

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

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

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

« ____ » _____ 2024р.

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

« ____ » _____ 2024р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 133 "Галузеве машинобудування"
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв

на тему: Модернізація горизонтального вакуумного апарату для теплового оброблення м'ясної технічної сировини продуктивністю 1700 кг/зміну

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ОХ-4-2

Ковальов Герман Андрійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю) _____ (підпис)

Керівник Чепелюк Олександр Миколайович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю) _____ (підпис)

Консультанти Юрій БОЙКО _____
(ім'я та прізвище) (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) _____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище) _____ (підпис)

Рецензент _____
(ім'я та прізвище) _____ (підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ - 2024р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра машин і апаратів харчових та фармацевтичних виробництв

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг харчових та біотехнологічних виробництв»

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАХФВ

проф. Олександр ГАВВА.

“ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Ковальов Герман Андрійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Модернізація горизонтального вакуумного апарату для теплового оброблення м'ясної технічної сировини продуктивністю 1700 кг/змін»

керівник роботи Чепелюк Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закл. вищої осв. від 05 квітня 2024 р. № 256-кс

2. Строк подання здобувачем роботи до 30 травня 2024 р.

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

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація, Зміст, Вступ, Порівняльний аналіз конструкцій вакуум
горизонтальних котлів, Техніко-економічне та соціальне обґрунтування,
Характеристика вхідної сировини та готової продукції. Машино-апаратурна
схема, Будова та принцип роботи. Опис запропонованого технічного рішення,
Розрахункова частина, Вибір конструкційних матеріалів, Розрахунок
технологічного процесу виготовлення стакану, Монтаж, ремонт та
експлуатація обладнання, Системи управління, Заходи з охорони праці,
Висновок, Список використаної літератури, Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу

Креслення загального вигляду – 2 аркуші А1, Креслення вузлів – 2 аркуші А1,

Технологічний маршрут виготовлення деталі – 1 аркуш А1

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: 25 квітня 2024р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Анотація</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
2	<i>Зміст</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
3	<i>Вступ</i>	<i>02.05.24</i>	<i>Виконано</i>
4	<i>Порівняльний аналіз конструкцій вакуум горизонтальних котлів</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
5	<i>Техніко-економічне та соціальне обґрунтування</i>	<i>06.05.24</i>	<i>Виконано</i>
6	<i>Характеристика вхідної сировини та готової продукції. Машино-апаратурна схема</i>	<i>08.04.24</i>	<i>Виконано</i>
7	<i>Будова та принцип роботи. Опис запропонованого технічного рішення</i>	<i>12.05.24</i>	<i>Виконано</i>
8	<i>Розрахункова частина</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
9	<i>Вибір конструкційних матеріалів</i>	<i>15.05.24</i>	<i>Виконано</i>
10	<i>Розрахунок технологічного процесу виготовлення стакану</i>	<i>18.05.24</i>	<i>Виконано</i>
11	<i>Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання</i>	<i>19.05.24</i>	<i>Виконано</i>
12	<i>Системи управління</i>	<i>21.05.24</i>	<i>Виконано</i>
13	<i>Заходи з охорони праці</i>	<i>23.05.24</i>	<i>Виконано</i>
14	<i>Висновок</i>	<i>26.05.24</i>	<i>Виконано</i>
15	<i>Список використаної літератури</i>	<i>26.05.24</i>	<i>Виконано</i>
16	<i>Додатки</i>	<i>28.05.24</i>	<i>Виконано</i>

Здобувач

(підпис)

Герман КОВАЛЬОВ

(ім'я, прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Олександр ЧЕПЕЛЮК

(ім'я, прізвище)

АНОТАЦІЯ

У рамках дипломного проекту пропонується модернізація вакуумного горизонтального апарату К7-ФМЛ/3.

Даний проект складається із графічної частини та розрахунково-пояснювальної записки.

У цій записці розглядається порівняльний аналіз вакуумних котлів, технічне та економічне обґрунтування, машино-апаратурна схема, характеристика готової продукції та вихідної сировини, принцип роботи зазначеного котла та його будова, опис запропонованого технічного рішення, розділ з розрахунками та вибір конструкційних матеріалів. Також розглядаються питання по охороні праці. Проведені всі розрахунки технологічного обладнання. Обсяг розрахунково-пояснювальної записки становить 90 сторінок.

У графічну частину проекту входить загальний вигляд обладнання та розрізи вузла перемішування. Графічна частина складається із п'яти листів формату А1.

Ключові слова: технічна сировина, вакуумний горизонтальний котел, перемішування, мішалка.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> АНОТАЦІЯ	200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 3/90

SUMMARY

The diploma project proposes the modernization of the vacuum horizontal apparatus K7-FML/3.

This project consists of a graphical part and an explanatory memorandum.

The memorandum includes a comparative analysis of vacuum boilers, technical and economic justification, machinery and equipment diagram, characteristics of the finished product and raw materials, principle of operation and structure of the mentioned boiler, description of the proposed technical solution, section on calculations and selection of construction materials. Also addressed are occupational safety issues. All calculations for the technological equipment have been conducted. The volume of the explanatory memorandum is 90 pages.

The graphical part of the project includes an overall view of the equipment and cross-sections of the mixing unit. The graphical part consists of five sheets in A1 format.

Keywords: technical raw materials, vacuum horizontal boiler, mixing, stirrer.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КОТЛІВ	9
2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ	17
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ. МАШИНО-АПАРАТУРНА СХЕМА.....	18
4. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ.....	20
4.1 Будова та принцип роботи	20
4.2 Опис запропонованого технологічного рішення	22
5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	24
5.1 Розрахунок обладнання	24
5.2 Розрахунок на міцність елементів корпусу котла	29
5.3 Розрахунок кінематичних і силових параметрів привода.	35
5.4 Розрахунок зрізного штифта з запобіжної муфти привода	37
5.5 Розрахунок клино-пасової передачі	37
6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ.....	40
7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАКАНУ	41
7.1 Призначення деталі й аналіз технічних умов на її виготовлення.	41
7.2 Матеріал деталі та його властивості	41

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> ЗМІСТ	200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 5/90

7.3 Обґрунтування вибору заготовки та метод її отримання	42
7.4 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі	42
8. МОНТАЖ, РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ	60
8.1 Монтаж горизонтально вакуумного котла та особливості його наладки	60
8.2 Особливості ремонту	61
8.3 Особливості експлуатації	63
8.4. Розрахунок ППР	64
9. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	70
10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	72
ВИСНОВКИ.....	75
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	76
ДОДАТКИ.....	78

ВСТУП

На підприємствах м'ясопереробної промисловості, особливо тих, що мають невеликі виробничі масштаби, важливим стає питання використання відходів, таких як туші тварин та кістки після обвалювання, м'ясні продукти які вилучені ветеринарно-санітарним контролем як не придатні для переробки на харчові цілі тощо.

Ці відходи служать сировиною для виробництва борошна з кормових матеріалів тваринного походження. Потреба у створенні установок для їх утилізації обумовлена не лише санітарно-гігієнічними аспектами, але й економічною необхідністю. Світовий дефіцит харчового білка, особливо повноцінних білків тваринного походження зростає. У тваринництві білки є важливими для максимального зростання тварин, тому нарощування виробництва якісних білкових кормів важливо для створення повноцінної кормової бази. Корми, виготовлені з відходів тваринного походження, вважаються більш цінними продуктами порівняно з кормами, що виготовлені з відходів рослинного походження.

Слід відзначити в них більш високий рівень протеїну. Так, наприклад, у м'ясо-кістковому борошні в залежності від його сорту на 1 корм. од. припадає від 337 до 572 г протеїну, в той час як в рослинних кормах – від 40 до 250 г. Лише одна тонна м'ясо-кісткового борошна дає можливість зберегти 3,0 – 3,5 т зернових культур і додатково отримати при правильному збалансуванні комбікорму до 7 центнерів м'яса свиней.

Таким чином, використання цих високоякісних і енергетично цінних відходів тваринного походження для кормових цілей дозволяє збільшити виробництво білкових кормів і підвищити рентабельність тваринницьких підприємств. Це також дозволяє звільнити певну кількість продовольчого

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВСТУП		200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 7/90		

зерна для харчових цілей, зменшуючи вплив на корми. Крім того, переробка біогенних відходів тваринного походження є важливим екологічним заходом, який сприяє зменшенню антропогенного навантаження на навколишнє середовище.

Таким чином, розробка та впровадження установок для утилізації відходів м'ясопереробних підприємств сприятиме поліпшенню економічного стану і забезпечить відповідні прибутки інвесторам.

1. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КОТЛІВ

ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОТЕЛ ГВК 2,8

На малюнку 1.1 показано вакуум-горизонтальний котел ГВК-2,8. Котел 1 є сталевим суцільнозварним циліндричним судном з двома сферичними днищами, розташованим всередині парової сорочки 2 з загальною площею нагріву 10 м². В середній частині корпусу котла розміщений завантажувальний люк 3 з обічною вкладкою для з'єднання з вакуум-насосом, відгалуженням для лінії вторинної пари, патрубком запобіжного клапана та отвором для мановакууметра. Зверху завантажувальний люк закривається сферичною кришкою 7 з затискним механізмом і продувним краном.

У сорочці котла вварені два штуцера 8 для введення пари під тиском від 5,5 до 105 Па, штуцер для запобіжного клапана, випускний клапан 10 для газів, які не конденсуються, та отвір для манометра 11. У передньому днищі є розвантажувальний люк 12 з кришкою і слиновим краном 13 для жиру, а також штуцер з двома кранами для забору зразків сировини під час кипіння. В нижній частині котла вварені два отвори 14 для відведення конденсату з сорочки і додатковий штуцер з трубкою для відведення бульйону і жиру. Усередині котла встановлена мішалка з частотою обертання 40 об/хв із шестигранним валом та п'ятнадцятьма лопатями 15, розташованими під кутом 120°. Мішалка призначена для перемішування завантаженої сировини в котелі під час кипіння, стерилізації і сушіння, а також для вивантаження шквари через розвантажувальний отвір. Кінці лопатей мішалки мають скоси, що сприяють легкому виходу шквари, а рульова мішалки 16 обертається на двох роликів підшипниках 17.

Привід мішалки здійснюється від електродвигуна 18 потужністю 28 кВт через клинопасову передачу 22, редуктор 19 і з'єднувальну муфту 20.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка	<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИХ КОТЛІВ	200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 9/90

Завантаження сировини в котел відбувається під час обертання мішалки і при закритті розвантажувального люка. Після завершення процесу жир і шквару вивантажують через розвантажувальний люк 12 в відповідні ємності 23, обертаючи мішалку у зворотному напрямку для додаткового перемішування. Котел разом з приводом і вакуум-насосом РМК 2 з водозбірником 25 і електродвигуном потужністю 10 кВт установлені на загальній зварній опорній рамі 21 на опорах 26.

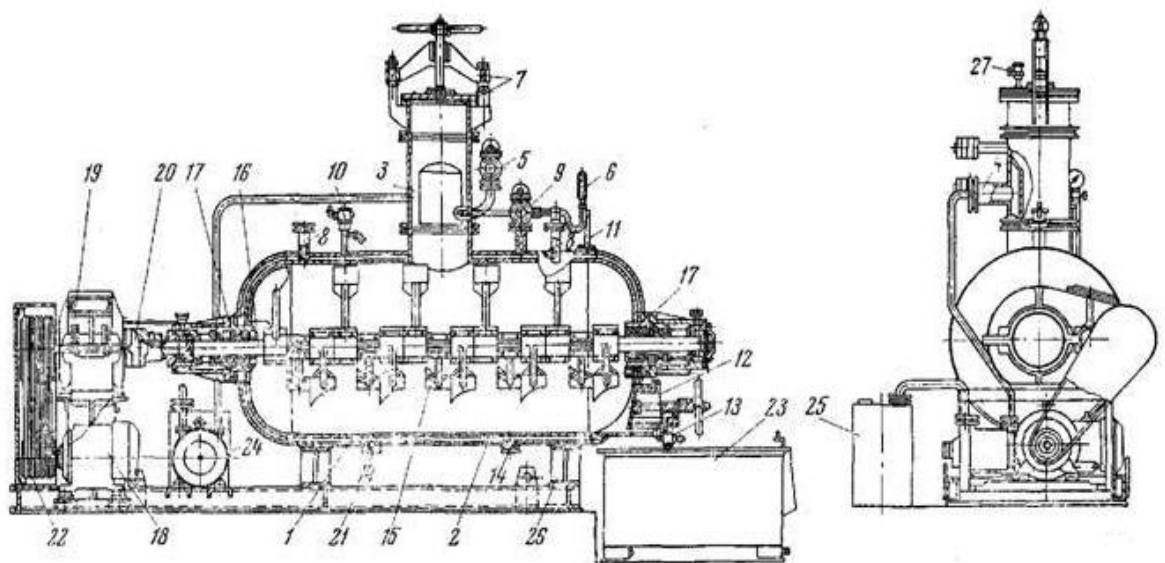


Рис. 1.1 Вакуум горизонтальний котел ГВК2,8

1 – котел; 2 – паровая сорочка; 3 – завантажувальний люк; 4 – патрубок; 5 і 9 – запобіжні клапани; 6 – моновакууметр; 7 – кришка; 8 – штуцера для пари; 10 – кран; 11-манометр; 12 – розвантажувальний люк; 13 – кран для жиру; 14 – 10ід; 15 – лопаті; 16 – вал; 17 – підшипники; 18 – електродвигун; 19 –редуктор; 20 – 10муфта; 21 – опорна рама; 22 – клинопасова передача; 23 – 10ід; 24 – вакуум-насос; 25 – водозбірник; 26 – опори; 27 – продувний кран.

ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОТЕЛ КВМ-4,6М

Котел КВМ-4,6М складається з внутрішнього корпусу 17 і зовнішнього корпусу 18, обидва циліндричні з еліптичними днищами, утворюючи парову сорочку. Товщина стінок цих корпусів становить відповідно 15 мм і 12 мм. У центрі кожного днища закріплені корпуси підшипників 8, а на валу 9 встановлена сальникова набивка 16 для герметизації. Вал має шестигранний поперечний переріз і закріплений мішалкою 2 з лопатями, розміщеними на гвинтовій лінії з кроком 120°. Кожна лопатка складається з листової ступиці з важілем і клиноподібної форми лопаті; одна сторона клина, паралельна осі, призначена для перемішування продукту, а друга, при реверсивному русі, для його вивантаження з котла.

Привід вала здійснюється за допомогою електродвигуна 4 через клинопасову передачу 5, циліндричний редуктор 6 та швидкісну муфту 7 з запобіжним штифтом. Котел і привід монтується на жорсткій зварній рамі 20. Для завантаження сировини у верхню середню частину корпусу приварена труба діаметром 0,41 м з фланцем, до якої прикріплена горловина 13, що закривається кришкою з затвором. У передній частині нижнього днища розташований люк 1 з кришкою для вивантаження шквари. Для відведення жиру у верхній частині корпусу встановлено патрубок з вентилям на обичайці. Також на верхній частині є два патрубки для подачі пари 12, вентиль для видалення повітря 10, запобіжний клапан 14 і патрубок для скидання тиску. Для відведення сокових парів і підключення до вакуумного насоса на обичайці встановлена труба 11, яка закривається кришкою. Вакуум у корпусі створюється водокільним насосом ВВН-3, а пари конденсуються в барометричному конденсаторі.

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
11/90

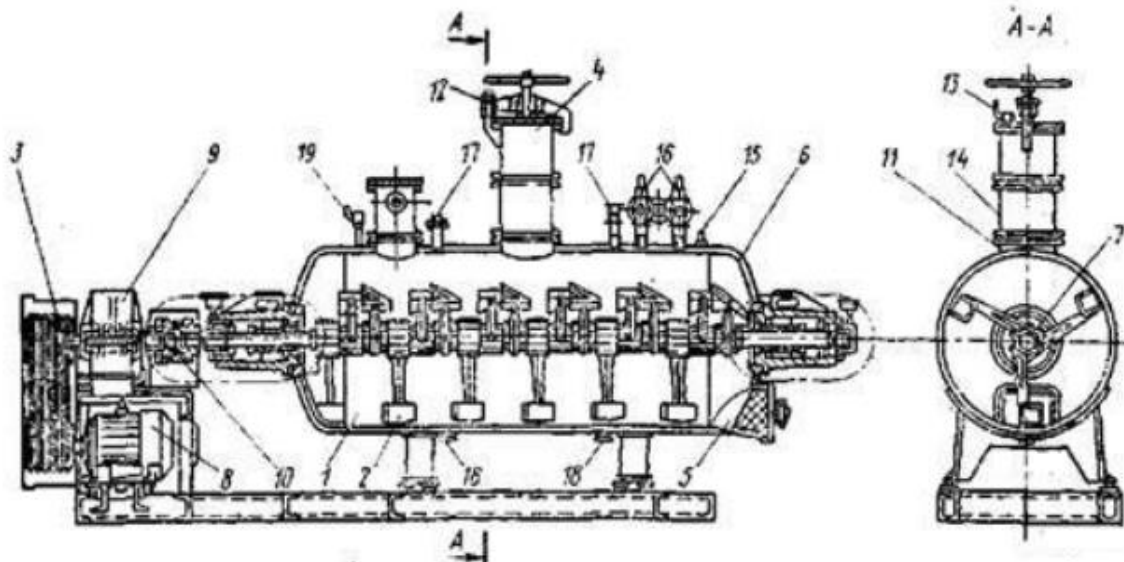


Рис.1.2 ГОРИЗОНТАЛЬНО ВАКУУМНИЙ КОТЕЛ КВМ-4,6М:

1-люк для вивантаження; 2,3-мішалки середня та крайня; 4-електродвигун; 5-клинопасова передача; 6-циліндричний редуктор; 7-муфта; 8, 15-підшипники; 10-патрубок для відводу повітря; 11-труба для відводу сокового пару; 12-патрубок для подачі пари; 13-горловина для завантаження; 14-запобіжний клапан; 16-сальникова набивка валу; 17-внутрішній корпус; 18-зовнішній корпус; 19-теплоізоляція; 20-рама.

ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОТЕЛ "Атлас" (Данія)

Котел компанії "Атлас" (Данія) об'ємом 5,2 м³ оснащений обігрівальною мішалкою. Внутрішній циліндричний корпус 9 котла має одне еліптичне дно 10, яке приварене до фланця корпусу болтами, та друге плоске дно 4. Обидва дна вкриті паровою сорочкою. На плоскому дні встановлено люк 15 для вивантаження шквари та вентиль 19 для спуску жиру. Мішалка 1 зварена з центральної труби, до якої з двох боків приварені цапфи з підшипниками кочення 12, що герметизуються сальниковою набивкою 11. На центральній трубі приварені радіальні трубо-важелі зі зміщенням на 90°, до яких прикріплені порожнисті лопаті. Лопаті мають плоску форму, але з одного боку до них приварений кутовий скребок, який переміщує продукт під час вивантаження. На мішалці розміщено 8 лопатей. Між лопатями і корпусом

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
12/90

котла залишено зазор 5 мм. Конденсат з мішалки і парової сорочки котла відводиться до конденсуючих горшків 2.

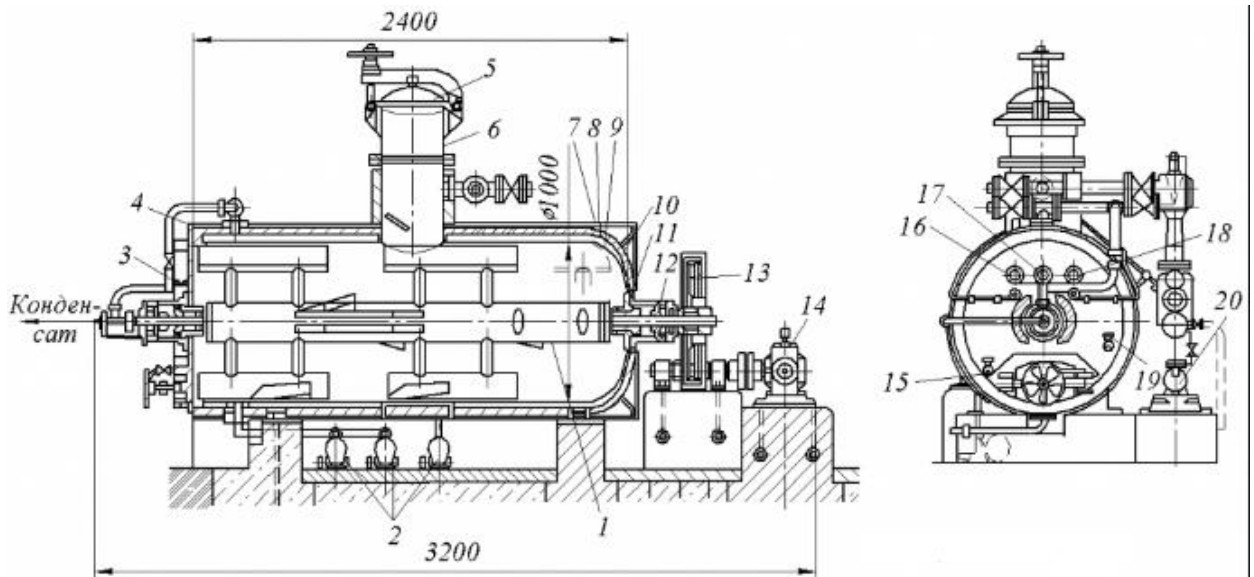


Рис.1.3 ВАКУУМ ГОРИЗОНТАЛЬНИЙ КОТЕЛ “Атлас” (Данія)
 1-мішалка; 2-конденсуючі горшки; 3-паропровід; 4-плоске дно; 5-кришка; 6-горловина для завантаження; 7-теплоізоляція; 8-зовнішній корпус; 9-внутрішній корпус; 10-еліптичне дно; 11-сальникова набивка; 12-підшипник; 13-циліндричний редуктор; 14-черв’ячний редуктор; 15-люк для вивантаження шквари; 16-вакууметр; 17-термометр; 18-манометр; 19-вентиль для спуску жиру; 20-вакуумний насос .

Горизонтальний котел з проміжним теплоносієм (еквакуер) фірми “Сторк-Дюк” (Голандія)

Вакуумний котел (рис. 1.4) має внутрішній 7 та зовнішній 6 корпуси, які утворюють парову сорочку. Усередині котла розташована мішалка, до якої через порожнисті опори приварені труби 11 з повздовжніми лопатями 9. Для організації потоку на мішалці встановлюються диски-перегородки 8 з отворами, крізь які проходить оброблюваний продукт. Котел заповнюється розплавленим жиром на 3/4, який підігрівається глухою парою до 130...150°C. Пара надходить в сорочку через вал 12-в мішалку. Рівень жиру контролюється

через оглядовий люк зі склом та рівнеміром у вигляді прозорої трубки з фотоелементом, що забезпечує автоматичне регулювання. Сировина переміщується вздовж котла через поперечні перегородки і стоїть там протягом 20 хвилин, що забезпечує надійну стерилізацію та руйнування жирових клітин. На плоскому дні другого торця котла встановлюється механізм вивантаження 13.

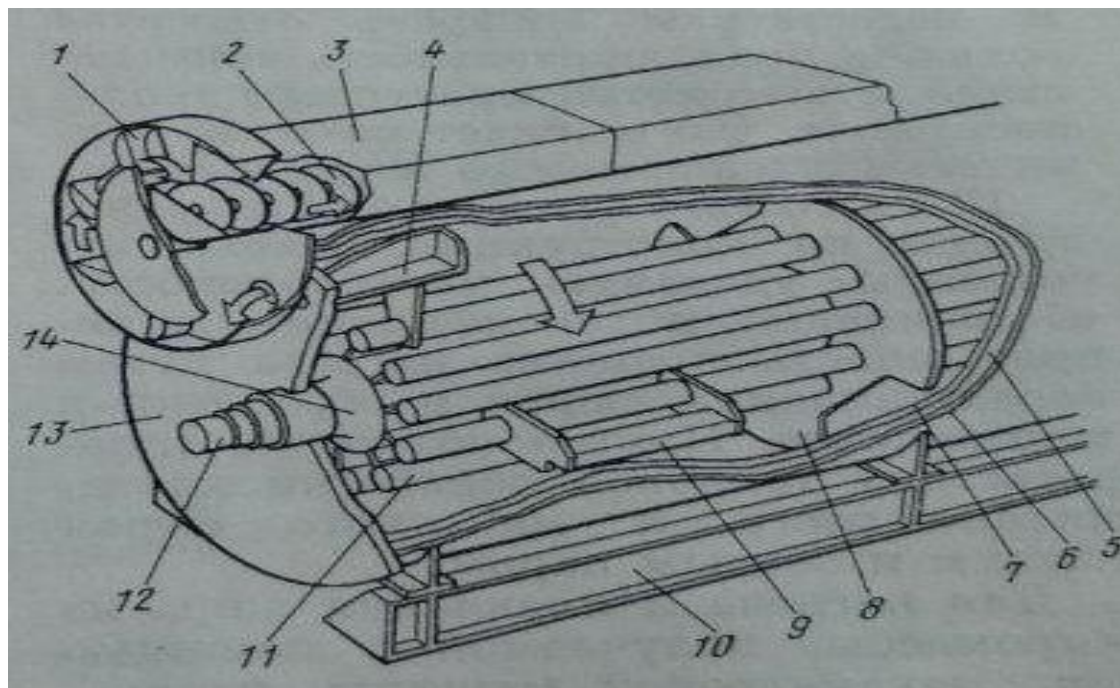


Рис. 1.4 Горизонтальний котел з проміжним теплоносієм (еквакуер) фірми “Сторк-Дюк” (Голандія)

1 – черпак; 2- шнек; 3 відціджувач; 4 – вивантажувальна лопать; 5 – теплоізоляція; 6 – зовнішній корпус; 7 – внутрішній корпус; 8 – диск-перегородка; 9 – лопать; 10 – рама; 11- труба; 12 – вал мішалки; 13 – дно; 14- труба мішалки.

Шнековий апарат Я8-ФЛК/3 для обезжирювання кісток

Шнековий апарат Я8-ФЛК/3 (рис. 1.5), що входить до поточної лінії, використовується для обезжирювання роздрібної кістки. Він складається з U-подібного зовнішнього 12 та внутрішнього 13 корпусів, які формують

парову сорочку. У середині корпусу обертається шнек, цапфи якого закріплені в підшипникових опорах 1, що прикріплені до торцевих стінок корпусу. Шнек приводиться в рух від електродвигуна 6 потужністю 1,5 кВт через клинопасову передачу 7 та черв'ячний редуктор 8. Сирова кістка подається в завантажувальний бункер 2 та транспортується шнеком через апарат. Зазор між трубою шнека та корпусом становить 55 мм. Зігриваюча пара подається в сорочку через патрубок 3 і в шнек через цапфу підшипникової опори 1. Конденсат відводиться з сорочки через патрубок 11, а з шнека – через центральний патрубок. Труби подачі пари в шнек та відведення конденсату герметизуються сальниковою набивкою.

Корпус апарата встановлюють під кутом 12° до горизонту. Під час проходження через апарат з кістки виділяється жир та волога у вигляді пари та бульйону. Пар відводиться через патрубок, закріплений на кришці корпусу, в конденсатор, а жир та бульйон стікаються по корпусу на дві решітки 17 з отворами діаметром 6 мм. З решіток бульйон та жир потрапляють в збірник 15 та подаються на подальше перероблення. Для очищення решіток використовуються штирі гребінок 16, які кріпляться за допомогою важеля до валу 14. На цьому ж валу розташований двоплечовий важіль 21, на одному кінці якого є противага 22, а на другому – ролик 20, який рухається по кулачкові 19. Кулачок закріплений на валу шнека та обертається разом з ним. Коли ролик заходить в западину на кулачку, штирі входять в отвори решітки та очищають її. Продуктивність апарата Я8-ФЛК/3 по обробці сирової кістки становить до 250 кг/год при максимальному розмірі шматків 50 мм. Зовнішній діаметр шнека – 350 мм, крок витків – 75 мм, частота обертання – 0,06 с-1. Тиск пари у сорочці шнека варіюється від 0,3 до 0,4 МПа. Під час обробки тривалістю 11 хвилин сировина нагрівається до 85...95 °С.

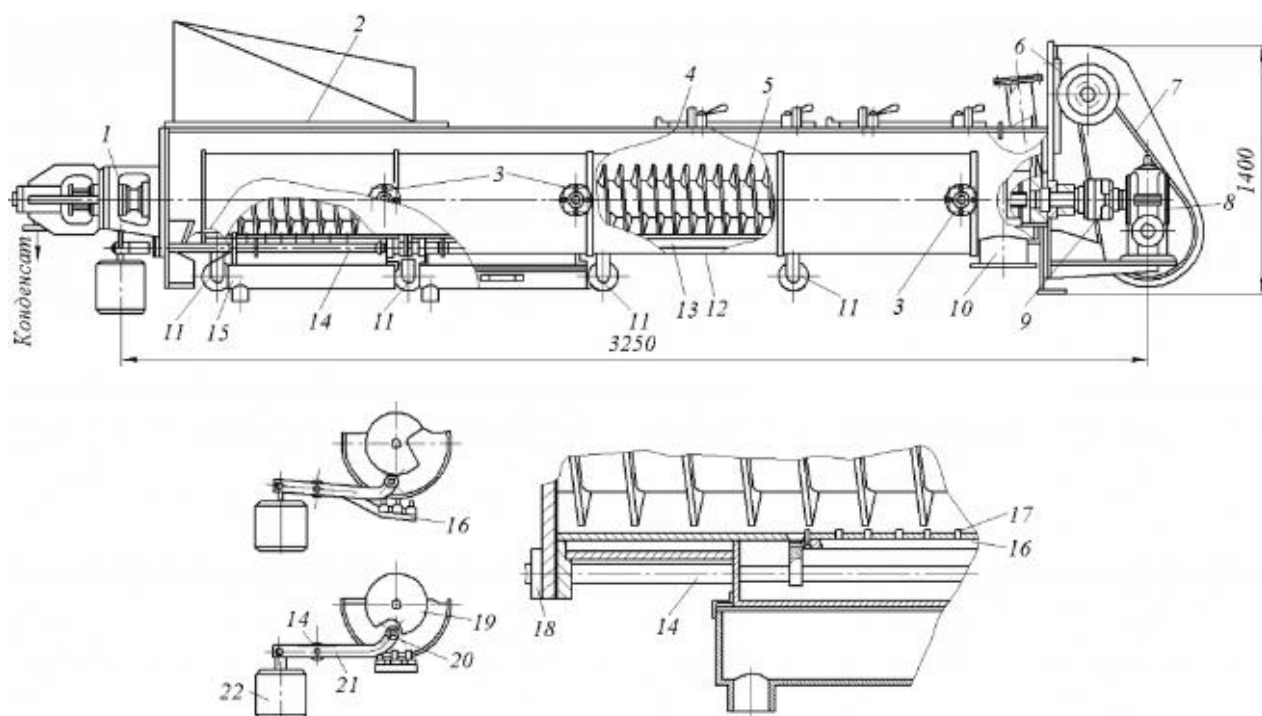


Рис.1.5 Шнековий апарат Я8-ФЛК/3 для обезвожування кістки:

1 – підшипникова опора; 2 – завантажувальний бункер; 3 – патрубок для подачі пари; 4 – кришка; 5 – шнек; 6 – електродвигун; 7 – клино-пасова передача; 8 – черв'ячний редуктор; 9 – муфта; 10 – патрубок для розвантажування; 11 – патрубок для відводу конденсату; 12,13 – зовнішній та внутрішній корпус; 14 – вал гребінки; 15 – збірник для бульйону; 16 – гребінка; 17 – решітка; 18 – підшипник; 19 – кулачок; 20 – ролик; 21 – важіль; 22 – противага

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

М'ясна промисловість України є ключовою галуззю у харчовому секторі. Важливим аспектом на м'ясопереробних заводах є комплексна обробка сировини і використання відходів, таких як непридатні для споживання м'ясні продукти, труп тварин, кістки, кров для технічних цілей, шквара, субпродукти тощо, які підлягають конфіскації за ветеринарним наглядом.

На малих і середніх м'ясопереробних заводах належить забезпечити комплексну обробку технічних відходів. Утилізація цих відходів шляхом їх вивезення за межі заводу, хоча це дешевший спосіб, може негативно впливати на навколишнє середовище. Отже, раціональним рішенням для малих і середніх м'ясопереробних підприємств є використання вакуумних горизонтальних котлів, наприклад, моделі К7-ФМЛ/3 об'ємом 1,6 м³, для утилізації технічних відходів від забою тварин, що дозволить зменшити негативний екологічний вплив.

Після обробки на таких котлах технічні відходи можна перетворити на цінні продукти, які використовуються у складі комбікормів для відгодівлі тварин.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ТА СОЦІАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ		200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 17/90		

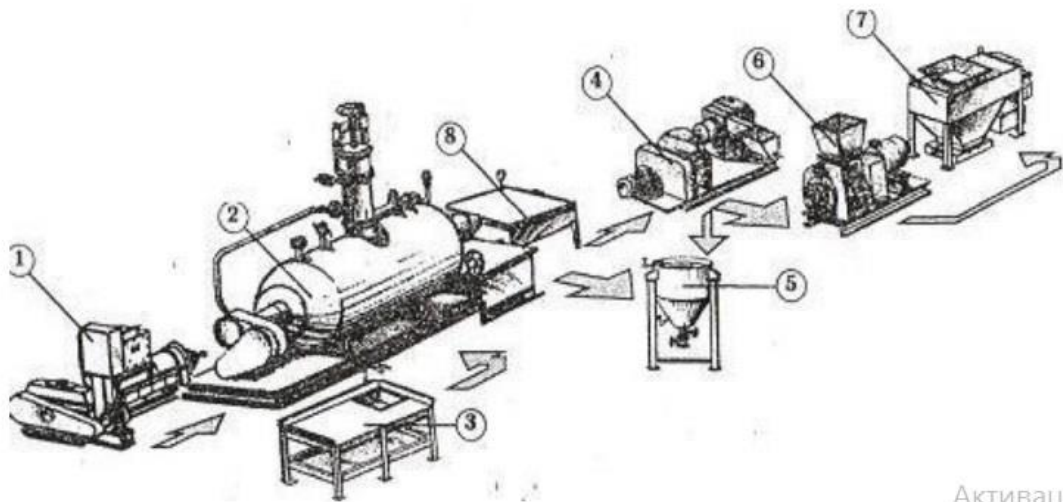
3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ. МАШИНО-АПАРАТУРНА СХЕМА

Вакуумні котли виготовляють кормове борошно та технічні жири, використовуючи процес знежирення шквари на пресах. Технологічний процес включає наступні кроки. Спочатку кістки та жиромісну сировину розмелюють, а потім завантажують у вакуумні котли після вимірювання або зважування, дотримуючись норм завантаження. Сировину, яка зберігається за допомогою солі, промивають протягом 10 хвилин перед її завантаженням у котли. Сировину, що зберігається за допомогою піросульфату натрію або калію, завантажують без видалення консервантів. Розігрівання, стерилізацію, сушіння шквари та відокремлення жиру здійснюють у вакуумних котлах, обробляючи сировину у дві фази. Отриману масу з сухої шквари та жиру фільтрують через м'ясо-кісткову шквару та перегородку, і направляють у відстійник. Жир, що залишився в шкварі після вивантаження з котла, також відціджують у відціджувачі перед тим, як направити його на преси.

Жир отримують на шнековому пресі, що діє безперервно. Він потрапляє у відстійник для очищення і відокремлення дрібних часточок шквари (фузи). Шквара, стиснута через спеціальний магнітний пристрій, йде на подрібнення у дробарці. Потім проходить просіювання через вібросито і потрапляє в бункер. Борошно після упаковки і зважування направляють на зберігання.

На м'ясопереробні підприємства малої і середньої потужності для переробки вторинної сировини використовують комплекс обладнання К7-ФМП (рис. 3.1).

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 3. ХАРАКТЕРИСТИКА ВХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ. МАШИНО-АПАРАТУРНА СХЕМА	200278.KP.22.001.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 18/90	



Активация Wink

Рис.3.1 Машино апаратурна схема виробництва м'ясокісткової муки К7-ФМЛ

1- дробарка для кісток (150 кг/г); 2- горизонтально вакуумний котел К7-ФМЛ/3 (1,6 м³); 3- стіл для накопичення та промивання м'якитної сировини; 4- прес для шквари; 5- відстійник; 6- дробарка для шквари (150 кг/ч); 7- вібросито; 8- 19ід (0,63м³).

Великі відруби з кістками і тверда сировина піддаються подрібненню у дробарці. М'якішну сировину промивають на столі. Готову сировину завантажують у горизонтальний вакуумний котел об'ємом 1,6 м³. Після термооброблення шквара направляється у відціджувач. Вона остаточно знежирюється за допомогою преса. Після висушування і знежирювання шквару подрібнюють на дробарці і просіюють. Жир з відціджувача й преса потрапляє у відстійник.

4. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ

4.1 Будова та принцип роботи

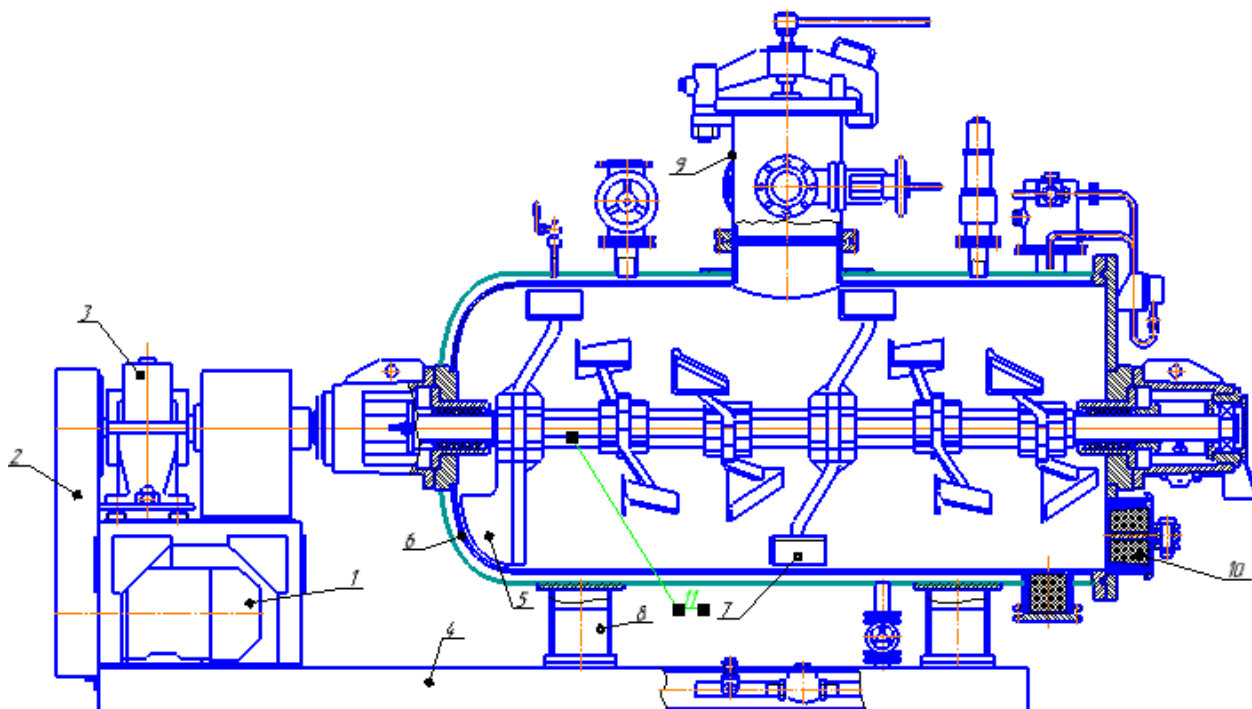


Рис.4.1 Горизонтально вакуумний котел К7-ФМЛ/3

1- електродвигун; 2- клинопасова передача; 3- редуктор; 4- зварна рама; 5- лопать сферичної форми; 6- сферична частина корпусу; 7- лопать; 8- опора; 9 – завантажувальна горловина; 10 – розвантажувальний люк; 11 – шестиграний вал.

Технічні характеристики:

Об'єм корпусу	1,6м ³
Об'єм сорочки	0,26м ³
Поверхня нагріву	7,2м ²

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Ковальов Г.А.	Назва, додаткова назва 4. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ. ОПИС ЗАПРОПОНОВАНОГО ТЕХНІЧНОГО РІШЕННЯ	200278.KP.22.001.ПЗ			
	Документ затверджено Габва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 20/90

Тиск в сорочці, Мпа (кгс/см ²), не більше	0,4 (4)
Тиск в корпусі при розжарюванні сировини, Мпа (кгс/см ²), не більше	0,3 (3)
Тиск в корпусі при обезвожуванні та сушці сировини мм.рт.ст.	700
Встановлена потужність, кВт	26
Потужність приводу мішалки, кВт	18,5
Частота обертання вала мішалки, об/хв.	58
Габаритні розміри, мм:	
Довжина	4100
Ширина	1280
висота	2500
Маса, кг,	3500

Горизонтальний вакуумний котел призначений для варіння, стерилізації та видалення вологи з нехарчової білкової сировини та конфіскатів, які отримують у процесі обробки худоби, птиці та м'яса на м'ясопереробних заводах. Це використовується для виробництва сухих тваринних кормів (таких як м'ясне, м'ясо-кісткове, кров'яне, кісткове борошно, борошно з гідролізованого пера), кормових білкових концентратів та переробки туш забитих тварин на кормові продукти, включаючи м'ясо-кісткове борошно та вироблення кормових і технічних жирів. Також використовується для отримання тваринних прямих жирів і сировини з жиру, кісток і кісткових залишків.

Горизонтальний вакуумний котел входить до складу технологічних ліній виробництва сухих тваринних кормів і тваринних жирів і може працювати відповідно до технологічних схем. Він забезпечує виробництво сухих тваринних кормів, таких як м'ясо-кісткове борошно, кров'яне борошно, кісткове борошно і борошно з гідролізованого пера, а також жиру тваринного кормового та технічного відповідно до національних стандартів.

4.2 Опис запропонованого технологічного рішення

Для поліпшення перемішування сировини в зоні, де розташована сферична стінка, пропонується використовувати конфігурацію лопаті, яка забезпечить ефективне очищення стінки, уникне утворення застійних зон і дозволить повністю вивантажувати котел.

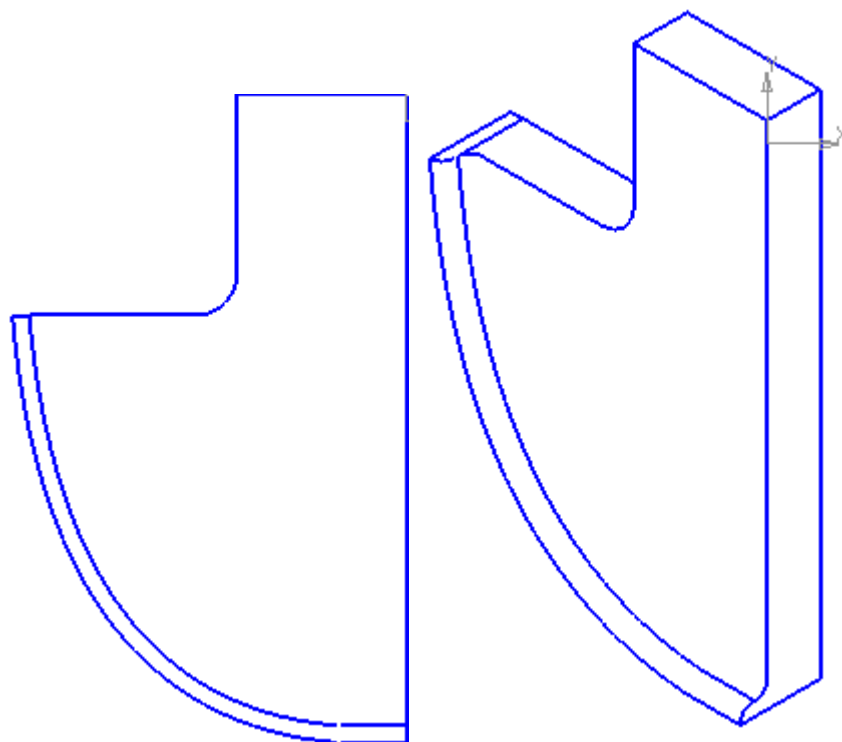


Рис.4.1 Лопать для перемішування в зоні сферичної частини котла

Для створення більш міцного кріплення лопатей на валу за менших витрат матеріалу пропонується використовувати криволінійну конфігурацію тримачів та розміщувати лопаті парами.

Це дозволить збільшити корисний об'єм котла і покращити якість перемішування сировини.

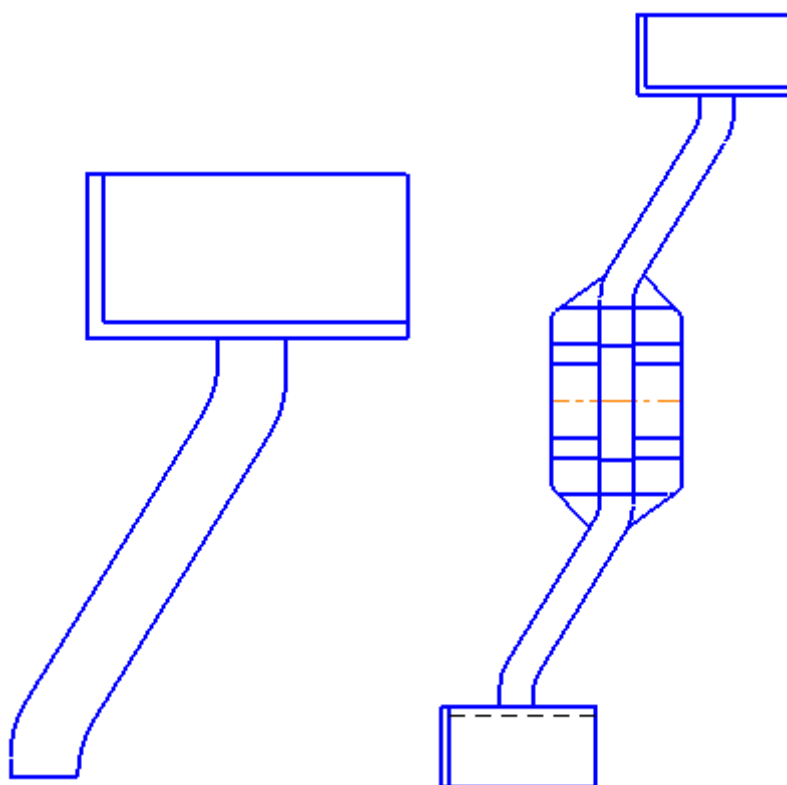


Рис.4.2 Парні тримачі для перемішуючих лопатей

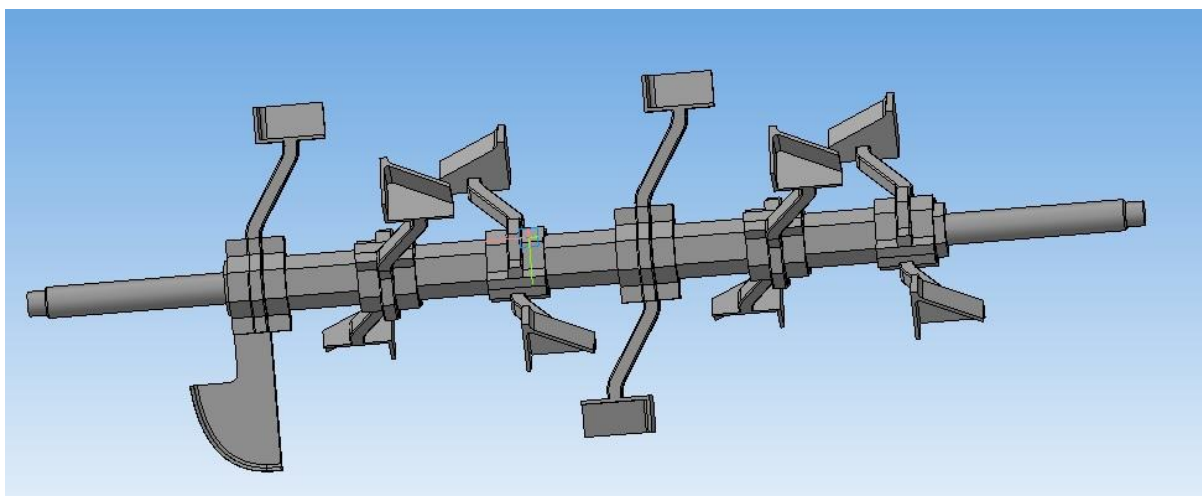


Рис.4.3 3D схема модернізації вузла перемішування мішалки

5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

5.1 Розрахунок обладнання

Розрахунок продуктивності котла та потужності привода

Розрахуємо продуктивність:

$$M = \frac{1700}{8} = 212,5 \text{ (кг/год)}$$

Маса разового завантаження визначається за такою формулою:

$$G = M \cdot \tau = 212,5 \cdot 4 = 850 \text{ (кг)}$$

де τ - тривалість циклу обробки, год; становить 4 години.

Визначаємо потужність, що необхідна для обертання лопатей:

$$N_{\text{розрах}} = P \cdot v_{\text{кол}}, \text{ Вт}$$

де P – опір сировини при русі лопатей, Н;

$v_{\text{кол}}$ – колова швидкість руху лопатей, м/с.

Визначаємо опір P без урахування тертя:

$$P = k_0 \cdot F(v_{\text{кол}} \pm u)^2, \text{ Н}$$

k_0 – коефіцієнт, що залежить від сировини. Для м'якитної жиромісткої та сирої кістки $k_0 = 1560$;

F – площа всіх лопатей занурених у сировині $F=0,320 \text{ м}^2$;

u – швидкість руху рідини, м/с. При відсутності додаткових пристроїв для приведення рідини в рух $u=0$.

$$v_{\text{кол}} = \omega \cdot R = \frac{\pi \cdot n}{30} \cdot R,$$

$$v_{\text{кол}} = \frac{3,14 \cdot 58 \cdot 0,490}{30} = 3 \text{ м/с}$$

де ω – кутова швидкість, м/с;

n – кількість обертів робочого вала, об/хв.;

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.М.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Ковальов Г.А.	Назва, додаткова назва 5. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	200278.KP.22.001.P3			
	Документ затверджено Габва О.М.		Інд. змін.	Дата видання	Мова UA	Аркуш 24/90

R – довжина лопаті, м. Тоді

$$P = 1560 \cdot 0,320 \cdot (3 \pm 0)^2 = 4493 \text{ Н}$$

$$N_{\text{розрах}} = 4493 \cdot 3 = 13479 \text{ Вт} = 13,48 \text{ кВт}$$

$$N = \frac{N_{\text{розрах}} \cdot \eta_{\text{зап}}}{\eta_{\text{прив.}}} = \frac{13,48 \cdot 1,35}{0,7} = 25,99 \text{ кВт}$$

$\eta_{\text{зап}}$ – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta_{\text{прив.}}$ – коефіцієнт корисної дії приводу.

Розрахунок теплового балансу

Витрата теплоти для нагрівання стінок апарату:

$$Q_1 = m_1 \cdot c_1 \cdot (t_2 - t_1) + m_2 c_2 (t_4 - t_3), \text{ кДж}$$

де m_1 – маса металевого корпусу апарату, кг ($m_1=1147,8$ кг);

c_1 – питома теплоємність металевих частин, кДж/(кг·К) ($c_1=0,48$ кДж/(кг·К));

t_1 – початкова температура стінок апарату ($t_1=20$ °С);

t_2 – кінцева температура стінок апарату ($t_2=120$ °С);

m_2 – маса ізоляції апарату, кг ($m_2=427,8$ кг) ;

c_2 – питома теплоємність ізоляції, кДж/(кг·К) ($c_2=0,84$ кДж/(кг·К));

t_3 – початкова температура ізоляції ($t_3=20$ °С);

t_4 – кінцева температура ізоляції ($t_4=45$ °С).

$$Q_1 = 1147,8 \cdot 0,48 \cdot (120 - 20) + 427,8 \cdot 0,84(45 - 20) = 6407,1 \text{ кДж}$$

Витрата теплоти для нагрівання сировини до температури плавлення:

$$Q_2 = m_{\text{ш}} \cdot c_{\text{ш}} \cdot (t_{\text{к}} - t_{\text{о}}) + m_{\text{ж}} \left[c'_{\text{ж}} (t_{\text{н}} - t_{\text{о}}) + \vartheta_{\text{ж}} + c''_{\text{ж}} (t_{\text{к}} - t_{\text{н}}) \right], \text{ кДж}$$

де $m_{\text{ш}}$ – маса шквари, кг ($m_{\text{ш}}=71$ кг);

$c_{\text{ш}}$ – питома теплоємність шквари, кДж/(кг·К) ($c_{\text{ш}}=2,1$ кДж/(кг·К));

$t_{\text{о}}$ – початкова температура жиру і шквари ($t_{\text{о}}=20$ °С);

$t_{\text{к}}$ – кінцева температура жиру і шквари ($t_{\text{к}}=120$ °С);

$m_{ж}$ – маса жиру, кг ($m_{ж}=425$ кг);

$c_{ж}'$ – питома теплоємність жиру до плавлення, кДж/(кг·К) ($c_{ж}'=1,68$ кДж/(кг·К));

$c_{ж}''$ – питома теплоємність жиру після плавлення, кДж/(кг·К) ($c_{ж}''=2,1$ кДж/(кг·К));

t_n – температура плавлення жиру (для свинячого жиру $t_n=35$ °С);

$g_{жс}$ – прихована теплота плавлення жиру ($g_{жс}=168$ кДж/кг).

$$Q_2 = 71 \cdot 2,1 \cdot (120 - 20) + 425 \cdot [1,68 \cdot (35 - 20) + 168 + 2,1 \cdot (120 - 35)] = 172888 \text{ кДж}$$

Витрата теплоти на випаровування вологи:

$$Q_3 = m_{в} \cdot [c_{в} \cdot (t_{ф} - t_{о}) + g_{в}], \text{ кДж}$$

де $m_{в}$ – маса води, кг ($m_{в}=350$ кг);

$c_{в}$ – питома теплоємність води, кДж/(кг·К) ($c_{в}=4,2$ кДж/(кг·К));

$t_{о}$ – початкова температура води в продукті;

$t_{ср}$ – середня температура води, яка випаровується, °С;

$g_{вс}$ – прихована теплота води, що випаровується при середній температурі, кДж/кг.

$$Q_3 = 350 * [4,2 * (100 - 20) + 2494] = 990500 \text{ кДж}$$

Втрата тепла через стінки апарата:

$$Q_4 = k_1 \cdot F \cdot (t_n - t_{нс}), \text{ Вт}$$

де k_1 – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·К);

F – площа поверхні корпусу, м² ($F=7,2$ м²);

t_n – температура пари в сорочці при тискові пари $P=4$ атм; $t_n=142,96$ °С;

$t_{нс}$ – температура середовища, °С.

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_1 = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + 1/\alpha_2}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}},$$

де α_1 – коефіцієнт тепловіддачі від пари до стінки, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ (для конденсації пари α_1 знаходиться в межах 8100-17400 $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$);

δ_1 – товщина металевої стінки, м;

λ_1 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки апарату, $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$ (для сталі $\lambda_1=40 \text{ Вт}/\text{м}^2\text{К}$);

λ_2 – коефіцієнт теплопровідності матеріалу ізоляції, $\text{Вт}/\text{м}^2\text{К}$;

δ_2 – товщина ізоляції, м;

α_2 – коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні апарату до повітря навколишнього середовища, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$.

$$k_1 = \frac{1}{1/8100 + 0,012/40 + 0,045/0,04 + 1/11,91} = 0,82 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Коефіцієнт тепловіддачі від зовнішньої поверхні апарату до повітря навколишнього середовища розраховується за наступною формулою:

$$\alpha_2 = 9,3 + 0,058 \alpha_{\text{ст2}} = 9,3 + 0,058 \cdot 45 = 11,91 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$$

Отже,

$$Q_4 = 0,82 \cdot 7,2 \cdot (14296 - 20) = 7259 \text{ Вт}$$

$$Q_4 = 725,9 \cdot 15269,6 = 11084,64 \text{ кДж}$$

Час витоплювання жиру:

$$\tau = \frac{mq}{k_2 F \Delta t},$$

Коефіцієнт теплопередачі:

$$k_2 = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + 1/\alpha_3}, \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

де α_3 – коефіцієнт тепловіддачі від внутрішньої стінки апарата до продукту, $\text{Вт/м}^2\text{К}$.

$$\alpha_3 = c_a(a + b\nu^{0,6}) = 4,2(170 + 70 \cdot 0,2^{0,6}) = 8259$$

де a і b – сталі, що залежать від температури, виду, стану жиру, товщини його шару ($a=150-200$, $b=60-80$);

ν – швидкість руху рідини, м/с ($\nu=0,2\text{ м/с}$).

$$k_2 = \frac{1}{1/8100 + 0,012/40 + 1/8259} = 612 \text{ Вт/м}^2\text{К}$$

де m – маса сировини, яка завантажується в апарат, кг;

q – питомі витрати теплоти, Дж/кг (залежить від подрібнення сировини; частки води, яка випаровується; величини втрат; при кількості води 15-25% від маси завантаження знаходиться в межах $10^3-1,2 \cdot 10^3$ кДж/кг);

k_2 – коефіцієнт теплопередачі від пари до продукту, $\text{Вт/(м}^2 \cdot \text{К)}$; Δt – різниця температур між теплообмінними середовищами (парою і продуктом), $^\circ\text{C}$.

$$\tau = \frac{mq}{k_2 F \Delta t} = \frac{850 \cdot 1200000}{612 \cdot 7,2 \cdot 22,96} = 1008,9 \text{ с} = 2,8 \text{ год}$$

Загальні витрати тепла на роботу апарата:

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4$$

$$Q = 64078 + 172883 + 990500 + 11084,64 = 1238545,64 \text{ кДж}$$

Витрата пари за один цикл роботи котла:

$$D = \frac{Q}{i_n - i_k},$$

де i_n, i_k – ентальпія пари і конденсату відповідно, кДж/кг.

$$I_n = 2733 \text{ кДж/кг}$$

$$i_k = 272 \text{ кДж/кг}$$

$$D = \frac{123854,54}{2733 - 272} = 50326 \text{ кг.}$$

5.2 Розрахунок на міцність елементів корпусу котла

Дані для розрахунку:

Робочий тиск в корпусі	0,3 Мпа
Робочий тиск пари в паровій сорочці	0,4 Мпа
Внутрішній діаметр корпусу	1,1 м
Матеріал	3 кп
Робоча температура	120°C

Розрахунок товщини стінки парової сорочки котла, яка знаходиться під внутрішнім тиском

Додаткова товщина обичайки розраховується за формулою:

$$S = \frac{P_p D}{2\varphi\sigma_{\text{доп}} - P_p} + C + C_1$$

де P_p – робочий тиск в корпусі, Мпа;

D – діаметр оболонки, м;

$C=1$ мм – прибавка на корозію;

C_1 – додаткова прибавка на розрахункову товщину (приймаємо 4,5 мм)

$\varphi=0,95$ – коефіцієнт міцності зварного шва;

$\sigma_{\text{доп}} = \eta\sigma^*$ – допустиме напруження;

$\sigma_{\text{доп}}^* = \min\left(\frac{\sigma_B^t}{n_B}; \frac{\sigma_T^t}{n_T}\right)$ – нормальне допустиме напруження;

$\sigma_B^{150} = 362,846$ Мпа – межа міцності 3 кп при $t=150^\circ\text{C}$

$\sigma_T^{150} = 193,191$ Мпа – межа текучості 3 кп при $t=150^\circ\text{C}$

$n_B=2,6$ – коефіцієнт запасу міцності по межі міцності;

$n_T=1,5$ – коефіцієнт запасу текучості по межі текучості;

$\eta=1$ – поправочний коефіцієнт, що враховує умови роботи в апараті.

$$\sigma_{\text{доп}}^* = \min\left(\frac{362,846}{2,6}; \frac{193,191}{1,5}\right) = \min(139,556; 128,794) = 128,794 \text{ Мпа}$$

$$S = \frac{0,3 \cdot 1100}{2 \cdot 0,95 \cdot 128,794 - 0,3} + 1 + 4,5 = 6,85 \text{ мм.}$$

Приймаємо $S=7$ мм.

Розрахунок товщини корпусу, який працює під зовнішнім тиском

Оскільки котел К7-ФМЛ/3 працює при зовнішньому тиску (при розрідженні у корпусі), його стінки піддавані напруженням стиску. Для оболонки, які знаходяться в межах еластичності, визначається додаткова товщина корпусу котла:

$$S = 47 \frac{D}{1000} \left(\frac{P_p}{E} \cdot \frac{l}{D} \right)^{0,4} + C + C_1$$

$E=182400$ Мпа – модуль пружності ст3 кп при $t=120^\circ\text{C}$

$l=3,342$ м – відстань між кільцями жорсткості по осям;

$P_p=0,4$ Мпа – зовнішній тиск (прийнято з урахуванням розрідження в котлі).

$$S = 47 \frac{1,1}{1000} \left(\frac{0,3}{182400} \cdot \frac{2,270}{1,1} \right)^{0,4} + 1 + 4,5 = 5,5 \text{ мм.}$$

Приймаємо $S=6$ мм.

Розрахунок еліптичної кришки парової сорочки

Товщина стінки еліптичного днища, яке знаходиться під внутрішнім тиском:

$$S = \frac{P_p D}{2\varphi\sigma_{\text{доп}} - 0,5P_p} + C + C_1$$

де C, C_1 – прибавки на корозію та уточнення при штампуванні;

$\varphi=1$ – так як днище виготовляється із цілої заготовки.

$$S = \frac{0,3 \cdot 1,1}{2 \cdot 1 \cdot 128,79 - 0,5 \cdot 0,3} + 3 + 4,5 = 7,5 \text{ мм}$$

200278.KP.22.001.P3

Інд. змін.

Дата видання

Модел
UA

Аркулш
30/90

Приймаємо $S=8$ мм

Розрахунок еліптичного днища корпусу котла, що знаходиться під зовнішнім навантаженням

Товщину днища беруть за більше із двох значень:

$$S_1 = \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{K_e R}{300} \sqrt{\frac{P_p}{10^{-6} E}} + C + C_1 \\ \frac{P_p R}{2\sigma_{\text{доп}}} \beta_1 + C + C_1, \text{ де } K_e = 1 \end{array} \right.$$

В першому наближенні приймають $K_e=1$;

Для стандартного днища при $H=0,25D$, $H=0,25 \cdot 1,1=0,275$ м. Внутрішня висота випуклої частини днища $R=D=1,1$ м=1100 мм;

$P_p=0,3$ Мпа – розрахунковий тиск;

$C=3$ мм – поправка на корозію

$C_1=4,5$ поправка на уточнення при штампуванні.

$$(1) \quad S_1 = \frac{1 \cdot 1100}{300} \sqrt{\frac{0,3}{10^{-6} \cdot 182400}} + 3 + 4,5 = 14,4 \text{ мм}$$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0,5 + \sqrt{0,25 + 12 \cdot K_E^2 \cdot \frac{\sigma_T}{E} \cdot \frac{\sigma_{\text{доп}}}{P_p}} = \\ &= 0,5 + \sqrt{0,25 + 12 \cdot 1 \cdot \frac{139,556}{182400} \cdot \frac{128,794}{0,3}} = 0,5 + \sqrt{0,25} = \\ &= 0,5 + 2,04 = 2,54 \end{aligned}$$

$$(2) \quad S_1 = \frac{0,3 \cdot 1100}{2 \cdot 128,794} \cdot 2,54 + 3 + 4,5 = 10,75 \text{ мм}$$

Приймаємо $S_1=11$ мм.

Розрахунок лопатей мішалки (рис. 5.1.)

Зусилля, що діє на одну лопать при її заклинюванні :

$$P = \frac{M_{кр}}{R} = \frac{5,2}{0,490} = 10,6 \text{ кН}$$

де $M_{кр}$ – крутний момент на валу, кН·м;

R – довжина лопаті, м.

Визначимо напруження в перерізах

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma_{1-1}^2 + 4\tau_{кр}^2} \leq [\sigma]$$

$\sigma_1 = \frac{M_i}{W_i}$ – напруження згину у перерізах;

$M_i = P \cdot a_i$ – згинальний момент в перерізах;

a_i – плече прикладання сили;

Рис. 5.1.

W_i – момент опору згину.

$$\tau_{кр} = \frac{M_{кр}}{W_{\rho_i}}$$

$M_{кр} = P \cdot e = 10,6 \cdot 18 = 190,8 \text{ кН/м}$ – крутний момент

W_{ρ_i} – момент опору кручення вибраного перерізу

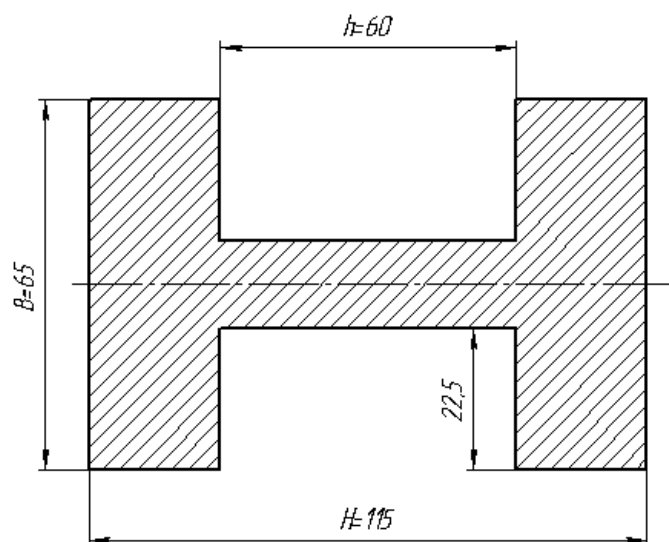
$[\sigma] = 230 \text{ МН/м}^2$ – допустиме напруження

Переріз 1-1 (32ід . 5.2.)

$$\sigma_{1-1} = \frac{M_1}{W_1}$$

$$M_1 = P \cdot a_1 = 10,6 \cdot 0,54 = 5,724 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Рис. 5.2.



$$W_1 = \frac{B \cdot H^3 - 2b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{0,065 \cdot 0,115^3 - 2 \cdot 0,0225 \cdot 0,06^3}{6 \cdot 0,115} = 1,29 \text{ м}^3$$

$$\sigma_{1-1} = \frac{5,724}{1,29} = 4,43 \text{ кН/м}^2$$

$$\tau_{кр1} = \frac{M_{кр}}{W_{\rho_1}}$$

$$W_{\rho_1} = \frac{\eta}{3 \cdot \delta_{\max}} \sum b_i \cdot \delta_i^3$$

де, $\eta = 1,3$ – коефіцієнт для двотаврового перерізу;

$\delta_{\max} = 0,0275 \text{ м}$; $b_1 = 0,065 \text{ м}$; $\delta_1 = 0,0275 \text{ м}$; $b_2 = 0,06 \text{ м}$; $\delta_2 = 0,02 \text{ м}$.

$$W_{\rho_1} = \frac{1,3}{3 \cdot 0,0275} (2 \cdot 0,065 \cdot 0,0275^3 + 0,06 \cdot 0,02^3) = 5 \text{ м}^3$$

$$\tau_{кр1} = \frac{190,8}{5} = 38,16 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_1 = \sqrt{4,43^2 + 4 \cdot 38,16^2}$$

$$= 76,4 \text{ кН/м}^2 \leq [\sigma]$$

Переріз 2-2 (33ід . 5.3.)

$$\sigma_2 = \sqrt{\sigma_{2-2}^2 + 4\tau_{кр2}^2} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{M_2}{W_2}$$

$$M_2 = P \cdot a_2 = 10,6 \cdot 0,39 =$$

$$= 4,134 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

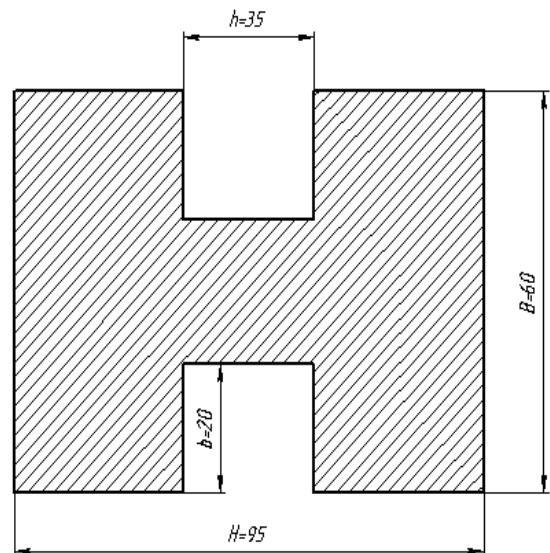


Рис.5.3.

$$W_2 = \frac{B \cdot H^3 - 2b \cdot h^3}{6 \cdot H} = \frac{0,06 \cdot 0,095^3 - 2 \cdot 0,02 \cdot 0,035^3}{6 \cdot 0,095} = 8,65 \text{ м}^3$$

$$\sigma_{2-2} = \frac{4,134}{8,65} = 0,47 \text{ кН/м}^2$$

$$\tau_{кр2} = \frac{M_{кр}}{W_{\rho_2}}$$

$$W_{\rho_2} = \frac{1,3}{3 \cdot 0,02} (2 \cdot 0,06 \cdot 0,03^3 + 0,035 \cdot 0,02^3) = 7,62 \text{ м}^3$$

$$\tau_{кр2} = \frac{4,134}{7,62} = 0,54 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_2 = \sqrt{0,47^2 + 4 \cdot 0,54^2} = 1,17 \text{ кН/м}^2 \leq [\sigma]$$

Переріз 3-3 (34ід . 5.4.)

$$\sigma_3 = \sqrt{\sigma_{3-3}^2 + 4\tau_{кр3}^2} \leq [\sigma]$$

$$\sigma_{3-3} = \frac{M_3}{W_3}$$

$$M_3 = P \cdot a_3 = 10,6 \cdot 0,165 = 1,749 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$W_3 = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{0,06 \cdot 0,06^2}{6} = 0,000036 \text{ м}^3$$

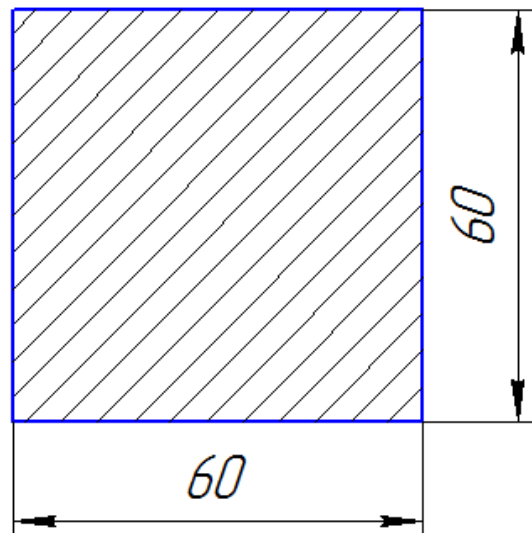


Рис. 5.4.

$$\sigma_{2-2} = \frac{1,749}{0,000036} = 48583,3 \text{ кН/м}^2$$

$$\tau_{кр3} = \frac{M_{кр}}{W_{\rho_3}}$$

$$W_{\rho_3} = 0,208 \cdot 0,06^3 = 0,000045 \text{ м}^3$$

$$\tau_{кр2} = \frac{1,749}{0,000045} = 36437,5 \text{ кН/м}^2$$

$$\sigma_3 = \sqrt{48583,3^2 + 4 \cdot 36437,5^2} = 87584,9 \text{ кН/м}^2 \leq [\sigma]$$

5.3 Розрахунок кінематичних і силових параметрів привода.

За значенням $N_{\text{розрах}}$ з каталогу вибираємо трьохфазний асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором – АІР180М4У3 ($N = 30$ кВт, $n = 1500$ об/хв).

Передаточне число привода:

$$u_{\text{прив.}} = \frac{n_{\text{двиг.}}}{n_{35\text{id.}}} = \frac{1500}{58} = 25,86$$

Передаточні числа окремих ступенів привода

$$u_{\text{пр}} = u_{\text{ред}} \cdot u_{\text{кл.пас.}}$$

$$u_{\text{ред}} = 8 \text{ (за СТ СЭВ 224-75)}$$

Передаточне число клино-пасової передачі:

$$u_{\text{кл.пас.}} = \frac{u_{\text{прив.}}}{u_{35\text{id.}}} = \frac{25,86}{8} = 3,23$$

Потужності на окремих валах привода:

$$N_1 = N_{\text{дв.розрах.}} = 25,99 \text{ кВт}$$

$$N_2 = N_1 \cdot \eta_{\text{кл.пас.}} = 25,99 \cdot 0,95 = 23,91 \text{ кВт}$$

$$N_3 = N_2 \cdot \eta_{\text{з.п.}} \cdot \eta_{\text{підш.}}^2 = 23,91 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 22,73 \text{ кВт}$$

$$N_4 = N_3 \cdot \eta_{\text{муфти}} \cdot \eta_{\text{п.п.}} = 22,73 \cdot 0,99 \cdot 0,99 = 22,27 \text{ кВт}$$

Частота обертання валів привода

$$n_1 = n_{\text{об.}} = 1500 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1}{u_{\text{кл.пас.}}} = \frac{1500}{3,23} = 464,39 \text{ об/хв}$$

$$n_3 = \frac{n_2}{u_{\text{зп.}}} = \frac{464,39}{8} = 58,04 \text{ об/хв}$$

$$n_4 = n_3 = 58,04 \text{ об/хв}$$

Кутові швидкості на окремих валах привода:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} = \frac{3,14 \cdot 464,39}{30} = 48,63 \text{ рад/с}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} = \frac{3,14 \cdot 58,04}{03} = 6,07 \text{ рад/с}$$

$$\omega_4 = \omega_3 = 6,07 \text{ рад/с}$$

Крутні моменти на валах приводу

$$M_1 = \frac{N_1}{\omega_1} = \frac{25990}{157} = 165,54 \text{ Н·м}$$

$$M_2 = \frac{N_2}{\omega_2} = \frac{23910}{48,63} = 491,67 \text{ Н·м}$$

$$M_3 = \frac{N_3}{\omega_3} = \frac{22730}{6,07} = 3744,6 \text{ Н·м}$$

$$M_4 = \frac{N_4}{\omega_4} = \frac{22270}{6,07} = 3668,9 \text{ Н·м}$$

Таблиця кінематичних і силових параметрів приводу

Таблиця 5.1.

Номер валу	N, кВт	n, об/хв	ω , рад/с	M, Н·м	Примітка
1	25,99	1500	157	165,54	
2	23,91	464,39	48,63	491,67	U=3,23
3	22,73	58,04	6,07	3744,6	U=8
4	22,27	58,04	6,07	3668,9	

5.4 Розрахунок зрізного штифта з запобіжної муфти привода

Крутним момент на валу :

$$M_{кр} = 9550 \frac{N}{n}$$

$n=58$ об/хв. – частота обертання лопатей;

$N=22,27$ кВт – потужність, що необхідна для обертання лопатей.

$$M_{кр} = 9550 \frac{22,27}{58} = 3666,9 \text{ Н м} = 3,6 \text{ кН м}$$

Діаметр зрізного штифта:

$$d = \sqrt{\frac{M_{кр}}{r \cdot 0,785 \cdot z \cdot \tau_{сп}}}$$

$r=135$ мм – радіус установки штифта на муфті;

$z=2$ – кількість зрізних штифтів;

$[\tau_{сп.}] = 0,9\sigma_{вр} = 0,9 \cdot 190 = 171$ Мпа – допустиме напруження на зріз для штифта з проточкою, де $\sigma_{вр} = 190$ Мпа – межа міцності.

$$d = \sqrt{\frac{3,6}{0,135 \cdot 0,785 \cdot 171 \cdot 2}} = 6,89 \text{ мм}$$

Приймаємо $d=7$ мм.

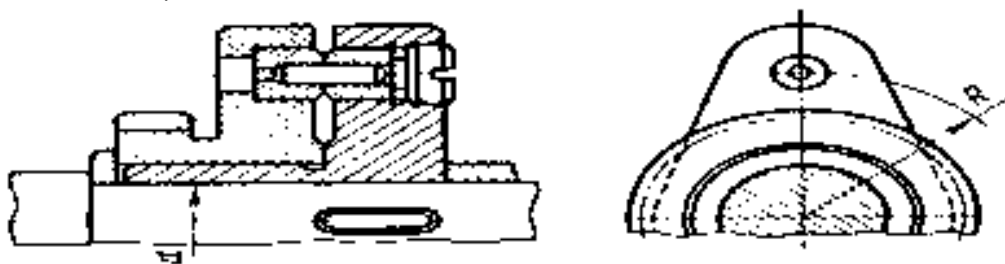


Рис. 5.6. Муфта фланцева із запобіжним штифтом

5.5 Розрахунок клино-пасової передачі

Момент крутіння швидкісного валу $T=165,54$ Н·м

При даному моменті приймаємо ремінь типу “В” з розмірами: $b_p=19,0$; $h=13,5$; $b_0=22$; $y_0=4,8$; $F_1=2,3$.

Діаметр меншого шківa приймаємо $d_{p1}=200$ мм

Діаметр більшого шківa

$$d_{p2} = d_{p1} * u * (1 - \varepsilon) = 200 * 3,23 * (1 - 0,02) = 633,1 \text{ мм}$$

Приймаємо по ГОСТ 17383-73 $d_{p2}=710 \text{ мм}$

Фактичне передаточне число

$$u_p = \frac{d_{p2}}{d_{p1}(1 - \varepsilon)} = \frac{710}{200 * (1 - 0,02)} = 3,62$$

Швидкість паса

$$v = \frac{\pi d_{p1} n_1}{60000} = \frac{3,14 \cdot 200 \cdot 1500}{60000} = 15,7 \text{ м/с}$$

Частота обертання веденого вала

$$n_2 = \frac{d_{p1} n_1 (1 - \varepsilon)}{d_{p2}} = \frac{200 * 1500 * (1 - 0,02)}{730} = 402,73 \text{ хв}^{-1}$$

Міжосьова відстань

$$a = 825 \text{ мм}$$

Довжина паса

$$L = 2a + \frac{\pi}{2} (d_{p1} + d_{p2}) + \frac{(d_{p2} - d_{p1})^2}{4a} =$$

$$= 2 * 825 + \frac{3,14}{2} * (200 + 710) + \frac{(710 - 200)^2}{4 * 825} = 2637,32 \text{ мм}$$

Приймаємо $L=2650 \text{ мм}$

Найменша відстань між віссю для зручності установки та видалення ременів.

$$a_{min} = a - 0,01L = 825 - 0,01 * 2650 = 798,5 \text{ мм}$$

Найбільша відстань між віссю для регулювання натягнення.

$$a_{max} = a + 0,025L = 825 + 0,025 * 2650 = 891,25 \text{ мм}$$

Кут обхвата на меншому шківу

$$\alpha^\circ = 180^\circ - 60^\circ \frac{d_{p2} - d_{p1}}{825} = 180^\circ - 60^\circ \frac{710 - 200}{825} = 119,4^\circ >$$

$$> [\alpha_1] = 110^\circ$$

Початкова довжина ременя $L_0=3750 \text{ мм}$; $L/L_0=2650/3750=0,7$

Коефіцієнт довжини $C_L=0,91$

Початкова потужність $N_0=9,33 \text{ кВт}$

Коефіцієнт кута обхвату $C_\alpha=0,79$

Поправка до крутного моменту $\Delta T_{и}=9$

Поправка до потужності $\Delta N_{и}=0,0001\Delta T_{и}n_6=0,0001 \cdot 9 \cdot 1500=1,35$ кВт

Коефіцієнт режиму роботи $C_p=0,84$

Допустима потужність на один ремень

$$[N] = N_0 * C_\alpha * C_L + \Delta N_{и}) C_p = (9,33 * 0,79 * 0,91 * 1,35) * 0,84 = 9,05 \text{ кВт}$$

Розрахункове число ременів

$$z = \frac{N}{[N]} = \frac{25,99}{9,05} = 2,87$$

Коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження, $C_z=0,95$

Дійсна кількість ременів

$$z' = \frac{z}{c_z} = \frac{2,87}{0,95} = 3,02$$

Приймаємо число пасів $z=4$

Сила початкової натяжки одного ремня

$$S_{0.1} = \frac{780N}{v * C_\alpha * C_p * z'} + qv^2 = \frac{780 * 25,99}{15,7 * 0,79 * 0,84 * 4} + 0,3 * 15,7^2 = 310,7 \text{ Н}$$

Сила, що діє на вали передачі

$$Q \approx 2S_{0.1} z \sin \frac{\alpha_1^\circ}{2} = 2 * 310,7 * 4 * \sin \frac{119}{2} = 2141,6 \text{ Н}$$

Розміри обода шківів

$l_p=19$ мм; $h=14,3$ мм; $b=5,7$ мм; $e=25,5 \pm 0,5$ мм; $f=17_{-1}^{+2}$ мм; $r=1,5$ мм;

$h_{\text{min}}=10$ мм;

Зовнішні діаметри шківів: $d_{e1} = d_{p1} + 2b = 200 + 2 \cdot 5,7 = 211,4 \text{ мм}$

$$d_{e2} = d_{p2} + 2b = 710 + 2 * 5,7 = 721,4 \text{ мм}$$

Ширина обода шківів

$$M = (z' - 1)e + 2f = (4 - 1) * 19 + 2 * 17 = 91 \text{ мм}$$

6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Корпус котла виготовлено з листового металу товщиною 12 мм сталі ЗКП (кипляча), призначеної для роботи від -40 до 400 градусів Цельсія.

Хімічний склад у % матеріалу Ст 3кп

Табл.6.1

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	N	Cu
0.14- 0.22	до 0.05	0.3-0.6	до 0.3	до 0.05	до 0.04	до 0.3	до 0.008	до 0.3

Рама зварної конструкції складається з швелера марки 16 У/П, відповідно до ГОСТ 8240-97 зі сталі 3.

Для випуску сокових парів в конденсатор використовується засувка марки Ру 10/100 з матеріалу 30Х6БР. Вентиль для подачі пари в сорочку котла виготовлений з матеріалу 15Ч16П1. Запобіжний клапан для сорочкового простору котла, відповідно до ГОСТ 5335-75 марки Ру 16/50, виготовлений з матеріалу 17Ч18БР. Пробнопусковий кран для спуску повітря з сорочкового простору та перевірки тиску в корпусі котла використовує матеріал 10Б9БК1 марки Ру 10/15 за ТУ26-07-1454-88. Трьохходовий кран для продувки трубок до приладів, марки Ру 16/15 відповідно до ТУ26-07-1061-84, з матеріалу 11Б18БК. Конденсатовідвідник марки 16/40 за ТУ26-07-370-85 з матеріалу 45Ч12НЖ використовується для відведення конденсату. Кран пробник марки Ру 10/40 за ТУ26-07.1193-78 виготовлений з матеріалу 11Ч6БКІІ для зливу жиру та бульйону і вирівнювання тиску до атмосферного в котлі. Вентиль марки Ру 16/40 за ТУ26-07-1442-87 використовується для перепуску конденсату з матеріалу 15Ч19П1.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 6. ВИБІР КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ		200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 40/90

7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАКАНУ

7.1 Призначення деталі й аналіз технічних умов на її виготворення.

Стакан призначений для передачі крутного моменту. Центрування виконується по внутрішній циліндричній поверхні Ф180Н7. Шість отворів діаметром 24Н14 служать для установки болтів. Креслення відповідає вимогам ЕСКД, в частині проставляння розмірів, відповідності проєкцій, розмірів, їх допусків і жорсткостей. У кресленні не враховані вимоги до технології виготовлення. Враховуючи, що в кресленні деталі немає спеціальних вказівок на відхилення форми та розташування поверхонь, всі відхилення форми та розташування поверхонь приймаємо в межах полів допусків на відповідні розміри. Найбільш складною у виготовленні є внутрішня поверхня діаметром 180Н7.

7.2 Матеріал деталі та його властивості

Матеріал – сталь вуглецева, звичайної якості, марки Сталь 45 ГОСТ 1050-88. Матеріал має такі властивості: Ливарні якості та оброблюваність різанням – хороші. Застосовується для різних деталей в машинобудуванні.

Хімічний склад.

C	Si	Mg	Ni	S	P	Cu	Cr	N
0,40-0,5	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	0.04	0.045	0,25	0,25	0,08

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка			<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ СТАКАНУ			200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.	<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 41/90			

Марка	σ_B	σ_T	НВ
	Н/мм ²		Нм/см ²
Сталь 45	610	355	174...217

7.3 Обґрунтування вибору заготовки та метод її отримання

На підставі аналізу деталі за кресленням, навчальної та довідкової літератури вибираю спосіб отримання заготовки: лита заготівка II-го класу точності. Відлиття II-го класу точності забезпечуються формуванням з механізованим вийманням дерев'яної моделі, з форм і із заливкою в сирі і підсушені форми (лиття у форми, виготовлені машинної формуванням з металевих моделей). Литі заготовки проходять попередню обробку, яка включає такі операції як зачистка, обдирання, торцювання і центрування.

7.4 Розробка технологічного процесу виготовлення деталі

Табл.7.1

Номер Операції, переходу.	Назва операції, переходу.	Технологічне обладнання, пристрої, інструмент оброблюваний, контрольний.
10	Заготівельна УЗЗ	
10.1	Відлити заготовку діаметром 284 і довжиною 204 за типовим технологічним процесом «Лиття в пісчані форми»	Вилити вилівок ,під ІСТ-0,16
10.2	Зачистити поверхню вилівку від формувального піску, шлаку, облою, зрізати живильники і літники, зачистити задирки.	Верстат слюсарний С-1 дробеструменевий апарат 44112
10.3	Контроль розмірів з врахуванням припусків на механічну обробку, зовнішнього вигляду, відсутність тріщин і раковин на поверхні вилівку.	Штангенциркуль ШЦ-2-300-0,05

10.4	Завантажити виливки в піч, та відпалити за Типовим технологічним процесом, вивантажити виливки.	Електропіч шахтна ПН-32
10.5	Контроль режимів відпалювання за діаграмою потенціометра.	
20	Токарна УЗЗ Встановити, закріпити деталь в 43ід, зняти. База – необроблена поверхня діаметром 284.	Токарно-гвинторізний верстат 16К20. Планшайба.
20.1	Торцювати пов. 1 діаметр 180	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6
20.2	Точити начорно пов. 2 діаметр 180	Різець прохідний упорний правий Т15К6
20.3	Точити начисто пов.2 діаметр 180	Різець прохідний упорний правий Т15К6
20.4	Торцювати пов. 3 діаметр 280	Різець прохідний упорний правий Т15К6
20.5	Розточити пов. 4 наскрізь діаметр 120	Різець розточувальний Т15К6
20.6	Контроль розмірів	Штангенциркуль ШЦ-2-300-0,05
30	Токарна УЗЗ Встановити, закріпити деталь в планшайбу, зняти. База – необроблена поверхня діаметром 180.	Токарно-гвинторізний верстат 16К20. Планшайба.
30.1	Торцювати пов.5 діаметр 280	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6
30.2	Точити пов.6 діаметр 280 , l=30	Різець прохідний відігнутий правий Т15К6
30.3	Розточити начорно і начисто пов.7 діаметр 140	Різець розточувальний Т15К6
30.4	Контроль розмірів	Штангенциркуль ШЦ-2-300-0,05
40	Свердлильна УЗЗ Встановити, закріпити деталь у спеціальному пристосуванні, зняти. База – поверхня діаметр 280js10 і торець.	Свердлильний верстат 2Н135
40.1	Свердлить 6 отв. пов. 8 під діаметр 24	Свердло діаметр 10 Р6М5
40.2	Розсверджуємо 6 отв. пов. 8 під діаметр 24	Свердло діаметр 22 Р6М5

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UAАркулш
43/90

40.3	Зенкеруємо 6 отв. пов. 8 під діаметр 24	Зенкер діаметр 23.8 P6M5
40.4	Розвернути 6 отв. пов. 8 під діаметр 24	Розвертка діаметр 24 P6M5
40.5	Знімаємо 6 фасок 1x45° пов. 8	Зенківка P6M5 діаметр 27
40.6	Контроль розмірів	Штангенциркуль ШЦ-2-300-0,05
50	Слюсарна УЗЗ	Верстат слюсарний С-1
50.1	Зачистити задирки, притупити гострі кромки.	Напилок , лещата слюсарні.
50.2	Контрольна	Стіл контролера

Операція № 30 , токарна.

Верстат: Токарно-гвинторізний моделі 16К20.

Вихідні дані :

Докладна розробка токарної операції : Деталь “Стакан” , матеріал Сталь 45;

Заготовка виливок , припуск згідно з кресленням.

Зміст операції № 30:

1. Установити та закріпити заготовку в пристосуванні.
2. Підрізати торець пов.5.
3. Точити пов.6.
4. Розточити пов.7 начорно.
5. Розточити пов.7 начисто.

Пристосування: планшайба.

Ріжучий інструмент: Різець прохідний відігнутий правий , різець розточувальний.

Вимірювальні інструменти: Штангенциркуль ШЦ-2-300-0,05.

Перехід 30.1 підрізати торець пов.5

1. Глибина різання визначається за формулою :

$$t = \frac{Z}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу , яка знаходиться в інтервалі (0.6...1.2). Погодивши з паспортними даними токарно-гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0.6 \text{ мм/об}$

3. Швидкість різання визначається за формулою :

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
44/90

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{90^{0.2} * 2.45^{0.15} * 0.6^{0.35}} * 0.387 = 57.39 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x=0,15$; $y=0,35$ вибираємо із 45. Д.6.13

. T – середнє значення періоду стійкості різця, $T=90$ хв.

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,23 * 0,9 * 0,35 = 0,387$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,23$$

Де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$; (45.Д.6.1.) ;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$; (45.Д.6.2.) ;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$ (45.Д.6.2.) ;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$ (45.Д.6.3.) .

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата :

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{зар}}} = \frac{1000 \cdot 57.39}{3.14 \cdot 280} = 65,24 \text{ хв}^{-1}$$

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата (45. Д. 4.3.) вибираємо ближче менше значення $n_p = 63 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{зар}} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 280 \cdot 63}{1000} = 55,41 \text{ м/45ід}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_p S_B} = \frac{202}{65 \cdot 0,6} = 4,7 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0 = 200$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1 = 2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$ мм; $l_3 = 0$ мм (46. Д.6.6)

$$L = 200 + 2 + 0 = 202 \text{ мм}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 2,4 + 0,09 + 0,16 + 0,19 = 2,84 \text{ хв.}$$

Де $t_{\text{вст}} = 2,4$ хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в планшайбі та вагою 24 кг.;

$t_{\text{пер}} = 0,09$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця на розмір при автоматичному переміщенні супорта і 400 мм висотою центрів (46. Д.6.42) ;

$t_{\text{зм}} = 0,09 + 0,07 = 0,16$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата та на зміну різального інструмента (46. Д.6.43) ;

$t_{\text{к}} = 0,19$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні (46. Д.6.44) .

Перехід 30.2 точити пов.6

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{Z}{2} = \frac{4}{2} = 2 \text{ мм.}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0.6...1.2). Погодивши з паспортними даними даними токарно-гвинторізального верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0.6 \text{ мм/об}$

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m * t^x * S^y} * K_v = \frac{350}{90^{0.2} * 2.45^{0.15} * 0.6^{0.35}} * 0.387 = 57.39 \frac{\text{м}}{\text{хв}};$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$. T – середнє значення періоду стійкості різця, $T = 90$ хв.

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,23 * 0,9 * 0,35 = 0,387$$

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
46/90

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,23$$

Де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$; (табл. 6.2.) ;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{зар}}} = \frac{1000 \cdot 57,39}{3,14 \cdot 280} = 65,24 \text{ хв}^{-1}$$

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_p = 63 \text{ хв}^{-1}$.

7. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{зар}} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 280 \cdot 63}{1000} = 55,41 \text{ м/47ід}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_p S_B} = \frac{32}{65 \cdot 0,6} = 0,82 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0 = 30$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1 = 2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$ мм; $l_3 = 0$ мм

$$L = 30 + 2 + 0 = 32 \text{ мм}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 2,4 + 0,09 + 0,16 + 0,19 = 2,84 \text{ хв.}$$

Де $t_{\text{вст}} = 2,4$ хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в планшайбі та вагою 24 кг.;

$t_{\text{пер}} = 0,09$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця на розмір при автоматичному переміщенні супорта і 400 мм висотою центрів;

$t_{\text{зм}} = 0,09 + 0,07 = 0,16$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата та на зміну різального інструмента;

$t_{\text{к}} = 0,19$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні.

Перехід 30.3 точити пов.7 начорно.

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{Z}{2} = \frac{3,6}{2} = 1,8 \text{ мм.}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу, яка знаходиться в інтервалі (0,1...1,2). Погодивши з паспортними даним гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0,7$ мм/об.

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 2,45^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,387 = 57,39 \text{ м/48ід;}$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$. T – середнє значення періоду стійкості різця, $T = 90$ хв.

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,23 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,387$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,23$$

Де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$.

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 57,39}{3,14 \cdot 180} = 101,48 \text{ хв}^{-1}$$

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення $n_p = 100 \text{ хв}^{-1}$

7. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 100}{1000} = 56,54 \text{ м/хв.}$$

8. Визначимо тангенційну силу різання супорта за формулою:

$$F_Z = 10 \cdot C_F \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_F$$

9. Із (рис. 6.7) виписуємо значення коефіцієнтів і показників степенів формул, можливо більш наближені до умов даного прикладу, тобто для зовнішнього повздовжнього точіння сталі з межею міцності $\sigma_B = 355 \text{ Мпа}$ різцем з твердого сплаву $C_F = 300$, $x = 1$; $y = 0,75$; $n = -0,15$;

$$K_F = K_{MF} \cdot K_{\phi F} \cdot K_{\gamma F} \cdot K_{\lambda F},$$

$$\text{де } K_{MF} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,856 \text{ при матеріалі сталь 45;}$$

$K_{\phi F} = 0,89$ – при куті різця $\phi = 90^\circ$ та твердосплавній різальній частинці;

$K_{\gamma F} = 1,1$ – при куті різця $\gamma = 0^\circ$ та твердосплавній різальній частинці;

$K_{\lambda F} = 1,0$ – при куті різця $\lambda = 0^\circ$ та твердосплавній різальній частинці.

$$K_F = 0,856 \cdot 0,89 \cdot 1,1 \cdot 1 = 0,838.$$

$$F_Z = 10 \cdot 300 \cdot 1,8^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 57,39^{-0,15} \cdot 0,838 = 1886,41 \text{ Н.}$$

10. Потужність необхідна на різання

$$N_p = Fz \cdot V_\phi = 1886,41 \cdot \frac{57,39}{60} \cdot 0,99 = 1786 \text{ Вт.}$$

Розрахунок показав, що необхідна потужність на різця менша за потужність електродвигуна верстата ($N_e = 11$ кВт). Отже решту переходів перераховувати на визначення розрахункової потужності не потрібно.

11. Основний час переходу визначається за формулою:

$$t_{03} = \frac{L}{n_p S_B} * i = \frac{192}{100 \cdot 0,7} * 4 = 10,97 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0 = 190$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1 = 2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$ мм; $l_3 = 0$ мм (50. Д.6.6)

$$L = 190 + 2 + 0 = 192 \text{ мм}$$

12. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{допз}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,13 + 0,21 + 0,15 = 0,49 \text{ хв.}$$

Де $t_{\text{вст}} = 0$ хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в планшайбу та вагою 24 кг.;

$t_{\text{пер}} = 0,13$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця на розмір при автоматичному переміщенні супорта і 300 мм висотою центрів (50. Д.6.42) ;

$t_{\text{зм}} = 0,14 + 0,07 = 0,21$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата та на зміну різального інструмента (50. Д.6.43) ;

$t_{\text{к}} = 0,15$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні (50. Д.6.44) .

Перехід 30.3 точити пов.7 начисто.

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{Z}{2} = \frac{0,4}{2} = 0,2 \text{ мм.}$$

2. За нормативними таблицями визначаємо подачу. Погодивши з паспортними даним гвинторізного верстата 16К20, приймаємо $S_B = 0,7 \text{ мм/об.}$

3. Швидкість різання визначається за формулою:

$$V = \frac{C_v}{T^{m \cdot t^x \cdot S^y}} \cdot K_v = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 0,2^{0,15} \cdot 0,7^{0,35}} \cdot 0,38 = 78 \text{ м/хв};$$

де коефіцієнти $C_v = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ вибираємо із 51. Д.6.13

. T – середнє значення періоду стійкості різця, $T = 90 \text{ хв.}$

4. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,22 \cdot 0,9 \cdot 0,35 = 0,38$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^1 = 1,22$$

Де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$; (51.Д.6.1.) ;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 1$; (51.Д.6.2.) ;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 0,9$ (51.Д.6.2.) ;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 0,35$ (51.Д.6.3.) .

5. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 78}{3,14 \cdot 180} = 138 \text{ хв}^{-1}$$

6. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата (51. Д. 4.3.) вибираємо ближче менше значення $n_p = 125 \text{ хв}^{-1}$

7. За прийнятими значеннями n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D_{\text{заг}} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 125}{1000} = 70,6 \text{ м/52ід}$$

8. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{04} = \frac{L}{n_p S_B} = \frac{192}{125 \cdot 0,7} = 2,19 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – шлях різання, мм; $l_0 = 190$ мм;

l_1 – довжина підводу ріжучого інструменту до поверхні деталі яка обробляється, $l_1 = 2$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу; $l_2 = 0$ мм; $l_3 = 0$ мм (52. Д.6.6) .

$$L = 190 + 2 + 0 = 192 \text{ мм}$$

9. Допоміжний час на виконання переходу

$$t_{\text{доп4}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0 + 0,13 + 0,21 + 0,15 = 0,49 \text{ хв.}$$

де $t_{\text{вст}} = 0$ хв – час на встановлення, затискання та зняття деталі в центрах з нерухомим люнетом без хомутика та вагою 24 кг.;

$t_{\text{пер}} = 0,13$ хв – час, пов'язаний з переходом з установленням різця на розмір при автоматичному переміщенні супорта і 800 мм висотою центрів (52. Д.6.42) ;

$t_{\text{зм}} = 0,14 + 0,07 = 0,21$ хв – час, що необхідний для зміни режимів роботи верстата та на зміну різального інструмента (табл. Д.6.43) ;

$t_{\text{к}} = 0,15$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні (52. Д.6.44) .

Визначення норм часу на виконання токарної операції №30

1. Визначаємо оперативний час по операції за формулою:

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
52/90

$$t_{on} = \sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{i=1}^n t_{don} = (2,19+10,97+0,82+4,7)+(0,49+0,49+2,84+2,84)=25,34 \text{ хв.};$$

2. Час на технічне і організаційне обслуговування робочого місяця:

$$t_{обсл} = t_{тех} + t_{орг} = 0,63 + 0,35 = 0,98 \text{ хв};$$

де $t_{тех} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\alpha}{100}\right) = 25,34 \cdot \left(\frac{2,5}{100}\right) = 0,63 \text{ хв}$ – час на технічне обслуговування робочого місяця (53. Д.6.45) ;

$t_{орг} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\beta}{100}\right) = 25,34 \cdot \left(\frac{1,4}{100}\right) = 0,35 \text{ хв}$ – час на організаційне обслуговування робочого місяця (53. Д.6.45) ;

3. Визначаємо час на відпочинок та природні потреби робітника:

$$t_{відп} = t_{оп} \cdot \left(\frac{\alpha_{о.п.}}{100}\right) = 25,34 \cdot \left(\frac{1,6}{100}\right) = 0,40 \text{ хв}$$

4. Визначаємо штучний час за формулою:

$$t_{шт} = \sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{i=1}^n t_{don} + t_{обсл} + t_{відп} = 25,34 + 0,98 + 0,40 = 26,72 \text{ хв}$$

5. Визначаємо штучно- калькуляційний час за формулою:

$$t_{шт.к} = t_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n} = 26,72 + \frac{12}{40} = 27,02;$$

$t_{п.з} = 12 \text{ хв}$ – підготовчо- заключний час згідно довідникових даних (53. Д.6.46) .

$N=40$ шт – партія випуску деталей;

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{t_{шт.к}} \approx 2 \frac{\text{деталі}}{\text{год}}$$

Зміст операції №40:

Верстат: Координатно-свердлильний верстат моделі 2Н135.

1. Свердлити 6 отворів $\varnothing 24$ на відстань 30мм.
2. Розсверлюємо 6 отв. під $\varnothing 24$.
3. Знімаємо 6 фасок $1 \times 45^\circ$.

Різучий інструмент:

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
53/90

1. Свердло Ø10 , Ø24 матеріал різальної частини Р6М5 ГОСТ 10903-77.
2. Зенківка Ø27 матеріал різальної частини Р6М5 ГОСТ 10903-77.

**Призначення режимів різання для свердління поверхні 8, перехід
40.1.**

1. Глибина різання визначається за формулою:

$$t = \frac{D_{\text{СВ}}}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ мм.}$$

Де $D_{\text{СВ}}$ – діаметр свердла, $D_{54\text{ід}} = 10 \text{ мм.}$

2. За нормативними даними вибираємо подачу, залежно від найменшого діаметру отвору та міцносних характеристик заготовки матеріалу. При свердлінні сталевих деталей з $\sigma_B \leq 800 \text{ Мпа}$ подачу беремо $S = 0,16 \dots 0,20 \text{ мм/об}$ (54.Д.6.24) . За паспортними даними координатно-свердлильний верстат моделі 2Н135(54. Д.4.4) приймаємо подачу $S_B = 0,2 \text{ мм/об.}$

3. Середня стійкість свердла: $T = 45 \text{ хв.}$
4. Швидкість різання при свердлінні визначається за формулою:

$$V_p = \frac{C_v \cdot d_{\text{СВ}}^q}{T^m \cdot S_B^y} \cdot K_v \cdot K_{3v} = \frac{9,8 \cdot 10^{0,2}}{45^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 10,92 \text{ м/54ід;}$$

де коефіцієнти $C_v = 9,8; q = 0,2; y = 0,5; m = 0,2$ вибираємо із 54. Д.6.27 .

$T = 45 \text{ хв}$ – середнє значення періоду стійкості свердла, вибираємо із 54. Д.6.30 .

5. Знаходимо поправочний коефіцієнт для сталі 45

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{UV} = 1,2 * 1 * 1 = 1,2$$

де K_{MV} – коефіцієнт, який враховує якість оброблювального матеріалу;

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610} \right)^{0,9} = 1,2$$

де K_r – коефіцієнт, який враховує групу сталі по оброблюваності, $K_r = 1$ (55.Д.6.1.) ;

n_v – показник степені, який враховує групу сталі по оброблюваності, $n_v = 0,9$ (55.Д.6.1.) ;

K_{PV} – коефіцієнт, який враховує стан поверхні заготовки на швидкість різання, $K_{PV} = 1$ (55.Д.6.2.) ;

K_{UV} – коефіцієнт, який враховує вплив матеріалу інструменту на швидкість різання, $K_{UV} = 1$ (55.Д.6.3.) .

6. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V}{\pi D_{CB}} = \frac{1000 \cdot 10,92}{3,14 \cdot 10} = 547,59 \text{ хв}^{-1}$$

7. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата (55. Д. 3.3.) вибираємо ближче менше значення $n_p = 500 \text{ хв}^{-1}$

8. За прийнятим значенням n_p визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi D_{CB} n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 10 \cdot 500}{1000} = 15,70 \text{ м/хв}$$

9. Основний час першого переходу визначається за формулою:

$$t_{01} = \frac{L}{n_p S_B} = \frac{37}{500 \cdot 0,2} = 0,37 \text{ хв}$$

Визначаємо розрахункову довжину різання поверхонь за формулою:

$$L = l_0 + l_1 + l_2 + l_3;$$

де l_0 – глибина свердління, мм; $l_0 = 30$ мм;

l_1 –

відстань для підведення інструмента до деталі з робочою подачею, мм;

$l_1 = 2 \dots 3$ мм;

l_2, l_3 – шлях врізання і перебігу свердла; $l_2 + l_3 = 5$ мм (55. Д.6.29) ;

$$L = 30 + 2 + 5 = 37 \text{ мм}$$

10. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп1}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,45 + 0,18 + 0,27 = 0,9 \text{ хв.}$$

Де $t_{\text{вст}} = 0,45$ хв – допоміжний час на переміщення шпинделя (56. Д.6.49)

;

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,02 + 0,06 + 0,04 = 0,18$ хв – час, пов'язаний з установкою та зняттям інструмента в швидкозмінному патроні, зміною режимів роботи, включенням і виключенням охолодження (56. Д.6.55) ;

$t_{\text{к}} = 0,27$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні (56. Д.6.44) .

11. Визначаємо оперативний час по операції на свердління шести отворів за формулою:

$$t_{\text{оп1}} = \left(\sum_{i=1}^n t_{01} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп1}} \right) \cdot i = (0,11 + 0,9) \cdot 6 = 6,06 \text{ хв}$$

i – кількість отворів.

Призначення режиму для розвертування поверхні 8 6 отв. Ø24 перехід 40.4

Беремо машину розвертку Ø24 , матеріал різальної кромки – швидкокорізальна сталь Р6М5.

1. Глибина різання при зенкеруванні

$$t = \frac{d_p - d_z}{2} = \frac{24 - 23,8}{2} = 0,1 \text{ мм.}$$

Де d_p -діаметр розвертки, мм; d_z -діаметр зенкера, мм.

2. За нормативними даними вибираємо подачу, залежно від найменшого діаметру отвору та міцносних характеристик заготовки матеріалу. При

свердлінні сталевих деталей з $\sigma_B \leq 800$ Мпа подачу беремо $S = 0,16 \dots 0,20$ мм/об (56.Д.6.24) . За паспортними даними координатно-свердлильний верстат моделі 2Н135 (рис. 4.4) приймаємо подачу $S_B = 0,2$ мм/об.

3. Швидкість різання при свердлінні визначається за формулою:

$$V_p = \frac{6,1 \cdot d_{CB}^{0,3}}{T^{0,4} \cdot t^{0,2} \cdot S^{0,65}} = \frac{6,1 \cdot 24^{0,3}}{60^{0,4} \cdot 0,9^{0,2} \cdot 0,2^{0,65}} = 6,51 \text{ м/57ід};$$

Де $T=60$ – середнє значення періоду стійкості зенкера, 57ід. (57.. Д.3.6, до.3).

4. Визначаємо розрахункову частоту обертання шпинделя верстата

$$n_p = \frac{1000V_3}{\pi d_p} = \frac{1000 \cdot 6,51}{3,14 \cdot 24} = 86,34 \text{ хв}^{-1}$$

5. Розрахункова кількість обертів n_p корегується за паспортними даними верстат. Із ряду обертів шпинделя верстата (рис. 4.4, дод.4) вибираємо ближче менше значення $n_p = 63 \text{ хв}^{-1}$.

6. За прийнятим значенням n_B визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V = \frac{\pi d_p n_B}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 63}{1000} = 4,75 \text{ м/57ід}$$

7. Розрахункова довжина оброблення

$$L_p = L_D + L_1 + L_2 + L_3 = 30 + 2 + 30 = 62 \text{ мм};$$

де L_D – глибина свердління, мм; $L_D = 30$ мм;

L_1 –

відстань для підведення інструмента до деталі з робочою подачею, мм;

$L_1 = 2 \dots 3$ мм;

L_2, L_3 – шлях врізання і перебігу свердла; $L_2 + L_3 = 30$ мм (57. Д.6.29).

8. Основний час на зенкерування отвору

$$t_{o2} = \frac{L_p}{S_B n_B} = \frac{62}{0,2 \cdot 63} = 4,92 \text{ хв.}$$

Призначення режиму різання для зенкування поверхні і отримання шести фасок в розмір $1 \times 45^\circ$, перехід 40.5

1. Оберти шпинделя залишаються ті ж самі, як і під час свердління на попередньому переході $n_p = 63 \text{ хв}^{-1}$ з тим, щоб не витратити час на

перемикання швидкості. Затрачений час на зняття фаски визначається за (рис. 6.14) і приймається як основний час $t_{02} = 4,92$ хв.

2. Допоміжний час на виконання переходу:

$$t_{\text{доп2}} = t_{\text{вст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{к}} = 0,08 + 0,18 + 0,24 = 0,5 \text{ хв.}$$

Де $t_{\text{вст}} = 0,08$ хв – допоміжний час на переміщення шпинделя (рис. 6.55)

;

$t_{\text{зм}} = 0,06 + 0,02 + 0,06 + 0,04 = 0,18$ хв – час, пов'язаний з установкою та зняттям інструмента в швидкозмінному патроні, зміною режимів роботи, включенням і виключенням охолодження (58. Д.6.53) ;

$t_{\text{к}} = 0,24$ хв – час на контрольні вимірювання оброблювальної поверхні (58. Д.6.44) .

3. Визначаємо оперативний час по операції на зенкерування шести отворів за формулою:

$$t_{\text{оп2}} = \left(\sum_{i=1}^n t_{02} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп2}} \right) \cdot i = (4,92 + 0,5)6 = 32,52 \text{ хв}$$

i – кількість фасок.

Визначення норм часу на виконання вертикально – свердлильної операції операції №40

1. Визначаємо оперативний час по операції за формулою:

$$t_{\text{оп}} = \sum_{i=1}^n t_{oi} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп}} = (0,37 + 0,19 + 1,02 + 4,92 + 4,92) + (0,9 + 0,9 + 0,5) = 13,72 \text{ хв}$$

2. Час на технічне і організаційне обслуговування робочого місця:

$$t_{\text{обсл}} = t_{\text{тех}} + t_{\text{орг}} = 0,13 + 0,13 = 0,26 \text{ хв};$$

де $t_{\text{тех}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha}{100} \right) = 13,72 \cdot \left(\frac{1}{100} \right) = 0,13 \text{ хв}$ – час на технічне обслуговування робочого місця (58. Д.6.45) ;

$t_{\text{орг}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\beta}{100} \right) = 13,72 \cdot \left(\frac{1}{100} \right) = 0,13 \text{ хв}$ – час на організаційне обслуговування робочого місця (58. Д.6.45) ;

3. Визначаємо час на відпочинок та природні потреби робітника:

$$t_{\text{відп}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(\frac{\alpha_{\text{о.п.}}}{100}\right) = 13,72 \cdot \left(\frac{3,5}{100}\right) = 0,48 \text{ хв}$$

4. Визначаємо штучний час за формулою:

$$t_{\text{шт}} = \sum_{i=1}^n t_{\text{oi}} + \sum_{i=1}^n t_{\text{доп}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{відп}} = 13,72 + 0,26 + 0,48 = 14,46 \text{ хв}$$

5. Визначаємо штучно- циркуляційний час за формулою:

$$t_{\text{шт.к}} = t_{\text{шт}} + \frac{t_{\text{п.з}}}{n} = 14,46 + \frac{16}{40} = 14,86;$$

$t_{\text{п.з}} = 16 \text{ хв}$ – підготовчо- заключний час згідно довідникових даних (59. Д.6.46) .

$N = 40 \text{ шт}$ – партія випуску деталей;

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{t_{\text{шт.к}}} \approx 4 \frac{\text{деталей}}{\text{год}}$$

8. МОНТАЖ, РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ

8.1 Монтаж горизонтально вакуумного котла та особливості його наладки

Вакуумні котли К7-ФМЛ/3 призначені для кип'ятіння і висушування вторинних неїстівних матеріалів, а також для переробки жиру тварин і м'ясно-кісткової сировини. Вони можуть бути встановлені на залізобетонній або металевій рамі з нахилом 3° у напрямку вихідного отвору. Довжину завантажувального патрубку регулюють відповідно до проекту прямо на місці монтажу. У випадку установки декількох котлів поруч, які зазвичай розташовуються на одному поверсі будівлі, стіну споруджують з тимчасовим нахилом або горизонтальною платформою для транспортування та кранування через відкриття до місця установки.

Для монтажу сусідніх котлів використовують перехідні вантажні балки з відповідними маркуваннями, і в цьому випадку роботу починають з котла, який займає крайнє положення. Перед тестуванням в редуктор котла заливають машинне масло типу СУ до рівня, що між двома марками на показнику масла, а також заповнюють маслянки підшипників консистентною змазкою. Перевіряють відповідність валів електродвигуна та редуктора, редуктора і змішувача. Виправляють відхилення і несоосність, налаштовуючи положення опорних плит під редуктором і електродвигуном за допомогою регулюючих склянок. Болти, що фіксують лопаті, затягують торцевим ключем з комплекту котла. Змішувач приводять в обертання через швидкохідну муфту. При тестуванні на холостому ході не має бути вібрацій, ударів, і підшипники валів змішувача, редуктора і електродвигуна не повинні нагріватися.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 8. МОНТАЖ, РЕМОНТ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ	200278.KP.22.001.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 60/90	

Змонтований котел із встановленою арматурою та трубопроводами підлягає підтвердженню при Держтехнагляді.

Настройка котла включає:

- центрування редуктора та приводу через вал мішалки;
- регулювання натяжки привідних ременів;
- перевірку щільності закриття кришок завантажувального люка і розвантажувального отвору;
- контроль і забезпечення герметичності всіх фланцевих з'єднань котла, арматури та трубопроводів;
- установлення і налаштування опори для обертання кришки завантажувального люка.

8.2 Особливості ремонту

Під час експлуатації горизонтального вакуумного котла можуть виникати різноманітні несправності. Редуктор приводу перегрівається через недостатнє змащення або відсутність мастила, а також внаслідок зносу зубів шестерень. Необхідно перевірити наявність та кількість мастила в корпусі редуктора, в разі потреби додати або замінити його, а також відремонтувати або замінити зношені зуби. У котлі може виникати проблема з формуванням необхідного вакууму, що призводить до затримки процесу теплової обробки. Також може бути неправильна робота вакуум-насоса. Необхідно перевірити стан насоса та вакуум, який він створює при закритому вентилі, і відремонтувати насос при необхідності. Також варто звернути увагу на проблеми з утворенням шквари на стінках котла, що погіршує теплообмін і збільшує тривалість витопки жиру. Можливо, лопаті мішалки зносилися, або є великий зазор між лопатями і стінкою котла. Рекомендується зварити лопаті таким чином, щоб забезпечити мінімальний зазор 4-5 мм при повному оберті. Після завершення процесу витопки жиру шквара може залишатися у котлі, що може бути пов'язано з неправильним обертанням мішалки. Рекомендується встановити електродвигун мішалки на зворотне обертання за допомогою перемикача. При

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
61/90

роботі котла із конденсатором важливо уникати потрапляння води в котел. Це може статися, якщо об'єм води, що подається в конденсатор, перевищує об'єм води, що відводиться барометричною трубкою. Рекомендується відрегулювати подачу води в конденсатор, відкривши вентиль, і перевірити висоту барометричної труби (не менше 11 м). Під час сушіння сировини під вакуумом можуть виникати проблеми, такі як підгорання сировини і наявність неприємного смаку та запаху в жиру. Варто періодично перемішувати продукцію під час процесу. На завершальній стадії витопки рекомендується відбирати проби жиру і шквари через пробні краники, при цьому шквара повинна мати вміст вологи 6-8%.

Характерні несправності та методи їх усунення

Несправність	Ймовірна причина	Метод усунення
Зупинка мішалки під час роботи приводу	Поломка запобіжних штифтів	Замінити штифти на запасні, витягти частину сировини через розвантажувальну горловину.
В корпусі почувається металевий дзвін.	Гайки лопатей почали відкручуватися. Потрапляння в котел стороннього предмету	Негайно зупинити мішалку, охолодити та розвантажити котел, оглянути корпус і видалити предмет.
Тиск у сорочці перевищує допустимий рівень за показниками манометра.	Виявлено несправність запобіжного клапану.	Необхідно зняти та розібрати клапан. Дефекти на ущільнюючих поверхнях затвора виправити за допомогою проточки та притирки.

Сировина не вивантажується повністю через мішалку.	Існує значний відступ між лопатями та корпусом.	Зварити пластину до лопаті для створення зазору між лопатями і корпусом в нижній частині не менше 5+5 мм.
Перед вивантаженням сировини з котла мішалка відмовляє.	Статор електродвигуна, що приводить мішалку, стикається з великим перепадом напруги.	Рекомендується замінити проводи живлення електричного обладнання котла, очистити контакти магнітного пускача.

8.3 Особливості експлуатації

Перед початком експлуатації котла, коли він не працює, виконайте такі операції. Перевірте рівень води в мановакууметрі, додайте, якщо потрібно, прочистіть трубопроводи через вузол прочистки, перевірте наявність і справність шплінтів на вісі кріплення бугеля завантажувальної горловини і на вісі кріплення важеля та сережки розвантажувальної горловини. Також перевірте наявність запобіжних пристроїв на завантажувальній та розвантажувальній горловинах та зливному крані, прочистіть пробні крани на завантажувальній кришці та передньому днищі, перевірте стан ущільнень в фланцях та кришках завантажувальної та розвантажувальної горловини. Заповніть підшипникові вузли вала мішалки мастилом. Перевірте правильність з'єднання гайка-втулка пари гвинт-гайка кришки завантажувальної горловини з бугелем. Впевніться, що торець гайка-втулка знаходиться на одному рівні з верхнім торцем центральної втулки бугеля.

Після кожної зміни необхідно обов'язково очистити всі майданчики навколо котла та горловини від залишків сировини та шквари.

Один раз на тиждень під час обстеження виконуйте наступні роботи. Якщо є осад на внутрішніх стінках корпусу котла, вони повинні бути промиті. Для цього заповніть котел водою на 2/3 об'єму, закрийте кришку завантажувальної горловини, увімкніть мішалку і підтримуйте тиск 2-2.5

200278.KP.22.001.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркулш
63/90

кгс/см² в котлі протягом 2 годин. Потім знижуйте тиск до атмосферного та зливайте воду через пробно-спускний кран переднього днища в каналізацію. Для обезжирення промийте котел розчином кальцинованої соди з концентрацією 2-3%, а потім промийте гарячою водою.

Експлуатація котла дозволяє:

- мінімальна товщина в нижній частині обичайки по всій довжині - не менше 5 мм;
- товщина днища корпусу - не менше 4.9 мм.

8.4. Розрахунок ППР

Вакуумний горизонтальний котел К7-ФМЛ/3 відноситься до V групи обладнання залежно від тривалості ремонтного циклу. Тому ремонтна складність класифікується як $R = 8,5$.

Структура ремонтного циклу передбачає чергування планових ремонтів і оглядів в послідовності, що забезпечує ефективний ремонт обладнання.

Структура ремонтного циклу:

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

Таблиця 8.1. Категорія складності ремонту та норми часу на ремонтні роботи

Назва обладнання	ГОСТ, ТУ, Марка, тип, характеристика	Категорія ремонтної складності	Норми часу на ремонтні роботи, люд. год			
			К	С	П	О
1	2	3	4	5	6	7
Вакуум горизонтальний котел	К7-ФМЛ/3	8,5	296,0	147,9	37,4	18,7

1. Трудомісткість ремонту вовчка:

$$t_p = T_p \cdot R$$

де T_p – норма трудомісткості ремонту в люд.-год. на одну умовну одиницю.

$$t_p = (296,0 + 147,9 + 37,4) \cdot 8,5 = 4091,05 \text{ люд.год.}$$

2. Трудомісткість ремонтного циклу машини:

$$t_{p,y} = R(35 + 17,4 \cdot \sum C + 4,4 \cdot \sum П + 0,6 \cdot \sum O), \text{люд. год.}$$

$$t_{p,y} = 8,5(35 + 17,4 \cdot 1 + 4,4 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20) = 288,6 \text{ люд. год.}$$

3. Необхідна кількість слюсарів для міжремонтного обслуговування по цехам та типам обладнання:

$$Ч_{M.O} = \frac{\sum R}{D},$$

де $Ч_{M.O}$ – кількість працівників, необхідних для здійснення міжремонтного обслуговування в зміну., $\sum R$ - загальна кількість одиниць обслуговуваного обладнання, які підлягають ремонту або обслуговуванню., D – норма міжремонтного обслуговування визначається як кількість умовних ремонтних одиниць, які може виконати один працівник за одну зміну.

$$Ч_{M.O} = \frac{8,5}{500} = 0,017 \text{ люд./зміну}$$

Таблиця містить нормативи міжремонтного обслуговування в умовних ремонтних одиницях на одного працівника в зміну 8.2.

Обладнання	Норми міжремонтного обслуговування обладнання на 1 робітника в зміну в ремонтних одиницях
Лінії з потоковою механізацією; автоматизовані лінії та агрегати; обладнання зі складністю ремонту $R > 5$	300
Обладнання з категорією складності ремонту $R \leq 5$	500

4. Необхідна середньорічна кількість явочних робітників:

$$Ч_p = \frac{(T_{PK} \cdot \sum R_K + T_{PC} \cdot \sum R_C + T_{PP} \cdot \sum R_{II} + T_{PO} \cdot \sum R_O) \cdot K_H}{\Phi}$$

де $Ч_p$ – необхідна середньорічна кількість явочних робітників;
 $T_{PK}, T_{PC}, T_{PP}, T_{PO}$ – норми трудомісткості на одну ремонтну одиницю для капітального, середнього, поточного ремонту і огляду в люд. год.;
 $\Sigma R_K, \Sigma R_C, \Sigma R_{П}, \Sigma R_O$ – загальна річна кількість ремонтних одиниць при капітальних, середніх, поточних ремонтах і оглядах; K_n – цей коефіцієнт відображає, яка частина нормативного часу була використана в попередньому році (не вище одиниці); Φ – ефективний річний фонд часу робітника в годину.

$$Ч_p = \frac{(8,5 \cdot 1 \cdot 296,0 + 8,5 \cdot 1 \cdot 147,9 + 8,5 \cdot 2 \cdot 37,4 + 8,5 \cdot 20 \cdot 18,7) \cdot 0,9}{2000}$$

$$= 34,14 \text{ люд. год.}$$

5. Час, необхідний для виконання ремонту обладнання в рамках місячних планів обслуговування:

$$A = \frac{T_p \cdot R \cdot K_n}{B \cdot T_c \cdot C}$$

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

$$A = \frac{35 \cdot 8,5 \cdot 0,9}{2 \cdot 8 \cdot 1} = 16,73 \text{ зміни}$$

$$A = \frac{24 \cdot P_p \cdot R}{T_c}$$

де P_p – норма простою обладнання в ремонті на одну ремонтну одиницю

$$A = \frac{24 \cdot 0,8 \cdot 8,5}{8} = 20,4 \text{ змін}$$

6. Міжремонтний період - період часу, протягом якого обладнання працює безперервно між двома послідовними плановими ремонтами.

Тривалість міжремонтних періодів (в місяцях):

$$P_{mp} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + 1}$$

P_{pc} - ремонтний цикл,

місяці; $\sum C$ - кількість середніх ремонтів в ремонтному циклі; $\sum P$ - кількість

$$P_{mp} = \frac{36}{1+2+1} = 9 \text{ міс.}$$

поточних ремонтів в ремонтному циклі

7. Міжоглядовий період - період часу, протягом якого обладнання працює безперервно між двома оглядами або між оглядом і плановим ремонтом..

Тривалість між оглядових періодів:

$$P_{mo} = \frac{P_{pc}}{\sum C + \sum P + \sum O + 1}$$

$\sum O$ - кількість

оглядів в ремонтному циклі

$$P_{mp} = \frac{36}{1+2+20+1} = 1,5 \text{ міс}$$

Категорія

складності ремонту для вакуум горизонтального котла К7-ФМЛ/3:

$$R=8,5$$

З табл. 8.3. розраховуємо норми трудомісткості для ремонтів і оглядів на одну умовну одиницю.

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

Тоді трудомісткість капітального ремонту:

$$T_K = a \cdot n = 35 \cdot 1 = 297,5 \text{ год.}$$

Трудомісткість середнього ремонту:

$$T_c = a \cdot n = 17,4 \cdot 1 = 147,9 \text{ год.}$$

200278.KP.22.001.P3

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
67/90

Трудомісткість поточного ремонту:

$$T_n = a \cdot n = 4,4 \cdot 2 = 8,8 \text{ год.}$$

Трудомісткість огляду:

$$T_o = a \cdot n \cdot = 0,6 \cdot 20 = 12 \text{ год.}$$

Річна трудомісткість ремонтів та оглядів:

$$T_p = T_k + T_c + T_n + T_o = 297,5 + 147,9 + 8,8 + 12 = 466,2 \text{ год.}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при огляді:

$$P_{cl} = 0,6 \cdot 20 \cdot 8,5 = 102 \text{ нормо – годин}$$

$$P_{cm} = 0 \cdot 20 \cdot 8,5 = 0 \text{ нормо – годин}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при поточному ремонті:

$$P_{cl} = 3,0 \cdot 2 \cdot 8,5 = 51 \text{ нормо – годин}$$

$$P_{cm} = 0,9 \cdot 2 \cdot 8,5 = 15,3 \text{ нормо – годин}$$

Трудомісткість слюсарних та станочних робіт при середньому ремонті:

$$P_{cl} = 12,0 \cdot 1 \cdot 8,5 = 102 \text{ нормо – годин}$$

$$P_{cm} = 3,6 \cdot 1 \cdot 8,5 = 30,6 \text{ нормо – годин}$$

Трудомісткість інших видів робіт:

$$P_{np} = 466,2 - ((102 + 51 + 102) + (0 + 15,3 + 30,6)) = 165,3 \text{ нормо –}$$

годин.

Таблиця 8.4. Графік ППР

Найменування обладнання	Тип Марка	Змінність роботи	Категорія складності	Розряд ремонтного циклу	Ремонтний цикл
1	2	3	4	5	6
Вакуум горизонтальний котел	К7-ФМЛ/3	1	8,5	V	24

Продовження табл. 8.4

Назва обладнання	Види ремонтних і профілактичних робіт та їх трудомісткість по місяцях, норма-год.												Загальна трудомісткість робіт, норма-год.			
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Всього	В тому числі:		
														С л. ро б	Ст. ро б.	Ін. ро б.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
К7-ФМЛІ/З	О/12	О/12	О/12	О/12	О/12	П/8,8	О/12	О/12	О/12	О/12	О/12	С/147,9	466,2	255	45,9	165,3

9. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

Схема роботи реверсивного асинхронного електродвигуна потужністю 26 кВт забезпечує пряме включення та реверс. У ній передбачено захист від перевантажень (КК реле) та коротких замикань у статорних колах (автоматичний вимикач QF) та керування (запобіжники FA). Крім цього, схема забезпечує захист від відключення мережі (контактори KM1 та KM2). Пуск двигуна у напрямках "Вперед" або "Назад" здійснюється кнопками SB1 або SB2 відповідно. Це активує контактор KM1 або KM2 та підключає двигун до мережі (при включеному автоматичному вимикачі QF). Для реверса або гальмування двигуна спочатку натискається SB3, що вимикає попередній контактор (наприклад, KM1), а потім SB2, що активує KM2 та змінює послідовність фаз мережі. Це змінює напрямок обертання магнітного поля двигуна, починаючи процес реверсу, який складається з гальмування та розбігу в протилежному напрямку. Якщо потрібно лише загальмувати двигун, потрібно натиснути SB3 для його відключення від мережі. Натисканням SB3 не вимикається, що призведе до розбігу в іншому напрямку. Щоб уникнути короткого замикання в статорному колі, що може виникнути при помилковому одночасному натисканні кнопок SB1 і SB2, в реверсивних магнітних пускачах іноді використовується спеціальне механічне блокування. Це механізм, який не дозволяє включити один контактор, якщо інший вже увімкнено. Додатково до механічного блокування у схемі використовується електричне блокування, зазвичай використовуване в реверсивних схемах управління.

Контакти апарату KM1 та KM2 включаються в перехресному порядку в колі котушки один одного. При наявності автоматичного вимикача привід не працює при обриві фази або однофазному короткому замиканні, що відбувається при використанні запобіжників, а також не потребує заміни

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 9. СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ	200278.KP.22.001.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 70/90	

компонентів (на відміну від запобіжників, де вимагається заміна плавкої вставки після її спрацювання).

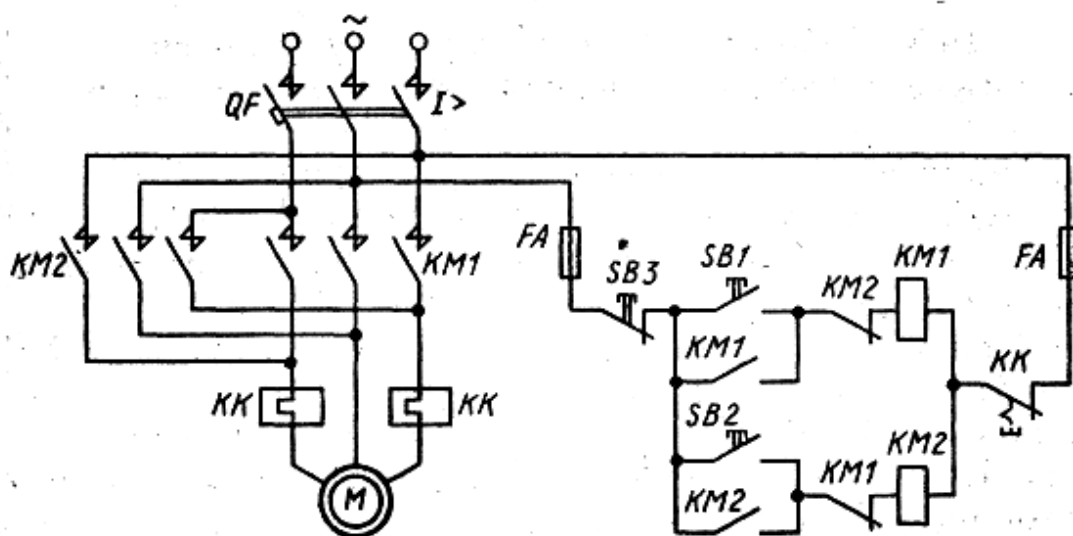


Рис.9.1 Електрична схема для вмикання реверсивного асинхронного електродвигуна

Для вимірювання тиску пари у сорочці котла використовується манометр моделі 1216 ТУ25.05.1481.77 з діапазоном вимірювання 0-1 МПа або 0-6 кгс/см², точність класу 0,6. Для контролю тиску у корпусі котла застосовується мановакууметр тієї ж моделі з діапазоном вимірювання -0,1-0,9 МПа або -1-5 кгс/см², точність класу 1,0.

10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Вакуумний горизонтальний котел К7-ФМЛ/3 є одним з устаткувань, що працюють під тиском і відносяться до високо небезпечних. Для роботи з цим типом котлів допускаються лише особи старше 18 років, які успішно пройшли спеціальне навчання, атестацію перед кваліфікаційною комісією та інструктаж з безпечної експлуатації, ознайомилися з паспортом і інструкцією з використання. Перевірка знань персоналу проводиться не рідше одного разу на 12 місяців за допомогою спеціально призначеної комісії, результати фіксуються у протоколі. Роботу на вакуумних котлах заборонено працівникам без відповідної кваліфікації та використання допомоги іншого персоналу з інших підрозділів. Під час експлуатації котла необхідно суворо дотримуватися вимог ОСТ 49-203-80.

Персонал, який обслуговує котел, повинен мати спеціальний одяг, що захищає від опіків гарячим жиром, бульйоном чи шкварою. Обов'язкове використання непромокаючих фартухів, чобіт та рукавиць. При відливі жиру необхідно використовувати захисні окуляри. Робота на котлах без спецодягу заборонена. У підприємствах, що експлуатують котли, обов'язково мають бути сигнальні пристрої (світлові, звукові тощо). Перед завантаженням котла повинно бути забезпечено вільне просторове місце шириною не менше 2 м, з огороженням. Рівень звукового тиску та вібрації повинен знаходитися в межах допустимих значень завдяки ретельному центруванню приводу під час монтажу та своєчасному підтягуванню болтових з'єднань. Освітлення робочого місця та підходів до котла повинно бути належним і рівномірним (не менше 150 лк). Заборонено експлуатувати котел з порушеним заземленням. При виявленні обриву заземлення необхідно негайно відключити електрообладнання від зовнішньої мережі та усунути пошкодження. Під час зовнішніх ремонтних робіт на котлі, коли персонал

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> 10. ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ	200278.KP.22.001.ПЗ				
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 72/90	

може стикатися з обертовими частинами, на пускових кнопках магнітних пускачів повинні бути вивішені плакати "Не включати – працюють люди!". Обертові частини котла та насоса мають бути захищені надійними огороженнями.

Під час відкривання кришки завантажувальної горловини оператор повинен користуватися пристроєм для дистанційного відкривання, знаходячись на безпечній відстані. Запірна арматура для підводки та відводки трубопроводів має бути надійно ущільнена, щоб виключити випаровування пари. Під час розварювання або сушіння сировини мішалка має обертатися проти годинникової стрілки з боку завантажувальної горловини, а при вивантаженні – за годинниковою стрілкою. Запобіжний клапан повинен бути в справному стані. Для перевірки його справності необхідно примусово відкривати не рідше одного разу за зміну, під час чого важіль повинен рухатися плавно від упору до упору. При виявленні нещільності в ущільнювальних поверхнях затвору необхідно зняти, розібрати та ретельно оглянути клапан. Якщо виявлені дефекти, вони повинні бути виправлені шліфуванням та протиранням.

Манометри та мановакууметри мають мати червону межу, яка відповідає робочому тиску в судні. Замість червоної межі можна прикріпити металеву пластину, пофарбовану у червоний колір і щільно прилягаючу до скла манометра. Вакуумний котел для безпечності обслуговуючого персоналу повинен негайно зупинятися в наступних випадках:

- підвищення тиску в сорочці або корпусі понад дозволений, навіть за дотримання всіх вказаних в інструкції вимог;
- несправність запобіжного клапану;
- виявлення тріщин, випуклостей, значного зменшення товщини стінок, пропусків чи поту в зварних швах, протікання в болтових з'єднаннях, розриву прокладок у основних елементах котла;
- загроза пожежі, яка може прямо загрожувати котлу;
- несправність манометра та мановакууметра;

- недостатня кількість кріпильних елементів кришок;
- знос сальникових ущільнень;
- відсутність чи несправність запобіжних пристроїв для завантаження та розвантаження;
- зменшення товщини стінки корпусу понад норму, вказану в розрахунках.

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті проведено модернізацію вакуумного горизонтального котла К7-ФМЛ/3 з метою переробки нехарчових відходів. Розроблена модернізація демонструє переваги встановлення вакуумних котлів на м'ясопереробних заводах малої і середньої потужності. Обрано конструкційні матеріали для виготовлення вакуумного котла. В проекті виконано енергетичний розрахунок, визначено потрібну потужність двигуна приводу та підібрано електродвигун марки АІР180М4УЗ. Також проведено розрахунки пасової передачі та вибір важелів для кріплення лопатей.

Основний зміст модернізації вакуумного горизонтального котла К7-ФМЛ/3 полягає у створенні більш надійного кріплення лопатей на валу при зменшенні витрати матеріалу. При переробці нехарчових відходів м'ясопереробних заводів у вакуумних горизонтальних котлах значно зменшується кількість відходів, отримується висококалорійний продукт для використання в годівлі сільськогосподарських тварин.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепеляк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>		
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> ВИСНОВКИ	200278.KP.22.001.P3			
	<i>Документ затверджено</i> Габва О.М.		<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 75/90

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

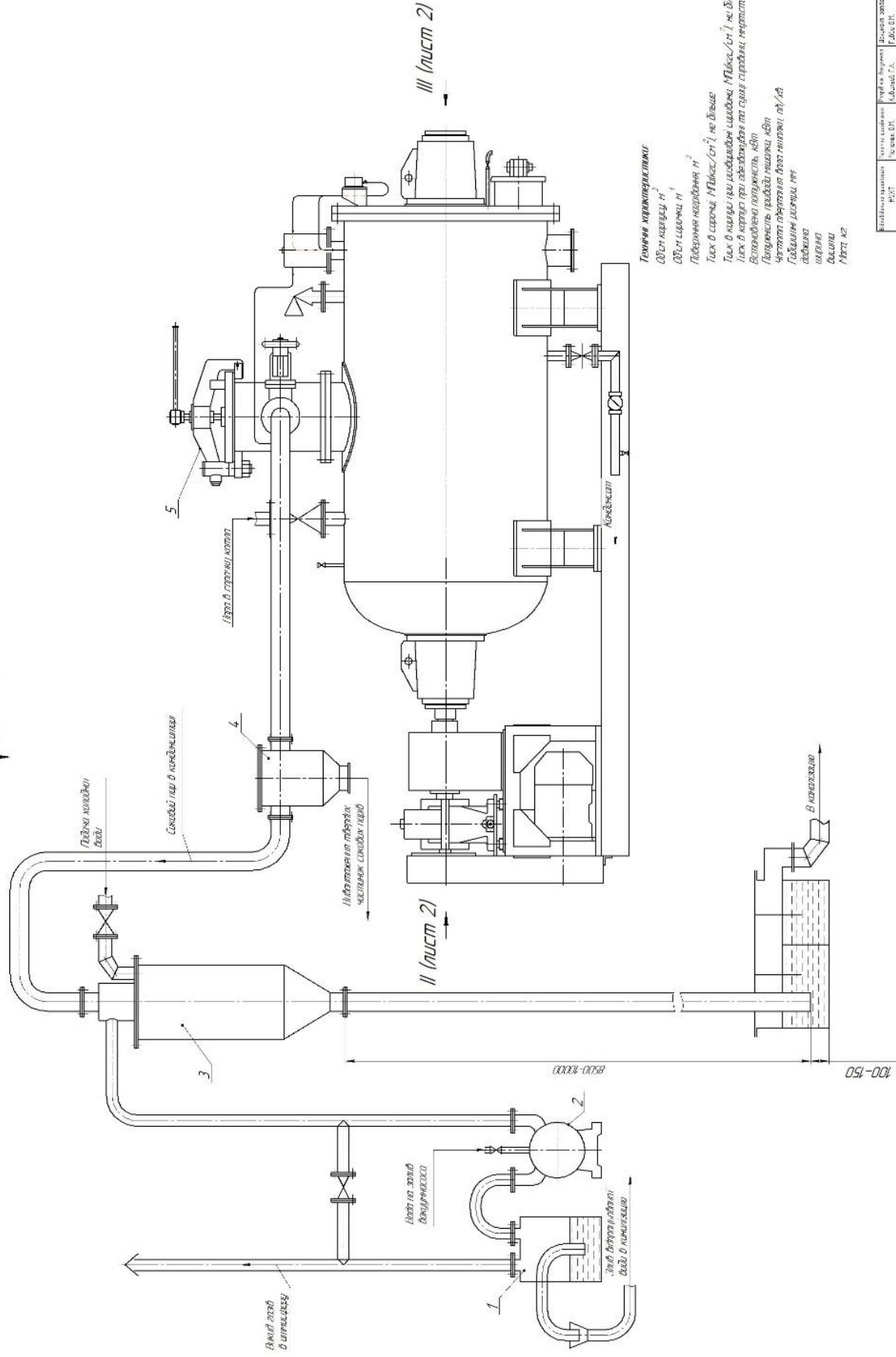
1. Технологічні комплекси харчових виробництв: Навчальний посібник / В. І. Теличкун, О. М. Гавва, Ю. С. Теличкун, О.О. Губеня, М. Г. Десик, О. М. Чепелюк. – Київ: Видавництво «Сталь», 2017. -456 с.
2. Мирончук В.Г., Гулий І.С., Пушанко М.М. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості / В.Г. Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко; за ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
3. Мирончук В.Г., Люлька Д.М., Єщенко О.А., Свідерська О.І. Монтаж та технічний сервіс обладнання/ В.Г. Мирончук, Д.М. Люлька, О.А. Єщенко, О.І. Свідерська. Практикум: навч.посіб. / За ред. В.Г.Мирончука. – К.: НУХТ, 2017. – 162 с.
4. Експлуатація і обслуговування технологічного обладнання харчових виробництв / Ігор Миколайович Заплетніков, Валерій Григорович Мирончук, Володимир Миколайович Кудрявцев. – К. : 2012. – 344 с.
5. Охорона праці в галузі. Харчові технології / Войналович О. В., Марчишина Є. І., Мотрич М. М. – К.: 2020. – 376 с.
6. Павлице, В. Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин [Текст] / В. Т. Павлице. — К. : Вища школа, 1993. — 556 с.
7. Рудь, Ю. С. Основи конструювання машин. — Кривий Ріг.: 2015. — 497 с.
8. Клименко М.М.. Технологічне проектування м'ясо-жирових підприємств м'ясної промисловості.- Нова книга: 2005. – 384с.
9. Обладнання та апарати для переробки продуктів забою скота. Довідник під ред. Горбатова Н.М., М: Харч. Промисловість, 1975г. ст.590.
10. Рогов Й. А., Горбатов А.В., Фізичні методи обробки харчових продуктів. Харчова промисловість, 1974г. с.46.

<i>Відповідальна організація</i> НУХТ	<i>Технічне узгодження</i> Чепелюк О.М.	<i>Вид документа</i> Пояснювальна записка		<i>Статус документа</i>			
<i>Власник документа</i> НУХТ	<i>Розробник документа</i> Ковальов Г.А.	<i>Назва, додаткова назва</i> СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ		200278.KP.22.001.ПЗ			
	<i>Документ затверджено</i> Гавва О.М.			<i>Інд. змін.</i>	<i>Дата видання</i>	<i>Мова</i> UA	<i>Аркуш</i> 76/90

11. Фалеев Г. А. Обладнання підприємств м'ясної промисловості / Г. А. Фалеев – М. , 1979. – 479 с.
12. Горбатов В. М. Проектування підприємств м'ясної промисловості / В. М. Горбатов. – М. : Харчової промисловості, 1978. – 374 с.
13. Монтаж, Ремонт та експлуатація обладнання. Частина II ремонт технологічного обладнання: Курс лекцій для студ. спец. «Обладнання переробних і харчових виробництв» спеціалізації «Обладнання виробництва з перероблення м'яса» денної та заочної форм навчання / І. Г. Бабанов, В. М. Таран, С. Д. Беседа, О. І. Бабанова– К.: НУХТ; 2010. — Ч. 1. - 118 с.
14. Монтаж, ремонт та експлуатація обладнання : курс лекцій для студентів за напрямом підготовки 6.050503 "Машинобудування" спеціальності "Обладнання переробних і харчових виробництв" денної та заочної форм навчання. Ч.3 : Експлуатація технологічного обладнання / І. Г. Бабанов, В. М. Таран, С. Д. Беседа, О. І. Бабанова. — К. : НУХТ, 2012. — 119 с.
15. І. Ф. Малежика. Процеси і апарати харчових виробництв. - К. : НУХТ, 2021. — 419 с.
16. Пешук Л.В. Технологія переробки вторинних продуктів м'ясної галузі. Підручник - 2018. - С.368.
17. Технологічні основи машинобудування : конспект лекцій для студ. за напрямами підготовки 6.050502 "Інженерна механіка", 6.050503 "Машинобудування" денної та заочної форм навч. / уклад.: Є. В. Штефан, О. А. Литвиненко. - К. : НУХТ, 2013. – 176 с.

ДОДАТКИ

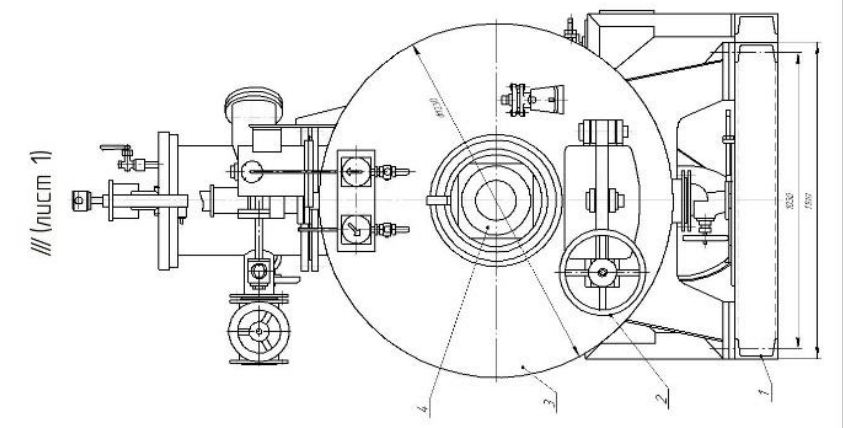
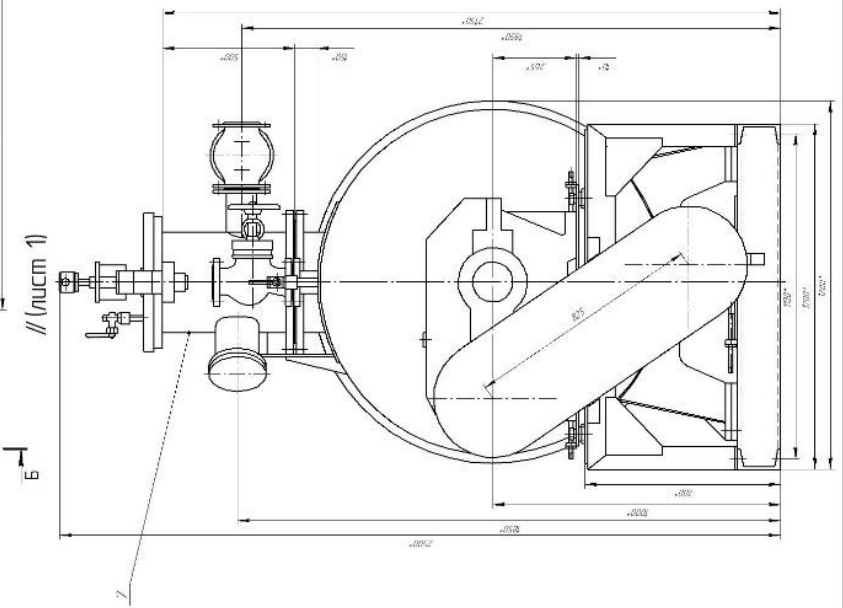
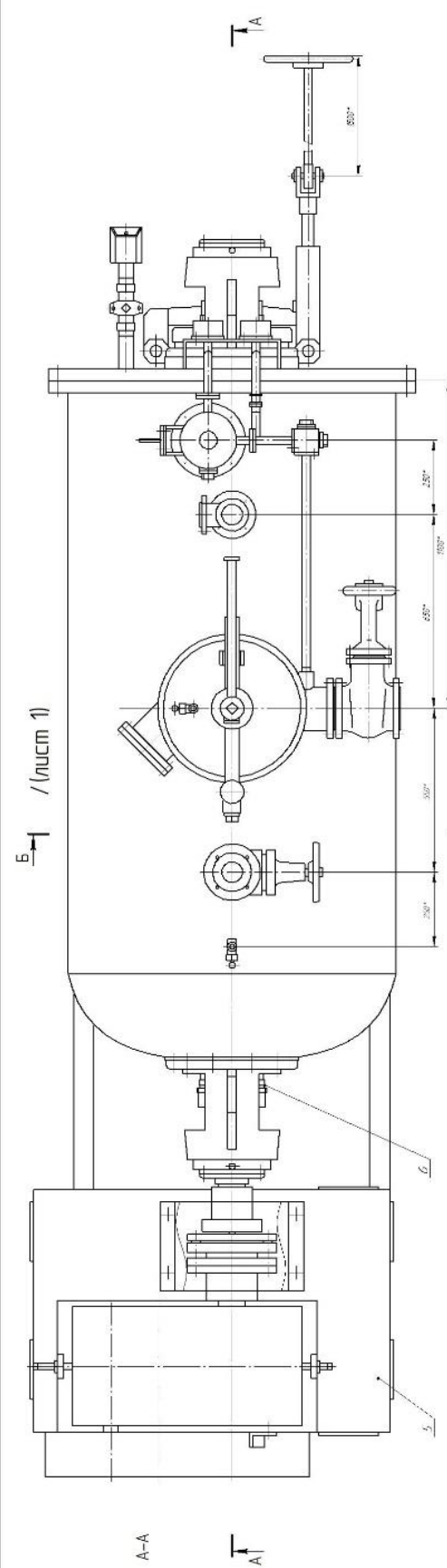
↓ (лист 2)



Техническая характеристика

Объем хранения, м ³	16
Объем съёмки, м ³	0,28
Площадь поверхности, м ²	7,2
Тяга в секунду, МПа/см ² , не более	0,1/11
Тяга в секунду при дозировке съёмки, МПа/см ² не более 0,1/9	0,1/9
Тяга в секунду при дозировке на суше, секунды, не более	7/10
Время работы, мин	26
Площадь поверхности, м ²	8,5
Частота вращения вала, об/мин	50
Габаритные размеры, мм	4800
Высота, мм	2700
Ширина, мм	2500
Масса кг	1500

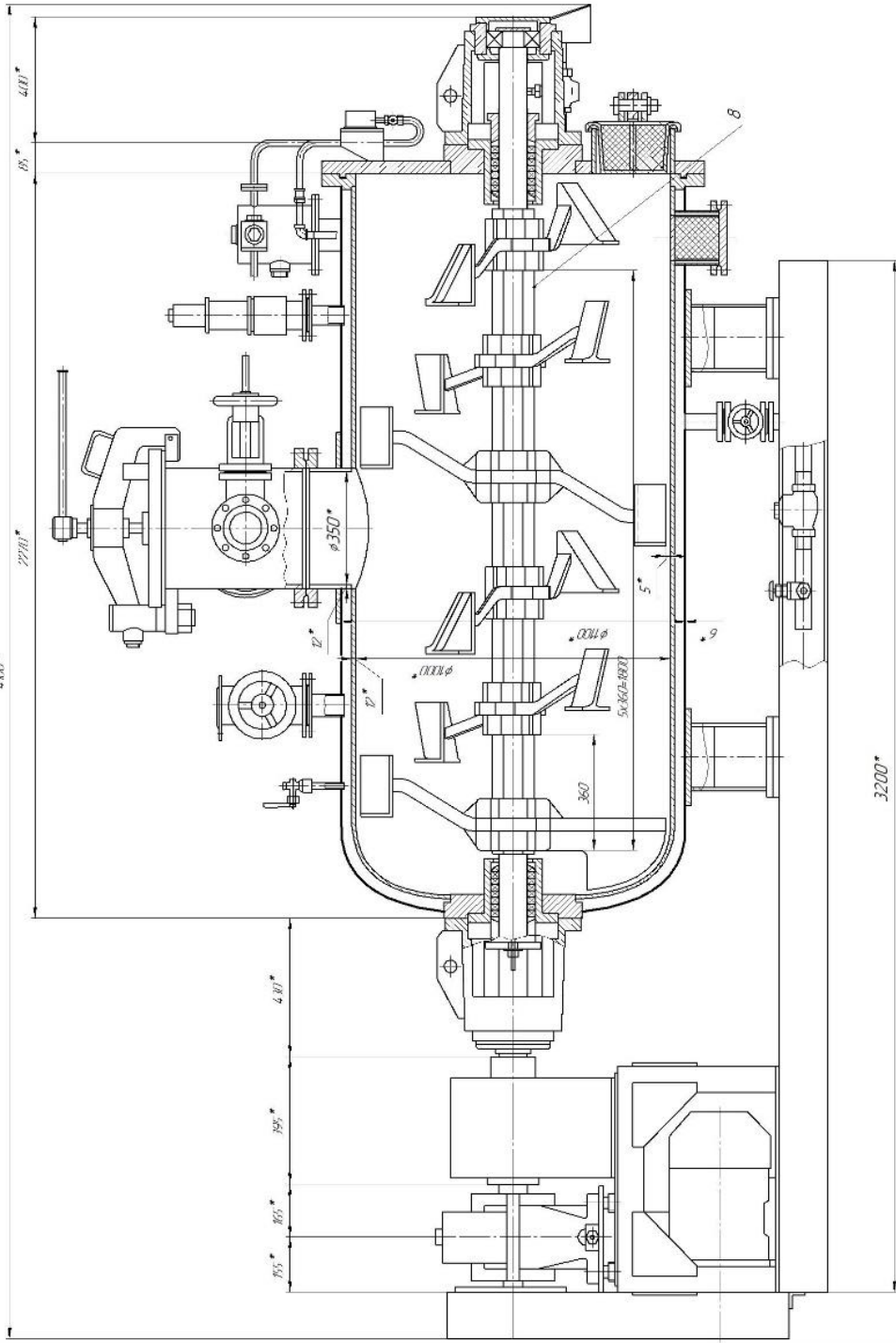
Исполнительная	Спроектировано	Проверено	Издание	Дата
№/п	№/п	№/п	№/п	№/п
	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.
Имя организации				
НХТ				
Адрес				
№/п				
№/п				
№/п				
№/п				
№/п				



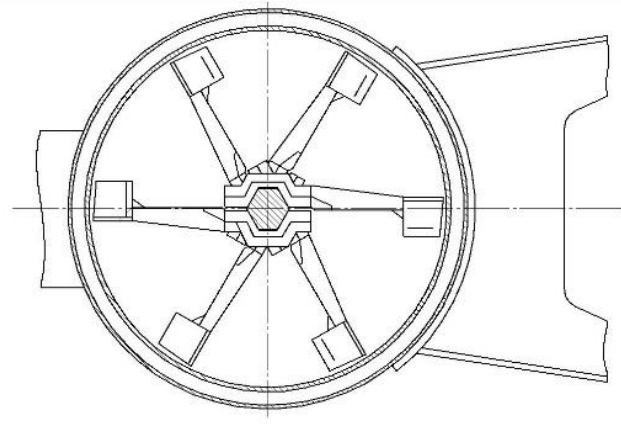
Будівельна організація Підприємство	Назва об'єкта № проєкту	Місце розташування № об'єкту	Діапазон сторінок № сторінок	Сторінка № сторінок
Львівський національний університет імені Івана Франка	Львівський національний університет імені Івана Франка	Львівський національний університет імені Івана Франка	Львівський національний університет імені Івана Франка	Львівський національний університет імені Івана Франка

A-A

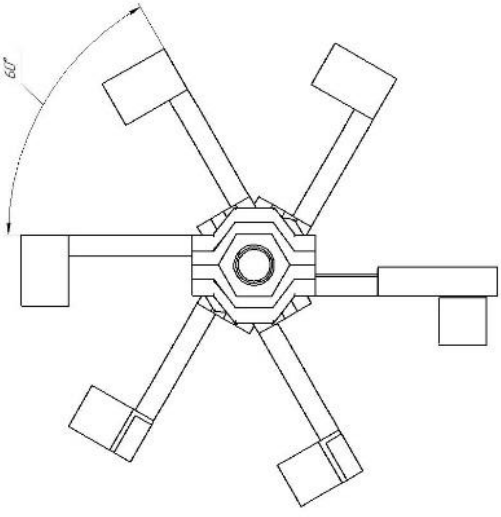
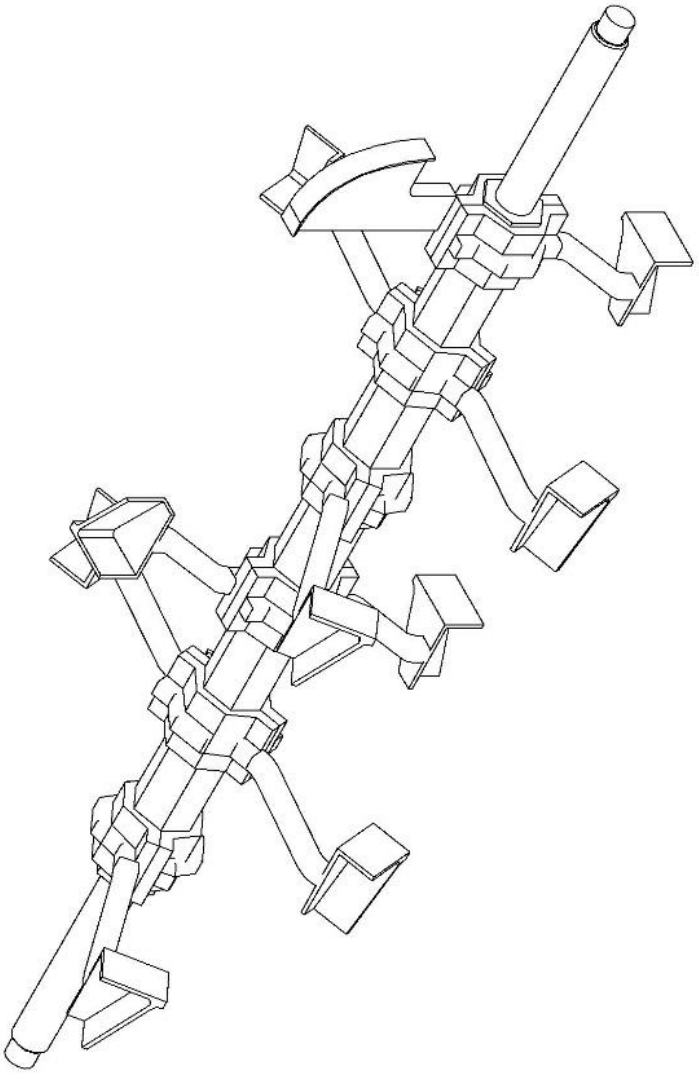
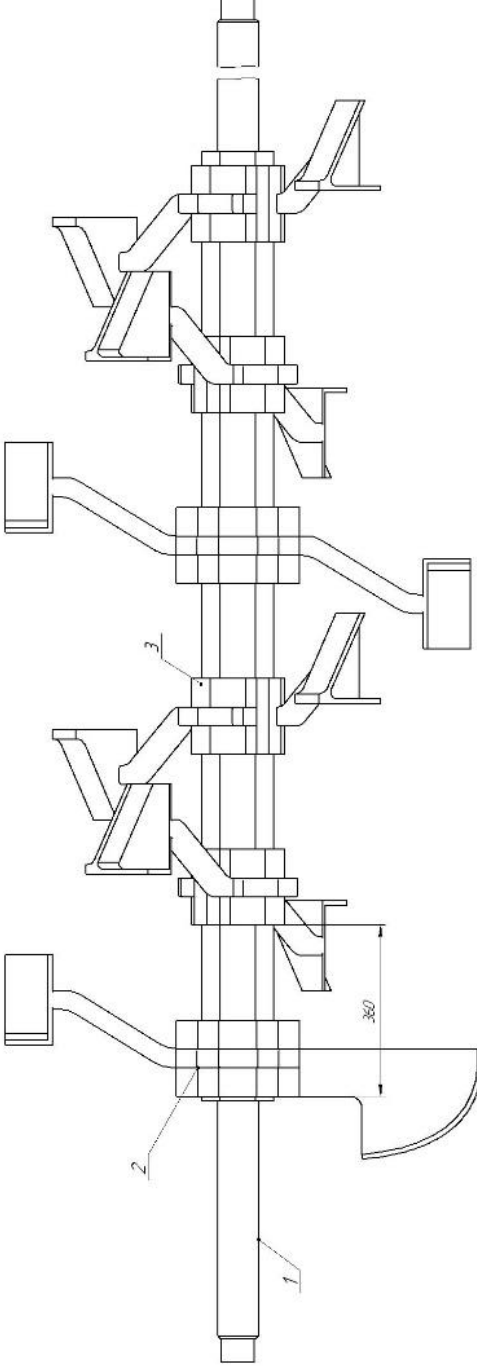
4800*



B-B



Методика організації	Технічне рішення	Регіональний документ	Документ з авторським
НХТ	Частина 011	Київський ГА	Голова 011
Власник документа		Вид документа	Статус документа
НХТ		Підпис	
		Назва, додаткова назва	200278.KP.22.001.15
		Класифікаційно-орієнтовальний	Назва
		КД-410/3	Дата видання
			Інв. змін.
			Аркуш
			2/2



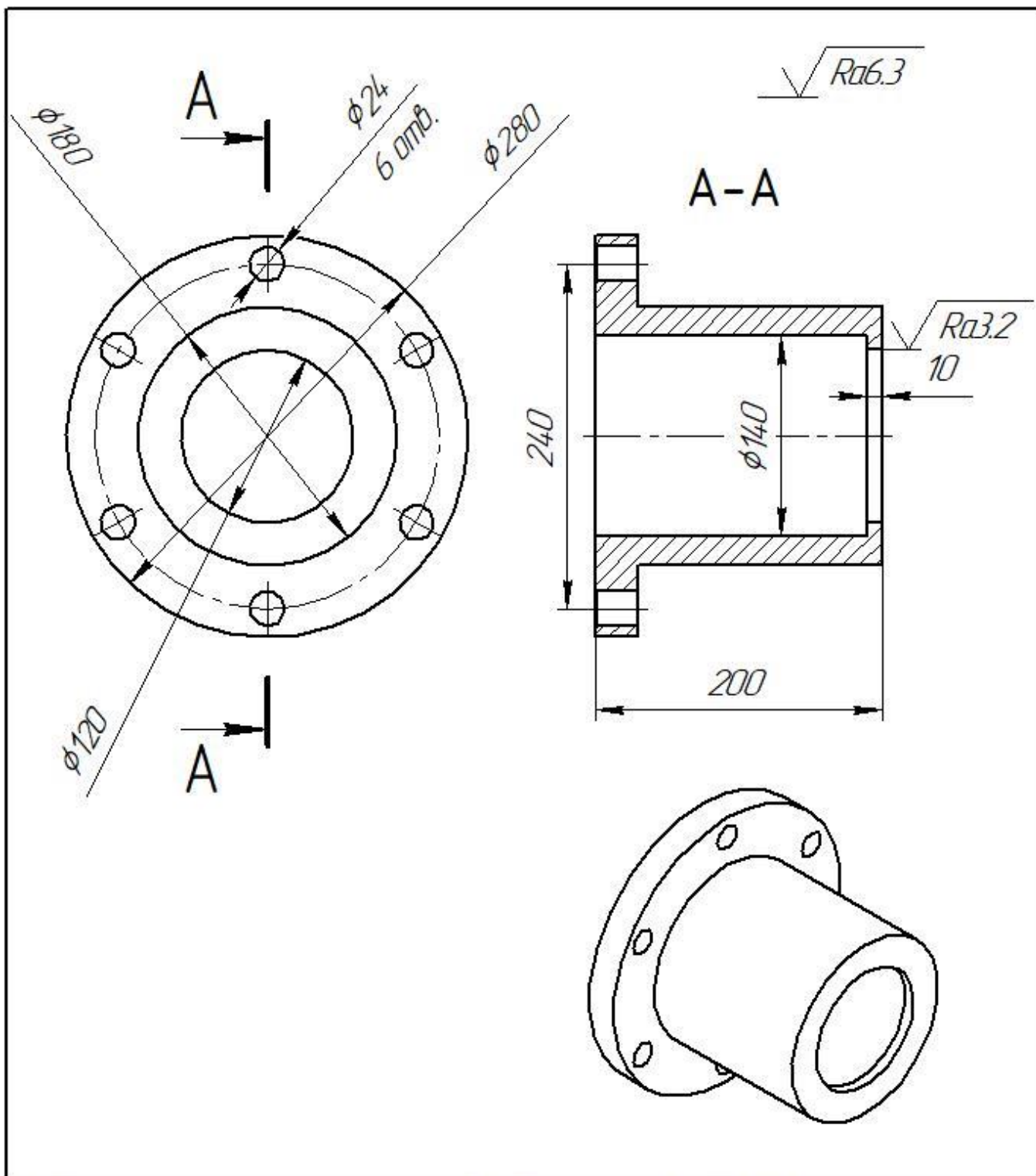
Дипломное задание	Генеральное управление Ижевск-ОИ	Передана Зауремчи Кабальди ГА	Документ подготовлен Губов ОИ
Владельцы изделия	ИХТ Белоснежная	Имя Фамилия Зарольди Вагит	Единиц. Выработка 200278КР2200015
		Имя Фамилия Иванова	Имя Фамилия Иванова
			Артикул ИИ 1

<i>Формат</i>	<i>Зона</i>	<i>Поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>К-сть</i>	<i>Примітка</i>
				<i>Документація</i>		
<i>A1</i>			<i>200278.KP.22.00.000 B3</i>	<i>Креслення загального виду</i>		
				<i>Складальні одиниці</i>		
		<i>1</i>	<i>200278.KP.22.01.000</i>	<i>Збірник</i>	<i>1</i>	
		<i>3</i>	<i>200278.KP.22.02.000</i>	<i>Барометричний конденсатор</i>	<i>1</i>	
		<i>4</i>	<i>200278.KP.22.03.000</i>	<i>Вловлювач</i>	<i>1</i>	
		<i>5</i>	<i>200278.KP.22.04.000</i>	<i>Вакуумний горизонтальний апарат</i>	<i>1</i>	
				<i>Покупні вироби</i>		
		<i>2</i>		<i>Вакуумний насос</i>	<i>1</i>	

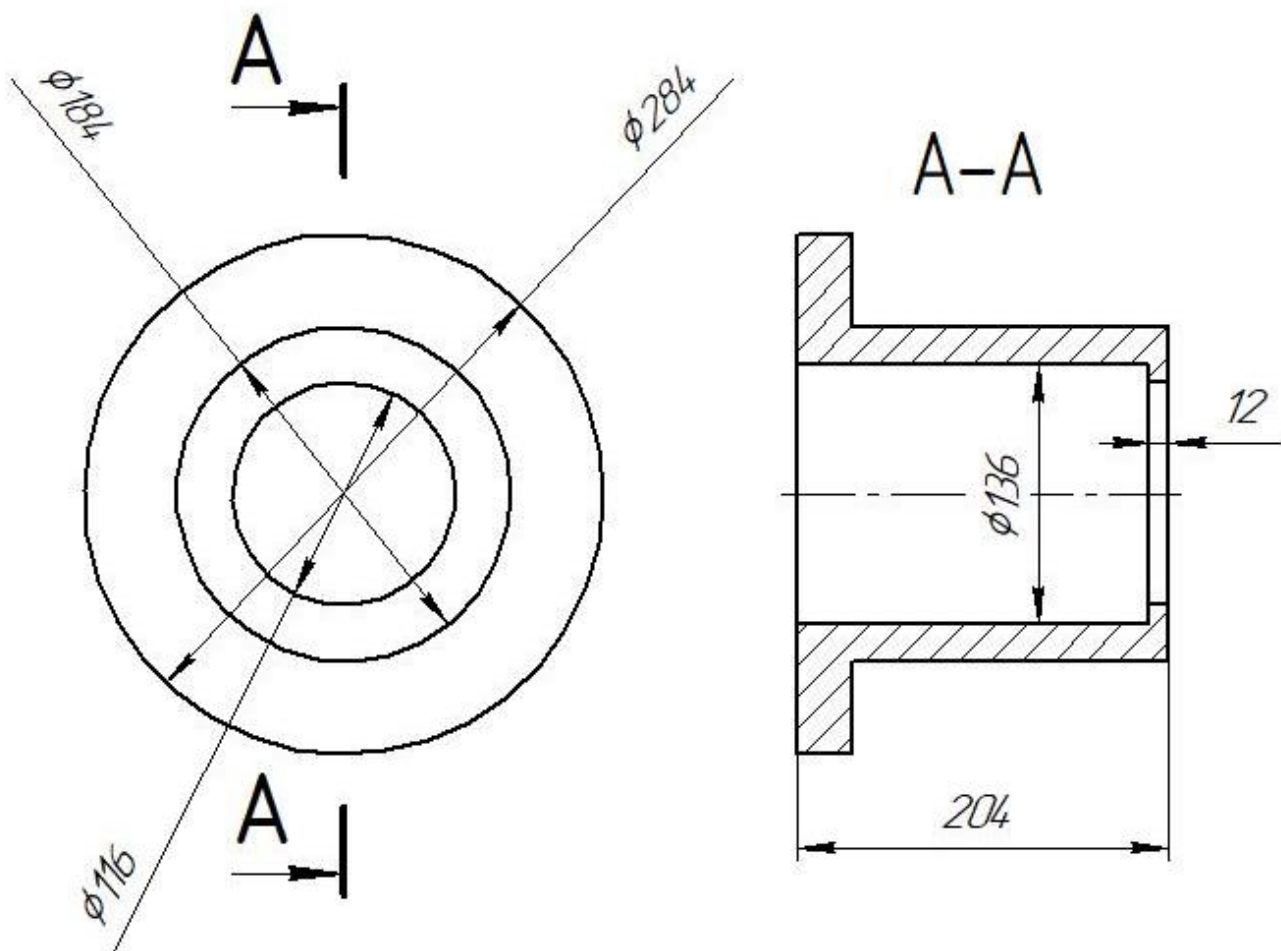
Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Чепеляк О.М.</i>	Розробник документа <i>Ковальов Г.Л.</i>	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>	Масштаб <i>1:1</i>
Власник документа <i>НУХТ</i>	Вид документа <i>Специфікація</i>		Статус документа	
	Назва, додаткова назва <i>Апарат вакуумно-горизонтальний К7-ФМ1/3</i>		<i>200278.KP.22.00.000 B3</i>	
		Інд. змін	Дата видання	Мова
				<i>ua</i>
				<i>1</i>

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	К-сть	Примітка
				<i>Документація</i>		
A1			200278.KP.2208.00.000 СБ	<i>Складальне креслення</i>		
				<i>Деталі</i>		
		1	200278.KP.22.08.00.001	<i>Вал горизонтальний</i>	1	
		2	200278.KP.22.08.00.002	<i>Лопать докова</i>	1	
		3	200278.KP.22.08.00.003	<i>Лопать</i>	11	
				<i>Стандартні вироби</i>		
				<i>Болт М18</i>	24	
				<i>Гайка М18</i>	24	
				<i>Шайба пружинна</i>	24	

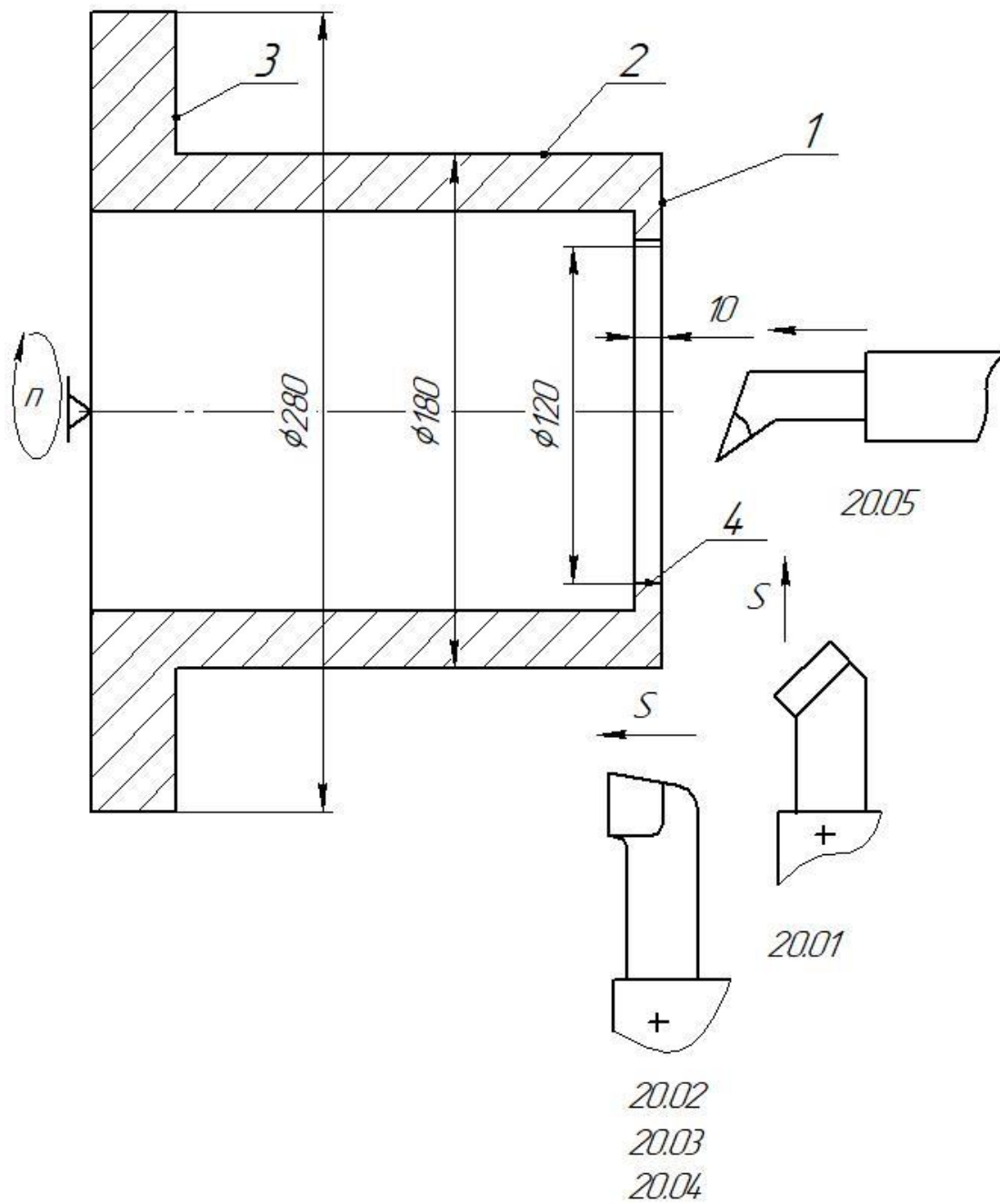
Відповідальна організація <i>НУХТ</i>	Технічне узгодження <i>Чепелюк О.М.</i>	Розробник документа <i>Кабальов Г.А.</i>	Документ затверджено <i>Гавва О.М.</i>	Масштаб 1:1
Власник документа <i>НУХТ</i>	Вид документа <i>Специфікація</i>	Статус документа		
	Назва, додаткова назва <i>Переміщуючий пристрій</i>	<i>200278.KP.22.08.00.000.СБ</i>		
	Інд. змін	Дата видання	Мова <i>UA</i>	Аркуш <i>1</i>



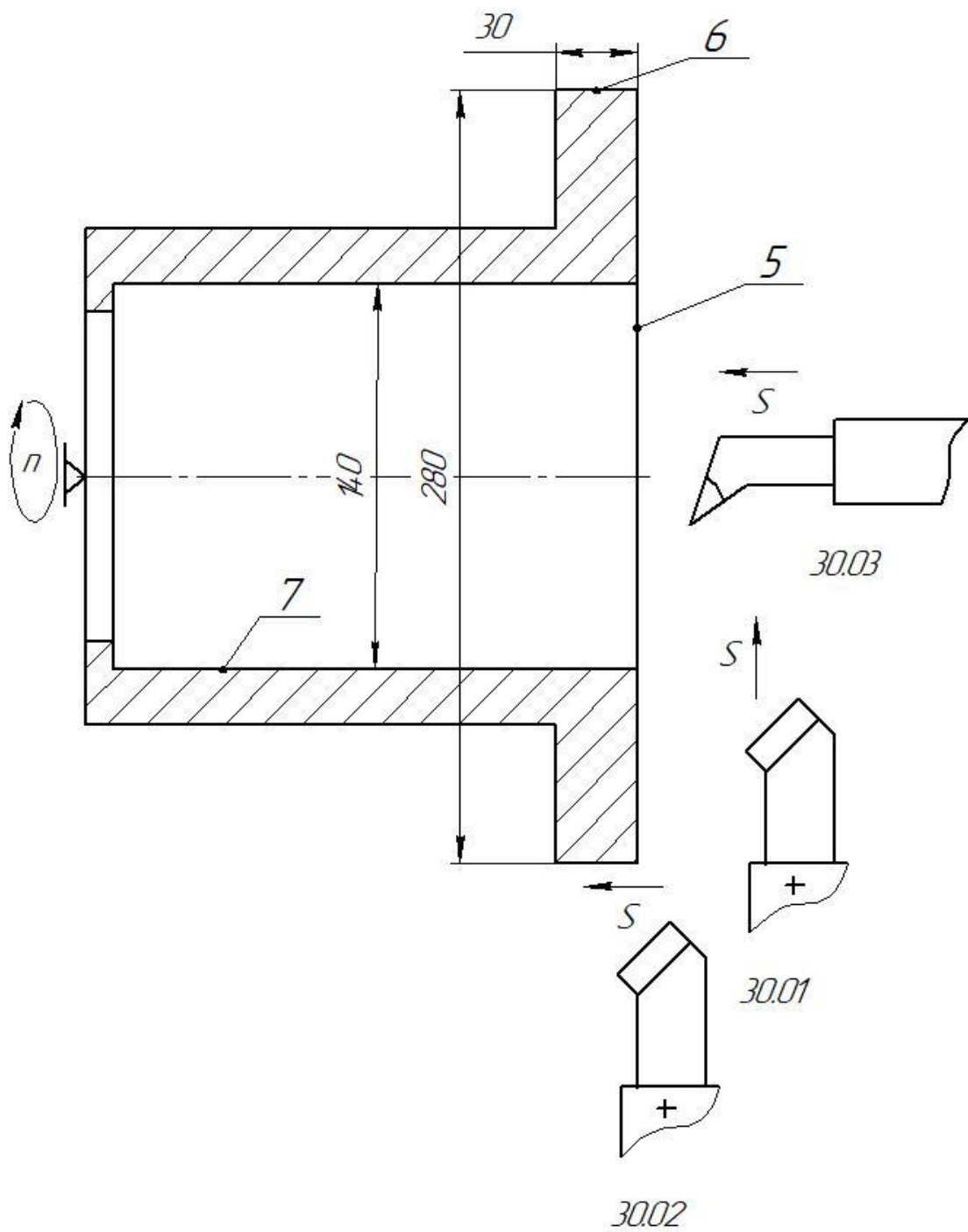
Відповідальна організація: НУХТ	Технічне узгодження: Чепелюк О.М.	Розробник документа: Ковальов Г.А.	Документ затверджено: Габба О.М.		
Власник документа: НУХТ		Вид документа: Загальний вигляд	Статус документа		
		Назва, додаткова назва: Стакан	Інд. змін.	Дата видання	Мова: UA



Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепелюк О.М.	Розробник документа Ковальов Г.А.	Документ затверджено Гавва О.М.	
Власник документа НУХТ	Вид документа Загальний вигляд	Статус документа		
	Назва, додаткова назва Заготовка	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA
				Аркуш 1



Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.М.	Розробник документа Ковальов Г.А.	Документ затверджено Габва О.М.		
Власник документа НУХТ		Вид документа Загальний вигляд	Статус документа		
		Назва, додаткова назва 20 Токарна	Інд. змін.	Дата видання	Мова UA



Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Чепеляк О.М.	Розробник документа Ковальов Г.А.	Документ затверджено Габва О.М.	
Власник документа НУХТ	Вид документа Загальний вигляд		Статус документа	
	Назва, додаткова назва 30 Токарна		Інд. змін.	Дата видання
			Аркуш 1	