

Міністерство освіти і науки УКРАЇНИ
Одеський національний технологічний університет
Кафедра «Технологічного обладнання, машинобудування та безпеки
життєдіяльності»



ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
на тему «Модернізація насосу для в'язких продуктів»

Здобувач Яблуновський Д.О.

IV курсу, групи ПМ 40

Керівник: проф. Ватренко О.В.

Кваліфікаційна робота допускається до захисту

Рішення кафедри від _____ 20____ р., протокол № ____.

Завідувач кафедри ТОМтаБЖД

Олег ГАПОНЮК

Одеса - 2026

ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут	Навчально-науковий інститут зернового, переробного і хлібопекарського бізнесу ім. К.А. Богомаза
Кафедра	Технологічного обладнання, машинобудування та безпеки життєдіяльності
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Спеціальність	G9 «Прикладна механіка»
Освітня програма	«Інженерна механіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри Олег Гапонюк

«___» _____ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА Яблуновського Дениса Олександровича

1. Тема роботи «Модернізація насосу для в'язких продуктів». Затверджена наказом університету № 572-03 від 21.10.2025 р.
2. Термін здачі здобувачем закінченої роботи 10.06.2026 р.
3. Вихідні дані роботи: продуктивність насосу $Q=1,2 \text{ дм}^3/\text{с}$, продукт – сік томатний з м'якоттю.
4. Перелік питань, які потрібно розробити: Опис технологічного процесу перекачування томатного соку з м'якоттю. Машинне оформлення технологічного процесу. Критичний огляд літератури по перекачуванню в'язких продуктів. Обґрунтування вибраної конструкції. Технічне завдання. Технічний проєкт: технологічний розрахунок, кінематичний розрахунок, силовий розрахунок, розрахунок на міцність. Висновки. Охорона праці.
5. Графічний матеріал. Загальний вигляд насосу – 2 листа. Механізм кривошипно-шатунний – 2 листа. Вал колінчастий – 1 лист. Деталювання – 1 лист.

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх

Розділи	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1-4	Проф. Ватренко О.В.		
Розділ 5	Доц. Рєзнік К.В.		

7. Дата видачі завдання: 20.02.2026 р.

Керівник _____ Ватренко О.В.

Завдання прийняла

до виконання _____ Яблуновський Д.О.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання	Примітка
1.	Збір матеріалів до проєкту. Реферат та вступ. Загальний вигляд насосу.	З 20.02.26 р. до 15.03.26 р.	
2.	Опис технологічного процесу та його машинне оформлення. Загальний вигляд.	З 15.03.26 р. до 20.04.26 р.	
3.	Критичний огляд існуючого обладнання та патентний пошук. Механізм кривошипно- шатунний.	З 20.04.26 р. до 10.05.26р.	
4.	Обґрунтування вибраної конструкції. Технічне завдання. Деталювання.	З 20.04.26 р. до 10.05.26 р.	
5.	Технічний проєкт та техніка безпеки. Специфікації	З 10.05.26 р. до 30.05.26р.	
6.	Оформлення роботи та рецензування.	З 30.05.26 р. до 10.06.26 р.	

Здобувач-дипломник _____ Яблуновський Д.О.

Керівник роботи _____ Ватренко О.В.

Несу відповідальність за ідентичність електронного та друкованого варіантів кваліфікаційної роботи, даю згоду на обробку персональних даних та не заперечую проти розміщення кваліфікаційної роботи на офіційних web-ресурсах ОНТУ.

Підтверджую, що в кваліфікаційній роботі відсутні порушення норм академічної доброчесності.

Здобувач-дипломник _____ Яблуновський Д.О.

Зміст

Вступ.....	3
Реферат.....	5
1. Технологічний процес, вимоги до сировини і готової продукції.....	6
1.1. Виробництво соків в Україні.....	7
1.2. Харчова цінність томатного соку.....	10
1.3. Характеристика сировини для виробництва томатних соків.....	13
1.4. Опис технологічного процесу.....	16
1.2. Машинне оформлення технологічного процесу.....	20
2. Критичний огляд літератури.....	24
3. Технічне завдання.....	34
4. Технічний проєкт.....	45
4.1. Технологічний розрахунок.....	45
4.2. Кінематичний розрахунок.....	46
4.3. Силовий розрахунок.....	47
4.4. Розрахунки на міцність.....	48
5. Охорона праці.....	55
Література.....	62
Додатки.....	

					<i>A9-KФK 00.00.000 ПЗ</i>			
<i>Змін.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Модернізація насосу для в'язких продуктів</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Яблунівський</i>						
<i>Перевір.</i>		<i>Вотренко</i>						
<i>Н. Контр.</i>								
<i>Затверд.</i>		<i>Гапонюк</i>						
						<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
							2	62
					<i>КРБ.ТОМта БЖД.1.572-03.3.5</i>			

Вступ

Насоси входять у лінії виробництва більшості харчових продуктів, особливо рідких (соки, вина, молочні продукти, напої) та в'язких (соки з м'якоттю, пюре, згущене молоко та ін.). Насоси застосовуються для механізації виробничих процесів пов'язаних і транспортуванням харчових продуктів у межах виробничих приміщень і на навантажувально-розвантажувальних майданчиках для перекачування продуктів між резервуарами, або для прокачування продуктів через апарати в технологічних лініях їх переробки.

Завдяки розвитку харчової промисловості збільшується випуск харчової продукції, автоматизуються виробничі процеси, що вимагає широкого застосування різних типів насосів. Вибір насоса залежить від властивостей продукту та особливостей технологічного процесу його виробництва. Правильний вибір має велике значення для покращення необхідних умов виробництва різноманітних харчових продуктів.

Трапляється так, що в процесі експлуатації насоси працюють в режимах, які відрізняються від їхніх технічних паспортних характеристик. У таких та інших випадках необхідно визначити продуктивність, напір та інші параметри насосів.

Насос для перекачування густих мас марки А9-КФК продуктивністю 1,2 дм³/с призначений для перекачування густих мас (томатного соку, дитячого пюре і т. п.).

Стабільність роботи і задана продуктивність насоса досягається за рахунок: рівномірності завантаження насоса продуктом відповідної якості,

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		3

До експлуатації слід допускати насоси, що відповідають кліматичній умові УХЛ категорії розміщена А по ДСТУ ГОСТ 15150-99.

Область використання - підприємства консервної промисловості і цехи малої потужності по виробництву соків.

					A9-KΦK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Реферат

Насос для перекачування густих мас марки А9-КФК продуктивністю 1,2 дм³/с призначений для перекачування густих мас (томатного соку, дитячого пюре і т. п.).

Сталість роботи і задана продуктивність насоса досягається за рахунок: рівномірності завантаження насоса рідиною, що відповідає якості рідини, використання в умовах експлуатації що відповідають кліматичним умовам УХЛ категорії розміщення А по ГОСТ 15150-99

Область використання - підприємства консервної промисловості і цехи малої потужності з виробництва соку.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Технологічний процес, вимоги до сировини і готової продукції

Насоси - це гідравлічні машини, призначені для переміщення рідин і наданні їм енергії. При роботі насоса механічна енергія електродвигуна, з урахуванням витрат, перетворюється на потенційну і кінетичну енергію потоку рідини.

Насоси переміщують рідину по трубопроводах, перекачують рідину з однієї місткості в іншу, у межах цеху або підприємства, нагнітають рідину під тиском апарату.

До насосів, вживаних в харчовій промисловості, пред'являють наступні вимоги:

- деталі насоса, які контактують з продуктом, мають бути виготовлені з інертних до харчових продуктів матеріалів;
- конструкція насосів повинна передбачати мінімальну механічну дію на перекачуваний продукт; рівномірну подачу; зручні і легкі приєднання до трубопроводів, гладкі внутрішні поверхні, легке і швидке розбирання і складання, мінімальні габарити і масу;
- виконання гігієнічних норм з сучасними умовами технічної естетики;
- установка насоса на підлозі приміщення має бути простою і зручною для швидкого переміщення насоса.

У кожній сфері описані тільки ті різновиди кожного типу насоса, які найширше застосовуються в ній. У масло - жировий і спиртових сферах харчової промисловості насоси не отримали широкого застосування для технічних цілей. Разом з вітчизняними насосами застосовуються і насоси зарубіжного виробництва.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1. Виробництво соків в Україні

Соки займають важливе місце в харчуванні. Минули часи, коли соки вважалися особливими продуктами, такими собі десертними блюдами, які можна вживати, але без них можна обійтися.

Глибокі багаторічні дослідження багатьох наукових установ по всьому світу дають можливість ученим переконливо заявити, що фрукти самі по собі є найважливішими й досить цінними продуктами харчування, а соки, які з них отримують, містять майже всі цінні компоненти свіжих плодів. Всі ці речовини при одержанні соків у різний спосіб практично повністю переходять у них, тоді як у відходах залишаються неістотні складові частини фруктової та овочевої сировини.

Наука внесла виправлення в ці висновки. Дослідження показали, що у відходах сокових виробництв разом з дійсно непотрібними для людському організму компонентами сировини - шкіркою, грубою клітковиною - утримуються вітаміни, деякі барвні, ароматичні й інші компоненти, якими не можна нехтувати.

Завдяки цим дослідженням виникла технологія одержання соків з м'якоттю. Такі соки промисловість виробляла й раніше, але в досить обмеженому асортименті. Зараз соки з м'якоттю роблять із багатьох видів фруктів та овочів і від цього виграють усі - і споживачі, які отримують повноцінні продукти харчування в широкому асортименті, "на будь-який смак", і промисловість, яка отримала більше можливостей використання фруктової та овочевої сировини.

Виробництво соків в наш час перетворилося в одну з найголовніших галузей харчової промисловості в багатьох країнах світу, що володіють

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відповідними сировинними ресурсами. Обсяги виробництва сокової продукції швидко ростуть, асортимент соків щорічно розширюється.

Україна займає одне із провідних місць у світі як за обсягом виробництва соків, так і за оснащеністю підприємств і застосуванню на них сучасної прогресивної технології.

За останні роки ситуація на магазинних полицях змінилася кардинально: вибір став значно більше, упаковка - зручніше і естетичніше, і технологія промислового виробництва тепер зовсім інша.

Велика кількість різноманітної продукції на ринку соків, а також зростання вимогливості українського споживача привели до того, що переконати покупця придбати продукт тієї чи іншої ТМ стає все складніше. Тому виробники активно зайнялися експериментами з сортами: мікси «Яблуко-чорниця», «Яблуко-гранат-виноград», «Мандарин-яблуко», «Яблуко-малина», «Яблуко-буряк» та безліч інших.

Особливістю вітчизняного ринку соків є домінування національного виробника. Імпортовані соки на полицях магазинів - явище не дуже популярне, в першу чергу, через те, що такі соки дорожчі, однак на даний момент спостерігаємо тенденцію до зростання частки імпорту на ринку. У той же час обсяги експорту досить високі, що свідчить про затребуваність нашого продукту за кордоном. Особливо затребуваним є яблучний концентрат.

Фактори впливу:

- 1. Сировина. Україна має великі потужності вирощування фруктів та овочів, з яких виготовляє соки (яблука, томати, виноград тощо), однак також є і імпортозалежною, зокрема від апельсинів, грейпфрутів, манго тощо.
- 2. Логістика. Україна має проблеми зі збереженням зібраного урожаю (складською логістикою). До того ж, обмеження щодо переміщень по

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

державі та між державами в 2020 році вплинули на якість транспортування сировини для соків та готової продукції, що вплинуло також і на ціну

- 3. Споживання. Сік – частина здорового харчування, тому зростання популярності такого типу харчування спричинює зростання обсягів споживання соків.

- 4. Купівельна спроможність населення. В періоди спаду товаро-замінники, які є більш дешевими, стають більш популярними: наприклад, пляшка Кока-Коли 0,5 л коштує 12 грн, в той час як яблучний нектар тих же об'ємів коштує близько 15 грн., а сік – близько 23 грн.

Ключові фактори, що впливають на вибір соку в Україні



Джерело: за даними ринку, оцінка Pro-Consulting

1.2. Харчова цінність томатного соку

Сирий томатний сік вважається суперпродуктом завдяки багатому вмісту вітамінів, таких як вітаміни А, К, С, В1, В2, В3, В5 і В6, а також мінералів – магнію, заліза, фосфору. Ці корисні речовини є факторами краси та здоров'я, що підтверджено багатьма вченими.

Вітаміни А та С зміцнюють імунну систему, покращують зір та є гарною профілактикою багатьох захворювань. Ці речовини також сприяють підтримці міцності та здоров'я зубів. Вживання томатного соку сприяє зниженню рівня холестерину. Напій містить клітковину, яка сприяє виведенню поганого холестерину з організму. У складі томатного соку є ніацин або вітамін В3, який також сприяє цьому процесу.

Ще одна корисна властивість томатного соку – допомога у втраті ваги. Напій оберігає організм від зневоднення, але завдяки низькому вмісту натрію і високому вмісту клітковини ви не почуватиметеся голодним. Клітковина дає організму потрібну кількість поживних речовин, тому всі обмінні процеси в організмі функціонують нормально. Томатний сік містить мало калорій. Тому існує багато видів дієт на його основі, за допомогою яких можна без особливих зусиль скинути зайву вагу.

Люди похилого віку нерідко стикаються з такою серйозною проблемою, як нерегулярна дефекація. Щоб її позбутися, слід вживати томатний сік. Завдяки клітковині, що міститься в складі напою, травлення покращується, зникають запори і нормалізується процес дефекації.

Томатний сік багатий на вітамін В6. Ця речовина допомагає організму розщеплювати сполуку, яка називається гомоцистеїн, у нешкідливі молекули. Гомоцистеїн – це речовина, яка негативно впливає на стінки кровоносних судин і викликає захворювання серця.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Завдяки наявності хлору та сірки томатний сік надає детоксикуючу дію на весь організм. За очищення нашого організму відповідають печінка та нирки. Таким чином, щоб тіло було сильним, необхідно, щоб вони залишалися працездатними. Хлор сприяє нормальному функціонуванню печінки та нирок, тоді як сірка захищає їх від інфекцій. Щоб позбавитися токсинів, нам просто необхідна склянка томатного соку.

Томатний сік забарвлений у яскравий червоний колір завдяки вмісту жиророзчинного антиоксиданту лікопіну. Наукові дослідження довели, що ця речовина захищає організм від різних видів онкології, таких як рак молочної залози, простати, колоректального раку, раку легень, підшлункової залози, а також серцевих захворювань. Антиоксиданти, які містяться в томатному соку, допомагають позбавитися шкідливого впливу вільних радикалів.

Томатний сік має багато корисних властивостей для нашої шкіри. Вживання напою сприяє освітленню шкіри, позбавляє акне, звужує пори та регулює виділення шкірного сала при жирній шкірі. Щоб шкіра була здоровою та красивою, регулярно вживайте томатний сік, а також робіть маски на його основі.

Дієтологи сходяться на думці, що рідке пюре з помідорів в цілому позитивно впливає на організм. Користь томатного соку обумовлена його багатим хімічним складом, низькою калорійністю і водночас високою поживною цінністю. Склянка рідини з м'якоттю містить 2 г білків (протеїнів), приблизно 3 г вуглеводів та всього 0,2 г жирів. Незважаючи на мінімум калорій у такій порції (40 ккал), створюється відчуття ситості за рахунок великої кількості клітковини – близько 1,6 г (10% добової потреби дорослої людини).

- вода – саме завдяки їй добре вгамовується спрага;
- мінералів – натрію, магнію, кальцію, калію, фосфору;

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- органічних речовин;
- клітковини – харчових волокон;
- мікроелементів – заліза, цинку, йоду;
- вітамінів – А, С, групи В, Е, Н, РР.

Корисність томатного соку для організму особливо виразно проявляється, коли він допомагає досягти успіхів у лікуванні конкретних захворювань. Вживання напою показано у таких випадках:

при стенокардії, гіпертонії, низькому тонусі судин;

при порушеннях складу та згортання крові – підвищується рівень гемоглобіну, виводиться шкідливий холестерин, запобігає утворенню тромбів;

при хронічних запорах, метеоризмі – харчові волокна, органічні кислоти активізують діяльність шлунка, перистальтику кишечника;

при різних кишкових патологіях – овочевий продукт пригнічує розмноження шкідливих мікробів, блокує процеси гниття, прискорює очищення кишківника та організму загалом;

при зниженому імунитеті – вітамін С підвищує опірність організму вірусним та інфекційним захворюванням;

при високих нервових навантаженнях – антистресові компоненти послаблюють напругу нервової системи.

Рідке пюре з томатів допомагає позбутися застою жовчі, воно також є сечогінним продуктом. Продукт переробки помідорів корисно вживати при порушенні водно-сольового балансу, гастриті зі зниженою кислотністю та в діабетичному харчуванні. І навіть більше, він здатний знизити рівень глюкози у крові. Цілющі властивості гранатового соку теж дозволяють включати його до раціону діабетиків.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Характеристика сировини для виробництва томатних соків

Для виробництва якісного томатного соку використовують свіжі, повністю достиглі, м'ясисті томати без ознак хвороб. Ідеальна сировина повинна мати високий вміст сухих речовин, цукрів, кислот, вітамінів і каротиноїдів для забезпечення насиченого смаку, кольору та густоти кінцевого продукту.

Основні вимоги до томатної сировини поділяються на фізико-хімічні, органолептичні та біологічні.



Фізико-хімічні показники

- **Масова частка сухих речовин:** не менше 4,5–5,0% (визначає густоту соку та вихід готового продукту).
- **Цукрово-кислотний індекс (СЦІ):** оптимальне співвідношення цукрів до титрованої кислотності становить від 5 до 10. Це гарантує гармонійний смак без зайвої приторності чи надмірної кислоти.
- **Вміст цукрів:** у межах 2,5–4,0% (залежно від сорту).
- **Вміст титрованих кислот:** у межах 0,3–0,6% (переважно лимонна та яблучна кислоти).
- **Колірність:** високий вміст лікопену, який дає насичений червоний колір, та β -каротину. [1]



Органолептичні вимоги

- **Ступінь зрілості:** плоди повинні бути червоними або рожевими (допускається бурість для деяких сортів), без зелених прожилок або недозрілих ділянок.
- **Консистенція:** м'якоть має бути щільною, але достатньо м'якою, щоб забезпечити високу гомогенізацію. [1]
- **Цілісність:** томати не повинні мати механічних пошкоджень, тріщин, ознак ураження шкідниками або грибковими хворобами (наприклад, альтернаріозом).

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вміст вітамінів та мікроелементів

Томати для соку високо цінуються за біологічну цінність. Вони є джерелом:

- **Вітаміну С** (аскорбінова кислота) — зміцнює імунітет.
- **Каротиноїдів** (провітамін А) та **Лікопену** — потужні природні антиоксиданти, що зберігаються навіть після теплової обробки.

Мінералів — високий вміст калію (230-290) мг на 100 г) робить сік корисним для серцево-судинної системи, а також наявність фосфору, заліза та магнію.

Сорти томатів для соку

Однією з ключових особливостей технології є використання певних сортів томатів, які вирощуються спеціально для виготовлення напою. Вони вибираються не лише за смаковими якостями, а й за вмістом корисних речовин, що зберігаються протягом усього процесу виробництва. Відрізняються особливою соковитістю й ароматом, завдяки чому томатний сік дарує споживачам задоволення та користь. Деякі з популярних сортів:

Рома. Має соковиту м'якоть і невелику кількість насіння, що робить його ідеальним для виробництва соку.

Сан марцано. Цей італійський сорт дуже соковитий і солодкий. Характеризується злегка витягнутою формою та яскраво вираженим ароматом.

Big Boy. Крупний середньоранній томат із соковитою м'якоттю та щільною шкіркою.

Йорк. Відомий високою врожайністю та надзвичайно соковитими плодами.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

Часто виробники змішують сік різних сортів, аби досягти максимально яскравого смаку.

Специфіка технології виробництва

Техніка виготовлення томатного соку складається з кількох ключових етапів. Перший — строгий відбір ідеальних томатів за певними специфікаціями — оптимальне дозрівання, відсутність дефектів тощо. Плоди вирощуються в екологічно чистих регіонах — з оглядом на якість ґрунту та води. Наступний крок — приготування сировини. Томати промиваються й очищаються від насіння та шкірки. Потім подаються на обробку, де їх перетворюють на пюре з використанням відповідного обладнання. Під час обробки підтримується низька температура. Це дозволяє зберегти максимальну кількість вітамінів, мінералів та антиоксидантів

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Опис технологічного процесу

Процесу перекачування рідини в гідромеханіці часто надають ширший сенс, ніж це прийнято. У поняття «рідина» входять усі речовини, для яких властива плинність, здатність змінювати свою форму під дією незначних сил. Таким чином, в це поняття включають як самі рідини, що називаються краплинними, так і гази. Перші відрізняються тим, що під дією сил поверхневого натягнення набувають сферичної форми, а у великому обсязі - утворюють вільну поверхню розділення газів. Важливою особливістю краплинних рідин є те, що вони дуже мало змінюють свій об'єм при зміні тиску, вважаючи при цьому їх не стискуваними.

Технологічний процес перекачування в'язких харчових продуктів — це сукупність операцій і технічних засобів, призначених для транспортування продуктів із підвищеною в'язкістю трубопроводами або між технологічними апаратами із забезпеченням якості, санітарної безпеки та мінімальних втрат продукту.

До в'язких харчових продуктів належать: згущене молоко; сметана; йогурти; мед; кетчупи та соуси; томатна паста; шоколадна маса; сиропи; тісто; фруктові пюре та джеми.

Основні етапи технологічного процесу

1. Приймання та підготовка продукту

Перед перекачуванням продукт:

перевіряють на температуру, густину та однорідність;

за необхідності підігрівають для зниження в'язкості;

перемішують для уникнення розшарування;

очищують через фільтри або сита від механічних домішок.

Для багатьох продуктів оптимальна температура перекачування становить:

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мед — 35–45 °С; шоколад — 40–50 °С; томатна паста — 25–35 °С.

2. Подача продукту до насоса

Продукт із накопичувальної ємності надходить до всмоктувального патрубку насоса. Для в'язких середовищ важливо:

мінімізувати довжину всмоктувальної лінії;

уникати різких поворотів труб;

забезпечити герметичність системи;

підтримувати безперервне заповнення насоса продуктом.

Часто використовують: приймальні бункери; сорочки підігріву; мішалки.

3. Перекачування насосом

Для в'язких харчових продуктів застосовують насоси об'ємного типу, оскільки вони забезпечують стабільну подачу незалежно від в'язкості.

Найпоширеніші типи насосів: шестеренні; гвинтові; поршневі; кулачкові; мембранні.

Особливості роботи насосів

плавне транспортування без руйнування структури продукту;

низький рівень пульсацій;

можливість роботи з продуктами, що містять частинки;

санітарне виконання з нержавіючої сталі.

4. Транспортування трубопроводами

Під час руху продукту трубопроводом враховують:

втрати тиску;

температуру продукту;

швидкість потоку;

можливість утворення застійних зон.

Для зменшення опору використовують:

труби збільшеного діаметра;

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гладкі внутрішні поверхні;
теплову ізоляцію;
сорочки обігріву.

5. Контроль параметрів процесу

У процесі перекачування контролюють: тиск; температуру; витрату продукту; в'язкість; швидкість потоку.

Для контролю застосовують: манометри; термодатчики; витратоміри; автоматичні системи керування.

6. Санітарна обробка обладнання

Після завершення процесу виконують СІР-миття (Cleaning In Place):
промивання водою; лужне миття; кислотне миття; дезінфекцію;
фінальне ополіскування.

Такий процес забезпечує:

харчову безпеку;
запобігання мікробіологічному забрудненню;
відсутність залишків продукту.

Основні технологічні вимоги

При перекачуванні в'язких продуктів необхідно забезпечити:

збереження структури та смакових властивостей; мінімальне механічне руйнування; стабільну температуру; герметичність системи; відповідність санітарним нормам.

Фактори, що впливають на ефективність процесу перекачування.

Основними факторами є наступні:

в'язкість продукту; температура; продуктивність насоса; довжина та конфігурація трубопроводів; наявність твердих включень; режим течії продукту.

Виходячи з викладеного можна відзначити, що технологічний процес перекачування в'язких харчових продуктів є важливою частиною харчового

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

виробництва. Його ефективність залежить від правильного вибору насосного обладнання, температурного режиму, конструкції трубопроводів та дотримання санітарно-гігієнічних вимог. Правильно організований процес забезпечує безпечне транспортування продукту з мінімальними втратами та збереженням його якості.

					<i>A9-KΦK 00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						19
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1.2. Машинне оформлення технологічного процесу

Розглянемо лінію консервування томатного соку.

Лінія продуктивністю 4200 л/год складається з двох послідовно розташованих вентиляторних мийних машин Т1-КУВ-1 (рис. 1), роликового інспекційного транспортеру КТВ, гідролотка, дробарки 1Д12, збірника подрібненої маси, насоса, двох здвоєних вакуум-підігрівачів КТП-2, екстрактора 2П8-1м, збірника екстрагованого соку, збірника підігрітого соку, наповнювача рідких продуктів, закупорювальної машини, обладнання для стерилізації продукції.

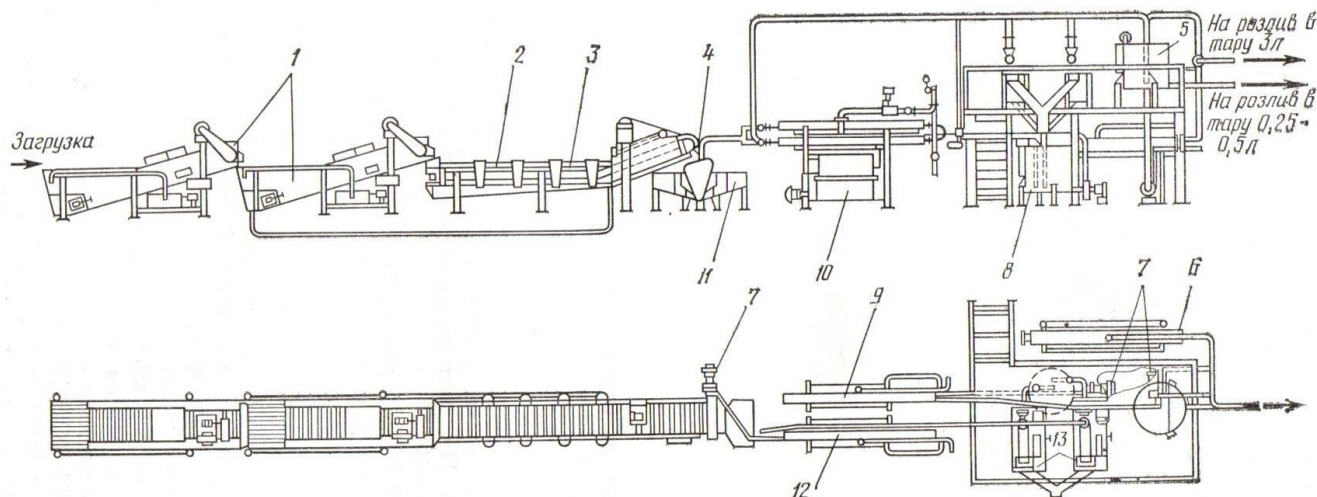


Рис. 1. Лінія виробництва консервованого томатного соку.

Помита сировина переміщується транспортером 2 на якому томати за рахунок обертання роликів перевертається, що дозволяє здійснювати якісне сортування та інспекцію. Гідролоток 3 призначений для видалення відходів.

Сировина після інспекції ополіскується водою на похилій ділянці транспортера, далі здійснюється подрібнення в дробарці 4. Подрібнена маса збирається в ємність 11, звідки перекачується насосом 7 у здвоєний вакуум-підігрівач 12 з вакуум-бачком 10, де нагрівається до температури 60-65°C для

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

покращення вилучення соку в шнековому екстракторі 13. Лінія забезпечена резервним екстрактором для можливості безперервної роботи.

Екстрактори розташовані на естакаді, тому віджятий сік самоплином надходить у збірник 8 під естакадою. Збірник має поплавковий сигналізатор рівня. Сік зі збірника 8 перекачується насосом у здвоєний вакуум-підігрівач 9 з вакуум-бачком 10, де нагрівається до температури 85-90°C, а з підігрівача – в збірник 5. Якщо температура буде нижче встановленої сік знову направляється через збірник 8 на повторний підігрів у вакуум-підігрівач 9.

При гарячому розливі в тару - бутилі І-82-3000 сік зі збірника 5 подається насосом в теплообмінник 6 для нагріву до температури 97-98°C.

Витрати пари в лінії 1600 кг/год, води 30 м³/год. Встановлена потужність 36 кВт.

На рис. 2 представлена універсальна лінія по виробництву соків, пюре, фруктових порошків, яка впроваджена на Калуській харчосмакової фабриці. В подальшому соки використовують для виробництва концентратів та безалкогольних напоїв. Базовою сировиною для переробки є яблука.

Сік являє собою водний розчин органічних речовин - вуглеводів, білків, кислот і їх солей, поліфенолів і водорозчинних вітамінів. Клітинні стінки складаються з високомолекулярних вуглеводів - целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин і ін. Кількість дубильних речовин коливається і складає 0,15-0,20%. Деяку частку сировини, що переробляється складають ягоди, загальна кількість цукрів в яких складає від 3 до 15% і залежить від сорту та інших факторів.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

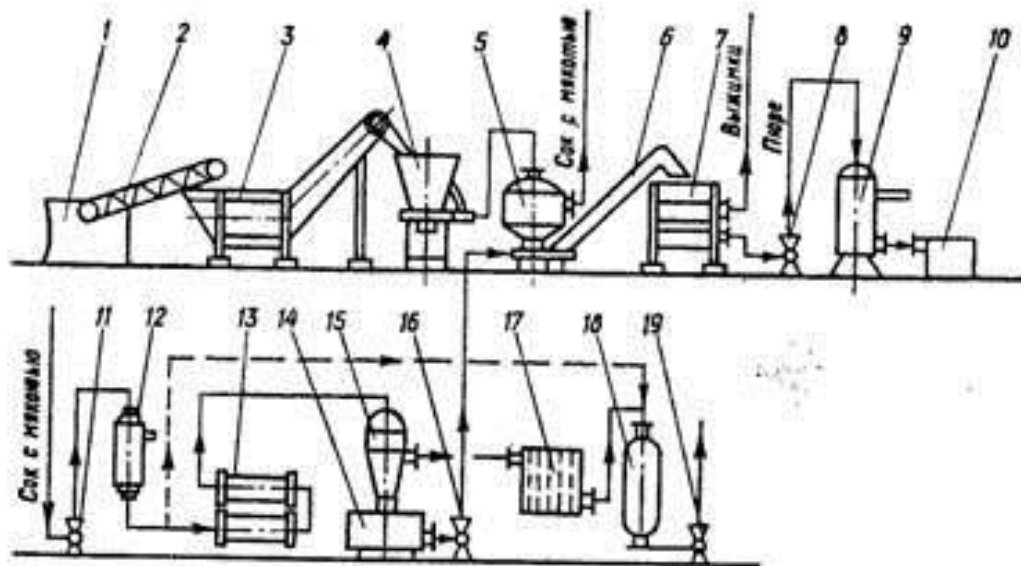


Рис.2 Схема універсальної лінії безвідходного виробництва соків та інших напівфабрикатів: 1 - гідробункер; 2 конвеєр; 3 - мийна машина; 4- диспергатор; 5 центрифуга; 6 - ошпарювач; 7 - протиральна машина; 8- насос; 9 - сульфиту-тор; 10 - ємність; 11 - насос; 12 - деаератор; 13 - підігрівач-охолоджувач; 14 - збірник; 15 - сепаратор; 16 - насос; 17 - фільтрпрес; 18 - збірник; 19 – насос.

Переробка яблук, ягід і іншої сировини здійснюється за наступною схемою (рис. 2): плоди з гідробункера конвеєром 2 подаються на мийну машину 3, а потім в суперкавітуючий диспергатор 4. Отримана в диспергаторі пульпа під тиском подається в відстійну центрифугу 5 безперервної дії з періодичним вивантаженням осаду. У центрифугу здійснюється розділення продукту на сік з м'якоттю (94%) і частково звільнену від соку мезгу (6%) вологістю 50%. Мезга подається в шнековий ошпарювач 6, де швидко нагрівається до 95 ° С, після чого надходить на протиральну машину 7, де розділяється на пюре і вичавки (2% до маси яблук), які використовують на корм худобі і інші цілі. Пюре з протиральної машини насосом 8 подається в кавітаційно-ударний сульфітатор 9 безперервної дії, де консервується сірчистим ангідридом.

Оброблене в сульфітаторі пюре збільшує швидкість в соплі, закручується за допомогою закріпленої на виході з сопла нерухомої

крильчатки. Потім пюре з кавітаційно-ударного сульфітатор надходить в ємність 10 для зберігання або фасування в бочки та бутілі. Сік з м'якоттю після центрифугування подається відцентровим насосом через деаератор 12 і швидкісний підігрівач-охолоджувач 13 в сепаратор 15, де розділяється на сік очищений і плодову м'якоть. Очищений сік після сепарування фільтрується на фільтр-пресах 17 н направляється в збірник соку 18, а звідти за допомогою відцентрового насоса 19 на лінію розливу. М'якоть з сепаратора 15 надходить до збірника 14, а потім насосом 16 подається на вхід ошпарювача 6. Отриманий сік яблучний з м'якоттю має світлий колір, дисперсність частинок 0,5-5 мкм, явно виражений смак і аромат яблук.

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Критичний огляд літератури

Харчові насоси відносяться до особливого класу промислових насосів. Вони призначені для перекачування рідких та в'язких харчових продуктів, таких як молоко, соки, вино, соняшникова олія, пиво, спирт, шоколад, соуси, мед, томатна паста, креми, йогурти, та ін. Ці насоси входять до складу багатьох виробничих ліній. Харчові насоси використовуються в кондитерській, консервній, косметичній, молочній, виноробній промисловості.

Харчові насоси діляться на такі типи: відцентрові, поршневі (плунжерні), шестеренні, пластинчасті (шиберні), роторні, гвинтові (шнекові), мембранні, перистальтичні, насоси-дозатори.

Відцентровий насос (рис.2) - призначений переважно для малов'язких рідин (вода, молоко, соки, пиво, вино).

Переваги: Висока продуктивність, простота конструкції, низька капітальна вартість та простота інтеграції в системи безрозбірного миття (CIP/SIP). Забезпечують рівномірний потік без пульсацій.



Рис. 2. Відцентровий насос.

Критичні недоліки та обмеження:

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Чутливість до в'язкості: При підвищенні в'язкості середовища (понад 150–200 сСт) ККД насоса стрімко падає, зростають гідродинамічні втрати, а двигун перевантажується.

Високе зсувне зусилля: висока швидкість обертання робочого колеса руйнує делікатні структури (наприклад, жирові глобули в вершках, структури йогуртів, а також шматочки фруктів у соках).

Шестеренні насоси. Працюють за принципом, який полягає у використанні двох обертових шестерень. Обертаючись шестерні виходять із зачеплення з боку всмоктувального патрубку насоса, в результаті чого утворюються порожнини. При цьому атмосферний тиск заштовхує рідину в камеру насоса, рис. 3. Рідина переноситься в западинах між зубцями шестерень по обидва боки серповидного елемента до нагнітального патрубку, де шестерні знову приходять в зачеплення, виштовхуючи рідину.

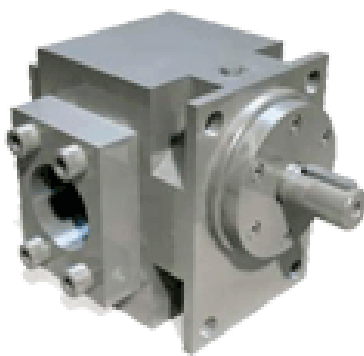


Рис. 3. Шестеренний насос.

Пластинчастий (шиберний) насос. Робочий орган пластинчастого (шиберного) насоса являє собою ексцентрично розташований ротор, який містить поздовжні радіальні пази. В пазах ковзають плоскі пластини (шибери). Під дією відцентрової сили пластини притискаються до статора, рис. 4. Завдяки ексцентричному розташуванню ротора, пластини при його обертанні, перебувають в безперервному контакті зі стінкою корпусу, періодично входячи в ротор, та висуваючись з нього.



Рис. 4. Пластинчастий (шиберний) насос.

Поршневі (плунжерні) насоси. Плунжерні насоси належать до класу об'ємних гідромашин. У харчовій промисловості вони є незамінними, коли потрібно забезпечити високий або надвисокий тиск, точне дозування або перекачування продуктів із високою в'язкістю.

Принцип дії

Робота плунжерного насоса базується на зворотно-поступальному русі плунжера всередині робочої камери (циліндра). На відміну від звичайного поршневого насоса, плунжер є гладким циліндром, який не торкається стінок камери, а герметичність забезпечується нерухомим ущільненням (сальниковим вузлом), розташованим на корпусі циліндра.

Весь робочий цикл складається з двох основних тактів:

Такт всмоктування: Плунжер висувається з робочої камери. Об'єм камери збільшується, через що всередині виникає розрідження (вакуум). Під дією різниці тисків вхідний зворотний клапан відкривається, а вихідний щільно закривається. Харчовий продукт заповнює звільнений простір камери.

Такт нагнітання: Плунжер рухається у зворотний бік (вглиб камери), зменшуючи її корисний об'єм. Тиск рідини стрімко зростає. Вхідний клапан миттєво закривається, запобігаючи зворотному току, а вихідний клапан

відкривається, і продукт під тиском виштовхується в нагнітальний трубопровід.

Санітарно-гігієнічні вимоги для харчових середовищ.

Оскільки насоси працюють безпосередньо з продуктами харчування, їхня конструкція суттєво відрізняється від загальнопромислових (нафтових чи хімічних) аналогів:

Матеріали виконання: Усі деталі проточної частини, що контактують із середовищем (циліндри, плунжери, клапани), виготовляються виключно з корозійностійких нержавіючих сталей (найчастіше AISI 304, AISI 316L) або спеціальних харчових сплавів.

Гігієнічні ущільнення: Сальникові ущільнення та манжети виготовляються з матеріалів, сертифікованих для контакту з їжею (PTFE, EPDM, FPM, силікон). Вони мають бути стійкими до високих температур та агресивних мийних розчинів (лугів та кислот).

Конструкція без "мертвих зон": Проточна частина проектується так, щоб усередині не було застійних зон, де продукт міг би накопичуватися та псуватися. Шорсткість внутрішніх поверхонь зазвичай становить $R_a \leq 0.8$ мкм, що мінімізує адгезію залишків їжі.

Придатність до CIP/SIP систем: Конструкція дозволяє проводити безрозбірну мийку (Clean-in-Place) та стерилізацію парою (Sterilization-in-Place). Деякі моделі мають спеціальні канали для постійного промивання або стерилізації зони ущільнення плунжера ("водяна сорочка"), щоб уникнути карамелізації цукрів чи присихання продукту. Основні сфери застосування

Промислова гомогенізація: Плунжерні насоси високого тиску (до 200–1000 бар) є базовою частиною гомогенізаторів для молока, вершків,

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

майонезів, соусів та соків. Надвисокий тиск необхідний для подрібнення жирових кульок та створення стабільних емульсій.

Точне дозування: Завдяки жорсткій залежності об'єму подачі від кількості ходів плунжера, їх використовують для дозування концентратів, сиропів, ферментів, ароматизаторів та фарбників на лініях розливу.

Транспортування густих мас: Перекачування томатної пасти, шоколадної глазури, джемів, конфітурів, паштетів, згущеного молока та інших в'язких середовищ під високим тиском на великі відстані.

Переваги та недоліки плунжерних насосів у харчовій галузі

Переваги	Недоліки та обмеження
Ефективна робота під високим тиском: Здатні створювати стабільний тиск, недосяжний для відцентрових насосів.	Пульсація потоку: Подача продукту відбувається поштовхами (для згладжування використовують багатоплунжерні системи — трьох- або п'ятиплунжерні, а також гідроаккумулятори/демпфери).
Незалежність від в'язкості: Продуктивність майже не падає при зміні густини чи в'язкості харчового продукту.	Чутливість до твердих включень: Якщо продукт містить кісточки, великі шматочки ягід чи абразивні частинки, це може швидко пошкодити сідла клапанів та порушити герметичність.



Рис. 5. Поршневий насос.

Роторні насоси. Цей тип обладнання є галузевим стандартом для перекачування густих харчових мас.

Принцип роботи: Два синхронізовані ротори (кулачки) обертаються назустріч один одному, не торкаючись між собою та стінок камери. Це мінімізує механічний вплив на продукт.

Сфера застосування: Концентровані соки, соки з м'якоттю, фруктові та овочеві пюре, джеми, пасти.



Рис. 6. Роторний насос/

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переваги: дбайливе ставлення до продукту (низький рівень зсуву), здатність працювати в системах безрозбірного миття (CIP/SIP), реверсивність, тривалий термін служби.

Мембранний насос. Мембранні (або діафрагмові) насоси є одними з найпопулярніших агрегатів у харчовій індустрії. Вони ідеально підходять для перекачування як рідких, так і надзвичайно густих, в'язких продуктів, а також середовищ із твердими включеннями (наприклад, ягід у джемі).

Найчастіше на харчових виробництвах використовують пневматичні двомембранні насоси, які працюють від енергії стисненого повітря.

Принцип дії:

В основі роботи насоса лежить зміщення двох гнучких мембран, з'єднаних між собою одним валом. Процес складається з двох безперервних циклів:

Цикл всмоктування: Стиснене повітря подається за допомогою повітряного клапана за одну з мембран, змушуючи її вигинатися. Водночас друга мембрана (зв'язана валом) втягується всередину своєї камери, створюючи там вакуум. Під дією вакууму нижній зворотний клапан (зазвичай кульовий) піднімається, і харчовий продукт засмоктується в робочу камеру.

Цикл нагнітання: Коли камера заповнюється, повітряний механізм автоматично перенаправляє стиснене повітря за другу мембрану. Вона починає рухатися вперед, виштовхуючи продукт. Під тиском нижній клапан закривається (перекриваючи зворотний шлях), а верхній клапан відкривається, і продукт витісняється у вихідний трубопровід.

Поки одна камера всмоктує продукт, інша його виштовхує, що забезпечує стабільну (хоч і злегка пульсуючу) подачу.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



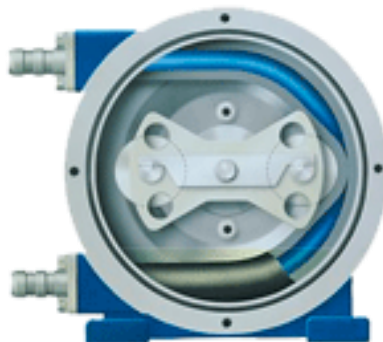
Рис. 7. Мембранний насос.

Перистальтичний насос. Використовуються переважно для точного дозування або перекачування чутливих до зсуву інгредієнтів.

Принцип роботи: Обертові ролики перетискають еластичний шланг, проштовхуючи рідину вперед. Продукт контактує виключно зі внутрішньою поверхнею шлангу.

Сфера застосування: Дозування концентратів, ароматизаторів, барвників, пектинових розчинів.

Переваги: абсолютна герметичність, відсутність рухомих деталей у зоні продукту, легкість санітарної обробки (достатньо замінити або промити



трубку).

Рис. 8. Перистальтичний насос.

Гвинтовий насос (шнековий насос.) Гвинтові (шнекові) насоси.

Ідеальне рішення для транспортування надзвичайно в'язких середовищ або рідин із великими включеннями.

Принцип роботи: Металевий ексцентриковий ротор обертається всередині нерухомого еластомерного статора, створюючи порожнини, що герметично переміщують продукт уздовж осі.

Сфера застосування: Густі томатні пасти, конфітюри зі шматочками ягід, висококонцентровані сиропи.

Переваги: Рівномірний потік без пульсацій, висока здатність до всмоктування (самовсмоктування), здатність перекачувати продукти з в'язкістю до 1 000 000 сПз. рис 9.



Рис. 9. Гвинтовий насос.

Насоси дозатори. Представлені в багатьох типорозмірах і широко використовуються для дозування харчових продуктів. Робочим органом насосного агрегату є гідроциліндр. Робота насоса полягає в чергуванні процесів всмоктування і нагнітання, Ці процеси реалізуються завдяки зворотно-поступальному напрямку руху поршня або плунжера. в гідроциліндрі насоса.



Рис. 10. Насос дозатор.

					<i>A9-KΦK 00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Технічне завдання

Найменування і сфера застосування

Насос для густих мас марки А9 - КФК призначений для прокачування рідких харчових продуктів з динамічною в'язкістю від 0,01 до 15 Па·с і температурою від 15 до 60°C.

Сфера застосування – технологічні комплекси по виробництву консервів і гомогенних продуктів (овочеві і фруктові пюре, соки з м'якушем, дитяче харчування, соуси, повидло і інші продукти з аналогічною в'язкістю) на підприємствах консервної промисловості.

Основи для розробки.

Українська національна програма виробництва машин і технологічного устаткування для сільського господарства, харчової і переробної промисловості.

Мета і призначення розробки.

Мета розробки - підвищення продуктивності праці і забезпечення безперервності технологічного процесу на виробництві.

Призначення розробки - освоєння нового технологічного устаткування на машинобудівних підприємствах України для потреб консервної промисловості.

Джерела розробки.

- поршневий насос фірми "NAUKE" (Австрія);
- насос для харчової промисловості фірм "INTERSIGMA" (Чехія) і "NAUKE" (Австрія);

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- каталоги насосів " Гідрома " (РФ) : трьох плунжерний кривошипний насос ПГ-50Да;
- насос високого тиску Аи - ЖЛУ/5.

Технічні вимоги.

- склад насоса і вимоги до конструкторського пристрою;
- насос повинен відповідати вимогам ГОСТ 12052-90 і ГОСТ 26582-85;
- насос повинен складатися з наступних основних частин:
корпусу;
кривошипно-шатунного механізму;
гідравлічного блоку;
приводу;
манометричних пристроїв;
запобіжного клапана;
центру управління;
- конструкція насоса повинна забезпечувати технічне розбирання, а також розбирання гідравлічного блоку для санітарної обробки.

Призначення основних частин насосу:

Корпус призначений для установки в ньому кривошипно-шатунного механізму, гідравлічного блоку і приводу.

Кривошипно-шатунний механізм призначений для перетворення обертального руху колінчастого валу в зворотно-поступальний рух плунжерів.

Блок гідравлічний призначений для установки всмоктувального і нагнітального клапанів, продукту, що підводить і відводить, патрубків, манометричного пристрою і запобіжного клапана.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Привід призначений для здійснення обертального руху колінчастого валу.

Манометричний пристрій призначений для контролю номінального тиску в продуктопроводі в процесі роботи насоса.

Запобіжний клапан призначений для контролю номінального тиску в продуктопроводі в процесі роботи насоса.

Щит управління призначений для установки в ньому пускової і захисної апаратури.

Система змащування повинна унеможливлювати попадання мастильних матеріалів в продукт.

Лакофарбне покриття повинне відповідати умовам експлуатації насоса в частині кліматичного використання УХЛ4 ГОСТ 15150-69 і вимогам ГОСТ 9032-99.

Взаємозамінність основних частин насоса повинна забезпечуватися уніфікацією, системою допусків і посадок по ГОСТ 8908-81, ГОСТ 11710-86, ГОСТ 14140-81 і ГОСТ 25089-81.

Вимоги по завадозахищеності і виключення перешкод, що впливають на іншу продукцію, не пред'являються, оскільки насос не є джерелом перешкод.

Насос повинен постачатися з одиничним комплектом запасних частин, що забезпечують нормальну роботу на період гарантійного терміну експлуатації.

Склад запасних частин має бути визначений на стадії розробки документації і уточнений на приймальних випробуваннях.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Насос повинен встановлюватися на горизонтальному майданчику по рівню і кріпитися фундаментними болтами.

Габаритні розміри мають бути не більше:

- по довжині 900 мм;
- по ширині 550 мм;
- по висоті 950 мм.

Вага - не більше 450 кг

Показники призначення і економного використання сировини, матеріалів, палива, енергії:

- | | |
|---|-----------------------------|
| - номінальна подача | 5,0 м ³ /год; |
| - встановлена потужність | 3 кВт; |
| - діаметр циліндра плунжера | 60 мм; |
| - число поршнів | 3; |
| - хід поршня | 60 мм; |
| - номінальна частота обертання колінчастого валу | 180 хв ⁻¹ ; |
| - номінальний робочий тиск | 2 мПа; |
| - займана площа не більше | 0,495 м ² ; |
| - коефіцієнт автоматизації не менше | 0,97; |
| - висота всмоктування не більше | 4м; |
| - споживана електроенергія за годину роботи - не більше | 2,8 кВт·год; |
| - питома потреба в електроенергії | 0,56 кВт·ч/м ³ ; |
| - подача на одиницю займаної площі | 10,1/год·м ³ . |

Умови надійності.

- | | |
|--|--------------|
| - середній ресурс безвідмовної роботи не менше | 500 годин; |
| - коефіцієнт оперативної готовності | за 1 годину; |
| - середній ресурс до капітального ремонту не менше | 6300 годин; |
| - середній ресурс до списання | 18900 годин; |
| - середній ресурс зберігання не менше | 3 років; |

- відмовою роботи є:

1. Знос або руйнування гнізд кульових клапанів.
2. Руйнування пружин стискування на нагнітальних клапанах насоса.
3. Знос манжет на поршнях.
4. Руйнування клинових пасів приводу;
5. Знос підшипникових вкладишів на шатунах насоса.

Обмежений стан для капітального ремонту розраховується:

1. Знос або руйнування підшипників кочення.
2. Знос або руйнування зубчастих коліс.
3. Знос циліндра, пари циліндр-поршень.
4. Знос втулок кілець.

Обмежений стан для списання розраховується

1. Поява в корпусі насоса тріщин.
2. Вартість планового ремонту, перевищує 60% первинної вартості насоса.

Умови до технологічного і метрологічного забезпечення розробки, виробництва і експлуатації.

Показники технологічності :

1. Питома вага насоса не більше 90 кг·год/м³;
2. Питома вага металу в насосі 89%.

Виробнича технологічність насоса повинна забезпечуватися з розрахунку:

1. Раціональне розчленовування на складальні одиниці, що полегшують складання і монтаж.
2. Вибір матеріалів для заготовок з мінімальним припуском.
3. Зручність складання складальних одиниць, їх регулювання і контроль.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.Рациональне обмеження номенклатури конструкторських елементів.

5.Експлуатаційна технологічність повинна забезпечуватися за рахунок:
Ремонтопридатності насоса.

Зручності монтажу і регулювання.

Зручності обслуговування і санітарної обробки.

Для параметрів, що не регламентовані в даному технічному завданні і відповідають СТР значеннями допустимих відхилень, допустима помилка вимірів не повинна перевищувати 10 %.

Монтажна технологічність повинна забезпечити витримку вимог ГОСТ 24444-97.

Вимоги до рівня уніфікації і стандартизації :

1. Коефіцієнт вживаності не менше 15%.

2. Коефіцієнт перевіряння не менше 37%.

Примітка: уточнюються після розробки робочої документації. При цьому технічне завдання зміні не підлягає.

Вимоги безпеки і захисту природи :

1. Насос повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.2.124-9 і вказаним нижче вимогам.

2. Номінальна потужність ланцюгів управління має бути не більше 42 В змінного струму.

3. Міра захисту оболонок щита управління має бути не нижче IP54 відносно ГОСТ 14254-90, а апаратів управління, встановлених на насосах, - відповідно до ГОСТ27487- 87.

4. Рівні шуму, що виникають від насоса, повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.1.003-83.

5. Рівні вібрації, що виникають від насоса, повинні відповідати вимогам загальної вібрації категорії по ГОСТ 12.1.012-90.

6. Спеціальні вимоги до насоса в розділі захисту природи не пред'являються, оскільки вони не є джерелом шкідливих дій на довкілля.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7. На гідравлічному блоці має бути встановлений запобіжний клапан, налаштований на тиск спрацьовування $2,2 \pm 0,05$ МПа.

Естетичні і ергономічні вимоги.

1. Форма, покриття і кольорове рішення насоса і його складових частин мають бути раціональними, функціонально вираженими і відповідати сучасним принципам індустріального дизайну.

2. Зовнішні поверхні насоса виготовляються з корозійностійких матеріалів і повинні мати лакофарбне покриття ГОСТ 9032-94 і ГОСТ 9.104-99. Колір покриття насоса - ясно кремовий. Клас покриття :

III - для зовнішніх поверхонь щита управління;

IV - для зовнішніх поверхонь насоса і внутрішніх поверхонь щита управління;

V - для внутрішніх поверхонь насоса.

3. Двигун насоса, що має покриття, яке не відповідає естетичним вимогам, має бути перефарбований в колір головного виробу.

4. Форма насоса повинна відповідати естетичним нормам відповідно ГОСТ 12.2.049-90 і ГОСТ 12.2.033-98.

Вимоги до патентної чистоти.

Насос повинен мати патентну чистоту у відношенні до України.

Вимоги до складових частин насоса, сировини і експлуатаційних матеріалів .

- поверхня деталей перед покриттям повинна відповідати ГОСТ 9301-96;

- деталі насоса, дотичні в процесі роботи з продуктом, повинні виготовлятися з матеріалів, дозволених до контакту з харчовими продуктами;

- деталі клапанів гідравлічного блоку, ущільнюючі пристрої поршнів мають бути виготовлені з матеріалів, що забезпечують корозійну стійкість тих, що зберігають механічні властивості в середовищі харчових кислот;

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- система змащування повинна забезпечувати гарантовану подачу мастила на поверхні робочих органів, що труться;
- система ущільнень "поршень-циліндр" повинна виключати протікання продукту з гідравлічного блоку;
- насос повинен встановлюватися в приміщенні, відповідним нормам СНи 172.0902-85 категорій "Д".

Умови експлуатації, вимоги до технічного обслуговування і ремонту.

- - вид кліматичного виконання УХЛ4 ГОСТ 15150-89;
- насос повинен знаходитися під періодичним оглядом оператора IV розряду; чисельність обслуговуючого персоналу 0,2 чол.;
- живлення насоса повинне вироблятися від мережі трифазного змінного струму частотою 50 Гц і напругою 380/220 В; допустимі відхилення частоти і напруги по ГОСТ 13109-87;
- санітарна обробка повинна здійснюватися відповідно до інструкції по санітарній обробці устаткування плодоовочевих консервних підприємств;
- час підготовки насоса до використання після транспортування не обмежений;
- освітленість на місці установки насоса повинна відповідати СНи 1717-4-79 #004
- - електроустаткування повинні обслуговувати кваліфіковані фахівці, атестовані на право самостійної роботи з електроустановками напругою 1000 В;
- щит управління має бути встановлений в зручному для обслуговування місці, де не здійснюють миття водяним струменем з шланга;
- в процесі експлуатації насос повинен підлягати технічному обслуговуванню, поточному, середньому і капітальному ремонтам з наступною періодичністю, :

1. Технічне обслуговування (ТЕ)

175 годин;

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Поточний ремонт (ТР)	1050 годин;
3. Середній ремонт (СР)	2100 годин;
4. Капітальний ремонт (КР)	6300 годин.

Структура ремонтного циклу насоса : КР - 5ТО ТР - 5ТО СР - 5ТО - ТР - 5ТО - СР - 5ТО - ТР - 5ТО - КР.

Вимоги до комплектності, маркування і упаковки.

У комплект постачання повинні входити:

- насос в зібраному виді;
 - щит управління;
 - комплект запасних частин;
 - експлуатаційна документація: паспорт (включає технічний опис і інструкцію з експлуатації), відомість ЗИП;
 - на насосі і щиті управління мають бути укріплені таблички, виготовлені відповідно до ГОСТ 12969-87 і ГОСТ 12972-87, зміст маркування табличок для насосів по ГОСТ 26582-85, для щита управління по ГОСТ 27487-87. Якість маркування по ГОСТ 26828-86;
 - написи на табличках повинні виконуватися фотохімічним способом.
- Змінні дані повинні наноситися ударним способом;
- маркування запасних частин виконується на картонних бірках емаллю ПФ- 115 по ГОСТ 6465-96. Зміст маркування повинен відповідати позначенню по головному конструкторському документу;
 - транспортне маркування вантажу повинно відповідати вимогам ГОСТ 14192-97 і містити наступні маніпуляційні знаки:
- "Місце "строповки", "Центр тяжіння", "Верх", "Штабелювати забороняється".
- транспортне маркування вантажу має бути нанесене на одну з бічних сторін ящика фарбою по трафарету емаллю ПФ- 115 чорного кольору по ГОСТ 6465-96;

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- перед упаковкою на пофарбовані металеві поверхні збірних частин насоса (за винятком деталей, виконаних з корозійностійких матеріалів) і таблички з написами мають бути законсервовані для умов збереження по ГОСТ 15150-99, насос по групі виготовлення II - 2, запасні частини по групі I - 2, варіант захисту 133-1, варіант внутрішньої упаковки і щита управління ВУ-О, запасних частин ВУ- 1 по ГОСТ 9017-98;

- внутрішні поверхні кожного ящика мають бути оббиті двошаровим водонепроникним папером марки ДБ ГОСТ 8828-89, або руберойдом марки РПП-300А ГОСТ 10923-92;

- категорія упаковки насоса і запасних частин в розділі захисту від кліматичних чинників зовнішнього середовища згідно КУ1- 1 ГОСТ 23170-78;

- експлуатаційна документація має бути упакована відповідно до ГОСТ 23170-98.

Вимоги до транспортування і зберігання :

- насос в запакованому виді може транспортуватися залізничним і автомобільним транспортом;

Транспортування залізничним транспортом повинно здійснюватися відповідно до діючих правил перевезення вантажів МПС СНГ і України і технічним вимогам завантаження і кріплення вантажів.

Транспортування автомобільним транспортом відповідно до правил перевезення вантажів автомобільним транспортом в Україні;

- вантаження і установка насоса повинно виконуватися відповідно до вимог, вказаних на транспортній тарі;

- консервація і упаковка насоса і запасних частин повинні забезпечити збереження при транспортуванні на термін не менш 2-х років з дня відвантаження на підприємство - споживач;

					<i>А9-КФК 00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- умови транспортування насоса в частині дії кліматичних чинників зовнішнього середовища по групі умов зберігання 8 по ГОСТ 15150-89, а в частині впливу механічних чинників за умовами СПО ГОСТ 23170-98.

Умови зберігання насоса в частині дії кліматичних чинників по групі 2 ГОСТ 15150-99.

Штабелювання не допускається.

					A9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Технічний проєкт

Виконуємо розрахунки, що підтверджують і надійну роботу машини та її працездатність.

4.1. Технологічний розрахунок.

Продуктивність насоса можна визначити за формулою

$$Q = \frac{zF_nsn}{60 \cdot 1000} \eta_{\text{общ}}, \text{ дм}^3/\text{с},$$

де z - кількість плунжерів, $z = 3$;

F_n - площа поперечного перерізу плунжера, см^2 ;

n - кількість обертів колінчастого валу, об/хв ;

$\eta_{\text{общ}} = 0,88$ - загальний ККД насоса;

Q – продуктивність насоса, $\text{дм}^3/\text{с}$;

s - хід плунжера, см .

Визначаємо площу плунжера, що контактує з продуктом, після модернізації

$$F_n = \frac{\pi d^2}{4}.$$

де d - діаметр плунжера.

В існуючому насосі $d = 50$ мм. Для досягнення заданої продуктивності, яка складає $Q = 1,2$ $\text{дм}^3/\text{с}$, збільшуємо діаметр плунжера до $d = 56$ мм. Отже

$$F_n = \frac{\pi 5,6^2}{4} = 24,62 \text{ см}^2.$$

Хід плунжера складає $s = 6,2$ см.

З формули продуктивності насосу, знаходимо частоту обертання колінчастого валу після модернізації:

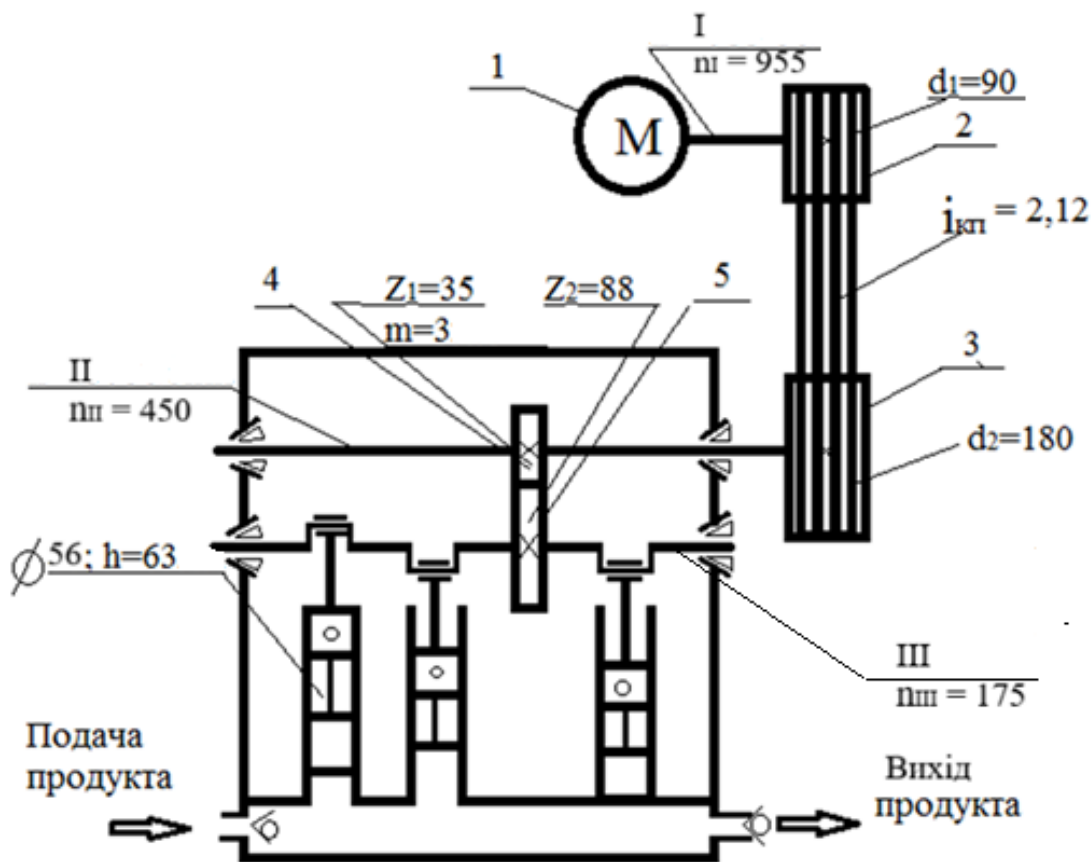
$$n = \frac{60 \cdot 1000 Q}{z F_n s \eta_{\text{общ}}} = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 1,2}{3 \cdot 24,62 \cdot 6,4 \cdot 0,88} = 173,1 \text{ об/хв}.$$

Приймаємо $n = 175$ об/хв.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2. Кінематичний розрахунок

На малюнку представлені кінематична схема приводу насоса.



1- електродвигун, 2 – шків ведучий, 3 – шків ведений, 4 – шестерня, 5 – колесо зубчасте.

Знаходимо загальне передатне число приводу насоса

$$u = \frac{n_d}{n} = \frac{955}{175} = 5,3.$$

Оскільки передатне число зубчастої пари рівне (враховуємо, що число зубів шестерні $z_{ш} = 35$, а колеса $z_k = 88$)

$$u_{zn} = \frac{z_k}{z_{ш}} = \frac{88}{35} = 2,5;$$

то передатне відношення клинопасової передачі буде рівне

$$u_{кл} = \frac{u}{u_{zn}} = \frac{5,3}{2,5} = 2,12.$$

4.3. Силовий розрахунок.

Ефективну потужність, необхідну для перекачування продукту знаходимо за формулою

$$N_{ef} = \frac{Qp}{1000}, \text{ кВт}$$

де: Q - продуктивність насоса, м³/с;

p - тиск, створюваний насосом, Па.

У даному випадку $p = 2,0$ мПа. Тоді

$$N_{ef} = \frac{0,012 \cdot 2 \cdot 10^6}{1000} = 2,4 \text{ кВт.}$$

Приймаємо загальний ККД насоса $\eta_{заг} = 0,88$ і знаходимо необхідну потужність двигуна

$$N = k \frac{N_{ef}}{\eta_{заг}} = 1,1 \frac{2,4}{0,88} = 3,0 \text{ кВт,}$$

k – коефіцієнт запасу.

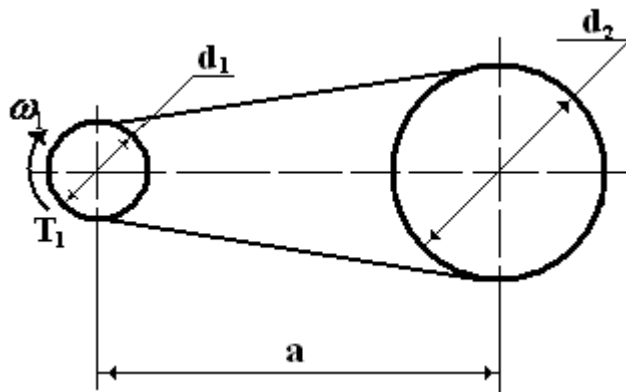
З каталогу вибираємо електродвигун АИР112М потужністю $N_{\partial} = 3$ кВт і частотою обертання ротора $n_{\partial} = 955$ об/хв.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4.4. Розрахунки на міцність.

Розрахунок клинопасової передачі.

Розрахунок ведемо по алгоритму розрахунку, наведеному в [1].



Знаходимо момент, що крутить, на провідному шківі

$$T_1 = \frac{N_{\partial\partial}}{\omega_{\partial}} = \frac{5,5 \cdot 10^6}{100} = 55 \cdot 10^3 \text{ Нмм},$$

$$\text{де: } \omega_{\partial} = \frac{\pi n_{\partial}}{30} = \frac{\pi \cdot 955}{30} = 100 \text{ рад/с.}$$

- по номограмі рис. 7.3 [1]

вибираємо тип пасу А;

- знаходимо діаметр малого шківів по формулі (7.25)

$$d_1 = (3 \dots 4) \sqrt[3]{T_1 \cdot 10^3} = (3 \dots 4) \sqrt[3]{55 \cdot 10^3} = 114 \dots 152 \text{ мм.}$$

З конструктивних міркувань набуваємо стандартного значення, рівного $d_1 = 90 \text{ мм}$.

діаметр більшого шківів

$$d_2 = d_1 u_1 (1 - \varepsilon) = 90 \cdot 2,12 \cdot (1 - 0,01) = 186,9 \text{ мм};$$

де: $\varepsilon = 0,01$ - коефіцієнт ковзання; прийmemo по ГОСТ 20892-75 $d_2 = 180$

мм;

- приймаємо міжосьову відстань $a = 230 \text{ мм}$;

- розрахункова довжина пасу

$$L = 2a + 0,5\pi(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a} = 2 \cdot 230 + \frac{\pi}{2}(90 + 180) + \frac{(180 - 90)^2}{4 \cdot 230} = 963 \text{ мм}$$

- приймаємо стандартну довжину пасу $L_p = 1000 \text{ мм}$ (табл. 7.7);

- уточнюємо міжосьову відстань по формулі (7.27).

$$a = 0,25\{(L_p - w) + \sqrt{(L_p - w)^2 - 2y}\} = \\ = 0,25\{(1000 - 424) + \sqrt{(1000 - 424)^2 - 2 \cdot 8100}\} \approx 234 \text{ мм};$$

$$\text{де: } w = 0,5\pi(d_2 + d_1) = 0,5\pi(90 + 180) = 424 \text{ мм};$$

$$y = (d_2 - d_1)^2 = (180 - 90)^2 = 8100 \text{ мм};$$

кут обхвату пасом малого шківa

$$\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 57^\circ \frac{180 - 90}{234} = 158^\circ;$$

знаходимо компоненти формули (7.29) [1]:

$$N_0 = 1,06 \text{ кВт по табл. 7.8}; C_L = 0,9 \text{ по табл. 7.9}; C_P = 1,1 \text{ по табл. 7.10};$$

$$C_\alpha = 0,95 \text{ і } C_z = 0,9 \text{ в поясненні до формули (7.29);}$$

знаходимо число пасів в передачі за формулою (7.29)

$$z = \frac{N_{\text{дв}} C_P}{N_0 C_\alpha C_L C_z} = \frac{3 \cdot 1,1}{1,06 \cdot 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 4,05.$$

Приймаємо $z = 5$;

знаходимо колову швидкість пасу

$$v = \frac{\omega_1 d_1}{2 \cdot 1000} = \frac{100 \cdot 90}{2 \cdot 1000} = 4,5 \text{ м/с.}$$

визначаємо число пробігів пасу за секунду

$$m = \frac{v}{L} = \frac{4500}{1000} = 4,5 < [m] = 10 \text{ 1/с.}$$

Оскільки знайдене $m \leq [m] = 10 \frac{1}{\text{с}}$ то номінальна довговічність пасу забезпечується.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок циліндричної косозубої передачі приводу насоса

Початкові дані:

- число зубів шестерні $z_u = z_1 = 35$;
- число зубів колеса $z_k = z_2 = 88$;
- нормальний модуль зачеплення $m_n = 3$ мм.

Приймаємо кут нахилу зубів $\beta = 10^\circ$. Тоді міжосьова відстань даної косозубої передачі буде рівна

$$a_w = 0,5m(z_1 + z_2) = 0,5 \cdot 3 \cdot (35 + 88) = 187,34 \text{ мм.}$$

Діаметри ділительних кіл

- шестерні

$$d_1 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_1 = \frac{3}{\cos 10^\circ} \cdot 35 = 106,6 \text{ мм;}$$

- колеса

$$d_2 = \frac{m_n}{\cos \beta} z_2 = \frac{3}{\cos 10^\circ} \cdot 88 = 268,1 \text{ мм.}$$

Перевіряємо дотримання рівності

$$a_w = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{106,6 + 268,1}{2} = 187,3 \text{ мм}$$

тобто розрахунки виконані вірно.

Знаходимо ширину колеса і ширину шестерні

$$b_2 = \psi_{ba} a_w = 0,27 \cdot 187,3 = 50 \text{ мм і } b_1 = b_2 + 5 \text{ мм} = 50 + 5 = 55 \text{ мм;}$$

де $\psi_{ba} = \frac{b_2}{a_{ww}}$ - коефіцієнт ширини колеса по міжосьовій відстані; згідно

ДСТУ ГОСТ 2185 - 96 $\psi_{ba} = 0,25 \dots 0,63$. Приймаємо $\psi_{ba} = 0,27$.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірочний розрахунок косозубої циліндричної передачі на вигин і контактну витривалість

Знайдемо кутову швидкість валу шестерні

$$\omega_{ш} = \omega_1 = \frac{\pi n_{дв}}{30 u_{кр}} = \frac{\pi \cdot 955}{30 \cdot 2,12} \approx 47,15 c^{-1}.$$

Кутова швидкість валу колеса

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{u_{зн}} = \frac{47,15}{2,5} = 18,86 c^{-1}.$$

Моменти, що крутять, на валах шестерні і колеса

$$T_1 = \frac{N_1}{\omega_1} 10^3 = \frac{3}{47,15} \cdot 10^3 = 63,6 \text{ Нм};$$

$$T_2 = T_1 u_{зн} = 63,6 \cdot 2,5 = 159 \text{ Нм}.$$

Для виготовлення зубчастих коліс використовуємо сталь 40Х. Призначаємо для шестерні термообробку поліпшення з поверхневим загартуванням до HRC45, а для колеса до HRC40.

Контактна напруга, що допускається, для зубців
- шестерні

$$[\sigma_H]_1 = \frac{(17HRC_1 + 200)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(17 \cdot 45 + 200) \cdot 1}{1,3} = 742 \text{ Н/мм}^2;$$

- колеса

$$[\sigma_H]_2 = \frac{(17HRC_2 + 200)K_{HL}}{[S_H]} = \frac{(17 \cdot 40 + 200) \cdot 1}{1,3} = 676 \text{ Н/мм}^2.$$

де: K_{HL} - коефіцієнт довговічності; для тривало працюючої передачі приймають $K_{HL} = 1$; $[S_H]$ - коефіцієнт безпеки, прийmemo $[S_H] = 1,3$.

Для косозубих передач контактну напругу, що допускається, визначають за формулою

$$[\sigma_H] = 0,45\{[\sigma_H]_1 + [\sigma_H]_2\} = 0,45\{742 + 676\} = 638 \text{ Н/мм}^2.$$

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перевірку контактної витривалості зубів проводимо за формулою (3.6)

[1]

$$\sigma_H = \frac{270}{a_w} \sqrt{\frac{T_2 K_H (u + 1)^3}{b_2 u}} \leq [\sigma_H]$$

де: K_H - коефіцієнт навантаження, що визначається за формулою

$$K_H = K_{H\alpha} K_{H\beta} K_{H\nu}.$$

$K_{H\alpha}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між парами зубів, що одночасно зачіпляються. Приймаючи 8-у міру точності, призначаємо $K_{H\alpha} = 1,08$ (табл. 3.4);

$K_{H\beta} = 1,12$ – коефіцієнт концентрації навантаження (табл. 3.5);

$K_{H\nu} = 1,0$ динамічний коефіцієнт (табл. 3.6).

Отже, $K_H = 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1 = 1,21$ і

$$\sigma_H = \frac{270}{184,34} \sqrt{\frac{159 \cdot 10^3 \cdot 1,21 (2,5 + 1)^3}{50 \cdot 2,5^2}} = 258 \frac{H}{\text{мм}^2} \leq [\sigma_H]$$

Отже, контактна витривалість зубців забезпечується.

Перевіряємо зубці на витривалість по напрузі вигину.

Визначимо сили, що діють в зачепленні :

- окружна

$$F_t = \frac{2T_1}{d_1} = \frac{2 \cdot 63,6 \cdot 10^3}{106,62} = 1193 \text{Н};$$

- радіальна

$$F_r = F_t \frac{\tan \alpha}{\cos \beta} = 1193 \frac{\tan 20^\circ}{\cos 10^\circ} = 441 \text{Н};$$

- осьова

$$F_a = F_t \tan \beta = 1193 \cdot \tan 10^\circ = 210 \text{Н}.$$

					A9-KФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Напруга вигину по формулі(3.25)

$$\sigma_F = \frac{F_t K_F Y_F Y_\beta K_{F\alpha}}{b m_n} \leq [\sigma_F],$$

де $[\sigma_F] = \frac{\sigma_{F \lim b}}{[S_F]}$, $\sigma_{F \lim b} = 500 \text{ Н/мм}^2$ - межа витривалості на вигин при HRC45,55; $[S_F] = 1,8$ - коефіцієнт безпеки.

Напруга вигину, що тоді допускається, для шестерні і колеса рівна

$$[\sigma_F]_1 = [\sigma_F]_2 = \frac{500}{1,8} = 278 \text{ Н/мм}^2$$

$K_F = K_{F\beta} K_{Fv}$ - коефіцієнт навантаження : $K_{F\beta} = 1,05$, $K_{Fv} = 1,2$ і $K_F = 1,05 \cdot 1,2 = 1,26$.

Y_{F1} і Y_{F2} - коефіцієнти форми зуба, залежать від еквівалентного числа зубців

$$\text{шестерні } z_{v1} = \frac{z_1}{\cos^3 \beta} = \frac{35}{\cos^3 10^\circ} = 37; Y_{F1} = 3,7;$$

$$\text{колеса } z_{v2} = \frac{z_2}{\cos^3 \beta} = \frac{88}{\cos^3 10^\circ} = 92; Y_{F2} = 3,6.$$

Знаходимо відношення

$$\text{- для шестерні } \frac{[\sigma_F]_1}{Y_{F1}} = \frac{278}{3,7} = 75 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\text{- для колеса } \frac{[\sigma_F]_2}{Y_{F2}} = \frac{278}{3,6} = 77 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахунок ведемо по зубцях шестерні і уточнюємо Y_β

$$Y_\beta = 1 - \frac{10}{140} = 0,93.$$

$K_{F\alpha} = \frac{4(\varepsilon_\alpha - 1)(n - 5)}{4\varepsilon_\alpha}$ - коефіцієнт, що враховує нерівномірність розподілу навантаження між парами зубців.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Коефіцієнт осевого перекрытия

$$\varepsilon_{\beta} = \frac{btg\beta}{\pi m_t} = \frac{50 \cdot tg10^0}{\pi \cdot 3,047} = 0,93$$

Якщо $\varepsilon_{\beta} < 1$, то $K_{F\alpha} = 1$.

Напруження вигину :

$$\sigma_{F1} = \frac{1193 \cdot 1,26 \cdot 3,7 \cdot 1 \cdot 1}{50 \cdot 3} = 37,08 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_F]_1 = 75 \text{ Н/мм}^2.$$

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. Охорона праці

Основні заходи безпеки до насосу для перекачування густих мас.

Характерні небезпечні і шкідливі виробничі фактори.

У дипломному проєкті представлений насос для густих мас А9-КФК. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів (НШВФ) проведений відповідно до ГОСТ 12.0.003-94, стосовно до даної машини, в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Небезпечні й шкідливі фактори	Місце виникнення	Причина виникнення	Можливі травми і профзахворювання
1	2	3	4
Фізичні рухомі частини виробничого обладнання	Вали механізмів, клинопасова передача, кривошипно-шатунний механізм	Відсутність захисних кожухів на клинопасовій передачі, зубчастій передачі	Травми кистей і рук, травми інших частин тіла
конструкції, що руйнуються	вали механізмів	Зношеність механізмів, передач, відсутність мастила	різні травми організму
Підвищений рівень шуму на робочому місці	Електродвигун, зубчаста передача, кривошипно-шатунний механізм	Ослаблення паса передачі, вихід з ладу підшипників кочення на валах та ковзання на колінчастому валу	зниження слухової чутливості
Підвищений рівень вібрації	Електродвигун, кривошипно-шатунний механізм	Ослаблення кріплення двигуна на рамі, зношеність підшипників	Захворювання нервової системи
Підвищена напруга в електричному	Корпус електродвигуна і ланцюга напруги	Дотик до струмоведучих частин	електричний удар

ланцюзі	380В і 220В, електричне освітлення	електродвигуна і не струмоведучих частин машини, що потрапили під напругу	
Недостатня освітленість робочої зони	Зона обслуговування машини	Відсутність необхідного числа світильників, забруднення скла вікон, старіння ламп	Погіршення зору, загальна втома

Насос з усіх боків укладений в кожух, що повністю виключає виробничий травматизм при його експлуатації. Машина забезпечена системою автоматичного відключення при зміні якого-якого технологічного параметра. Перед пуском насосу слід перевірити наявність і рівень масла в масляній ванні, справність манометра. Потім пускають воду на охолодження плунжерів. Тиск у нагнітальній камері насосу не повинен перевищувати межу, встановлену паспортом (червона риска на манометрі вказує гранично допустимий робочий тиск). Насос зупиняють, якщо стрілка манометра робить різкі скачки або показує тиск вище допустимого рівня. До повної зупинки насосу забороняється розкривати головку, ущільнювати сальники плунжерів і виконувати будь-який ремонт машини або комунікацій.

При технічному обслуговуванні та ремонті слід користуватися спеціальним інструментом і пристосуваннями. Забороняється використання випадкових підручних засобів.

З електробезпеки насос повністю відповідає вимогам ГОСТ 12.2.007-95. Захисний кожух машини повністю виключає ураження людини електричним струмом. При переході на металеві частини насосу передбачено занулення і автоматичне відключення машини. Наш час характеризується тим, що практично кожна людина пов'язаний з використанням електричної

енергії. Крім цього небезпека ураження електричним струмом серед інших небезпек відрізняється тим, що людина не може виявити без спеціальних приладів напруга на відстані. Воно виявляється тільки тоді, коли людина стосується струмоведучих частин. Тому велике значення набувають питання захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом. Для забезпечення електробезпеки на підприємствах консервної промисловості використовують такі технічні засоби і способи захисту:

- Захисне заземлення;
- Занулення;
- Застосування малих напруг;
- Контроль ізоляції обмоток;
- засоби індивідуального захисту;
- Запобіжні пристосування.

Насос є відносно нешкідливою з точки зору охорони праці, машиною. У ньому не використовується такі потенційні небезпечні речовини, як газ, пара і т.д., не відбувається викиду в атмосферу будь-яких шкідливих речовин.

Можливість аварії при порушенні правил пуску обладнання. При пуску холодного обладнання насоса клапан повинен бути відкритий і тиск має дорівнювати 0. В іншому випадку при пуску рідини в насос можливе виникнення гідравлічного удару, в цьому випадку можуть бути зруйновані нагнітальні клапани насоса. Плунжерний насос повинен мати запобіжний клапан, розрахований на максимальний тиск і манометр для реєстрації тиску. Крім того проєктований насос управляється дистанційно, в ньому передбачено ряд автоматичних блокувань у разі порушення будь-якого технологічного параметра (тиск продукту, тиск масла, зміна сили струму в мережі живлення). Інтерес представляє лише шум, створюваний частинами машини, що труться і рухомої рідини.

5.1 Виробнича санітарія

Виробнича санітарія включає в себе: оздоровлення повітряного середовища і нормалізацію параметрів мікроклімату робочої зони, захист працюючих від шуму, вібрації, забезпечення необхідних нормативів природного та штучного освітлення, підтримка відповідно до санітарних вимог території підприємства, основних виробничих і допоміжних приміщень.

5.2 Шум

Шум не повинен перевищувати гранично-допустимі значення рівня звукового шуму. Що наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 - Гранично-допустимі значення рівня звукового шуму

Середньогео- метричні частоти, Гц.	3	25	50	100	200	400	800	1600
Рівень звукового тиску L, Дб.	1	1	4	7	2	4	6	0
Допустимі рівні звукового тиску, Дб. ГОСТ 12.1.003-93"ССБТ"	9	2	6	3	0	8	6	4

Електродвигун, насос і пускова апаратура повинні бути ретельно заземлені; необхідно систематично перевіряти стан заземлюючих пристроїв. Під час експлуатації у приводів повинні бути захисні кожухи. Забороняється проводити ремонт, змащення, чищення і миття на ходу машини. Справність запобіжного клапана та його регулювання на максимально допустимий

робочий тиск треба обов'язково перевіряти кожен раз перед роботою. Робочий тиск в нагнітальній камері не повинен перевищувати паспортного значення.

Після роботи плунжерний блок промивають на ходу машини, пропускаючи через нього спочатку теплу, потім гарячу воду до тих пір, поки вода не буде виходити чистою. Потім розбирають плунжерний блок і добре промивають в гарячій воді, сушать і збирають блок.

5.3 Охорона навколишнього середовища

Навколишнє середовище є невід'ємною складовою частиною життєдіяльності людини, як з точки зору прогресу, так і шкідливих його наслідків. Несприятливі зміни таких дефіцитних ресурсів планети, як повітря, вода, родючі ґрунти, природні джерела харчування досягли загрозливого рівня.

Державна охорона санітарного нагляду та охорони природного середовища повинні здійснювати постійний контроль за дотриманням діючих гранично допустимих концентрацій шкідливих викидів з боку підприємства.

Виробництво консервної промисловості може мати різноманітні джерела забруднення атмосфери: викиду систем вентиляції, газоподібні викиди від технологічного обладнання, викиди автотранспорту та інше..

Викиди в атмосферу підприємством консервної промисловості можна розділити на наступні групи:

- Викиди, які утворюються при виробництві енергії і в результаті використання транспортних засобів;
- Викиди, супутні основним технологічним процесам;

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- Викиди допоміжних цехів і виробництв.

На підприємстві джерелами викидів є транспортні засоби (транспортують сировину і готову продукцію) і власна котельня.

Для зменшення загазованості повітря, площі вільні від будівель упорядковуються і озеленяються, причому породи дерев обрані хвойні, які мають яскраво вираженою здатністю до газопоглинання і пило затримання. Крім поглинання шкідливих газів і парів зелені насадження знижують рівень шуму, а також насичують повітря киснем. Для функціонування котельні вибрано найбільш екологічно чисте паливо - газ. При спалюванні цього палива до складу викидів входять тільки окис вуглецю та окису азоту, тоді як при використанні твердого палива і мазуту у викидах присутні також тверді частинки (зола, сажа) та сірчистий ангідрид.

Підприємства консервної промисловості витрачають чисту воду, яка в процесі її використання забруднюється різними домішками, у тому числі і органічними. Органічні речовини є гарним живильним середовищем для різного роду бактерій. Тому для підтримки доброго санітарного стану приміщень і територій підприємства відходи та стічні води негайно видаляються з підприємства, а також через систему каналізації за межі населеного пункту. Залежно від походження, виду і якісної характеристики стічні води підприємств консервної промисловості можна підрозділити на виробничі (промислові), господарсько-фекальні і зливові (атмосферні) стічні води. За ступенем забруднення стічні води поділяють на забруднені, умовно-чисті води

На підприємстві при митті обладнання та виробничих приміщень використовуються миючі засоби, які частково розчиняють змиті забруднення. Стічні води підприємства надходять у міську каналізацію і тільки після попереднього очищення (механічної, біологічної), потрапляють у водойми. Якість і безпека харчової продукції та здатність її задовольняти

					A9-KФK 00.00.000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

фізіологічні потреби людини визначаються відповідністю її гігієнічним нормативам, установленим санітарними правилами і нормами.

Вимоги, якими повинні відповідати органолептичні властивості харчової продукції, встановлюються у нормативній і технічній документації на її виробництво. Безпека продовольчої сировини і харчових продуктів в епідемічному й радіаційному відношенні, а також за вмістом хімічних забруднювачів визначається їх відповідністю гігієнічним нормативам.

Гігієнічні нормативи включають потенційно небезпечні хімічні сполуки і біологічні об'єкти, присутність яких в харчовій продукції не повинно перевищувати допустимий рівнів їх вмісту в заданій масі (обсяг) досліджуваної продукції. У продовольчій сировині і харчових продуктах регламентується вміст основних хімічних забруднювачів, небезпечних для здоров'я людини. Гігієнічні вимоги до допустимого рівня вмісту токсичних елементів пред'являються до всіх видів продовольчої сировини і харчових продуктів. У всіх видах продовольчої сировини і харчових продуктів нормується як глобальні забруднювачі пестициди - генсахлорціклоіогексан (α -, β -, γ - ізомери) і ДДТ і його метаболіти.

З метою обмеження внутрішнього опромінення встановлені гігієнічні нормативи вмісту радіонуклідів. Радіаційна безпека харчової продукції визначається її відповідністю допустимим рівнем питомої активності радіонуклідів цезій - 737 і стронцій - 90. Існують гігієнічні норми якості і безпеки, яким повинні відповідати всі харчові продукти і продовольча сировина. За цими показниками щомісяця випробування продукції проводять співробітники лабораторії Обласної СЕС.

					А9-КФК 00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Список літератури

1. Конструкції і розрахунки машин та апаратів переробних виробництв [Текст] : підручник / В. С. Бойко, К. О. Самойчук, В. Г. Тарасенко та ін. ; Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. Д. Моторного. — Мелітополь : ПрофКнига, 2021. — 320 с.
2. Основи розрахунку та конструювання обладнання переробних і харчових виробництв [Текст] : підручник / К. О. Самойчук, В. С. Бойко, В. О. Олексієнко та ін. ; за ред. К. О. Самойчука ; Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. Д. Моторного, Каф. обладнання перероб. і харч. вир-в ім. Ф. Ю. Ялпачика. — Київ : ПрофКнига, 2020. — 428 с.
3. Prospective directions of scientific research in engineering and agriculture [Електронний ресурс] : collective monograph / D. Hladyshev, H. Hnat, M. Lemeshev etc. ; International Science Group. — Boston : Primedia eLaunch, 2023. — 464 p. : online resource.
4. Методичні вказівки до курсового проектування по курсу "Теоретичні основи розрахунків технологічних машин і апаратів". "Проектування апаратів. Механічні розрахунки" [Електронний ресурс] : ступінь "Магістр", для студентів спец. 131 "Прикладна механіка" і 133 "Галузеве машинобудування" / О. В. Ватренко, В. В. Петровський ; за ред. О. Г. Бурдо ; відп. за вип. О. Г. Бурдо ; Каф. процесів, обладнання та енергетичного менеджменту. — Одеса : ОНТУ, 2023. — 114 с.
5. Інноваційні технології та обладнання галузі. Переробка продукції тваринництва [Текст] : посібник-практикум / К. О. Самойчук, С. В. Кюрчев, Н. О. Паляничка та ін. ; Тавр. держ. агротехнол. ун-т ім. Д. Моторного, Каф. обладнання перероб. і харч. вир-в ім. Ф. Ю. Ялпачика. — Київ : ПрофКнига, 2020. — 252 с.
6. New stages of development of modern science in Ukraine and EU countries: monograph / edited by authors. — 7th ed. — Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2019. — 474 p.

					A9-КФК.00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		