

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація виробництва ковбасних виробів в умовах
фермерського господарства з модернізацією кутера ФСЕ-2000»

Виконав здобувач вищої освіти П курсу,
групи АІ-20МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Соболь Олексій Вікторович

« ____ » _____ 20__ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 20__ р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«___» _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	29
4. Охорона праці.....	54
5. Економічна частина	57
6. Висновок	58
Список використаної літератури	59
Додатки.....	61

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

1. Вступ

Сприятливі ґрунтово-кліматичні умови та географічне положення України визначають аграрний напрямок господарювання. Більшість існуючих фермерських господарств займаються рослинництвом, проте є певна кількість тих, що поєднують як рослинництво так і тваринництво, або ж і взагалі мають тваринницький напрямок. Слід зазначити, що більшість новостворених фермерських господарств спочатку спеціалізувалися лише на вирощуванні окремої продукції та її реалізації, та поступово, найбільш розвинені з них намагаються поєднати виробництво продукції з її переробкою, оскільки це дозволяє одержати більші прибутки.

Кіровоградська область розміщена в Центральній частині України в зоні переходу лісостепу в степ, з помірним кліматом та родючими чорноземами. Географічна особливість цієї території та її родючі ґрунти дозволяють займатися вирощуванням різноманітних культур, а специфіка господарювання є найбільш сприятливою для вирощування зернових та зернобобових. Крім того температурний режим, тривалість світлового дня, наявність значних площ під пасовища та інші сприятливі кліматичні умови сприяють розвитку тваринництва.

Зважаючи на те, що виробництво м'ясної продукції є однією з ведучих галузей народного господарства, а доступність обладнання для її здійснення дозволяє проводити попередню обробку м'яса та виробництво ковбаси безпосередньо в фермерському господарстві – таке виробництво дозволяє значно підвищити рентабельність тваринницької галузі.

Хоча технологічні процеси виробництва м'ясної продукції супроводжуються складними структурно-механічними, фізико-хімічними і біологічними процесами, суворе дотримання рецептури та санітарно-гігієнічних вимог дозволяє досягти ефективних показників роботи. Тому

					МВКВ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Соболь			Пояснювальна записка		
Перевір.		Лещенко					
Реценз.							
Н. Контр.		Мачок					
Затверд.		Свірень					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)		

знання закономірностей вказаних показників не тільки складає сутність вивчення технології м'ясопереробки, але і слугує основою подальшого вдосконалення технологічних процесів виробництва ковбаси.

Провівши аналіз господарських умов, фінансового стану базового фермерського господарства, існуючого обладнання для означених цілей та його потенціалу, ще в 2010 році було прийнято рішення по впровадженні в виробництво ковбасного цеху, який би не лише переробляв м'ясо власного виробництва, але й надавав послуги виробництва ковбаси сусіднім господарствам та приватним особам. Для цього було закуплено відповідне обладнання, підготовлено всю супровідну документацію та введено в експлуатацію цех.

В ході експлуатації цеху з виробництва ковбаси було виявлено і деякі недоліки роботи обладнання та неузгодженості в технологічному процесі. Тому метою даної кваліфікаційної роботи є досконалий аналіз технології та обладнання для виробництва ковбаси та пропозиції щодо його вдосконалення на базі цеху м'ясопереробки фермерського господарства.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2. Технологічна частина

Ковбасою або ж ковбасними виробами називаються вироби, що виготовлені із м'ясного фаршу з сіллю, спеціями та добавками в оболонці чи без неї, які, майже завжди пройшли теплову обробку та є повністю придатними до вживання.

Залежно від сировини і способів обробки ковбаси, готові продукти бувають таких видів: варені ковбаси, фаршировані ковбаси, напівкопчені ковбаси, копчені ковбаси, кров'яні ковбаси, дієтичні ковбаси, сардельки чи сосиски, зельці, ліверні ковбаси, м'ясні хліби, паштети тощо.

Вимоги до сировини, допоміжних матеріалів і готової м'ясної продукції

Для того, щоб виготовляти ковбасні вироби, потрібно використовувати сировину із здорових тварин, яка б не мала ознак псування, в тому числі і мікробіологічного, без забруднень, пошкоджень, крововиливів будь-якого походження, перед використанням клейма мають повністю видалятися. Туші тварин, які не мають запаху в глибині але при цьому існує незначний поверхневий слиз, запліснявіння потрібно якісно зачистити та промити гарячою (на менше 50°C) водою, після чого достатньо обполоснути холодною водою.

У якості сировини для виготовлення варених ковбас потрібно використовувати м'ясо яловичини і свинини в парному, охолодженому або ж розмороженому стані; для того, щоб виробляти інші види ковбас – м'ясо має бути в охолодженому і розмороженому стані. Сьогодні часто на виробництві ковбас до інгредієнтів додають соєві білки, молочно-білковий концентрат, бензонат натрію, плазму крові, кістне борошно тощо.

Солити ковбасні вироби під час їх виробництва потрібно лише харчовою сіллю I сорту, яка повинна бути без будь-яких механічних включень та стороннього запаху, додають і цукор-пісок, який повинен бути білого кольору без жодних домішок і комочків, якщо при виробництві застосовують

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

нітрит натрію, то вміст у ньому нітриту має бути 96% і вище. Всі спеції і прянощі, що додаються за рецептурою повинні мати характерні саме цим спеціям специфічні запахи, і в жодному разі вони не повинні містити інших домішок, в тому числі і інших спецій.

Кишкові оболонки, які застосовуються при виробництві ковбас, мають бути якісно і ретельно очищеними, за жодних умов ці оболонки не повинні мати стороннього чи неприємного запаху та будь-яких патологічних змін.

Штучні оболонки, що використовуються у м'ясопереробці, мають бути стандартних розмірів (за їх діаметром і товщиною), повинні володіти достатніми показниками міцності і щільності, але поряд з цим повинні бути еластичними, волого- і газопроникними (для копчених ковбас). Важливо, щоб штучні оболонки теж були стійкими до дії будь-яких мікроорганізмів і забезпечували умови доброго зберігання як самих оболонок, так і готової продукції при кімнатній температурі. Варто відмітити, що залежно від виду ковбас і їх властивостей потрібно використовувати оболонку певного виду, конкретних характеристик та калібру, що для цього виробу є оптимальним.

Відповідно до чинних стандартів поверхня батонів готової продукції ковбас має бути сухою, абсолютно чистою, без явних пошкоджень, злипань, будь-яких плям, напливів фаршу над чи під оболонкою, стікань жиру, ознак пліснявіння і любого слизу. На оболонці сирокопчених ковбас, за цими ж вимогами, є допустимим білий сухий наліт плісняви, але за умови, що ця пліснява є не проникаючою через оболонку та не проникає до ковбасного фаршу. Оболонка має максимально щільно прилягати до сировини фаршу, при цьому ця вимога не розповсюджується на целофанові оболонки.

Після проведення розрізу готового продукту, ковбаса має бути монолітною, кусочки шпика чи грудинки мають бути рівномірно розподіленими, та повинні мати задану форму і розміри, що залежить від рецептури конкретної ковбаси. Колір готових ковбасних виробів на розрізі має

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

бути максимально рівномірний, червоний чи рожевий, будь-які плями не допускаються.

Сам готовий продукт має приємно пахнути, а аромат має складатися із аромату пряностей інгредієнтів ковбаси. Категорично не допускаються любі прояви прицвітання ковбаси та її кислуватості. Смак у варених ковбас має бути не надто солоний, а у напівкопчених і копчених – смак солонуватий, гострий, має відчуватися яркий аромат коптіння, але без гіркості.

Готові продукти переробки м'яса повинні мати достатню кількість солі, вологи, крохмалу, нітрату, а ці показники регламентуються встановленим стандартом та рецептурою конкретних ковбасних виробів.

Загальна технологія виробництва ковбас та технічне забезпечення процесів

Підготовка сировини. Підготовка сировини є початковим етапом виробництва ковбасних виробів і для більшості ковбас цей технологічний процес складається з таких операцій: обрізка напівтуш, обвалювання обрубів, жилювання та сортування м'яса, попереднє чорнове подрібнення і соління м'яса.

Перед подачею м'ясної сировини на обрізку м'ясо оглядають ветеринари, забруднені ділянки туш промивають теплою водою, зрізають клейма, що нанесені фарбою із нехарчових барвників. Після проведених робіт, м'ясо зважують, для цього використовують напільні чи підвісні ваги та передають всю продукцію на наступні етапи переробки.

Обрізка напівтуш. Мета цієї операції – подрібнення напівтуш тварин на окремі частини, що має полегшити наступні операції, наприклад обвалювання. Обвалювання м'яса проводять диференційовано, а це значить, що кожен фахівець обробляє певну частини туші м'яса, який на цьому і спеціалізується. На дрібних підприємствах із виробництва ковбас застосовують обвалювання потушну, це коли один працівник самостійно обробляє всю тушу тварини. Обвалювання туш повинно виконуватися якісно, під час таких операцій допускається незначне почервоніння на кістках туш, які

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

обвалюються. Обвалювання м'яса тварин проводять на спеціальних стаціонарних чи конвеєрних столах.

Жилування м'яса. Жилування полягає в розділенні з'єднаних тканин м'яса, дрібних кісток, кровоносних і лімфатичних судин, хрящів, крововиливів та забруднень. З'єднувальна тканина м'яса має низьку харчову цінність, крім того, під час теплової обробки, з'єднувальна тканина не розварюється повністю, а отже призводить до різкого погіршення якості готових ковбас. М'ясо, в якому є велика кількість з'єднувальної тканини є сировиною для виробництва ковбас низьких сортів, зельців, студнів та ін. Жилування проводять вручну, кожну тушу диференційовано та спеціальними ножами. В процесі жилування потрібно отримати шматки м'яса вагою 400...500 гр. Після проведення операції жилування м'ясо потрібно відсортувати на м'ясо I, II та III сорту.

Під час проведення операцій обвалювання і жилування м'яса надважливо дотримуватися санітарно-гігієнічних умов проведення робіт. Так на цих видах операцій температура повітря в цеху має бути на рівні +10...+12°C за умов відносної вологості на рівні 75...80%.

Для досягнення необхідних смакових якостей і недопущення псування потрібно м'ясо посолити. Для запобігання псуванню м'яса практикують поєднання посолу із тепловою обробкою, охолодженням, коптінням та іншими процесами.

Технологія посолу м'яса під час виробництва ковбас. Для ефективного проведення посолу реалізують наступні процеси: попереднє подрібнення м'яса, змішування інгредієнтів із розсолами та їх витримка в розсолі.

Залежно від сорту ковбас м'ясо подрібнюють на шматки масою до 400 гр.; на шротові частинки – розмірами 16...25 мм та на дрібноподрібнені частинки (кутерований стан), із розмірами 2...3 мм. М'ясо із розсолами змішуються в мішалках або ж кутерах. Залежно від ковбас, що виготовляють на підприємстві, додають до 2,5% солі до маси м'яса під час виробництва

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

варених ковбас; до 3...4% солі – для виробництва напівкопчених та копчених ковбас.

У багатьох дрібних виробників м'ясної продукції застосовують агрегат для засолу (рис. 1), який складається із м'ясорубки, дозаторів сухих речовин або розчинів розсолів та змішувачів періодичної чи неперервної дії. Якщо ж соління м'яса відбувається рідким розсолом, рідина може безпосередньо подаватися до ріжучих робочих органів м'ясорубки, в шнекові змішувачі тощо. Якщо на виробництві реалізують прискорене соління м'яса, яке триває до 6 годин для виробництва варених ковбас, то м'ясо подрібнюють до часток розмірами 2...3 мм, після чого його змішують з насиченим розсолом до 10% до маси сухої речовини, температура цього розсолу має бути не вищою за +10...+12°C.

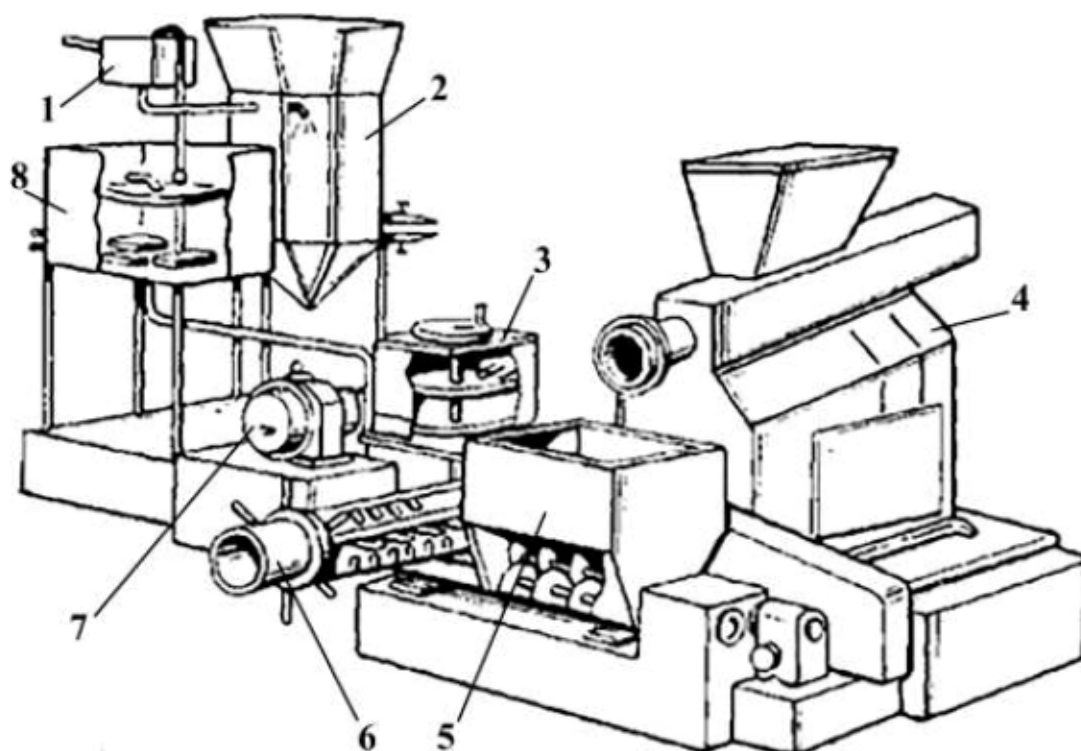


Рис. 1. Серійний агрегат для соління:

1 – автоматичний приготувач розсолу; 2 – збирач розсолу; 3 – дозатор розсолу; 4 – м'ясорубка; 5 – дозатор м'яса; 6 – шнековий змішувач; 7 – електродвигун; 8 – охолоджувач

Під час виробництва варених ковбас, сардельок та сосисок м'ясо подрібнюють на кутерах. Якщо перед солінням м'ясо на м'ясорубках було

подрібнено не достатньо (діаметр сітки на м'ясорубці 12...25 мм), його потрібно додатково пропустити через м'ясорубку, установивши на ній сітку із отворами діаметром 2...3 мм.

В промислових м'ясорубках (рис. 2) м'ясо ріжеться, зминається та розривається. Варто відмітити, що чим менші отвори в сітці м'ясорубки, тим більш інтенсивно руйнуються зв'язки між м'ясом та сильніше перетирається тканина, що супроводжується нагріванням м'яса через тертя на 8...9°C. Прямий вплив на якість процесу на нагрівання сировини має правильність збирання ріжучого механізму м'ясорубки.

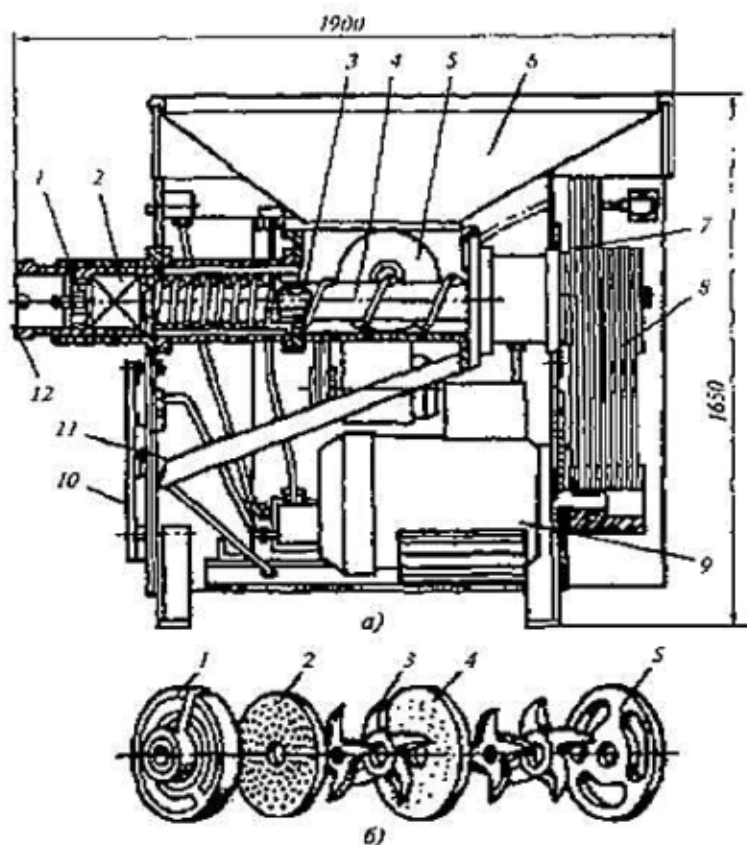


Рис. 2. Конструкція м'ясорубки К7-ФВП-160-1:

а – схема м'ясорубки; б – ріжучий механізм м'ясорубки

- 1 – підпірна решітка; 2 – ріжучий механізм; 3 – ножовий вал; 4 – робочий шнек; 5 – одновиткова лопать; 6 – бункер; 7 – клинопасова передача робочого шнека; 8 – клинопасова передача ножового валу; 9 – електродвигун; 10 – майданчик для санобробки; 11 – жолоб; 12 – трубчаста насадка;
- 1 – підпірна решітка; 2 – вихідна ножова решітка; 3 – ножі; 4 – проміжні решітки; 5 – приймальна решітка

У дрібних виробників ковбас найчастіше зустрічаються м'ясорубки із решітками 220 мм та одношнековою подачею сировини на обробку.

Під час виробництва варених ковбас, сардельок, сосисок, м'ясних хлібів, ліверних ковбас та деяких напівкопчених продуктів м'ясо слід подрібнювати на кутерах, які дозволяють більш якісно і рівномірно подрібнити продукт, порівняно із м'ясорубками. Подрібнення м'яса на кутері не лише забезпечує якісне руйнування структури тканин м'яса, а й рівномірне перемішування.

Ріжучий механізм класичного кутера складається із набору серповидних ножів і металевої гребінки, під час роботи між зубами гребінки проходять ножі. Принцип різання кутером – розтин тканин м'яса. Частота обертання ножів кутера не менше 1440 об/хв. Під час обробки м'яса кутером воно нагрівається, а тому під час кутерування до м'яса крім холодної води потрібно додавати до 10% льоду. Температура м'яса під час його подрібнення на кутері та після обробки на повинна перевищувати 8...10°C. Продуктивність кутера залежить від конструкції, та від гостроти і форми ножів, величини зазору між лезами ножів та поверхнею чаші і загальної тривалості процесу кутерування. Тривалість циклу кутерування м'яса складає 5...8 хв, що залежить від властивостей м'яса, насамперед його жорсткості і виду ковбасних виробів, які планується виготовляти.

Якщо в кутері обробляють разом м'ясо різної жирності, то спочатку завантажують і подрібнюють яловичину, або ж нежирну свинину, а потім додають напівжирну свинину. М'ясо завантажують в кутер поступово. Коефіцієнт заповнення робочої чаші кутера не перевищує 0,6.

Кутери класифікують залежно від об'єму чаші та способу її розвантаження. Розвантаження чаші кутера може бути ручним або ж механізованим. Механізоване розвантаження чаші проводиться за допомогою обертаючої тарілки, або ж через отвір в центрі чаші. Сучасні конструкції

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

кутерів можуть переробляти сировину в замороженому вигляді, причому робити це без попереднього подрібнення на м'ясорубці.

Приготування фаршу. Фарш для кожного виду і сорту ковбасних виробів складають за стандартними рецептурами. Щоб фарш для приготування виробів був рівномірним, потрібно його ретельно перемішувати. Шматочки шпика, грудинки або патроха, якщо вони входять за рецептурою до фаршу, мають зберігати свою первинну форму навіть після перемішування.

Структурно-однородний фарш (без шпика) змішують в куттері на етапі подрібнення сировини. Порядок завантаження інгредієнтів фаршу в кутер за таких умов наступний: спочатку завантажують яловичину або нежирну свинину, потім додають лід і воду, після ретельного подрібнення сировини завантажують спеції, муку або крохмаль, на завершальному етапі додають жирну свинину або ж жир. Неоднорідний фарш або ж фарш зі шпиком перемішують в змішувачах.

Змішувачі, які використовуються в дрібному ковбасному виробництві, розрізняють за розмірами, способом розвантаження та формою лопатей. Лопаті зазвичай фіксуються на двох валах, які обертаються назустріч один одному з різною швидкісними параметрами. Така конструкція валів змішувачів забезпечує рівномірне перемішування. Напрям обертання лопатей під час технологічного процесу за необхідності можна змінити. Найбільшого поширення в ковбасному виробництві знайшли змішувачі із Z-подібними лопатями.

Найбільшої щільності і монолітності інгредієнтів фаршу можна досягти за умов його перемішування під вакуумом. З цією метою використовують вакуумні фаршезмішувачі, особливістю яких є те, що їх чаша закрита кришкою, яка має гумові ущільнювачі, що служить для створення герметичності під час відкачування повітря.

Шприцювання і формування ковбасних виробів. Протягом останніх десятиліть розроблені машини, які дозволяють шприцювати підготовлений

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

ковбасний фарш в штучні, білкові і натуральні оболонки, а також накладати на них скріпки.

Готовий фарш відправляють на виготовлення батонів ковбас. Мета процесу – надати формі і забезпечити збереження фаршу від зовнішніх загроз. Формування ковбасних виробів можна виконувати вручну, що роблять для фаршированих ковбас, або ж за допомогою спеціальних шприців. Перед шприцюванням ковбас природні кишкові оболонки ретельно очищають, замочують в чанах у спеціальних розчинах та промивають достатньою кількістю проточної води. Після проведених робіт перевіряють цілість і міцність підготовлених до подальших робіт оболонок.

Шприци, якими формують батони ковбасних виробів, працюють за принципом насосів періодичної або безперервної дії. Шприци періодичної дії залежно від приводу можуть бути механічні, гідравлічні і пневматичні.

Оболонки наповнюються фаршем через цівки, на які надівають підготовлені оболонки. Цівки – це металеві трубки, які мають конічні розширення в кінці, ці цівки прикріплюються до патрубків шприца. Під час шприцювання ковбасних виробів потрібно використовувати цівки, діаметр яких є співрозмірним із діаметром оболонок, із фактичними розмірами від 16 до 60 мм. Шприці, що використовуються для приготування ковбас можуть бути одно-, дво- або ж багатоцівочні.

Фарш запресовують у оболонки із різною щільністю, що залежить від того, який саме вид ковбасних виробів готується. Найменш щільно шприцюють ковбаси варені, оскільки надлишкова щільність приводить до пошкодження оболонок при варінні ковбаси через розширення продукту. Ковбаси, які потім піддаються коптінню, навпаки шприцюють максимально щільно, тому що подальше сушіння батонів призводить до суттєвого зменшення об'єму ковбаси.

Столи, на яких в'яжуть ковбасні вироби встановлюють впритул до шприців.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Після зав'язування або перекручення ковбасні батони навішують на палицях, що встановлюються на рамах, які пересувають по наступних етапах виробництва підвісними шляхами. На рамі мають бути закріплені тільки один вид і сорт ковбаси. Норма розміщення ковбас на одну раму залежить від виду ковбаси, що виробляється і складає близько 100...250 кг.

Батони ковбас на рамах не повинні дотикатися один до одного, якщо ж це має місце, то дотичні ділянки ковбас ізолюються від дії теплого повітря і димових газів та повноцінно не обробляються, виходять зліпи (не обсмажені або ж не проварені ділянки готового продукту). Це суттєво погіршує товарний вигляд ковбас, знижує їх стійкість до зовнішніх чинників. Цей же зовнішній вигляд ковбас загалом визначає споживчі властивості та вартість готового продукту.

Осідання ковбасних виробів. Осідання ковбасних виробів – це перша операція завершального етапу технологічного процесу виробництва ковбас – термічної обробки продуктів. Під час цієї операції ковбаси і копченості доводяться до стану повної кулінарної готовності. Осідання готового продукту відбувається в спеціальних камерах, в яких підтримується заданий режим температури і вологості.

Залежно від виду ковбасних виробів, осідання буває тривалим або ж короткочасним. Короткочасне осідання проводять при виробництві варених ковбас, сардельок і сосисок, а загальне його тривання від 2 до 4 год. Виготовляючи напівкопчені ковбаси час їх осідання дорівнює 4...6 год. Варено-копчені ковбаси осідають 24...48 год. Найбільш тривалому осіданню піддають сирокопчені і сиров'ялені ковбаси а тривалість цього процесу складає 5...7 діб.

Ковбаси, що пройшли осідання, значно краще обсмажуються, так як обсмаження після осідання сприяє меншому виділенню вологи, яка сповільнює саме обжарювання і супроводжується осіданням смоли та сажі.

Обжарювання. Після осідання ковбасні вироби, які цього потребують направляють в обжарювальні камери для обжарювання. Обжарювання – це процес короткочасної обробки поверхні ковбасних виробів коптільним димом за умов високих температур перед варінням ковбас.

Основною метою обжарювання є підвищення механічної міцності оболонок і поверхневого шару продукту, зменшення гігроскопічності ковбасних виробів. Ковбаса стає більш стійкою до мікроорганізмів, поверхня батонів зафарбовується в специфічний буро-червоний колір, набуває золотистого відтінку. В результаті цієї процедури у виробі з'являється специфічний приємний аромат та смак коптільних речовин.

Копчення. Під копченням ковбасних виробів розуміють пропитування продуктів коптільними речовинами, які отримуються у вигляді коптільного диму, що відбувається під час неповного згорання деревини. Технологічні властивості коптільного диму напряду залежать від ступеня насичення ароматизуючими речовинами, які містяться у фенольній фракції. Однак сам технологічний зміст процесу копчення є значно ширшим, так як одночасно із насиченням коптільними речовинами, із ковбасою відбуваються інші процеси, вплив яких на готовий продукт часто є більш значним.

Одним із вагомих результатів процесу копчення є те, що цей процес забезпечує високу стійкість ковбасних виробів до дії мікроорганізмів. Речовини, що проникають в ковбасу при її копченні, додають готовому продукту своєрідний гострий, але разом із тим приємний смак і аромат. При різних режимах копчення ковбасних виробів відбуваються певні зміни, що в своїй сукупності характеризуватимуть ефект копчення. Так, під час гарячого копчення за температур 35...50°C і при запіканні ковбас, із температурою 70...120°C відбувається зварювання колагену та часткова денатурація білків готового продукту. Під час холодного копчення, за температури 18...20°C в ковбасних виробах запускаються ферментативні процеси, які позитивно впливають на властивості готового продукту.

Коптильні речовини якими обробляють вироби володіють високими бактерицидними і бактеріостатичними властивостями.

Електроконтакт інфрачервоний і надвисокочастотний нагріву. Через специфіку м'ясної сировини, яка має низьку теплопровідність, термічні процеси в м'ясній промисловості є достатньо тривалими. Це значно ускладнює механізацію і автоматизацію цього етапу виробництва. Сьогодні у виробництві ковбасних виробів застосовують методи високочастотного (ВЧ) і надвисокочастотного (СВЧ) нагріву електроконтакта (АЧ), що дозволяє різко пришвидшити перебіг процесів, підвищує продуктивність праці, знижує потребу у виробничих площах, підвищує якість продукції, різко поліпшуються санітарно-гігієнічні умови праці.

Пастеризуючий ефект нагріву. Нагрівання продуктів м'ясопереробки пагубно впливає на мікрофлору, насамперед на мікроорганізми у вегетативній формі. Так, якщо ковбасні вироби нагріваються до 60...70°C майже всі мікроорганізми у вегетативній формі за 5...10 хв. гинуть. Втім в м'ясі існують деякі термостійкі форми мікроорганізмів, які не лише не гинуть, а й починають розвиватися при 38°C і досягають найбільш інтенсивного розвитку при 53...55°C або при 60...64°C. Виходячи з чого, нагрівання м'ясопродуктів до температури не вище 100°C не може забезпечити повного знищення мікрофлори. З врахуванням чого, нагрів ковбасних продуктів забезпечує лише пастеризуючий ефект.

Варіння ковбас. Під варінням ковбасних виробів розуміють їх теплову обробку за температур до 68...70°C всередині продукту. Таке нагрівання забезпечує денатурацію білків, гідротермічний розпад більшої частини колагену, зміну жирів і екстрактних речовин в потрібну сторону і майже повне знищення вегетативної мікрофлори. В результаті варіння ковбасних виробів частинки зв'язуються в суцільну структуру і утворюють з вологою, єдиний монолітний конгломерат з добре вираженими твердоподібними властивостями, який пронизаний густою мережею мікро- і макрокапілярів.

Для виготовлення ковбасних виробів високої якості слід правильно вибрати режим варіння продукту та характер підведення до нього тепла. Для варіння ковбас середовищем варіння виступає гаряча вода, гостра пара і пароповітряне середовище. Варіння ковбас в гарячій воді володіє рядом переваг перед іншими способами. Це і менші втрати ваги продукту, і менша деформація оболонки за умов збереження яскравішого забарвлення поверхні готових виробів. Однак, цей спосіб варіння характеризується значними витратами робочої сили на виконання різноманітних транспортних операцій. Тому варіння в гарячій воді проводять переважно на підприємствах малої потужності.

Тривалість варіння ковбас залежить від вигляду, сорту та діаметру ковбас. Наприклад, час варіння сосисок і сардельок складає 20...30 хвилин, час варіння ковбас – 120...150 хвилин. Готовність ковбасних виробів контролюють за температурою в середині батона ковбаси. На час завершення процесу ця температура має бути не нижчою за 68...70 °С. Якщо при виробництві ковбас не дотримуються тривалості варіння, наприклад продукт переварюють, то фарш ковбаси буде сухуватий, часто зовнішня оболонка виробу лопається. Якщо ж продукт недоварений – готові ковбасні вироби будуть липкими і темнішими за повністю приготовлений продукт.

Варять під час виробництва всі ковбасні вироби, крім сиркопчених і сиров'ялених ковбас. Ковбасні вироби перед їх варінням потрібно підбирати за діаметром, у іншому випадку тонкі ковбаси будуть переварені, а товсті – навпаки – недоварені. У одному казані або камері потрібно варити тільки один вигляд і сорт ковбас.

Після варіння готову ковбасу обмивають під гарячою водою, вироби розвішують на рамах та після охолодження батонів до 40...45°C і зачистки готовий продукт охолоджують в камерах при 0...2°C протягом 12...24 годин.

Сушка готових ковбас. Сушка є завершальним етапом технологічного циклу виробництва сиркопчених, сиров'ялених, варено-копчених ковбас і

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

соленокопчених виробів зі свинини. Мета сушки ковбасних виробів це зниження вологості і збільшення вмісту солі і коптильних речовин, що дозволяє збільшити стійкість ковбас до гнильної мікрофлори. Крім того, при сушінні ковбас збільшується вміст сухих живильних речовин в одиниці маси готового продукту, що забезпечує поліпшення умови зберігання і транспортування продукції м'ясопереробки.

Упаковка і зберігання ковбасних виробів. Для зберігання товарного вигляду і якості готової продукції м'ясопереробки під час транспортування ковбасні вироби упаковують в металеві або звичайні дерев'яні ящики. Ковбаси напівкопчені і копчені, що потребують дальніх перевезень і тривалого зберігання, заливають жиром, засипають тирсою або покривають захисними покриттями. Це дозволяє уберегти готову ковбасу від мікробіального псування, зайвого усихання, цвітіння та різноманітних забруднень.

Ковбасні вироби потрібно зберігати в камерах, які обладнані підвісними шляхами або стелажми. В цих камерах повинна підтримуватися задана температура і вологість повітря. Варені ковбаси потрібно зберігати в охолоджену стані до 48 годин, ліверні ковбаси зберігають до 8 годин, а обов'язкова температура зберігання має бути не вище $+6^{\circ}\text{C}$ з відносною вологістю повітря 95%. Тривалість зберігання напівкопчених ковбас повинна бути не більше 10 днів за температурного режиму не вище 12°C з відносною вологістю повітря 75%. Сирокопчені ковбаси повинні зберігатися в спеціальних ящиках або бочках за умов їх розташування у сухих і темних приміщеннях. Таку ковбасу потрібно зберігати за температури $+12^{\circ}\text{C}$ і відносній вологості 75%. Загальна тривалість зберігання сирокопчених ковбас має бути не більше 4 місяців, при температурному режимі $-2...-4^{\circ}\text{C}$, та не більше 6 місяців при $-7...-9^{\circ}\text{C}$.

Існуюча технологія цеху з виробництва ковбаси в господарстві

Зараз ковбасний цех базового господарства орієнтований на випуск наступної продукції:

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

- ковбаси:
 - напівкопчені – Кіровоградська, Краківська, Європейська;
 - варено-копчена – Московська;
- свинокопченості:
 - грудинка, делікатес «Слов'янський», корейка (з напівжирної свинини).

Перебіг технологічного процесу виробництва ковбасних виробів у м'ясопереробному цеху господарства є типовим складається із таких етапів.

1. М'ясна сировина поступає до приймального відділення цеху. В цьому відділенні м'ясо зважується та розміщується на дерев'яних піддонах. На цьому етапі виконання робіт підтримується температура в межах $+10^{\circ}\text{C}$, що досягається і контролюється за рахунок настінних охолоджувальних батарей.
2. Далі м'ясо в напівтушах чи четвертинах транспортується на візках до обваловувального столу. На цьому етапі м'ясо обвалюється, обрізається та жилюється, в кінці процесу відбувається сортування зрізаного м'яса за сортами. Окремо відбирається найкраще м'ясо для виробництва копченостей. Решта м'яса, після його сортування зважується та по сортах вкладається в транспортувальні візки.
3. М'ясо і шпик засолюються, під час соління потрібно забезпечити до 2,5% солі відносно маси м'яса. Кускове м'ясо, що відібране для виробництва копченостей шприцюється вручну, після чого вкладається в герметичну ємність і заливається попередньо підготовленим соляним розчином. Час соління м'яса складає 12 годин, за температурного режиму близько 0°C . За цих умов теж відбувається дозрівання м'яса, що в кінцевому варіанті покращує якість майбутнього продукту.
4. Після дозрівання підготовлене м'ясо подрібнюється м'ясорубкою до фаршу, а кускове м'ясо – подається на стіл, на якому відбувається його фінішна формовка, обв'язування шпагатом із петлею та подається візками

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

на термообробку. Фарш для напівкопченої і варено-копченої ковбас подрібнюють м'ясорубками із решітками з прохідним діаметром отворів 3 мм. Шпик же подрібнюють м'ясорубками із решітками з діаметром отворів 5...7 мм, що робиться для отримання шроту.

5. Після подрібнення м'ясо разом із іншими інгредієнтами подається на приготування фаршу у фаршезмішувач. Конструктивно фаршезмішувач містить ємність із двома порожнинними шнеками-ножами, які обертаються. Передня кришка фаршезмішувача відкривається для вивантаження приготовленого фаршу. Після завантаження до фаршезмішувача м'ясної сировини додають за рецептурою спеції та воду. Одночасно із змішуванням готують соєвий наповнювач, що є фактично сумішшю соєвого концентрату і водою відповідно до ступеня гідратації із додаванням харчового фарбника, наприклад ферментованого рису. Потім і соєвий наповнювач наприкінці процесу змішування завантажують у фаршезмішувач та продовжують процес змішування протягом 3...5 хвилин до отримання однорідної консистенції продукту змішування.
6. Після перемішування підготовлений фарш завантажується в бункер шприца. За допомогою шприца підготовлена сировина набивається в готову ковбасну природну або штучну оболонку. На формувальному столі батони ковбаси обв'язуються шпагатом та навішуються на палиці.
7. Далі ковбаса відправляється до обжарювальної камери, де батони проходить термообробку за температурного режиму близько +80°C, який тримається протягом 30...40 хв.
8. Ковбаса після обжарювання відправляється у варильний казан, де вариться до досягнення температури в центрі батона на рівні 68...72°C.
9. Після цього ковбасні вироби виймають, охолоджують в душі та обприскують холодною водою на менше ніж 3...5 хв.
10. Після висихання ковбаса подається до коптильної камери, де відбувається коптіння продукту з температурою 35...50°C протягом 3...3,5 годин.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Розрахунок сировини і матеріалів для приготування ковбас

Порядок проведення розрахунків міні цехів із виробництва ковбас та цехів крупних м'ясопереробних заводів є різними, однак розрахунок показників для обох видів виробництв традиційно можна розділити на такі групи: розрахунок цеху забою худоби та обробки туш; розрахунок цехів субпродуктів, переробки кишок, жирового цеху, цехів кормових і технічних продуктів, шкуроконсервного підрозділу, цеху з переробки крові та холодильника; розрахунок консервного та м'ясопереробного цехів.

Для розрахунку сировини м'ясопереробних цехів спочатку потрібно провести вибір асортименту виробів, що заплановано виробляти. Вибір асортименту має включати номенклатуру продукції, її загальну кількість, що обумовлено завданням на проектування, всі технологічні процеси виробництва мають відповідати технологічним інструкціям, що діють на підприємстві. На цьому етапі потрібно враховувати місцеві умови виробництва і загальний тип м'ясопереробного підприємства. Вибір асортименту ковбасних виробів повинен узгоджуватися з виходом жилованого м'яса по сортах.

Загальну кількість потрібної сировини для приготування ковбасних виробів шукають за формулою

$$A = \frac{B}{Z} \cdot 100,$$

де A – загальна кількість основної сировини, яка потрібна за зміну роботи для виробництва даного виду ковбасних виробів, кг;

B – кількість готових ковбас, що виробляються в зміну в цеху, кг;

Z – вихід готових ковбасних виробів до маси сирі сировини, %.

$$A_{HK} = \frac{300}{80} \cdot 100 = 375 \text{ кг}; \quad A_{BAP} = \frac{300}{130} \cdot 100 = 230 \text{ кг};$$

$$A_{COC} = \frac{300}{100} \cdot 100 = 300 \text{ кг}; \quad A_{CAPD} = \frac{200}{110} \cdot 100 = 182 \text{ кг}.$$

Для розрахунку кількості основної сировини за її видами, наприклад яловичина жилована, свинина, шпик тощо, варто скористатися заоежністю:

$$D = \frac{A \cdot q}{100},$$

де D – потрібна кількість кожної із видів основної сировини для виробництва ковбасних виробів за зміну роботи, кг;

q – норма витрати конкретної сировини за рецептурою на 100 кг загальної кількості фаршу, кг

$$D_r = \frac{375 \cdot 90 + 230 \cdot 61 + 300 \cdot 60 + 182 \cdot 60}{100} = 764,7 \text{ кг};$$

$$D_{cb} = \frac{375 \cdot 71 + 230 \cdot 49 + 300 \cdot 50 + 182 \cdot 45}{100} = 611 \text{ кг}.$$

В таблиці 1 наведена рецептура напівкопчених ковбас, які виготовляються на підприємстві

Таблиця 1

Рецептура напівкопчених ковбас

Сировина	Ковбаса «Кірово- градська»	Ковбаса «Краків- ська»	Ковбаса «Євро- пейська»
1	2	3	4
Потрібно сировини в кг на 100 кг ковбаси			
Яловичина нежирна вищого сорту	20	–	–
Яловичина II сорту	–	65	67
Свинина нежирна	20	–	–
Свинина напівжирна	30	10	15
Шпик хребтовий	–	25	–
Грудинка зі свинини	30	–	–
Шпик свинний боковий	–	–	18
Прянощі в гр. на 100 кг			
Сіль харчова	3000	3000	3000
Цукор пісок	135	115	100
Перець чорний або білий	100	75	100

1	2	3	4
Перець духмянний	90	60	–
Нітрит в розчині	8,5	7,5	7,5
Часник свіжий	200	–	50
Суміш прянощів №6	–	250	–
Суміш прянощів №7	–	–	250
Загальні нормативні показники			
Вміст води, % не більше	45	48	50
Вміст нітриту натрію мг/100гр, не більше	5	5	5
Вміст харчової солі, % не більше	4,5	4,5	4,5

Кількість солі, що потрібна для процесу виробництва ковбасних виробів знаходиться за формулою

$$C = \frac{A \cdot q}{100},$$

де C – потрібна кількість солі та спецій на 100 кг основного фаршу, кг.

$$C = \frac{375 \cdot 3 + 230 \cdot 2,1 + 300 \cdot 2,1 + 182 \cdot 2,5}{100} = 27 \text{ кг.}$$

Підбір обладнання для технологічної лінії виробництва ковбаси

Вибір і розрахунок необхідного для виробництва ковбас технологічного устаткування є одним із найбільш важливих етапів проектування м'ясопереробного підприємства. Устаткування підбирають виходячи із рецептур, що реалізуються на підприємстві та прийнятої технології виробництва готових продуктів із таким розрахунком, щоб в цеху було встановлено якомога менше устаткування із максимально можливим коефіцієнтом завантаження цього устаткування.

Кількість машин та обладнання на конкретну операцію м'ясопереробного підприємства визначають за формулою:

$$N = \frac{A}{T \cdot q_v \cdot c},$$

де N – необхідне число машин;

A – дійсна кількість сировини, яка потрапляє за зміну в конкретну машину при технологічній операції, кг;

T – тривалість зміни роботи м'ясопереробного цеху, год;

q_v – фактична місткість ємкостей машини періодичної дії, кг;

c – число циклів за одну годину роботи цеху із виробництва ковбаси ($c = 1$ – для машини періодичної дії)

$$c = \frac{1}{t},$$

де t – тривалість конкретного процесу виробництва ковбасних виробів, год.

В окремих випадках під час виробництва ковбас та за умов незначної тривалості конкретного технологічного процесу

$$c = \frac{60}{t},$$

де t – час, протягом якого триває операція, год.

Важливе місце під час розрахунку технологічного устаткування м'ясопереробного обладнання займає визначення довжини підвісних шляхів, чанів як конвеєрних, так і безконвеєрних, столів тощо. Цей параметр можна розрахувати за формулою:

$$L = \frac{A \cdot Q \cdot l \cdot t}{T \cdot 60} + L_1,$$

де L – дійсна довжина підвісного шляху, столу або ж чана, м.;

Q – продуктивність роботи за зміну, кг.;

l – відстань між сусідніми одиницями продукції або ж суміжними робочими місцями, м.;

t – тривалість обробки ковбасної продукції, хв;

L_1 – додаткова відстань, що потрібно долати для організації нормальної роботи обладнання на м'ясопереробній ділянці, м.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Розраховані і вибрані для забезпечення роботи м'ясопереробного цеху машини та устаткування, окремі характеристики та параметри обраних машин зводимо до таблиці 2.

Таблиця 2

Рекомендоване технологічне обладнання для забезпечення роботи
ковбасного цеху

Машина чи обладнання	Марка машини	Паспортна продуктивність, кг/год	Необхідна кількість, шт.	Габаритні розміри, мм
1	2	3	4	5
Стіл обвалювальний	СОМ-2,5	—	1	2500×1500×1500
Стіл жилювальний	СТ-2	—	1	2500×2000×1500
Стіл формувальний	СФ-2,5К	—	2	2500×1500×1500
М'ясорубка промислова	ЛПК-1000В	1100	1	1000×715×1200
Фаршозмішувач	ЛПК-1000Ф	420	1	1300×800×1450
Кутер	ФСЕ-2000	950	1	1750×1450×1775
Шприц	ФЗ-ФКА	2000	1	2750×1200×2300
Котел для варіння	12-ФВА	0,45м ³	1	1870×1600×1350
Шпигорізка	ФШГ	250	1	1080×235×1907

Таким чином, проведено огляд технологічних процесів виробництва ковбасних виробів, докладно проаналізовано існуючу технологію виробництва ковбаси в умовах базового господарства із оглядом існуючого технологічного процесу та запропоновані заходи по інтенсифікації процесу виробництва ковбаси.

3. Наукова частина

3.1. Будова та принцип роботи кутера ФСЕ-2000, його вдосконалення

Кутер-фаршезмішувач ФСЕ-2000 (рис 3) складається із наступних елементів: станини, змішувальної ванни, робочих органів, їх механізму приводу та приводу перекидача ємкості для змішування. Станина кутера виготовляється із листової сталі. Змішувальна ємність кутера оточена тепловою рубашкою, яка забезпечує нагрівання інгредієнтів ковбаси в процесі його кутерування. Всередині ванни встановлено робочі органи у вигляді двох Z-подібних гвинтових лопатей, ці лопаті обертаються назустріч одна одній з різними швидкостями, у даному випадку зі швидкістю 67 об/хв та 57 об/хв. Зверху ванна герметично закривається кришкою. Теплова рубашка внизу має два штуцера, через які підключаються трубопроводи, які використовуються для підведення гарячої води чи пару. Привід робочих органів кутера складається із електродвигуна 1, клинопасової передачі та двох пар циліндричних шестеренчастих передач. Привід для перевертання та розвантаження ванни складається із електродвигуна 9, черв'ячного редуктора із передаточним відношенням $i = 39$, черв'ячної пари з передаточним відношенням $i = 69$, черв'ячний сектор якого жорстко закріплений через підшипник змішувального гвинта із правою боковиною змішувальної ванни.

Перебіг технологічного процесу роботи кутера такий. В змішувальну ванну кутера завантажують інгредієнти продукту і закривають цю ванну кришкою. Електродвигун, обертаючись приводить в дію клинопасову передачу та циліндричні шестерні, що приводять в обертання із заданими характеристиками Z-подібні гвинтові лопаті. Тривалість процесу перемішування залежить від консистенції фаршу. Готовий фарш вивантажують та направляють на наступні етапи технології, перевертаючи ванну кутера. В процесі вивантаження фаршу потрібно, щоб робочі органи (гвинти) безупинно оберталися. Коли вивантаження змішаного продукту закінчилося, робочі органи кутера зупиняють, а електродвигун 9 включають в

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

зворотному напрямку обертання, завдяки чому ванна змішувача повертається в вихідне положення. Блокування гвинтів виконується кінцевим вимикачем, який встановлено у верхній правій частині ванни кутера. Кінцевий вимикач під час відкривання кришки ванни, в цілях безпеки відключає роботу гвинтів.

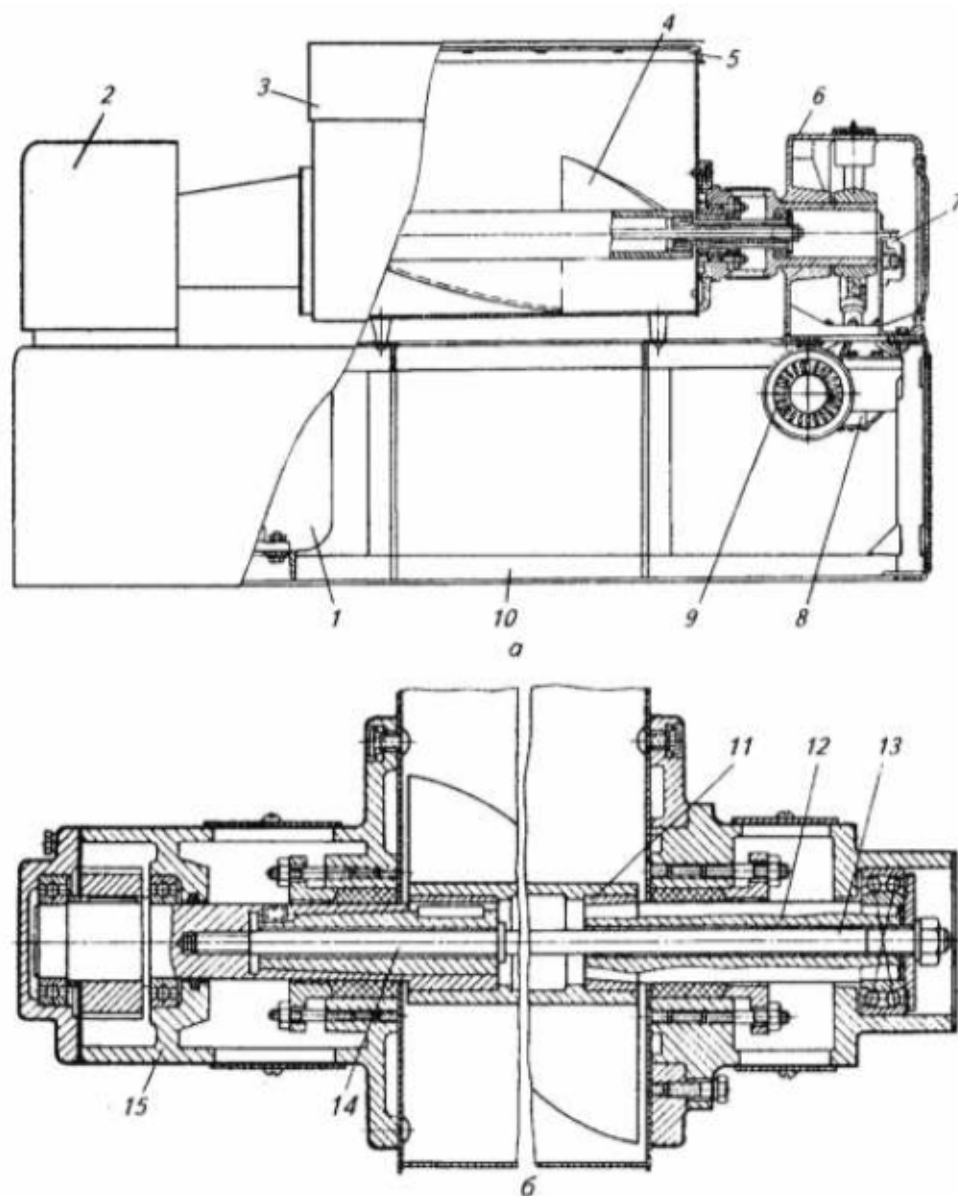


Рис. 3. Загальна будова кутера-фаршезмішувача ФСЕ-2000:

а – загальний вигляд; б – вузол змішувального гвинта;

1 – електродвигун; 2 – привід гвинтів; 3 – змішувальна ванна; 4 – гвинт змішувальний; 5 – кришка; 6 – привід перевертання ванни; 7 – підшипник; 8 – редуктор перекидання ванни; 9 – електродвигун привода перекидання; 10 – станина; 11, 13 – гвинти; 12 – конус лівий; 14 – конус правий; 15 – картер

Розрахунок продуктивності кутера та вибір необхідного електродвигуна

Для знаходження продуктивності обладнання періодичної дії, до якого і відноситься кутер, можна скористатися формулою:

$$M = \frac{60 \cdot \alpha \cdot \rho \cdot V}{T_{\text{ц}}},$$

де α – коефіцієнт завантаження ванни кутера, $\alpha = 0,6$;

ρ – значення густини сировини змішування (фаршу), $\rho = 1050 \text{ кг/м}^3$;

V – об'єм ванни кутера-змішувача, $V = 0,16 \text{ м}^3$;

$T_{\text{ц}}$ – тривалість часу циклу, що визначається часом завантаження, переробки і вивантаження сировини ковбасних виробів, $T_{\text{ц}} = 10 \text{ хв.}$

$$M = \frac{60 \cdot 0,6 \cdot 1050 \cdot 0,16}{10} = 604,8 \text{ кг/год.}$$

Значення радіусу жолоба кутера знайдемо за залежністю

$$r = \sqrt{\frac{\frac{V}{l}}{\frac{\pi}{2} \cdot z + 2 \cdot \alpha_1 \cdot z + \alpha_1^2 \cdot \text{tg} \beta}},$$

де l – довжина жолоба кутера, $l = 0,7 \text{ м}$;

z – кількість жолобів в кутері, $z = 2 \text{ шт.}$;

α_1 – відношення розміщення осі валів лопастей кутера до радіусу жолоба,

$$\alpha_1 = 1,6;$$

β – значення кута розширення жолобів кутера, $\beta = 10^\circ$.

За таких значень, умова відношення $\frac{l}{r} = 4 \dots 6$ – виконується. За

розрахунками, для кутера ФСЕ-2000 це відношення дорівнює $\frac{l}{r} = 4,9$.

$$r = \sqrt{\frac{\frac{0,16}{0,7}}{\frac{3,14}{2} \cdot 2 + 2 \cdot 1,6 \cdot 2 + 1,6^2 \cdot \text{tg} 10}} = 0,143 \text{ м.}$$

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Розрахуємо висоту жолоба фаршезмішувача

$$h = \frac{V - l \cdot \pi \cdot r^2}{4 \cdot r \cdot l},$$

$$h = \frac{0,16 - 0,7 \cdot 3,14 \cdot 0,143^2}{4 \cdot 0,143 \cdot 0,7} = 0,288 \text{ м.}$$

Знайдемо значення максимального радіусу лопаті

$$r_a = r - C,$$

де C – зазор між ванною кутера-фаршезмішувача і його лопатями,
 $C = 0,003 \text{ м.}$

$$r_a = 0,143 - 0,003 = 0,14 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахункове значення середнього радіусу лопаті кутера

$$r_{cp} = r_a \cdot \frac{2}{3};$$

$$r_{cp} = 0,14 \cdot \frac{2}{3} = 0,093 \text{ м.}$$

Розрахуємо колову швидкість обертання лопатей кутера-фаршезмішувача

$$V_k = \pi \cdot r_{cp} \cdot \frac{n_{лон}}{30},$$

де $n_{лон}$ – значення частоти обертання лопатей кутера, $n_{лон} = 55 \text{ об/хв.}$

$$V_k = 3,14 \cdot 0,093 \cdot \frac{55}{30} = 0,537 \text{ м/с.}$$

Знаходимо величину питомого сумарного опору перемішування інгредієнтів ковбасних виробів

$$\sigma = \sigma_0 + a \cdot V_k,$$

де σ_0 – нормативне значення опору перемішування даного фаршу,

$$\sigma_0 = 4000 \text{ Н/м}^2;$$

a – коефіцієнт, який враховує зміну опору переміщення, $a = 4600 \text{ Н} \cdot \text{с/м}^3$

$$\sigma = 4000 + 4600 \cdot 0,537 = 6470 \text{ Н/м}^2$$

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Визначимо довжину лопатей кутера

$$l_{\text{лон}} = l - 0,02 = 0,68 \text{ м.}$$

Знаходимо площу поверхні лопатей кутера-фаршезмішувача, які одночасно контактують із фаршем, що змішується у ванні

$$F = r_{\text{ср}} \cdot l_{\text{лон}} \cdot 2;$$

$$F = 0,093 \cdot 0,68 \cdot 2 = 0,127 \text{ м}^2.$$

Зусилля опору обертання лопатей фаршезмішувача під час змішування компонентів фаршу можна знайти із відомої залежності:

$$P_{\text{оп}} = F \cdot \sigma;$$

$$P_{\text{оп}} = 0,127 \cdot 6,470 = 820,939 \text{ Н.}$$

Визначаємо значення потужності приводу, що потрібно забезпечити для проведення змішування фаршу

$$N = \frac{P_{\text{оп}} \cdot 2 \cdot V_{\text{к}} \cdot \eta_a}{100 \cdot \eta},$$

де η_a – значення коефіцієнту запасу потужності механізму приводу, $\eta_a = 2$;

η – коефіцієнт корисної дії механізму приводу, який можна розрахувати за наступною формулою

$$\eta = \eta_{\text{оп}} \cdot \eta_{\text{нс}}^2 \cdot \eta_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{нс}}^2 \cdot \eta_{\text{зм}} \cdot \eta_{\text{нс}};$$

$$\eta = 0,97 \cdot 0,99^2 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 \cdot 0,7 \cdot 0,99 = 0,859.$$

Враховуючи проведені розрахунки, маємо:

$$N = \frac{820,394 \cdot 2 \cdot 0,537 \cdot 2}{1000 \cdot 0,859} = 2,051 \text{ кВт.}$$

Після проведених розрахунків, на основі значення розрахованої потужності обираємо для роботи електродвигун 4АМ112МА6У3, встановлена потужність якого $N = 3$ кВт; номінальна частота обертання вала електродвигуна, $n = 955$ об/хв.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Кінематичний розрахунок обладнання кутера

Розрахуємо загальне передаточне число, що потрібне для роботи валу кутера:

$$U = \frac{n_{\text{ном}}}{n_{\text{лор}}};$$

$$U = \frac{955}{55} = 17,364.$$

Знайдемо передаточне число клинопасової передачі, при цьому слід врахувати, що передаточне число редуктора дорівнює 6,3, тоді маємо

$$U_{\text{оп}} = \frac{U}{U_p};$$

$$U_{\text{оп}} = \frac{17,364}{6,3} = 2,756.$$

Знайдемо дійсне значення кутової швидкості на валу електродвигуна:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_{\text{ном}}}{30};$$

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 955}{30} = 100,007 \text{ об/с}.$$

Знайдемо розрахункове значення крутного моменту на валу двигуна механізму привода:

$$T_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{ном}}}{\omega_1};$$

$$T_{\text{дв}} = \frac{3000}{100,007} = 29,998 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Знайдемо крутний момент, який має місце на валу великого шківів механізму привода

$$T_1 = T_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{оп}} \cdot U_{\text{оп}} \cdot \eta_{\text{пс}}^2,$$

де $\eta_{\text{оп}}$ – коефіцієнт корисної дії відкритої передачі, $\eta_{\text{оп}} = 0,97$;

$\eta_{\text{пс}}$ – коефіцієнт корисної дії пари підшипників, для підшипників кутера,

$$\eta_{\text{пс}} = 0,99.$$

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_1 = 29,998 \cdot 0,97 \cdot 2,756 \cdot 0,99^2 = 78,602 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Визначаємо розрахункове значення крутного моменту на першому валу кутера-фаршезмішувача:

$$T_2 = T_1 \cdot U_{\text{зн}} \cdot \eta_{\text{зн}} \cdot \eta_{\text{нс}}^2,$$

де $\eta_{\text{зн}}$ – коефіцієнт корисної дії закритої зубчастої передачі механізму приводу, $\eta_{\text{зн}} = 0,96$.

$$T_2 = 78,602 \cdot 6,3 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 470,776 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розрахуємо значення крутного моменту на другому валу змішувача кутера:

$$T_3 = T_2 \cdot U_{\text{зпро}} \cdot \eta_{\text{зн}} \cdot \eta_{\text{нс}}^2,$$

де $U_{\text{зпро}}$ – коефіцієнт корисної дії закритої передачі кутера-змішувача, $U_{\text{зпро}} = 1$

$$T_3 = 470,776 \cdot 1 \cdot 0,97 \cdot 0,99^2 = 447,565 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Розрахуємо значення кутової швидкості на валу великого шківів механізму привода:

$$\omega_2 = \frac{\omega_1}{U_{\text{он}}},$$

$$\omega_2 = \frac{100,007}{2,756} = 36,285 \text{ с}^{-1}.$$

Визначаємо дійсну кутову швидкість на валу змішувача:

$$\omega_3 = \frac{\omega_2}{U_{\text{зн}}};$$

$$\omega_3 = \frac{36,285}{6,3} = 5,76 \text{ с}^{-1}.$$

Розрахунок клинопасової передачі механізму привода

За існуючими рекомендаціями вибираємо для приводу клинопасовий ремінь вузького перерізу. Залежно від обертового моменту на валу двигуна, що розраховано вище, приймаємо переріз пасу УО. Для роботи механізму приводу оберемо діаметр ведучого шківів передачі $d_1 = 100 \text{ мм}$.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Проведемо визначення діаметру веденого шківa, для чого скористаємося рівнянням:

$$d_2 = d_1 \cdot u \cdot (1 - \varepsilon),$$

де u – значення передаточного числа клинопасової передачі, $u = 2,56$;

ε – коефіцієнт проковзування пасу клинопасової передачі, $\varepsilon = 0,01$.

$$d_2 = 100 \cdot 2,56 \cdot (1 - 0,01) = 272,844 \text{ мм}$$

За рекомендаціями по стандартним розмірам шківів приймаємо $d_2 = 280$ мм.

Визначаємо фактичне передаточне відношення клинопасової передачі u_ϕ з врахуванням параметрів обраних шківів.

$$u_\phi = \frac{d_2}{d_1(1 - \varepsilon)};$$

$$u_\phi = \frac{280}{100 \cdot (1 - 0,01)} = 2,828.$$

Проведемо перевірку відхилення дійсного передаточного відношення пасової передачі від заданого, що зробимо за формулою:

$$\Delta u = \frac{|u_\phi - u|}{u} \cdot 100\%;$$

$$\Delta u = \frac{|2,828 - 2,756|}{2,756} \cdot 100\% = 2,623\% \leq 3\%.$$

Визначимо орієнтовну міжосьову відстань клинопасової передачі a :

$$a \geq 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h,$$

де h – значення висоти перерізу клинового пасу, $h = 8$ мм.

$$a \geq 0,55 \cdot (100 + 280) + 8 \geq 217 \text{ мм}.$$

Приймаємо дійсну міжосьову відстань $a = 300$ мм.

Визначимо розрахункове значення довжини пасу клинопасової передачі l :

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$l = 2a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + (d_2 - d_1)^2;$$

$$l = 2 \cdot 300 + \frac{3,14}{2} \cdot (100 + 280) + (280 - 100)^2 = 1224 \text{ мм.}$$

Заокруглюємо розрахункову довжину клинового пасу до найближчого стандартного розміру, з врахуванням чого, приймаємо довжину пасу $l = 1250 \text{ мм.}$

Уточнюємо дійсне значення міжосьової відстані клинопасової передачі за стандартною довжиною пасу:

$$a = \frac{1}{8} \cdot \left[2 \cdot l - \pi \cdot (d_1 + d_2) + \sqrt{[2 \cdot l - \pi \cdot (d_2 + d_1)]^2 - 8 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right];$$

$$a = \frac{1}{8} \cdot \left[2 \cdot 1250 - 3,14 \cdot (100 + 280) + \sqrt{[2 \cdot 1250 - 3,14 \cdot (100 + 280)]^2 - 8 \cdot (280 - 100)^2} \right] = 313,636 \text{ мм.}$$

Визначимо кут обхвату пасом ведучого шків α_1 передачі:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a};$$

$$\alpha_1 = 180 - 57 \cdot \left(\frac{280 - 100}{313,636} \right) = 147,287^\circ.$$

Кут α_1 за встановленими нормативами має бути $\geq 120^\circ$.

Розрахуємо швидкість пасу клинопасової передачі $V_{рем}$:

$$V_{рем} = \pi \cdot d_1 \cdot \frac{n_{ном}}{60 \cdot 100};$$

$$V_{рем} = 3,14 \cdot 100 \cdot \frac{955}{60 \cdot 100} = 5 \text{ м/с.}$$

Варто відмітити, що для клинопасових пасів стандартного і вузького перерізу допустима швидкість пасу дорівнює $[V] = 40 \text{ м/с.}$

Визначаємо розрахункове значення частоти пробігу пасу U під час роботи передачі:

$$U = \frac{1}{V_{\text{рем}}};$$

$$U = \frac{1,25}{14,863} = 0,25 \text{ с}^{-1}.$$

З врахуванням допустимої частоти пробігу пасів для подібних передач, що дорівнює $[U] = 30 \text{ с}^{-1}$ за цим параметром роботоздатність забезпечена.

Визначаємо допустиму потужність, яка може передаватися одним клиновим пасом $[P_{\text{л}}]$:

$$[P_{\text{л}}] = P_0 \cdot C_p \cdot C_{\alpha} \cdot C_1 \cdot C_z,$$

де P_0 – приведена допустима потужність яка може передаватися одним пасом,

$$P_0 = 1,66;$$

C_p – коефіцієнт, що враховує динамічність навантаження передачі та тривалість її роботи, $C_p = 0,8$.

C_{α} – коефіцієнт кута захвату, α_1 на приводному меншому шківу, $C_{\alpha} = 0,912$

C_1 – коефіцієнт, що враховує відношення розрахункової довжини пасу передачі l_p до дійсної l_0 , $C_1 = 0,974$;

C_z – коефіцієнт, що враховує кількість одночасно працюючих пасів клинопасової передачі, $C_z = 0,95$.

$$[P_{\text{л}}] = 1,66 \cdot 0,8 \cdot 0,912 \cdot 0,95 = 1,121 \text{ кВт}.$$

Визначаємо кількість потрібних пасів для ефективної роботи клинопасової передачі z :

$$z = \frac{P_{\text{ном}}}{[P_{\text{л}}]};$$

$$z = \frac{3}{1,121} = 2,677 \text{ шт.}$$

Приймаємо необхідну кількість пасів $z = 3 \text{ шт.}$

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Визначимо силу попереднього натягу пасу F_0 за відомим співвідношенням:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P_{ном} \cdot C_1}{z \cdot V_{рем} \cdot C_\alpha \cdot C_p};$$

$$F_0 = \frac{850 \cdot 3 \cdot 0,974}{3 \cdot 5 \cdot 0,912 \cdot 0,8} = 226,93 \text{ Н.}$$

Розрахуємо колове зусилля, що передається комплектом клинових пасів F_t передачі механізму приводу:

$$F_t = \frac{P_{ном} \cdot 10^3}{V_{рем}};$$

$$F_t = \frac{3 \cdot 10^3}{5} = 599,956 \text{ Н.}$$

Визначимо розрахункове значення сили натягу ведучої F_1 і ведомої F_2 ланок клинопасової передачі:

$$F_1 = F_0 + \frac{F_t}{2 \cdot z};$$

$$F_1 = 226,93 + \frac{599,26}{2 \cdot 3} = 326,922 \text{ Н.}$$

$$F_2 = F_0 - \frac{F_t}{2 \cdot z};$$

$$F_2 = 226,93 - \frac{599,26}{2 \cdot 3} = 126,937 \text{ Н.}$$

Розрахуємо силу тиску на вал $F_{оп}$ клинопасової передачі:

$$F_{оп} = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin\left(\frac{\alpha_1}{2}\right).$$

$$F_{оп} = 2 \cdot 226,93 \cdot 3 \cdot \sin\left(\frac{147,287}{2}\right) = 1362 \text{ Н.}$$

Перевірочний розрахунок клинопасової передачі

Перевіряємо надійність пасу клинопасової передачі за максимальними потужностями в перерізі ведучої ланки $\sigma_{\max}$:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v \leq [\sigma_p],$$

де $[\sigma_p]$ – допустиме нормативне напруження на розтяг, $[\sigma_p] = 10 \text{ Н/мм}^2$;

σ_1 – значення напруження розтягу;

$$\sigma_1 = \frac{F_0}{A} + \frac{F_t}{2 \cdot z \cdot A},$$

де A – площа поперечного перерізу клинового пасу передачі, $A = 56 \text{ мм}^2$.

$$\sigma_1 = \frac{226,93}{95} + \frac{599,26}{2 \cdot 3 \cdot 95} = 3,441 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_u = E_u \cdot \frac{h}{d_1},$$

де E_u – модуль граничного напруження при згині, $E_u = 80 \text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_u = 80 \cdot \frac{8}{100} = 6,4 \text{ Н/мм}^2.$$

$$\sigma_v = \rho \cdot (V_{\text{рел}})^2 \cdot 10^{-6},$$

де $\rho = 1250 \text{ кг/м}^3$.

$$\sigma_{\max} = 3,441 + 6,4 + 0,031 = 9,873 \text{ Н/мм}^2.$$

На основі проведених розрахунків, можна стверджувати, що границя міцності клинопасової передачі виконується.

Розрахунок відкритої зубчастої передачі

Загальноприйнято, що для рівномірного зношування зубів та кращого їх припрацювання твердість шестерні HB_1 повинна бути більшою за твердість колеса HB_2 . Збільшення здатності передачі передавати підвищені навантаження і зменшення габаритів цієї передачі досягається за рахунок різниці твердості в матеріалах шестерні і колеса $HB_{1cp} - HB_{2cp} \geq 70$. Причому

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

для нормальної роботи передачі для колеса і шестерні потрібно вибрати однакову марку сталі для їх виготовлення.

Для виготовлення шестерні відкритої передачі приймаємо Сталь 40ХН, твердість якої дорівнює 48...53 HR; для колеса – матеріал виготовлення Сталь 40ХН, із її твердістю 235...262 НВ.

Розрахуємо середнє значення твердості зубів відповідно шестерні та колеса передачі:

$$HR_{1cp} = \frac{(48 + 53)}{2} = 50,5;$$

$$HB_{2cp} = \frac{(235 + 262)}{2} = 248,5.$$

Визначимо значення допустимих контактних напружень для зубів шестерні $[\sigma]_{H1}$ і колеса $[\sigma]_{H2}$ передачі.

1) Проведемо розрахунок коефіцієнту довговічності передачі K_{HL}

Напрацювання за увесь період служби механізму передач кутера:

Для колеса, число циклів можна знайти за залежністю:

$$N_2 = 573 \cdot \omega_2 \cdot L \cdot h = 573 \cdot 5,76 \cdot 9000 = 2,97 \times 10^7,$$

де $\omega_2 = 5,76$;

$L \cdot h$ – ресурс роботи механізму передач, $L \cdot h = 9000$ годин.

Для шестерні передачі, число циклів дорівнює

$$N_1 = N_2 \cdot U_{zn} = 2,97 \cdot 10^7 \cdot 6,3 = 1,871 \times 10^8.$$

Число циклів зміни напружень N_{no} шестерні та колеса, що відповідає границі витривалості за проведеними розрахунками дорівнює:

$$N_{no1} = 81,3 \text{ млн. циклів.}$$

$$N_{no2} = 33,034 \text{ млн. циклів.}$$

Оскільки як $N_1 > N_{no1}$ і $N_2 > N_{no2}$, то коефіцієнти довговічності дорівнюють $K_{HL1} = 1$, $K_{HL2} = 1$

2) Розрахуємо допустиме контактне напруження $[\sigma]_{но}$ механізму передач, що відповідає числу циклів зміни напружень $N_{но}$ цих шестерні і коліс.

Тоді відповідно для шестерні передач:

$$[\sigma]_{но1} = 1,8 \cdot HB_{1cp} + 67;$$

$$[\sigma]_{но1} = 1,8 \cdot 486 + 67 = 941,8.$$

Та для колеса:

$$[\sigma]_{но2} = 1,8 \cdot HB_{2cp} + 67;$$

$$[\sigma]_{но2} = 1,8 \cdot 248,5 + 67 = 514,3.$$

3) Визначаємо у механізмі зубчастих передач допустимі контактні напруження:

- для шестерні механізму передач

$$[\sigma]_{н1} = K_{HL1} \cdot [\sigma]_{но1};$$

$$[\sigma]_{н1} = 1 \cdot 941,8 \text{ Н/мм}^2.$$

- для колеса механізму передач

$$[\sigma]_{н2} = K_{HL2} \cdot [\sigma]_{но2};$$

$$[\sigma]_{н2} = 1 \cdot 514,3 = 514,3 \text{ Н/мм}^2.$$

З врахуванням того, що $HB_{1cp} - HB_{2cp} = 941,8 - 514,3 > 70$ та $HB_{2cp} = 248,5 < 350$ НВ, тоді передача повинна розраховуватися на міцність за середнім контактним напруженням

$$[\sigma]_н = 0,45([\sigma]_{н1} + [\sigma]_{н2});$$

$$[\sigma]_н = 0,45(941,8 + 514,3) = 655,245 \text{ Н/мм}^2.$$

Визначаємо допустимі напруження згину для зубців шестерні $[\sigma]_{F1}$ і колеса $[\sigma]_{F2}$.

Розраховуємо значення коефіцієнту довговічності K_{FL} .

Число циклів зміни напруження, які відповідають границі витривалості, $N_{FO} = 4$ млн. як для шестерні так і для колеса.

Враховуючи, що $N_1 > N_{FO}$ і $N_2 > N_{FO}$, а коефіцієнти довговічності $K_{FL1} = 1$ і $K_{FL2} = 1$.

Розрахуємо допустиму напругу згину і для шестерні і для колеса, що відповідає числу циклів зміни напруги N_{FO} :

- для шестерні механізму передач:

$$[\sigma]_{FO1} = 1,03 \cdot HB_{cp1};$$

$$[\sigma]_{FO1} = 1,03 \cdot 486 = 500,58 \text{ Н/мм}^2.$$

- для колеса механізму передач:

$$[\sigma]_{FO2} = 1,03 \cdot HB_{cp2};$$

$$[\sigma]_{FO2} = 1,03 \cdot 248,5 = 255,955 \text{ Н/мм}^2.$$

Розрахуємо допустиму напругу згину механізму передач:

- для шестерні механізму передач

$$[\sigma]_{F1} = K_{FL1} \cdot [\sigma]_{FO1};$$

$$[\sigma]_{F1} = 1 \cdot 500,58 = 500,58 \text{ Н/мм}^2;$$

- для колеса механізму передач

$$[\sigma]_{F2} = K_{FL2} \cdot [\sigma]_{FO2};$$

$$[\sigma]_{F2} = 1 \cdot 255,955 = 255,955 \text{ Н/мм}^2.$$

Варто врахувати, що передача повинна забезпечувати реверсний режим роботи, а отже $[\sigma]_F$ зменшуємо на 25%:

$$[\sigma]_{F1} = 500,58 \cdot 0,75 = 375,435 \text{ Н/мм}^2;$$

$$[\sigma]_{F2} = 255,955 \cdot 0,75 = 191,966 \text{ Н/мм}^2.$$

Визначаємо для робочої передачі дійсну міжосьову відстань a_w :

$$a_w \geq K_a (U + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{T_2 \cdot 1000 \cdot K_{H\beta}}{\psi_a \cdot U^2 \cdot [\sigma]_H}},$$

де K_a – довідниковий допоміжний коефіцієнт, $K_a = 49,5$;

U – передаточне число відкритої зубчастої передачі, $U = 6,3$;

T_2 – обертальний момент на тихохідному валу механізму передач,

$$T_2 = 470,776;$$

$K_{\text{нв}}$ – значення коефіцієнту нерівномірності навантаження за довжиною зубця, $K_{\text{нв}} = 1$;

ψ_a – коефіцієнт, що враховує реальне значення ширини вінця механізму передач, $\psi_a = 0,35$.

Тоді міжосьова відстань дорівнює

$$a_w \geq 49,5 \cdot (6,3 + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{470,776 \cdot 1000 \cdot 1}{0,35 \cdot 6,3^2 \cdot 655,245^2}} = 155,006 \text{ мм.}$$

Вибираємо значення міжосьової відстані з стандартного ряду $a_w = 155$.

Визначимо модуль зачеплення m за нерівністю:

$$m \geq \frac{1000 \cdot 2 \cdot K_m \cdot T_2}{d_2 \cdot b_2 \cdot [\sigma] \cdot f},$$

де K_m – допоміжний розрахунковий коефіцієнт, $K_m = 6,8$;

d_2 – значення дільного діаметру колеса передачі;

$$d_2 = 2 \cdot a_w \cdot \frac{U}{U + 1};$$

$$d_2 = 2 \cdot 155 \cdot \frac{6,3}{6,3 + 1} = 267,534 \text{ мм.}$$

b_2 – значення ширини вінця колеса передачі;

$$b_2 = \psi_a \cdot a_w;$$

$$b_2 = 0,35 \cdot 155 = 54,25 \text{ мм.}$$

Враховуючи наведені числові значення маємо:

$$m \geq \frac{1000 \cdot 2 \cdot 6,8 \cdot 470,776}{267,534 \cdot 54,25 \cdot 191,966} \geq 1,723 \text{ мм}$$

Модуль щеплення теж обираємо із стандартного ряду $m = 2$.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Знайдемо сумарне число зубців шестерні і колеса відкритого механізму передач кутера:

$$Z_{\Sigma} = 2 \cdot \frac{a_w}{m};$$

$$Z_{\Sigma} = 2 \cdot \frac{155}{2} = 155 \text{ шт.}$$

Знайдемо розрахункове значення числа зубців шестерні механізму передач:

$$Z_1 = \frac{Z_{\Sigma}}{1 + u};$$

$$Z_1 = \frac{155}{1 + 6,3} = 21,233 \text{ шт.}$$

Округляємо кількість зубців до найближчого цілого числа, а отже $Z_1 = 21$ шт.

Розрахуємо кількість зубців колеса механізму передач:

$$Z_2 = Z_{\Sigma} - Z_1;$$

$$Z_2 = 155 - 21 = 134.$$

Уточнюємо фактичне передаточне число механізму передач U_{ϕ} та перевіряємо відхилення ΔU фактичного передаточного числа від заданого U :

$$U_{\phi} = \frac{Z_2}{Z_1};$$

$$U_{\phi} = \frac{134}{21} = 6,381;$$

$$\Delta U = \frac{|U_{\phi} - U|}{U} \cdot 100 \%;$$

$$\Delta U = \frac{|6,381 - 6,3|}{6,3} \cdot 100\% = 1,285\% \leq 4\%.$$

Розрахуємо фактичну міжосьову відстань по отриманим параметрам передачі:

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$a_w = (Z_1 + Z_2) \cdot \frac{m}{2};$$

$$a_w = (21 + 134) \cdot \frac{2}{2} = 155.$$

Знайдемо основні геометричні параметри передачі відкритої зубчастої передачі.

Визначаємо значення ділильного діаметру шестерні передачі:

$$d_1 = m \cdot z_1;$$

$$d_1 = 2 \cdot 21 = 42 \text{ мм.}$$

Ділильний діаметр колеса:

$$d_2 = m \cdot z_2;$$

$$d_2 = 2 \cdot 134 = 268 \text{ мм.}$$

Значення діаметру вершин зубців становить:

- для шестерні

$$d_{a1} = d_1 + 2 \cdot m;$$

$$d_{a1} = 42 + 2 \cdot 2 = 46 \text{ мм.}$$

- для колеса

$$d_{a2} = d_2 + 2 \cdot m;$$

$$d_{a2} = 268 + 2 \cdot 2 = 272 \text{ мм.}$$

Визначаємо для механізму передач діаметр впадин зубців:

- для шестерні

$$d_{f1} = d_1 - 2,4 \cdot m;$$

$$d_{f1} = 42 - 2,4 \cdot 2 = 37,42 \text{ мм.}$$

- для колеса

$$d_{f2} = d_2 - 2,4 \cdot m;$$

$$d_{f2} = 268 - 2,4 \cdot 2 = 263,2 \text{ мм.}$$

Знайдемо значення ширини вінця механізму передач:

- для колеса

$$b_2 = \psi_a \cdot a_w;$$

$$b_2 = 0,35 \cdot 155 = 54,25 \text{ мм.}$$

- для шестерні

$$b_1 = b_2 + 3;$$

$$b_1 = 54,25 + 3 = 57,25 \text{ мм.}$$

Отже, в результаті проведених розрахунків отримані конструктивні та кінематичні параметри механізму передач кутера-фаршезмішувача ФСС-2000, які підтверджують його працездатність та надійність роботи.

3.2. Аналітичні дослідження взаємодії лопаток кутера з фаршем

Встановлено, що під час змішування фаршу Z-подібними ножами, перед витками кутера в процесі руху формується ядро ущільнення, що має вигляді клина, саме по боковим граням і відбувається перемішування інгредієнтів. Варто зазначити, що обґрунтування робочих параметрів ножів кутера в більшості випадків ґрунтується лише на експериментальному підборі раціональних параметрів цих робочих органів. Тому, основною метою проведених досліджень є попереднє теоретичне дослідження взаємодії ножів кутера із фаршем, що дало б можливість визначити кінематичні і силові характеристики кутера-фаршезмішувача на початковій стадії проектування таких машин.

Для вивчення процесу змішування інгредієнтів фаршу слід розглянути прямолінійний рух лопатки в фарші зі швидкістю руху V (рис. 4.). При математичному моделюванні процесу вводимо припущення, що лопатка кутера встановлюється перпендикулярно до прямолінійної площини та під кутом α до напрямку руху самої лопатки. Переміщуючись лопатка 1 в фарші формує ядро ущільнення, що має вигляді тупого клина 2. Цей клин з достатньою точністю для моделювання може бути представлений трикутником ABC . Варто відмітити, що форма клина визначається шириною b і товщиною $KC = \delta$ самої лопатки кутера, кутом нахилу цієї лопатки до

Тиск суміші, яку вона чинить на лопатку в напрямку руху цієї ж суміші зі швидкістю V визначається із перетвореної формули Ньютона [12]:

$$q_1 = c_1 \cdot \rho \cdot V^2,$$

де q_1 – дійсний тиск фаршу на лопатку під час змішування в напрямку руху лопатки, Н/м²;

c_1 – коефіцієнт опору руху лопатки в напрямку її руху у фарші;

ρ – густина сировини, кг/м³;

V – лінійна швидкість руху лопатки кутера, м/с.

Боковий тиск або ж тиск підпору, який виникає при зміщенні фаршу в напрямку перпендикулярному до руху лопатки, визначається наступною залежністю:

$$q_2 = c_2 \cdot \rho \cdot V_1^2,$$

$$q_3 = c_3 \cdot \rho \cdot V_1^2,$$

де q_2 та q_3 – боковий тиск чи тиск підпору, Н/м²;

c_2 і c_3 – коефіцієнти опору перемішуванню;

V_1 – швидкість зрушення компонентів фаршу в боковому напрямку, при його змішуванні м/с.

$$V_1 = V \cdot \operatorname{tg} \theta_1.$$

Враховуючи приведені вище залежності, можна знайти сили опору переміщенню лопатки кутера, що тиснуть на грань AB :

$$F_1 = q_1 \cdot l_1 \cdot h = c_1 \cdot \rho \cdot l_1 \cdot h \cdot V^2,$$

$$F_2 = q_2 \cdot d_1 \cdot h = c_2 \cdot \rho \cdot d_1 \cdot h \cdot V_1^2,$$

де h – дійсне значення висоти лопатки кутера, м.

Шляхом елементарних геометричних перетворень із трикутника ANB знайдемо:

$$d_1 = l_1 \cdot \operatorname{tg} \theta_1.$$

Щоб визначити кут нахилу θ_1 потрібно розглянути рівновагу всіх сил, які діють на грань AB ядра ущільнення фаршу. За таких умов умова рівноваги і руху сировини по похилій направляючій AB набуває вигляду:

$$F_1 \sin \theta_1 - F_2 \cos \theta_1 = F_{mp1},$$

де F_{mp1} – значення сили внутрішнього тертя часток фаршу,

$$F_{mp1} = f_1 (F_1 \cos \theta_1 + F_2 \sin \theta_1),$$

f_1 – коефіцієнт внутрішнього тертя інгредієнтів фаршу.

Після перетворень та підстановки наведених залежностей маємо:

$$\begin{aligned} c_1 \cdot \rho \cdot l_1 \cdot h \cdot V^2 \cdot \sin \theta_1 - c_2 \cdot \rho \cdot l_1 \cdot h \cdot \frac{V^2}{\operatorname{tg} \theta_1} \cdot \cos \theta_1 = \\ = f_1 \left(c_1 \cdot \rho \cdot l_1 \cdot h \cdot V^2 \cdot \cos \theta_1 + c_2 \cdot \rho \cdot l_1 \cdot h \cdot \frac{V^2}{\operatorname{tg} \theta_1} \cdot \sin \theta_1 \right). \end{aligned}$$

Спростимо останній вираз та зведемо його до трансцендентного рівняння

$$\sin \theta_1 \left(c_1 - \frac{c_2 \cdot f_1}{\operatorname{tg} \theta_1} \right) = \cos \theta_1 \left(c_1 \cdot f_1 + \frac{c_2}{\operatorname{tg} \theta_1} \right),$$

яке можна представити у наступному вигляді:

$$\operatorname{tg} \theta_1 = \frac{c_1 \cdot f_1 \cdot \operatorname{tg} \theta_1 + c_2}{c_1 \cdot \operatorname{tg} \theta_1 - c_2 \cdot f_1}.$$

Щоб провести подальші перетворення запишемо останню рівність так:

$$c_1 \cdot \operatorname{tg}^2 \theta_1 - f_1 (c_1 + c_2) \cdot \operatorname{tg} \theta_1 - c_2 = 0.$$

Останнє рівняння дозволяє визначити кут нахилу θ_1

$$\theta_1 = \arctg \frac{f_1 (c_1 + c_2) + \sqrt{f_1^2 (c_1 + c_2)^2 + 4c_1 c_2}}{2 \cdot c_1}.$$

У випадку виникнення вільного бокового підпору, що й має місце у ванні кутера, коефіцієнти опору інгредієнтів фаршу c_1 і c_2 можна прийняти рівними, у математичному вигляді $c_1 = c_2 = c$. Таким чином після підстановки цих коефіцієнтів в рівняння для кута нахилу отримаємо:

$$\theta_1 = \arctg \left(f_1 + \sqrt{f_1^2 + 1} \right).$$

Аналогічні результати отримуються під час розгляду рівноваги сил на робочій грані BC .

Коефіцієнт інтенсивності поздовжнього переміщення фаршу лопаткою K_{np} варто представити у вигляді відношення об'єму матеріалу, який зміщується в поздовжньому напрямку, до загального об'єму всього змішаного фаршу, який знаходиться перед лопаткою кутера в поздовжньому напрямку. Фактично його виражаємо через відношення проекції бокової грані AB до проекції всієї робочої лопасті на вісь, яка перпендикулярна до напрямку руху лопатки кутера:

$$K_{np} = \frac{l_1}{b_1 + l_3} = \frac{l_1}{b \cos \alpha + \delta \sin \alpha},$$

де b – ширина лопатки кутера-фаршезмішувача;

δ – товщина лопатки кутера-фаршезмішувача;

$$b_1 = b \cdot \cos \alpha, \quad l_3 = \delta \cdot \sin \alpha.$$

Для того, щоб виразити коефіцієнт K_{np} через фактичні параметри ядра ущільнення, що дозволяє врахувати фізико-механічні властивості елементів фаршу та кут нахилу лопаті кутера, врахуємо наведену схему взаємодії лопатки кутера з фаршем (рис. 4).

Якщо розглянути праву частину площі ядра ущільнення, то можемо записати:

$$BE = BD_1 + DE - DD_1 = (l_2 + \delta \sin \alpha) \operatorname{tg} \theta_1 + l_2 \operatorname{tg} \alpha - \delta \cos \alpha.$$

З іншого боку:

$$BE = BG - EG = l_1 (\operatorname{tg} \theta_1 - \operatorname{tg} \alpha).$$

Якщо прирівняти праві частини двох останніх формул та провести із ними елементарні перетворення маємо:

$$l_2 = l_1 \frac{\operatorname{tg} \theta_1 - \operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \theta_1 + \operatorname{tg} \alpha} + \delta \frac{\cos \alpha - \sin \alpha \cdot \operatorname{tg} \theta_1}{\operatorname{tg} \theta_1 + \operatorname{tg} \alpha}.$$

Підставимо отриману рівність у вираз $b_1 = l_1 + l_2$, що дозволяє записати

$$l_1 = b \cdot \cos \alpha \frac{tg \theta_1 + tg \alpha}{2tg \theta_1} - \delta \frac{\cos(\theta_1 + \alpha)}{2 \sin \theta_1}.$$

Скористаємося відомим тригонометричним виразом

$$tg \theta_1 + tg \alpha = \frac{\sin(\theta_1 + \alpha)}{\cos \theta_1 \cdot \cos \alpha}, \text{ враховуючи його отримаємо:}$$

$$l_1 = \frac{b \cdot \sin(\theta_1 + \alpha) - \delta \cdot \cos(\theta_1 + \alpha)}{2 \sin \theta_1}.$$

Аналіз отриманого рівняння підтверджує, що частина виразу яка віднімається може перетворюватися на нуль за наступної умови $\theta_1 + \alpha = 0,5\pi$. Тоді очевидно, що товщина лопатки δ , в раніше наведених залежностях має враховуватись тільки тоді, коли $\alpha \geq 0,5\pi - \theta_1$. Цілком логічно, що якщо кут нахилу $\alpha \leq 0,5\pi - \theta_1$ значення l_1 визначається таким виразом:

$$l_1 = b \cdot \cos \alpha \frac{tg \theta_1 + tg \alpha}{2tg \theta_1}.$$

Проведемо подальшу підстановку знайденого значення l_1 та знайдемо коефіцієнт поздовжнього переміщення фаршу K_{np} під час технологічного процесу кутера

- за умов, коли кут нахилу лопатки кутера $\alpha \leq 0,5\pi - \theta_1$

$$K_{np} = \frac{tg \theta_1 + tg \alpha}{2tg \theta_1};$$

- за умов, коли куту нахилу лопатки кутера $\alpha > 0,5\pi - \theta_1$

$$K_{np} = \frac{b \cdot \sin(\theta_1 + \alpha) - \delta \cdot \cos(\theta_1 + \alpha)}{2 \cdot \sin \theta_1 (b \cdot \cos \alpha + \delta \cdot \sin \alpha)}.$$

Для того,, щоб розрахувати кут θ_2 потрібно розглянути трикутник DBK і D_1BC (рис. 4). Очевидно, що із трикутника DBK можемо записати

$$BD = l_2 \cdot tg \theta_2,$$

в свою чергу із трикутника D_1BC отримаємо наступний вираз

$$BD = BD_1 - DD_1 = (l_2 + \delta \cdot \sin \alpha) \cdot tg \theta_1 - \delta \cos \alpha.$$

Після прирівнювання правих частин двох останніх рівнянь маємо:

$$\operatorname{tg} \theta_2 = \operatorname{tg} \theta_1 - \frac{\delta \cdot \cos(\theta_1 + \alpha)}{l_2 \cdot \cos \theta_1}.$$

Виходячи із наведеного виразу очевидно, що коли кут нахилу лопатки кутера $\alpha \leq 0,5\pi - \theta_1$, тоді

$$\theta_2 = \theta_1.$$

Фактична площа перерізу ядра ущільнення фаршу в горизонтальній площині S при куті нахилу лопатки кутера $\alpha > 0,5\pi - \theta_1$ можна знайти із геометричної побудови, яка наведеної на рис. 4.

$$S = (b_1 + l_3)d_1 - \frac{1}{2}l_1d_1 - \frac{1}{2}(l_2 + l_3)(d_2 + d_3) - \frac{1}{2}b_1(d_1 - d_2) - \\ - \frac{1}{2}l_3d_3 - l_3(d_1 - d_2 - d_3),$$

де $d_3 = \delta \cdot \cos \alpha$.

Якщо визначити значення d_1 , $d_1 - d_2$, $d_2 + d_3$ через раніше відомі величини

$$d_1 = l_1 \operatorname{tg} \theta_1; \quad d_1 - d_2 = b_1 \operatorname{tg} \alpha; \quad d_2 + d_3 = l_2 \operatorname{tg} \theta_1.$$

Проведення перетворення виразу по визначенню площі перерізу ядра ущільнення фаршу дозволяє його записати так

$$S = \left[(b \cos \alpha + \delta \sin \alpha) l_1 - 0,5 l_1^2 - 0,5 (l_2 + \delta \sin \alpha)^2 \right] \cdot \operatorname{tg} \theta_1 - \\ - 0,25 (b^2 - \delta^2) \sin 2\alpha - \delta \cdot b \sin^2 \alpha.$$

Аналогічним чином можемо отримати площу перерізу ядра ущільнення фаршу в горизонтальній площині S , за умови, що кут нахилу лопатки $\alpha \leq 0,5\pi - \theta_1$. Це можна описати так:

$$S = \left[b \cdot l_1 \cdot \cos \alpha - 0,5 (l_1^2 + l_2^2) \right] \cdot \operatorname{tg} \theta_1 - 0,25 \cdot b^2 \cdot \sin 2\alpha.$$

Отже, в результаті проведених теоретичних досліджень, отримані необхідні характеристики взаємодії лопатки кутера з фаршовою сумішшю під час процесу його змішування. Отримані залежності дозволяють визначити

основні силові, кінематичні і геометричні параметри будь-якого кутера-фаршезмішувача лопаткового типу.

Короткі висновки по розділу

Отже, під час виконання розділу визначено основні конструктивні, технологічні та кінематичні параметри і режими роботи куттера-фаршезмішувача. Визначені потрібні передаточні відношення, обґрунтовано конструкцію механізмів приводу і механізму розвантаження куттера, підібрані матеріали для виготовлення основних елементів та обрано двигун для комплексного забезпечення роботи машини.

В результаті способів та технічних засобів змішування інгредієнтів фаршу означені основні тенденції та напрямки вдосконалення цього технологічного процесу. Встановлено, що найбільш перспективною конструкцією ножів для змішування фаршу є пара Z-подібних ножів лопаткового типу, що повинні обертатися із різною частотою назустріч один одному.

Під час аналітичних досліджень отримані теоретичні залежності, які дозволяють визначити об'єм фаршу і швидкість його транспортування як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках в залежності від геометричних параметрів лопатки кутера, її кута установки і фізико-механічних характеристик інгредієнтів фаршу.

4. Охорона праці

Серед основних небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникнути при роботі лінії із виробництва ковбаси можна виділити такі:

1) Фізичні шкідливі і небезпечні фактори:

- відкриті рухомі елементи машин і обладнання технологічної лінії, наприклад завантажувальні механізми, транспортери, механізм приводу, робочі органи;

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

- знижена чи/та підвищена температура та вологість повітря робочої зони;
- підвищене значення вібрацій та/чи шумів в зоні виконання робіт;
- небезпечна напруга в мережі (380/220 В), у випадку її замикання може відбутися проходження струму через тіло працівника;
- недостатня кількість природного освітлення;
- фактична наявність елементів конструкцій машин, обладнання механізмів, що мають гострі краї, загусениці, чи підвищену шорсткість.

2) Хімічні шкідливі і небезпечні фактори:

- загальнотоксичної дії – наявність при виробничому процесі речовин, що можуть діяти через шкіру чи органи дихання працюючих.

3) Пожежна безпека, що може виникнути в більшості випадків при несправностях електрообладнання, що може проявлятися закороченням, іскрінням тощо. Ще вагомим фактором ризику є недодержання правил пожежної безпеки і правил експлуатації машин і обладнання.

4) Психофізіологічні шкідливі і небезпечні фактори, що можуть виникнути під час впливу надмірного навантаження працівників, а також наявність ускладнених регулювань та налаштувань під час обслуговування лінії із виробництва ковбас.

5.1.2. Заходи по створенню нормальних санітарно-гігієнічних умов праці

Для зниження шуму та вібрації на модернізованій машини передбачені наступні заходи:

- зниження шуму досягається шляхом змащення елементів конструкції приводу машини (підшипників), а також встановлення відповідних її елементів, які створюють шум на пружні прокладки;
- робочі зони з рівнем шуму понад 80 дБ позначаються знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76.

Для зручного очищення машини від залишків кормової суміші встановлені спеціальні люки.

					МВКВ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Приміщення з недостатнім природнім освітленням оснащуються штучним освітленням, що дозволяє здійснювати її ефективну і безпечну експлуатацію як в денний, так і у вечірній часи.

Приміщення або площадка, на якій проводиться робота і зберігання лінії комплектується медичною аптечкою та справним протипожежним інвентарем.

Заходи щодо створенню безпечних умов роботи при виробництві ковбас

Існуючі механізми приводу машин, робочих органів, обладнання лінії по виробництву ковбас, для виключення травмування робітників повинні бути закритими захисними огорожами, які пофарбовані контрастним кольором до загального кольору машини.

Перед початком роботи кутера-фаршесмішувача, як і інших машин лінії цеху, з метою попередження допоміжних та інших працівників потрібно проводити подачу звукового сигналу. Для подачі такого звукового сигналу на обладнанні встановлена сигнальна сирена марки СС-143 220В 50 Гц, що відповідає ТУ25-00.1044-76. Електрообладнання цеху із виробництва ковбас має бути захищеним температурним захисним реле УВТЗ-5.

Шафа управління кутером повинна виготовлятися із матеріалу, що має підвищений пилю та вологозахист. Дверцята шафи управління кутера-фаршесмішувача повинні закриватися на ключ, а на внутрішній стороні цієї шафи має наводитися повна принципова електрична схема обладнання та нанесений, за встановленими правилами знак електричної напруги.

На лінії повинні бути такі написи «Обслуговування і ремонт виконувати тільки при виключених рубильниках», які потрібно розмішувати у зручних для огляду місцях.

Вимикачі і запобіжники, які змонтовані на блоці керування повинні бути підписані, а написи мають вказувати до яких саме агрегатів вони відносяться.

5. Економічна частина

В процесі виконання модернізації лінії по виробництву ковбасних виробів проведено вдосконалення конструкції куттера-фаршезмішувача, а саме змінено конструкцію ножів на пару Z-подібних, які повинні обертатися із різною частотою назустріч один одному лопаткового типу та спроектовано механізм приводу запропонованого змішувача. Результати проведеного за класичною методикою розрахунку економічної ефективності розробок і роботі зведені в таблицю 3.

Таблиця 3

Оцінка економічних показників порівнюваних технологій
виробництва ковбасних виробів

Показники	Одиниці вимі- рювання	Технології		± % відхилення	
		базова	проектна		
Продуктивність	т/год	0,5	2,0	+1,5	+300
Споживання електроенергії	кВт	62,7	55,4	-7,3	-11,6
Обсяги виробництва	т	15	45	+30	+200
Собівартість операції змішування	грн	6532,07	6170,38	-361,7	-5,5
Питома собівартість	грн/т	0,44	0,14	-0,3	-68,2
Річна економія	грн.	-	13500	-	-
Річний економічний ефект	грн.	-	9450	-	-

Запропонована технологія дозволила отримати позитивний економічний ефект в розмірі 9450 грн., що свідчить ефективність запропонованих заходів. Термін окупності додаткових вкладень 2 роки, менше

нормативного, що дасть змогу підприємству ефективно використати запропоновану технологію.

6. Висновок

В ході виконання магістерської кваліфікаційної роботи вивчено існуючу технологію виробництва ковбасних виробів у господарських умовах. Відмічено основні етапи технологічного процесу переробки м'яса та характерні недоліки в існуючих технологічних операціях.

В науковій частині за рахунок огляду способів та технічних засобів змішування інгредієнтів фаршу означені основні тенденції та напрямки вдосконалення цього технологічного процесу. Встановлено, що найбільш перспективною конструкцією ножів для приготування фаршу є пара Z-подібних ножів лопаткового типу, які мають обертатися із різною частотою назустріч один одному.

Під час аналітичних досліджень отримані теоретичні залежності, які дозволяють визначити об'єм фаршу і швидкість його транспортування як в поздовжньому, так і в поперечному напрямках в залежності від геометричних параметрів лопатки, її кута установки і фізико-механічних характеристик суміші. В роботі розраховані основні технологічні, кінематичні, конструктивні параметри і режими роботи куттура-фаршезмішувача. Проведено вибір електродвигунів та силові розрахунки, що підтверджують працездатність кутера.

Розрахований позитивний економічний ефект від впровадження даної технології дозволяє стверджувати про доцільність запропонованих змін та можливість її впровадження у виробництво.

Список використаної літератури

1. Методичні вказівки до виконання магістерських кваліфікаційних робіт для студентів спеціальності «Обладнання переробних і харчових виробництв» / Укл. О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: КНТУ, 2012. – 40 с.
2. Технологія м'яса та м'ясних продуктів: Підручник / М.М. Клименко, Л.Г. Віннікова, І.Г. Береза та ін.; За ред. М.М. Клименка. – К.: Вища освіта, 2006. – 640 с.
3. Машины и аппараты пищевых производств: Учебник для вузов: в 3 кн.: Кн. 2.1 Антипов [и др.]; под ред. В.А. Панфилова, В.Я. Груданова. – Минск: БГАТУ, 2008. – 580 с.
4. Омаров М.С. Оборудование для производства колбас: учебное пособие для студентов пищевых технологических специальностей/ М. С. Омаров. – Павлодар: Кереку, 2010. – 208 с.
5. Віннікова Л.Г. Теорія і практика переробки м'яса. – Ізмаїл: СМІЛ, 2000. – 172 с.
6. Ивашов В.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности. – Ч. 1. – М.: Колос, 2001. – 552 с.
7. Общая технология получения и переработки мяса / И.А. Рогов, А.Г. Забашта, Г.П. Казюлин и др. – М.: Колос, 1999. – 367 с.
8. Технология мяса и мясопродуктов / Л.Т. Алехина, А.С. Большаков, В.Г. Боресков и др.; Под ред. И.А. Рогова. – М.: Агропромиздат, 1988. – 576 с.
9. Цугленок Н.В. Дипломное проектирование предприятий мясной промышленности. Учебное пособие. / Цугленок Н.В., Матюшев В.В., Машанов А.И., Гончаров Ю.М., Антонов Н.М. – Красноярский государственный аграрный университет, Красноярск, 2006. – 407 с.
10. Забашта А.Г. Справочник по производству фаршированных и вареных колбас, сарделек, сосисок и мясных хлебов. / Забашта А.Г., Подвойская И.А., Молочников М.В. – М., 2007. – 702 с.

11. Пелеев А.И. Технологическое оборудование предприятий мясной промышленности: Учебник. – М.: Пищевая промышленность, 1971.– 502 с.
12. Технологическое оборудование мясокомбинатов/ С.А.Бредихин, О.В.Бредихина, О.В.Космодемьянский и др. – М.: Колос, 1997. – 392 с.
13. Харчові технології у прикладах і задачах: Підручник. / ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.І., КАПУСТЕНКО П.О. та ін.. – К.: Центр учбової літератури, 2008. – 576 с.
14. Ростовський В.С. Система технологій харчових виробництв: Навчальний посібник. / Ростовський В.С., Колісник А.В. – К.: Кондор, 2008 – 256 с.
15. Загальні технології харчових виробництв: Підручник. / В.А. Домарецький, П.Л. Шиян, М.М. Калакура та ін. – К.: Університет «Україна», 2010. – 814 с.
16. Киркач Н.Ф. Расчет и проектирование деталей машин. / Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. – Х. Основа, 1991. – 276 с.
17. Баласанян Р.А. Атлас деталей машин. – Х.: Основа, 1996. – 256 с.
18. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х томах. – М.: Машиностроение. Т.1 – 728 с., Т.2 – 559 с., Т.3 – 557 с. 1978, 1980, 1989.
19. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці: Навч. Посібник. – Львів: Афіша, 2000. – 349 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

Механізація виробництва ковбасних виробів в умовах фермерського господарства з модернізацією кутера ФСЕ-2000

Виконав: ст. гр. АІ-20МЗ(1,4) Соболев Олександр Вікторович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2021 р.

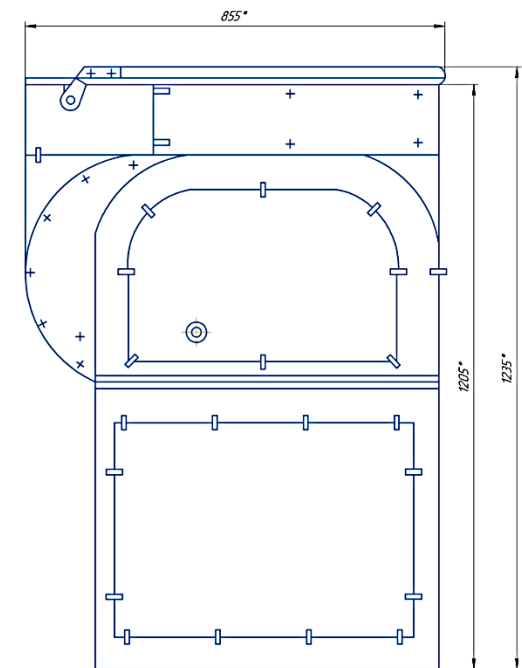
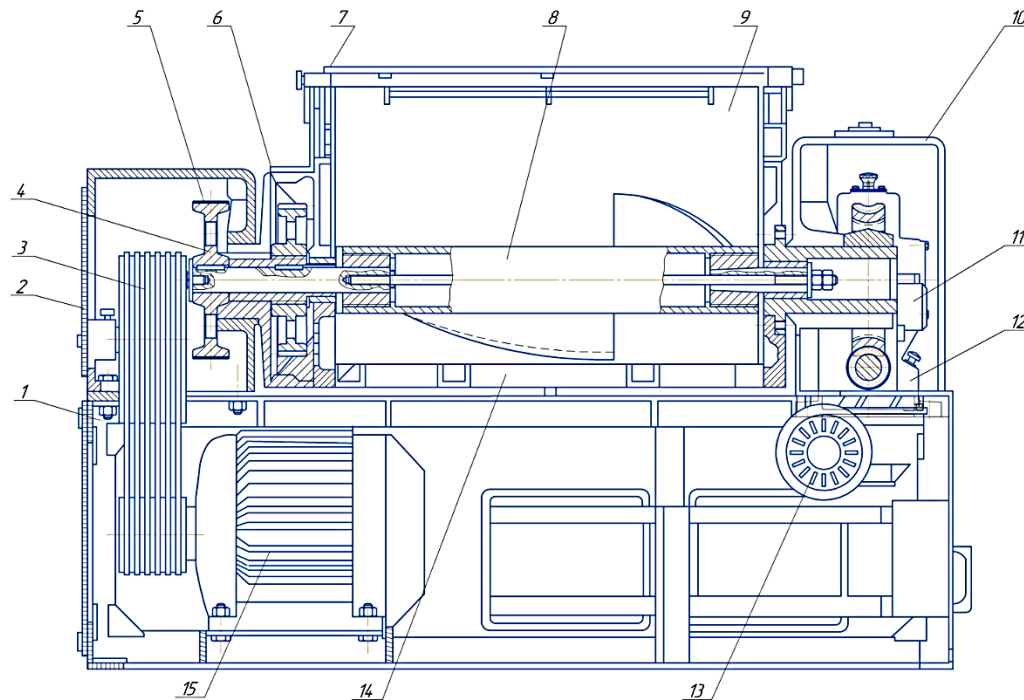
[illegible]



						МВКВ 00.001 НЧ					
Дат.	Тем.	№ докум.	Листы	Лист	Дослідження власної догодки купуєра із фаршем						
Розробл. фін.	Лістк.	Печатка				Лист	Фарш	Мак.			
Гашетир						Лист	Листок				
Наказир УНБ	Меню				-					ІНЧ, гр. АІ-20M31	
					Сторонка	Доповн. № 1					

Складальне креслення кутера ФСЕ-2000

МВКВ 00.000 СБ



1. * Розміри для довідок.
2. На поверхні 9 зварні бризки на непровареність швів не допускається.
3. Шви перевірити на герметичність за АБ.1258556.80214.
4. Засліблення під головки болтів зачекати епоксидною смолою ЕД ГОСТ 10587-76, смолу зачистити нагрітою.
5. Нанести графідовані, шрифти ПО-8 ГОСТ 2930-62.

МВКВ 00.000 СБ				Кутер ФСЕ-2000			
Лист	Дет.	№ докум.	Лист	Лист	Масса	Масштаб	
Размер	Собств.	Лист	Лист	Лист	3520	14	
Габарит.	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Нормат.	Материал	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1
Шифр	Сварка	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	1

Копировать

Формат А1

Лист 1 из 1

Стор. 1/1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

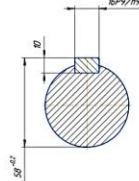
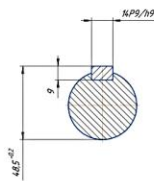
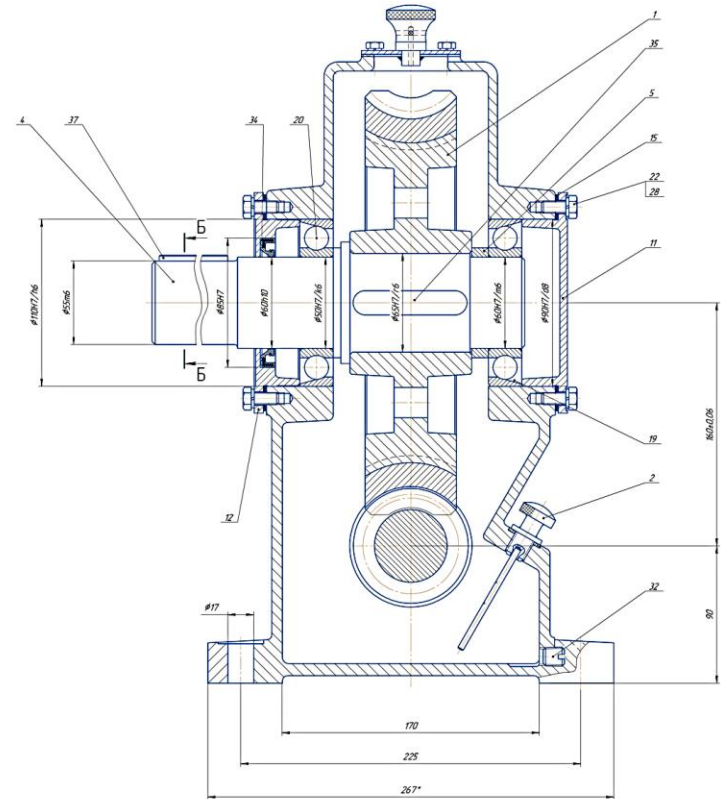
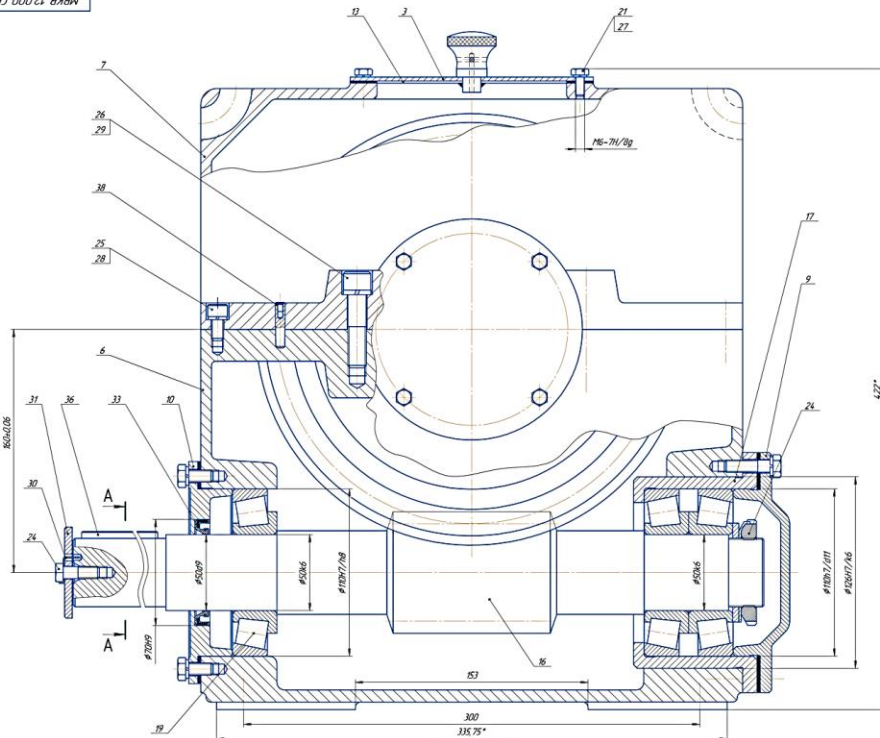
Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Лист 1 из 1

Червячний редуктор

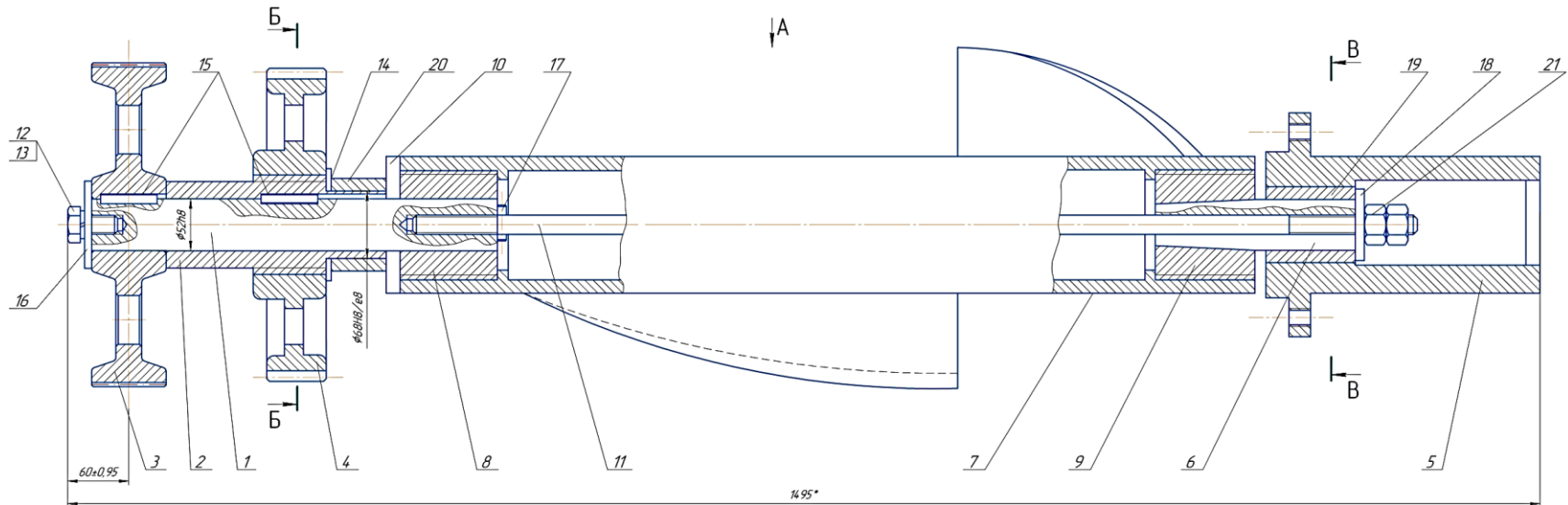


- 1 * – Розміри для дитячої.
- 2 Необроблені поверхні мають діаметри, що збільшуються в напрямі вونی поверхуду наслідком часткового зношування ГПТ 6465-76.
- 3 Значення параметра кривизни поверхуду знову вказано 19-175 ГПТ 6465-76.
- 4 В разі зношування інструментальної настилки Н-304 ГПТ 20799-85 поверху складати нову обробку.
- 5 Підійняти поверху складання розарти в настилу на температурі 80-90°С.
- 7 Вали кіраного редуктора повинні обертатися в дві сторони без заміни.
- 8 Редуктор обслуговує проміжок 3-4 години при номінальному навантаженні.
- 9 Решта технічних боліт згідно ГПТ 24-285-80.

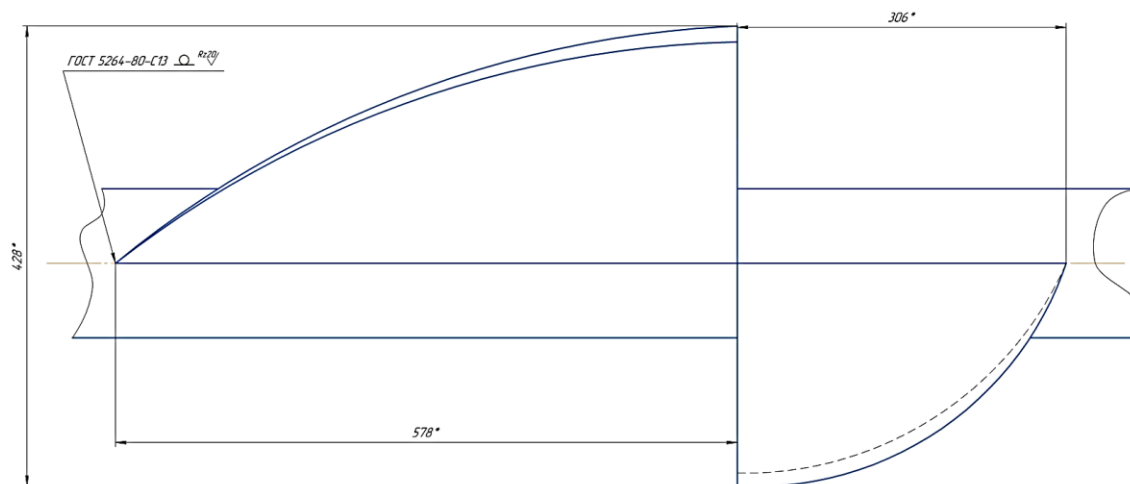
[illegible]

Вдосконалений вал кутера

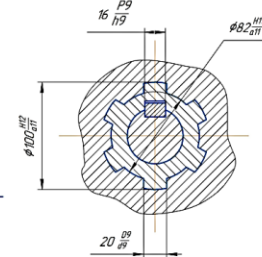
МВКВ 00.080 СБ



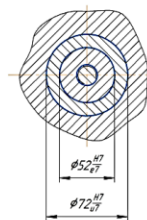
A



Б-Б



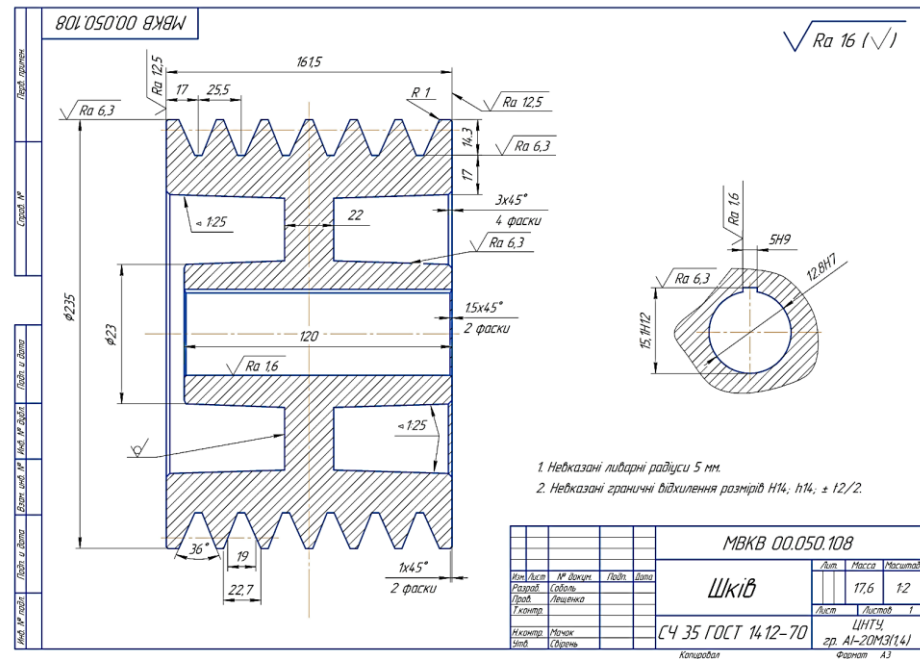
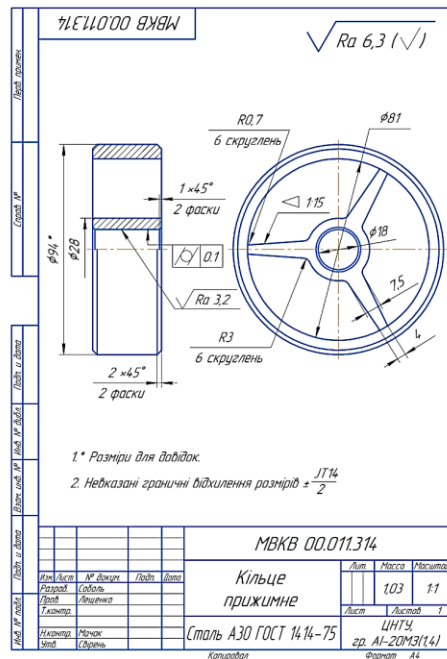
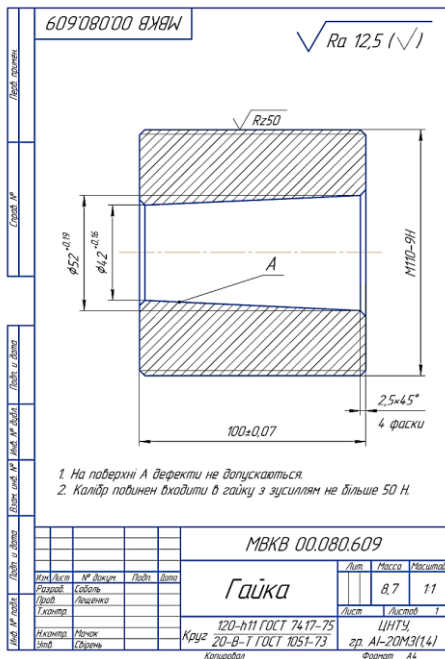
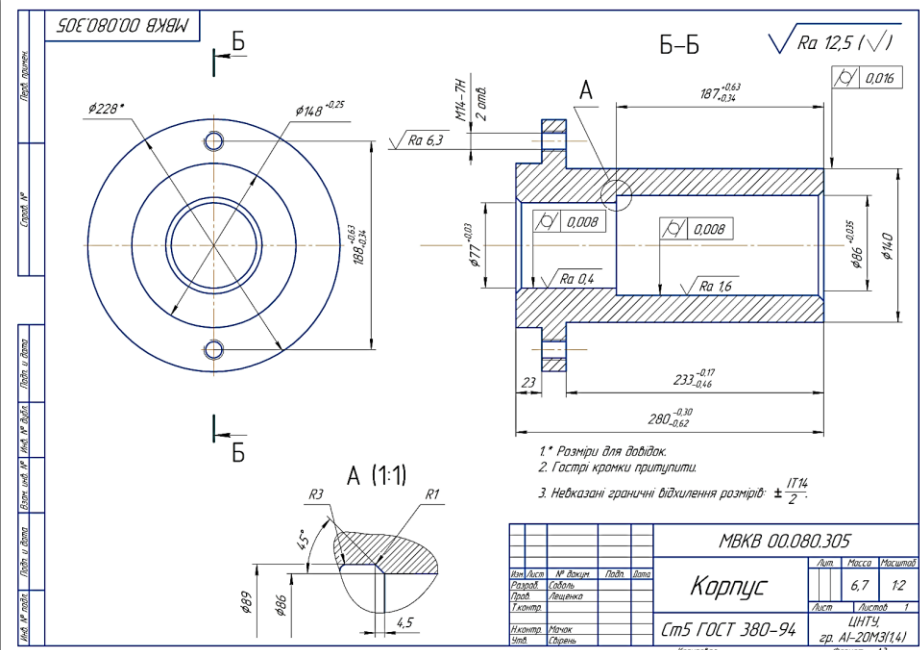
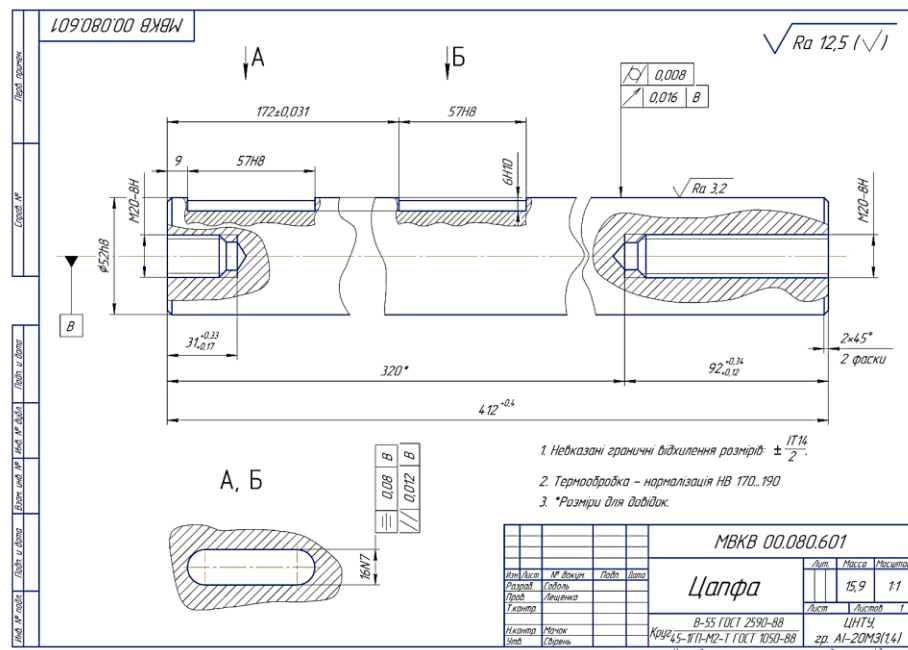
Б-Б



1. Розміри для довідок.
2. Після збирання вал повинен обертатись вільно.
3. Норми затяжки різьбових кріпильних виробів по ГОСТ 1759-70.

МВКВ 00.080 СБ						Вал кутера			Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Вариант	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Разработ.	Собрано	Провер.	Инженер	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
Исполн.	Монтаж	Сборка	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист	Лист
						УННУ			гр. АІ-20МЭН(4)		
						Копирован			Формат А1		

Деталювання вдосконалених елементів кутера



Дякую за увагу!

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание				
Справ. №	A1			МВКВ 12.000 СБ	Складальне креслення. Сборочный чертеж						
					Сборочные единицы						
		1		МВКВ 12.10.000	Колесо черв'ячне	1					
		2		МВКВ 12.20.000	Маслопоказчик	1					
		3		МВКВ 12.30.000	Кришка	1					
					Детали						
			4		МВКВ 12.601	Вал	1				
Подп. и дата				5		МВКВ 12.301	Втулка	1			
				6		МВКВ 12.302	Корпус	1			
				7		МВКВ 12.303	Кришка корпуса	1			
				9		МВКВ 12.304	Кришка підшипника	1			
				10		МВКВ 12.305	Кришка підшипника	1			
				11		МВКВ 12.306	Кришка підшипника	1			
				12		МВКВ 12.307	Кришка підшипника	1			
				13		МВКВ 12.001	Прокладка кр. люка	1			
				14		МВКВ 12.002	Прокладка регулювальна	6			
				15		МВКВ 12.003	Прокладка регулювальна	6			
				16		МВКВ 12.308	Черв'як	1			
	Взам. инв. №										
Подп. и дата											
Инв. № подл.											
				МВКВ 12.000							
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	Червячний редуктор			Лит.	Лист	Листов
Разраб. Соболю										1	2
Пров. Лещенко											
Н.контр. Мачок											
Утв. Свірень									ЦНТУ, гр. АІ-20МЗ(1,4)		

Копировал

Формат А4

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
				Подшипники:		
		19		Підшипник 7310 ГОСТ 27365-87	3	
		20		Підшипник 36212 ГОСТ 831-75	2	
				Кріпильні вироби:		
		21		Болт М6 х 14 ГОСТ 7798-70	4	
		22		Болт М8 х 16 ГОСТ 7798-70	8	
		23		Болт М8 х 18 ГОСТ 7798-70	8	
		24		Гайка М45 х 1,5 ГОСТ 11871-88	1	
		25		Гвинт М8 х 16 ГОСТ 11738-84	4	
		26		Гвинт М12 х 65 ГОСТ 11738-84	1	
		27		Шайба 6 Н ГОСТ 6402-70	4	
		28		Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70	8	
		28		Шайба 8 Н ГОСТ 6402-70	8	
		29		Шайба 12 Н ГОСТ 6402-70	4	
		30		Шайба 6 ГОСТ 13463-77	1	
		31		Шайба 7019-0 626 ГОСТ 14734-69	1	
		33		Манжета 1-50 х 70-1 ГОСТ 8752-79	1	
		34		Манжета 1-60 х 85-1 ГОСТ 8752-79	1	
		32		Продка 1-МК 12.10кп Кдб.хр.	1	
		35		Шпонка 2-16 х 10 х 70 ГОСТ 23360-78	1	
		36		Шпонка 2-8 х 7 х 36 ГОСТ 23360-78	1	
		37		Шпонка 2-14 х 9 х 70 ГОСТ 23360-78	1	
		38		Штифт 6 х 32 ГОСТ 9464-79	2	
				Матеріали:		
				И-Т-С 320	0.6 л	
				ТУ 38 101413-78		

Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание		
Справ. №	A1			МВКВ 00.000 СБ	Складальне креслення				
					Документація				
					Складальні одиниці				
			1	МВКВ 01.000	Станина				
			2	МВКВ 02.000	Ліва тумба				
			3	МВКВ 03.000	Клинопасова передача				
			4	МВКВ 04.000	Циліндричні шестерні				
			5	МВКВ 05.000	Конус кріплення місильного гвинта				
			6	МВКВ 06.000	Циліндричні шестерні				
			7	МВКВ 07.000	Кришка решітчаста				
	A1		8	МВКВ 08.000	Вал кутера				
			9	МВКВ 09.000	Змішувальне корито				
Подп. и дата			10	МВКВ 10.000	Права тумба				
			11	МВКВ 11.000	Червячна пара				
	A1		12	МВКВ 12.000	Червячний редуктор				
			13	МВКВ 13.000	Електродвигун привода перевертання корита				
			14	МВКВ 14.000	Теплова рубашка				
			15	МВКВ 15.000	Електродвигун привода змішувальних лопатей				
	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	МВКВ 00.000					
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Кутер	Лит.	Лист	Листов
									1
	Разраб.	Соболев					ЦНТУ,		
	Пров.	Лещенко					гр. АІ-20МЗ(1,4)		
	Н.контр.	Мачок							
	Утв.	Свірень							