

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

Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. акад. І.С. Гулого

Кафедра Технологічного обладнання та комп'ютерних технологій проектування

«До захисту в ЕК»
Директор інституту(декан факультету)
_____ Блаженко С.І.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 20__ р.

«До захисту допущено»
Завідувач кафедри
_____ Мирончук В.Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«___» _____ 20__ р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми Обладнання переробних і харчових виробництв
на тему: _____ « Удосконалення клапанного механізму гомогенізатора А1-ОГМ з метою збільшення продуктивності.»

Виконав: здобувач IV курсу, групи ОХ-4-2 Година Владислав Романович
(прізвище та ініціали)

Керівник доц. Вересоцький Юрій Іванович _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Консультанти _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

_____ (підпис)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що в цій кваліфікаційній роботі немає запозичень із праць інших авторів без відповідних посилань.

Здобувач _____
(підпис)

Київ - 2021р.

Аннотація

Кваліфікаційна робота виконана на тему «Удосконалення клапанного механізму гомогенізатора А1-ОГМ з метою збільшення продуктивності».

Робота присвячена підвищенню ефективності роботи гомогенізатора А1-ОГМ та збільшенню об'єму оброблюваного молока.

Розглянута актуальна проблема – малий об'єм оброблюваного молока, а також наведено ряд технічних рішень, пов'язаних з підвищенням ефективності процесу гомогенізації молока.

Кваліфікаційна робота складається з графічної частини та пояснювальної записки

Результати проведеної роботи можуть бути використані при розробці конструкції гомогенізатора та допоміжного обладнання.

Ключові слова: гомогенізатор, молоко, виробництво, удосконалення.

Summary

Qualification work was performed on the topic "Improvement of the valve mechanism of the A1-OGM homogenizer in order to increase productivity."

The work is devoted to increasing the efficiency of the A1-OGM homogenizer and increasing the volume of processed milk.

The current problem is the small volume of processed milk, as well as a number of technical solutions related to improving the efficiency of the process of homogenization of milk.

The qualifying work consists of a graphic part and an explanatory note

The results of this work can be used in the design of the homogenizer and auxiliary equipment.

Key words: homogenizer, milk, production, improvement.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Аннотація		190023.Дп.18.00.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.			Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 2/89

Зміст

Анотація	2
Зміст	3
Вступ	
1.Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	5
2.Техніко-економічне, соціальне обґрунтування	15
3.Характеристика вхідної сировини і готової продукції	20
4.Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання	21
5.Вибір конструкційних матеріалів	29
6.Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	30
7.Розрахункова частина	36
8.Технологія виготовлення деталі	50
9.Опис системи управління	72
10.Заходи з охорони праці	75
11.Охорона довкілля	83
Висновок	87
Список використаної літератури	88
Додатки	89

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Зміст	190023.Дп.18.00.ПЗ		
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua

ВСТУП

Молочна промисловість - одна з найважливіших серед харчових галузей народного господарства. Виникнення товарного молочного господарства в нашій країні відноситься до кінця XVIII ст. Молочні заводи України представляли собою дрібні виробництва. Молоко використовують або як продукт харчування в не переробленій або переробленому вигляді, або як сировину для молочної та харчової галузей про-мисловості. Молоко має високу харчову і біологічну цінність. До його складу входять необхідні для організму людини і добре засвоюються харчові компоненти: молочний жир, білки, вуглеводи, молочний цукор і мінеральні речовини .

Одним з найбільш важливих процесів в переробці молока є гомогенізація .

Процес обробки молока на гомогенізаторах відноситься до технологічних операцій, поліпшує консистенцію і якість рідких молочних продуктів. У поєднанні з тепловою обробкою гомогенізація дозволяє збільшити термін їх зберігання без зміни якості, так як в результаті цього процесу досягається роздроблення жирових кульок в молоці і рівномірний розподіл їх по всьому об'єму, що сприяє поліпшенню якості, а саме консистенції і смаку.

Диспергування молока проводять в клапанних і ротаційних гомогенізаторах, пристроях для ультразвукової та електрогідравлічної гомогенізації, швидкохідних механічних мішалках, гідродинамічних ультразвукових апаратах, відцентрових струменевих гомогенізаторах, але по ефективності впливу на молоко без значних небажаних змін його властивостей, всі інші пристрої поступаються клапанним гомогенізаторів високого тиску .

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Вступ		190023.Дп.18.00.ПЗ	
	Документ затверджено Мирончук В.Г.	Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 4/89

1. Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі

Найбільше застосування в молочній галузі отримали гомогенізатори клапанного типу К5 - ОГ2А - 1,25; А1 - ОГМ і А1 – ОГМ-5, представляють собою плунжерні насоси високого тиску з гомогенізуючою голівкою (Таблиця 1.1).

Таблиця 1.1. Технічна характеристика гомогенізаторів

Марка	К5-ОГА-1,2	А1-ОГМ	А1-ОГМ-5
Продуктивність, м ³ /Г	1,2	2,5	5
Робочий тиск, МПа	20	20	20
Температура обробки продукта, °С	45.. .85	45.. .85	45...В 5
Число плунжерів	3	3	3
Хід плунжера, мм	40	40	60
Число ступеней гомогенізатора	2	2	2
Потужність електродвигуна, кВт	16,7	14,1	37
Габаритні розміри, мм	965×930×1400	1420×1020 ×1670	1480×1110× 1640
Маса, кг	850	1400	1710

Гомогенізатори складаються з наступних основних вузлів: кривошипно-шатунного механізму з системою змащення й охолодження, плунжерного блоку з гомогенізований і манометричними головками і запобіжним клапаном, станини. Привід здійснюється від електродвигуна за допомогою клинопасової передачі. Кривошипно-шатунний механізм

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Порівняльний аналіз технічних рішень поставленої задачі	190023.ДП.18.01.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 5/89	

перетворює обертальний рух, передане клиноремінною передачею від електродвигуна, в зворотно – поступальний рух плунжерів.

Останні допомогою манжетних ущільнень входять в робочі камери плунжерного блоку і здійснюючи всмоктувальні і нагнітальні ходи, створюють необхідний тиск гомогенізований рідини. Кривошипно-шатунний механізм описуваних гомогенізаторів складається з колінчастого вала, встановленого на двох конічних роликотідшипниках; кришок підшипників; шатунів з кришками і вкладками; повзунів, шарнірно з'єднаних з шатунами за допомогою пальців; склянок; ущільнень; кришки корпусу і веденого шків, консольно закріпленого на кінці колінчастого валу. Внутрішня порожнина кривошипно-шатунного механізму – масляна ванна. Задньої стінки корпусу вмонтовані маслопоказчик і зливна пробка. У гомогенізаторі К5 - ОГ2А - 1,25 (рис 1.1) змащення деталей кривошипно-шатунного механізму виробляється шляхом розбризкування масла обертючим колінчастим валом.

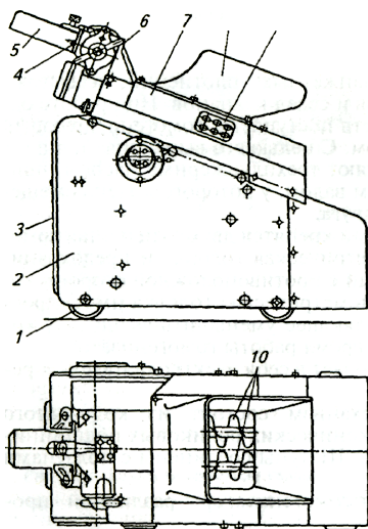


Рис. 1.1. Гомогенізатор К5 - ОГ2А - 1,25:

1 - колесо; 2 - станина; 3 - корпус; 4 - кріплення насадки; 5 - насадка;
6 - замок; 7 - шнекова камера; 8 - бункер; 9 - пульт управління; 10 – шнеки.

Конструкція корпусу і порівняно невеликі навантаження на кривошипно-шатунний механізм гомогенізатора К5 - ОГ2А - 1,25 дозволяє охолодити масло, вміщене всередині корпусу, за рахунок тепловіддачі з поверхні в навколишнє середовище. Водопровідною водою охолоджуються тільки плунжери. У гомогенізаторах А1 - ОГМ і А1 – ОГМ-5 (рис 1.2) в поєднанні з розбризкуванням масла усередині корпусу застосовують примусову систему змащення найбільш навантажених третєвих пар, що збільшує тепловіддачу.

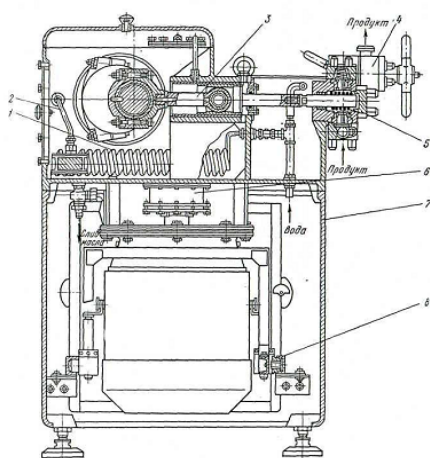


Рис.1.2. Гомогенізатор клапанного типу А1-ОГМ, А1-ОГМ-5

1 – змієвиковий охолоджувач ; 2 - трубопровід для подачі; 3 - кривошипно-шатунний механізм; 4 - гомогенізуєчий клапан; 5 - блок циліндрів; 6 - муфта; 7 - станина; 8 - пристрій для відсування електродвигуна.

Масло в цих гомогенізаторах охолоджується трубопровідною водою, яка надходить в змієвик охолоджувального пристрою, покладеного на дні корпусу, а плунжери водопровідною водою, що подає на них через отвір у трубі. У системі встановлено реле протоки для контролю за проходженням води. До корпусу КШМ за допомогою двох шпильок прикріплюється плунжерний блок, призначений для всмоктування продукту з поданої магістралі і нагнітання його під високим тиском у гомогенізуєчу голівку. Плунжерний блок включає в себе корпус, плунжери манжетні ущільнення, нижнє, верхнє і передні кришки, всмоктувальні і нагнітальні клапани, сідла

клапанів, прокладки, втулки, пружини, фланець, штуцер, фільтр у всмоктуючому каналі блоку. На торцевій площині плунжерного блоку має гомогенізуючу головку, призначена для виконання двоступеневої гомогенізації продукту за рахунок його проходження під високим тиском через щілину між клапаном і сідлом клапана в кожній системі щаблі. На верхній площині плунжерного блоку закріплена Манометрична головка для контролю тиску гомогенізації. Манометрична головка має дроселює дає можливість ефективно зменшувати амплітуду коливання стрілки манометра. Манометрична головка складається з корпусу, голки, ущільнення, підтискає гайки, шайби і манометра з мембранним роздільником.

У торцевій площині плунжерного блоку з боку, протилежного кріплення гомогенізований головки, розташований запобіжний клапан, який запобігає підвищенню тиску гомогенізації в порівнянні з номінальною. Запобіжний клапан включає в себе гвинт, контргайку, п'яту, пружину, клапан і сідло клапана. На максимальний тиск гомогенізації запобіжний клапан налаштовують, обертаючи притискний гвинт, який впливає на клапан через пружину. Станина гомогенізатора представляє собою литу або зварену конструкцію з швелерів, облітої листовою сталлю. На верхній площині станини встановлено КШМ. В середині на двох кронштейнах шарнірно закріплена плита з розміщеною на ній електричним двигуном. Крім того плита підтримується гвинтами, що регулюють клинових ременів. Станина має чотири регульовані по висоті опори. Бічні вікна станини закриваються знімними кришками. Молоко або молочний продукт подається за допомогою насоса в усмоктувальний канал плунжерного блоку. З робочої порожнини блоку продукт під тиском потрапляє через нагнітальний клапан гомогенізуючу голівку з великої

швидкості проходить через лицьовий зазор, утворений між притертими поверхнями гомогенізуючої клапана і його сідлом. При цьому відбувається диспергування рідкої фази продукту. З гомогенізатора продукт направляється по молокопроводу на подальшу переробку або попереднє зберігання. Гомогенізовані головки піддавалися тим або іншим мало існуючим змін, проте, принцип влаштування їх зберігаються до цих пір без зміни. Форма робочої поверхні клапана зазвичай плоска, тарілчаста або конусна з невеликим кутом конусності. У гомогенізатора з плоскими клапанами з концентричними рифлів розташовуються такі ж рифлів на поверхні сідла. Отже, форма проходу для молока в радіальному напрямку змінюється, що має сприяти кращій гомогенізації. Рідкий продукт в головку може нагнітатися будь-яким насосом, що володіє рівномірною подачею і здатний створювати високий тиск. Для цієї мети застосовуються багатоплунжерний, ротаційні і гвинтові насоси. Найбільшого поширення знайшли гомогенізатори високого тиску з трьоплунжерними насосами. Схема пристрою плунжерного гомогенізатора клапанного типу (рис. 1.3)

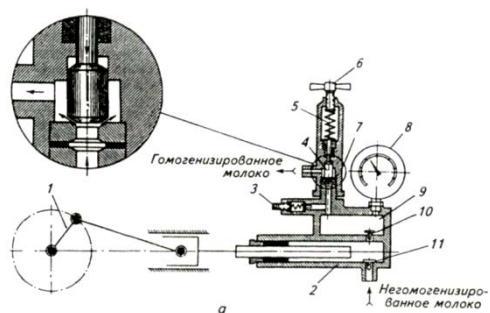


Рис.1.3. Схема пристрою плунжерного гомогенізатора клапанного типу

Молоко при ході плунжера вліво проходить через всмоктувальний клапан 3 в циліндр, а при ході плунжера вправо проштовхується через клапан 4 в нагнітальну камеру, на якій встановлений манометр 10 для контролю тиску. Далі молоко по каналу в головку 5, в якій підтискає клапан 7, притискається

до сідла 6 пружиною 8. Натяг пружини регулюється гвинтом 11. Клапан і сідло притерті один до одного. У неробочому положенні клапан

щільно притиснутий до сідла пружиною 8, яка стала регулювальним гвинтом 11, а в робочому, коли нагнітається рідина, клапан піднятий тиском рідини й у «плаваючому» стані. Характерним показником режиму гомогенізації, що грає велику роль при регулюванні машини, є тиск гомогенізації. Чим воно вище, тим ефективніше процес диспергування. Тиск регулюють гвинтом 11, керуючись показаннями манометра 10. При закручуванні гвинта тиску пружини на клапан збільшується, отже, висота клапанної щілини збільшується. Це призводить до збільшення гідравлічних опорів при русі рідини через клапан, тобто до збільшення тиску, необхідного для проштовхування даної кількості рідини. Здатність плунжерного насоса створювати високий тиск ставить під загрозу збереження деталей у випадку, якщо канал засмітитися в сідлі клапана. Тому гомогенізатор забезпечений запобіжним клапаном 9, через який рідина виходить назовні, коли тиск в машині вище встановленого. Боковий тиск при якому запобіжний клапан відкривається, регулюють, зтягуючи гвинтом пружину.

У гомогенізаторі з подвійним дроселюванням, в якому рідина проходить послідовно через дві робочі головки. У кожній голівці тиск пружини на клапан регулюється окремо, своїм гвинтом. У таких головках гомогенізація відбувається в два ступені. Робочий тиск у нагнітальному камері дорівнює сумі обох перепадів. Застосування двоступеневої гомогенізації обумовлено переважно тим, що в багатьох емульсіях після гомогенізації в першому ступені спостерігається на виході зворотне злипання диспергованих частинок і освіта «грон», які погіршують ефект диспергування. Завдання другого ступеня полягає в роздробленні, розсіюванні таких порівняно нестійких утворень. Для цього потрібно вже ні настільки значне механічне вплив, тому перепад тисків у другій допоміжній щаблі

гомогенізатора значно менше, ніж у першої, від роботи якої в основному і залежить ступінь гомогенізації.

Загалом конструктивному оформленні сучасних гомогенізаторів знаходить застосування основні принципи і положення технічної естетики, санітарії та гігієни. Слідуючи новим тенденціям у розвитку устаткування молочних підприємств, нові конструкції гомогенізаторів виконують обтічної форми, облицьовують і закривають кожухами з нержавіючої сталі з полірованою поверхнею.

Виходячи з продуктивності лінії виробництва кисломолочних продуктів і конструктивних міркувань доцільно використати гомогенізатор марки А1 - ОГМ. Також я пропоную для покращення процесу гомогенізації, удосконалити клапан і сідло клапана.

Гомогенізатори використовуються не тільки в харчовій промисловості, а й у інших областях промисловості.

При використанні в косметичній промисловості, гомогенізація дає більш стабільні, однорідні емульсії з більш високими характеристиками. У фармацевтичній промисловості, основною механічний характер процесу гомогенізації забезпечує прямий доступ до ферментам, білків, ліпосоми і внутрішньоклітинним активних речовин без необхідності використання хімічного лізису мембрани.

Інші ефекти видно при приготуванні стійких розчинів продуктів з різними фізичними характеристиками (протеїни, креми, розчини активних елементів, масла, вітаміни). Збільшення площі поверхні роздроблених частинок також становить інтерес для хімічної і нафтохімічної галузей через результуючого збільшення реакцій перетворення. Це так само створює подальші переваги, такі як: відчутне зниження каталізують речовин, посилення пігментного кольору, збільшене застосування і зниження кількості добавок, контроль в'язкості переробленого продукту. Подрібнення частин

активних елементів викликає збільшення площі поверхні, таким чином збільшуючи асиміляцію підготовки.

Список деяких продуктів з косметичної, хімічної, фармацевтичної і нафтохімічної промисловостей, які можуть гомогенізовані: клеї, крохмалі, антибіотики, парафіни, барвники, косметика, косметичні креми, зубна паста, миючі засоби, емульсії, змащення, чорнило, латекс, ліпосомного суспензії, лосьйони, крем для взуття, емульгуючі масла, змащувальні масла, пігменти, духи, протеїни, мило, сиропи, фарби, вітаміни і багато іншого.

Вакуумний змішувач-гомогенізатор (рис. 1.4) циркуляційного типу з гідравлічною системою підйому кришки разом з мішалкою. Призначені для отримання однорідних сумішей, які складаються з декількох компонентів, що змішуються механічним шляхом. Гомогенізатори можуть бути механічні, ультразвукові та високо тиску.



Рис. 1.4. Вакуумний змішувач-гомогенізатор EMULSIFIER CPK

Вакуумний змішувач-гомогенізатор необхідний для здійснення змішування твердих порошків в рідкому середовищі, що дозволяє отримати різні пасти, суспензії, креми, гелі та іншу хімічну, косметичну і фармацевтичну продукцію. Також таке обладнання використовується в харчовій промисловості, але застосовується реженежелі гомогенізатори клапанного типу.

Стандартно застосовуються змішувачі наступних робочих обсягів: 50, 100, 150, 200, 300, 500, 750, 1000, 1500, 2000 літрів. Застосовується для виробництва косметичних та фармацевтичних продуктів, що вимагають інтенсивного і тривалого процесу гомогенізації рідких і високов'язких (пастоподібних) продуктів, особливо: мазей, кремів, паст, суспензій, гелів і т.д. Підйом кришки значно полегшує ремонт і технічне обслуговування реактора.

Фармацевтичний гомогенізатор (рис. 1.5) використовується для отримання однорідних сумішей зі стабільною структурою і заданими хімічними властивостями.

У пристрої апаратів враховані основні закономірності поведінки рідин при змішуванні в залежності від діаметра і щільності, що знаходяться в них твердих тіл. Багаторазове механічний вплив на оброблювану речовину призводить до рівномірного розподілу концентрації всіх складових за структурою і отримання лікарської суміші з однаковими властивостями в кожній точці об'єму.



Рис. 1.5. Фармацевтичний гомогенізатор

Основна частина процесу перемішування і подрібнення відбувається в гомогенізований вузлі пристрою, де здійснюється роздроблення твердих частинок між нерухомим і обертовим модулями (ножами) ротора, що представляють собою кільця з декількома отворами. При проходженні оброблюваної речовиною даних порожнин відбувається поетапне роздроблення великих фрагментів рухомий

частиною ротора. Одночасно здійснюється пошаровим поділ маси і інтенсивне перемішування всіх її інгредієнтів.

Налаштування гомогенізатора підбираються з таким розрахунком, щоб підтримувалася оптимальна швидкість розшаровування для матеріалів будь-якої консистенції. При цьому головна мета полягає в швидкому отриманні однорідної багатокомпонентної середовища (емульсії або суспензії), в яку входять кілька нерозчинних складових.

Використання гомогенізаторів у фармацевтичній та харчовій промисловості дозволяє ретельно змішувати декілька хімічних складів і отримувати якісні уніфіковані продукти з постійною структурою і заданим спектром активності.

2. Техніко-економічне, соціальне обґрунтування

Відомо, що при зберіганні свіжого молока і вершків через різницю в щільності молочного жиру і плазми відбувається спливання жирової фракції або її відстоювання. Швидкість відстоювання жиру залежить від розмірів жирових кульок, в'язкості, від можливості з'єднання жирових кульок один з одним. Як відомо, розміри жирових кульок коливаються в широких межах - від 0,5 до 18 мкм. Відповідно до формули Стокса швидкість виділення, спливання жирового кульки прямо пропорційна квадрату його радіуса. В процесі гомогенізації розміри жирових кульок зменшуються приблизно в 10 разів (розмір 1,0 мкм), а швидкість спливання їх відповідно стає приблизно в сто разів менше. Завдання модернізації гомогенізатора полягає в забезпеченні клапана гомогенізатора з меншою висотою гомогенізуючої зазору, яка може змінюватися при зміні тиску і потоку.

Додаткове завдання модернізації полягає в розробці сідла клапана, який може бути використаний в існуючих клапанах гомогенізатори стандартного типу, але які мають істотно більшу довжину щілини і можуть тим самим використовуватися при набагато більших потоках без значних витрат, властивих великим клапанів гомогенізатора.

Ще одне завдання полягає в дотриманні надзвичайно високих вимог, які пред'являються до обробки харчових продуктів.

Ці та інші завдання досягаються в слідстві того, що гомогенізований клапан описаного типу має певний відмітний ознака, що полягає в тому, що гомогенізуюча щілину розташована концентрично уздовж звуження.

В процесі дроблення жирового кульки перерозподіляється його оболонкову речовина. На побудову оболонок утворилися дрібних кульок мобілізуються плазмові білки, а частина фосфатидів переходить з поверхні жирових кульок в плазму молока.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Техніко-економічне, соціальне обґрунтування	190023.ДП.18.02.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 15/89	

Цей процес сприяє стабілізації високодисперсної жирової емульсії гомогенізоване молоко. Тому при високій дисперсності жирових кульок гомогенізоване молоко практично не відстоюється [14].

Механізм дроблення жирових кульок схематично показаний на рис. 2.1 і полягає в наступному:

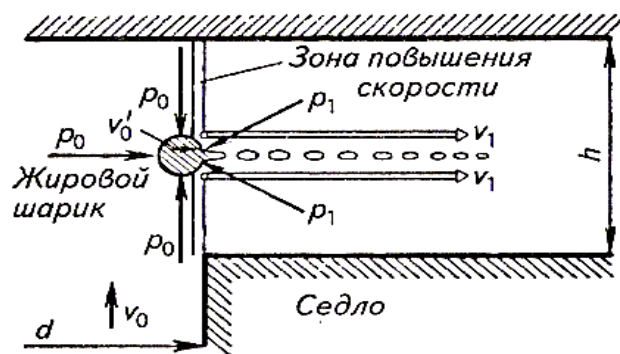


Рис. 2.1. Схема дроблення жирових кульок в клапанній щілині гомогенізатора:

D – діаметр отвору в сідлі клапана; v_0 – швидкість руху в клапані молока; v_0' – швидкість в прикордонному перетині; p_0 – тиск в клапані; v_1 – швидкість руху в щілині клапана; p_1 – тиск в щілині клапана; h – висота щілині клапана

У гомогенізованій клапані на кордоні сідла гомогенізатора і клапанній щілині є поріг різкої зміни перерізу потоку, а отже, і зміни швидкості руху. При переході від малих швидкостей до високих жирової кулька деформується: його передня частина, включаючись в потік в гомогенізуючій щілині з великою швидкістю, витягується в нитку і дробиться на дрібні крапельки. Таким чином, ступінь роздробленості, або ефективність гомогенізації, залежить, перш за все, від швидкості потоку при вході в гомогенізуючу щілину, а, отже, від тиску гомогенізації, яке завжди визначає швидкість [13].

З підвищенням тиску посилюється механічний вплив на продукт, зростає дисперсність жиру, а середній діаметр жирових кульок зменшується. За даними ВНІКМІ (Всесоюзний науково-дослідний і конструкторський інститут молочної промисловості) при тиску 15 МПа середній діаметр жирових кульок складає 1,43 мкм, а ефективність гомогенізації 74%, при тиску 20 МПа середній діаметр кульок зменшується до 0,97 мкм, а ефективність зростає до 80% (рис. 2.2).

Підвищення тиску можна досягти, забезпечивши гомогенізатор двома або трьома клапанами. Такі гомогенізатори називають дво- або треступінчастими. Однак, підвищення тиску призводить до збільшення витрат електроенергії, тому оптимальний тиск становить 20 - 30 МПа. Рекомендоване тиск гомогенізації залежить від сировинного складу виготовленого продукту. З підвищенням вмісту жиру і сухих речовин в продукті слід застосовувати більш низький тиск гомогенізації, що обумовлено необхідністю зниження енергетичних витрат.

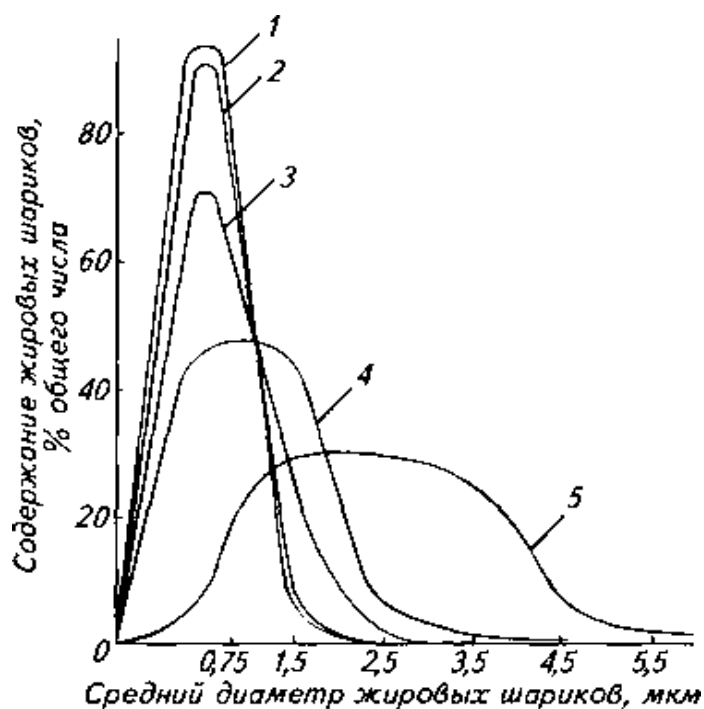


Рис. 2.2. Диференціальна крива розподілу жирових кульок по розмірами в залежності від тиску гомогенізації молока:

1 – при тиску 20 МПа; 2 – при тиску 15 МПа; 3 – при тиску 10 МПа; 4 – при тиску 5 МПа; 5 – молоко не гомогенізоване

Інтенсивність гомогенізації зростає з підвищенням температури, так як при цьому жир переходить повністю в рідкий стан і зменшується в'язкість продукту. При підвищенні температури знижується також відстоювання жиру. При температурах нижче 50°C відстоювання жиру посилюється, що призводить до погіршення якості продукту. Найкращою вважають температуру 60 ... 65°C. При надмірно високих температурах, сироваткові білки в гомогенізаторе можуть відстоюватися.

Крім цього, ефективність гомогенізації залежить від властивостей і складу продукту (в'язкість, щільність, кислотність, вміст жиру і сухих речовин). З підвищенням кислотності молока ефективність гомогенізації зменшується, так як в кислому молоці знижується стабільність білків, і утворюються білкові агломерати, що утрудняють дроблення жирових кульок. При підвищенні в'язкості і щільності молока ефективність гомогенізації також знижується [17].

В даний час застосовують два види гомогенізації: одно- і двоступеневу. При одноступінчастої гомогенізації можуть утворюватися агрегати дрібних жирових кульок, а при двоступеневої відбувається руйнування цих агрегатів і подальше диспергування жирових кульок. Порушення технологічного процесу виробництва молочних напоїв і сирів використовують роздільну гомогенізацію. Роздільна гомогенізація призначена для отримання гомогенізоване молока з необхідним вмістом жиру, підвищеною стабільністю жирової дисперсної фази і білків. Роздільна гомогенізація відрізняється від повної тим, що при ній механічного впливу піддається лише висококонцентрованих жирова емульсія (вершки певної жирності). Сутність роздільної гомогенізації полягає в тому, що молоко спочатку сепарують, а отримані вершки потім гомогенізують, після гомогенізації їх змішують зі знежиреним молоком, нормалізують, пастеризують і охолоджують. При виробництві окремо гомогенізоване молока з використанням двоступеневої

гомогенізації масова частка жиру не повинна перевищувати 25%, а при одноступінчастої 16%.

Роздільну гомогенізацію застосовують для того, щоб збільшити продуктивність гомогенізації і обмежити небажане механічний вплив на молочний білок при виробленні питного молока, кисломолочних продуктів. Отримане при роздільній гомогенізації молоко за своїми фізико-хімічними та органолептичними властивостями не відрізняється від звичайного гомогенізоване молока за умови, якщо масова частка жиру в вершках, використовуваних при гомогенізації, не перевищує 12% [18].

3.Характеристика вхідної сировини і готової продукції

Основна маса молока, що поступає на переробні підприємства, припадає на коров'яче молоко, яке має високі харчові й смакові якості і використовується як у натуральному вигляді, так і для виробництва різних молочних продуктів. У ньому в середньому міститься 12,5 % сухої речовини, зокрема 3,8 – жиру, 3,3 – білка, 4,7 – молочного цукру, 0,7 % мінеральних речовин. Енергетична цінність молока такого складу становить близько 2700 кДж. До його складу входять понад 200 необхідних для людини поживних речовин, які знаходяться в оптимальному співвідношенні. Поживні речовини молока засвоюються на 95-98 %. На склад молока впливає порода та вид тварин, умови їх годівлі та утримання, технологічні процеси доїння та первинної обробки молока та ін.

До фізичних властивостей молока відносимо: густину, в'язкість, поверхневий натяг, осмотичний тиск, температуру замерзання і кипіння, електропровідність, питому тепломісткість, оптичні властивості. Фізичні властивості молока впливають на вибір ступенів технологічних процесів нагрівання, охолодження, заморожування, сквашування. За фізико-хімічними, санітарно-гігієнічними та бактеріологічними показниками якості молоко розподіляють на три сорти (вищий, перший, другий).

Відомо, що при зберіганні свіжого молока і вершків через різницю в щільності молочного жиру і плазми відбувається спливання жирової фракції або її відстоювання. Швидкість відстоювання жиру залежить від розмірів жирових кульок, в'язкості, від можливості з'єднання жирових кульок один з одним. Як відомо, розміри жирових кульок коливаються в широких межах - від 0,5 до 18 мкм. В процесі гомогенізації розміри жирових кульок зменшуються приблизно в 10 разів (розмір 1,0 мкм), а швидкість спливання їх відповідно стає приблизно в сто разів менше.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Характеристика вхідної сировини і готової продукції	190023.Дп.18.03.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 20/89	

4.Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання

Ефективність гомогенізації молока визначається робочим тиском, температурою, швидкістю руху продукту при проходженні через гомогенізуючу голівку, конструктивними особливостями останньої, складом і властивостями компонентів, що утворюють оболонку жирових кульок, кислотністю, а також послідовністю технологічних операцій. Основними елементами гомогенізуючої головки є сідло та клапан, котрий за допомогою зусилля пружини притискається до сідла.

Для покращення процесу гомогенізації ми пропонуємо частково змінити будову клапана, це сприятиме більш якісному подрібненню жирових кульок.

Ця заміна дасть нам змогу заощадити:

- електроенергію тому, що потужність електродвигуна значно менша;
- зменшити простір обладнання;
- покращити якість продукту;
- зменшення затрат на ремонт.

У гомогенізаторах А1 - ОГМ і А1 – ОГМ-5 (рис 1.3) в поєднанні з розбризуванням масла усередині корпусу застосовують примусову систему змащення найбільш навантажених тертьових пар, що збільшує тепловіддачу.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Опис запропонованого технічного рішення. Будова та принцип роботи обладнання	190023.ДП.18.04.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 21/89	

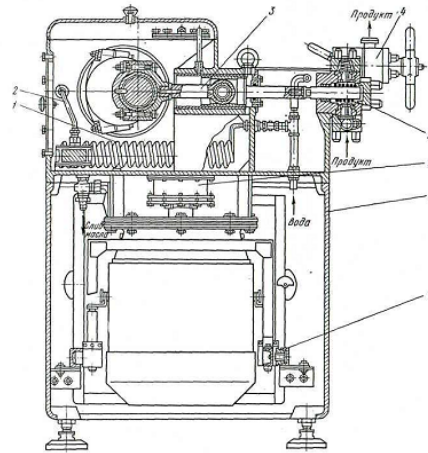


Рис.1.3. Гомогенізатор клапанного типу А1-ОГМ, А1-ОГМ-5

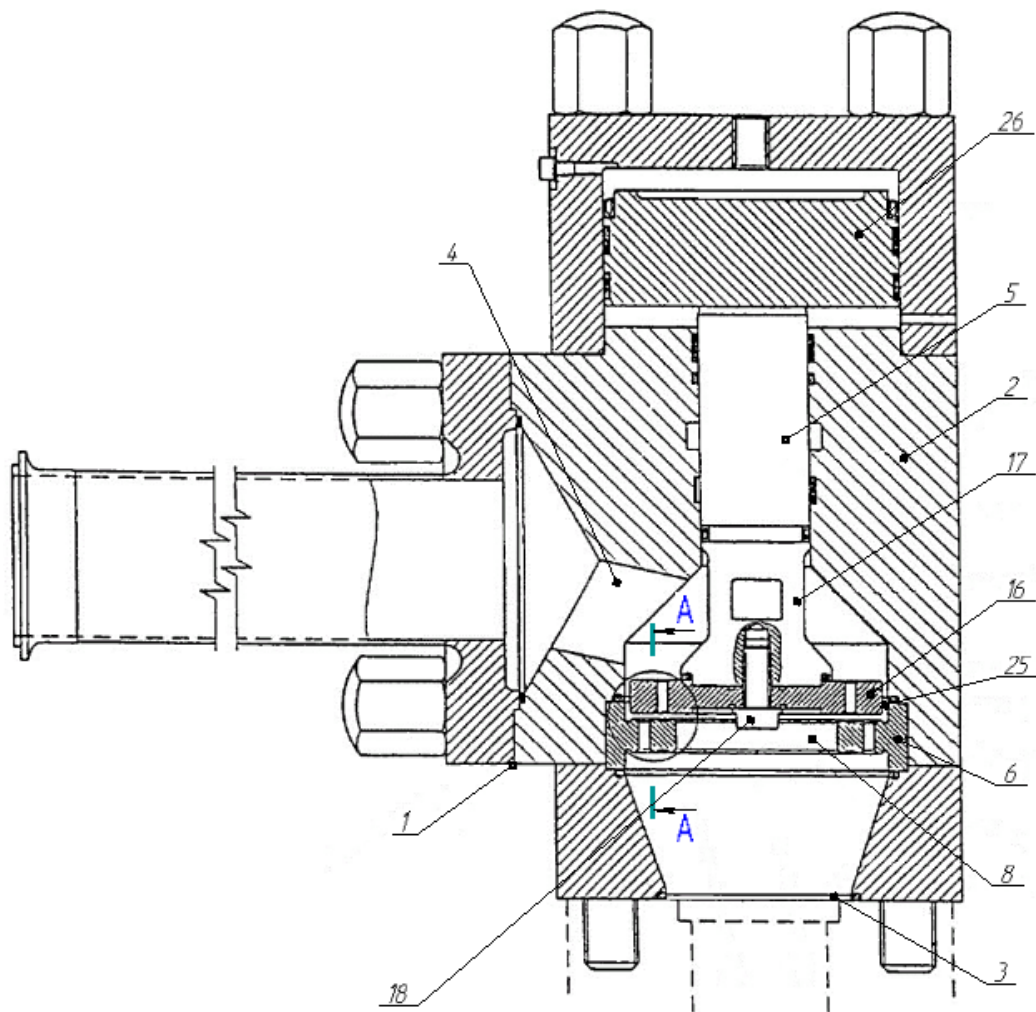
1 – змієвиковий охолоджувач ; 2 - трубопровід для подачі; 3 - кривошипно-шатунний механізм; 4 - гомогенізуючий клапан; 5 - блок циліндрів; 6 - муфта; 7 - станина; 8 - пристрій для відсування електродвигуна.

Масло в цих гомогенізаторах охолоджується трубопровідною водою, яка надходить в змієвик охолоджувального пристрою, покладеного на дні корпусу, а плунжери водопровідною водою, що подає на них через отвір у трубі. У системі встановлено реле протоки для контролю за проходженням води.

До корпусу КШМ за допомогою двох шпильок прикріплюється плунжерний блок, призначений для всмоктування продукту з поданої магістралі і нагнітання його під високим тиском у гомогенізуючу голівку.

Плунжерний блок включає в себе корпус, плунжери манжетні ущільнення, нижнє, верхнє і передні кришки, всмоктувальні і нагнітальні клапани, сідла клапанів, прокладки, втулки, пружини, фланець, штуцер, фільтр у всмоктуючому каналі блоку. На торцевій площині плунжерний блоку має гомогенізуючу голівку, призначену для виконання двоступеневої гомогенізації продукту за рахунок його проходження під високим тиском через щілину між клапаном і сідлом клапана в кожній системі щаблі. На верхній площині плунжерного блоку закріплена манометрична головка для контролю тиску гомогенізації. Манометрична головка дає можливість ефективно зменшувати амплітуду коливання стрілки манометра.

Манометрична головка складається з корпусу, голки, ущільнення, підтискає гайки, шайби і манометра з мембранним роздільником. У торцевій площині плунжерного блоку з боку, протилежного кріплення гомогенізуючої голівки, розташований запобіжний клапан, який запобігає підвищенню тиску гомогенізації в порівнянні з номінальною. Запобіжний клапан включає в себе гвинт, контргайку, п'яту, пружину, клапан і сідло клапана. На максимальний тиск гомогенізації запобіжний клапан налаштовують, обертаючи притискний гвинт, який впливає на клапан через пружину. Станина гомогенізатора представляє собою литу або зварену конструкцію з швелерів, облітої листовою сталлю. На верхній площині станини встановлено КШМ. В середині на двох кронштейнах шарнірно закріплена плита з розміщеною на ній електричним двигуном. Крім того плита підтримується гвинтами, що регулюють клинових ременів. Станина має чотири регульовані по висоті опори. Бічні вікна станини закриваються знімними кришками. Молоко або молочний продукт подається за допомогою насоса в усмоктувальний канал плунжерного блоку. З робочої порожнини блоку продукт під тиском потрапляє через нагнітальний клапан гомогенізуючої голівки з великої швидкості проходить через лицьовий зазор, утворений між притертими поверхнями гомогенізуючого клапана і його сідлом. При цьому відбувається диспергування рідкої фази продукту. З гомогенізатора продукт направляється по молокопроводу на подальшу переробку або попереднє зберігання.



Мал. 4.2. Клапан гомогенізатора

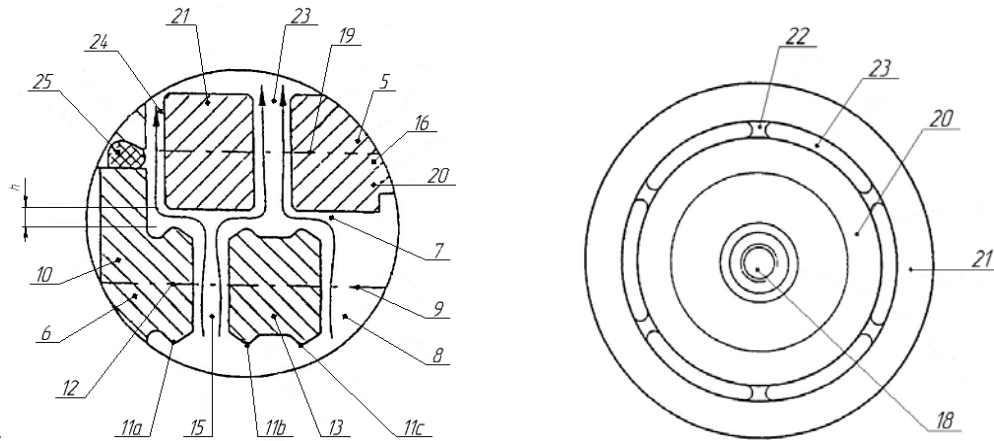
1 - клапан гомогенізатора; 2 - корпус; 3 - впускний отвір; 4 - випускний отвір; 5 - конус клапана; 6 - сідло клапана; 8 - центральний наскрізний витратний отвір для рідини; 16 - елемент конуса клапана; 17 - центральна частина конуса клапана; 18 - гвинт; 25 - герметизуючі ущільнення; 26 - гідравлічний або пневматичний поршень

Як показано на рис. 4.2, клапан 1 гомогенізатора в відповідно до дійсного винаходу складається з корпусу 2, клапана з впускним отвором 3 і випускним отвором 4 для рідини, яка піддається гомогенізації, а також конуса 5 клапана і сідла 6. Конус 5 клапана і сідло 6 клапана розташовані так, що між ними утворено звуження, гомогенизуюча щілина 7.

У кращому варіанті сідло 6 клапана виконано обертово-симетричним і має центральний наскрізний витратний отвір 8 для рідини, яка має бути гомогенізована, який утворює продовження впускного отвору 3 клапана 1 гомогенізатора. Щодо центральної площини 9 сідло 6 клапана виконано так, що воно є однаковим по обидва боки від центральної площини 9, і тому може бути перевернуто в корпусі 2 клапана, що подвоює термін служби сідла 6 клапана. На видаленні у напрямку до бічної поверхні сідло 6 клапана забезпечено кільцем 10, яке виконує ту ж саму функцію, що і компенсатор зносу в звичайних клапанах гомогенізаторів, і тому замінює цей елемент [8]. Усередині кільця 10 сідло 6 клапана має від двох до п'яти підвищень 11. Ці підвищення 11 утворюють один кордон гомогенізуючої щілини 7. Піднесення 11 розташовані концентрично навколо наскрізного витратного отвору 8, і в кращому варіанті здійснення таких підвищень три. Піднесення 11 розташовані так, що підвищення 11а, найбільш близьке до кільця 10, знаходиться на частини 12 сідла клапана, яка повністю прилягає до кільця 10. Піднесення 11b і 11c знаходяться на частини 13, яка прилягає до частини 12 тільки за допомогою вузьких з'єднувальних перемичок 14. Тому між частинами 12 і 13 виконані канали 15 для частини рідини, яка має бути гомогенізована [12].

Як показано на рис. 3.6, підвищення 11 згідно з переважним варіантом здійснення можна виконати з невеликою верхньою площиною, яка розташована під кутом до навколишньої поверхні. Як варіант підвищення 11 можна виконати з більш

широкою верхньою площиною і з прямолінійними межами щодо оточуючих



поверхонь.

Мал. 4.3. Розріз кола А

Рис. 4.4. Вид згори конуса клапана

7 - гомогенізуюча щілина; 9 - центральна площина; 10 - кільце; 11 - піднесення; 12 - частина сідла клапана; 13 - частина; 14 - перемички; 15 - канали для рідини; 19 - центральна площина; 20 - цілісна центральна площина; 21 - центральна частина; 22 - перемички; 23,24 - канали для рідини

Конус 5 клапана, який виконаний обертово-симетричним, зазвичай знаходиться під тиском за допомогою гідравлічного або пневматичного поршня 26, але в більш простому варіанті може бути притиснутий за допомогою регулюючого гвинта, який діє за допомогою пружини. Крім того, конус 5 клапана виконаний з можливістю переміщення, наприклад, за допомогою масла в циліндрі, щоб демпфировать швидкі зміни потоку, які відбуваються в гомогенізованій рідині. Ця гнучкість необхідна для того, щоб управляти змінами потоку, які виникають в поршневих насосах [5].

Конус 5 клапана розміщений в корпусі 2 клапана таким чином, що між конусом 5 клапана і підвищеннями 11 сідла 6 клапана знаходяться концентрично розташовані гомогенізовані щілини 7 висотою h . Сторона конуса 5 клапана, звернена до сідла 6 клапана, утворює другу кордон гомогенізуючої щілини 7. Висоту h гомогенізуючої щілини 7 можна змінювати при зміні тиску і потоку

шляхом переміщення конуса 5 клапана ближче до сідла 6 клапана або далі від нього. У кращому варіанті здійснення сідло 6 клапана має три концентрично розташовані гомогенізовані щілини 7. У кращому варіанті здійснення конус 6 клапана виконаний так, що нижня частина, звернена до сідла 6 клапана, складається з окремого елемента 16, при цьому цей елемент закріплений на центральній частині 17 конуса 5 клапана. Як показано на рис. 3.4, елемент 16 може бути закріплений, наприклад, за допомогою гвинта 18. Щодо центральної площини 19 елемент 16 виконаний таким чином, що він є однаковим по обидва боки від центральної площини 19, і тому може бути повернений, що подвоює термін служби елемента 16 конуса 5 клапана [12]. Як показано на рис. 4.3, елемент 16 конуса 5 клапана виконаний так, що він має цільну центральну частину 20 і частина 21, концентрично оточує цю частину 20 і прилеглу до центральної частини 20 тільки за допомогою вузьких з'єднувальних перемичок 22. Таким чином, між цими частинами 20 і 21 розташовані канали 23 для рідини, яка гомогенізується.

Рідина, яка підлягає гомогенізації, зазвичай молоко, подають в гомогенізатор під тиском приблизно 10 - 25 МПа. Зазвичай молоко має жирність 0,5 - 3,5% і температуру 55 - 80оС.

Як показано стрілками на рис. 4.3, коли рідина, що подається через впускний отвір 3, досягає сідла 6 клапана, вона поділяється, частково в наскрізний видатковий канал 8 і частково в канали 15. Потім рідина проходить через одну з трьох гомогенізуючих щілин 7, де відбувається гомогенізація, і після цього рідина сама розподіляється, частково в канали 23 і частково в канал 24, утворений між конусом 5 клапана і кільцем 10 сідла 6 клапана. Оскільки рідина завжди прагне протікати найбільш простим шляхом, то досягається приблизно однакова рідина через три гомогенізованих щілини 7. Після гомогенізації рідина виходить з клапана 1 гомогенізатора через випускний отвір 4. Висота h щілини зазвичай становить 50 - 200 мкм. При проходженні рідини спостерігається швидке падіння тиску, до 0 МПа, і в цей же самий час швидкість потоку рідини зростає, що призводить до кипіння рідини. Коли рідина проходить щілину 7, її швидкість зменшується, а тиск

знову зростає. Рідина припиняє кипіти, а бульбашки вибухають в рідині. В цілому весь процес відбувається на інтервалі декількох часток секунди і в інтенсивних режимах, коли висока швидкість призводить до зростання турбулентності і кавітації, при цьому частки жиру, які знаходяться в рідині, будуть розщеплюватися на більш дрібні частинки або кульки [13].

Гомогенізовані головки піддавалися тим або іншим мало існуючим змінам, проте, принцип влаштування їх зберігається до цих пір без зміни. Форма робочої поверхні клапана зазвичай плоска, тарілчаста або конусна з невеликим кутом конусності. У гомогенізатора з плоскими клапанами з концентричними рифлами розташовуються такі ж рифли на поверхні сідла.

Отже, форма проходу для молока в радіальному напрямку змінюється, що має сприяти кращій гомогенізації. Рідкий продукт в головку може нагнітатися будь-яким насосом, що володіє рівномірною подачею і здатний створювати високий тиск. Для цієї мети застосовуються багатоплунжерний, ротаційний і гвинтовий насоси. Найбільшого поширення знайшли гомогенізатори високого тиску з трьохплунжерними насосами.

5.Вибір конструкційних матеріалів

Для виготовлення гомогенізаторів, використовуються нержавіючі харчові сталі. Трубопроводи виготовляються з скла, харчових пластмас, харчової гуми. Причому все устаткування піддається мийці холодної та гарячої води з додаванням луку і кислоти. Тому на додаток до сказаного необхідно, щоб матеріали були корозійно стійкими в цих розчинах.

Основні деталі гомогенізатора (корпус, кришка, підстава, кільця-гайки)

виготовляють з поковок або штамповок з нержавіючої сталі. Затяжні кільця мають ліву різьбу, що виключає можливість їх самовідгвинчування.

Виходячи з аналізу характеристик середовища в якому працює клапан та усіх факторів які впливають на працездатність клапана та, враховуючи властивості тих чи інших матеріалів для виготовлення даної деталі, найкраще підходить легована сталь, а саме сталь 12Х18Н9Т ГОСТ 5632-72.

Для деталей з легової сталі характерна мала чутливість до впливу зовнішніх концентраторів напружень при циклічних навантаженнях. Важлива конструкційна особливість легової сталі – прийнятне відношення межі текучості до межі міцності на розтяг.

Інші марки сталі не володіють необхідними властивостями, тож їх використання не є доцільним.

Таким чином, провівши необхідний аналіз можна зробити висновок, що саме конструкційна сталь марки 12Х18Н9Т ГОСТ 5632-72 є найбільш підходящим матеріалом для виготовлення клапана.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Вибір конструкційних матеріалів	190023.Дп.18.05.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 29/89	

6. Вимоги до монтажу експлуатації та ремонту

Монтаж

Надійна і довговічна робота спроектованого обладнання забезпечується тільки за умови суворого дотримання правил експлуатації, своєчасного, якісного і повного проведення технічного обслуговування і ремонтно-профілактичних робіт, передбачених посібником з експлуатації.

Установка й вивірка гомогенізатора. Усі вітчизняні гомогенізатори встановлюють на фундаменті на гумових амортизаторах 2 і 4 (рис. 6.1,) і кріплять до нього фундаментними болтами 1.

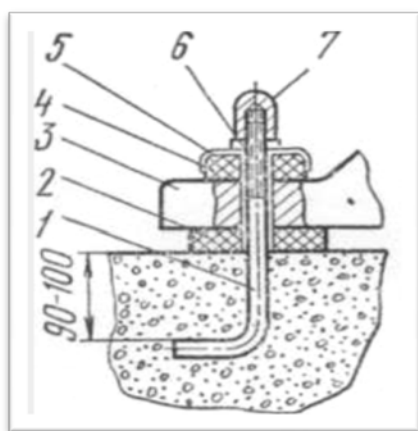


Рис. 6.1 Кріплення до фундаменту :

1 — фундаментний болт, 2, 4 — гумові амортизатори,
3 — лапа станини сепаратора, 5 — металевий ковпачок, 6 — гайка, 7 — контргайка;

Для нормальної й безпечної роботи гомогенізатор повинен бути встановлений так, щоб веретено було строго вертикально, а верхня проточена крайка чаші станини (базова поверхня) — горизонтальна. При невеликих відхиленнях від горизонтальності підтискають гайки 6 фундаментних болтів хрест-навхрест; при більших відхиленнях під нижні амортизатори 2 поміщають сталеві підбивки П образної форми різної товщини.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Вимоги до монтажу, експлуатації та ремонту	190023.ДП.18.06.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 30/89

До робіт по монтажу, наладці обслуговуванню й експлуатації обладнання допускаються особи, що вивчивши матеріальну частину, пройшли інструктаж із техніки безпеки.

Виробничий процес монтажу гомогенізуючого апарату полягає в установці на фундамент (або без нього).

Гомогенізуючий апарат(A1-ОГМ) надходить на монтаж в зібраному вигляді. Він встановлюється на попередньо підготовленому фундаменті і прикріплюється гайками з шайбою до анкерних болтів.

Перед пуском машини перевіряють затяжку болтових з'єднань, контролюють міцність кріплення підшипників; змащують всі необхідні органи машини. Потім включають машину на холостому ході. При роботі машини не повинно бути стукоту, вібрації.

Потім машину короткочасно запускають і в разі її нормальної роботи ставлять на холостий хід на декілька циклів. Після пробного пуску та усунення помічених недоліків приступають до експлуатації.

Експлуатація обладнання

Підготовка до роботи. Залийте в корпус кривошипно-шатунового механізму до середини маслопоказчик заздалегідь профільтроване автотракторне масло АСп-10 Ту38-00127-75.

Відкрийте вентиль подачі води для охолодження плунжерів і перевірте, чи поступає вона на всі три плунжери.,

Відпустите пружини I і II ступенів гомогенізуючої головки настільки, щоб в момент, пуску гомогенізатор працював без тиску. Забезпечте надходження продукту в гомогенізатор. Переведіть рукоятку у автоматичного вимикача на електрошафі в положення «Включено».

Включіть двигун. Перевірте напрям обертання шківів. Вони повинні обертатися проти годинникової стрілки, якщо дивитися на них з боку приводу. Перевірте подачу мастила. Масло-насос повинен забезпечувати стійкий тиск масла в межах від 0,03 до 0,15МПа.

Порядок роботи. Підготувавши гомогенізатор до роботи, натисніть кнопку «Пуск».

За допомогою натискаючих гвинтів гомогенізуючої головки встановіть необхідний тиск гомогенізації.

Обертанням рукоятки нажимного гвинта I ступені, проти годинникової стрілки поступово підвищте тиск гомогенізації I і II ступені гомогенізуючої головки до 75 % робочого тиску. Одночасно з цим голкою манометричної головки відрегулюйте коливання стрілки манометра, яке не повинне перевищувати $\pm 0,1$ МПа.

Потім, обертаючи рукоятку нажимного гвинта II ступені, підвищте тиск до робочого, одночасно перевіряючи і усуваючи надмірне коливання стрілки обертанням голки манометричної головки.

Після регулювання коливання стрілки манометра перевірте, чи не закритий доступ продукту до мембрани манометра. Для цього натискаючих гвинтом II

ступені трохи понизьте тиск гомогенізації, а потім підніміть його до раніше встановленого, — свідчення манометра повинні змінитися.

Під час роботи гомогенізатора рідина не повинна просочуватися через ущільнення повзуна і плунжера, а також через прокладки у всіх приєднувальних місцях.

При тиску понад 25 МПа спрацює запобіжний клапан, про що сигналізуватиме закінчення продукту. При роботі на тиску, близькому до максимального, допускається поява па штуцері клапана крапель продукту.

Групу гомогенізаторів під час роботи може обслуговувати одна людина.

Для зупинки гомогенізатора:

- відпустите пружини I і II ступенів гомогенізуючої головки;
- коли тиск знизиться до нуля, вимкнете електродвигун;
- закрийте крап подачі води, що охолоджує;
- скиньте залишковий тиск в манометричній головці.

Кожну зміну, перед початком і кінцем роботи, промивайте плунжерний блок з гомогенізуючою головкою 1...15 %-ним розчином лужної суміші.

Склад суміші, %:

ідкий натрій NaOH (ГОСТ, 2263-79).....	10
сода, кальційована Na ₂ CO ₃ (ГОСТ 5100-73).....	50
тринатрійфосфат Na ₃ PO ₄ • 12H ₂ O (ГОСТ 201-76).....	35
скло натрієве рідке (водний розчин) Na ₂ SiO ₃ (ГОСТ 13078-81)	

Промивку проводьте в наступній послідовності:

1. Циркуляційним способом прополощіть систему від залишків продукту водопровідною водою протягом 10...15 хв.

2. Промийте лужним розчином при температурі плюс 75...80°C протягом 30...40 хв.

3. Обполосніть теплою водою (плюс 40...50°C) до повного зникнення слідів лужного розчину (по лакмусовому паперу).

Перед зупинкою гомогенізатора на тривалий час ретельно промийте його, пропускаючи через нього гарячу воду до тих пір, поки вода, що виходить, не стане повністю чистою.

Технічне обслуговування. Для нормальної безвідмовної роботи гомогенізатора систематично виконуйте наступні роботи.

Щодня контролюйте рівень і температуру масла в корпусі кривошипно-шатунового механізму. Температура не повинна перевищувати плюс 80°C.

Періодично проводите заміну масла. Перед заливкою масла корпус промийте. Першу заміну "масла проведіть після 200 год. роботи, подальші — через кожних 600 год. Об'єм масла, що заливається, 55 л.

Стежте за тим, щоб плунжери охолоджувалися водою.

Періодично відкривайте кришки плунжерного блоку для огляду деталей, дотичних з продуктом. За наявності залишків продукту видаляйте їх йоржем.

Один раз в місяць проводите повне розбирання плунжерного блоку і гомогенізуючої головки, перевірку придатності ущільнень в колодязях, попарну притертість клапанів і сідел, стан робочої поверхні плунжерів. У разі не придатності деталей проводите їх заміну і притирання.

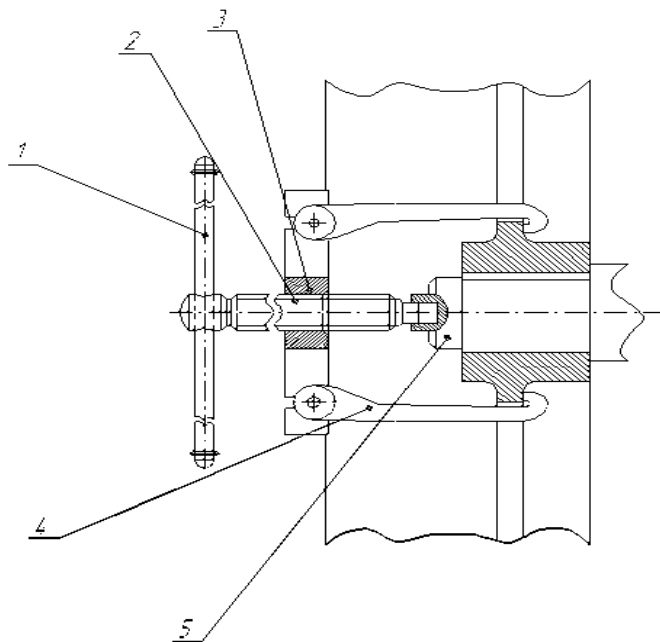
Для очищення фільтру зніміть заглушку з бічного боку плунжерного блоку і вийміть фільтр.

Один раз в три місяці проводите перевірку кривошипно-шатунового механізму. Для чого від'єднайте кришки шатунів, перевірте полягання вкладишів і величину осьового зазору в підшипниках кочення.

слідкувати за тим, щоб масляний резервуар завжди був заповнений мастилом.

Ремонт

При ремонті гомогенізатора доводиться знімати з валів шківів. Щоб уникати поверхневих пошкоджень вала, рекомендується використовувати спеціалізований з'ємник. Під час проведення ремонтних робіт, для полегшення їх проведення застосовують різні спеціалізовані пристрої, такі як універсальний з'ємник, універсальний гідравлічний інструмент, спеціальний ключ для закручування шпильок, спеціальний ексцентриковий ключ для встановлення і знімання шпильок. При зніманні деталей спеціалізованими пристроями сама деталь не пошкоджується, а при застосуванні слюсарних інструментів, наприклад молоток. Удари наносяться на саму деталь і при цьому пошкоджують її. Універсальний з'ємник призначений для швидкого знімання шківів, підшипників кочення, різників втулок. З'ємник представляє собою корпус (поз. 3), до якого приварена гайка з трапецієдальною нарізкою, в гайку вкручений гвинт (поз. 2), який обертається за допомогою руків'я (поз. 1). До корпуса кріпляться дві лапи (поз. 4). Для зменшення пошкодження опорних поверхонь на гвинті встановлено спеціальну подушку (поз. 5). Гвинт змащують густим мастилом типу «Літол-24».



7.Розрахункова частина

Визначення потужності і вибір електродвигуна гомогенізатора А1-ОГМ

Для розрахунку гомогенізатора А1-ОГМ використовуємо наступні вихідні дані:

Молоко 3,2%-ной жирності гомогенізують при температурі 50°C и тиску гомогенізації $\Delta p = 19,7 \text{ МПа}$.

Нехай продуктивність гомогенізатора становить $\Pi = 5000 \text{ л/ч} = 5 \text{ м}^3/\text{ч} = 0,00138 \text{ м}^3/\text{с}$.

Щільність молока 3,2% -ної жирності при $t = 50^\circ\text{C}$ $\rho = 1015,9 \text{ кг/м}^3$.

Масова теплоємність молока 3,2% -ної жирності при температурі 50°C $C = 3966,5 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{град)}$.

Найбільша теоретична швидкість молока, що піддається гомогенізації може бути обчислена за формулою Торрічеллі і складе:

$$v_1 = \sqrt{2g \cdot \frac{\Delta p}{\gamma}} = \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \frac{19,7 \cdot 10^6}{9,966 \cdot 10^3}} = 196,9 \text{ м/с},$$

де $\Delta p = p_2 - p_1$ – тиск гомогенізації, тобто перепад тиску до клапана і після нього, Н/м^2 ; γ – об'ємна вага рідини, Н/м^3 ; $\gamma = \rho \cdot g = 1015,9 \cdot 9,81 = 9,966 \cdot 10^3 \text{ Н/м}^3$.

Висота клапанної щілини h при роботі гомогенізатора нестабільна, а змінюється в широких межах і залежить від витрати рідини через клапан, розмірів клапана, тиску гомогенізації і в'язкості рідини. Для молока 3,2% -ної жирності і заданим витратою вона буде рівною:

$$h = \frac{\Pi}{\pi \cdot d \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \frac{\Delta p}{\gamma}}} = \frac{0,00138}{3,14 \cdot 10 \cdot 10^{-2} \cdot 0,8 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot \frac{19,7 \cdot 10^6}{9,966 \cdot 10^3}}} = 0,02 \cdot 10^{-2} \text{ м} = 0,02 \text{ мм},$$

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа	
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Розрахункова частина	190023.ДП.18.07.ПЗ		
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua Аркуш 36/89

де $\mu = 0,8$ – коефіцієнт витрати при витіканні через клапан; $d = 10$ мм, 10^{-2} м – внутрішній діаметр клапанної щілини.

Число Рейнольдса для потоку гомогенізований молока не залежить від тиску гомогенізації і при роботі зданим продуктів залишається постійним при будь-яких режимах роботи:

$$Re = \frac{\rho \cdot v \cdot d}{\mu} = \frac{196,9 \cdot 2 \cdot 0,02 \cdot 10^{-3}}{1,74 \cdot 10^{-6}} = 4526$$

де $\nu = 1,74 \cdot 10^{-6}$ м²/с – кінематична в'язкість потоку.

Потужність N , необхідну для роботи гомогенізатора, визначають за формулою для розрахунку потужності насосів:

$$N = \frac{P \cdot p_2}{\eta} = \frac{0,00138 \cdot 20 \cdot 10^6}{0,85} = 33 \text{ кВт},$$

де $p_2 = 20$ МПа; $\eta = 0,85$ – механічний ккд гомогенізатора.

За отриманою потужності вибираємо двигун АО2-82-6, $N_{\text{дв}} = 40$ кВт, $n_{\text{дв}} = 980$ хв⁻¹.

Підвищення температури Δt продукту в гомогенізаторе виходить рівним:

$$\Delta t = \frac{N \cdot \eta}{P \cdot \rho \cdot C} = \frac{33 \cdot 10^3 \cdot 0,85}{0,00138 \cdot 1015,9 \cdot 3966,5} = 5,2 \text{ град},$$

де $C = 3966,5$ Дж/(кг·град) – масова теплоємність молока.

Пружина гомогенізуючої головки повинна бути досить жорсткою, щоб забезпечити необхідний тиск гомогенізації.

Задамо індекс пружини $C_{II} = 5$. Розрахуємо поправочний коефіцієнт:

$$k = \frac{4 \cdot C_{II} + 1}{4 \cdot C_{II} - 1} = \frac{4 \cdot 5 + 1}{4 \cdot 5 - 1} = 1,105.$$

Зусилля затяжки визначають за формулою:

$$P = f \cdot p = 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot 19,7 \cdot 10^6 = 61,8 \text{ Н},$$

де $f = \pi \cdot d^2 = 3,14 \cdot 0,001^2 = 3,14 \cdot 10^{-6}$ м² – площа перетину каналу перед клапаном.

На підставі розрахованих значень, можливо, визначити діаметр дроту пружини:

$$d = \sqrt{\frac{8 \cdot k \cdot P \cdot C_{II}}{\pi \cdot [\tau]}} = \sqrt{\frac{8 \cdot 1,105 \cdot 61,8 \cdot 5}{3,14 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ м},$$

де $[\tau]$ – допустиме напруження на кручення приймаємо рівним 50 МН/м^2 .

Середній діаметр витків пружини:

$$D = d \cdot C_{II} = 1,4 \cdot 10^{-3} \cdot 5 = 7 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Середній розмір жирових кульок в діапазоні зміни тиску до 20 МПа визначається за формулою Н. В. Барановського:

$$d_{cp} = \frac{3,8 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{p}} = \frac{3,8 \cdot 10^{-6}}{\sqrt{20 \cdot 10^6}} = 0,85 \cdot 10^{-9} \text{ м}$$

Розрахунок запобіжних клапанів можна звести до визначення прохідного перетину сідла клапана з урахуванням в'язкості оброблюваної рідини. Для маловязких рідин (молоко, соки) діаметр прохідного перетину сідла визначається за формулою:

$$D_c = \frac{\sqrt{\Pi}}{\sqrt[4]{\frac{(p_2 - p_1)}{\delta_e}}} = \frac{\sqrt{0,00138}}{\sqrt[4]{\frac{19,7 \cdot 10^6}{10^3}}} = 0,00031 \text{ м},$$

де δ_e – відношення маси рідини, що перекачується до маси води.

Високий тиск гомогенізації є причиною того, що клапанні гомогенізатори поглинають багато електроенергії і відрізняються великою металоємністю. Щоб зменшити витрату енергії і полегшити конструкцію, за кордоном створені гомогенізатори "низького тиску". Режим їх роботи дозволяє отримати ефект гомогенізації, достатній при виробленні цілісного гомогенізоване молока. Пружина гомогенізуючої головки повинна бути досить жорсткою, щоб забезпечити необхідний тиск гомогенізації, залежне від зусилля P , з яким пружина діє на

клапан. Зв'язок між цим зусиллям, параметрами пружини і виникають в пружині найбільшим дотичним напруженням τ_{max} виражається формулою:

$$\tau_{max} = k \cdot \frac{8PD}{\pi d^3} = 1,105 \cdot \frac{8 \cdot 61,8 \cdot 7 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot (1,4 \cdot 10^{-3})^3} = 444 \text{ Н / м}^2$$

Пружина повинна задовольняти умові $\tau_{max} < [\tau]$. Допустимі напруги на кручення $[\tau]$, які залежать від механічних властивостей матеріалу, коливається в широких межах (300 – 600 Н/м²). Дана умова виконується [1].

Визначення величин характеризують робочий процес плунжерного блоку

При розрахунку гомогенізатора слід враховувати конструкцію і призначення виконавчого механізму плунжерного блоку.

Ідеальна подача Q_u кожного качає вузла плунжерного блоку визначається робочим об'ємом:

$$V_0 = hS = 2rS,$$

де $S = \frac{\pi d_n^2}{4}$ – площа плунжера, $S = \frac{\pi \cdot 0,045^2}{4} = 0,002 \text{ м}^2$

Отже $V_0 = 0,02 \cdot 10^{-3} \cdot 0,002 = 0,0004 \text{ м}^3 = 0,4 \text{ л}$.

$$Q_u = z \cdot V_0 \cdot n_k = 3 \cdot 0,4 \cdot 55 = 67 \text{ л},$$

де частота обертання кривошипа: $n = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{350}{2\pi} = 55 \text{ с}^{-1}$, $z = 3$ – кількість плунжерів.

Дійсна подача: $Q = Q_u \cdot \eta_0 = 67 \cdot 0,7 \approx 46,9 \text{ л}$.

Коефіцієнт подачі:

$$\varepsilon = \frac{Q_u}{Q} = \frac{67}{46,9} \approx 1,4.$$

Так як об'ємні насоси призначені в основному для створення значних збільшень тиску, то збільшенням кінетичної енергії в насосі зазвичай нехтують.

Тому тиск насоса являє собою різницю між тиском $p_2 = 20$ МПа на виході і $p_1 = 0,3$ МПа на вході в нього. $\Delta p = p_2 - p_1 = 20 - 0,3 = 19,7$ МПа

Корисна потужність плунжерного блоку: $N_{пб} = Q \cdot \Delta p = 46,2 \cdot 19,7 = 9$ кВт.

Потужність споживана плунжерним блоком:

$$N_n = N_{об} \cdot \eta_{кп} \cdot \eta_m \cdot \eta_{тм}^4 \cdot \eta_n = 40 \cdot 0,98 \cdot 0,98 \cdot 0,98^4 \cdot 0,92 \approx 33$$
 кВт.

Потужність, споживана плунжерним блоком, не перевищує потужності необхідної для роботи гомогенізатора, отже, потужність розрахована правильно.

Розрахунок основних параметрів кривошипно-шатунного механізму

Переміщення x' плунжера визначається кутом α повороту вала, який називається кутом зустрічі або технологічним кутом. Вибір величини кута впливає на розміри радіуса кривошипа і довжини шатуна, отже, на розміри гомогенізатора. Для гомогенізатори рекомендується приймати $\alpha = 30-45^\circ$. При розрахунку величини x' від лівої мертвої точки закономірність зміни $x' = f(\alpha)$ буде наступною:

$$x' = r + ab - (r \cos \alpha + ab \cos \beta).$$

Зазвичай для отримання закону подачі, близького до моногармоніческому, роблять $ab \geq r$, тому $\cos \beta \approx 1$

$$x' = x = r(1 - \cos \alpha) = \frac{h}{2}(1 - \cos \alpha) = \frac{60}{2}(1 - \cos 30^\circ) = 4$$
 мм,

де $h = 2r$ – повний хід плунжера.

Поточне значення швидкості плунжера:

$$V_n = \frac{dx}{dt} = \left(\frac{h}{2}\right) \sin \alpha \left(\frac{d\alpha}{dt}\right) = \left(\frac{h}{2}\right) \omega \sin \alpha = 30 \cdot 10^{-3} \cdot 350 \cdot 0,5 \approx 5$$
 м / сек,

поточне значення його прискорення:

$$j_n = \frac{dx^2}{dt^2} = h\omega^2 \cos \alpha = 60 \cdot 10^{-3} \cdot 350^2 \cdot 0,866 = 6365,$$

Довжина шатуна визначається по залежності:

$$L_{ш} = \frac{r}{\lambda} = \frac{30}{0,1} = 300 \text{ мм},$$

де $\lambda = 0,1$ – коефіцієнт, що враховує різні технологічні призначення. За ГОСТ 6636-84 «Нормальні лінійні розміри» приймаємо $L_{ш} = 300 \text{ мм}$ [2].

Кут нахилу шатуна до осі циліндра β :

$$\beta = \arcsin(\lambda \sin \alpha) = \arcsin(0,1 \cdot 0,5) = 3^\circ.$$

Динамічний розрахунок кривошипно-шатунного механізму

Для практичних розрахунків досить знати навантаження на шатун $P_{ш}$, діючу вздовж осі шатуна і навантажувальну палець малої головки колінчастий вал,

$$P_{ш} = \frac{P}{\cos \beta} = \frac{P_{ж} + P_{м} + P_{і}}{\cos \beta};$$

де P - сумарна алгебраїчна сила, кг; β - кут повороту кривошипа колінчастого вала; $P_{ж}$ - сила тиску рідини на плунжер, кг; $P_{м}$ - сила тертя в манжета ущільненні, кг; $P_{і}$ - сила інерції при зворотно-поступальному русі, кг.

При максимальному зусиллі $\beta = 0$, тоді $\cos \beta = 1$. Сила інерції в порівнянні з силами, що входять в рівність, настільки мала, що нею можна знехтувати.

Силу тиску рідини на плунжер визначають за формулою: $P_{ж} = \frac{\pi D^2}{4} p$,

де D – діаметр плунжера, см;

Силу тертя поступально рухомих частин умовно приймають постійною, вона спрямована проти руху і змінює свій знак у мертвих точках.

$$P_{ж} = 0,02 \cdot 19,7 \approx 0,4 \text{ кг}.$$

Силу тертя розраховують за рівнянням:

$$P_{м} = \varphi \cdot \pi \cdot D \cdot l \cdot p \approx 0,5 \varphi \cdot l \cdot p = 0,5 \cdot 0,6 \cdot 15 \cdot 19,7 \approx 89 \text{ кг},$$

где $\varphi = (0,6 \div 0,7)$ – коефіцієнт тертя; l – довжина сальника, см.

Мінімальна радіальна величина сальника визначається емпіричною залежністю: $S = K\sqrt{D}$, де K – коефіцієнт, що дорівнює $1,5 \div 2,5$.

$$S = 2\sqrt{0,45} = 1,34 \text{ см.}$$

Довжину сальникової набивки приймають рівною для тиску 20 МПа:

$$l = 10S = 10 \cdot 1,34 = 13,4 \approx 15 \text{ см.}$$

У цьому співвідношенні, чим більше тиск, тим більше довжина набивання сальника.

Підставляємо всі отримані значення в формулу для визначення сумарної алгебраїчної сили:

$$P = 0,4 + 89 = 89,4 \text{ кг.}$$

Навантаження на шатун: $P_{ш} = \frac{89,4}{1} = 89,4 \text{ кг.}$

Колінчастий вал встановлюють в отворах боковин станини в роликових наполегливих підшипниках.

Діаметр вала кривошипа:

$$d_e = \frac{2M_{кр}}{P_n} = \frac{2 \cdot 584}{80} = 146 \text{ мм,}$$

де P_n – навантаження на підшипник, $P_n = 80 \text{ кг/см}^2$.

Округлюємо отримане значення в більшу сторону, тоді $d_e = 150 \text{ мм.}$

Крутний момент на валу: $M_{кр} = 974 \frac{N}{n} = 974 \frac{33}{55} = 584 \text{ кН/м.}$

Колінчастий вал встановлюють в отворах боковин станини в роликових наполегливих підшипниках. За довідником вибираємо підшипники роликові радіально-упорні однорядні 7220 по ГОСТ 27365-87 [3].

За рекомендаціями діаметр опорної шийки шатуна дорівнює $d_{ш} = 100 \text{ мм.}$ У великі роз'ємні головки шатуна укладені бронзові вкладиші.

Розрахунок стержня шатуна

Початкові дані:

Відстань між центрами поршневої і кривошипної головками шатуна $l = 0,135$ м; внутрішній діаметр кривошипної головки шатуна $D = 0,06$ м; внутрішній діаметр втулки поршневої головки шатуна $d_{вт}=0,025$ м; зовнішній діаметр втулки $d= 0,03$ м; зовнішній діаметр поршневої головки шатуна $D_1 = 0,04$ м; найбільша сила, що розтягує, діюча на шатун, $P_{ш} = 199$ Н; найбільша стискаюча сила, що діє на шатун, $P_{ш.с.}=7190$ Н; допустиме напруження матеріалу шатуна $[\sigma] = 100$ МПа; сила інерції обертається частини шатуна $F_{ин} = 310$ Н; матеріал шатуна – сталь 40.

Міцність стержня шатуна перевіряємо за середнім 1 – 1 і мінімального 2 – 2 перетинах рис 3.2.

Напруга розтягування в середньому перерізі (1 – 1):

$$\sigma_p = \frac{P_{ш}}{f_{cp}} = \frac{199}{(2,52 \cdot 10^{-4})} = 0,79 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

де $f_{cp} = 2,52 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ – площа середнього перетину, м^2 (знаходиться за даними розтину 1 – 1).

Сумарні напруги від стиснення і поздовжнього вигину в середньому перетині визначають по емпіричних залежностях:

в площині кочення шатуна

$$\sigma_{cx} = P_{ш.с.} \left(\frac{1}{f_{cp}} + 0,000526 \cdot \frac{l}{I_x} \right) = 7190 \left(\frac{1}{2,52 \cdot 10^{-4}} + 0,000526 \cdot \frac{0,135}{2,1 \cdot 10^{-8}} \right) = 52,8 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

в перпендикулярній площині

$$\sigma_{cy} = P_{ш.с.} \left(\frac{1}{f_{cp}} + 0,000132 \cdot \frac{l_1}{I_y} \right) = 7190 \left(\frac{1}{2,52 \cdot 10^{-4}} + 0,000132 \cdot \frac{0,09}{3,12 \cdot 10^{-9}} \right) = 39,4 \cdot 10^6 \text{ Па},$$

$$\text{де } l_1 = l \frac{(D+d)}{2} = 0,135 - \frac{(0,06+0,03)}{2} = 0,09 \text{ м};$$

I_x – момент інерції середнього перетину (1 - 1) шатуна щодо осі x-x, м^4 :

$$I_x = 2 \left[\frac{b_1 h_2^3}{12} + \frac{b_1 h_2 (h_1 - h_2)^2}{4} \right] + \frac{b_2 (h_1 - 2h_2)^3}{12} = 2 \left[\frac{0,15 \cdot 0,005^3}{12} + \frac{0,015 \cdot 0,005 (0,027 - 0,005^2)}{4} \right] + \frac{0,006 (0,027 - 2 \cdot 0,005)^3}{12} = 2,1 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4;$$

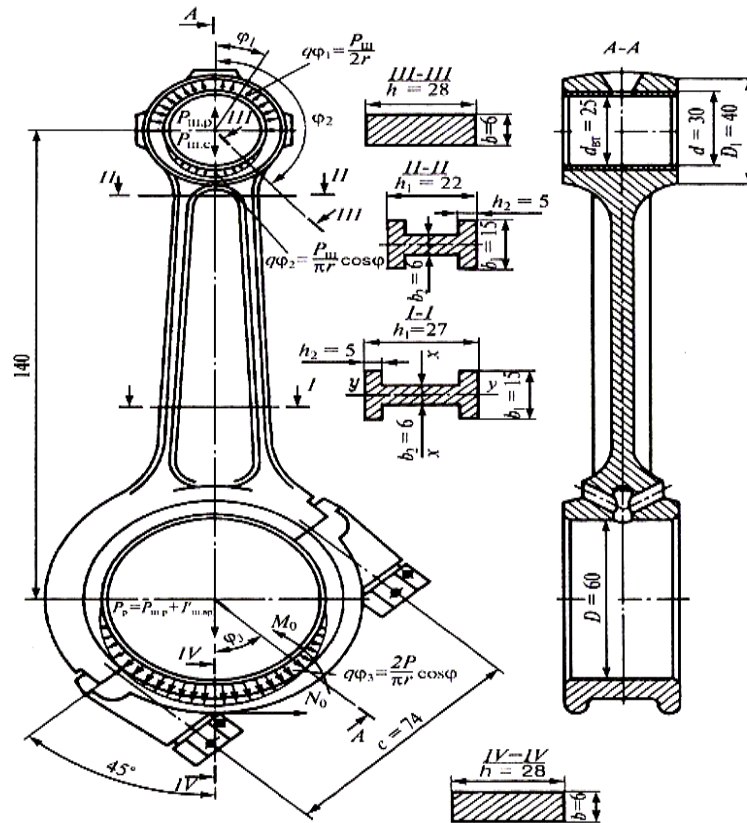


Рис. 7.1. Розрахункова схема шатуна

I_y – момент інерції середнього перетину (1 - 1) шатуна щодо осі y – y , м^4 :

$$I_y = \frac{2h_2 b_1^3 + (h_1 - 2h_2) \cdot b_2^3}{12} = \frac{2 \cdot 0,005 \cdot 0,015^3 + (0,027 - 2 \cdot 0,005) \cdot 0,006^3}{12} = 3,12 \cdot 10^{-9} \text{ м}^4.$$

Напряга стиснення в мінімальному перетині (2 - 2) шатуна, м^2 .

Допустимі напруги для шатунів з вуглецевої сталі $[\sigma] = 100 \text{ Мпа}$ [1].

Запас міцності стрижня шатуна на витривалість:

$$n = \frac{(\sigma_{-1})_p}{\frac{k_\sigma \sigma_\alpha + \psi_\sigma \sigma_m}{\varepsilon_\sigma}},$$

де $(\sigma_{-1})_p = 190 \text{ МПа}$ – межа витривалості матеріалу при симетричному циклі розтягнення-стиснення, Па; $\sigma_{\epsilon} = 613 \text{ МПа}$ – тимчасовий опір матеріалу шатуна, Па; k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень (при оброблених поверхнях $k_{\sigma} = 1$; при необроблених – $k_{\sigma} = 1,30 - 1,35$); $\epsilon_{\sigma} = 0,87$ – коефіцієнт впливу абсолютних розмірів перерізу, що визначається за найбільшим розміром розраховується перетину (рис. 3.2); ψ_{σ} – коефіцієнт, що характеризує чутливість матеріалу до асиметрії циклу (зазвичай $\psi_{\sigma} = 0,05 - 0,20$).

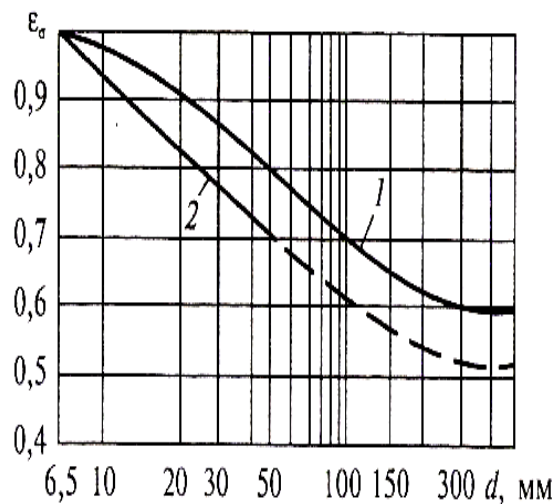


Рис. 7.2. Коефіцієнт впливу абсолютних розмірів ϵ_{σ} для сталей:

1 - вуглецевих; 2 - легированих

Для площині $x-x$:

$$\sigma_{ax} = \frac{(\sigma_p + \sigma_{cx})}{2} = \frac{(0,79 + 52,8) \cdot 10^6}{2} = 26,4 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{mx} = \frac{(\sigma_p - \sigma_{cx})}{2} = \frac{(0,79 - 52,8) \cdot 10^6}{2} = -26,0 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Для площині $y-y$:

$$\sigma_{ay} = \frac{(\sigma_p + \sigma_{cy})}{2} = \frac{(0,79 + 39,4) \cdot 10^6}{2} = 19,7 \cdot 10^6 \text{ Па};$$

$$\sigma_{my} = \frac{(\sigma_p - \sigma_{cy})}{2} = \frac{(0,79 - 39,4) \cdot 10^6}{2} = -19,3 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Запас міцності:

$$n_x = \frac{(\sigma_{-1})_p}{\left[\left(\frac{k_\sigma \sigma_{ax}}{\varepsilon_\sigma} \right) + \psi_\sigma \sigma_{mx} \right]} = \frac{190 \cdot 10^6}{\left[\left(\frac{1,34 \cdot 26,8 \cdot 10^6}{0,87} \right) - 0,2 \cdot 26 \cdot 10^6 \right]} = 5,3;$$

$$n_y = \frac{(\sigma_{-1})_p}{\left[\left(\frac{k_\sigma \sigma_{ay}}{\varepsilon_\sigma} \right) + \psi_\sigma \sigma_{my} \right]} = \frac{190 \cdot 10^6}{\left[\left(\frac{1,34 \cdot 20,1 \cdot 10^6}{0,87} \right) - 0,2 \cdot 19,3 \cdot 10^6 \right]} = 7,2;$$

Перевіримо виконання умови міцності $n \geq [n] \dots (4,3 \geq [n])$

$$n = \frac{n_x n_y}{\sqrt{n_x^2 + n_y^2}} = \frac{5,3 \cdot 7,2}{\sqrt{5,3^2 + 7,2^2}} = 4,3.$$

Умова міцності дотримується (тут $[n] = 2 - 4$ – допускається запас міцності) [1].

Розрахунок клинопасової передачі приводу гомогенізатора

Вихідні дані для розрахунку: передана потужність $P = 33 \text{ кВт}$; частота обертання ведучого (меншого) шківів, $n_{ДВ} = 980 \text{ об/хв}$; передавальні відносини $i_p = 2,76$; ковзання ременя $\varepsilon = 0,01$.

За номограмі залежно від частоти обертання меншого шківів $n_1 = 980 \text{ об/хв}$ і переданої потужності $P = 33 \text{ кВт}$ приймаємо перетин клинового ременя В.

Крутний момент:

$$T = \frac{P}{\omega_{ДВ}} = \frac{33 \cdot 10^3}{102} = 323 \cdot 10^3 \text{ Н / мм}.$$

Діаметр меншого шківів:

$$d_1 \approx (3-4)\sqrt[3]{T} = \sqrt[3]{323 \cdot 10^3} = 205 \dots 274 \text{ мм}.$$

З урахуванням того, що діаметр шківів для ременів перетину В не повинен бути менше 200мм, приймаємо $d_1 = 224$ мм [2].

Діаметр більшого шківів:

$$d_2 = i_p \cdot d_1(1 - \varepsilon) = 2,7 \cdot 224(1 - 0,01) = 598 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_2 = 600$ мм.

Уточнюємо передавальне відношення:

$$i_p = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)} = \frac{600}{224 \cdot (1 - 0,01)} = 2,706.$$

При цьому кутова швидкість вала В буде:

$$\omega_B = \omega_{ДВ} \cdot i_p = 102 \cdot 2,706 = 276 \text{ рад / с.}$$

Розбіжність з тим, що було задано в технічній характеристиці гомогенізатора $\omega_k = 350 \text{ хв}^{-1}$ проте допускається, так як:

$$\frac{350 - 276}{350} \cdot 100\% = 21\% \leq 100\%$$

Отже, остаточно приймаємо діаметри шківів $d_1 = 224$ мм, $d_2 = 600$ мм.

Міжосьова відстань a_p слід приймати в інтервалі:

$$a_{p\min} = 0,55(d_1 + d_2) + T_0 = 0,55(224 + 600) + 13,5 = 466,7 \text{ мм};$$

$$a_{p\max} = d_1 + d_2 = 224 + 600 = 824 \text{ мм,}$$

де $T_0 = 13,5$ мм (висота перетину ременя).

Приймаємо попередньо близьке значення $a_p = 600$ мм.

Розрахункова довжина ременя:

$$L = 2a_p + 0,5\pi(d_2 - d_1) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4} = 2 \cdot 600 + 0,5 \cdot 3,14(224 + 600) + \frac{(600 - 224)^2}{4 \cdot 600} = 2637 \text{ мм,}$$

за стандартом найближче значення $L = 2500$ мм [2].

Уточнене значення міжосьової відстані a_p з урахуванням стандартної довжини ременя L :

$$a_p = 0,25 \left[(L - \omega) + \sqrt{(L - \omega)^2 - 2y} \right] = 0,25 \left[(2500 - 1294) + \sqrt{(2500 - 1294)^2 - 2 \cdot 141376} \right] = 572 \text{ мм},$$

де $\omega = 0,5\pi(d_1 + d_2) = 0,5 \pi(224 + 600) = 1294$ мм; $y = (d_2 - d_1)^2 = (600 - 224)^2 = 141376$ мм.

При монтажі передачі необхідно забезпечити можливість зменшення міжосьової відстані на $0,01 L = 0,01 \cdot 2500 = 25$ мм для полегшення надягання ременів на шків і можливість збільшення його на $0,025 \cdot 2500 = 63$ мм для збільшення натягу ременів.

Кут обхвату меншого шківа:

$$\alpha_1 = 180^\circ C - \frac{d_2 - d_1}{a_p} = 180 - \frac{600 - 224}{572} = 179^\circ C.$$

Коефіцієнт режиму роботи, що враховує умови експлуатації передачі $C_p = 1,1$.

Коефіцієнт, що враховує вплив довжини ременя $C_L = 0,95$.

Коефіцієнт, що враховує вплив кута обхвату $C_\alpha = 0,95$ при $\alpha = 160^\circ C$.

Коефіцієнт, що враховує число ременів в передачі: припускаючи, що число ременів в передачі буде від 4 до 6, прийmemo коефіцієнт $C_z = 0,9$.

Число ременів в передачі:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}$$

де P_0 – потужність, що передається одним клиновим ременем; для ременя перетину В при довжині $L = 2500$ мм, роботі на шківі $d_1 = 224$ мм та $i_p = 2,7$ потужність $P_0 = 8,57$ кВт.

$$z = \frac{33 \cdot 1,1}{8,57 \cdot 0,95 \cdot 0,95 \cdot 0,9} = 5,21,$$

приймаємо рівним $z = 5$.

Натяг вітки клинового ременя

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \xi \cdot v^2 = \frac{850 \cdot 33 \cdot 1,1 \cdot 0,95}{5 \cdot 11,4 \cdot 0,95} + 0,3 \cdot 11,4^2 = 391Н,$$

де швидкість $v = 0,5 \omega_{дв} \cdot d_1 = 0,5 \cdot 102 \cdot 224 \cdot 10^3 = 11,4$ м / с; ξ – коефіцієнт, що враховує вплив відцентрових сил; для ременя з перетином В коефіцієнт $\xi = 0,3$ Н·с²/м².

Тиск на вали визначаємо за формулою:

$$F_B = 2F_0 \cdot z \sin(\alpha/2) = 2 \cdot 391 \cdot 5 \sin\left(\frac{179}{2}\right) = 3911Н.$$

Ширина шківів:

$$B_{ш} = (z - 1) \cdot e + 2f = (5 - 1) \cdot 25 + 2 \cdot 17 = 134\text{мм}.$$

Згідно ГОСТ Р 50641-94 Шківів для звичайних і вузьких клинових ременів ширину шківів залишаємо без зміни [4].

8. Технологія виготовлення деталі

Для виготовлення деталі гайка, беремо заготовку шестигранний пруток ГОСТ 2590-71 зі сталі 45 довжиною 78мм.

Номер операції, переходу	Назва операції, переходів	Назва станка та обладнання
10	Вибір заготовки Обираємо сортовий прокат округлого перетину 58 мм ГОСТ 2590-71 з сталі 45 довжиною 78 мм	Штангенциркуль ГОСТ 166-80 лінійка
20	Токарна	Станок 16К20
20.1	Встановити заготовку 58 мм довжиною 78 мм в патрон	Різець підрізний правий с Т15К6
20.2	Підрізати торець 58 мм начисто	ГОСТ 18868-73
20.3	Точити поверхню до 55 мм на довжину 78 мм начорно	Різець прохідний відігнутий с Т15К6 ГОСТ 18877-83
30	Свердлити отвір 10 мм на глибину 78 мм	Різець відрізний з Т15К16 ГОСТ 18894-73
30.1	Розсвердлити отвір 30 мм	Різець розточний
30.2	Розточити отвір 32 мм під різьбу, зняти фаску 1.645	ГОСТ 18882-73
40	Нарізати різьбу М361,5	Різець різьбовий для

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка	Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Технологія виготовлення деталі	190023.ДП.18.08.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 50/89

	на довжину 76.5 мм	нарізання внутрішньої різьби ГОСТ 1877-83
50	Відрізати заготовку розміром 75 мм	
60	Переустановити заготівку	Патрон само центрований трьохкулачковий ГОСТ 2675-80
70	Розточити фаску 1.645	Штангенциркуль ГОСТ 166-80
80	Фрезерна	Станок 6Т82Г
80.1	Встановити заготовку в патрон	Патрон само центрований трьохкулачковий ГОСТ 1877-83

Розрахунок припусків

Мінімальний припуск на оброблення поверхні двосторонній:

$$2Z_{I \min} = 2(Rz_{I-1} + D_{I-1} + \sqrt{Tnp_{i-1}^2 + E_{yi}^2})$$

Rz_{I-1}, D_{I-1}, Tnp - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарне значення допуску просторових відхилень оброблюваної поверхні на попередньому ступені її оброблення;

E_{yi} - похибка установки заготовки на даному ступені оброблення.

Максимальний припуск на оброблення:

$$2Zi_{\max} = 2Zi_{\min} + T_{I-1} - T_I$$

T_{I-1} - допуск розміру поверхні на попередньому ступені оброблення;

T_I - допуск розміру поверхні на даному ступені оброблення.

Номінальний припуск на оброблення поверхонь:

$$2Zi_{\text{ном}} = \frac{2Zi_{\max} + 2Zi_{\min}}{2}$$

Максимальні припуски служать для визначення зусиль різання під час оброблення, номінальні – для визначення сумарного припуску на оброблення поверхні.

Для виготовлення даного валу обираємо заготовку-штамповку $\varnothing 200$ і шириною 17мм.

Розрахунок загального припуску штампованої заготовки ведемо за розміром $\varnothing 17H6$.

Припуск на чорнове обточування:

190023.ДП.18.00.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
52 / 87

$$2Z_{2\min} = 2(Rz_1 + D_1 + \sqrt{Tnp_1^2 + E_{y2}})$$

Rz_1, D_1, Tnp_1 - відповідно висота мікронерівностей, глибина дефектного шару і сумарна просторова похибка при чистовому точінні.

E_{y2} - похибка устанавлення при чорновому шліфуванні, $Rz_1 = 50$ мкм,

$D_1 = 50$ мкм (17. табл. 8).

Тоді $2Z_{2\min} = 2(50 + 50) = 200$ мкм, $2Z_{2\max} = 2Z_{2\min} + T_1 - T_2$

T_1 - допуск при чорновому точінні, $T_1 = IT12 = 180$ мкм

$$2Z_{2\max} = 200 + 180 - 146 = 234 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1\min} = 2Z_{2\max} + 2Z_{2\min} = 200 + 234 = 434 \text{ мкм.}$$

Загальний припуск:

$$2Z_{\text{сум}} = \sum_1^i 2Zi_{\text{ном}} = 45 + 146 + 434 = 625 \text{ мкм}$$

Приймаємо: $2Z_{\text{сум}} = 650$ мкм = 0.65 мм.

Коефіцієнт використання матеріалу:

$$K_i = \frac{V_{\ddot{a}}}{V_{\xi}}$$

де V_d – об'єм деталі, m^3 ;

V_3 – об'єм заготовки, m^3 ($V_3 = 0.00148 m^3$).

Об'єм деталі визначається за формулою:

$$V_{\bar{a}} = 2\pi^2 r^2 R = 2 \cdot 3.14^2 \cdot 0.025^2 \cdot 0.1 = 0.00123 m^3,$$

де R – радіус деталі, м;

r - радіус отвору, м.

Тоді:

$$K_i = \frac{0.00123}{0.00148} = 0.83$$

20. Токарна

Перехід 20.1. Точити поверхню 58.

Мінімальний припуск на чорнове обточування становить $2Z_{\min} = 0.434$ мм.

Режим оброблення визначають з умови, що знімається максимальний припуск.

$$2Z_{1\max} + T$$

де T – допуск оброблення. Для чорнового точіння $T = IT12 - IT13$.

Приймаємо: IT12= 0.05 мм.

Тоді: $2Z_{1max} = 0.434 + 0.05 = 0.484$ мм.

Глибина різання:

$$t = \frac{2Z_{1max}}{2} = \frac{0.484}{2} = 0.242 \text{ мм.}$$

Вибираємо подачу. Для різців перетином стержня 16x25 при обробленні заготовки зі сталі діаметром до 400 мм при глибині різання до 3 мм рекомендуються подачі 0.6-1.2 мм/об.

Приймаємо: $S = 0.9$ мм/об.

Вибираємо залежність для визначення швидкості різання:

$$V = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} = \frac{150}{T^{0,2} t^{0,15} S^{0,45}}$$

Приймаємо стійкість різця $T = 60$ хв.; $C_v = 153$

Тоді:

$$V = \frac{153}{60^{0,2} \cdot 0.242^{0,15} \cdot 0,9^{0,45}} = 62.4 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_3} = \frac{1000 \cdot 62.4}{3.14 \cdot 58} = 190.3 \text{ об/хв.}$$

Із ряду обертів шпинделя верстата вибираємо ближче менше значення, тоді приймаємо - $n_B = 200$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi d_3 n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 58 \cdot 200}{1000} = 36.42 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

де L – розрахункова довжина оброблення для переходу,

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – довжина оброблення безпосередньо на деталі, $l = 78$ мм;

l_1 – добавка довжини на підвід інструменту до початку різання з механічною подачею,

$l_1 = 2$ мм;

$l_2 = 0$; $l_3 = 0$ для упорного різця з основним кутом у плані $\phi=90^\circ$.

$$L = 78 + 2 = 80 \text{ мм}$$

$$t_{01} = \frac{78}{0.9 \cdot 100} = 0.6 \text{ хв.}$$

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_0 = \sum t_{0i} = 0.6 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_D = t_y + \sum t_{\Delta i}$$

де t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, при закріпленні у оправку $t_y = 0.58$ хв.

Тоді:

$$T_D = 2 \cdot 0.58 + 0 = 1.16 \text{ хв.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_D = 0.6 + 1.16 = 1.77 \text{ хв.}$$

За час на обслуговування робочого місця, перерви, відпочинок і природні потреби:

$$T_{об} + T_{п.п.} = \frac{(2.5 + 4.0)T_{оп}}{100} = \frac{6.5 \cdot 1.77}{100} = 0.11 \text{ хв.}$$

Штучний час:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{п.п.} = 1.37 + 0.11 = 1.48 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{пз} = T_{пз1} + T_{пз2}$$

За час на одержання і здачу документів, пристроїв та інструментів $T_{пз1} = 10$ хв., час на налагодження оброблення в оправці $T_{пз2} = 8$ хв.

$$T_{\text{пз}} = 10 + 8 = 18\text{хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_{\text{к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 1.48 + \frac{18}{500} = 1.516\text{хв.}$$

де – кількість деталей, що виготовляється за місяць ($n = 200$ шт. згідно стандартної програми).

Норма виробітку за годину:

$$N = \frac{60}{T_{\text{к}}} = \frac{60}{1.516} \approx 40\text{деталей}$$

30. Свердлильна.

Перехід 30.1. Свердлити отвір $\varnothing 10\text{H}78$.

Припуск на оброблення під час свердління становить половину діаметра свердла $d_{\text{св}}$, тобто:

$$t = \frac{d_{\text{св}}}{2} = \frac{6.8}{2} = 3.4\text{мм.}$$

Вибираємо подачу. Для сталей з $\sigma_b \leq 800 \text{ МПа}$ при свердленні отворів $\varnothing 10$ рекомендуються подачі 0.13-0.17 мм/об.

Приймаємо $S = 0.15$ мм/об.

Для визначення швидкості різання вибираємо залежність:

$$V = \frac{4d_{\text{CB}}^{0.4}}{T^{0.2}S^{0.5}}$$

Беремо стійкість свердла $T = 15$ хв.

Тоді:

$$V = \frac{4 \cdot 6.8^{0.4}}{15^{0.2} \cdot 0.15^{0.5}} = 12.94 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_{\text{CB}}} = \frac{1000 \cdot 12.94}{3.14 \cdot 6.8} = 605.54 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_b = 710$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi d_{CB} n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 6.8 \cdot 710}{1000} = 15.17 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{01} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – глибина свердлення, $l = 17$ мм;

l_1 – величина на підведення свердла, $l_1 = 2$ мм;

$l_2 + l_3$ – додаток на врізання і перебіг свердла, $l_2 + l_3 = 5$ мм. (1, табл. 48),

$$L = 17 + 2 + 5 = 24 \text{ мм.}$$

$$t_{01} = \frac{24}{0.15 \cdot 710} = 0.225 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\Delta 1} = 0.08$ хв.

Перехід 30.2. Розсвердлити отвір $\varnothing 30$.

Глибина різання:

$$t = \frac{d_{\text{св}} - d_p}{2} = \frac{30 - 6.8}{2} = 11.6 \text{ мм.}$$

Згідно з для розверток з діаметром $d_3 \leq 15$ мм під час оброблення сталей рекомендують подачі 0.6-0.9 мм/об.

Приймаємо: $S = 0.8$ мм/об.

Для визначення швидкості зенкування вибираємо залежність:

$$V = \frac{12.1 d_p^{0.3}}{T^{0.4} S^{0.2} t^{0.65}}$$

Беремо стійкість розвертки $T = 15$ хв.

Тоді:

$$V = \frac{12.1 \cdot 30^{0.3}}{15^{0.4} \cdot 0.8^{0.2} \cdot 0.1^{0.65}} = 49.03 \text{ м/хв.}$$

Необхідна частота обертання шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi d_p} = \frac{1000 \cdot 49.03}{3.14 \cdot 30} = 280.8 \text{ об/хв.}$$

Приймаємо $n_B = 310$ об/хв.

Тоді дійсна швидкість різання:

$$V_d = \frac{\pi d_p n_B}{1000} = \frac{3.14 \cdot 7 \cdot 310}{1000} = 7.8 \text{ м/хв.}$$

Основний час на виконання переходу:

$$t_{02} = \frac{L}{S \cdot n_B}$$

$$L = l + l_1 + l_2 + l_3$$

l – глибина зенкерування, $l = 17$ мм;

l_1 – добавка на підвід інструменту з механічною подачею, $l_1 = 2$ мм;

$l_2 + l_3$ – додаток довжини на врізання і перебіг зенкера, $l_2 + l_3 = 3$ мм.

$$L = 17 + 2 + 3 = 22 \text{ мм.}$$

$$t_{02} = \frac{22}{0.6 \cdot 710} = 0.052 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\Delta 2} = 0.08$ хв.

Перехід 30.2. Зняти фаску $1.6 \times 45^\circ$.

Знімаємо фаску зенкером $\varnothing 10.2$.

Додатковий час на виконання перації: $t_{03} = 0.06$ хв.

Допоміжний час на виконання переходу $t_{\Delta 2} = 0.08$ хв.

Основний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі

$$T_0 = \sum_1^i (t_{01} + t_{02}) = (30 \cdot 0.376) + (30 \cdot 0.06) = 13.08 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на виконання операції:

$$T_D = t_y + \sum_1^i t_{\Delta}$$

t_y – допоміжний час на установлення, кріплення і зняття деталі, $t_y = 0.34$ хв.

Тоді:

$$T_D = 0.34 + (60 \cdot 0.08) = 5.14 \text{ хв.}$$

Операційний час:

$$T_{оп} = T_0 + T_d = 13.08 + 5.14 = 18.22 \text{ хв.}$$

Штучний час становить:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{об} + T_{пп}$$

За час на обслуговування робочого місця $T_{об} = 1,5\% T_{оп}$ і час на відпочинок і природні потреби $T_{пп} = 6\% T_{оп}$.

$$T_{шт} = 18.22 + (0.015 + 0.06) \cdot 18.22 = 19.59 \text{ хв.}$$

Підготовчо-завершальний час:

$$T_{п.з} = T_{п.з1} + T_{п.з2}$$

За $T_{п.з1} = 10$ хв. - час на одержання завдання, пристроїв та інструментів, здачу по закінченні роботи;

$T_{п.з2} = 5$ хв. - час на налагодження установки деталі у пристрої вручну:

$$T_{пз} = 10 + 5 = 15 \text{ хв.}$$

Калькуляційний час на виконання операції під час виготовлення однієї деталі:

$$T_k = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 19.59 + \frac{15}{500} = 19.62 \text{ хв.}$$

Норма виробітку за 1 годину становить:

$$N = \frac{60}{T_k} = \frac{60}{19.62} \approx 3 \text{ деталі}$$

Визначення похибки базування оброблення отвору у кондукторі

Кондуктор для виконання технологічних операцій (30, 30.1 Свердлильна) складається із корпусів 1 і 3 із литою кріпильною втулкою та розміточними отворами (дивись складальне креслення), підшипника 4, швидкозмінних кондукторних втулок 5 і 6 що установлені по посадці з зазором у корпус 3, пружини 13, упора 14 (служить для фіксації кута повороту).

Для закріплення деталі використовуються швидкозмінна шайба 10 і гайка 9.

Для свердління отворів деталь встановлюється на корпус 1, а зверху на неї встановлюється шайба 10, гайка 9 та болт 2. Таким чином відбувається закріплення деталі - установкою швидкозмінної шайби 10 і затягуванням гайки 9.

Розрахунок похибки розмірів та приладу (кондуктора) при свердлінні

При свердлінні отворів за допомогою кондуктора можливо виникнення похибки розмірів $\varnothing 10 \pm 0.3$, $\varnothing 30 \pm 0.3$. Це викликано тим, що швидкозмінні кондукторні втулки 5 і 6 встановлені у корпусі 3 по посадці з зазором (H7/g6).

Допустима похибка розмірів $\varnothing 10 \pm 0.3$; $\varnothing 30 \pm 0.3$ є 0.3 мм. Розрахуємо максимально можливу похибку на ці розміри при свердлінні.

Максимально можлива похибка на розмір $\varnothing 10 \pm 0.3$:

$$\varepsilon_1 = 2(S_{\max 1} + S_{\max 2})$$

де $S_{\max 1}$ – максимальний зазор у з'єднанні втулки 5 з отвором у корпусі; $S_{\max 2}$ – максимальний зазор у сполученні свердла з отвором у втулці.

$$S_{\max 1} = S_{\min 1} + T_{H1} + T_{h1}$$

де $S_{\min 1} = 0.007$ мм – мінімальний зазор з'єднання,

$T_{H1} = 0.027$ мм – допуск на діаметр отвору,

$T_{h1} = 0.013$ мм – допуск на діаметр втулки.

Тоді:

$$S_{\max 1} = 0.007 + 0.027 + 0.013 = 0.047 \text{ мм}$$

$$S_{\max 2} = S_{\min 2} + T_{H2} + T_{h2}$$

де $S_{\min 2} = 0.016$ мм – мінімальний зазору сполученні,

$T_{H2} = 0.022$ мм – допуск на діаметр отвору,

$T_{h2} = 0.011$ мм – допуск на діаметр свердла.

Тоді:

$$S_{\max 2} = 0.016 + 0.022 + 0.011 = 0.049 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_1 = 2(0.047 + 0.049) = 0.196 \text{ мм.}$$

Як бачимо максимально можлива похибка менше допустимої похибки розміру $\varnothing 10 \pm 0.3$.

Максимально можлива похибка на розмір $\varnothing 30 \pm 0.3$:

$$\varepsilon_2 = 2(S_{\max 3} + S_{\max 4})$$

де S_{max3} – максимальний зазор у з'єднанні втулки 6 з отвором у корпусі; S_{max4} – максимальний зазор у сполученні свердла з отвором у втулці.

$$S_{max3} = S_{min3} + T_{H3} + T_{h3}$$

де $S_{min3} = 0.005$ мм – мінімальний зазор з'єднання,

$T_{H3} = 0.027$ мм – допуск на діаметр отвору,

$T_{h3} = 0.009$ мм – допуск на діаметр втулки.

Тоді:

$$S_{max3} = 0.005 + 0.027 + 0.009 = 0.041 \text{ мм}$$

$$S_{max4} = S_{min4} + T_{H4} + T_{h4}$$

де $S_{min2} = 0.010$ мм – мінімальний зазор у сполученні,

$T_{H2} = 0.022$ мм – допуск на діаметр отвору,

$T_{h2} = 0.008$ мм – допуск на діаметр свердла.

Тоді:

$$S_{\max 4} = 0.010 + 0.022 + 0.008 = 0.04 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_2 = 2(0.041 + 0.04) = 0.162 \text{ мм}$$

Як бачимо максимально можлива похибка менше допустимої похибки розміру $\varnothing 30 \pm 0.3$.

Сумарна похибка пристрою:

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4}$$

де ε_3 – похибка спричинена зміщенням осі кондукторної втулки гнізда;

ε_4 – похибка, яка дорівнює ексцентриситету швидкозмінної втулки, $\varepsilon_4 = 0.005$ мм.

$$\varepsilon_3 = \frac{S_{\max} + T_{\text{СП}}}{2} = \frac{0.027 + 0.02}{2} = 0.0235 \text{ мм.}$$

де $T_{\text{СП}}$ – допуск на спрацювання обох поверхонь втулки, $T_{\text{СП}} = 0.02$ мм.

$$\varepsilon_{\Pi} = \sqrt{0.196^2 + 0.162^2 + 0.0235^2 + 0.005^2} = 0.2554 \text{ мм.}$$

9.Опис системи управління

Гомогенізатор має два режими запуску: локальний і віддалений. Локальний запуск гомогенізатора здійснюється за допомогою панелі оператора. Віддалений запуск здійснюється за дискретного сигналу на вході пульта управління. Управління виконавчими механізмами здійснюється як в автоматичному режимі, так і в ручному, причому перемикання між автоматичним і ручним режимами можливо і під час роботи - оператор має можливість під час роботи перевести будь-який виконавчий механізм в ручний режим і керувати ним вручну з панелі оператора.

Управління тиском гомогенізації здійснюється за рахунок регулювання потоку продукту за допомогою регулюючих клапанів першого і другого ступенів гомогенізації. Регулюючим клапаном першого ступеня проводиться початковий набір тиску гомогенізації. Клапаном другого ступеня проводиться остаточний набір тиску гомогенізації і регулювання тиску в процесі роботи гомогенізатора.

На панелі оператора задається час повного ходу клапана першого ступеня гомогенізації, яке визначає швидкість набору тиску першого ступеня гомогенізації. Якщо протягом часу повного ходу клапана першого ступеня гомогенізації тиск гомогенізації не виходить на задану уставку - ініціюється аварія «Аварія тиску першого ступеня гомогенізації», і процес гомогенізації зупиняється.

Управління продуктивністю гомогенізатора здійснюється за допомогою зміни частоти обертання двигуна гомогенізатора через частотний перетворювач. Номінальна частота обертання двигуна задається з панелі оператора.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Опис системи управління	190023.ДП.18.09.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 72/89

АСУ контролює рівень продукту в приймальному баку. Якщо рівень продукту в приймальному баку перевищить значення граничного рівня (уставка задається з панелі оператора), клапани повернення закриваються і зациклюватися гомогенізатор «сам на себе», ініціюється попередження «Високий рівень продукту в приймальному баку». Як тільки рівень продукту опуститься нижче граничного рівня, відкриваються клапани повернення, і гомогенізований продукт надходить в приймальний бак. Для виключення брязкоту датчика рівня активація або вимкнення попередження проводиться з затримкою в 5 секунд.

При натисканні кнопки «Аварійний стоп» ініціюється аварія «Аварійна зупинка», процес зупиняється. Скасування аварії відбувається після того як буде відтиснута кнопка «Аварійний стоп».

АСУ контролює стан аварійного виходу частотного перетворювача двигуна гомогенізатора. При аварії частотного перетворювача формується аварія «Аварія частотного перетворювача», технологічний процес зупиняється. Скасування аварії частотного перетворювача здійснюється з панелі управління частотним перетворювачем, або відключенням живлення пульта управління.

Робота двигуна гомогенізатора контролюється по зворотного зв'язку частотного перетворювача (вихід «робота» частотного перетворювача). Якщо при працюючому двигуні пропадає зворотний зв'язок (знімається сигнал з виходу «робота»), ініціюється аварія «Аварія зворотного зв'язку частотного перетворювача», процес зупиняється. Перевірка зворотного зв'язку частотного перетворювача здійснюється з затримкою 5 секунд, щодо сигналу запуску двигуна.

Автоматика пульта управління контролює справність датчика рівня продукту в приймальному баку і датчика тиску гомогенізації. При виході значення датчика рівня за межі вимірювання ініціюється попередження «Несправність датчика рівня

продукту в приймальному баку», процес не зупиняється. При виході значення датчика тиску гомогенізації за межі вимірювання ініціюється аварія «Аварія датчика тиску», процес гомогенізації зупиняється. При виникненні попереджень і аварій звучить звукова сигналізація.

10.Заходи з охорони праці

Умови праці – це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на здоров'я і працездатність людини в процесі праці. Ці чинники різні за своєю природою, формами прояву, характеру дії на людину. Серед них особливу групу становлять небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Їх знання дозволяє запобігти травматизм і захворювання, створити більш сприятливі умови праці, забезпечивши тим самим його безпеку. Відповідно до ГОСТ 12.0.003-78 ССБТ небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяють за своєю дією на організм людини на наступні групи: фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори, що виникають при експлуатації:

1. Фізичні:

- Рухомі частини машини; шум;
- Вібрація;
- Підвищена напруженість електричного поля; запиленість виробничого приміщення.

2. Психофізіологічні:

- Нервово – психічне перевантаження (включаючи розумове напруження, монотонність праці, емоційні перевантаження);
- Фізичні перевантаження (динамічні та статичні);

Заходи з техніки безпеки. Заходи щодо безпечної експлуатації.

Загальні вимоги безпеки до конструкції виробничого обладнання встановлені ГОСТ 12.2.003-74 «Устаткування виробниче. Загальні вимоги безпеки»

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Заходи з охорони праці	190023.ДП.18.10.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 75/89

Заходи з електробезпеки

Під електробезпекою розуміється система організаційних і технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого і небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики (ГОСТ 12.1.009.76)

Організаційні заходи забезпечуються згідно «Правил улаштування електроустановок» (ПЕУ), «Правил технічної безпеки електроустановок електроспоживачів» (ПТЕ).

Характеристика виробничих приміщень з електробезпеки відповідно до ГОСТ 12.1.009-76:

Приміщення з підвищеною небезпекою, якщо є одна з таких небезпек:

- Вологість (Відносна вологість $> 75\%$);
- Високі температури ($> 35\text{ }^{\circ}\text{C}$);
- Пил;
- Підлоги металеві заземлені, бетонні (можливість стоячи на підлозі торкнутися обладнання).

Заходи захисту від ураження електричним струмом:

- Ізоляція струмоведучих частин;
- Безпечне розташування струмоведучих частин (електрощитова);
- Захисні огороження (Згідно ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ захисне заземлення – електричне з'єднання з землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою);
- Надійне і швидкодіюче автоматичне захисне відключення (час дії 0.1-0.2 і менше);
- Блокування, попереджувальна сигналізація, написи, плакати;
- Захист від статичної електрики.

Заходи з гігієни праці та виробничої санітарії. Повітря робочої зони.

Показниками, котрі характеризують мікроклімат, є:

1. Температура повітря;
2. Відносна вологість повітря;
3. Швидкість руху повітря;
4. Інтенсивність теплового випромінювання.

Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційованими для постійних і непостійних робочих місць. Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні цеху для переробки тютюну згідно ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 10.1 Оптимальні та допустимі норми температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні цеху для переробки молока

Період року	Категорія роботи	Температура, °С				Відносна вологість		Швидкість руху, м/с					
		Допустима				оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних, не більше				
		Верхня межа		Нижня межа									
		На робочих місцях											
постійна	непостійна	постійна	непостійна	оптимальна	Допустима на робочих місцях постійних і непостійних, не більше	Оптимальна, не більше	Допустима на робочих місцях постійних і не постійних, не більше						
Холодний	а	8-20	3	4	7	5	0-60	4	5	7	0.2	3	0.
тепліший	а	1-23	7	9	8	7	0-60	4	5	6 (при 26°С)	0.3	2-0.4	0.

Вентиляцію, повітряне опалення проектують для забезпечення допустимих метеорологічних умов і чистоти повітря в обслуговуваній зоні приміщення (згідно СНиД 2.04.05-86)

Кондиціювання		Вентиляція	
лас	Виробниче приміщення		
I	Цех з переробки соняшника	3 штучними спонукання	Виробничі цехи

Виробниче освітлення

Виробниче освітлення забезпечує психологічний комфорт, попереджає розвиток зорового і загального стомлення, виключає професійне захворювання, сприяє збільшенню продуктивності праці.

У виробничому приміщенні передбачено робоче освітлення. Для нього використовують світильники ПВЛ-1, ЛТБ і ЛХБ – для виробничих приміщень.

Для аварійного та евакуаційного освітлення передбачено використання світильників марки ЛХБ-30, ламп розжарювання і люмінесцентних ламп.

Таблиця 10.2

Норми освітлення в цеху з переробки молока згідно СНиД 23.05-95

Виробниче приміщення	Розряд зорової роботи	Природне бічне освітлення	Штучне ЄП, ЛК	
			Загальне	Комбіноване
Цех з переробки соняшника	Середній точності IV	1.5	200	400

Виробничий шум та вібрація

Шумом називається всякий небажаний для людини звук або сукупність звуків і являє собою хвильові коливання пружного середовища. Шум викликає роздратування, послаблює увагу, призводить до стомлення, погіршує пам'ять, викликає головні болі, змінює ритм дихання і серцеву діяльність, сприяє зниженню слуху і гостроти зору.

Захист від шуму слід виконувати відповідно до СН 2.2.4/2.1.8.582-96.

Нормованої характеристикою постійного шуму є рівні звукових тисків октанових смужок.

Таблиця 10.3

Гранично допустимі рівні на робочих місцях (ПС-75)

	Середньгеометричні частоти октанових смуг, Гц								
ПДУ	1.5	3	2	80	00	000	000	40	8
дБ	07	5	7	2	8	5	3	71	6

Вібрацією називається механічні коливання, що створюється або відчуються якимось механізмом або тілом. Вібрація передається людині або безпосередньо від джерела вібрації, або за елементами конструкцій будівель, споруд, машин механізмів.

Гранично допустимі рівні вібрації

Таблиця 10.4.

Гранично допустимі рівні вібрації

Види вібрації	Середньоквадратичні значення віброшвидкості, м/с											
	10-2											
	Логарифмічні рівні віброшвидкості дБ в активних смугах середньо геометричними частотами, Гц											
Частота, Гц					6	1,5	3	25	50	00	000	
На постійних робочих місцях		.3	.4	.2	.2	.2	Базові частоти вібрації загальні, локальні.					
У виробничих приміщеннях підприємства												

Заходи щодо зниження шуму і вібрації:

- Установка машин на фундамент;
- Використання у вигляді вібропоглиначем амортизаторів, гумових.

Вибухопожежобезпека цеху

Таблиця

10.5.

Класифікація вибухонебезпечних зон (згідно ПЄУ)

Зони класу небезпеки	Виробниче приміщення
I клас	
Приміщення, в яких при нормальній експлуатації вибухонебезпечні суміші горючих газів або парів ЛЗР з повітрям не утворюються, а можливі тільки в результаті аварій або несправностей.	Цех переробки тютюну
II клас	
Приміщення, в яких виділяються горючі пил або волокна з нижнім концентраційним межею займання більш 65 г/м^3 до обсягу повітря.	Цех переробки тютюну

Для ефективного гасіння пожежі передбачена автоматична сигналізація. Розробляється план евакуації людей і матеріальних цінностей. Встановлюються вогнегасники, різні засоби пожежогасіння пожежний внутрішній і зовнішній водопровід, вода, пісок, вуглекислий газ.

190023.ДП.18.00.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
80 / 87

Пропозиція щодо покращення умов праці

- 1) Забезпечити надійну ізоляцію поверхонь устаткування та забезпечити подачу свіжого повітря за допомогою вентиляційної системи;
- 2) Для запобігання травмування та виникнення травмонебезпечних ситуацій потрібно утримувати обладнання у справному стані;
- 3) Максимальний механізувати та автоматизувати виробничі процеси;
- 4) Оптимізувати метеорологічні умови у приміщеннях за допомогою вентиляції і кондиціонування повітря;
- 5) Раціоналізація режими праці та відпочинку;

Забезпечити контроль за використання засобів індивідуального та колективного захисту, спецодягу і спецвзуття.

11.Охорона довкілля

Мета охорони довкілля — протидія негативним змінам у довкіллі, які мали місце в минулому, відбуваються зараз або можуть бути.

Включає охорону атмосферного повітря, вод суші та вод Світового океану, земель, флори і фауни, геологічного середовища.

Людину оточують земний ґрунт, повітря, водоймища, рослини, звірі, птахи, риби, мікроорганізми, тобто об'єкти природного походження і створені ними екологічні системи. Природні об'єкти утворюють поля, ліси, гори, ріки, озера, моря, океани, континенти. Це оточення зветься природним середовищем. В ньому переважно діють закони природного розвитку — фізичні, хімічні, геологічні, біологічні. В ньому відбуваються дощі, бурі, землетруси, виверження вулканів, тектонічні дислокації тощо. Природними об'єктами також є космічні об'єкти — сонце, місяць, планети, зірки, комети, астероїди. Сонце і місяць викликають припливи і відпливи води, а також відповідний рух земної кори. Сонце живить енергією всі біологічні об'єкти, а також спричиняє переміщення повітряних мас, внаслідок чого на Землі змінюється рельєф, відбувається кругообіг води і біологічних речовин. Фактично вся енергія, яку використовувала і використовує людина, за винятком ядерної, є трансформованою і накопиченою на Землі за мільярди років сонячною енергією. Метеорити, що падають на Землю, спричиняють не лише локальні, а й глобальні катаклізми. Атмосфера — це газова оболонка Землі, яка обертається разом з нею є одним з найважливіших природних ресурсів, без якого життя на Землі було б абсолютно неможливим. Атмосферний кисень O_2 , необхідний для дихання людей, тварин, переважної більшості рослин і мікроорганізмів. Організму людини і тварин необхідний постійний приплив кисню.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа		
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Охорона довкілля	190023.ДП.18.11.ПЗ			
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 83/89

Основне джерело утворення кисню — це фотосинтез зелених рослин. Підраховано, що рослини за рік виділяють в атмосферу близько 70 млрд. т кисню. Близько 80% всього кисню в атмосферу постачає морський фітопланктон, 20% виробляє наземна рослинність. Вуглекислий газ — обов'язковий компонент фотосинтезу рослин. Він надходить в атмосферу внаслідок виверження вулканів, розпаду органічних речовин, дихання живих організмів, виділення з поверхні теплих океанів, а витрачається атмосферою на фотосинтез рослин, розчинення в холодній воді океанів, перетворення силікатів вивітрюваних гірських порід у карбонати. Рослини за рік поглинають близько 100 млрд. т оксиду вуглецю, тобто близько 6% усього наявного вмісту його в атмосфері. Важливим фактором стабілізації вмісту оксиду вуглецю є світовий океан, у водах якого розчинено принаймні в сто разів більше оксиду вуглецю, ніж його є у всій атмосфері. З основних компонентів атмосфери найбільше змінюється вміст у повітрі водяної пари. Вміст водяної пари в атмосфері визначається співвідношенням процесів випарювання, конденсації і горизонтального перенесення. Водяна пара — це джерело утворення хмар, туманів, опадів. Наявні в атмосфері водяна пара і діоксид вуглецю захищають земну поверхню від надмірного охолодження, створюючи так званий парниковий ефект: якби не було атмосфери, то середня температура поверхні земної кулі була б не +15, а - 23 °С. Атмосфера регулює теплообмін Землі з космічним простором, впливає на її радіаційний та водяний баланс. Одним з найважливіших факторів, що визначають стан атмосфери, є її взаємодія з океаном, процеси газообміну і теплообміну між ними суттєво впливають на клімат Землі. Великий вплив на життєдіяльність людини мають процеси, які відбуваються на Сонці. Виплески сонячної активності розігривають зовнішні шари атмосфери Землі, змінюють їх густину і хімічний склад, могутні потоки заряджених частинок і випромінювань проникають в атмосферу, «переколючують» всю повітряну оболонку. Від цього

змінюється і погода, і реакція на її зміни в організмі людини. Гідросфера (грец. hydro — вода, sphaïra — куля) — це водяна оболонка Землі, яка вкриває 70% поверхні земної кулі і до якої належать океани, моря, озера, ріки та льодовики, в яких вода перебуває у твердому стані. Вода є основою існування життя на Землі. Для величезної кількості живих організмів, особливо на ранніх етапах розвитку біосфери, вода була середовищем зародження та розвитку. Без води неможливий фотосинтез, який відбувається в зелених рослинах і лежить в основі біологічного кругообігу речовин на нашій планеті. Вода — своєрідний мінерал, який забезпечує існування живих організмів на Землі. Живі організми на 60—98% складаються з води, і всі їхні життєві функціональні процеси пов'язані з водою. Обмін речовин в організмах можливий лише за наявності води, бо майже всі хімічні, колоїднохімічні та фізіологічні процеси відбуваються у водних розчинах органічних та неорганічних речовин або за обов'язкової участі в них води. Процеси травлення і засвоєння їжі у травному каналі та синтез живої речовини в клітинах організмів відбуваються виключно у рідкому середовищі. Без води людина може прожити не більше п'яти діб. Для більшості людських потреб придатна не будь-яка вода, а прісна — з вмістом мінеральних солей до 1 г/л. Незважаючи на величезні обсяги гідросфери (16 млрд. м³ води), прісні води становлять менше 3% її об'єму. Доступною для використання є лише невелика частка прісних вод, що зосереджена у прісноводних озерах, водосховищах, річках та підземних водоносних горизонтах. Забезпеченість річковою водою України дуже мала. Цей дефіцит річкової води доводиться надолжувати використанням підземних вод, яких у нашій країні чималий запас. Головним джерелом річкової води в Україні є Дніпро, а також Дністер, Південний Буг, Тиса, Прут, малі річки (їх налічується понад 63000). Зовнішня тверда оболонка Землі, яка включає земну кору з частиною верхньої мантії Землі і складається з осадових, вивержених і метаморфічних порід, називається літосферою. Товщина літосфери на континентах і під океанами різниться і становить в середньому відповідно 25-200 і 5—100 км. Переважна частина земної поверхні — це рівнини континентів і океанічного дна. Основна

190023.ДП.18.00.ПЗ

Інд. змін.

Дата видання

Мова
UA

Аркуш
84 / 87

частина літосфери складається з вивержених магматичних порід (95%), серед яких на континентах переважають граніти, а в океані — базальти. Літосфера є середовищем усіх мінеральних ресурсів, одним з основних суб'єктів антропогенної діяльності людини. У верхній частині континентальної земної кори розвинені ґрунти, значення яких для людини важко переоцінити. Ґрунт — органічно-мінеральний продукт багаторічної спільної діяльності живих організмів, води, повітря, сонячного тепла та світла. Ґрунти виникли разом із живою речовиною і розвивалися під впливом діяльності рослин, тварин і мікроорганізмів, доки не стали дуже цінним для людини родючим субстратом.

Висновок

У цьому випускний кваліфікаційної роботи детально розглянуто механізм процесу гомогенізації, який є одним з факторів, що впливають на якість продукту, що виробляється - його однорідність. Розглянуто конструкція двоступеневого гомогенізатора А1-ОГМ, його складові елементи.

Гомогенізатор двоступеневого стиснення типу А1-ОГМ, має ряд істотних конструктивних особливостей:

- привід з електродвигуном гомогенізатора розташовується всередині станини;
- двоступенева гомогенизуюча головка;
- є фільтр для змащення, системи попередньої мастила і охолодження змащуючого масла;

В даний час гомогенізатор А1-ОГМ має найбільшу продуктивність з усіх гомогенізатори двоступеневого стиснення.

Зроблено розрахунок величин, що характеризують робочий процес плунжерного блоку, розрахунок основних параметрів кривошипно-шатунного механізму, розрахунок на міцність найбільш навантажених вузлів, розрахунок клинопасової передачі приводу, а також на підставі кінематичного розрахунку був обраний електродвигун.

Відповідальна організація НУХТ	Технічне узгодження Вересоцький Ю.І.	Вид документа Пояснювальна записка		Статус документа			
Власник документа НУХТ	Розробник документа Година В.Р.	Назва, додаткова назва Висновок	190023.Дп.18.00.ПЗ				
	Документ затверджено Мирончук В.Г.		Інд. змін.	Дата видання	Мова ua	Аркуш 87/89	

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Антипов С.Т., Кретов И.Т., Остриков А.Н. Машины и аппараты пищевых производств. М.: высш. шк., 2001. – 703 с.
2. Бредихин С.А., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. М.: Колос, 2003. – 400 с.
3. Острикова А.Н. Обработка жидкостей и суспензий в молочной промышленности. СПб.: ГИОРД, 2012. – 148 с.
4. Николаев Б.Л., Николаев Л.К. Оборудование для обработки жиросодержащих молочных продуктов. СПб.: высш. шк., 2014. – 226 с.
5. Никитина Е.В., Гладун А.А. Совершенствование процесса гомогенизации пищевых продуктов. Тула: ТулГУ, 2011. – 206 с.
6. Никитина Е.В., Гладун А.А. Процесс гомогенизации молока. Тула: ТулГУ, 2011. – 300 с.
7. Твердохлеб Г.В., Романаускас Р.И. Химия и физика молока и молочных продуктов. М.: высш. шк., 2006. – 361 с.
8. Кавецкий Г.Д., Касьяненко В.П. Процессы и аппараты пищевой технологии. М.: Колос, 2008. – 591 с.
9. Новак С.М., Логвинец А.С. Защита от вибрации и шума в строительстве: Справочник. К.: Будівельник, 1990. -184 с.
10. В.Ц. Жидецкий, В.С. Джигирей “Основы охорони праці” – Вид. 2-е, стереотипне. – Львів: Афіша, 2000. – 348 с.
11. Прокопенко В.І. Трудове право України: Підручник. – Х.: Фірма “Консум”, 1998. – 480 с.
12. Шеляков О.П. Охорона праці: Навчальний посібник для студентів ВУЗів К. – 1999. 230 с.
13. Осокин В.В., Сорока І.В. Охорона праці – Донецьк 1997 – 458с.
Закон України «Про охорону праці». – К.: 1993-40 с.