрахунок утримувача на зовнішній тиск

Циліндрична частина корпусу утримувачу має парову сорочку. Для стійкості корпусу циліндра від зовнішнього тиску коли невеликій товщині стінки – корпус має кільця жорсткості. По висоті корпусу ($L=1760$ мм) розміщені три кільця жорсткості. Відстань між кільцями жорсткості $L^*=440$ мм. Відношення

$$\frac{L^*}{D_H} = \frac{440}{2200} = 0,2$$

де D_H – зовнішній діаметр корпусу; $D_H=2200$ мм.

$p=0,3$ МПа (3,1 кг/см²)

Критичний тиск

$$p_{кр} = m \cdot p = 4 \cdot 3,1 = 12,4 \text{кГ} / \text{см}^2$$

де m – коефіцієнт запасу міцності утримувачу; приймаємо $m=4$.

По значенням $\frac{L}{D_H}$ і $p_{кр}$ за номограмою котлонадзору знаходимо

$$\frac{S}{D_H} = 0,0033$$

Звідси товщина стінки:

$$S = 0,0033 \cdot 2200 = 7,26 \text{мм}$$

Маємо товщину стінки циліндра $S=8\text{мм}$, з такою товщиною він буде надійно працювати при надлишковому тиску в сорочці у $0,3\text{МПа}$.

Для порівняння визначимо, якою повинна бути товщина стінки утримувачу при відсутності кілець жорсткості:

$$\frac{L}{D_H} = \frac{1760}{2200} = 0,8$$

Для даних умов по номограмі рис 4.6

$$\frac{S}{D_H} = 0,005$$

Звідси товщина стінки

$$S = 0,005 \cdot D_H = 0,005 \cdot 2200 = 11 \text{мм}$$

7. ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ОКРЕМИХ ДЕТАЛЕЙ

7.1. Вибір деталі та обґрунтування вибору матеріалу

Багато деталей і вузлів різноманітного технологічного обладнання на заводах та підприємствах харчової промисловості контактують з середовищем яке створили харчові продукти.

Багато чинників в харчовій промисловості впливають на особливі правила вибору матеріалів для конструкцій і їх призначення на окремих ділянках апарату чи машини.

Моя деталь являється деталлю типу «вал», є тілом обертання і має на своїй поверхні три шпоночні пази. Деталь контактує з різноманітними агресивними середовищами і матеріал з якого буде вироблятися вал дозатора для висівок, не володіє спеціальними якостями.

Судячи з дослідження характеристик середовища в якому працює вал та усіх чинників, які впливають на роботу валу та враховуючи особливості тих чи інших матеріалів для виготовлення даної деталі найкраще підходить сталь 45 ГОСТ 1050-88.

7.2. Перевірка валу на надійність, взаємозамінність та довговічність

Розглядаючи роботу механізму та роботу його основних механізмів та вузлів, окремо вибрані деталі можна згрупувати за характером роботи, призначенням і формою, та іншими властивостями. Такий підхід дає змогу впорядкувати запасні частини та комплектуючі.

Розглянувши особливості роботи валу збоку зносостійкості і надійності, можна зрозуміти, що чинниками, які впливатимуть на його роботу будуть крутний момент та місцеві навантаження. Сталь 45 ГОСТ 1050-88, з якої виготовлений вал нормально реагує на температурні коливання, може мати малу чутливість до впливу зосередження зовнішніх напружень під час

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Бойко Ю.І.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Трохимчук О.В.	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ	200401.ДП.4 7.007.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 46

циклічних навантажень.

7.3. Розроблення робочого креслення валу

За допомогою САД-систем і відповідних стандартів буде розроблятися робоче креслення корпусу підшипника станції.

Коли будуть визначені всі параметри валу, вибору матеріалу виготовлення, визначення всіх допусків та посадок приступаємо до виготовлення робочого креслення валу.

Креслення деталі – це конструкторський документ, який містить розміри, зображення деталі та інші дані, які необхідні для її створення. Цей документ містить технічні вимоги, дані про матеріал та іншу доцільну інформацію.

На початку роботи і розробки креслення визначаємо конструкторську програму в якій буде створюватись креслення. Для виконання застосовуємо програму COMPAS; формат аркушу встановити А3.

На початку креслення буде рамка в якій буде знаходитись креслення, потім зображуємо ескіз валу. На кресленні деталі проставляємо всі необхідні для розміри та всі необхідні для розуміння креслення написи. зробити необхідні перерізи або види, якщо на кресленні деталі деякі елементи не видно.

7.3. Розроблення технологічного маршруту виготовлення валу [11]

№	Назва операції, переходу:	Інструмент та обладнання:	Мірильний ін-мент
10	Заготівельна. Відрізати заготовку з прокату Ø50, l=609 мм	Відрізний верстат	
20	Фрезерно-центровальна.УЗЗ	Фрезерно-центрувальний верстат 2Г942.14, лещата	
20 1	Торцювати торці заготовки	Фрези D=60 мм, P6M5	ШЦ-1
20 2	Свердлити отв. Ø4	Центрувальні свердла Ø4, P6M5	ШЦ-1
30	Токарна. УЗЗ	Верстат 16К20; поводковий патрон, центри, люнет рухомий	
30 1	Точити пов. Ø45, l=285 напівчистове з припуском під шліфування	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1
30 2	Точити пов. Ø40, l=45 напівчистове з припуском під шліфування	Різець упорний правий, φ=90°, T15K6	ШЦ-1
30 3	Точити пов. Ø35, l=100 напівчистове з припуском під шліфування	Різець упорний правий, φ=90°, T15K6	ШЦ-1
30 4	Точити пов. Ø25, l=5	Різець упорний правий, φ=90°, T15K6	ШЦ-1
30 5	Точити пов. Ø16, l=25	Різець упорний правий, φ=90°, T15K6	ШЦ-1
30 6	Точити фаску 0.7x45°	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1
30 7	Точити різьбу М16, l=25	Різець різьбовий, T15K6	Різьбова калібр М16
30 8	Точити фаску 2x45°	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1
40	Токарна. УЗЗ	Верстат 16К20; поводковий патрон, центри, люнет	
40 1	Точити пов. Ø40, l=130 напівчистове з припуском під шліфування	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1

40 2	Точити пов. Ø16, l=25	Різець упорний правий, φ=90°, T15K6	ШЦ-1
40 3	Точити фаску 0.7x45°	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1
40 4	Точити різьбу M16, l=20	Різець різбовий, T15K6	Різьбова калібр M16
40 5	Точити фаску 2x45°	Різець прохідний відігнутий правий , φ=45°, T15K6	ШЦ-1
50	Фрезерна. УЗЗ	Шпоочно-фрезерний верстат 692Р, спеціальний пристрій	
50 1	Фрезерувати шпоночний паз b=10 мм	Шпонкова фреза, Ø10, T5K10	ШЦ-1
60	Фрезерна. УЗЗ	Шпоочно-фрезерний верстат 692Р, спеціальний пристрій	
60 1	Фрезерувати шпоночний паз b=14 мм	Шпонкова фреза, Ø14, T5K10	ШЦ-1
70	Фрезерна. УЗЗ	Шпоочно-фрезерний верстат 692Р, спеціальний пристрій	
70 1	Фрезерувати шпоночний паз b=12 мм	Шпонкова фреза, Ø12, T5K10	ШЦ-1
80	Шліфувальна. УЗЗ	Круглошліфувальний верстат 3М132В, поводковий патрон, центри	
80 1	Шліфувати пов. Ø40k6, l=45 начорно	Шліфувальний круг Э825С2К5ПП 150x12x32	Калібр Ø40k6
80 2	Шліфувати пов. Ø40k6, l=45 начисто	Шліфувальний круг Э825С2К5ПП 150x12x32	Калібр Ø40k6
80 3	Шліфувати пов. Ø35f8, l=100	Шліфувальний круг Э825С2К5ПП 150x12x32	Калібр Ø35f8
90	Шліфувальна. УЗЗ	Круглошліфувальний верстат 3М132В, поводковий патрон, центри	
90 1	Шліфувати пов. Ø40f8, l=130	Шліфувальний круг Э825С2К5ПП 150x12x32	Калібр Ø40f8
90 2	Шліфувати пов. Ø45f8, l=305	Шліфувальний круг Э825С2К5ПП 150x12x32	Калібр Ø45f8

Розрахунок припусків

Заготовка виготовляється відрізанням з прокату

Розмір, за яким ведемо розрахунок $\phi 40$ к6

Поверхня обробляється напівчистовим точінням та чорновим і чистовим шліфуванням

1. Припуск на чистове шліфування

$$Z_{3\min} := Rz_2 + D_2 + T_{\text{пр}2} + \epsilon_{y3}$$

$Rz_2 := 25$ мкм – висота мікронерівностей

$D_2 := 25$ мкм – глибина дефектного шару

$T_{\text{пр}2} := 10$ мкм – сумарне значення просторових похибок

$\epsilon_{y3} := 0$ мкм – похибка установлення деталі

$$Z_{3\min} := Rz_2 + D_2 + T_{\text{пр}2} + \epsilon_{y3} \quad Z_{3\min} = 60 \text{ мкм}$$

$$Z_{3\max} := Z_{3\min} + T_2 - T_3$$

$T_2 := IT10 \quad T_2 := 160$ мкм

$T_3 := IT9 \quad T_3 := 39$ мкм

$$Z_{3\max} := Z_{3\min} + T_2 - T_3 \quad Z_{3\max} = 181 \text{ мкм}$$

$$Z_{3\text{ном}} := \frac{Z_{3\max} + Z_{3\min}}{2} \quad Z_{3\text{ном}} = 120.5 \text{ мкм}$$

2. Припуск на чорнове шліфування

$$Z_{2\min} := Rz_1 + D_1 + T_{\text{пр}1} + \epsilon_{y2}$$

$Rz_1 := 50$ мкм – висота мікронерівностей

$D_1 := 50$ мкм – глибина дефектного шару

$T_{\text{пр}1} := 100$ мкм – сумарне значення просторових похибок

$\epsilon_{y2} := 0$ мкм – похибка установлення деталі

$$Z_{2\min} := Rz_1 + D_1 + T_{\text{пр}1} + \epsilon_{y2} \quad Z_{2\min} = 200 \text{ мкм}$$

$$Z_{2\max} := Z_{2\min} + T_1 - T_2$$

$T_1 := IT11 \quad T_1 := 390$ мкм

$T_2 := IT10 \quad T_2 := 160$ мкм

$$Z_{2\max} := Z_{2\min} + T_1 - T_2 \quad Z_{2\max} = 430 \quad \text{МКМ}$$

$$Z_{2\text{НОМ}} := \frac{Z_{2\max} + Z_{2\min}}{2} \quad Z_{2\text{НОМ}} = 315 \quad \text{МКМ}$$

3. Припуск на точіння

$$Z_{1\min} := Rz_0 + D_0 + T_{\text{пр}0} + \varepsilon_{y1}$$

$Rz_0 := 160$ мкм – висота мікронерівностей

$D_0 := 200$ мкм – глибина дефектного шару

$T_{\text{пр}0} := 1000$ мкм – сумарне значення просторових похибок

$\varepsilon_{y1} := 100$ мкм – похибка установлення деталі

$$Z_{1\min} := Rz_0 + D_0 + T_{\text{пр}0} + \varepsilon_{y1} \quad Z_{1\min} = 1.46 \times 10^3 \quad \text{МКМ}$$

$$Z_{\text{сум}} := Z_{3\text{НОМ}} + Z_{2\text{НОМ}} + Z_{1\min} \quad Z_{\text{сум}} = 1.886 \times 10^3 \quad \text{МКМ}$$

Приймаємо одиночний припуск

$$Z_{\text{сум}} := 2000 \quad \text{МКМ} \quad Z_{\text{сум}} := 2.0 \quad \text{ММ}$$

Токарна операція

Перехід 40.1

Точити заготовку пов ϕ 40 f8 напівчисто $D_{\text{заг}} := 40$ мм

1. Обираємо глибину різання, виходячи з розрахунку припусків на обробку

$$t := 1.5 \text{ мм}$$

2. Подача обирається

за характеристиками деталі та інструмента

$$S_B := 0.4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

3. Швидкість різання

$C_v := 143$ – коефіцієнт, що враховує умови різання

$T := 120$ хв – стійкість різця

$$V := \frac{C_v}{T^{0.35} \cdot t^{0.15} \cdot S_B^{0.35}} \quad V := \frac{143}{120^{0.35} \cdot 1.5 \cdot 0.4^{0.35}} \quad V = 24.593 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

4. Частота обертання шпинделя розрахункова

$$n_p := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \quad n_p := \frac{1000 \cdot 24.593}{\pi \cdot 40} \quad n_p = 195.705 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Частота обертання шпинделя дійсна, за паспортними даними верстата 16K20

$$n_B := 200 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

6. Фактична швидкість різання

$$V_d := \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \quad V_d := \frac{\pi \cdot 40 \cdot 200}{1000} \quad V_d = 25.133 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

7. Довжина обробки

$$L_p := l_{\text{обробки}} + l_{\text{підводу}} + l_{\text{врізання}} + l_{\text{перебігу}}$$

$$L_p := 130 + 2 + 1 + 0 \quad L_p = 133 \text{ мм}$$

8. Основний час

$$t_{01} := \frac{L_p}{630 \cdot S_B} \quad t_{01} := \frac{133}{630 \cdot 0.4} \quad t_{01} = 0.528 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час

$$t_{d1} := 0.75$$

10. Час виконання переходу

$$T_{\text{оп1}} := t_{01} + t_{d1} \quad T_{\text{оп1}} := 0.139 + 0.75 \quad T_{\text{оп1}} = 1.278 \text{ хв}$$

Перехід 40.2

Точити заготовку пов ϕ 16 $D_{\text{заг}} := 16$ мм

1. Обираємо глибину різання, виходячи з розрахунку припусків на обробку

$$t := 1.8 \text{ мм}$$

2. Подача обирається з таблиці за характеристиками деталі та інструмента

$$S_B := 0.4 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

3. Швидкість різання

$C_v := 143$ – коефіцієнт, що враховує умови різання

$T := 120$ хв – стійкість різця

$$V := \frac{C_v}{T^{0.35} \cdot t^{0.15} \cdot S_B^{0.35}} \quad V := \frac{143}{120^{0.35} \cdot 1.8^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \quad V = 20.494 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

4. Частота обертання шпинделя розрахункова

$$n_p := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \quad n_p := \frac{1000 \cdot 20.494}{\pi \cdot 16} \quad n_p = 407.715 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Частота обертання шпинделя дійсна, за паспортними даними верстата 16K20

$$n_B := 400 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

6. Фактична швидкість різання

$$V_d := \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \quad V_d := \frac{\pi \cdot 16 \cdot 400}{1000} \quad V_d = 20.106 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

7. Довжина обробки

$$L_p := l_{\text{обробки}} + l_{\text{підводу}} + l_{\text{врізання}} + l_{\text{перебігу}}$$

$$L_p := 25.0 + 2 + 1 + 0 \quad L_p = 28 \text{ мм}$$

8. Основний час

$$t_{01} := \frac{L_p}{630 \cdot S_B} \quad t_{01} := \frac{28}{630 \cdot 0.4} \quad t_{01} = 0.111 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час

$$t_{d1} := 0.75$$

10. Час виконання переходу

$$T_{\text{оп1}} := t_{01} + t_{d1} \quad T_{\text{оп1}} := 1.067 + 0.75 \quad T_{\text{оп1}} = 0.861 \text{ хв}$$

Перехід 40.3 Точити фаску 0.7·45°

Визначаємо основний час на виконання переходу з таблиці, по діаметру і розміру фаски і беремо цей час як час виконання переходу:

$$T_o = 0.2 \text{ хв.}$$

Перехід 40.4

Точити різьбу М16

$$D_{\text{заг}} := 16 \text{ мм}$$

1. Обираємо глибину різання, виходячи з розрахунку припусків на обробку

$$t := 1.0 \text{ мм}$$

2. Подача обирається з таблиці за характеристиками деталі та інструмента

$$S_B := 2.0 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

3. Швидкість різання

$C_v := 143$ – коефіцієнт, що враховує умови різання

$T := 120 \text{ хв}$ – стійкість різця

$$V := \frac{C_v}{T^{0.35} \cdot t^{0.15} \cdot S_B^{0.35}} \quad V := \frac{143}{120^{0.35} \cdot 1.0^{0.15} \cdot 2.0^{0.35}} \quad V = 21.002 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

4. Частота обертання шпинделя розрахункова

$$n_p := \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_{\text{заг}}} \quad n_p := \frac{1000 \cdot 21.002}{\pi \cdot 16} \quad n_p = 417.822 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

5. Частота обертання шпинделя дійсна, за паспортними даними верстата 16К20

$$n_B := 400 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

6. Фактична швидкість різання

$$V_d := \frac{\pi \cdot D_{\text{заг}} \cdot n_B}{1000} \quad V_d := \frac{\pi \cdot 16 \cdot 400}{1000} \quad V_d = 20.106 \frac{\text{м}}{\text{хв}}$$

7. Довжина обробки

$$L_p := l_{\text{обробки}} + l_{\text{підводу}} + l_{\text{врізання}} + l_{\text{перебігу}}$$

$$L_p := 20.0 + 2 + 1 + 0 \quad L_p = 23 \text{ мм}$$

8. Основний час

$$t_{01} := \frac{L_p}{630 \cdot S_B} \quad t_{01} := \frac{23}{630 \cdot 2.0} \quad t_{01} = 0.018 \text{ хв}$$

9. Допоміжний час

$$t_{d1} := 1.0$$

10. Час виконання переходу

$$T_{\text{оп1}} := t_{01} + t_{d1} \quad T_{\text{оп1}} := 1.067 + 0.75 \quad T_{\text{оп1}} = 1.018 \text{ хв}$$

Перехід 40.5

Точити фаску 2.0·45°

Визначаємо основний час на виконання переходу з таблиці , по діаметру і розміру фаски і беремо цей час як час виконання переходу:

$$T_o = 0.5 \text{ хв.}$$

Загальний операційний час

$$T_{\text{заг}} := 1.278 + 0.861 + 0.2 + 1.018 + 0.5$$

$$T_{\text{заг}} = 3.857 \text{ хв}$$

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

$$T_{\text{об_пп}} := \frac{4.0 + 7.5 \cdot T_{\text{заг}}}{100} \quad T_{\text{об_пп}} := \frac{4.0 + 7.5 \cdot 3.857}{100} \quad T_{\text{об_пп}} = 0.329 \text{ хв}$$

Штучний час

$$T_{\text{шт}} := T_{\text{заг}} + T_{\text{об_пп}} \quad T_{\text{шт}} := 3.857 + 0.329 \quad T_{\text{шт}} = 4.186 \text{ хв}$$

Підготовчо – завершувальний час

$$T_{\text{пз}} := 16 \text{ хв}$$

Кількість деталей у серії

$$n_c := \frac{5000}{10} \quad n_c = 500 \text{ шт}$$

Калькуляційний час

$$T_k := T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_c} \quad T_k := 4.186 + \frac{16}{500} \quad T_k = 4.218 \text{ хв}$$

Норма виробітку за 1 год

$$N := \frac{60}{T_k} \quad N := \frac{60}{4.218} \quad N = 14.225 \text{ шт}$$

Приймаємо

$$N := 14 \text{ шт}$$

8. ВИМОГИ ЩОДО МОНТАЖУ, ЕКСПЛУАТАЦІЇ, РЕМОНТУ

Розрахунок річної трудомісткості ремонту

При запланованих ремонтних роботах використовують систему показників та нормативів і визначають: тривалість ремонтних робіт будь-якої одиниці обладнання, витрати праці, та ін.

Щоб визначити терміни ремонту обладнання, треба враховувати ремонтний цикл, між оглядові та міжремонтні періоди для кожного виду обладнання.

Цикл ремонту – фаза роботи апарату серед двох планових капітальних ремонтів, або від початкового етапу впровадження апарату в роботу до першого капітального ремонту.

1. Стерилізатор за ремонтним циклом відноситься до шостої (VI) групи.

Конструкція ремонтного циклу – це зміна у відповідній послідовності ремонтів за планом та оглядів, яка найліпше забезпечує якісний ремонт обладнання.

2. Структура ремонтного циклу безперервного стерилізатора:

К-О-О-О-О-П-О-О-О-О-П-О-О-О-О-С-О-О-О-О-П-О-О-О-О-К,

де О - огляд, П – поточний ремонт, С - середній ремонт, К – капітальний ремонт.

Період між відповідними видами ремонту:

Капітальний – 24 міс.

Середній – 12 міс.

Поточний – 6 міс.

Огляд – 1 міс.

Тривалість між оглядового етапу роботи обладнання – 400 годин.

Тривалість міжремонтного етапу роботи обладнання – 2400 годин.

Тривалість ремонтного циклу етапу обладнання – 9600 годин.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ	2004.01.ДП.4.7.008.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 56

Ефективний запас часу роботи обладнання протягом року, з передбаченим простоем під час ремонту, являє при роботі в одну зміну – 2000 годин.

3. Міжремонтний період - період роботи обладнання між двома послідовними плановими ремонтами.

$$P_{mr} = \frac{P_{rc}}{\sum C + \sum P + 1} = \frac{72}{1+3+1} = 14 \text{міс}$$

де P_{rc} - ремонтний цикл, місяці; $\sum C$ - кількість середніх ремонтів в ремонтному циклі; $\sum P$ - кількість поточних ремонтів в ремонтному циклі.

4. Тривалість між оглядових періодів:

$$P_{mo} = \frac{P_{rc}}{\sum C + \sum P + \sum O + 1} = \frac{72}{1+3+24+1} = \frac{72}{29} = 2,5 \text{міс}$$

де $\sum O$ - кількість оглядів в ремонтному циклі.

5. Тривалість ремонтного циклу:

$$\frac{P_{rc}}{P_{mr}} = \frac{72}{12} = 6 \text{років}$$

6. Тривалість ремонту обладнання при складанні місячних планів ремонту обладнання:

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_n}{B \cdot T_c \cdot C} = \frac{35 \cdot 21 \cdot 1}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 46 \text{змін}$$

де T_p - Норма трудомісткості однієї умовної одиниці. (люд.год); R - категорія складності машини; K_n - коефіцієнт виконання норми часу (не вище 1); B - кількість робітників в 1 зміну; T_c - тривалість зміни; C - змінність роботи на ремонті даної машини

Категорію складності ремонту апарату встановлюють шляхом ділення трудомісткості капітального ремонту даного апарату на трудомісткість капітального ремонту однієї умовної ремонтної одиниці.

$$R = \frac{t_{кр}}{r}$$

Приймаємо $R=21$

7. Тривалість простою обладнання в ремонті при складанні річного плану ремонту обладнання:

$$A = \frac{24 \cdot R \cdot \Pi_p}{T_c} = \frac{24 \cdot 21 \cdot 0,8}{8} = 50 \text{змін}$$

де Π_p - норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю.

8. Норми трудомісткості ремонтів та профілактичних оглядів наведено в таблиці 8.1 в люд.год на 1 умовну одиницю.

Таблиця 8.1

Роботи	Профілактичний огляд	Поточний ремонт	Середній ремонт	Капітальний ремонт
Слюсарні	0,6	3	12	23
Станочні	-	0,9	3,6	8,5
Інші	-	0,5	1,8	3,5
Всього	0,6	4,4	17,4	35,0

Трудомісткість ремонтного циклу:

$$T_{р.ц.} = R \cdot (35 + 17,4 \cdot \sum C + 4,4 \cdot \sum \Pi + 0,6 \cdot \sum O) =$$

$$= 21 \cdot (35 + 17,4 \cdot 1 + 4,4 \cdot 4 + 0,6 \cdot 24) = 1772 \text{люд.год}$$

9. Потрібна кількість слюсарів для міжремонтного обслуговування по цехам та типам обладнання:

$$Ч_{мо} = \frac{\sum R}{D} = \frac{21}{300} = 0,07$$

де $\sum R$ - сума ремонтних одиниць; D – норма міжремонтного обслуговування, умовні ремонтні одиниці на одного робочого в змін.

Якщо $R > 10$ то $D=300$

Якщо $R \leq 10$ то $D=500$

10. Кількість ремонтних бригад

$$Ч_{РБ} = \frac{T_{р.ц.}}{H_{в.р.}} = \frac{1772}{483} = 3,7 \approx 4$$

де $H_{в.р.}$ - норма часу на ремонт.

Кількість:

$$П_o = \frac{\sum O}{П_{р.ц.}} = \frac{24}{4} = 6 \text{ оглядів/рік};$$

$$П_n = \frac{\sum П}{П_{р.ц.}} = \frac{4}{4} = 1 \text{ поточних ремонтів/рік};$$

$$П_c = \frac{\sum C}{П_{р.ц.}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ середніх ремонтів/рік}.$$

11. Норми часу ремонтів та профілактичних оглядів наведено в таблиці 8.2 (год).

Таблиця 8.2

Роботи	Профілактичний огляд	Поточний ремонт	Середній ремонт	Капітальний ремонт
Слюсарні	0,75	4,0	16	23,0
Станочні	0,1	2,0	7,0	10,0
Інші	-	0,1	0,5	2,0
Всього	0,8	6,1	23,5	35

Витрати праці:

$$P_1 = a \cdot R$$

На огляд: $0,8 \cdot 21 = 17$ год.

На поточний ремонт: $6,1 \cdot 21 = 128$ год.

На середній ремонт: $23,5 \cdot 21 = 494$ год.

На капітальний ремонт: $35 \cdot 21 = 735$ год.

Витрати праці в рік:

$$P_0 = P_1 \cdot П$$

На огляд: $24 \cdot 5 = 102$ год/рік

На поточний ремонт: $128 \cdot 1 = 128$ год/рік.

На середній ремонт: $494 \cdot 0,25 = 123,5$ год/рік.

12. Трудомісткість слюсарних, верстатних та інших робіт (норма·год)

Профілактичний огляд:

$$P_{сл} = R \cdot a \cdot \Pi_o = 21 \cdot 0,75 \cdot 6 = 94,5 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ст} = R \cdot a \cdot \Pi_o = 21 \cdot 0,1 \cdot 6 = 13 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Плановий ремонт:

$$P_{сл} = R \cdot a \cdot \Pi_n = 21 \cdot 4 \cdot 1 = 84 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ст} = R \cdot a \cdot \Pi_n = 21 \cdot 2 \cdot 1 = 42 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ін} = R \cdot a \cdot \Pi_n = 21 \cdot 0,1 \cdot 1 = 2,1 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

Середній ремонт:

$$P_{сл} = R \cdot a \cdot \Pi_c = 21 \cdot 16 \cdot 0,25 = 84 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ст} = R \cdot a \cdot \Pi_c = 30 \cdot 7 \cdot 0,25 = 52,5 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

$$P_{ін} = R \cdot a \cdot \Pi_c = 21 \cdot 0,5 \cdot 0,25 = 2,6 \text{ норма} \cdot \text{год}$$

13. Кількість слюсарів та станочників:

$$Z_{сл} = \frac{\sum P_{сл}}{\Phi} = \frac{262,5}{2000} = 0,13$$

$$Z_{ст} = \frac{\sum P_{ст}}{\Phi} = \frac{98}{2000} = 0,054$$

$$Z_{ін} = \frac{\sum P_{ін}}{\Phi} = \frac{4,7}{2000} = 0,0024$$

Найменування обладнання	Тип Марка	Змінність роботи	Категорія складності	Тривалість (міс)		
				Ремонтного циклу (роки)	Міжремонтного періоду (міс)	Міжоглядовий період (міс)
1	2	3	4	5	6	7
Апарат безперервної стерилізації сипкого живильного середовища	Стерилізатор "ВНИИФСа"	1	21	6	14	2,5

Тривалість ремонту (зміни)		Трудомісткість ремонту (люд·го)	Кількість			Витрати праці						
Місячні плани	Річні плани		Оглядів на рік	поточних ремонтів на рік	середніх ремонтів на рік	год				Год/рік		
		О				П	С	К	О	П	С	
8		9	10			11						
46	50	1772	6	1	0,25	17	128	494	735	102	123,5	128

Трудомісткість робіт (норма·год)								Кількість слюсарів	Кількість станочників в	Кількість інших робітників
слюсарні			станочні			інші				
О	П	С	О	П	С	П	С			
12								13	14	15
94,5	84	84	13	42	52,5	2,1	2,6	0,13	0,054	0,0024

Так, за обчисленим розрахунком ми знайшли, такі дані, як критерії складності ремонту апарату, що дорівнює 21; трудомісткість ремонтного циклу апарату дорівнює 1172 людино-годин; простій апаратів під час ремонту з моменту зупинки на ремонт до моменту прийняття його з ремонту дорівнює 50 змін.

9. ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ

Для підвищення продуктивності і якості продукції, треба якнайбільше автоматизувати операції, що здійснюються на даному обладнанні.

На етапі стерилізації потребується регулювання таких параметрів, як:

- t° в апараті;
- кислотність по показнику рН після завантаження поживного середовища
- ;
- Внутрішній тиск апарату;
- вологість в стерилізаторі;
- рівень продукту в камері.

Основним завданням управління під час робочого етапу є підтримування вимог, коли процес стерилізації протікає максимально продуктивно.

Автоматизація процесу виробництва являє собою програмне регулювання $t^{\circ}\text{C}$ в камері стерилізатора відповідно до встановленого режиму стерилізації і регулювання тиску в апараті та залежність від температури.

Головні чинники, що залежить від автоматичного контролю: керування на місці і дистанційне керування електроприводами; контроль і регуляція вологості в стерилізаторі; аварійна сигналізація коли відхиляються від допустимого значення; автоматичний контроль рівня сировини в апараті.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ОПИС БЛОКУ УПРАВЛІННЯ	2004.01.ДП.4.7.009.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 62

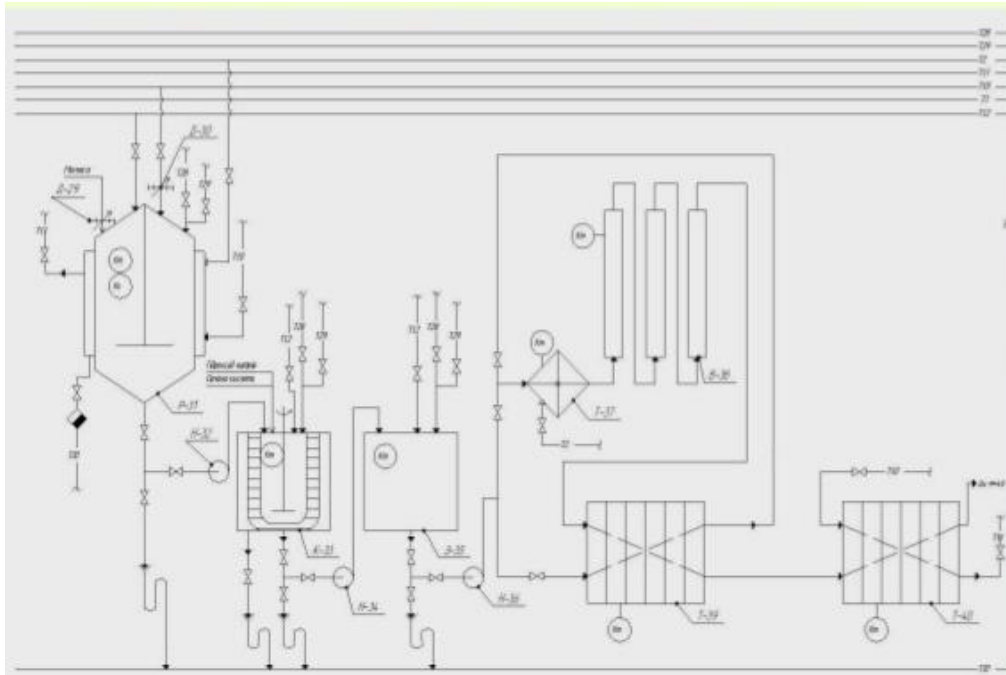


Рис 9.1. Схема автоматизації

Стерилізатор можемо обладнати всякими автоматизованими пристроями:

Електропневматичний клапан подачі пари (Зг) в апараті керується двома режимами - автоматичному і ручному.

Щоб рівень завантаженості регулювався автоматично, в стерилізаторі використовують електронний сигналізатор рівня типу ЕРСУ-3, в якому є датчики верхнього і нижнього рівня, та електронного блоку.

Для заміру продукту на кислотність, користуються електродною системою, яка являє собою конструкцію із чутливого датчика типу ДПр –3с з електродами зі скла, багато омного перетворювача EDC, системою з вихідним сигналом типу П 205 і автопотенціометра типу КСП-3.

В апараті температура вимірюється датчиком типу ТДГ-П .

Термометром опору ТСП-037К автоматично контролюється температура в різних точках апарату , який працює в парі з автоматичним мостом КСМ1-086 електронного типу. За допомогою цього пристрою можливо одночасно контролювати температуру в кількох точках апарату.

На місці керування апаратом, керування електроприводом здійснюється кнопками керування, також кнопками здійснюється і

дистанційне керування.

Кнопки дистанційного керування розміщені на щиті.

Щоб контроль над вологістю відбувався автоматично, потрібно використати набір пневматичного приладу системи “Старт”, до складу якого входить пневматичний прилад контролю, типу ПВ4 2Е. Пневматичний прилад реєструє параметр, який показує положення контрольованої точки і величини тиску. Датчиком, з пневматичним виходом, використовується манометр типу МТ-711р.

Виробничий процес автоматизується за допомогою контролю барометричного тиску пари, тиску води в магістралях стерилізаційного корпусу за сприяння манометрів МП4-1П з електронними контактами. Коли тиск падає сигнал подається на щит сигналізаційного відділення.

На щиті сигналізація виконана в якості ламп або світловим таблом.

Напрямок автоматизації являється інтеграція комп’ютерних виробництв. модернізація систем автоматизації за допомогою мікропроцесорів та ЕОМ дають широкі функціональні можливості і адаптації до виробництва, які підвищують швидкість і точність управління, якісне збільшення виходу продукції, покращення умов праці для працівника.

10. Охорона праці

Безпечну експлуатацію обладнання визначають такі нормативні документи: ГОСТ 12.2.003-91. Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки", ГОСТ 12.2.124-91". До праці та експлуатації електричного обладнання допускають осіб, тільки тих, які пройшли інструктажі та мінімум, який потрібно знати для роботи та стажування. Вони повинні бути ознайомлені під розписку з їх змістом правил безпеки.

Небезпека електромеханічного та механічного устаткування для обслуговуючого персоналу обумовлена наявністю в ньому електроприводу і робочих органів, які рухаються з великою швидкістю, а також і можливістю розлітання частинок оброблюваних сировини і продуктів.

Перед ввімкненням апаратів, їх необхідно перевірити чи є контакт з заземленням (зануленням), цілісність ізолятора на проводі і елементів роз'ємного типу, надійність закріплення механізмів, які замінюються, наявність і ефективність ґратки на небезпечних частинах машини, відсутність деяких предметів у завантажувальних пристроях і робочих поверхнях.

Завантаження сировини до зони з робочими органами слід обов'язково робити після випробування машини на холостому ході. Для подачі сировини всередину порожнини або робочої камери використовують спеціальні пристосування такі як штучні завантажувачі штовхачі і т.д. Видалення продуктів, що залишилися в бункері, або їх залишків здійснюється після повної зупинки двигуна і робочих органів машини. У разі коли працівник чує сторонній шум, високу температуру поверхні електричного приводу і кабелю живлення необхідно вимкнути машину.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Охорона праці	2004.01.ДП.4.7.010.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 65

Після того, як роботу закінчено машину вимикають натисканням кнопки «Стоп» або перемикачем на її корпусі, потім вимикають з мережі кнопкою електромагнітного пускача. Для теплової обробки сировини і продуктів, використовують електронагрівальні апарати. Небезпека цих апаратів для обслуговуючого персоналу обумовлена наявністю пристроїв, що знаходяться під напругою, і джерел високої температури, а деяких з них – ще й можливістю руйнування робочої камери надмірним тиском пари. У конструкції електронагрівальних апаратів передбачені запобіжні захисні засоби для автоматичного вимкнення їх у разі відхилення параметрів від допустимих значень, а також сигнальні пристрої. Для видалення надлишків тепла, пари і газів деякі апарати мають мати місцеве вентиляційне відсмоктування.

Перед тим як вмикати будь-який апарат, необхідно перевірити стан запобіжників або захисних засобів, заземлення (занулення) корпусу, а також цілісність ізоляції кабелю і елементів штепсельного роз'єму. Для кожного апарату, який має нагрівальні прилади чи електропривід чи інші електричні засоби - розроблені особливі вимоги безпеки під час експлуатації.

Апарати повинні бути виведені з процесу роботи разі несправності запобіжних захисних засобів та інших застережних засобів, неконтрольованого підвищення температури електричних частин, різкого неконтрольованого підвищення тиску пари.

Обслуговування робочих частин апаратів, самих апаратів і ремонт робочого устаткування проводять механіки, монтажники та інші працівники відповідної кваліфікації.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті, за вихідними даними (такими як: температура і вологість початкових висівок, тиск пари в сорочці апарату при стерилізації, маса висівок які стерилізуються на протязі години) розраховали основні параметри апарату, запропонували принципово нову конструкцію лопатей на валу стерилізатора безперервної дії. Дана розробка покликана інтенсифікувати процес теплообміну в стерилізується середовищі, яке стерилізується за рахунок інтенсивнішого перемішування висівок і як наслідок забезпечення розмірного розподілу температури.

Проведений тепловий розрахунок стерилізатора, який показав, що сумарні витрати пари на стерилізацію 300 кг/год висівок дорівнюють 72,36 кг/год пари. Також проведений розрахунок апарату на механічну міцність при зовнішньому надлишковому тиску в паровій сорочці 0,3 МПа. Апарат виготовлено із вуглецевої сталі марки Ст3 ГОСТ 380-60.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	200401.ДП.4 7.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 67

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

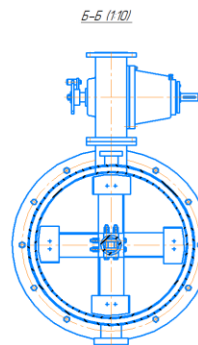
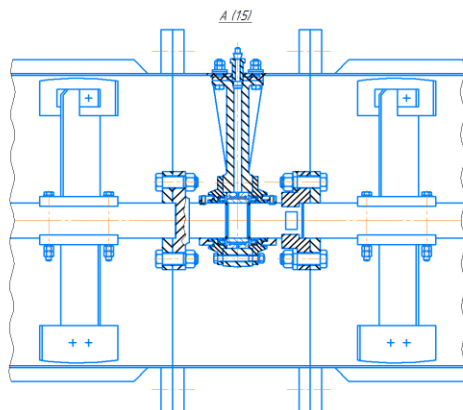
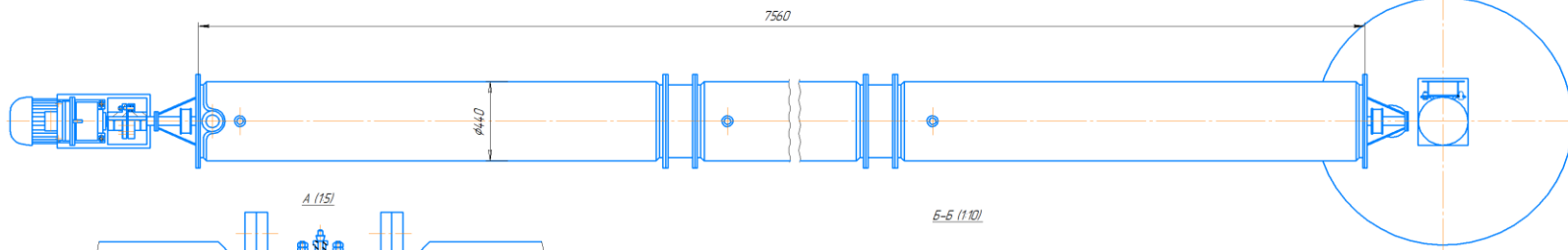
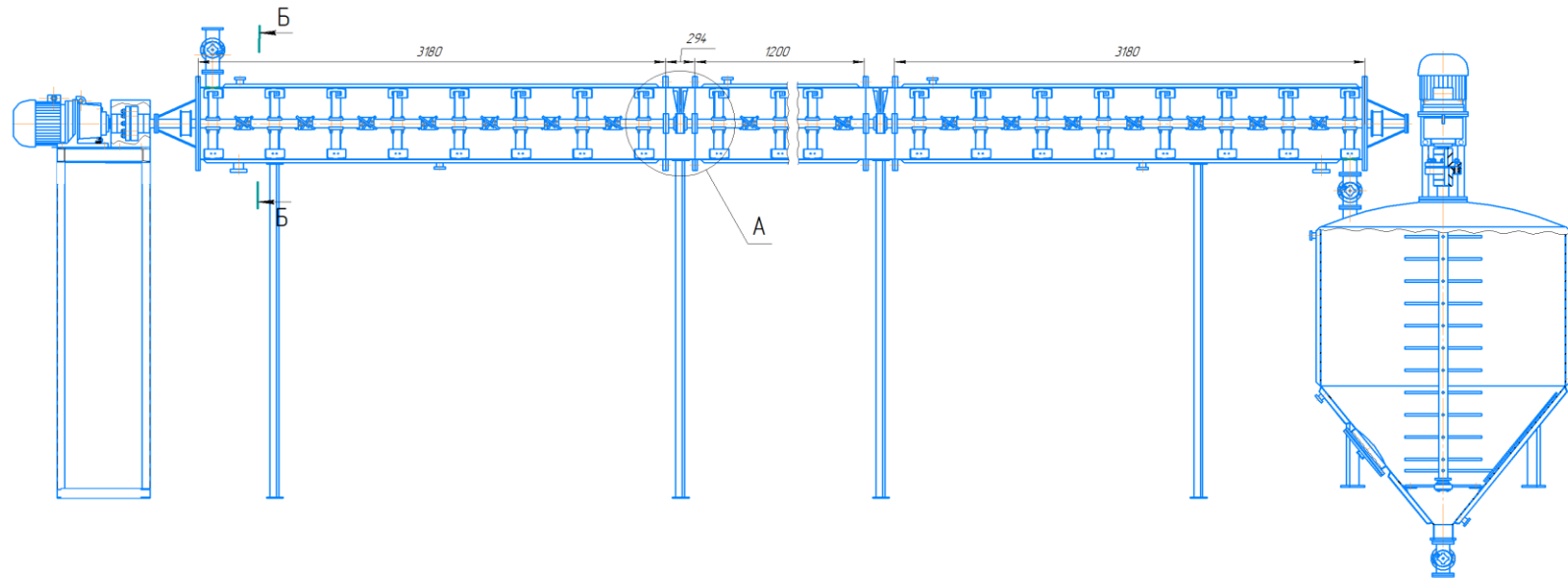
1. Сухенко Ю. Г., Бойко Ю. І. Технологічні основи машинобудування. Лабораторний практикум: Навч. посібник / За ред. Проф. Ю. Г. Сухенка. – К.: НУХТ, 2009. – 262с.
2. Марценюк О. С., Мельник Л. М. Процеси і апарати харчових виробництв: Підруч. – К.: НУХТ, 2011. – 407 с.
3. Процеси і апарати харчових виробництв. Курсове проектування: Навч. посіб. / За ред. проф. І. Ф. Малежика. – К.: НУХТ, 2012.-543с.
4. Обладнання для харчової промисловості. Вимоги щодо безпеки і гігієни. Частина 2. Вимоги щодо гігієни: ДСТУ EN 1672–2–2001. – [Чинний від 2003–01– 01]. – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 32 с. – (Національний стандарт України).
5. Лементар С.Ю., Вересоцький Ю.І., Ковальов О.В. // Конструювання обладнання харчових виробництв. Курс лекцій для студ. спец. 7.090221 «Обладнання переробних і харчових виробництв» ден. та заоч. форм навчання – К.: НУХТ 2007. – 205 с.
6. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В.І. Теличкун, О.М. Гавва, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, М.Г. Десик, О.М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. – 456 с.
7. Змієвський Ю. Г.. Наукові засади баро- та електромембранних процесів харчових технологій [Текст] : дис... д-ра техн. наук : 05.18.12 / Ю. Г. Змієвський ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ, 2018. – 423 с.
8. Мембранні процеси в технології переробки післяспиртової зернової барди [Електронний ресурс]: монографія / В. Г. Мирончук, Г. В. Дейниченко, Л. В. Корнієнко, Ю. Г. Змієвський . — Київ : НУХТ, 2016 . — 152 с. — ISBN 978-966-612-184-7

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> <i>Бабанова О.І.</i>	<i>Вид документа</i> <i>Пояснювальна записка</i>		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> <i>Трохимчук О.В.</i>	<i>Назва, додаткова назва</i> Література	2004.01.ДП.4.7.000.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> <i>Гавва О.М.</i>		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 68

9. Процеси і апарати харчових виробництв: приклади і задачі : навч. посіб. / І. Ф. Малежик, П. М. Немирович, В. Л. Зав'ялов та ін. ; за ред. І. Ф. Малежика ; Нац. ун-т харч. технол. – К. : НУХТ, 2015. – 386 с.
 10. Ситник І.О., Климнюк С.І., Творко М.С. Мікробіологія, вірусологія, імунологія. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2009. - 295 с.
 11. Біотехнологія: Підручник / В.Г. Герасименко, М.О. Герасименко, М.І. Цвіліховський та ін.; Під общ. ред. В.Г. Гера сименка. – К.: Фірма «ІНКОС», 2006
 12. Batt C.A. Encyclopedia of Food Microbiology (Second Edition) / C.A. Batt. – Elsevier, 2017. – 110 p.
 13. Brennan J. G.. Food Processing Handbook, 2nd Edition / James G.B., Alistair S.G. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, 2011. – 826 p.
- Надійність обладнання галузі: переробні та харчові виробництва : підручник / Ю. Г. Сухенко, І. П. Паламарчук, Р. І. Сивак, М. М. Жеплінська ; за ред. Ю. Г. Сухенка ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Інкос, 2018. – 484 с.
14. Сухенко, Ю. Г. Процеси і апарати харчових виробництв. Лабораторний практикум : навч. посібник / Ю. Г. Сухенко, М. М. Жеплінська, М. М. Муштрук ; за ред. Ю. Г. Сухенка ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. – Київ : Інкос, 2018. – 244 с.
 15. Бойко, Ю. І. Технологія машинобудування. Курсове проектування : навч. посібник / Ю. І. Бойко, О. А. Литвиненко ; Нац. ун-т харч. технол. – Київ : НУХТ, 2018. – 195 с.
 16. Технологічне обладнання борошномельних і круп'яних підприємств : підручник / О. І. Гапонюк, Л. С. Солдатенко, Л. Г. Гросул та ін. – Херсон : Олді- плюс, 2018. – 752 с.
 17. Верхівкер, Я. Г. Технологічний інжиніринг підприємств харчової галузі : навч. посібник / Я. Г. Верхівкер, О. С. Бессараб, Т. І. Нікітчина ; за ред. Я. Г. Верхівкера ; Одес. нац. акад. харч. технол., Національний

- університет харчових технологій. – Одеса : Освіта України, 2017. – 144 с.
18. Гуменюк Г. Д. Стандартизація : навч. посібник / Г. Д. Гуменюк ; Національний університет харчових технологій. – Херсон : Олді-плюс, 2017. – 330 с.
19. Матеріалознавство та матеріали у харчовій промисловості : підручник / В. А. Косенко, Н. Ф. Кущевська, С. В. Кадомський та ін. – Київ : Ун-т Україна, 2017. – 383 с.
20. Заплетніков І. М. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв [Текст] : навч. посіб. / І. М. Заплетніков, В. Г. Мирончук, В. М. Кудрявцев ; Нац. ун-т харч. технол., Донец. нац. ун-т екон. і торг. — К. : ЦУЛ, 2012. — 344 с.

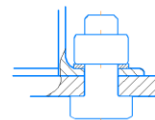
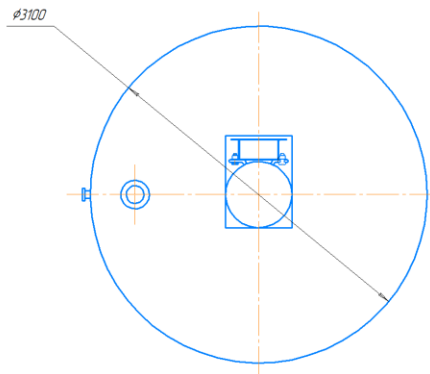
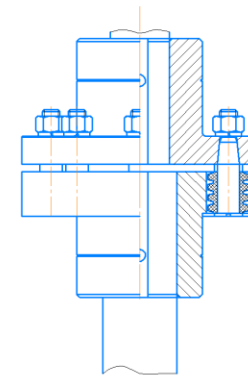
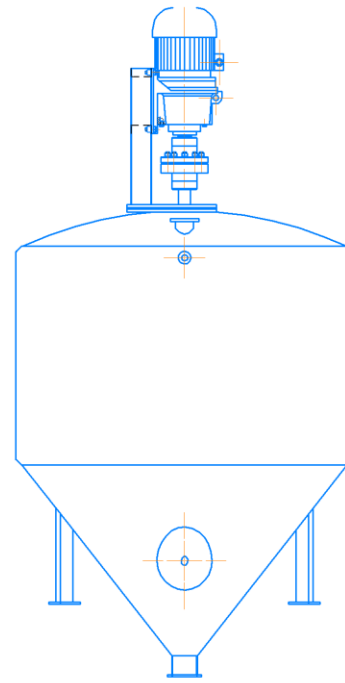
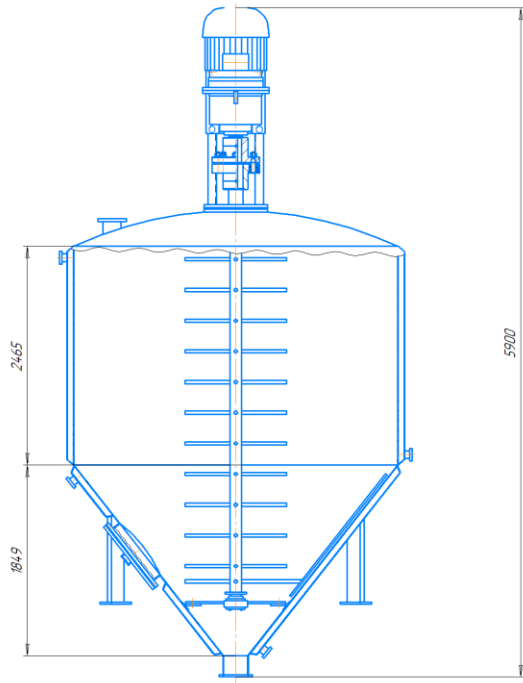
ДОДАТКИ



Технічна характеристика

Продуктивність стерилізатора, кг/год	360
Густина висівок, кг/м ³	250..300
Коефіцієнт заповнення	0,6..0,7
Робочий об'єм апарату, м ³ /год	1,028
Об'єм апарату, м ³ /год	1,171
Діаметр апарату, м	0,44
Довжина апарату, м	7,160
Потужність двигуна, кВт	11

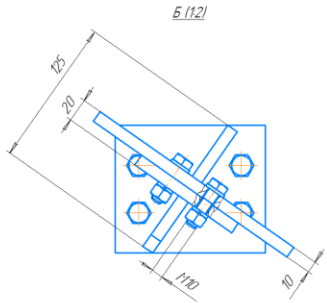
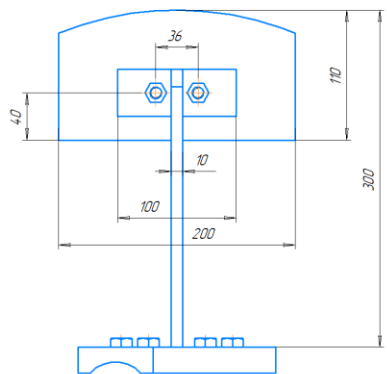
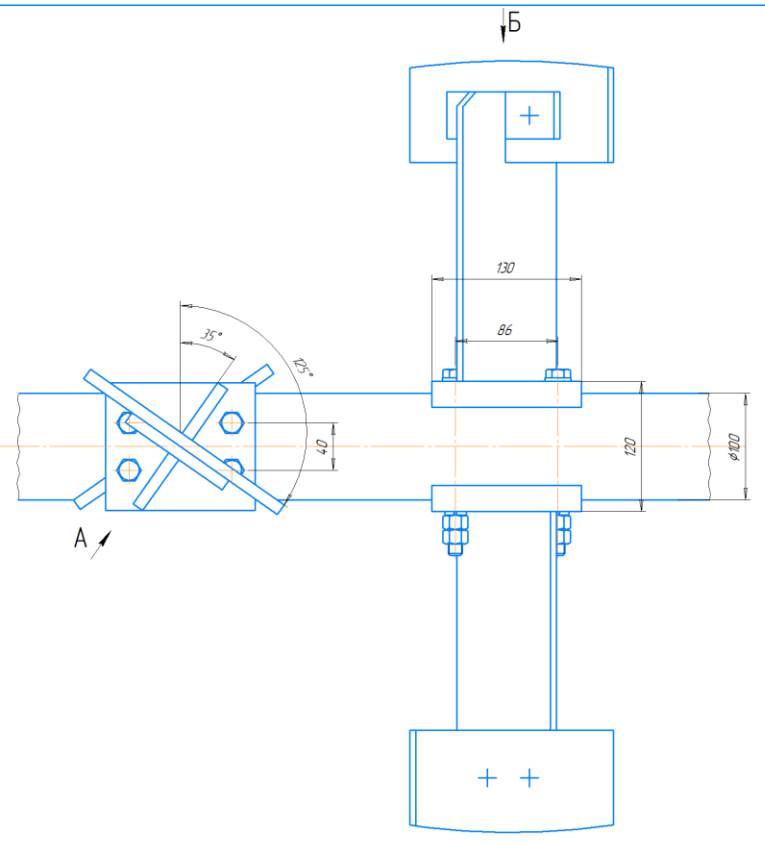
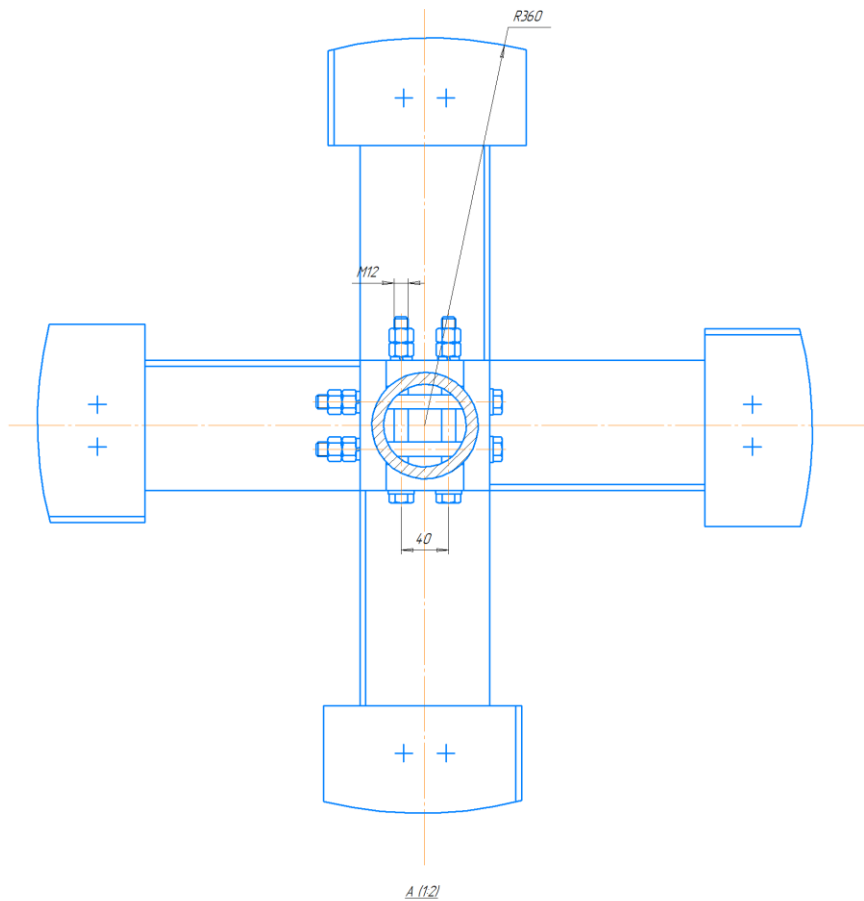
Виробничо-організаційний НУХТ	Технічне узгодження БД/БД/БД 01	Розробник документа Трощинський С.В.	Датум затвердження	Масштаб 1:20
Власник документа	Власник документа	Місце, відомство чи підприємство	Сторінка документа	
НУХТ 09-4-19х	Заводський	Заводський	№ змін	Дата видачі
			№	Архів



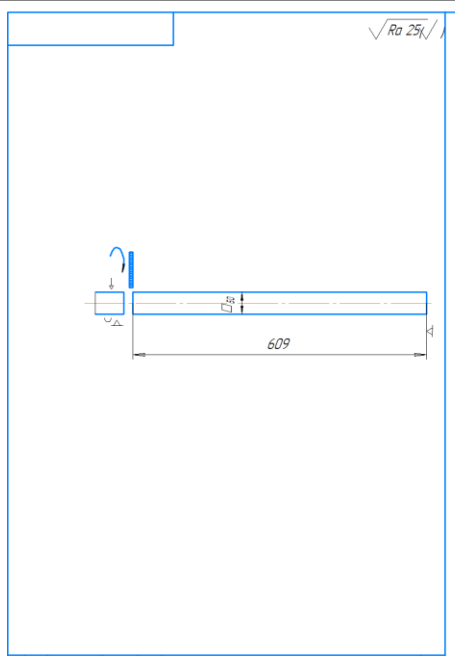
Технічна характеристика

Маса висівак, кг	720
Густина висівок, кг/м ³	350-400
Коефіцієнт заповнення	0,75-0,85
Об'єм апарату, м ³ /год	2,42
Діаметр апарату, м	3,1
Початкова вологість висівок, %	10

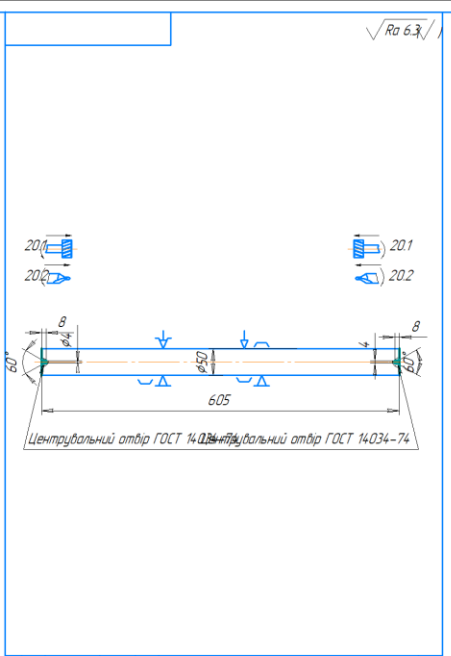
Відповідаюча організація	Технічне рішення	Робочий документ	Документ завершено	Масштаб
НУХТ	Болбокова О.І.	Трачичук О.В.		120
Власник документа	Власник документа	Вид документа	Спосіб документа	
НУХТ 09-4-15к		Затверджено		
		Назва, додаткова назва		
		Витримувач	№ змін	Дата видання
			№	Аркми



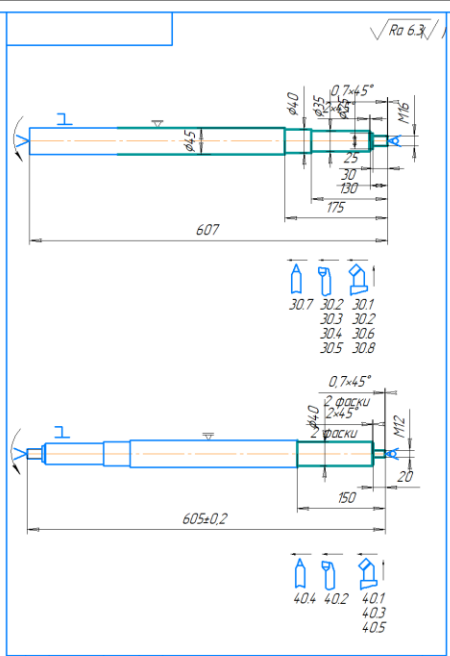
Відомості про орган	Технічне завдання	Розробник документа	Документ затверджено	Місце шпальт
НУХТ	Бабенкова О.І.	Григорук О.В.		12
Власник документа	Власник документа	Вид документа	Статус документа	
НУХТ 00-4-10к	НУХТ 00-4-10к	Складальне креслення		
		Назва, допоміжна назва	на змін	Дата видання
		Вузел	Нопа	Арши
		МОДЕРНИЗАЦІЯ		



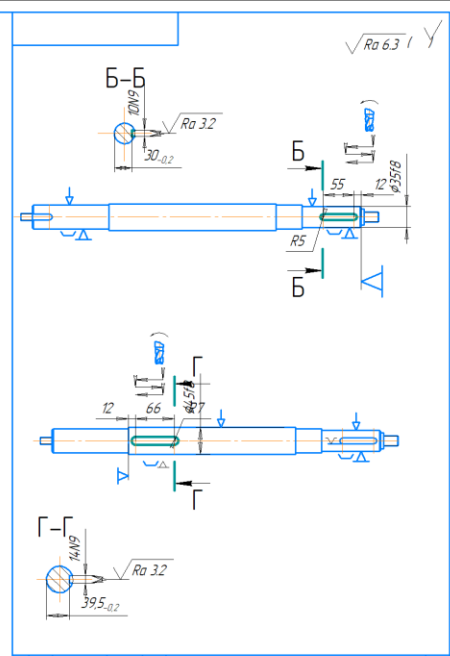
10 Заготівельна операція



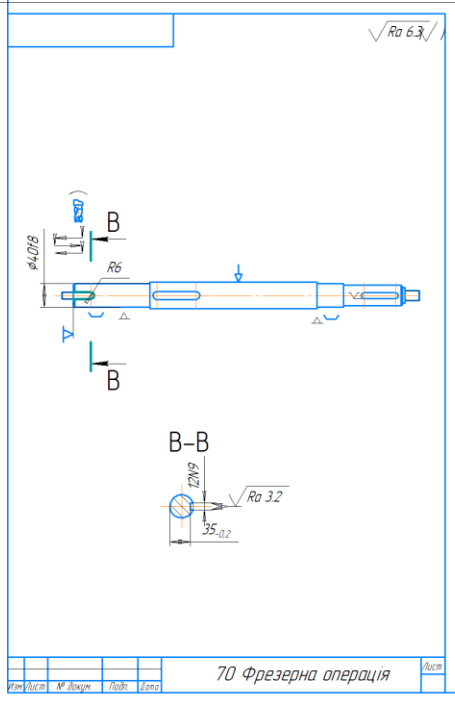
20 Фрезерно-центрувальна операція



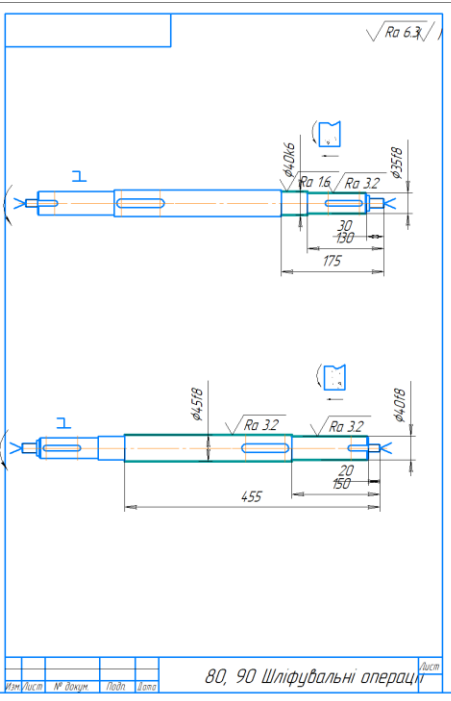
30, 40 Точарні операції



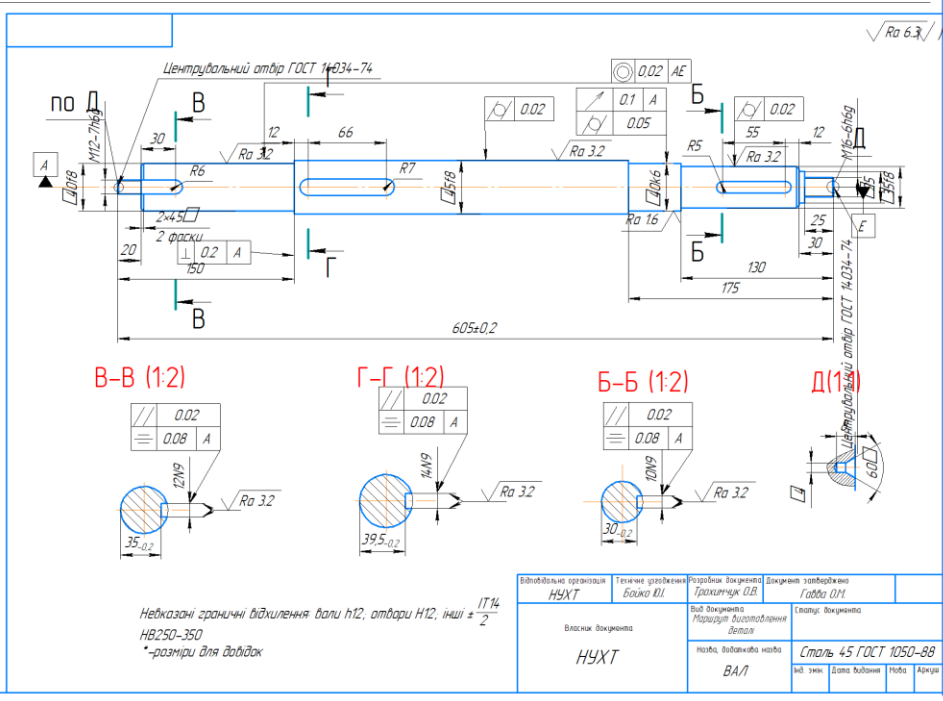
50, 60 Фрезерні операції



70 Фрезерна операція



80, 90 Шліфувальні операції



30, 40 Точарні операції

Невказані граничні відхилення валів h12, отвори H12, інші ± IT14
 HB250-350
 *розміри для довідки

Відповідальна організація НУХТ	Технічне керівництво Басика Ю.І.	Розробник документації Трохимчук О.В.	Виконав завдання Габдра О.М.
Власник документації НУХТ	Відомство Розробник	Виконавця деталей	Склад деталей
Матеріал Сталь 45 ГОСТ 1050-88		Матеріал ВАЛ	

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть.	Примітка	
				<i>Документація</i>			
A1			200401.ДП.47.001.00.	Складальне креслення	1		
				<i>Складальні одиниці</i>			
		1	200401.ДП.47.002.01	НУХТ.ДП.477.8.00.00	1		
		2	200401.ДП.47.002.02	Ротор дозуючий	1		
		3	200401.ДП.47.002.03	Іззол підшипниковий	1		
		4	200401.ДП.47.002.04	Клапан паровпускний	1		
		5	200401.ДП.47.002.05	Вал	1		
				<i>Стандартні вироби</i>			
		7		Гайка М14 ГОСТ 15507-26	1		
		8		Гвинт Мх20 ГОСТ 1481-84	4		
		9		Шпилька М6х55 ГОСТ 22042-76	6		
		10		Шайба А6 ГОСТ 9649-78	6		
		11		Гайка М6 ГОСТ 15526-70	6		
		12		Гвинт М10х50 ГОСТ 1481-84	6		
Відповідальна організація НУХТ		Технічне узгодження Бабанова О.І.		Розробник документа Трохимчук О.В.	Документ затверджено Гавва О.М.		Масштаб 1:1
Власник документа НУХТ ОФ-4-10ск				Вид документа Специфікація		Статус документа	
				Назва додаткова назва Загальний вигляд			
				Іно. змін	Дата вибання	Мова	Аркуш
						UA	