

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

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

Кафедра обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Розрахунок сепаратора для молока марки ОСН-С та розроблення технологічних заходів з ремонту вертикального валу**

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

(шифр і назва спеціальності)

Каськів П.С.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Деркач А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

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

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

Рецензент
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему: Розрахунок сепаратора для молока марки ОСН-С та розроблення технологічних заходів з ремонту вертикального валу.

Виконав студент Каськів П.С.

Об'єм розрахунково-пояснювальної записки ___ст. Кількість рисунків у записці_____.

Графічна частина об'ємом 7 аркушів формату А1.

У роботі проаналізовано конструкцію сепаратора ОСН-С.

Проведено технологічні, конструктивні, міцнісні розрахунки робочих органів, розроблено монтаж сепаратора ОСН-С. Виконано розроблення технології виготовлення вертикального валу даного сепаратора.

Abstract

Calculation of the OSN-S milk separator and development of technological measures to repair the vertical shaft.

The design of the OSN-S separator was analyzed.

Technological, structural and strength calculations were performed, and the installation of the OSN-S separator was developed. The technology for manufacturing the vertical shaft of this separator has been developed.

Key words: separation, milk, separator

Зміст

Вступ	5
1. Загально-технічна частина	6
1.1. Аналіз вихідної інформації	6
Технічна характеристика сепаратора ОСН-С	6
1.2. Основні технпроцеси, види сировини	9
1.3. Сучасні досягнення.....	11
1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи.....	13
2. Конструктивна частина	14
2.1. Технологічні розрахунки сепаратора.....	14
2.1.1. Вибір структурної схеми сепаратора, алгоритм функціонування.	14
2.1.2 Розробка кінематичної схеми сепаратора ОСН-С	15
2.3. Конструкція і принцип роботи сепаратора марки ОСН-С.....	17
2.4. Конструктивні розрахунки.....	18
2.5. Розрахунок деталей сепаратора на міцність, жорсткість та зносостійкість.....	20
2.6. Розрахунок і підбір допоміжних елементів сепаратора ОСН-С.....	28
3. Технологічна частина	30
4.1. Розроблення схеми монтажу сепаратора.....	30
4.1.1. Вибір такелажного оснащення та схема монтажу сепаратора	30
3.1.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів такелажних приспособлень	31
3.1.2 Розробка і розрахунок фундаменту під сепаратор ОСН-С.....	32
3.1.3. Вибір методів вивірки сепаратора на фундаменті. Вибір інструментів та приспособлень.....	34
3.2. Розроблення технології виготовлення вала вертикального.....	36
3.2.1. Характерні причини виходу з ладу сепаратора. Розробка графіка планово- попереджувальних ремонтів сепаратора	36
3.2.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту	40
3.2.3 Дефектування та сортування деталей	41
3.2.4 Розробка технологічного процесу виготовлення вала	42
Розрахунок режимів різання за відповідними операціями	56
4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці.....	59
Висновки.....	67
Перелік посилань	68

Вступ

Більшість сучасних молокопереробних підприємств виробляють такі продукти: масло тваринне, цільномолочну продукцію, кисломолочну продукцію (кефір, ряжанку, йогурт), сметану, сири, та казеїн. Враховуючи нестачу йоду в нашому регіоні, важливо, що деякі молокопереробні підприємства почали виробляти продукцію, збагачену йодованим молочним білком.

Найпоширенішим способом розділення цільного молока є сепарація на різноманітних сепараторах, які також можуть використовуватися для очищення молока від фізичних домішок.

1. Загально-технічна частина

1.1. Аналіз вихідної інформації

Темою кваліфікаційної роботи є розрахунок сепаратора ОСН-С. Даний сепаратор - це сепаратор-вершковідділювач із відцентровим автоматичним; періодичним вивантаженням осаду. Він призначений для розділення цільного молока на вершки та перегін із одночасною очисткою їх від забруднень.

Сепаратор складається з ротора 7 (рис 1.1), вертикального вала 8 крутний момент на який подається від електродвигуна 9 з допомогою горизонтального вала 1 через передачу черв'ячну передачу 4, підшипників 3, муфти 2 та пакету тарілок.

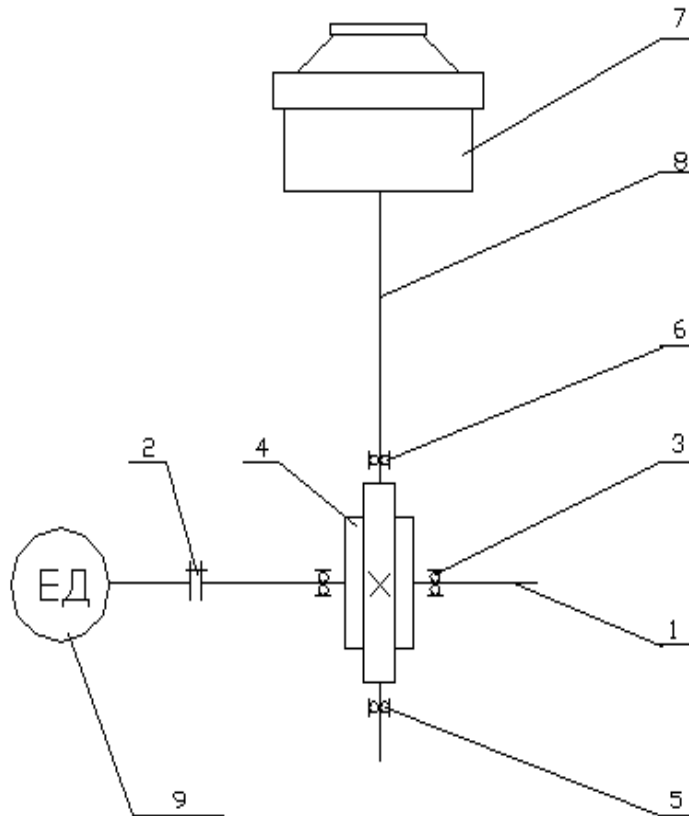


Рисунок 1.1 Кінематична схема сепаратора.

Технічна характеристика сепаратора ОСН-С

1. Потужність л/год.....10000

2. Частота обертання барабана об/хв.....	5000
3. Кількість комплектних тарілок шт.....	132
4. Час досягання барабаном робочої частоти обертання, хв....	8-12
5. Об'єм шламового простору, дм ³	9
6. Тиск води на вході, атм, не менше.....	2,5
7. Електродвигун	
- тип.....	4A160S4
- виконання.....	M301
- потужність, кВт.....	15
- напруга, В.....	220/380
- частота струму, Гц.....	50
- частота обертання, об/хв.....	1500
8. Габаритні розміри сепаратора, мм.	
- довжин	1390
- ширина.....	1000
- висота.....	1785
9. Загальна маса сепаратора, кг.....	1512

Аналізуючи вихідні дані слід відзначити, що сепаратор відноситься до сепараторів з чотирма обертовими ланками. Даний ОСН-С окрім всіх типових для сепараторів механізмів оснащени.

Барабан (рис 1.1) складається з основи 8, пакету тарілок 3, рухомого поршня 1, розділюючої тарілки 6, тарілотримача 2, затискних гайок 5 і 7, та кришки 4. Кришка барабану з поршнем разом утворюють замкнутий простір, у якому проходить процес розділення. Осад відкидається у периферію барабану.

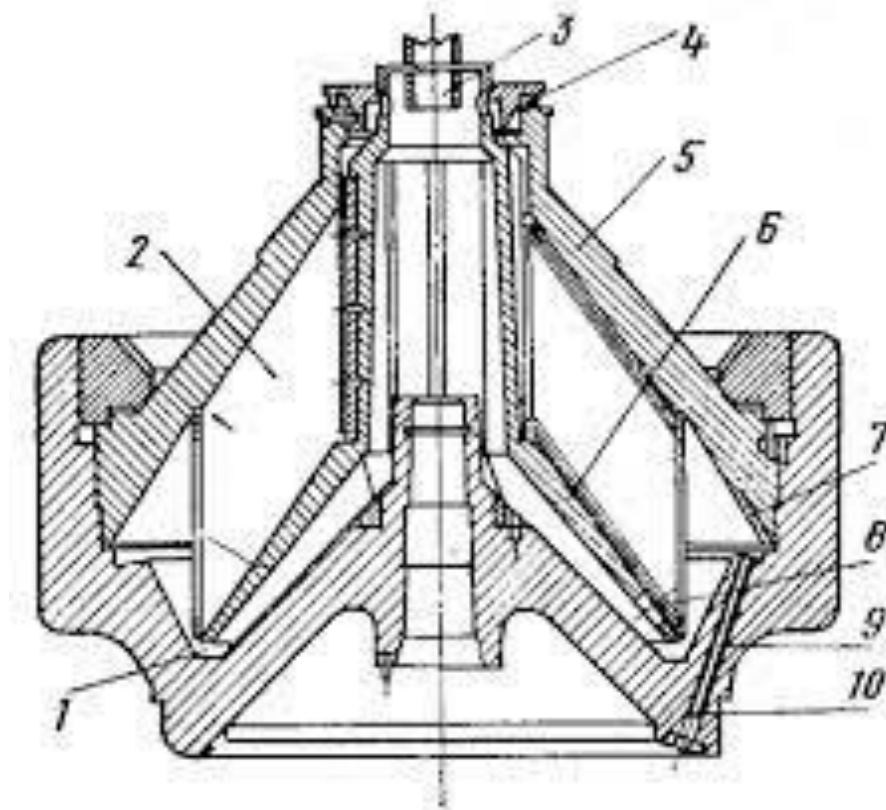


Рисунок 1.1 Барабан сепаратора ОСН-С

1-поршень; 2-тарілотримач; 3-пакет тарілок; 4-кришка; 5-мала затяжна гайка; 6-розділююча тарілка; 7-велика затяжна гайка; 8-основа; 9-клапан.

Барабан є основним елементом сепаратора, де відбувається процес розділення. Розділені фракції виводяться за допомогою приймально-вивідного пристрою. Осад, що накопичується на периферії барабана, періодично видаляється шляхом опускання поршня барабана, в результаті чого між кришкою і поршнем утворюється щілина, через яку осад виводиться з барабана. Рух поршня контролюється клапаном 9, який відкриває і закриває подачу води у простір між корпусом та поршнем.

Під час роботи сепаратора часто виникають перебої через часті відмови клапана барабана.

1.2. Основні технпроцеси, види сировини

Сировиною для обробки на сепараторах-розділювачах ОСН-С є молоко. Основний технологічний процес, що відбувається в сепараторі, полягає в розділенні цільного молока на вершки та знежирене молоко, а також у видаленні механічних забруднень та слизу. Це розділення здійснюється завдяки різниці в густині фракцій під дією відцентрової сили. Розділення відбувається в барабані сепаратора 1 (рис. 1.2), який обертається зі швидкістю 5000 об/хв. При такій кутовій швидкості відцентрове прискорення у сотні разів перевищує прискорення вільного падіння, що зумовлює високу ефективність процесу сепарування у порівнянні з відстоюванням.

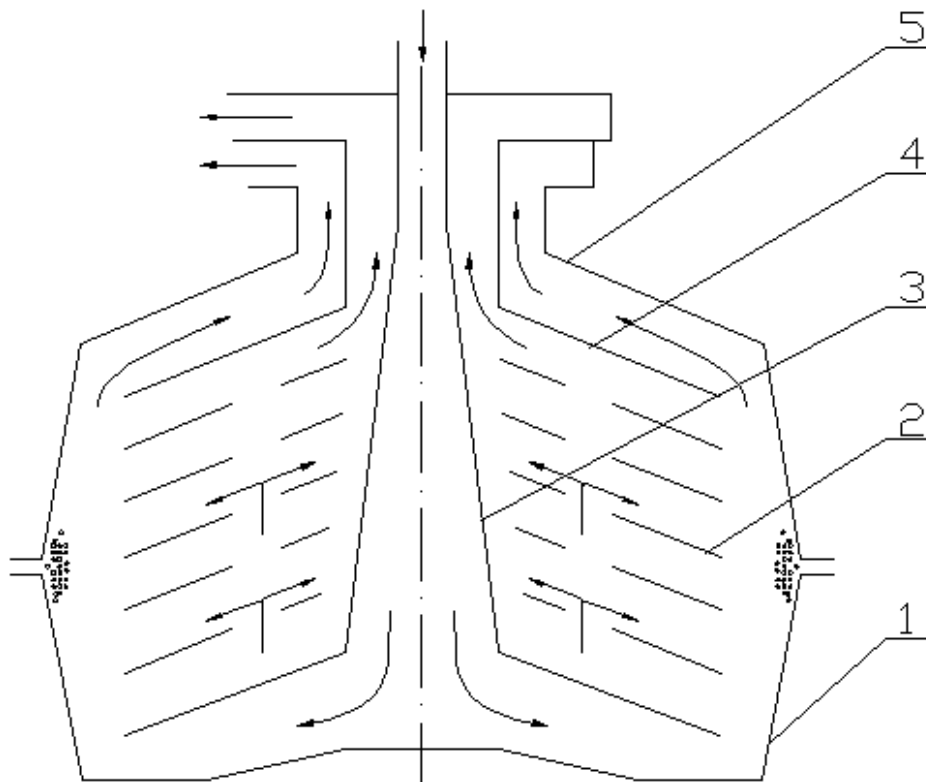


Рисунок 1.2. Схема технологічного процесу розділення продукту у барабані сепаратора ОСН-С

Тарілки сепаратора 2 мають отвори, які разом утворюють канали для руху і розділення молока. Розташування отворів і каналів відповідає

приблизному положенню межі між перегоном і вершками. Радіус розташування отворів у тарілках можна приблизно визначити за формулою:

$$R_0 = \sqrt{\frac{\varphi R_m^2 - R_m^2}{1 + \varphi}},$$

де R_m, R_0 - відповідно малий і великий радіуси робочої частини тарілок;

R_0 – радіус розташування отворів, м;

φ - об'ємне або масове співвідношення вершків і знежиреного молока на виході із сепаратора.

Молоко подається в барабан через центральну трубу 3 під тарілотримач і по каналах піднімається вгору. Жирові кульки рухаються разом із потоком вздовж конусної поверхні тарілки і під дією доцентрової сили спрямовуються до центру. Результируюча швидкість руху жирових кульок між тарілками складається з двох складових: швидкості спливання (W_s) і швидкості потоку (W_p) . Швидкість спливання зростає в міру віддалення жирової кульки від центру, оскільки з збільшенням радіуса зростає відцентрове прискорення:

$$a = 4\pi^2 \cdot n^2 \cdot R,$$

де n – частота обертання барабану, s^{-1} ;

a – відцентрове прискорення, m/s^2 ;

R – біжучий радіус барабана, м.

Швидкість потоку W_n при віддаленні від осі зменшується, оскільки збільшується січення потоку. В результаті жирові кульки в між тарілковому просторі рухаються від нижньої поверхні верхньої тарілки до верхньої поверхні нижньої тарілки і по ній до осі барабану. Для забезпечення відділення кульки, швидкість її руху повинна бути більша, ніж швидкість основного потоку.

1.3. Сучасні досягнення

Більшість сучасних молокопереробних підприємств виробляють такі продукти: масло тваринне, цільномолочну продукцію, кисломолочну продукцію (кефір, ряжанку, йогурт), сметану, сири, та казеїн. Враховуючи нестачу йоду в нашому регіоні, важливо, що деякі молокопереробні підприємства почали виробляти продукцію, збагачену йодованим молочним білком.

Найпоширенішим способом розділення цільного молока є сепарація на різноманітних сепараторах, які також можуть використовуватися для очищення молока від фізичних домішок.

Теплова обробка молока на більшості сучасних підприємств проводиться на пастеризаційно-охолоджувальних установках А1-ОКЛ-10. Ці установки характеризуються високим коефіцієнтом рекуперації (0,85), що свідчить про високу ступінь утилізації теплоти пастеризованого продукту. Комбінований пластинчастий апарат цієї серії має лише одну стадію рекуперації, через що молоко надходить на сепаратор при температурі 64-69°C. Це призводить до подрібнення жирових кульок і, як наслідок, до підвищеного відходу жиру у відвійки. Також посилюється спінювання молока, що погіршує якість знежиреного молока і скорочує міжпромивний цикл роботи установки.

Останнім часом деякі підприємства почали використовувати описану нижче схему [4], яка позбавлена цих недоліків.

У цій схемі секція рекуперації розділена на дві частини допоміжною плитою. Пластини перекомпоновані таким чином, щоб максимально задіяти наявні. Проміжна плита підібрана так, щоб при нескладному переключенні трубопроводів не спрямовувалося на сепаратор ні сире підігріте, ні пастеризоване дещо охолоджене молоко. Остаточна компоновка пластин рекуператора набула наступного вигляду:

$$\frac{\overline{6+6+6+6+6}}{\overline{7+6+6+6+5}} + \frac{\overline{6+6+6+6+6+7}}{\overline{7+6+6+6+6+6}}$$

де кожний додаток характеризує відповідно секції рекуперації R1 і R2. Кількість чисел у чисельнику відповідає числу послідовно з'єднаних пакетів для середовища, що нагрівається; значення кожного з них вказує на кількість міжпластинних каналів у пакеті. У знаменнику наведені аналогічні умовні позначення для охолоджуваного середовища.

Апаратне оформлення процесу обробки молокосировини подано на рисунку 1.3. Сире незбиране молоко при температурі 5°C з місткості 1 насосом 2 прокачується через першу секцію рекуперації R1 та другу секцію рекуперації R2, підігрівається відповідно до 36°C і 65°C, після чого переходить у секцію пастеризації, де завдяки теплообміну з гарячою водою нагрівається до 75°C. Потім молоко після потокового витримувача 6 повертається у другу секцію рекуперації R2, охолоджується зустрічним потоком сирого молока до 47°C і надходить у сепаратор, де розділяється на фракції. Сепаратор протискує знежирене молоко через секції рекуперації R1 та охолодження, і при кінцевій температурі 4-6°C спрямовує його в місткість для зберігання.

Відсепаровані вершки з проміжного бачка 8 насосом 9 надходять на теплообмінник 10 А1-ОКЛ-3 з дещо зміненою компоновкою пластин:

$$\frac{3+3+3}{3+3+4} + \frac{3+3+3+3+3+3}{3+3+3+3+3+3} + \frac{4+4}{5+4}$$

Усі три секції задіяні лише для охолодження продукту.

Сепарування молока за описаною схемою поліпшує умови зберігання вершків, підвищує ступінь бактеріальної очистки, а отже і якість кінцевого продукту

1.4. Мета і задачі кваліфікаційної роботи

Метою роботи є підвищення надійності роботи сепаратора ОСН-С, підвищення експлуатаційних показників, зниження питомих затрат енергії на процес сепарування.

Завданням курсового проекту є

- розрахунок самовивантажуючого сепаратора ОСН-С;
- розроблення схеми монтажу сепаратора
- розроблення технології ремонту вузла вертикального вала сепаратора;
- розроблення технології виготовлення вала вертикального.

2. Конструктивна частина

2.1. Технологічні розрахунки сепаратора

2.1.1. Вибір структурної схеми сепаратора, алгоритм функціонування.

По принципу дії сепаратор відноситься до обладнання з механічним приводом. Робочий орган – обертовий барабан, що кріпиться на валу і здійснює обертальний рух.

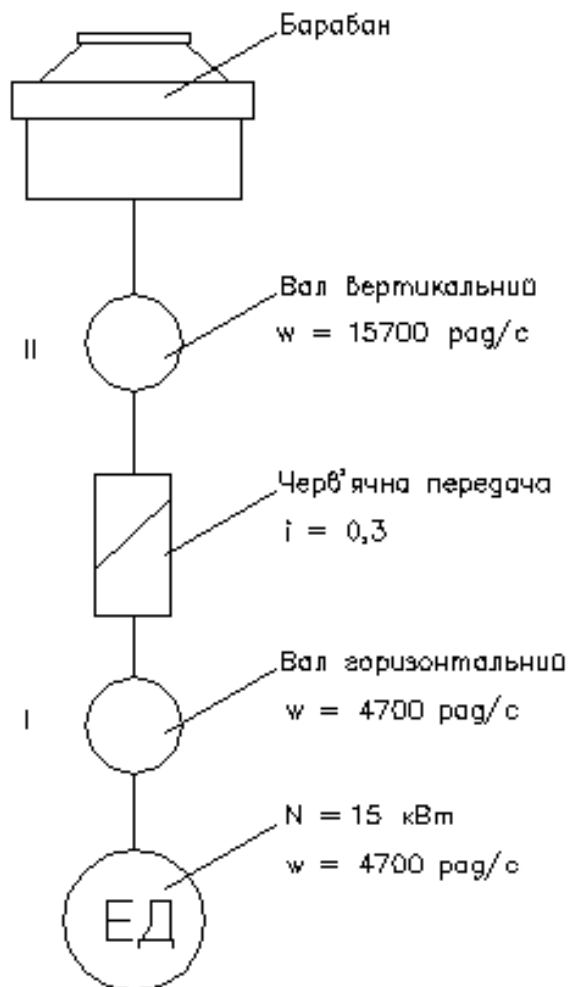


Рисунок 2.1 Структурна схема сепаратора ОСН-С

Барабан жорстко закріплено на вертикальному валі сепаратора, що отримує обертовий момент від електродвигуна через горизонтальний вала та через зубчасту передачу з передаточним відношенням 0,3.

Кутова швидкість обертання вертикального вала становить 15700 рад/с; горизонтальний вал обертається з кутовою швидкістю у 4700 рад/с., від електродвигуна з потужністю 15 кВт.

2.1.2 Розробка кінематичної схеми сепаратора ОСН-С

Кінематична схема сепаратора ОСН-С передбачає електродвигун 9 (рис. 2.2), від якого рух передається через горизонтальний вал 10 з муфтою 2 до вертикального вала 8, за допомогою зубчастої черв'ячної передачі 4 із передаточним числом 0,3. В свою чергу на вертикальному валу жорстко закріплений барабан 7 сепаратора.

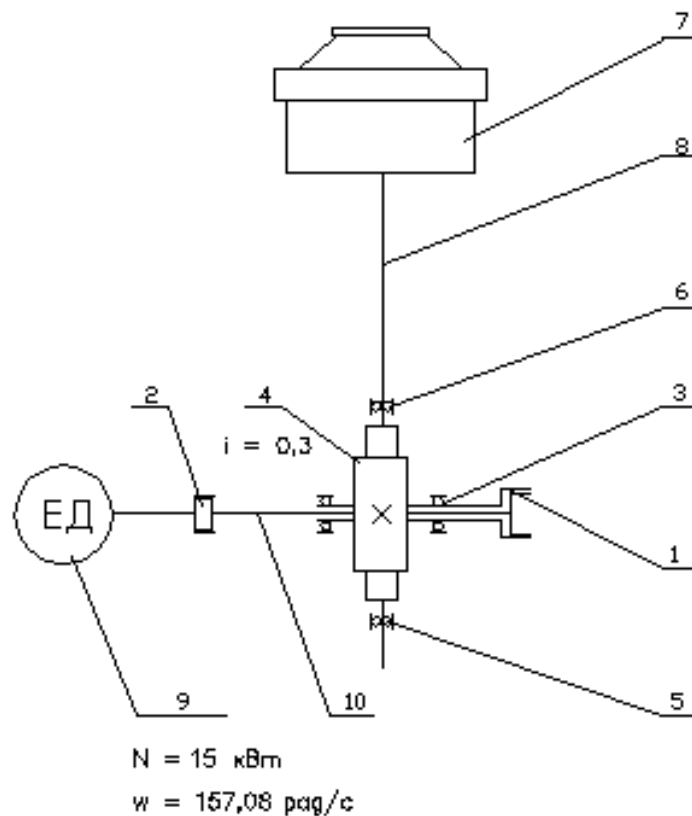


Рисунок 2.2 – Кінематична схема сепаратора ОСН-С

2.2. Кінематичні та динамічні розрахунки основних вузлів сепаратора ОСН-С

Розрахуємо основні параметри кінематичної схеми сепаратора розділювача ОСН-С. Попередньо підберемо електродвигун типу 4А 160 S4 виконання М 301 потужністю 15кВт з частотою обертання 1500об/хв. Електродвигун працює при значенні напруги у мережі 220, 380В та частоті струму 50Гц.

Кутова швидкість обертання електродвигуна[1]:

$$\omega_{e.d.} = \frac{1500 \cdot \pi}{30} = 157,08 \text{ (рад/с)}.$$

Кутова швидкість горизонтального вала рівна кутовій швидкості, що розвиває електродвигун:

$$\omega_{z.v.} = \omega_{e.d.} = 157,08 \text{ (рад/с)}.$$

Визначимо кутову швидкість вертикального валу, враховуючи, що передаточне відношення черв'ячної передачі становить 0,3:

$$\omega_{v.v.} = \frac{\omega_{z.v.}}{i} = \frac{187,08}{0,3} = 523,3 \text{ (рад/с)}.$$

Так як барабан жорстко закріплено на вертикальному валу, то його кутова швидкість рівна кутовій швидкості вертикального валу:

$$\omega_o = \omega_{v.v.} = 523,3 \text{ (рад/с)}.$$

Визначимо потужність і моменти на валах

ККД черв'ячної передачі: $\eta_{ч.п.} = 0,7$

ККД підшипників складає: $\eta_{підш.} = 0,98$

Потужність електродвигуна $P=15$ кВт

Потужність на горизонтальному валу рівна потужності електродвигуна:

$$P_{z.v.} = P_{e.d.} = 15 \text{ кВт}.$$

Крутний момент на горизонтальному валі:

$$T_{z.v.} = \frac{1000 \cdot P_{z.v.}}{\omega_{z.v.}} = \frac{1000 \cdot 15}{157,08} = 95,5 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

Потужність на вертикальному валу:

$$P_{v.v.} = P_{z.v.} \cdot \eta_{ч.п.} \cdot \eta_{відш.} = 15 \cdot 0,98 \cdot 0,7 = 10,29 \text{ кВт}$$

Визначимо крутний момент на вертикальному валі:

$$T_{v.v.} = \frac{1000 \cdot P_{v.v.}}{\omega_{v.v.}} = \frac{1000 \cdot 10,29}{523,3} = 19,7 \text{ н} \cdot \text{м}.$$

2.3. Конструкція і принцип роботи сепаратора марки ОСН-С

Сепаратор-вершковідділювач з відцентровим автоматичним періодичним вивантаженням осаду ОСН-С призначений для розділення цільного молока на вершки та знежирене молоко з одночасною очисткою їх від механічних забруднень.

Процес розділення молока на вершки відбувається в барабані сепаратора. Барабан складається з основи (поз. 75) та кришки (поз. 85), яка кріпиться до основи за допомогою великої затяжної гайки (поз. 14). Молоко подається в барабан через центральну трубу (поз. 9), потім воно надходить під тарілотримач (поз. 81) і потрапляє в поле дії відцентрової сили. Отвори в тарілках (поз. 87) утворюють канали, по яких рухається молоко. Під дією відцентрової сили молоко розділюється на легку (вершки) та важку (перегін) фракції. Вершки рухаються до центру барабана, а перегін – до периферії. Обидві фракції піднімаються у верхню частину барабана і виводяться приймально-вивідним пристроєм (поз. 4): вершки виводяться через патрубок (поз. 6), а знежирене молоко – через патрубок (поз. 97). Для контролю тиску встановлений манометр (поз. 1).

Механічні забруднення та слиз молока накопичуються на периферії барабану, звідки вони періодично виводяться. Відведення осаду здійснюється шляхом опускання поршня барабана (поз. 76), в результаті чого між поршнем та кришкою утворюється кільцевий отвір, через який під дією відцентрової сили виводиться осад через отвір (поз. 82). Клапан (поз. 21) забезпечує опускання та піднімання поршня барабана. Простір під поршнем заповнений водою, яка відводиться через канали в барабані під час вивантаження осаду. У верхній частині барабану розташована мала затяжна гайка (поз. 92), що закриває барабан. Приймально-вивідний пристрій кріпиться до кожуха (поз. 88) за допомогою болтів (поз. 93).

Барабан жорстко закріплений на конусній частині вала вертикального сепаратора №36. Вал обертається в підшипниках №67 та №39 і збалансований амортизаторами №28. На валу, в його нижній частині, розташований черв'як №37, який знаходиться в зачепленні з черв'ячним колесом №51, що кріпиться на горизонтальному валу сепаратора. Обертючий момент горизонтальний вал отримує від електродвигуна.

До станини №62 кріпиться тахометр №57, який контролює частоту обертання. У нижній частині станини розміщено оглядове вікно №50 і пробку для зливу мастила №47. Вузол барабана кріпиться до станини за допомогою болтів №33, а герметичність з'єднання забезпечується ущільненням №32.

Станина до фундаменту кріпиться з допомогою опор 45.

2.4. Конструктивні розрахунки

Розрахунок отвору для вершків

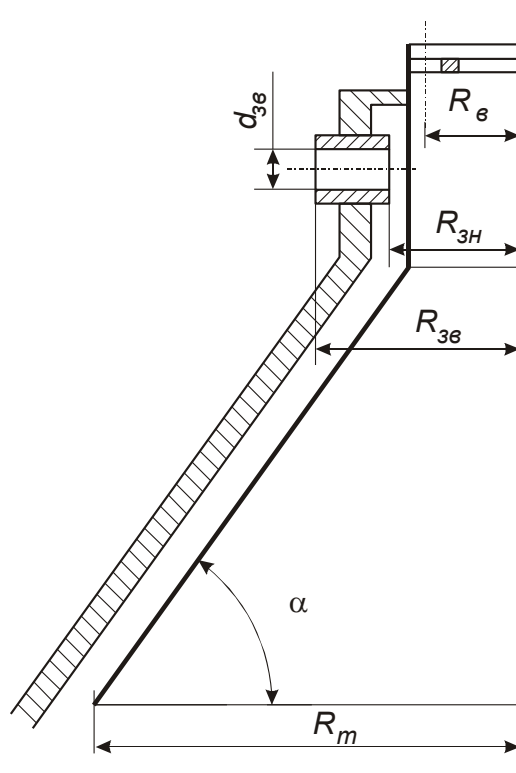


Рисунок ____.- Розрахункова схема до визначення параметрів отвору для відведення вершків

Регульовані відстані від відкритих поверхонь вершків і знежиреного молока до осі обертання барабана (рисунок) визначають за формулами:

$$R_B = \sqrt{R_T^2 - (R_T^2 - R_{3H}^2) \cdot \frac{\rho_M}{\rho_{HM}}}$$

$$R_{3H} = \sqrt{R_T^2 - (R_T^2 - R_B^2) \cdot \frac{\rho_{HM}}{\rho_M}}$$

де $\rho_{HM} := 1012$ (кг/м³) - густина суміші молока і вершків;

$\rho_M = 1030$ (кг/м³) - густина плазми молока;

$R_T := 0.143$ (м) - радіус розділюючої тарілки;

R_B - радіус розміщення отвору відведення вершків, м;

R_{3H} - радіус розміщення отвору відведення плазми молока, м;

Прияємо рекомендоване [] значення $R_{3H} := 0.065$ (м). Тоді:

$$R_B := \sqrt{R_T^2 - \left(R_T^2 - R_{3H}^2\right) \cdot \frac{\rho_M}{\rho_{HM}}} \quad R_B = 0.063 \quad (\text{м})$$

Перевірка:

$$R_{3H} := \sqrt{R_T^2 - \left(R_T^2 - R_B^2\right) \cdot \frac{\rho_{HM}}{\rho_M}} \quad R_{3H} = 0.065 \quad (\text{м})$$

Розрахунок виконано вірно.

Радіус зовнішнього краю отвору знайдемо за формулою:

$$R_{3B} = \sqrt{\left(\frac{M}{3600 \cdot 6.28 \cdot z \cdot \phi \cdot F \cdot n}\right) + R_{3H}^2}$$

де $\phi := 0.6$ - коефіцієнт витікання;

$$F = \frac{\pi \cdot d_{3B}^2}{4} \quad \text{- площа отвору для виведення плазми молока, м}^2$$

$d_{3B} := 0.005$ (м) - діаметр отвору для виведення плазми молока

$$F := \frac{\pi \cdot d_{3B}^2}{4} \quad F = 0.0000196 \quad (\text{м}^2)$$

$$R_{3B} := \sqrt{\left(\frac{M}{3600 \cdot 6.28 \cdot z \cdot \phi \cdot F \cdot n}\right) + R_{3H}^2} \quad R_{3B} = 0.091 \quad (\text{м})$$

2.5. Розрахунок деталей сепаратора на міцність, жорсткість та зносостійкість

Розрахуємо на міцність корпус барабана сепаратора.

Для цього тиск рідини на стінку визначимо за формулою:

$$p_p = 19.74 \cdot n^2 \cdot \rho_{\text{HM}} \cdot (r^2 - r_0^2)$$

де $r := 0.150$ (м) - внутрішній радіус барабана;

$R := 0.165$ (м) - зовнішній радіус барабана;

$r_0 := R_{\text{МН}}$ $r_0 := 0.027$ (м) - радіус відкритої поверхні обертової рідини

Відповідні діаметри: $d := r \cdot 2$ $d = 0.3$ (м)

$D := R \cdot 2$ $D = 0.33$ (м)

$d_0 := r_0 \cdot 2$ $d_0 = 0.054$ (м)

$$p_p := 19.74 \cdot n^2 \cdot \rho_{\text{HM}} \cdot (r^2 - r_0^2) \quad p_p = 3.069 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Силу дії рідини на дно барабана розрахуємо за формулою:

$$Q := 31 \cdot \rho_{\text{HM}} \cdot n^2 \cdot (r^2 - r_0^2)^2 \quad Q = 104919.82 \quad (\text{Н})$$

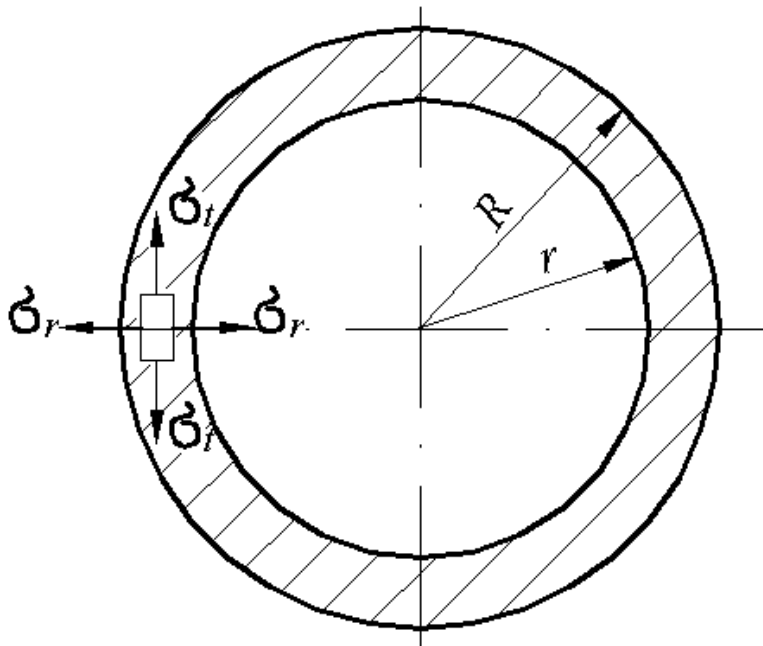


Рисунок 2.4. Характер розподілу напружень по товщині стінки барабана

Напруження в напрямку осі барабана:

$$\sigma_z := \frac{\pi \cdot \rho_{\text{HM}} \cdot n^2 \cdot (r^2 - r_0^2)^2}{R^2 - r^2} \quad \sigma_z = 2.25 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Дане напруження є дуже незначним, у вертикальному напрямку сепаратора міцність конструкції забезпечується.

Умову міцності циліндричної частини барабана записують у вигляді:

$$\sigma = 2 \cdot \tau_{\max} \leq |\sigma|$$

де τ_{\max} - дотичні напруження в барабані, Па;

σ - дійсні напруження в барабані на розтяг, Па;

$|\sigma|$ - допустимі напруження на розтяг, Па;

Допустиме напруження на розтяг виберемо по межі текучості для матеріалу барабана:

$$|\sigma| = \frac{\sigma_T}{n_1} \geq \sigma$$

де n_1 - запас міцності.

$$n_1 = \frac{\sigma_T}{|\sigma|} \geq \frac{\sigma_T}{\sigma}$$

Приймемо для барабана сепаратора []: $n_1 := 2.5$

Дійсні напруження в барабані розраховують за формулою:

$$\sigma := \pi^2 \cdot n^2 \cdot \left(6476 \cdot D^2 + 1374 \cdot d^2 + \rho_{\text{HM}} \cdot D^2 \cdot \frac{d^2 - d_0^2}{D^2 - d^2} \right) \quad \sigma = 9.309 \times 10^7 \quad (\text{Па})$$

$$\sigma_T := \sigma \cdot n_1 \quad \sigma_T = 2.327 \times 10^8$$

Що є меншим від допустимого напруження для сталі 18ХН9Т. Отже, умова міцності виконується.

Розрахунок кришки барабана сепаратора

Кришка барабана має вигляд зрізаного конуса. Розрахункова схема кришки барабана приведена на рисунку 2.5

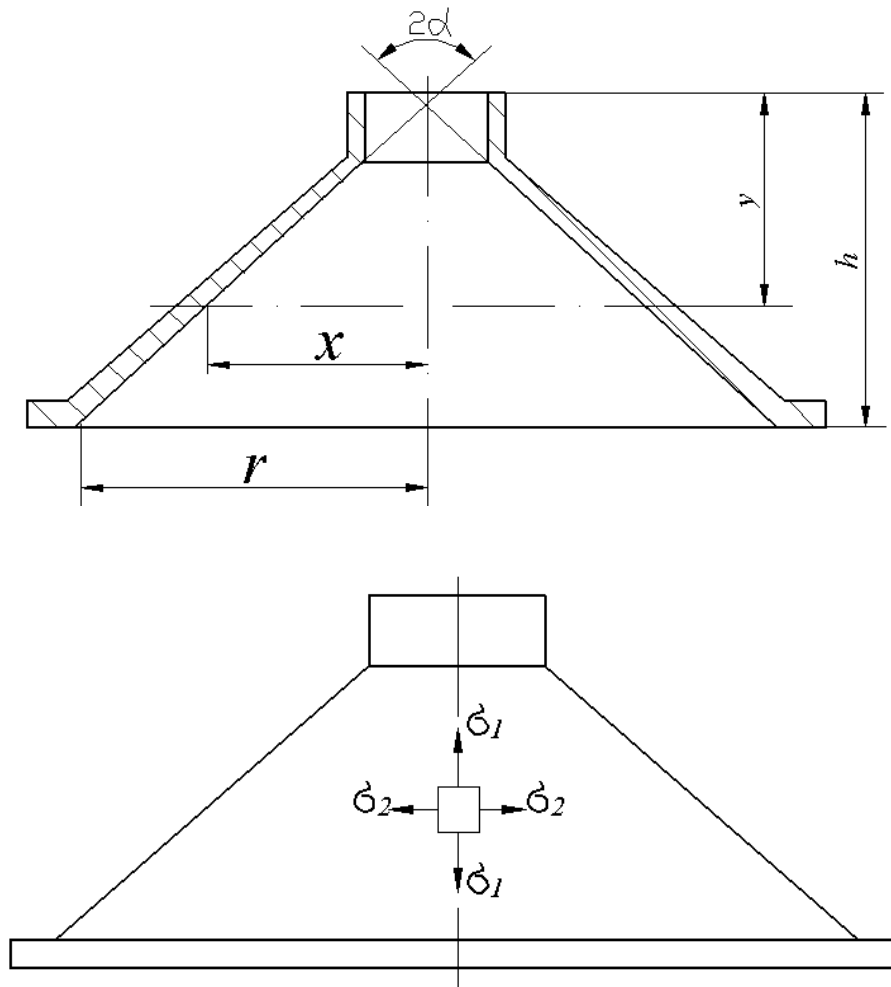


Рисунок 2.5. Розрахункова схема кришки барабана сепаратора ОСН-С

Позначимо:

σ_1 - розтягуюче напруження в меридіальному напрямі (при розрахунках зв'язку з дуже малими значеннями, які на кілька порядків менші від тангенціальних, ними нехтують) [Па];

σ_2 - розтягуюче напруження в тангенціальному напрямі.

Тиск рідини на кришку на радіусі x визначається за формулою

$$p_{pk} = \rho_{nm} \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot (x^2 - r_0^2)$$

Максимальний тиск буде при $x := r$ $x = 0.15$ (м)

$$p_{pk} := \rho_{nm} \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot (x^2 - r_0^2) \quad p_{pk} = 3.069 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Відцентрова сила N на одиницю площі f на радіусі x визначається за формулою:

$$p_c = \frac{N_c}{f} = \delta \cdot \rho_c \cdot \omega^2 \cdot x$$

де $\delta := 0.010$ (м) - товщина кришки сепаратора.

$\rho_c := 7850$ (кг/м³) - густина матеріалу кришки (сталі 18ХН9Т).

Тут також максимальні значення будуть при $x := r$ $x = 0.15$ (м)

$$p_c := \delta \cdot \rho_c \cdot \omega^2 \cdot x \quad p_c = 3.28 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Максимальне сумарне зусилля на одиницю площі:

$$p_2 := p_{pk} + p_c \cdot \cos(\alpha) \quad p_2 = 4.95 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Максимальне тангенціальне напруження:

$$\sigma_2 := \frac{p_2 \cdot x}{\delta \cdot \cos(\alpha)} \quad \sigma_2 = 1.295 \times 10^8 \quad (\text{Па})$$

Що є в межах допустимого для матеріалу кришки барабана (сталі 18ХН9Т)

Розрахунок з'єднувального кільця сепаратора

З'єднувальне кільце є накладною гайкою, яка нагвинчується на корпус барабана і своїм виступаючим всередину захватом притискує кришку барабана до його корпусу.

На захват кільця діють дві сили:

K - сила пружності гумової прокладки, яка виникає при складанні барабана

Q - сила тиску рідини, яка діє на кришку барабана в осьовому напрямку.

Силу K визначимо за формулою:

$$K = \frac{P \cdot B}{R_K \cdot \tan(\alpha_K + \phi_K)}$$

де $P := 400$ (Н) - розрахункове зусилля робітника [] (рисунок);

$B := 0.4$ (м) - довжина ключа;

$R_K := 0.170$ (м) - радіус ключа;

$\alpha_K := 0.01164$ (рад) - кут підйому гвинтової нарізки

$\phi_K := 0.09977$ (рад) - кут тертя;

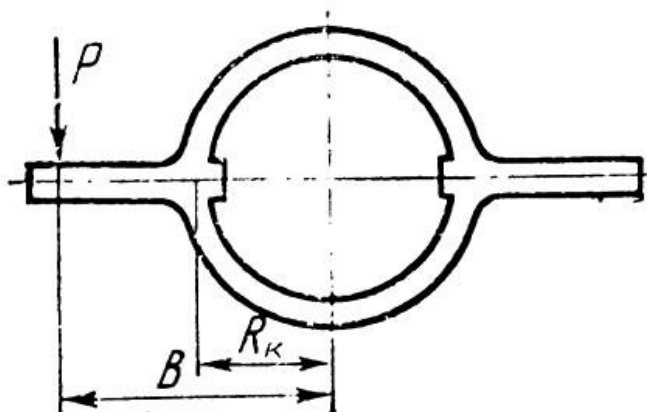


Рисунок 2.6. Розрахункова схема ключа барабана

$$K := \frac{P \cdot B}{R_K \cdot \tan(\alpha_K + \phi_K)} \quad K = 8412.88 \quad (\text{Н})$$

З попередніх розрахунків: $Q = 104919.82$ (Н)

$$K + Q = 113332.7 \quad (\text{Н})$$

Знайдемо мінімальну товщину кільця a в перерізі А-А (рисунок ____) з формулою:

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}}$$

де $e := 0.01$ (м) - ширина захвата;

$\sigma_{\text{в.доп}} := 110 \cdot 10^6$ (Па) - допустиме напруження на згин для сталі 18ХН9Т.

$\sigma_{\text{доп}} := 130 \cdot 10^6$ (Па) - допустиме напруження на розтяг для сталі 18ХН9Т.

$$a := \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}} \quad a = 0.00538 \quad (\text{м})$$

Приймаємо із запасом на динамічні навантаження $a := 0.02$ (м)

Перевіримо на зріз за формулою:

$$K := \frac{P \cdot B}{R_K \cdot \tan(\alpha_K + \phi_K)} \quad K = 8412.88 \quad (\text{Н})$$

З попередніх розрахунків: $Q = 104919.82 \quad (\text{Н})$

$$K + Q = 113332.7 \quad (\text{Н})$$

Знайдемо мінімальну товщину кільця a в перерізі А-А (рисунок _____) з формулою:

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}}$$

де $e := 0.01 \quad (\text{м})$ - ширина захвата;

$\sigma_{\text{в.доп}} := 110 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$ - допустиме напруження на згин для сталі 18ХН9Т.

$\sigma_{\text{доп}} := 130 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$ - допустиме напруження на розтяг для сталі 18ХН9Т.

$$a := \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}} \quad a = 0.00538 \quad (\text{м})$$

Приймаємо із запасом на динамічні навантаження $a := 0.02 \quad (\text{м})$

Перевіримо на зріз за формулою:

$$\sigma_{\text{зр}} := \frac{K + Q}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot a} \quad \sigma_{\text{зр}} = 5.305 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Що є значно менше від допустимого напруження на зріз для сталі 18ХН9Т.

Крок нарізки знайдемо за формулою:

$$t := 2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \tan(\alpha_K) \quad t = 0.01243 \quad (\text{м})$$

Прийmemo $t := 0.012$ (м)

Глибина нарізки:

$$h := \frac{t}{2} \quad h = 0.006 \quad (\text{м})$$

Радіус кільця визначаємо за формулою:

$$R_1 := \sqrt{\frac{K + Q}{\pi \cdot \sigma_{\text{доп}}} + (R_K + h)^2} \quad R_1 = 0.177 \quad (\text{м})$$

Із врахуванням запасу і виникаючих динамічних навантажень приймаємо:

$$R_1 := 0.190 \quad (\text{м})$$

Перевіримо напруження в кільці від відцентрової сили:

$$\sigma_{\text{tmax}} := \frac{\rho_c \cdot \omega^2}{4} \cdot \left[3.3 \cdot R_1^2 + 0.7 \cdot (R_K + h)^2 \right] \quad \sigma_{\text{tmax}} = 7.698 \times 10^7 \quad (\text{Па})$$

Що задовільняє умову міцності.

Кількість витків нарізки визначаємо за формулою:

$$z_H := \frac{(K + Q) \cdot 6}{\pi \cdot R_K \cdot t \cdot \sigma_{\text{в.доп}}} \quad z_H = 0.965$$

Прийmemo із запасом $z_H := 3$

Перевіримо витки на зминання за формулою:

$$\sigma_a := \frac{K + Q}{\pi \cdot \left[(R_K + h)^2 - R_K^2 \right] \cdot z_H} \quad \sigma_a = 5.792 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Отримане значення напруження задовільняє умову міцності.

$$K := \frac{P \cdot B}{R_K \cdot \tan(\alpha_K + \phi_K)} \quad K = 8412.88 \quad (\text{Н})$$

З попередніх розрахунків: $Q = 104919.82 \quad (\text{Н})$

$$K + Q = 113332.7 \quad (\text{Н})$$

Знайдемо мінімальну товщину кільця a в перерізі А-А (рисунок ____) з формулою:

$$a = \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}}$$

де $e := 0.01 \quad (\text{м})$ - ширина захвата;

$\sigma_{\text{в.доп}} := 110 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$ - допустиме напруження на згин для сталі 18ХН9Т.

$\sigma_{\text{доп}} := 130 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$ - допустиме напруження на розтяг для сталі 18ХН9Т.

$$a := \sqrt{\frac{3 \cdot (K + Q) \cdot e}{2 \cdot \pi \cdot R_K \cdot \sigma_{\text{в.доп}}}} \quad a = 0.00538 \quad (\text{м})$$

Приймаємо із запасом на динамічні навантаження $a := 0.02 \quad (\text{м})$

Перевіримо на зріз за формулою:

2.6. Розрахунок і підбір допоміжних елементів сепаратора ОСН-С

Визначимо необхідну потужність двигуна сепаратора ОСН-С

Потужність, надану рідині розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{M_{\text{зН}} \cdot \rho_M \cdot \omega^2}{3600 \cdot 2} \cdot (2 \cdot R_6^2 - R_M^2)$$

де $M_{\text{зН}}$ - вихід знежиреного молока, м³/год;

При виході вершків жирністю 30% $M_{\text{зН}}$ визначають за формулою []:

$$M_{\text{зН}} := M \cdot 0.88 \quad M_{\text{зН}} = 8.134 \quad (\text{м}^3/\text{год})$$

$\omega := \frac{\pi \cdot n \cdot 60}{30} \quad \omega := 523 \quad (\text{рад/с})$ - кутова частота обертання барабана

$$N := \frac{M_{\text{зН}} \cdot \rho_M \cdot \omega^2}{3600 \cdot 2} \cdot (2 \cdot R_6^2 - R_M^2) \quad N = 25625.32 \quad (\text{Вт})$$

Отримана потужність майже у два рази є більша від встановленої потужності двигуна, однак велика її частка затрачається всередині барабана на процес його обертання, при цьому споживана потужність зменшується.

Отже електродвигун типу 4А 160-S4 виконання М-301 потужністю 15000 Вт із частотою обертання 1500об/хв. для даного сепаратора підходить.. Електродвигун працює при напрузі у мережі 220; 380 В та частоті струму 50 Гц.

3. Технологічна частина

4.1. Розроблення схеми монтажу сепаратора

4.1.1. Вибір такелажного оснащення та схема монтажу сепаратора

На заводі-виробнику сепаратор запаковують в дерев'яний ящик, що оббитий зсередини гідроізоляційним матеріалом. Сепаратор доставляється на підприємство-замовник за допомогою вантажного автомобіля. Перед монтажем сепаратор ОСН-С має простояти не менше трьох діб в сухому приміщенні.

Станину сепаратора, до підготовленого під монтаж фундаменту, доставляють на основі ящика упаковки, після цього його забирають з під станини. Сепаратор піднімають на фундамент талю, що закріплена на козлах (рис. 3.1.) . Станину строплять, обв'язуючи канатом 3.

На фундаментні болти одівають гумові спеціальні амортизатори 2. На них встановлюють лапи станини сепаратора, потім на болти надівають інші гумові амортизатори, а на них – металічні ковпачки, що захищають верхні амортизатори від зминання при закручуванні гайок, та легко нагвинчують болти. При встановленні сепаратора на фундамент болти не повинні дотикатись стінок отворів в лапах станини.

Сепаратор встановлюють строго вертикально, вивіряючи по розміщенні базової поверхні. Положення сепаратора при цьому регулюють встановлюючи під нижні амортизатори металічні шайби та легко підтягують гайки фундаментних болтів. Гайки затягують не до кінця, хрест на хрест, рівномірно та плавно без ривків. Зусилля повинно бути таким, щоб висота нижніх гумових амортизаторів зменшилась не більше ніж на 20% від початкової. При встановленні шайб і затягуванні гайок положення

гайок положення станини постійно регулюють по рівню. Після затягуванні гайок і контргайок сепаратор повинен стояти на фундаменті “м'яко”, в протилежному випадку гумові амортизатори втратять свою еластичність.

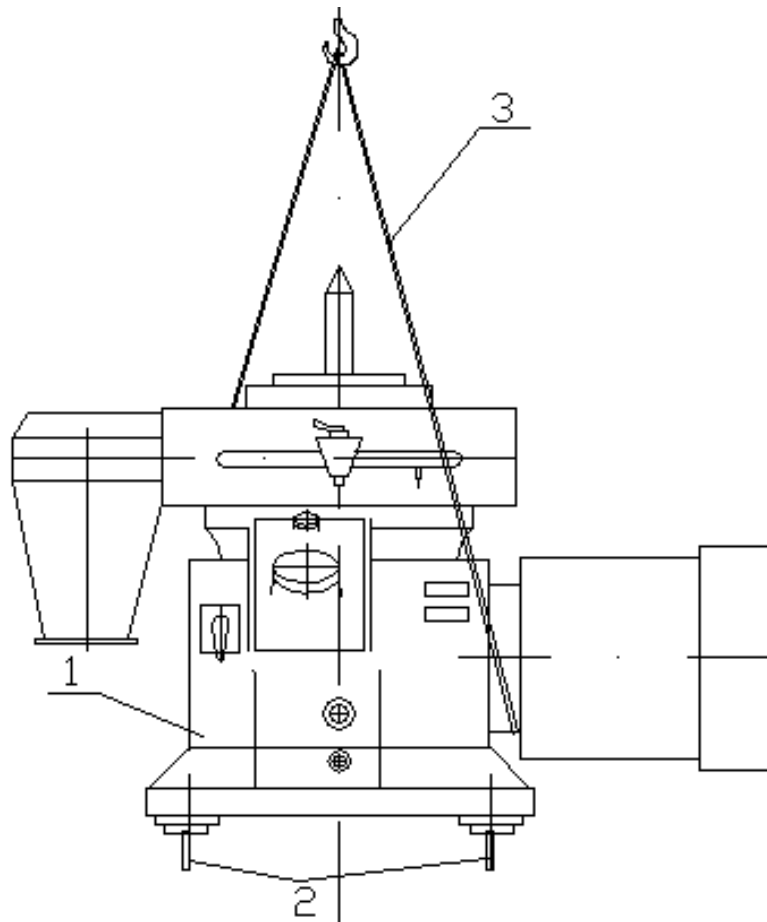


Рисунок 3.1. Схема строповки
2-гумові амортизатори; 3-трос

3.1.2 Розрахунок основних конструктивних параметрів такелажних пристосувань

Основні конструктивні параметри конструктивних засобів розраховують на основі ВСН 42-74.

При монтажі сепаратора використовуємо трос марки УСК-1. перевіримо цей трос на міцність:

$$\frac{P}{S} \geq K,$$

де P – розривне зусилля, $P=123,5$ кН;

S – найбільший натяг троса;

K – коеф. запасу міцності, $K=5$.

Значення найбільшого натягу S визначимо за формулою:

$$S = \frac{Q}{(n \cos \alpha)},$$

де Q – розрахункове навантаження, яке прикладене до рухомого блоку поліспасти $Q=15120\text{Н}$;

n – загальне число віток троса, $n = 4$.

α - кут між віссю дії розрахункового зусилля і віткою троса, $\alpha = 40^\circ$;

Таким чином:

$$S = \frac{15120}{4 \cdot \cos 40^\circ} = 4934,4,$$

підставимо значення у формулу (1):

$$\frac{123500}{4934,4} = 25 \geq K = 5.$$

Отже даний трос підходить.

3.1.2 Розробка і розрахунок фундаменту під сепаратор ОСН-С

Визначимо фактичний тиск підшви фундаменту на основу і порівняємо його з нормативним значенням

Коеф. зменшення α для сепаратора ОСН_С становить 0,5-0,6. Прийmemo для зручності $\alpha = 0,5$. Прийmemo висоту наземної частини фундаменту $H_1 = 100\text{мм.}$, глибину закладання $H_2 = 500\text{мм.}$, нормативний тиск на шар ґрунту II категорії $R_k = 200 \text{ кПа.}$, питома вага бетону $\gamma = 20 \text{ кН/м}^3$.

Прийmemo припуск $\Delta = 100 \text{ мм.} = 0,1 \text{ м}$ на кожену сторону, площа підшви фундаменту складає:

$$F = (0,55 + 2 \cdot 0,1)^2 = 0,56 \text{ м}^2.$$

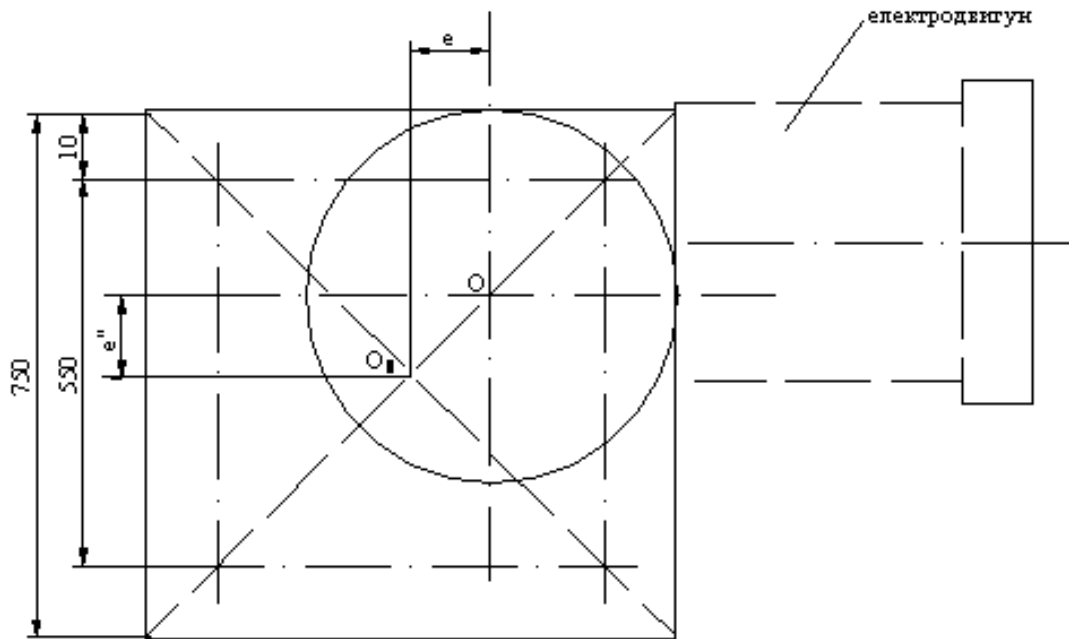


Рисунок 3.2. Площа підшви фундаменту під сепаратор ОСН-С:
 О – проекція центру маси сепаратора; О₁ – проекція центру маси підшви фундаменту; е –ексцентриситет вздовжпоздовжньої осі; е “ –ексцентриситет вздовж поперечної осі сепаратора.

Загальна висота фундаменту:

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

Об’єм фундаменту:

$$V = F \cdot H = 0,56 \cdot 0,6 = 0,34 \text{ м}^3.$$

Маса фундаменту:

$$G_\phi = V \cdot \gamma = 0,34 \cdot 20 = 6,8 \text{ кН.}$$

Фактичний тиск на ґрунт:

$$P = \frac{G_M + G_\phi}{\alpha \cdot F} = \frac{10 + 6,8}{0,5 \cdot 0,56} = 60 \text{ кПа} \leq R_K = 200 \text{ кПа.}$$

Отже фактичний тиск системи “машина + фундамент” не перевищує нормативного значення.

Тепер визначимо допустимі ексцентриситети центрів маси фундаменту та сепаратора, за умови, що ексцентриситет не має

перевищувати в 5% від розміру тієї сторони підошви фундаменту сепаратора в напрямку котрої зміщується центр його ваги.

За рахунок маси електродвигуна сепаратора ОСН-С його центр ваги О зміститься в плані вправо та вгору (ексцентриситети e та e'').

Визначимо допустимі значення ексцентриситетів з пропорції:

100 мм. – 5 мм.;

750 мм. – e мм.; $e=750 \cdot 5/100=37,5$ мм.;

750 мм. – e'' мм.; $e''=750 \cdot 5/100=37,5$ мм..

3.1.3. Вибір методів вивірки сепаратора на фундаменті. Вибір інструментів та приспособлень

При підготовці і проведенні монтажних робіт необхідно створювати достатні умови для досягання точності встановлення машини на місці експлуатації із якнайменшими трудовими та матеріальними затратами.

Встановлення обладнання в проектне положення на фундаментах включає такі операції: укладка опорних елементів; попереднє встановлення обладнання на опорні елементи із суміщенням отворів базової деталі із фундаментними болтами; вивірка обладнання в плані по висоті та горизонталі, підлив зазору між обладнанням і фундаментом; закріплення обладнання затяжкою фундаментних болтів з заданим зусиллям.

Необхідна точність положення обладнання по висоті і горизонтальності може бути досягнута методом безвивірочного монтажу, без використання регулювальних операцій, за рахунок встановлення опорних елементів в межах розрахункових допусків.

При налаштуванні обладнання в плані регулювання використовуються вантажопідіймальні крани, домкрати і монтажні пристрої. Регулювання здійснюється в межах зазорів між стінками, отворами основи сепаратора і стержнями фундаментних болтів, а також в межах зазору колодців під закріплювальні фундаментні болти під час підливки обладнання. У висотному і горизонтальному напрямках

обладнання регулюються з використанням опорних елементів різних конструкцій.

При встановленні сепаратора на фундамент використовуватимемо метод встановлення обладнання на регулювальних гвинтах. Опорні пластини 3 (рис 3.3.) встановлюємо на фундамент 4 у відповідності до розміщення регулювальних гвинтів 1 в основі 5 сепаратора.

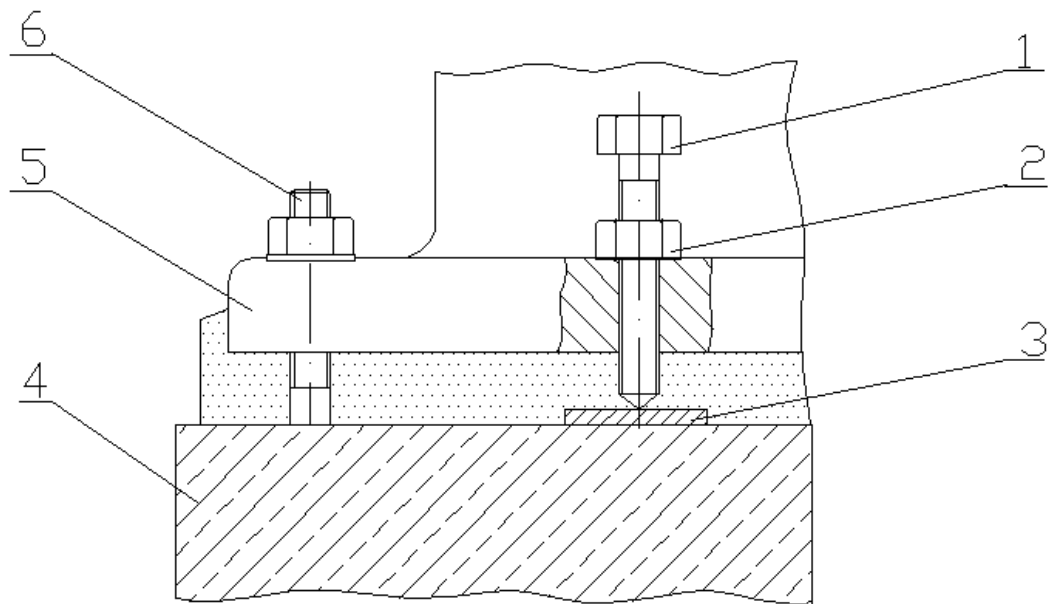


Рисунок 3.3. Вивірка ОСН-С на фундаменті

Місця розташування опорних пластин на фундаментах вирівнюються. Допускається, що відхилення площадок під опорними пластинами від горизонтальності не перевищує 10 мм. на метр.

Перед встановленням сепаратора на фундамент розміщують допоміжні опори. Положення обладнання по висоті і горизонтальності регулюють усіма гвинтами таким чином, щоб не допустити відхилення від горизонтальності більше ніж 10 мм. на метр. Після вивірки сепаратора положення регулювальних гвинтів фіксують стопорними гайками. Перед

залівкою бетонної суміші потрібно захищати різьбову частину регулювальних гвинтів від контакту з бетоном.

Перед кінцевим закріпленням обладнання регулювальні гвинти слід відкрутити на 2-3 оберти. Гвинти, які використовуються багаторазово, повністю викручуються, а отвори закупорюються пробками або заповнюються цементним розчином і покриваються малостійкою фарбою.

3.2. Розроблення технології виготовлення вала вертикального

3.2.1. Характерні причини виходу з ладу сепаратора. Розробка графіка планово-попереджувальних ремонтів сепаратора

Таблиця 3.1. Характерні причини виходу з ладу сепаратора ОСН-С

№ п/п	Причина виходу сепаратора з ладу	Приспосіблення, рем. матеріали.	Метод усунення причини
1.	Не правильно зібрана горлова опора чи пошкоджена пружина		Перевірити зборку, дефектну пружину замінити
2	Падіння напруги в мережі		Перевірити напругу в мережі
3	Не хв.атає тиску буферної води		Підняти тиск в мережі не менше 2,5 атм.
4	Неправильні покази манометрів гідросистеми		Замінити манометри
5	Оберти барабана перевищують величину вказану в паспорті		Перевірити відповідність технічної хар. електродвигуна і мережі

6	Напірні диски зачіпають за барабан		Провести регулювання дисків по висоті відповідно до інструкції
7	Електродвигун вібрує		Провести огляд і усунення дефектів або заміни-ти електродвигун

Складаємо графік ППР сепаратора

Для сепаратора останнім був малий перший ремонт М1 в жовтні поточного року. До кінця року сепаратор мав напрацювання із часу останнього ремонту 700 год., а з часу останнього ТО – 350 год...

При роботі в дві зміни тривалість ремонтного циклу сепаратора

$$T_{\text{ц}} = 12\text{міс} = 42\ 000\ \text{год...},$$

міжремонтного періоду:

$$\tau_{\text{р}} = 3\text{міс} = 1050\ \text{год.. і періоду між ТО } \tau_{\text{ТО}} = 1\text{міс} = 350\ \text{год...}$$

Типова структура ремонтного циклу сепаратора:

$$K-2\text{ТО}- M1 - 2\text{ТО} - C-2\text{ТО} - M2 - 2\text{ТО} - K$$

Кількість год..ин напрацювання після М1, до наступного по циклу – середнього С – ремонту в плановому році складе $1050 - 700 = 350$ год... Відрахуємо планове напрацювання, що становить 350 год..: в січні 350 год.., після чого в лютому ставимо середнійС ремонт. Далі відраховуємо 1050 год.. напрацювання, що рівне міжремонтному періоду: в березні і квітні – по 350 год.. та у лютому і травні по 175год.. та у травні ставимо другий малий М2 ремонт, а після нього – в серпні, тобто через 1050 год.. напрацювання – капітальний К ремонт.

Аналогічно в листопаді ставимо малий ремонтМ1. Напрацювання між ТО складатиме 350 год.., тому ТО плануємо в кожному місяці, в якому не передбачений ремонт, тобто в січні, березні, квітні, червні, липні, вересні, жовтні і грудні.

Трудомісткість капітального ремонту складає 36 людино-годин, середнього – 21 людино-годин і малого 7 люд-год... Трудомісткість ТО: $T = K = 1 \times 1 = 1$ людино-годин. Отримані дані записуємо в знаменнику під відповідними видами робіт в графіку ГОД.. Визначаємо загальну трудомісткість робіт на рік, для чого сумуємо дані усіх знаменників: трудомісткість всіх семи ТО, двох малих, середнього та капітального ремонтів: $7 \times 8 + 2 \times 7 + 21 + 36 = 78$ людино-годин. Та записуємо у графу 26.

Таблиця 3.2. – Трудомісткість (людино-год..ин) на одну умовну одиницю ремонту обладнання по видах ремонтних робіт

РЕМОНТНА РОБОТА	Ремонтні операції			
	верстатні	слюсарні	інші	разом
Огляд	-	0,72	0,28	1,0
Ремонт				
Поточний	1,4	5,0	0,6	7,0
Середній	4,2	15,2	1,6	21,0
Капітальний	7,0	25,4	2,6	35,0

Питома вага ремонтних операцій до трудомісткості	20	72	8	100
--	----	----	---	-----

Слюсарні $78 \times 0,72 = 56,2$ людино-годин; верстатні $78 \times 0,2 = 15,6$ людино-год.ин; інші $78 \times 0,08 = 6,24$ людино-годин., і заносимо в 27, 28, і 29 графи графіка ППР, після чого дані кожної графи сумуємо по вертикалі.

Таблиця 3.3. – Графік ППР сепаратора ОСН-С

Обладнання	Тип марка	Інвентарний №	Час вводу в експл	Останній рем. в мин році		Строк служби до кінця року з останнього		Тривалість			План та його виконання		
				рем. в	міс	рем	ТО	рем. циклу	періодів між				
									Т _ц	рем			ТО
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13		
Сепаратор	Саморозвантажувальний ОСН-С	1	1998	М _ц	10	700	350	42000	1050	350	срок служби міс/г	план. очікування	
												фактичні	
											План		
											Виконання		
Початкові дані								Нормативні дані					

Напряцювання, види ремонтів і ТО по місяцях і їх трудомісткість												Загальна трудомісткість робіт			
												всього	В тому числі		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			слюс.	верст.
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
то	с	то	то	Мд	то	то	к	то	то	Мд	то	78	56,2	15,6	6,2
1	21	1	1	7	1	1	36	1	1	7	1				
Розрахункові дані															

3.2.2 Розробка технологічної документації на проведення ремонту

До технологічної док. на проведення ремонту відноситься креслення ремонтного вузла, тех.. схема складання і тех.. карта складання. Креслення ремонтного вузла (вузла вала) та схема складання приведені в графічній частині. Технологічна схема складання в якій відображено порядок складання вузла вала вертикального приведена нижче.

Таблиця 3.3 Технологічна карта складання ремонтного вузла

№ п/п	Операції ітапереходи	Інструмент, пристосування, матеріал	Професія і розряд робочого	Технічні вимоги на складання	Норма часу, хв.	Примітки

1.	На корпус встановлюється прокладка 12		Слюсар II розряду			
2	В корпус встановлюється група вала	Молоток, гаряче мастило	-	Посадку проводити без перекосу		
3	Встановити корпус пружини	Молоток	-	-		
4	Встановити прокладку 7		-			
5	Загвинтити в корпус шпильку 35	Ключ	-			
6	Встановити кришку 5		-			
7	Загвинтити на шпильку 35 гайку 6	Ключ гаєчний	-	-		
8	Встановити на вал 25 гайку 3	ключ	-	-		

3.2.3 Дефектування та сортування деталей

В цьому розділі проводиться сортування деталей і складається відомість дефектів

ВІДОМІСЬ ДЕФЕКТІВ

№	Деталі які мають дефект	Дефект	Способи усунення	Необхідна кількість запасних деталей і матеріалів		Трудомісткість Люд/год..	Оцінка стану обл. при здачі в ремонт
				Найменування	Кількість		
1.	Вал вертикальний	Зношення ділянок валу під підшипниками	Перешліфовка шийки вала				
2.	Різь М30х1,5	Деформація різі	Виготовлення нової різі М27х1,5				

3.2.4 Розробка технологічного процесу виготовлення вала

Вертикальний вал сепаратора призначений для передачі крутного моменту від електродвигуна до барабана, з допомогою горизонтального вала, зубчастого колеса, та чер'яка.

Деталь являє собою довгий стержень ступінчастої форми із сходом діаметральних розмірів в обидва боки.

На один кінець вала надівається по конусній поверхні чер'як, встановлюється втулка, радіальний сферичний підшипник 1309, опорна шайба і пакет затискається двома шліцевими гайками М30х1,5.

На другий кінець вала надіваються 2 радіальних широко-підшипники 314. По діаметрі 60h14 здійснюється ущільнення змащенням. На різьбу М30х1,5 встановлюється наконечник.

Деталь виготовляється із сталі 45, у зв'язку із вимогами до міцності при передачі крутного моменту приводом.

Більша частина розмірів виконується за 14 класом точності.

Цапфа $d = 45\text{к6}$ – по 6-му класу точності, опорна поверхня $d = 70\text{к6}$ – по 6-му класу точності, дві ділянки вала з різьом $M 30 \times 1,5$ 6g – по 6-му класу точності.

Ділянка валу з $d = 45\text{к6}$ має шорсткість $Ra 0,8$ мкм, ділянка вала $d = 70\text{к6}$ - $Ra 0,8$ мкм, конусні поверхні мають $Ra 63$ мкм; різь $M 30 \times 1,5$ - $Ra 1,25$ мкм; $d = 78$ - $Ra 125$ решта поверхонь виконується з шорсткістю $Ra 12,5$ мкм.

Деталь на ділянках вала $d = 45\text{к6}$ ті $d = 70$ к6 має гартування ТВЧ h20 з HRC 48-52.

Деталь виготовлена зі сталі 45 (вуглецевої конструкційної якісної сталі I-групи із нормальним вмістом марганцю)

Таблиця 3.3 Хімічний склад у%

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni
			Не більше				
0,42-0,50	0,17-0,37	0,5-0,8	0,25	0,04	0,35	<0,25	<0,25

Таблиця 2.4 - Механічні властивості

$\delta_T, \text{н/мм}^2$	$\delta_4, \text{н/мм}^2$	$\delta_5, \%$	$\psi, \%$	a_k	НВ	
					гарячекатана	відпалена
350	600	16	40	55	<240	<197

Технологічні властивості:

Важко-зварювальна сталь

Температура кування: початку – 1250 °C ; кінця – 700 °C.

Способи зварювання: РДС тп КТС

Сталь має добрі штампувальні та ливарні властивості

Необхідні підігрів та наступна термообробка

Аналіз показує що матеріал для деталі підібраний вірно

Аналіз технологічності деталі

Технічними вимогами креслення не обумовлена можливість заміни матеріалу.

Деталь має ділянки $d = 45$ кб та $d = 70$ кб для установки шарико-підшипників, конусоподібну ділянку для установки черв'яка, конічний перехід до $d = 40$, дві різьбові ділянки М30 х 1,5 для кріплення наконечника та забезпечення осевого не зміщення черв'яка гайками.

Конфігурація зовнішнього контура не викликає особливих ускладнень при проведенні механічної обробки (крім конічних ділянок).

З точки зору механічної обробки деталь має наступні недоліки технологічності:

а) діаметральні розміри та форма контурів зменшується в обидва боки;

б) певні труднощі виконання конусоподібних ділянок.

Для забезпечення точності деталь по діаметрах вводимо виготовлення на торцях 2-х центрувальних отворів В 6, Жорсткість деталі достатня для отримання точності та шорсткості поверхонь ($L:D=835:80=10,4=10$ [мет.вказ.], ст.10.)

Розміри та контури дозволяють виготовляти вал на універсальних верстатах.

Вал має достатні ділянки для базування при механічній обробці. Допустиме виконання високопродуктивних режимів різання та прогресивного інструменту.

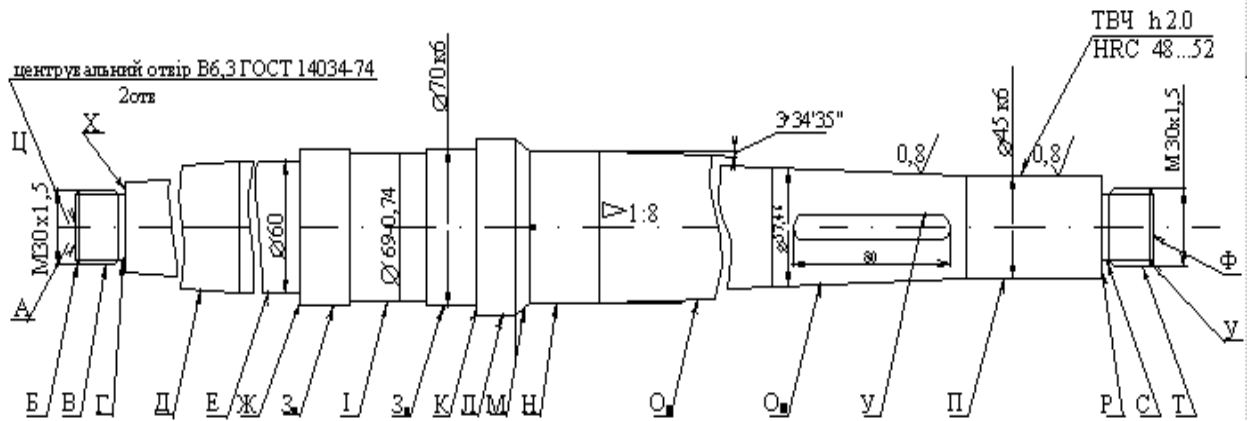


Рисунок 3.1 Схема поверхонь вала

Б, В₁, Г, Х, Д, Е, Ж, З₁, І, З₂, К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т₁, У, В, Т

З огляду конструкції деталі помітно, що основними робочими поверхнями є наступні поверхні:

П – посадочна поверхня шарико-підшипника

З₁ та З₂ – посадочні поверхні під шарико-підшипники

В, Т – різьба, кріпильні поверхні

О₁ (віддаль 100мм.) – посадка черв'яка

Ц – 2 центрувальні отвори В 6,3 для базування в процесі механічної обробки при виготовленні та ремонті.

У – поверхня шпоночного паза-12D11.

Решта поверхонь – А, Б, Г, Х, Д, Е, Ж, І, К, Л, М, Н, О₂, Р, С, У, Ф – перехідні поверхні, що утворюють з рештою зовнішній контур деталі.

Таблиця 2.5 - Аналіз поверхонь

Позн. пов-ні	К-ть пов	Назва поверхні (характеристика)	Квалітет точності	Параметр шорс-ті	Клас шорс	Заходи реалізації технічних вимог	з
А, Ф	2	Торець (р-р 835 _{-2,0}) - плоскі кругові поверхні	12,5	h14	4	Точіння або фрезерування	
Б, У	2	Фаска 2x45° - конічна пов-ня	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
В, Т	2	Різь М 30x1,5-зовнішня різьбова поверхня	12,5	6g	7	1) точіння; 2)різенарізання; різцем чи плаш. 3) різенакатуван	
Г, С	2	Канавка під вихід різенарізного інструмента	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
Х	1	Уступ-плоска кругова поерхня	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
Д	1	Конічна поверхня <7°21	6,3	± IT14/2	5	Точіння	
Е	1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø60	12,5	h14	4	Точіння	
Ж	1	Уступ-плоска кругова поверхня	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
З ₁ -З ₂	2	Зовнішня циліндрична поверхня- d =70к6	0,8	k6	7	1) точіння (чорн чистове) 2) шліфування кругове	
І	1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø6g	12,5	h14	4	Точіння	
К	1	Уступ-плоска кругова поверхня	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
Л	1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø78	25	h14	3	Точіння	
М	1	Фаска 7x45°-конусна поверхня (зовнішня)	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
Н	1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø66	12,5	h14	4	Точіння	
О ₁ , О ₂	1	Конічна поверхня (<3°34'35")	0,8	± IT14/2	7	1)точіння 2)шліфування кругове	
П	1	Зовнішня циліндрична поверхня Ø45к6	0,8	k6	7	1)точіння (чорн чистове) 2)шліфування кругове	
Р	1	Уступ - плоска кругова поверхня	12,5	± IT14/2	4	Точіння	
Ц	2	Два центральних отвори В 6,3 (технологічна базова поверхня)	3,2	H7	6	Свердління	
У	1	Шпон очний паз 12D11	3,2	D11	6	Фрезерування	

Кількісні показники технологічності

Коеф. точності мехобробки

$$K_{mч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{12} = 0,91$$

де T_{cp} - середній квалітет точності

$$T_{cp} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{6 \cdot 5 + 7 \cdot 2 + 14 \cdot 17}{24} = 11,75 \approx 12$$

При $K_{mч} = 0,91 > 0,8$ деталь середньої точності та відповідно технологічна

Коеф. шорсткості:

$$K_{ш} = \frac{1}{B_{cp}} = \frac{1}{5} = 0,25$$

де B_{cp} - середній клас точності.

$$B_{cp} = \frac{\sum B \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{3 \cdot 1 + 4 \cdot 14 + 5 \cdot 2 + 6 \cdot 2 + 7 \cdot 5}{24} = 4,83 \approx 5;$$

При $K_{ш} = 0,25 > 0,16$ деталь не важко оброблювана і відноситься до технологічних.

Вибір та обґрунтування способу одержання заготовки

1) Оптимальною заготовкою може бути прокат гарячекатаної круглої сталі 45 діаметром 80 мм. звичайної точності прокатки ($d = 80^{+0,5}_{-1,3}$ мм.).

$$\text{Круг} \frac{B 80 \text{ ГОСТ} 2590 - 71}{45 \text{ ГОСТ} 1050 - 74}$$

Маса деталі :

$$m_g = 16,8 \text{ кг}$$

Маса заготовки:

$$m_{загл} = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot l \cdot \gamma = \frac{3,14 \cdot 8^2}{4} \cdot 83,8 \cdot 7,85 = 33,1 \text{ кг}$$

Коеф. вик. матеріалу

$$K_{в.м} = \frac{m_g}{m_{загл}} = \frac{16,8}{33,1} = 0,507$$

$K_{в.м} = 0,507 > 0,45 \dots 0,5$ становить більше нормативного коеф.а для заготовок з прокату.

2) II варіантом отримання заготовки може бути поковка-штамповка, але зважаючи на велику довжину деталі заготовки і співвідношення $L : D = 10$ цей спосіб буде трудомістким та економічно безпідставним для одиничного виробництва.

Метод і маршрут обробки обираємо із врахуванням характеру і точності вихідної заготовки, точності та якості деталі, типу виробництва, використовуваного обладнання тощо.

В основі вибору технологічних баз покладено наступні принципи:

а) при обробці у заготовок усіх поверхонь, в якості технологічної бази на 1 основній операції слід використовувати поверхню із найменшими припусками;

б) для зменшення похибки базування слід дотримуватися основних правил базування та правила “6 точок” і “постійності баз”

в) у якості технологічної бази на першій операції використовують поверхні, що узагалі не обробляються, або обробляються в останню чергу;

Вводимо два центральних отвори на котрих і будемо виконувати процес базування при виготовленні деталі:

Таблиця 2.6

№ опер	Назва Операції	Поверхня		Назва і модель верстага
		Обробка	Базування	
005	Фрезерно-центрувальна	А, Ф	Л (сортовий прокат)	Фрезерно-центрувальний
010	Токарно-Гвинторізна	Б, В ₁ , Г, Х, Д, Е, Ж, З ₁ , І, З ₂ , К, Л, М, Н, О, П, Р, С, Т ₁ , У, В, Т.	Ц (центр. отв.)	Токарно-гвинторізний 16К20

015	Шпоночно-фрезерна	У	П,З,Ц	Шпоночно-фрезерний 692Р
020	Круглошліфувальна	З ₁ , З ₂ П, О.	Ц	Круглошліфувальний 3561

Розрахунок припусків та міжопераційних розмірів

Визначимо міжопераційні розміри, припуски та допуски при обробці ділянки валу $d=70\text{кб} \begin{pmatrix} +0,021 \\ +0,002 \end{pmatrix} \text{мм.}$

Заготовка: сортивний прокат $d=80\text{кб} \begin{pmatrix} +0,5 \\ -1,3 \end{pmatrix} \text{мм.}$

Технологічний маршрут обробки складатиметься із чорнового точіння та шліфування.

Обробка виконується в центрах, за таких умов похибка встановлення заготовки в радіальному напрямку рівна нулю ($\xi = 0$).

Мінімальний припуск при обробці зовнішніх поверхонь визначається по формулі:

$$2Z_{\min} = 2[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma i-1}^2 + \xi_i^2}],$$

де h_{i-1} - глибина дефективного шару на попередньому переході;

$2R_{z_{i-1}}$ - висота мікронерівностей профілю на попередньому переході;

ξ_i - похибка установки заготовки на переході, що виконується.

$\Delta_{\Sigma i-1}$ - сумарні відхилення розташування поверхонь на попередньому переході.

а) для заготовки.: сортовий прокат $d=80$ (після фрезерноцентрувальної операції).

$$R_z = 160 \text{ мкм} \quad h = 250 \text{ мкм}$$

Похибка зацентровки заготовки

$$\Delta_{\psi} = \sqrt{\left(\frac{\delta_{\text{заг}}}{2}\right)^2 + \delta_{\psi}^2} = \sqrt{\left(\frac{1800}{2}\right)^2 + 200^2} = 920 \text{ мкм},$$

де $\left(\frac{\delta_{\text{заг}}}{2}\right)$ - похибка зацентровки при встановленні в призмах із

одностороннім затиском на фрезерноцентрувальному верстаті;

$$\delta_{\text{заг}} - \text{допуск, } \delta_{\text{заг}} = 0,5 + 1,3 = 1,8 \text{ мм} = 1800 \text{ мкм};$$

$$\delta_{\psi} - \text{похибка центр. (свердлильної) головки, } \delta_{\psi} = 200 \text{ мкм}.$$

а) для чорногоготочіння

$$R_{Z_1} = 100 \text{ мкм (Ra25); } h_1 = 50 \text{ мкм(приймаємо.)}$$

величина просторовоговідхилення:

$$\Delta_1 = 0,04 \cdot \Delta_{\psi} = 0,04 \cdot 920 = 35 \text{ мкм}; \quad \xi_1 = 0$$

б) для чистовогоготочіння

$$R_{Z_2} = 40 \text{ мкм (Ra12,5); } h_1 = 40 \text{ мкм(приймаємо.)}$$

$$\Delta_2 = 0,04 \cdot \Delta_1 = 0,04 \cdot 35 = 1,2 \text{ мкм}, \quad \xi_2 = 0 ..$$

в) шліфування

$$R_{Z_2} = 6 \text{ мкм (Ra0,8), } h_1 = 20 \text{ мкм(приймаємо.),}$$

$$\Delta_3 = 5 \text{ мкм}, \quad \xi_3 = 0 \text{ мкм}.$$

Мін. припуск::

а) для чорного-обточування:

$$2Z_{\min_1} = 2[160 + 250 + \sqrt{920^2 + 0}] = 2 \cdot 1330 \text{ мкм} = 2,66 \text{ мм};$$

б) для чистового-обточування:

$$2Z_{\min_2} = 2[100 + 50 + \sqrt{35^2 + 0}] = 2 \cdot 185 \text{ мкм} = 0,37 \text{ мм};$$

в) шліфування:

$$2Z_{\min_3} = 2[40 + 40 + \sqrt{5^2 + 0}] = 2 \cdot 85 \text{ мкм} = 0,17 \text{ мм}.$$

Розрахунковий розмір d_p :

$$d_{p_2} = d_{\min_3} + 2Z_{\min_3} = 70,002 + 0,17 = 70,172 \text{ мм};$$

$$d_{p_1} = d_{p_2} + 2Z_{\min_2} = 70,172 + 0,37 = 70,542 \text{ мм};$$

$$d_{p_{заг}} = d_{p_2} + 2Z_{\min_1} = 70,542 + 2,66 = 73,202 \text{ мм.}$$

Макс. граничні розміри:

$$d_{\max_3} = d_{\min_3} + \delta_3 = 70,002 + 0,019 = 70,021 \text{ мм};$$

$$d_{\max_2} = d_{p_2} + \delta_2 = 70,172 + 0,3 = 70,472 \text{ мм};$$

$$d_{заг}^{\max} = d_{p_{заг}} + \delta_{заг} = 73,202 + 1,8 = 75,002 \text{ мм.}$$

Гран.значення прип. Z^{np} :

$$2Z_{\max_3}^{np} = d_{\max_2} - d_{\max_3} = 70,472 - 70,021 = 0,451 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max_2}^{np} = d_{\max_1} - d_{\max_2} = 71,342 - 70,472 = 0,870 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max_1}^{np} = d_{\max_{заг}} - d_{\max_1} = 75,002 - 71,342 = 3,66 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min_3}^{np} = d_{p_2} - d_{\min_3} = 70,172 - 70,002 = 0,17 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min_2}^{np} = d_{p_1} - d_{p_2} = 70,542 - 70,172 = 0,37 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min_1}^{np} = d_{p_{заг}} - d_{p_1} = 73,202 - 70,542 = 2,66 \text{ мм.}$$

Перевірка

$$2Z_{\max_3} - 2Z_{\min_3} = 0,451 - 0,17 = 0,281,$$

$$\delta_2 - \delta_3 = 0,3 - 0,019 = 0,281, \quad 0,281 = 0,281$$

$$2Z_{\max_2} - 2Z_{\min_2} = 0,870 - 0,37 = 0,5;$$

$$\delta_1 - \delta_2 = 0,8 - 0,3 = 0,5, \quad 0,5 = 0,5;$$

$$2Z_{\max_1} - 2Z_{\min_1} = 3,66 - 2,66 = 1,0,$$

$$\delta_{p_{заг}} - \delta_1 = 1,8 - 0,8 = 1,0, \quad 1,0 = 1,0.$$

Отже припуски призначені вірно

Технологічні переходи вала об-ки $d=70k6 \begin{matrix} (+0,021 \\ +0,002) \end{matrix}$	Елементи припуску, МКМ.				Розрахун. припуски $2Z_{\min, \text{МКМ}}$	Розр. діам. $d_p, \text{мм}$	До-пуск $\delta, \text{мм}$	Граничні Розміри		Граничні з-ня припусків, мм	
	R_z	h	Δ	ξ				d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
Заготовка	160	250	920	-	-	73,202	1,8	73,202	75,002	-	-
Точіння чорнове	100	50	35	0	2 130	70,542	0,8	70,542	71,342	2 1330	2 1830
Точіння чистове	40	40	5	0	2 180	70,172	0,30	70,172	70,472	2 185	2 435
Шліфування	6	20	5	0	2 85	70,002	0,019	70,002	70,021	2 85	2 225

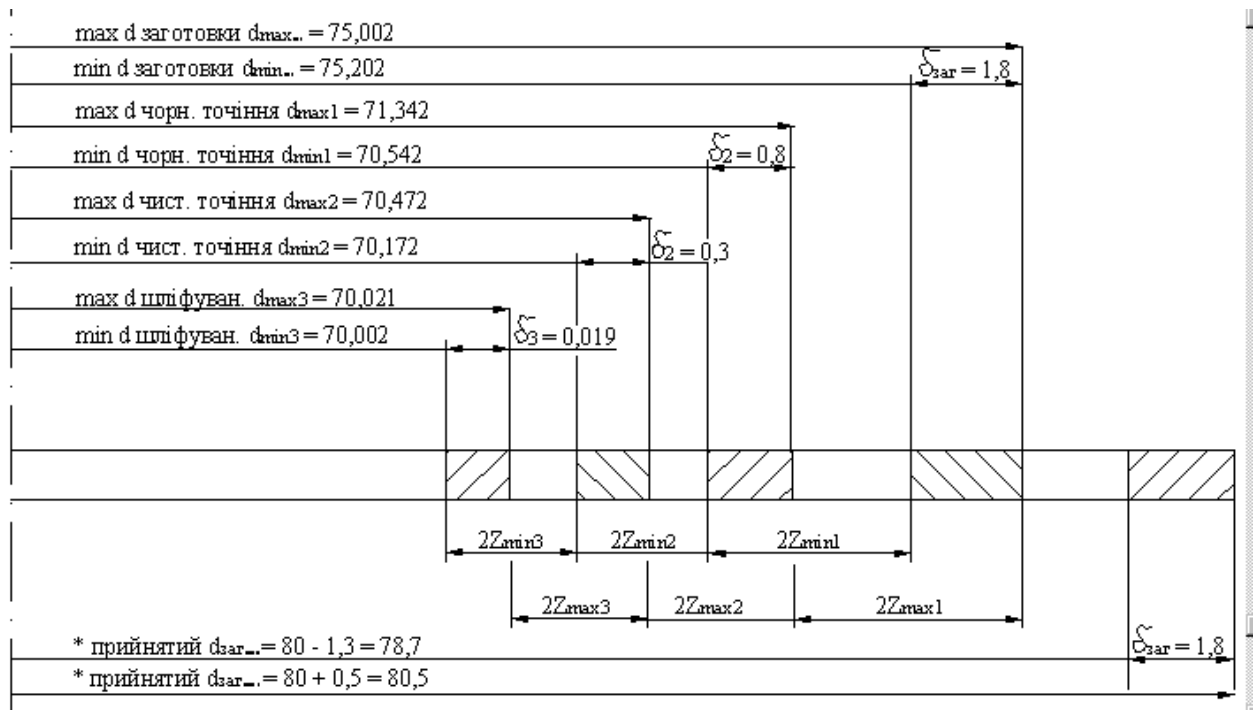


Рисунок 3.2. Граф. схема міжопераційних припусків для обробки $d = 70k6 \begin{matrix} (+0,021 \\ +0,002) \end{matrix}$.

* прийнятий діам. заготовки $d = 80 \begin{matrix} +0,5 \\ -1,3 \end{matrix}$ у зв'язку із виконанням уступу $d = 78h14 \begin{matrix} (-0,74) \end{matrix}$.

Розробка тех. маршруту механічної обробки деталі

Карта відновлення (виготовлення)

Деталь, збірна, одиниця _____

Машина, апарат, _____

Матеріал деталі, _____

Розробив, _____

Затвердив, _____

Підприємство, _____

Дата розробки ” _____ ” _____ 2024р.

дефект	Способи виявлення	Розміри дет.		Ремонтні р-ри	Спосіб відновлення	Коротка технологія відновлення	Обладнання	Прийомні	Оброб. інструм.	Методи контр.	Режими обробки	Норми часу, хв
		Констр.	Доп. без рем.									
1. Деф. різи М30	Зовн. огляд замір	М30x1,5-6g		М27x1,5	Виготовлення різи М27x1,5	1.Проточити ділянку деформованої різи 2.Нарізати рязь М27x1,5-6g	Ток.гвин. 16К-20		Різнарізний різаль			
2.Знош. ділянки вала під підшипниками	Зовн. огляд замір	45x6 70x6	45js6 70js6	45 70	Перешліфовка шийки вала	1.Перешліфувати ділянку вала в розмір d=45js6 (d=70js6) * В разі неможливого виготовити новий вал.	Круглошліфувальний					

Тех.процес механічної обробки деталі“вал”.

№ операції	Назва операції, облад.	№ п.р.	Зміст переходу	Режими обробки							Тип хв
				Довжина обробки L, мм	Глибина різання t, мм	Число проходів і	швидкість S, мм/об	подача f, мм/об	швидкість оберт. V, м/хв	Швидкість різання V _р , м/хв	
1	2	2а	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	Фрез.-центрув.	1.	Фрезерувати торці деталей в розмір 835,2 ₀	80	1,5	1	0,8	800	1000	314	1,52
		2.	Свердлити 2 отвори центрувальних В6,3	15,4	9	1	0,2	200	1000	26,5	
010	Точарно-твинто-різна.	1	Точити d=78,0 _{±0,2} на довжину 485 мм	485	1	1	0,35		500	126	
		2	Точити d=66,0 _{±0,5} на довжину 453 мм	453	2,0	3	0,35	175	500	123	
		3	Точити d=45,5 _{±0,2} на довжину 95 мм	95	2,5	4	0,35		500	104	
		4	Точити d=30,0 _{±0,24} на довжину 25 мм	25	2,5	3	0,35		800	113	
		5	Точити канавку d = 26; b = 3,0 мм	10	3	1	0,35	280	800	76	
		6	Точити фаску 2,0x45° на кінці деталі	2	2	1	0,35		800	76	
		7	Нарізати різь М30x1,5-6g на довжині 25мм.	25	1,5	6	1,5	450	300	28	
		8	*Точити конусну поверхню під 3°34'35"	330	2,5	3	0,35	175	500	123	
		9	Перестановити деталь								
		10	Точити d = 70,5 _{±0,2} на довжину 355 мм	355	2,5	2			500	126	
		11	Точити d = 69,5 _{±0,2} на довжину 40 мм.	40	1	1		175	500	100	
		12	Точити d = 60,5 _{±0,2} на довжину 265 мм.	265	2,5	2	0,35		500	94	
		13	Точити d = 30,0 _{±0,24} на довжину 20 мм.	20	2,5	6			800	135	
		14	Точити канавку d = 26; b = 3,0 мм	10	3	1		280	800	76	57,6
		15	Точити фаску 2,0x45° на торці деталі	2	2	1			800	76	
		16	Нарізати різь М30x1,5-6g на довжині 20мм	20	1,5	6	1,5	450	300	28	
		17	Точити конусну поверхню під 7°21'	155	2,5	3	0,35	175	500	94	
							0,35				

Прим.: при точінні конусної поверхні під $\alpha < 3^{\circ}34'35''$ та $\alpha < 7^{\circ}21'$ застосовуватимемо налаштування комбінуванням повздожньої і поперечної автоподачі, причому кут повороту верхньої частини супорта буде:

$$\sin \beta = \operatorname{tg} \alpha \cdot \frac{S_{\text{прод}}}{S_{\text{поп}} + 1}, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{D - d}{2L}$$

$$*а) \text{ для } \alpha < 3^{\circ}34'35'' \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{66 - 45}{2 \cdot 330} = 0,03181;$$

$$\sin \beta = 0,03181 \cdot \frac{0,35}{0,05 + 1} = 0,010606; \quad \beta = 0^{\circ}36'.$$

$$*б) \text{ для } \alpha < 7^{\circ}21' \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{60 - 40}{2 \cdot 155} = 0,06451;$$

$$\sin \beta = 0,06451 \cdot \frac{0,35}{0,05 + 1} = 0,021505; \quad \beta = 1^{\circ}14'.$$

Розрахунок режимів різання за відповідними операціями

Аналітичний розрахунок режимів різання проведемо для операції 010 "Токарно-гвинторізна".

Перехід 2. Точити $d = 66$ мм. на довжину 453 мм..

Швидкість проц. різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{x_v} \cdot S^{y_v}} \cdot K_v = \frac{273 \cdot 1}{240^{0,2} \cdot 2,0^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} = 101,5 \text{ м/хв},$$

де C_v -коэф., що характеризує оброблюваний матеріал і умови його обробки, $C_v = 273$;

T -стійкість різця, $T = 240$ хв (приймаємо);

$$t \text{ -глибина різання, } t = \frac{D - d}{2 \cdot i} = \frac{78 - 66}{2 \cdot 3} = 2,0 \text{ мм};$$

i -кількість проходів; $i = 3$ (приймаємо);

S -подача інструменту, при $R_a 12,5$ $S = 0,35$ мм/об ;

m, x_v, y_v -показники степенем.

$$K_V = K_{Mv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{Uv} \cdot K_{C.nv} \cdot K_{Ov} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,0$$

$K_M = 1$ (ст45); $K_{\varphi v} = 1,0$ ($\varphi = 45$); $K_{Uv} = 1$ (Т15К6); $K_{Cnv} =$ (прокат); $K_{Ov} = 1$ (без проц. охолодження).

К-ть обертів шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 101,5}{3,14 \cdot 78} = 414,4 \text{ об/хв},$$

прийм. $n = 500 \text{ об/хв}$ (за паспортом).

отже:

$$V_{\text{факт}} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 78 \cdot 500}{1000} = 123 \text{ м/хв}.$$

Сила проц. різання:

$$P_z = C_{Pz} \cdot t^{X_{Pz}} \cdot S^{Y_{Pz}} \cdot V^n \cdot K_{Pz} = 3000 \cdot 2^1 \cdot 0,35^{0,75} \cdot 123^{-0,15} \cdot 1 = 2730 \text{ Н}$$

Потужність проц. різання

$$N_{\text{риз}} = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{2730 \cdot 123}{1020 \cdot 60} = 5,48 \text{ кВт}$$

Решту результатів розрахунків заносимо у таблицю

Вибір ріжучого та вимірювального інструменту

№ операції	Назва операції	№ переходу	інструмент	
			різальний	вимірний
1	2	3	4	5
050	Фрезерно-центрувальна	1.	Фреза 2214-0001 Т15К10 ГОСТ24359-80, фреза торцева насадна з вставними ножами, оснащена пласт. тв. Спл Т15К10, d = 100мм, φ = 60°, права фреза 2214-0002 ГОСТ 24359-80 (ліворіжуча)	Лінійка 1000 ГОСТ427-75 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1

	2.	Свердло 2317-0122 ГОСТ14952-75, свердла для центровочних отв. 60° з запобіжним конусом 120°, діаметром 6,3мм., L = 83мм.	
Токарно-гвинторізна	1,2,10, 11,15 3,4,6, 12,13. 5,14. 7,6 8,17	Різець 2100-0031 Т15К10 ГОСТ18878-73, різець прохідний прямий з пласт. тв. сплаву, $\phi = 45^\circ$ ($h \times b = 25 \times 20$; L = 140), правий. Різець 2103-0071 Т15К10 ГОСТ18879-73, різець токарний прохідний упорний вигнутий з пласт. тв. сплаву, правий ($h \times b = 20 \times 16$; L = 120). Різець 2103-0307 Т15К10 ГОСТ18884-73 (спец. Заточка), різець токарний відрізний з пласт. тв. сплаву $\phi = 90$, спецзаточка ($h \times b = 20 \times 12$ L=140) різець 2650-0003 2 Т15К6 ГОСТ18885-73, різець токарний різцевий з пласт. тв. сплаву для зовн. метричної різі з кроком S = 2мм ($h \times b = 20 \times 12$ L=120) Різець 2103-0075 Т15К10 ГОСТ188879-73, лівий	Лінійка 1000 ГОСТ427-75 Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ШЦ-III-0-500-0,1; Кутомір з ноніусом 2УМ ГОСТ5378-66
Шпоночно-фрезерна	1.	Фреза шпонокова 2234-0135 ГОСТ6396-78, фреза діаметром 12, оснащена, оснащена тв. спл. пластинками (L = 73; l = 16) з циліндричним хвостовиком	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ166-89 Шаблон контролю 12D10
Кругло-шліфувальна	1,2,3.	Круг ПП 600х20х127 24А 40ст1 6К 35м/с кл.А1 ГОСТ2424-75 Круг шліфувальний, плоский прямого профілю $D \times H \times d = 600 \times 20 \times 127$, електрокорунда білого марки 24А, зернистістю 40, твердістю СТ2, структурою б, на керамічній зв'язці, максимальною швидкістю $V_{\text{сп}} = 35 \text{ м/с}$, клас точності А1.	Мікрометр МК-1-50 Кутомір з ноніусом 2УМ ГОСТ5378-66 Шаблони шорсткості.

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

4.1. Аналіз умов праці у харчовій галузі за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища

Умови праці це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в трудовому процесі. Ці фактори поділяють на шкідливі і небезпечні. Вплив шкідливих факторів на працюючих в певних умовах приводить до травми або іншого різкого погіршення здоров'я, а небезпечних до захворювання або зниження працездатності.

Фактори відрізняються не тільки кінцевими, несприятливими для людини результатами, що залежать від рівня виробничого фактора, але і тривалістю дії. Для небезпечного фактора характерне миттєва, а для шкідливого – довготривала дія, але в ряді випадків шкідливі наслідки, викликані короткотривалою дією шкідливого фактора розглядаються на рівні з травмами, розслідуються і облікуються як небезпечні випадки на виробництві. До них відносяться: гострі отруєння, теплові удари, обмороження а також ураження блискавкою на виробництві.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад, одноманітна праця, через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги.

Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчиться травмою. За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад: через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги. Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчитись травмою. За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Фізичні фактори: рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, рухомі вироби, заготовки і матеріали; підвищена або знижена температура поверхні обладнання, матеріалів повітря робочої зони; вологість і рухомість повітря; небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі; підвищений рівень шуму, вібрації, інфрачервоного і ультразвуку; підвищення або нестача природного освітлення, відсутність світла, недостатнє освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, блиск, підвищена пульсація світлового потоку; гострі краї, шорсткості на поверхні обладнання, інструмента заготовок; розміщення робочих місць на значній висоті від підлоги; підвищений рівень УФ і ІЧ радіації; електромагнітні випромінювання, статична електрика; підвищена напруга електромагнітних полів; підвищена або знижена іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні; підвищений або знижений барометричний тиску в робочій зоні і його різка зміна.

Для хлібопекарних, макаронних, кондитерських, цукрових, бродильних виробництв характерними є більшість із наведених шкідливих і небезпечних факторів. Наприклад: на хлібозаводах в багатьох випадках зовнішня поверхня печей перевищує температуру допустиму за санітарну норму 45°C, а температура газовідвідних каналів і труб через відсутність ізоляції становить 55-245°C. В приміщеннях багатьох підприємств виділяється пара. Температура повітря в літній час

в ряді випадків на робочому місці складає 30 - 38°. Печі є джерелом ІЧ радіації.

Хімічні фактори. Речовини, які проникають в організм людини через дихальні шляхи, шкіру чи травну систему можуть виявляти загально токсичне; подразнюючу слизові носа, рота, очей; алергічну; мутагенну дію, а також впливати на репродуктивну функцію людини. На виробництвах харчової промисловості фактори цієї групи мають достатньо широке розповсюдження при технічних процесах (видалення сірчаного газу, оксидів азоту з печей, диму і шкідливих речовин при підгорянні масла або продукції, CO₂ при обмороженні та інші).

Біологічні фактори. Поділяються на хвороботворні мікроорганізми і макроорганізми перші проникають в вигляді бактерій, вірусів, риккетсій, бактеріоподібні нерухомі організми що викликають інфекційні захворювання, спірохет, грибів і найпростіших.

Мікроорганізми поділяють на організми рослинного, і тваринного походження. Ці фактори зустрічаються в цукрових, хлібопекарських і бродильних виробництвах.

Психофізіологічні фактори. Поділяють на фізичні і нервово-психологічні перевантаження перші включають статичні, динамічні, навантаження гіподинамію. М'язові статичні навантаження особливо погано впливають на працездатність. Вони поділяються на легкі (людина у вільній позі), середні (якщо вимушена поза складає 10-25% часу зміни), тяжкі (вимушена поза 50%) і дуже тяжкі >50%. Психоневрологічні перевантаження поділяють на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження.

До професійних захворювань відносять захворювання які виникають при дії на працюючих специфічних для даної професії шкідливих виробничих факторів, а також захворювання які зустрічаються серед контактуючих з цими факторами людей на роботі

частіше ніж при інших умовах. До них відносяться захворювання що є наслідком ускладнень, прямих наслідків або різкого погіршення яких-небудь інших захворювань, що самостійно не носять професійного характеру, але викликані професійним захворюванням.

Професійні захворювання розвиваються в результаті більш або менш тривалого періоду роботи протягом якого в організмі під дією шкідливих факторів нагромаджується критична маса токсичної чи шкідливої речовини (газу, пари, пилу) а також якщо в ньому проходять поступові зміни фізіологічних функцій окремих органів системи (шум, вібрація, мікроорганізми, фізичні чи емоційні перевантаження).

Період нагромадження цих змін до моменту прояву називають періодом прихованого розвитку професійного захворювання. Він може складати 1-2 або навіть 20-30 років. При використанні на виробництві професійних заходів. Професійні захворювання можуть не проявитися протягом усього стажу роботи.

У випадку встановлення у працівника професійного захворювання йому можуть назначити допомогу по тимчасовій непрацездатності, пенсію по інвалідності, а також може розглядатися питання про компенсацію підприємством збитків здоров'ю.

4.2. Основні причини травматизму в харчовій галузі. Динаміка травматизму.

Харчова промисловість України характеризується широкою різноманітністю умов виробництва і праці у зв'язку з чим характер травм і професійних захворювань на різних підприємствах неоднаковий. За період з 2005 по 2015 травми отримали понад 10 тис. працівників галузі, з яких близько 600 – із летальними наслідками.

До найбільш травмонезбезпечних виробництв харчової галузі відносяться хлібопекарські та цукрові заводи, на яких стається більше 50% травм із смертельними наслідками. За даними Державного комітету

статистики на підприємствах харчової промисловості біля 14% нещасних випадків обумовлено технічними причинами, до 35% організаційно-технічними і більше 50% – організаційними.

В свою чергу до основних організаційних причин нещасних випадків відносяться: незадовільна організація, відсутність нагляду за проведенням робіт, незадовільне утримання і недоліки в організації робочих місць, допуск до роботи ненавчених або не проінструктованих працівників, невикористання засобів індивідуального захисту у зв'язку з їх відсутності або невідповідності умов праці, порушення трудової та виробничої дисципліни, експлуатація несправного технологічного обладнання, порушення правил руху внутрішньо цехового або внутрішньо заводського транспорту, недостатня оперативність надходження даних, відсутність комплексної системи обліку, аналізу та прогнозування випадків травматизму.

Наведені дані свідчать, що значна частина нещасних випадків є наслідком недбалого ставлення до вимог охорони праці як самих працівників, так і керівників різних рівнів.

В цьому контексті представляють інтерес дані українських дослідників, відповідно до яких, серед осіб які допустили порушення законодавства про охорону праці на підприємствах харчової галузі, що привело до нещасного випадку, 52% складають керівники.

За таких обставин досягти належного рівня безпеки праці можливо лише при умові, що кожен учасник трудового процесу усвідомить важливість виконання вимог охорони праці.

В продовж останніх десятиліть спостерігається поступове зниження кількості нещасних випадків як в промисловості України загалом так і в харчовій галузі зокрема.

Проте одночасно із даним зниженням кількості нещасних випадків спостерігається поступове зростання тяжкості травматизму збільшується кількість людино-днів непрацездатності з розрахунку на 1000 працівників.

Також прослідковується тенденція щорічного збільшення кількості летальних нещасних випадків: відносний коефіцієнт смертності $K_{вс}$ в харчовій промисловості за останнє десятиріччя зріс майже вдвічі – від 1,6 у 2004р. до 3,0 у 2013р. Тобто нещасні випадки стають все більш небезпечними.

За даними Державного комітету статистики харчова галузь продовжує входити в п'ятірку найбільш травмонебезпечних галузей України.

Одним із основних напрямків покращення стану охорони праці є заміна застарілого обладнання, застосування сучасних та безпечних для працівників технологічних процесів.

4.3. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів підприємств харчової промисловості

Вплив шкідливих факторів на працюючих в певних умовах приводить до травми або іншого різкого погіршення здоров'я, а небезпечних до захворювання або зниження працездатності.

Фактори відрізняються не тільки кінцевими, несприятливими для людини результатами, що залежать від рівня виробничого фактора, але і тривалістю дії. Для небезпечного фактора характерна миттєва, а для шкідливого – довготривала дія, але в ряді випадків шкідливі наслідки, викликані короткотривалою дією шкідливого фактора розглядаються на рівні з травмами, розслідуються і обліковуються як небезпечні випадки на виробництві. До них відносяться: гострі отруєння, теплові удари, обмороження а також ураження блискавкою на виробництві.

Вплив на людину шкідливого фактора може привести до травми, наприклад: одноманітна праця, через одноманітні операції настає втома, що приводить до зниження працездатності і уваги. Останнє в травмонебезпечних ситуаціях може привести до невчасно прийнятого правильного або прийняттю неправильного рішення і закінчиться травмою.

За природою дії шкідливі і небезпечні фактори поділяють на фізичні, хімічні, біологічні, психофізіологічні.

Фізичні фактори:

1) рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи обладнання, рухомі вироби, заготовки і матеріали;

2) підвищена або знижена температура поверхні обладнання, матеріалів повітря робочої зони;

3) вологість і рухомість повітря;

4) небезпечний рівень напруги в електричному ланцюзі;

5) підвищений рівень шуму, вібрації, інфрачервоного і ультразвуку;

6) підвищення або нестача природного освітлення, відсутність світла, недостатнє освітлення робочої зони, підвищена яскравість світла, блиск, підвищена пульсація світлового потоку;

7) гострі краї, шорсткості на поверхні обладнання, інструмента заготовок;

8) розміщення робочих місць на значній висоті від підлоги;

9) підвищений рівень УФ і ІЧ радіації;

10) електромагнітні випромінювання, статична електрика;

11) підвищена напруга електромагнітних полів;

12) підвищена або знижена іонізація повітря;

13) підвищений рівень іонізуючого випромінювання в робочій зоні;

14) підвищений або знижений барометричний тиску в робочій зоні і його різка зміна.

Для хлібопекарних, макаронних, кондитерських, цукрових, бродильних виробництв найбільш характерні шкідливі і небезпечні фактори 1-12. Наприклад: на хлібозаводах в багатьох випадках зовнішня поверхня печей перевищує температуру допустиму за санітарну норму 45°C, а температура газовідвідних каналів і труб через відсутність ізоляції становить 55-245 °. В приміщеннях багатьох підприємств виділяється пара.

Температура повітря в літній час в ряді випадків на робочому місці складає 30 - 38°. Печі є джерелом ІЧ радіації.

Хімічні фактори. Речовини, які проникають в організм людини через дихальні шляхи, шкіру чи травну систему можуть виявляти: загально токсичну; подразнюючу слизові носа, рота, очей; алергічну; мутагенну дію; впливати на репродуктивну функцію людини.

На виробництвах харчової промисловості фактори цієї групи мають достатньо широке розповсюдження при технічних процесах: видалення сірчаного газу, оксидів азоту з печей, диму і шкідливих речовин при підгорянні масла або продукції, CO₂ при обмороженні та інші.

Біологічні фактори. Поділяються на хвороботворні мікроорганізми і макроорганізми перші проникають в вигляді бактерій, вірусів, риккетсій, бактеріоподібні нерухомі організми що викликають інфекційні захворювання, спірохет, грибів і найпростіших.

Мікроорганізми поділяють на організми рослинного, і тваринного походження. Ці фактори зустрічаються в цукрових, хлібопекарських і бродильних виробництвах.

Психофізіологічні фактори. Поділяють на фізичні і нервово-психологічні перевантаження; перші включають статичні, динамічні, навантаження гіподинамію. М'язові статичні навантаження особливо погано впливають на працездатність. Вони поділяються на легкі (людина у вільній позі), середні (якщо вимушена поза складає 10-25% часу зміни), тяжкі (вимушена поза 50%) і дуже тяжкі > 50%. Психоневрологічні перевантаження поділяють на розумове перенапруження, перенапруження аналізаторів, монотонність праці, емоційні перевантаження.

Висновки

Проаналізовано конструкцію сепаратора ОСН-С.

Розроблено кінематичну схему сепаратора.

Проведено технологічні, конструктивні, міцнісні розрахунки робочих органів, розроблено монтаж сепаратора ОСН-С. Виконано розроблення технології виготовлення вертикального валу даного сепаратора.

Перелік посилань

1. Яковенко І. Е. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 –Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А.Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХП», 2022. – 421с.

2. Технологічні основи машинобудування. [Електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальностей 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / С.С. Добрянський, Ю.М. Малафєєв; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 13,4 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 379 с.

3. Паливода Ю. Є. Інструментальні матеріали, режими різання, технічне нормування механічної обробки : навчально-методичний посібник / Паливода Ю.Є., Дячун А.Є., Лещук Р.Я. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2019. – 240 с.

4. Пилипець М. І. Правила заповнення основних форм технологічних документів : навч.-метод. посіб. / Уклад. Пилипець М. І., Ткаченко І. Г., Левкович М. Г., Васильків В. В., Радик Д. Л. Тернопіль : ТДТУ, 2009. 108 с.

5. Стадник І.Я. Обґрунтування параметрів надійності і довговічності машини статистичним моделюванням./ І.Я. Стадник, О.М.Пилипець, Ю. Паньків // Матеріали міжнародної наукової конференції “Іван Пулюй: життя в ім'я науки та України” (до 175-ліття від дня народження).Т. : ФОП Паляниця В. А., 2020. -С.101

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

7. Шанайда В. В. Пакет MathCAD в інженерних розрахунках : навч. посіб. Тернопіль : ТДТУ, 2001. 163 с.
8. Малезик І.Ф. Процеси та апарати харчових виробництв / І. Ф. Малезик. – К.: НУХТ, 2003. – 400 с.
9. Pylypets M. I. Designing uniformly loaded threaded connections M. I. Pylypets, O.M. Pylypets, V. R Pankiv Modern research in technical sciences: the impact of martial law in Ukraine (March 6–7, 2024. Riga, the Republic of Latvia) : International scientific conference. Riga, Latvia : Baltija Publishing, 2024,-p.11-16.
10. Мостенська Т. Г. Екологічні загрози при виробництві харчових продуктів // Екологічні проблеми. – 2015. № 3. – С.93-99.7
11. Шинкарик М.М., Кравець О.І. Основи теплотехніки: навч. посібник. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2024. 132 с.
12. Improvement of environmental sustainability of milk processing enterprises / Oleh Kravets, Mariia Shynkaryk, Viktor Kravets // Scientific Journal of TNTU. — Tern.: TNTU, 2024. — Vol 114. — No 2. — P. 111–118.
13. Шинкарик М. М. Комплексний підхід до оцінки якості технологічного процесу виробництва сиру кисломолочного неперервним способом / М. М. Шинкарик, О.І. Кравець, Паперняк Р.В.// Зб. тез доп. XIV Міжнародної науково-практичної конференції Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем 23-24 травня 2024 р. м. Чернігів, 2024. С. 310-311.