

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: «Розрахунок та конструювання фаршмішалки марки Л5-ФМБ
для покращення якості фаршу»

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МОс
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

| | | |
|-------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|
| | <u>Варениця Р.М.</u> (підпис) | <u>Варениця Р.М.</u> (прізвище та ініціали) |
| Керівник | <u>Пилипець О.М.</u> (підпис) | <u>Пилипець О.М.</u> (прізвище та ініціали) |
| Нормоконтроль | <u>Ворощук В.Я.</u> (підпис) | <u>Ворощук В.Я.</u> (прізвище та ініціали) |
| Завідувач кафедри | <u>Вітенько Т.М.</u> (підпис) | <u>Вітенько Т.М.</u> (прізвище та ініціали) |
| Рецензент | <u>Пилипець М.І.</u> (підпис) | <u>Пилипець М.І.</u> (прізвище та ініціали) |

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

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

Кафедра Обладнання харчових технологій
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 21 »

січня 2022 р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Варениця Роман Михайлович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розрахунок та конструювання фаршмішалки марки Л5-ФМБ для покращення якості фаршу.

Керівник роботи Пилипець Оксана Михайлівна, к.т.н., доцент

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

Затверджені наказом ректора від «21» 01 2022 року № 4/7-26

2. Термін подання студентом завершеної роботи _____

3. Вихідні дані до роботи Технічні характеристики фаршмішалки марки Л5-ФМБ

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналітична частина. Аналіз завдання. Характеристика фаршу. Характеристика об'єкту проектування. Огляд літератури. 2. Технологічна частина.

Технологічні розрахунки. Визначення продуктивності фаршмішалки марки Л5-ФМБ. Визначення потужності електродвигуна 3. Конструкторська частина. Кінематичний розрахунок обладнання. Конструювання вузла технологічного обладнання.. 4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Загальний вигляд фаршмішалки марки Л5-ФМБ

2. Кінематична схема фаршмішалки марки Л5-ФМБ

3. Шестерня СЧ18-36 ГОСТ 1412-70

4. 3D модель вузла приводу фаршмішалки марки Л5-ФМБ

5. Дослідження шестерні фаршмішалки марки Л5-ФМБ

6. Вузол приводу фаршмішалки марки Л5-ФМБ

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | | | |
| Нормоконтроль | Доц. Ворошук В.Я. | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 24.01.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|-------------------------------------------------|--------------------------------|----------|
| 1 | Аналітична частина | 24.01-26.01.2022 | |
| 2 | Технологічна частина | 27.01-30.01.2022 | |
| 3 | Конструкторська частина | 01.02-08.02.2022 | |
| 4 | Безпека життєдіяльності та основи охорони праці | 09.02-12.02.2022 | |
| 5 | Висновки | 17.06.2022 | |
| 6 | Перелік використаних джерел | 17.06.2022 | |
| 7 | Додатки | 06.06.2022 | |
| 8 | Графічна частина | 06.06-10.06-2022 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

_____ (підпис)

Варениця Р.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Пилипець О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «бакалавр»- Варениця Роман Михайлович.

Тема кваліфікаційної роботи: «Розрахунок та конструювання фаршмішалки марки Л5-ФМБ для покращення якості фаршу».

Роботу виконано в Тернопільському національному університеті імені Івана Пулюя в 2022 році.

Робота складається з пояснювальної записки обсягом 48 сторінок (3 таблиці, 15 рисунків,) та графічної частини.

Ключові слова: фарш, фаршмішалка, вузол приводу.

ABSTRACT

The author of the qualification work of the educational level "bachelor" - Varenysia Roman Mykhailovych.

Theme of qualification work: "Calculation and design of minced meat mixer brand L5-FMB to improve the quality of minced meat."

The work was performed at Ternopil National University named after Ivan Pulyuy in 2022.

The work consists of an explanatory note of 47 pages (3 tables, 15 figures,) and graphic part.

Key words: minced meat, minced meat mixer, drive unit.

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Варениця Р.М.</i> | | | <i>РЕФЕРАТ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Пилипець О.М.</i> | | | | | 4 | 1 |
| <i>Рецензент</i> | | | | | | | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Вороцук В.Я.</i> | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | <i>Вітенько Т.М.</i> | | | | | | |
| | | | | | | <i>ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41</i> | | |

ЗМІСТ

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Завдання | 2 |
| Реферат..... | 4 |
| Вступ | 7 |
| 1. Аналітична частина | 8 |
| 1.1. Аналіз завдання..... | 8 |
| 1.2. Характеристика обладнання для перемішування фаршу | 8 |
| 1.3. Характеристика об'єкту дослідження | 9 |
| 1.4. Огляд літератури..... | 13 |
| 2. Технологічна частина | 15 |
| 2.1. Визначення продуктивності фаршмішалки марки Л5-ФМБ..... | 15 |
| 2.2. Визначення потужності електродвигуна..... | 16 |
| 3. Конструкторська частина | 18 |
| 3.1. Кінематичний розрахунок обладнання..... | 18 |
| 3.2. Конструювання вузла технологічного обладнання | 19 |
| 3.2.1. Розрахунок і підбір муфти приводу фаршмішалки | 19 |
| 3.2.2. Конструктивні розрахунки вузла приводу фаршмішалки..... | 21 |
| 3.2.3. Розробка 3D моделі вузла..... | 34 |
| 4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці..... | 39 |
| 4.1. Заходи безпеки при роботі на фаршмішалці марки Л5-ФМБ | 39 |
| 4.2. Розрахунок та розробка схеми захисного занулення для фаршмішалки марки Л5-ФМБ..... | 40 |
| 4.3. Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, на ділянці | 42 |
| Висновки | 44 |
| Перелік використаних джерел | 45 |

| | | | | | | | | |
|------------------|-------------|----------------------|---------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ</i> | | | |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | | | |
| <i>Розроб.</i> | | <i>Варениця Р.М.</i> | | | <i>ЗМІСТ</i> | <i>Літ.</i> | <i>Арк.</i> | <i>Аркушів</i> |
| <i>Перевір.</i> | | <i>Пилипець О.М.</i> | | | | 5 | 2 | |
| <i>Рецензент</i> | | | | | | <i>ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41</i> | | |
| <i>Н. Контр.</i> | | <i>Ворощук В.Я.</i> | | | | | | |
| <i>Затверд.</i> | | <i>Вітенько Т.М.</i> | | | | | | |

Додаток А.....47

Додаток Б.....48

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВСТУП

Перемішування називається процес отримання однорідних систем. Потреба в перемішуванні виникає у виробництві у разі, коли потрібно інтенсифікувати теплові процеси. Перемішування може бути основним та супутнім процесом.

Способи перемішування, вибір обладнання для його проведення визначаються метою перемішування і агрегатним станом середовищ, що перемішуються. Найбільш поширені способи перемішування - за допомогою мішалок різних конструкцій (механічне), стисненим повітрям, паром або інертним газом (пневматичне), за допомогою сопел і насосів (циркуляційне), безперервне перемішування за рахунок тісного зіткнення в потоці двох або більше різнорідних рідин (потокове) та ін.

У м'ясній промисловості найбільше застосування набуло механічне перемішування. Його використовують як основний процес при виробництві ковбасних виробів, фаршевих консервів, напівфабрикатів; як супутній - при виробництві солоних та копчених м'ясопродуктів, харчових та технічних жирів, переробці крові, клею, желатину, органопрепаратів та ін.

Для перемішування застосовують обладнання періодичної та безперервної дії. До першої групи відносяться фаршмішалки, а до першої та другої груп — фаршзмішувачі. Процес перемішування у фаршмішалках і фаршзмішувачах проходить як при контакті з навколишнім повітрям (відкриті), так і при розрідженні (вакуумні).

Метою роботи є встановлення конструктивних і технологічних чинників, які забезпечать ефективне перемішування продукту.

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | ВСТУП | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 7 | 1 |
| Рецензент | | | | | | | | |
| Н. Контр. | | Ворожук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |
| | | | | | | <i>ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОС-41</i> | | |

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналіз завдання

Метою виконання кваліфікаційної роботи є: підвищення продуктивності роботи фаршмішалки марки Л5-ФМБ, підвищення продуктивності технологічної лінії для виготовлення м'ясних виробів, визначення впливу режимів роботи обладнання на якість кінцевого продукту.

Фаршмішалка Л5-ФМБ використовується для перемішування м'ясного фаршу до потрібної консистенції із усіма компонентами, що передбачені рецептурою і технологічним процесом виготовлення м'ясних консервів. Підвищення надійності роботи фаршмішалки досягається завдяки заміні у вузлі приводу підшипників ковзання на підшипники кочення.

1.2. Характеристика обладнання для перемішування фаршу

У процесі перемішування особливо в'язких середовищ утворюються харчові дисперсні системи у вигляді однорідного м'ясного фаршу та паштетних мас для виробництва ковбас, сосисок, сардельок.

У процесі змішування фаршів або дрібних шматочків м'ясної сировини з сіллю та іншими інгредієнтами утворюються фарші з неоднорідною структурою для м'ясних ковбас, котлетні, пельмові, фрикадельні маси.

Вітчизняна і зарубіжна промисловість випускає і експлуатує широкий спектр обладнання різною продуктивністю, що відрізняється конструктивним рішенням окремих вузлів, умовами експлуатації, що враховує особливості та особливі вимоги технологічних процесів виробництва продукції з м'ясної та рибної сировини.

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 8 | 7 |
| Рецензент | | | | | | ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41 | | |
| Н. Контр. | | Вороцук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |

Основним обладнанням для змішування м'ясної сировини є змішувачі у вигляді фаршмішалок, фаршозмішувачів або просто змішувачів, вузли яких – це робоча ємність (діжа, місильне корито, чаша, резервуар), пристрої для змішування, електропривід, гідро- та пневмопривідні вузли.

Для змішування (вимішування) фаршу, надання йому необхідної консистенції (у вигляді фаршоподібних продуктів) переважно використовуються фаршмішалки або фаршозмішувачі.

При солінні м'яса у шматках, виробленні шинкових продуктів, приготування фаршу з неоднорідною структурою для ковбас сировину переробляють у змішувачах.

Фаршмішалки, фаршозмішувачі та змішувачі розрізняються за:

- конструкцією мішалки (шнекові, спіралеподібні, рамні, лопатеві, Z-подібної форми, комбіновані);

– кількістю мішалок;

- розташуванням валу мішалки;

– формою та типом робочої ємності;

– типом ємності (відкрита чи закрита)

– за ступенем та висотою завантаження робочої ємності

– за наявністю засобів автоматизації та мікропроцесорної техніки

1.3. Характеристика об'єкту дослідження

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

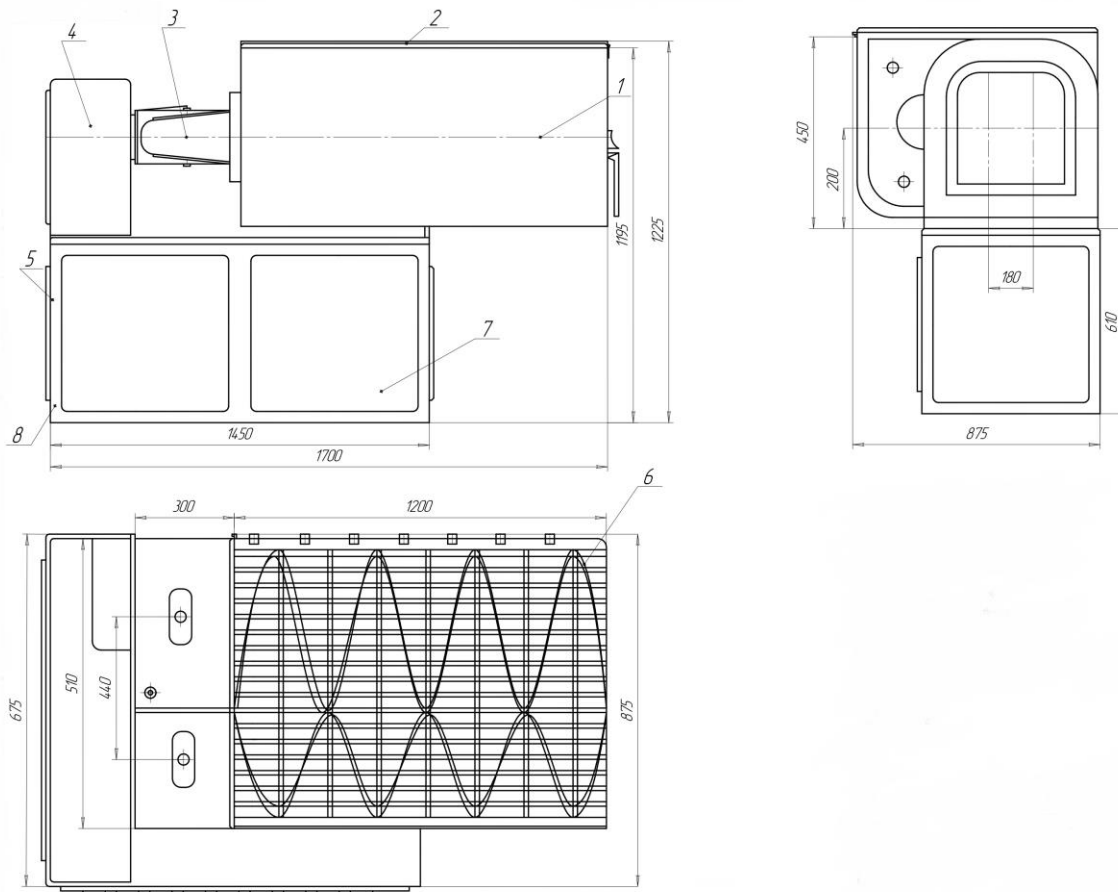


Рисунок 1.1-Фаршмішалка марки Л5-ФМБ:

1-ємність для перемішування; 2-решітчаста кришка; 3-редуктор; 4-привід; 5-корпус; 6-місильні шнеки; 7-електродвигун; 8-станина

Фаршмішалка Л5-ФМБ призначена для перемішування м'ясного фаршу до консистенції з усіма компонентами, передбаченими рецептурою та технологічним процесом виготовлення ковбасних виробів, м'яса в шматках масою не більше 0,5 кг з сіллю, а також інших харчових продуктів [2].

Фаршмішалка марки Л5-ФМБ складається з ємкості для перемішування фаршу, решітчастої кришки, редуктора, приводу місильних шнеків, корпусу, місильних шнеків, електродвигуна та станини.

Станина є звареною металевою конструкцією з куточка розмірами 63х63 мм. Кришка зварена, решітчастого типу, із нержавіючої сталі. Місильне корито складається з картера, корита з нержавіючої сталі, всередині якого розташовано два місильні шнеки. Вони обертаються від електродвигуна через клинопасову і

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ | | | | |

зубчасту передачі, розташовані всередині чавунної тумби. Пульт управління є кнопковим постом і розташований на тумбі. Шафа електроустаткування прямокутної форми, закріплена на стінці окремо від машини у зручному для експлуатації місці. Станина та тумба фаршмішалки закриті металевими облицювальними листами [2].

Завантаження фаршу в корито здійснюється завантажувальним пристроєм при відкритій кришці, а додавання солі та інших спецій здійснюється через отвір у кришці. Фарш перемішується місильними шнеками в кориті, яке закрито захисною решітчастою кришкою. На правій торцевій стінці корита знаходяться люки, призначені для розвантаження фаршу. Блокування обертання місильних шнеків забезпечується кінцевим вимикачем, розташованим на бічній стінці корита. При підйомі кришки більш ніж на 100 мм контакт кінцевого вимикача розмикає ланцюг живлення магнітного пускача та електродвигун вимикається.

У цій таблиці надані всі паспортні дані фаршмішалки Л5-ФМБ [2].

Таблиця 1.1.

Технічна характеристика фаршмішалки

| | |
|-------------------------------------|---------------|
| Продуктивність, не менше | 2500 кг/год |
| Встановлювана потужність, не більше | 5.5 кВт |
| Місткість ємності (діжі) | 150 літрів |
| Коефіцієнт заповнення | 0,5-0,8 |
| Габаритні розміри | 1700x875x1225 |
| Маса, не більше | 680 кг |

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Несправності та способи їх усунення

| Несправність | Причина виникнення | Спосіб усунення |
|--------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| При включеному приводі електродвигун не вмикається | Згоріла котушка електромагнітного пускача. Замикання контактів пускача | Замінити котушку чи пускач. Зачистити контакти |
| При включеному електродвигуні приводу привод не працює | Прослизання клинових ременів | Відрегулювати натяг ременів |
| При включенні мішалки спрацьовує захист, електродвигун вимикається | У діжу завантажено хати-точну кількість фаршу | Не допускати завантаження фаршемішалки більше допустимого коефіцієнта заповнення |
| При обертанні мішалки виникають сторонні звуки | При завантаженні в діжу потрапив сторонній предмет. Видалити сторонній предмет з діжі | Видалити сторонній предмет з діжі |
| Порушення цілісності діжі | Миття виробу розчинами з надмірною концентрацією кислот та лугів | Строго дотримуватися концентрації миючих розчинів |

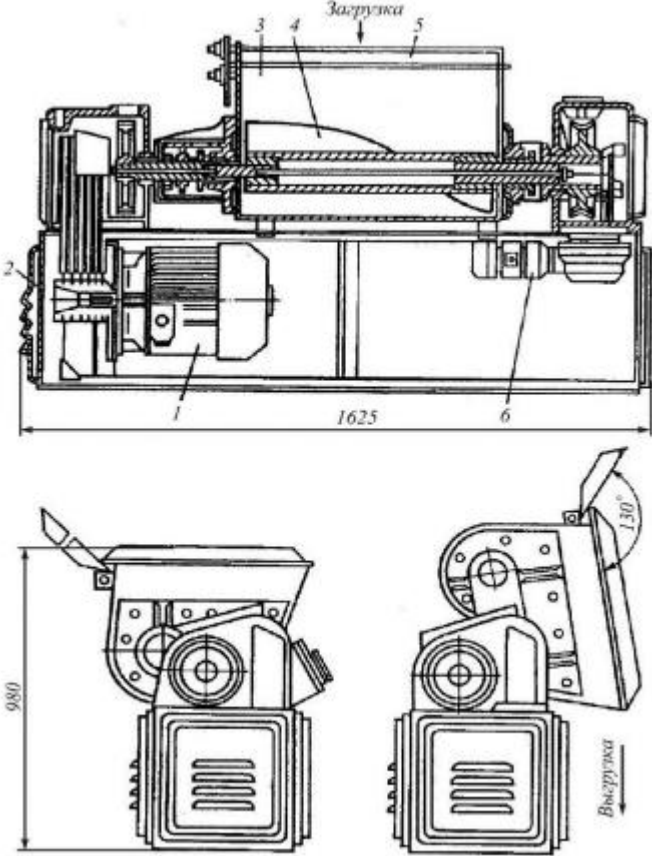
| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

1.4. Огляд літератури

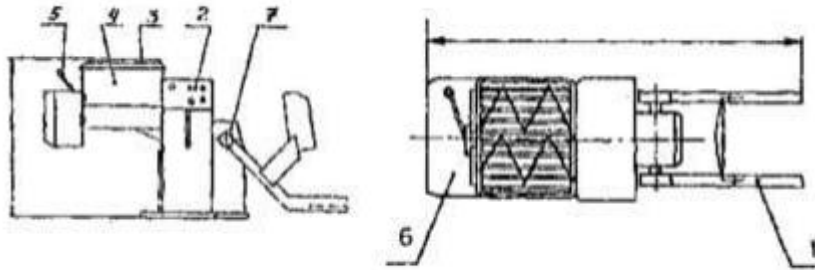
У цій таблиці представлені різні види фаршмішалок та їх технічні характеристики.

Таблиця 1.3.

Існуючі конструкції фаршмішалок

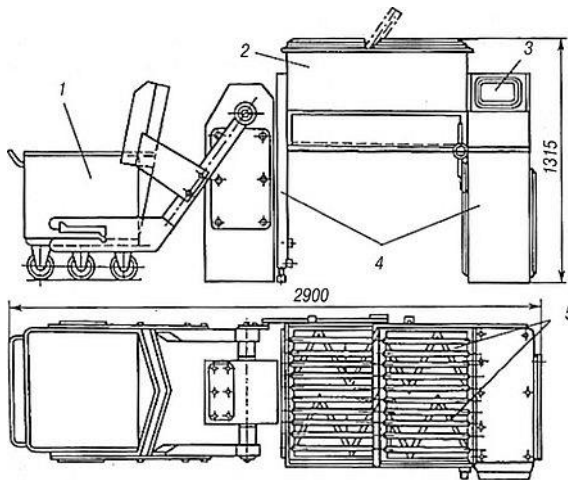
| Вид обладнання | Технічна характеристика |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;">Л5-ФМ2-150</p>  | <p>Продуктивність, 500 кг/год</p> <p>Місткість корита, 150 л</p> <p>Коефіцієнт завантаження 0,5...0,7</p> <p>Тривалість циклу, 3-5 хв</p> <p>Встановлена потужність, 3,0 кВт</p> <p>Габаритні розміри, 1625*730*980 мм</p> <p>Вага, 466 кг</p> |

Л5-ФМ2-У-150



Продуктивність,
1100 кг/год
Об'єм корита
місильного, 150 л
Встановлена
потужність, 4,5 кВт
Габаритні розміри (із
механізмом
завантаження),
2940x955x1330 мм
Маса (із механізмом
завантаження), 860
кг

Л5-ФМ2-У-335



Продуктивність,
3200 кг/год
Об'єм корита
місильного, 335 л
Встановлена
потужність, 7,0 кВт
Габаритні розміри (із
механізмом
завантаження),
3200x980x1375 мм
Маса (із механізмом
завантаження), 920
кг

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КРБ 20-195.00.00.001 ПЗ

Арк.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

Технологічний розрахунок фаршмішалки марки Л5-ФМБ складається з:

- визначення продуктивності;
- визначення потужності.

2.1. Визначення продуктивності фаршмішалки марки Л5-ФМБ

Продуктивність фаршмішалки марки Л5-ФМБ визначається за формулою [3]:

$$G = \frac{V * \rho * \varphi}{\tau_3 + \tau_{\partial}}, \text{кг/с}, \quad (2.1)$$

де, V-об'єм місильної ємкості, м³;

ρ -середня густина фаршу;

φ -коефіцієнт використання об'єму ємкості;

τ_3 -тривалість змішування, с;

τ_{∂} -тривалість допоміжних операцій.

$$G = \frac{0,335 * 1880 * 0,5}{300 + 150} = 0,7 \text{ кг/с} = 2519,2 \text{ кг/год}$$

Технічна продуктивність $G_m = 2500 \text{ кг/год}$.

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.002 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 15 | 3 |
| Рецензент | | | | | | <i>ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41</i> | | |
| Н. Контр. | | Вороцук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |

2.2. Визначення потужності електродвигуна

Потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$w_{\partial\epsilon} = \frac{z * P * v}{1000 * \eta}, \text{кВт}, \quad (2.3)$$

де, z – кількість шнеків даного типу;

P – опір, що сприймається одним шнеком, Н;

v – швидкість руху шнеків, м/с;

η – коефіцієнт корисної дії.

Опір, що сприймається шнеком визначається за формулою:

$$P = \sigma * S, \text{Н}, \quad (2.4)$$

де, σ – питомий опір, Н/м² ;

S – лобова поверхня робочих органів, м.

Питомий опір визначається за формулою:

$$\sigma = \sigma_0 + a * v, \text{Н/м}^2, \quad (2.5)$$

де, σ_0 -умовний початковий опір фаршу ;

a – параметр, що залежить від виду фаршу;

v – швидкість руху шнеків, м/с.

Частота обертання місильних шнеків $n=58$ об/хв.

Тоді:

$$w = \frac{\pi * n}{30} = \frac{3,14 * 58}{30} = 6,1 \text{ с}, \quad (2.6)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.002 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

де, n – частота обертання.

Лінійна швидкість руху робочих органів:

$$v = w * R, \quad (2.7)$$

де, R – радіус спіралі ($R=285$ мм).

$$v = 6,1 * 0,285 = 1,7 \text{ м/с}$$

Лобова поверхня спіралі місильного шнека:

$$F = S_1 * S_2 = \pi * (R_1^2 * R_2^2) = 3,14 * (0,350^2 * 0,220^2) = 0,2 \text{ м}^2 \quad (2.8)$$

Опір, що сприймається одним місильним шнеком:

$$P = (\sigma_0 + a * v) * S = (4000 + 3000 * 0,7) * 0,2 = 1820 \text{ Н} \quad (2.9)$$

Потужність електродвигуна:

$$w_{\partial\sigma} = \frac{z * P * v}{1000 * \eta} = \frac{2 * 1820 * 1,7}{1000 * 0,7} = 5,2 \text{ кВт}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.002 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

3 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

3.1. Кінематичний розрахунок обладнання

На рисунку 3.2. зображено кінематичну схему обладнання для якої проводитиметься розрахунок.

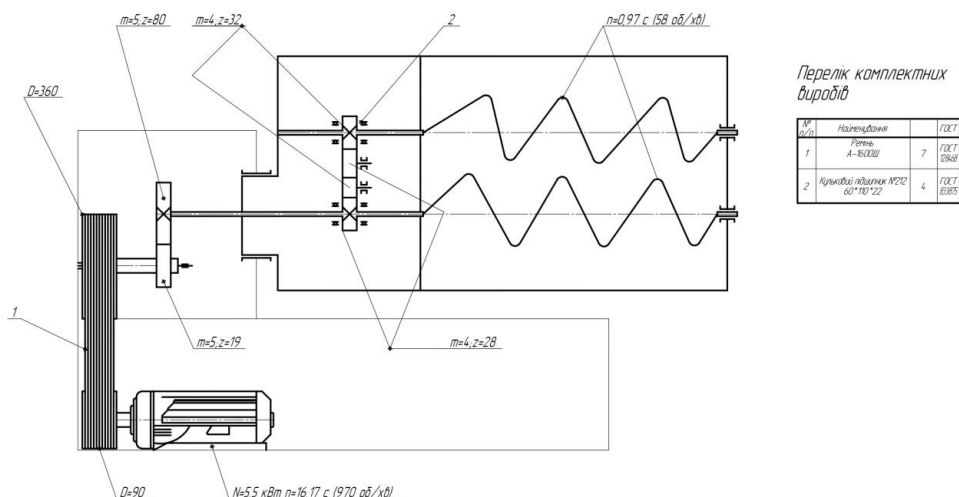


Рисунок 3.2-Кінематична схема фаршмішалки марки Л5-ФМБ

Передаточне число привода визначається за формулою [1]:

$$i = \frac{W_{дв}}{W_{ш}} \tag{3.10}$$

$$i = \frac{16,17}{0,97} = 16,67$$

| | | | | |
|--------------------------------|---------------|----------|--------|---------|
| КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
| Розроб. | Варениця Р.М. | | | |
| Перевір. | Пилипець О.М. | | | |
| Рецензент | | | | |
| Н. Контр. | Ворощук В.Я. | | | |
| Затверд. | Вітенько Т.М. | | | |
| КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА | | | | |
| | | Літ. | Арк. | Аркушів |
| | | | 18 | 20 |
| ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41 | | | | |

Передаточне число привода [1]:

$$u_{\text{пр}} = \frac{D}{d} = \frac{400}{95} = 4,21 \approx 4,2 \quad (3.11)$$

Передаточне число клинопасової передачі [1]:

$$u_{\text{кл}} = \frac{i}{u_{\text{пр}}} = \frac{16,67}{4,21} = 3,959 \approx 4$$

3.2. Конструювання вузла технологічного обладнання

3.2.1 Розрахунок і підбір муфти приводу фаршемішалки

Розрахуємо запобіжну фрикційну дискову муфту для з'єднання валів діаметром $d=40\text{мм}$, передаточний номінальний момент [1] $T_n=P/w=5.5 \times 1000/16.17=340 \text{ Нм}$, частота обертання $n=970 \text{ об/хв}$.

Знаходимо зовнішній діаметр муфти $D=205 \text{ мм}$. Приймаємо коефіцієнт запасу щеплення $\beta=1.25$.

Розрахунковий момент [1]:

$$T_p = \beta T_n = 340 * 1,25 = 425 \text{ Н*м} \quad (3.12)$$

Диски сталені, ведучі – з азбестовими обкладками; коефіцієнт тертя:

$$f = 0,3$$

$$[p] = \leq 0,25 \text{ МПа}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Діаметри кільця тертя [1]:

- зовнішній:

$$D_1 = (3,5 - 4) = d(3,5 - 4) * 40 = 140 - 160 \text{ мм}; \quad (3.13)$$

$$D_1 = 150 \text{ мм};$$

- внутрішній:

$$D_2 = 2,5d = 2,5 * 40 = 100 \text{ мм} \quad (3.14)$$

Приведений радіус кільця тертя [1]:

$$R = \frac{D_1^3 - D_2^3}{3(D_1^2 - D_2^2)} = \frac{150^3 - 100^3}{3(150^2 - 100^2)} = 63,5 \text{ мм} \quad (3.15)$$

Допустима осьова сила [1]:

$$[F_a] = [p] \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) = \frac{0,25 * 3,14(150^2 - 100^2)}{4} = 2460 \text{ Н} \quad (3.16)$$

Число пар тертя:

$$z = \frac{T_p}{f * F_a * R} = \frac{425 * 10^3}{0,3 * 2460 * 63,5} = 9,068 \quad (3.17)$$

Округляємо до парного числа $z=10$.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Число дисків:

- ведучих:

$$z_1 = \frac{z}{2} = 5; \quad (3.18)$$

- ведених:

$$z_2 = z_1 + 1 = 6 \quad (3.19)$$

Уточняємо:

$$F_a = \frac{T_p}{f * z * R} = \frac{425 * 10^3}{0,3 * 6 * 63,5} = 2230,97 \quad (3.20)$$

Умова виконується.

3.2.2 Конструктивні розрахунки вузла приводу фаршемішалки

Передаточне число циліндричної передачі:

$$u = \frac{z_2}{z_1} = \frac{w_1}{w_2} = \frac{n_1}{n_2} = 4,2 \quad (3.21)$$

Міжосьова відстань:

$$a_w = \frac{d_{cp1} + d_{cp2}}{2} = \frac{95 + 400}{2} = 247,5 \text{ мм} \quad (3.22)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Модуль зубчатого зачеплення:

$$m = a_w(0,01 - 0,02) = 2,475 - 4,95 \quad (3.23)$$

Округляємо до $m=5$.

Сумарна кількість зубів:

$$z = \frac{2 * a_w}{m} = \frac{2 * 247,5}{5} = 99 \quad (3.24)$$

Визначаємо число зубів вал-шестерні 2 і зубчатого колеса 1.

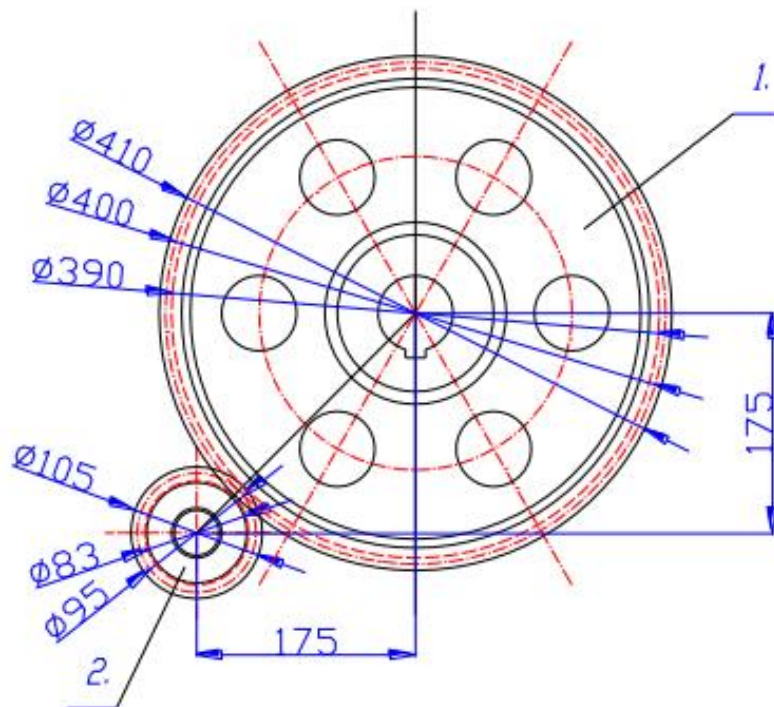


Рисунок 3.3- Вузол приводу фаршешішалки марки Л5-ФМБ: 1-зубчасте колесо; 2-вал-шестерня

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$z_1 = \frac{z}{u + 1} = \frac{247,5}{4,2 + 1} = 19; \quad (3.25)$$

$$z_2 = z - z_1 = 99 - 19 = 80 \quad (3.26)$$

Уточняємо міжосьову віддаль:

$$a_w = 0,5(z_1 + z_2) * m = 247,5 \quad (3.27)$$

Визначимо діаметри вал-шестерні 2 і зубчатого колеса 1:

$$d_1 = m * z_1 = 5 * 19 = 95 \text{ мм}; \quad (3.28)$$

$$d_2 = m * z_2 = 5 * 80 = 400 \text{ мм} \quad (3.29)$$

Діаметр окружності вершин зубів:

$$d_{a1} = d_1 + 2 * m = 105 \text{ мм}; \quad (3.30)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2 * m = 410 \text{ мм} \quad (3.31)$$

Діаметр окружності впадин зубів:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5 * m = 95 - 12,5 = 82,5 \text{ мм}; \quad (3.32)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5 * m = 400 - 12,5 = 387,5 \text{ мм} \quad (3.33)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Для визначення сил які діють на вал необхідно розрахувати навантаження з боку веденого шківів.

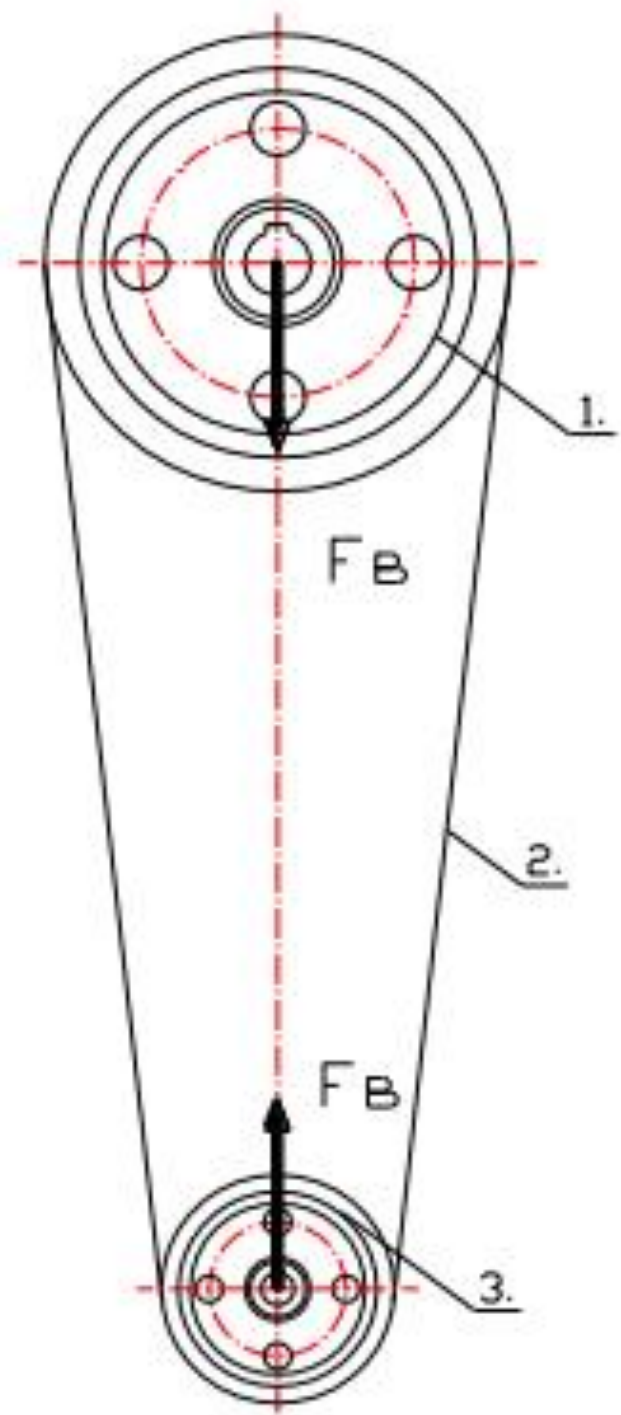


Рисунок 3.4- Клинопасова передача: 1 -ведений шків; 2 –клинопасовий пас; 3 - ведучий шків

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Сила, що діє на вали визначається за формулою [1], Н:

$$F_g = 2 * F_0 * z * \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (3.34)$$

$$F_0 = \frac{850 * P * C_p * C_L}{z * v * C_a} + \theta * v^2 \quad (3.35)$$

Необхідне для передачі даної потужності число пасів [1]:

$$z = \frac{P * C_p}{P_0 * C_L * C_a * C_z} \quad (3.36)$$

$$z = \frac{5,5 * 1,2}{1,08 * 1,09 * 0,95 * 0,85} = 6,94$$

Приймаємо $z=7$.

Швидкість руху, v [1]:

$$v = 0,5 * d_1 * w_1 = \frac{\pi * d_1 * n_1}{60} = \frac{3,14 * 0,09 * 970}{60} = 4,5687 \text{ м/с} \quad (3.37)$$

Кут обхвату меншого шківів:

$$a = 180 - 60 \frac{d_2 - d_1}{a} = 180 - 60 \frac{360 - 90}{900} = 163,3 \quad (3.38)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Попереднє напруження віток клинового пасу:

$$F_0 = \frac{850 * 5,5 * 1,2 * 1,09}{7 * 4,6 * 0,95} + 0,1 * 4,6^2 = 202$$

Сила, що діє на вали:

$$F_g = 2 * 202 * 7 * \sin \frac{163,3}{2} = 2571,5 \text{ Н} \approx 2,6 \text{ кН}$$

Фаршемішалка марки має два однакових робочих органи спірального типу.
Частота обертання місильних шнеків $n=58$ об/хв.

Тоді:

$$w = \frac{\pi * n}{30} = \frac{3,14 * 58}{30} = 6,1 \quad (3.39)$$

Лінійна швидкість руху робочих органів:

$$v = w * R \quad (3.40)$$

$$v = 6,1 * 0,285 = 1,7 \text{ м/с}$$

Лобова поверхня спіралі:

$$F = S_1 - S_2 = \pi(R_1^2 - R_2^2) = 3,14(0,350^2 - 0,220^2) = 0,2 \text{ м}^2 \quad (3.41)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Повна лобова поверхня робочого органу у фаршемішалці визначаємо за формулою:

$$S = n * F \tag{3.42}$$

$$S = 3 * 0,2 = 0,6 \text{ м}^2$$

Опір, що сприймається одним шнеком:

$$P = (\sigma_0 + a * v)S = (4000 + 3000 * 1,7) * 0,2 = 1820 \text{ Н} \tag{3.43}$$

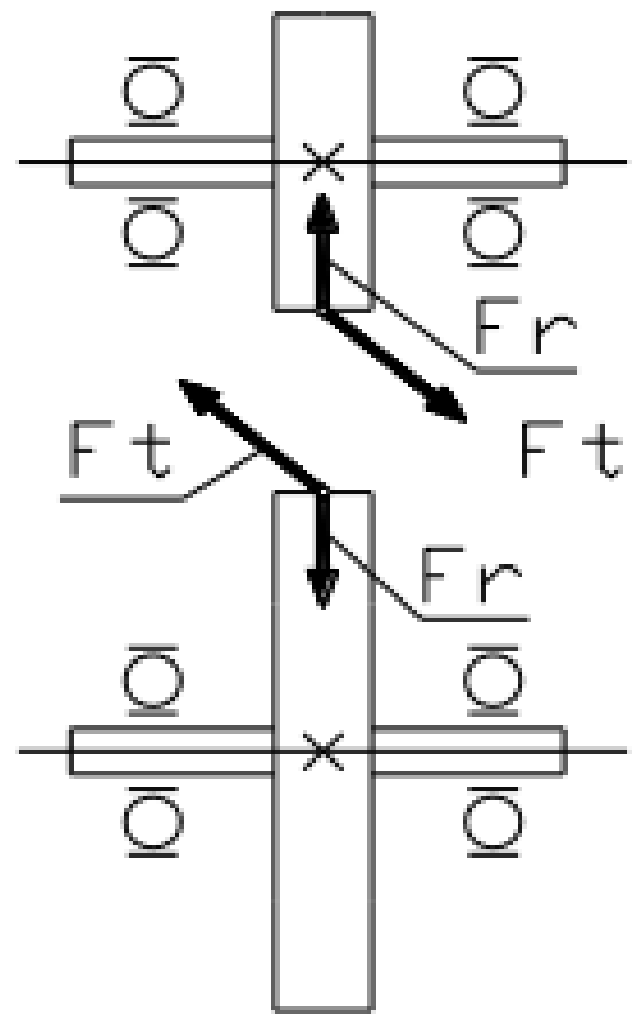


Рисунок 3.5- Схема прикладання сил в зубчастому зачепленні

В циліндричній прямозубій передачі силу в зачепленні одної пари зубів розкладають на дві взаємно перпендикулярні складові [1]:

- окружна сила:

$$F_t = \frac{P}{v} \quad (3.44)$$

- радіальну силу:

$$F_r = F_t * \operatorname{tg} \alpha \quad (3.45)$$

Тут:

F_t і F_r – в Н;

P – потужність, що передається, Вт;

v – кругова швидкість, м/с;

α – кут зачеплення.

Швидкість окружна визначимо за формулою:

$$v = \frac{\pi d_2 n_2}{60} \quad (3.46)$$

Частота обертання знайдемо із співвідношення оскільки частота обертання веденого шківів рівна частоті обертання шестерні, а частота веденого шківів пропорційна частоті обертання ведучого шківів.

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (3.47)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Звідси:

$$n_2 = \frac{90 * 970}{360} = 242,5 \text{ об/хв}$$

Для шестерні, що встановлена на привідному валу:

$$v = \frac{3,14 * 0,105 * 242,5}{60} = 1,35 \text{ м/с}$$

$$F_t = \frac{5,5 * 1000}{1,35} = 4074 \text{ Н}$$

$$F_r = 4074 * \text{tg}20 = 9114,19 \text{ Н}$$

Для шківів, що встановлений на привідному валу:

$$v_{ш} = \frac{3,14 * 0,36 * 242,5}{60} = 4,5687 \text{ м/с}$$

$$F_{tш} = \frac{5,5 * 1000}{4,5687} = 1203,84 \text{ Н}$$

$$F_{rш} = 1203,84 * \text{tg}20 = 2693,18 \text{ Н}$$

Визначимо реакції опор привідного вала [1].

В площині хz:

$$R_{t1} = \frac{1}{338} = (F_t * 92,5 + F_{tш} * 207,5) = 1114,926 + 739 = 1853,97 \text{ Н} \quad (3.48)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

$$R_{t2} = \frac{1}{338} = (F_t * 245,5 + F_{tuu} * 130,5) = 2959,1 + 464,8 = 3423,9 \text{ Н} \quad (3.49)$$

Проведемо перевірку:

$$R_{t1} + R_{t2} = F_t + F_{tuu} = 1853,97 + 3423,9 = 4074 + 1203,84 = 5277,866 \\ = 5277,84$$

В площині уз:

$$R_{r1} = \frac{1}{338} (F_{ruu} * 207,5 + F_r * 92,5) = 4147,63 \text{ Н} \quad (3.50)$$

$$R_{r2} = \frac{1}{338} (F_{ruu} * 130,5 + F_r * 245,5) = 7659,742 \text{ Н} \quad (3.51)$$

Зробимо перевірку:

$$R_{r1} + R_{r2} = F_{ruu} + F_r = 4147,63 + 7659,742 = 2693,18 + 9114,19 = 11807,372 \\ = 11807,37 \quad (3.52)$$

Реакції опор:

$$P_1 = \sqrt{R_{t1}^2 + R_{r1}^2} = 4543,132 \text{ Н} \quad (3.53)$$

$$P_2 = \sqrt{R_{t2}^2 + R_{r2}^2} = 8390,157 \text{ Н} \quad (3.54)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрахункова схема ведучого вала-шестерні представлена на рисунку 3.6

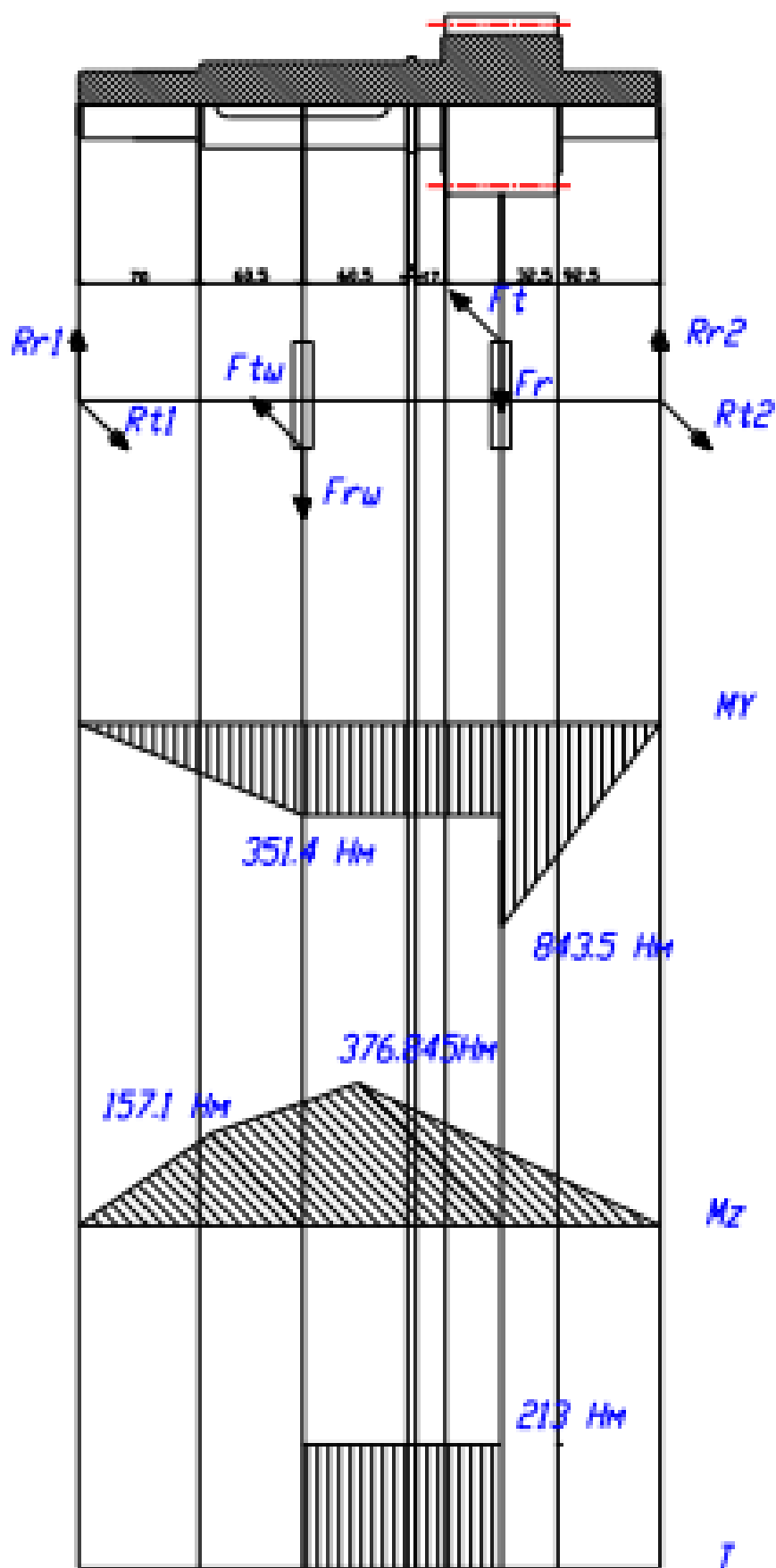


Рисунок 3.6- Розрахункова схема вал-шестерні

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Проектний розрахунок вала почнемо зі встановлення геометричних параметрів вихідної частини з умови чистого кручення при пониженому допустимому напруженні без врахування впливу згину [1]:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi[\tau_k]}} \quad (3.55)$$

Крутний момент:

$$T = F_t * \frac{d}{2} = 4,074 * \frac{105}{2} = 213,885 \text{ кН} * \text{мм} \quad (3.56)$$

Звідси:

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 * 213,885}{3,14 * 18}} = 39,26 \text{ мм}$$

Отриманий результат округляємо до найближчого більшого значення із стандартного ряду $d=40\text{мм}$ [1].

Намітивши конструкцію вала-шестерні, встановивши основні розміри, виконуємо уточнений перевірочний розрахунок, що оснований на визначенні коефіцієнта запасу міцності s в небезпечних перерізах [1]:

$$s = \frac{s_\sigma s_\tau}{\sqrt{s_\sigma^2 + s_\tau^2}} \quad (3.57)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Розрахункове значення повинне бути не нижче допустимого $[s]=2.5$.

-коефіцієнт запасу міцності за нормальним напруженням.

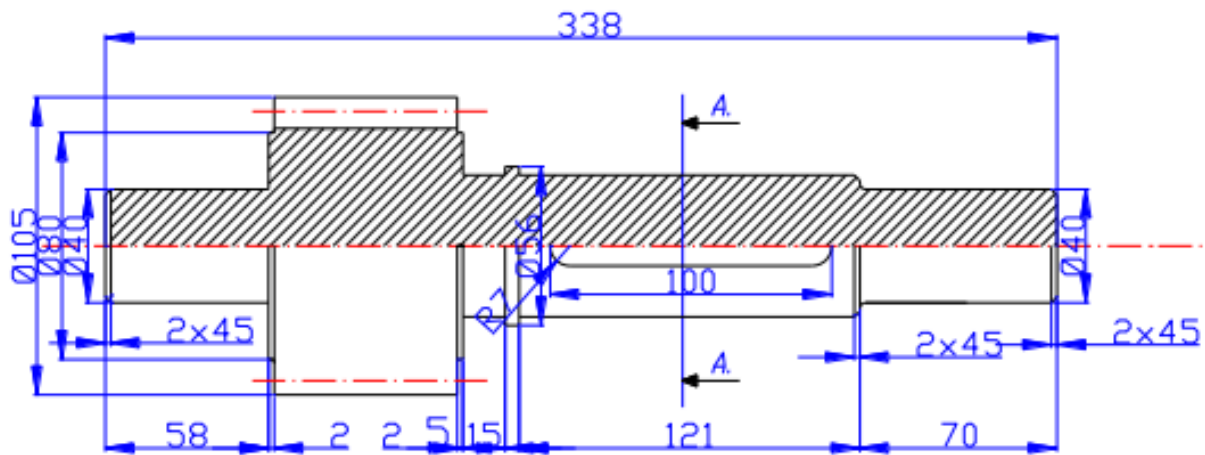


Рисунок 3.7-Конструкція вал-шестерні

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma}\beta}\sigma_v + \psi_{\sigma}\sigma_m} \quad (3.58)$$

$$s_{\sigma} = \frac{301}{\frac{1,85 * 87}{0,85 * 0,95} + 0} = 3,46$$

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau}\beta}\tau_v + \psi_{\tau}\tau_m} \quad (3.59)$$

$$s_{\tau} = \frac{174,58}{\frac{1,53 * 8,1793}{0,77 * 0,95} + 0,1 * 8,1793} = 9,7$$

$$s = \frac{3,46 * 9,7}{\sqrt{3,46^2 - 9,7^2}} = 3,16$$

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | |

3.2.3 Розроблення 3D моделі вузла

Для побудови і дослідження 3D моделі вузла приводу фаршмішалки марки Л5-ФМБ застосовувалась система SolidWorks та додаток SolidWorks Simulation.

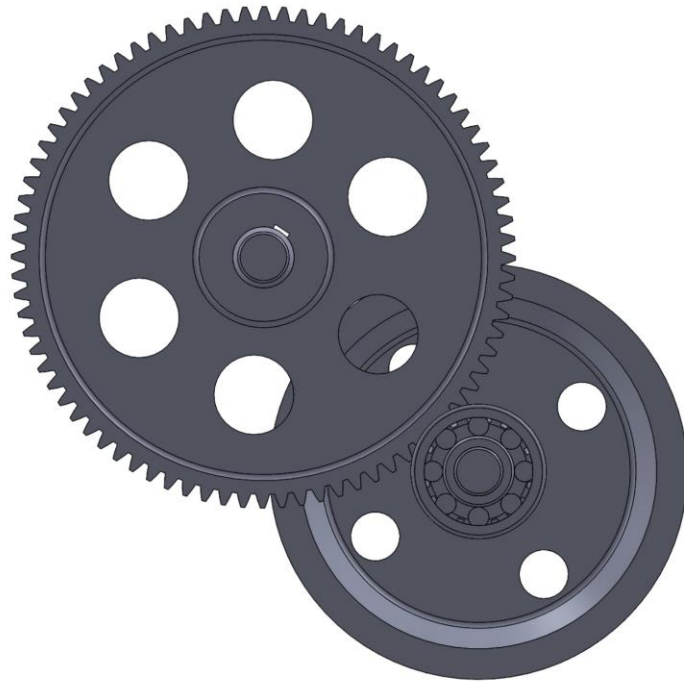


Рисунок 3.8-Конструкція вал-шестерня вигляд спереду

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

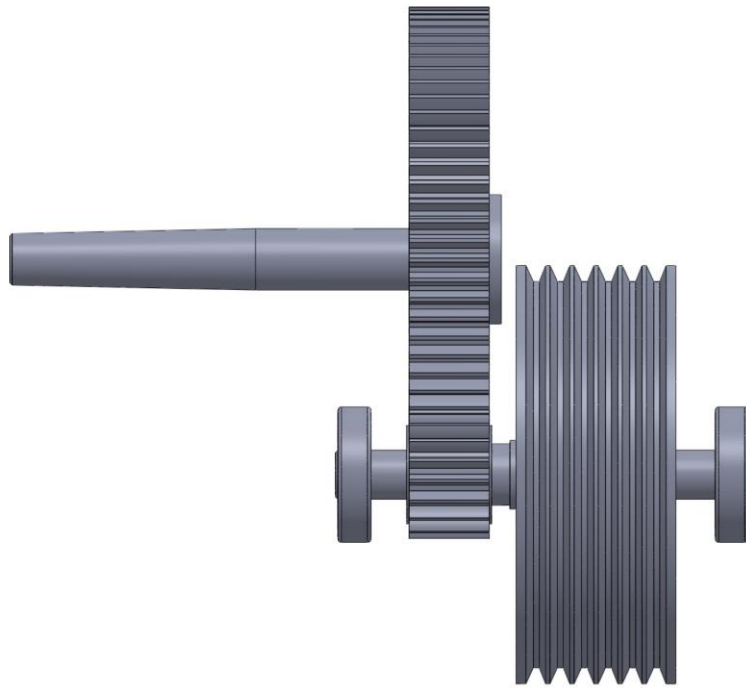


Рисунок 3.9-Конструкція вал-шестерня вигляд справа

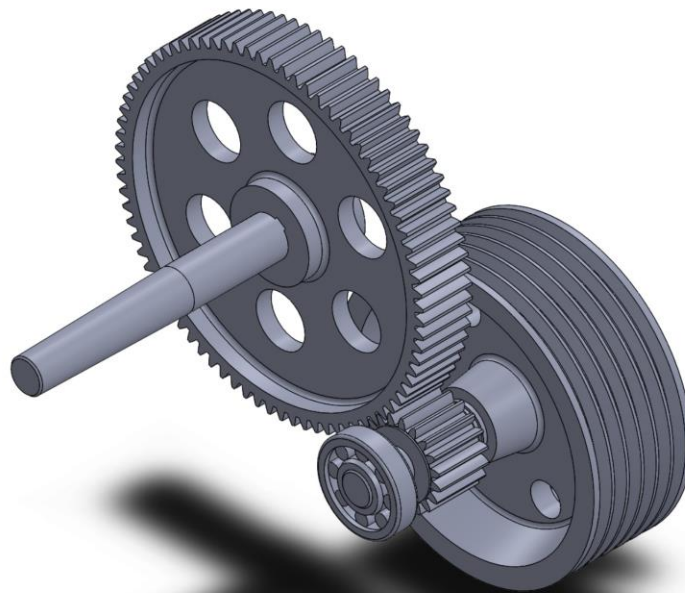


Рисунок 3.10-Ізометрія конструкції вал-шестерня

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

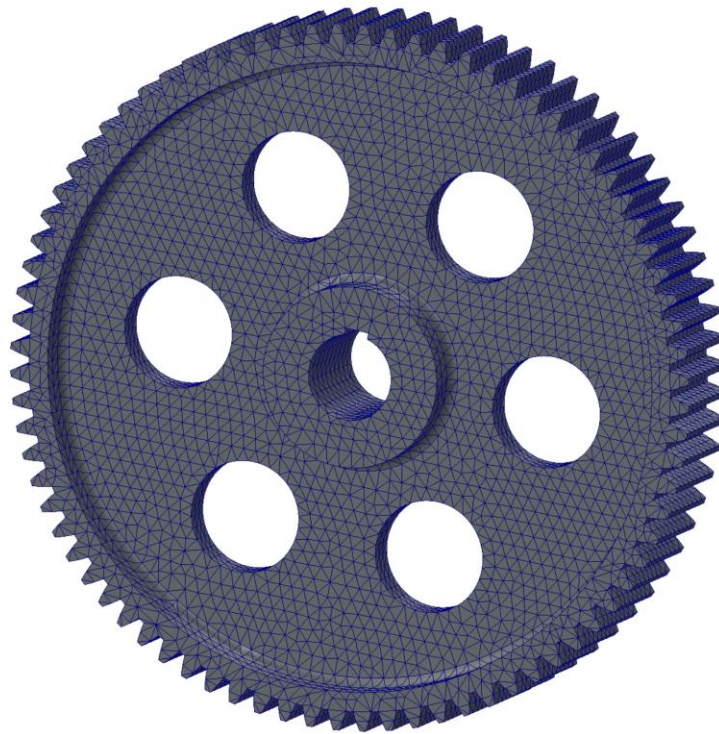


Рисунок 3.11-Розрахункова сітка шестерні вузла приводу фаршмішалки

Формоване дослідження має наступні параметри:

| | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| Тип аналізу | Статичний |
| Тепловий ефект | <u>Увімк.</u> |
| Термічний параметр | Увімкнути теплові навантаження |
| Температура при нульовій напрузі | 298 K |
| Тип вирішальної програми | FFEPPlus |
| Великі переміщення | <u>Викл.</u> |
| Обчислити сили вільних тіл | <u>Увімк.</u> |
| Тертя | <u>Викл.</u> |
| Використовувати адаптивний метод | <u>Викл.</u> |
| Тип сітки | Сітка на <u>твердомі тілі</u> |
| Точка Якобіана | 4 точки |
| Епюра якості сітки | Висока |

| | | | | |
|------|------|----------|--------|------|
| | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ

Арк.

Результати досліджень представлено на рисунках 3.12...3.14

на моделі: Зубчасте колесо
 звання дослідження: Статичесий 1(-По умовчанию-)
 в епюры: Статическое перемещение Перемещение1
 кала деформации: 38,1128

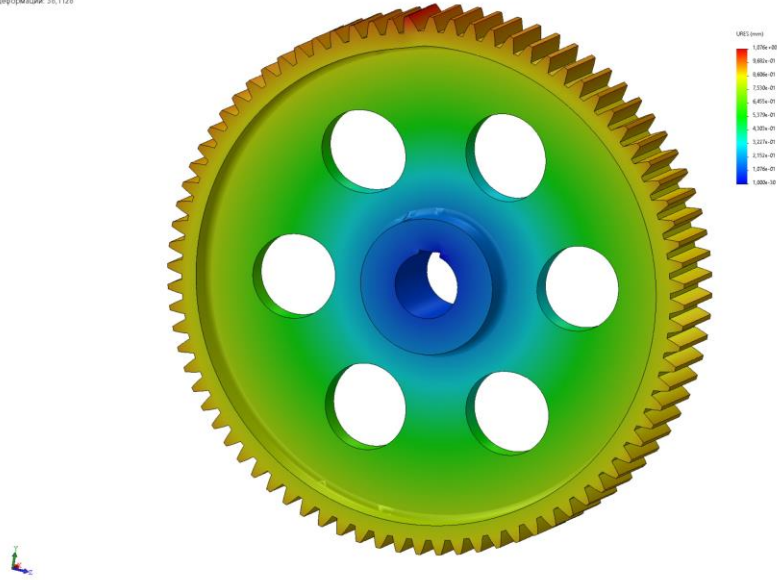


Рисунок 3.12-Розраховане статичне переміщення для шестерні вузла приводу фаршмішалки (мін: $1,000e-30$ Н/м² макс: $1,076e+00$ Н/м²)

на моделі: Зубчасте колесо
 звання дослідження: Статичесий 1(-По умовчанию-)
 в епюры: Статическое узловое напряжение Напряжение1
 кала деформации: 38,1128

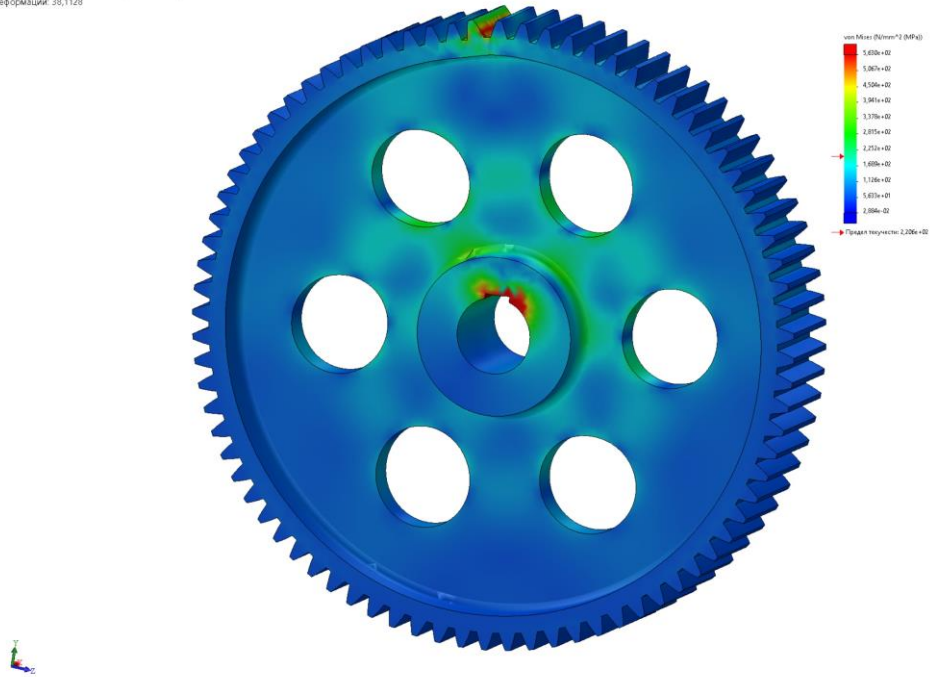


Рисунок 3.13-Розраховані напруження для шестерні вузла приводу фаршмішалки (мін: $2,884e-02$ мм макс: $5,630e+02$ мм)

| | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|--|--|--|------|
| | | | | | | | | | Арк. |
| | | | | | | | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | | | | |

Імя моделі: Зубчасте колесо
Ізвання існуювання: Статический 1-(По умолчанию-)
Іл эпоры: Статическая деформация Деформация1
кала деформации: 39,1128

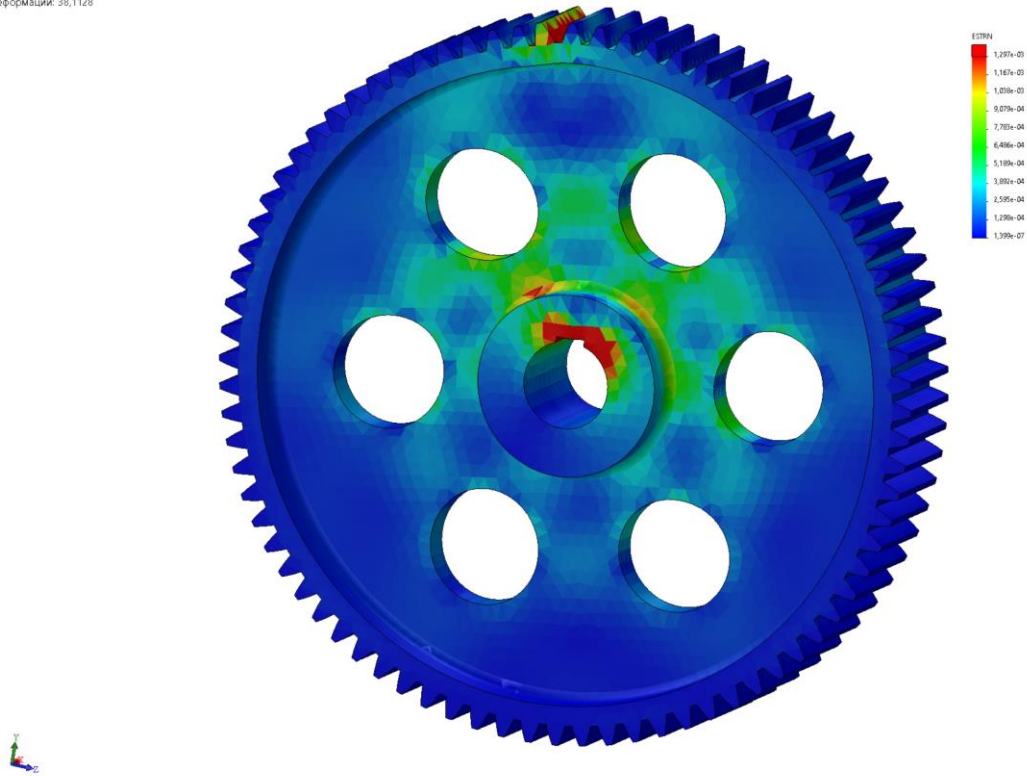


Рисунок 3.14-Розраховані залишкові деформації шестерні вузла приводу фаршмішалки (мін: 1,399e-07 макс: 1,297e-03)

В ході розрахунків отримано наступні значення:

Напруження vonMises:

мін: 2,884e-0,2 Н/м²

макс: 5,630e+0,2 Н/м²

Переміщення URES:

мін: 1,000e-30 мм

макс: 1,076e+00 мм

Деформація ESTRN:

мін: 1,399e-07

макс: 1,297e-03

| | | | | | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|-------------------------|------|
| | | | | | | | | | КРБ 20-195.00.00.003 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | | | |

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1. Заходи безпеки при роботі на фаршмішалці марки Л5-ФМБ

Встановлення та підключення до електричної мережі, а також живлення заземлювального контуру повинні бути вироблені у відповідності з "Правилами пристрою електротехнічних установок напругою до 1000 В".

Для заземлення машини і нижньої частини станини є болт.

При роботі на машині необхідно дотримуватися наступних заходів безпеки:

- 1) включати настінний автоматичний вмикач або рубильник можна тільки в тому випадку, коли переконаєтеся, що заземлення машини не має механічних пошкоджень, всі облицювальні листи закрити;
- 2) під час роботи машини заборонено знімати облицювальні листи зі станини та тумби, відчиняти двері електрошафи;
- 3) фаршукладач не має права залишати без нагляду включену машину;
- 4) особи, допущені до роботи на машині, повинні бути ознайомлені з її пристроєм, знати правила технічного обслуговування та експлуатації та пройти інструктаж з техніки безпеки;
- 5) обслуговування, ремонт та налагодження механічної частини повинні проводитися тільки особами, які пройшли спеціальну підготовку та мають відповідне кваліфікаційне посвідчення;
- 6) змащування та регулювання повинні проводитися тільки після зупинки машини;
- 7) проходи біля машини не захаращувати;
- 8) не допускати роботу місильних гвинтів зі знятою або відкритою кришкою.

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.004 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 38 | 5 |
| Перевірює | | Окітний І.Б. | | | | ТНТУ, ФМТ, см. зр. МОс-41 | | |
| Н. Контр. | | Ворощук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |

4.2. Розрахунок та розробка схеми захисного занулення для фаршмішалки марки Л5-ФМБ

Для унеможливлення явища ураження електричним струмом при роботі на фаршмішалці можна використовувати захисне занулення.

В результаті проведеної механізації роботи фаршмішалки марки Л5-ФМБ виникає необхідність створення безпечних умов роботи на робочому місці. В нашому випадку маємо два споживача електричного струму – це двигун фаршмішалки і двигун завантажувального механізму.

Визначимо струм, що протікає через тіло людини, що доторкнулася до корпусу першого споживача електроенергії, за умови, що:

$$R_{L1} = R_{PE(2)} = 0,2 \text{ Ом}$$

$$R_0 = R_{П} = 3 \text{ Ом}$$

$$I_{K1} = 0,3 I_{K2}$$

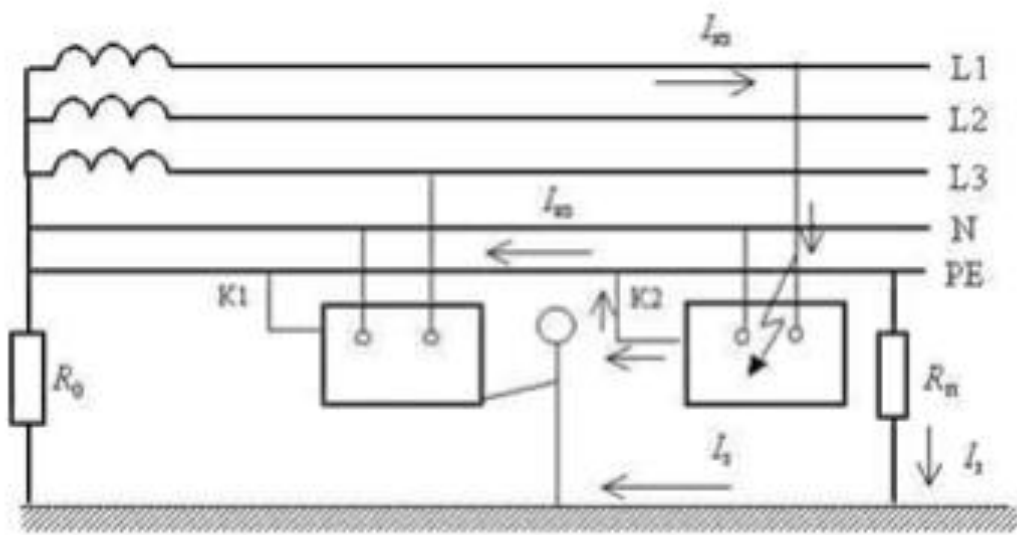


Рисунок 4.15- Схема розрахунку захисного занулення для фаршмішалки марки Л5-ФМБ

Опори ділянки РЕ провідника до першого і до другого корпусів можна визначити за формулами:

$$R_{PE(1)} = \rho \frac{l_{K1}}{S_{PE}} \quad (4.60)$$

$$R_{PE(2)} = \rho \frac{l_{K2}}{S_{PE}} \quad (4.61)$$

При замиканні фазного дроту на корпус другого споживача електроенергії виникає струм короткого замикання, який можна розрахувати таким чином:

$$I_{K3} = \frac{U_{\phi}}{R_{L1} + R_{PE(2)}} = \frac{220}{0,4} = 550 \text{ мА} \quad (4.62)$$

Струм замикання на землю, що стікає через повторне заземлення, визначається як:

$$I_3 = \frac{I_{K3} * R_{PE(2)}}{R_0 + R_n} = \frac{110}{6} = 18,3 \text{ А} \quad (4.63)$$

При цьому значення напруги нульової точки щодо землі складе:

$$U_0 = I_3 * R_0 = 18,3 * 3 = 55 \text{ В} \quad (4.64)$$

Значення напруги дотику для людини, що доторкнулася до першого корпусу, буде рівне значенню напруги на цьому корпусі щодо землі, яке можна визначити з виразу:

$$U_{K1} = U_0 - I_{K3} * R_{PE(1)} = 55 - 550 * 0,2 * 0,3 = 22 \text{ В} \quad (4.65)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|-------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.004 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

У результаті шукане значення струму через тіло людини, що доторкнулася до першого корпусу, складе:

$$I_h = \frac{U_{K1}}{R_h} = \frac{22,0}{1} = 22 \text{ мА} \quad (4.66)$$

Отже, за отриманими результатами видно, що необхідно передбачити захисне занулення із швидкістю відключення не більше 0,2 с при напрузі в мережі 380В і не більше як 0,4с при напрузі в мережі 220В.

4.3. Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в цеху, на дільниці

Для захисту працівників від ураження електричним струмом використовуються окремо або у поєднанні один із одним такі засоби, як-от:

- 1) захисне заземлення;
- 2) захисне занулення;
- 3) захисне відімкнення;
- 4) вирівнювання потенціалів;
- 5) ізоляція струмопровідних частин;
- 6) забезпечення недоступності неізольованих струмовідних частин;
- 7) обмеження сили струму;
- 8) попереджувальні сигналізація, знаки та написи.

Працівників, які обслуговують електроустановки, потрібно своєчасно забезпечувати усіма необхідними засобами захисту, а також навчити правильно їх використовувати. Відповідальність за навчання електроперсоналу, своєчасне забезпечення його випробуваними засобами захисту відповідно до встановлених норм, а також за дотримання норм зберігання, застосування та обліку несуть керівники підприємств (установ, організацій), інші посадові особи.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.004 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

Залежно від призначення засоби індивідуального захисту від ураження електричним струмом поділяються на ізолювальні, огорожувальні та запобіжні.

Своєю чергою, ізолювальні засоби захисту поділяються на основні й додаткові.

До основних ізолювальних електрозахисних засобів належать:

1) при роботах у електроустановках з напругою до 1000 В — діелектричні рукавички, ізолювальні штанги, ізолювальні кліщі, покажчики напруги, інструменти з ізолювальними рукоятками, електровимірювальні кліщі;

2) при роботі в електроустановках напругою понад 1000 В — ізолювальні штанги, електровимірювальні та ізолювальні кліщі, покажчики напруги, покажчик напруги для фазування.

3) Додаткові захисні засоби самі по собі мають недостатні ізолювальні властивості й призначені для підсилення захисної дії основних засобів, а отже застосовуються лише одночасно з ними.

4) Огороджувальні електрозахисні засоби це щити, ширми, екрани, плакати електробезпеки, які призначені для захисту працівників, котрі виконують роботи в електроустановках, від випадкового доторкання чи наближення на небезпечну відстань до струмовідних частин під напругою.

| | | | | | | |
|------|------|----------|--------|------|--------------------------------|------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.004 ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | |

ВИСНОВКИ

У вступі проведено огляд сучасного стану м'ясопереробної промисловості та охарактеризовано основні завдання, які необхідно вирішити.

В першому розділі проведено аналіз роботи фаршмішалки марки Л5-ФМБ, огляд літературних джерел.

У другому розділі визначено продуктивність яка становить 2519,2 кг/год та потужність електродвигуна 5,2 кВт.

У третьому розділі проведено кінематичний розрахунок та розрахунок вузла фаршмішалки а також розроблено 3D модель вузла.

У четвертому розділі розраховано та розроблено схему захисного занулення.

В додатках до пояснювальної записки наведено специфікацію до креслення, а саме:

- 1) загальний вигляд фаршмішалки марки Л5-ФМБ;
- 2) Вузол приводу фаршмішалки марки Л5-ФМБ.

| | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|---------------------------|-------------|----------------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | ВИСНОВКИ | Літ. | Арк. | Аркушів |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 43 | 1 |
| Рецензент | | | | | | ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41 | | |
| Н. Контр. | | Вороцук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Чернавський С.А. Курсове проектування деталей машин [текст] / С.А. Чернавський, К.Н. Боков, І.М. Чернін, М.Г. Іцкович, В.П. Козінцов.- Москва: «Машинобудування», 1988. - 415с.
2. Фаршемішалка Л5-ФМБ Технічний опис та інструкція з експлуатації [текст] / 1976.
3. Стренк Ф. Перемішування і апарати з мішалками [текст] / Ф. Стренк. – Санкт-Петербург: видавництво «Хімія», 1975. – 384с.
4. Мирончук В.Г. Розрахунки обладнання підприємств переробної і харчової промисловості [текст] / В.Г. Мирончук, Л.О. Орлов, А.І. Українець, М.М. Пушанко, В.М. Гуцалюк, Ю.О. Заєць, М.М. Даценко, І.М. Заплетніков.- Вінниця: видавництво НОВА КНИГА, 2004.- 282с.
5. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв [текст] / О.В. Закалов, І.О. Закалов. –Тернопіль: видавництво ТДТУ ім. І. Пулюя, 2000. – 406с.
6. Ніколаєв А.П. Процеси і апарати харчових виробництв [текст] / А.П. Ніколаєв, А.С. Марценюк, Л.В. Зоткіна, О.Д. Стратиєнко, В.С. Бодров, П.С. Циганков, Ю.В. Карлаш, В.Н. Головченко, Н.В. Погорєлова, О.Г. Муравська. – Київ: «Вища школа», 1992. – 232с.
7. Розрахунок передач привода: методичні вказівки до виконання курсового проекту по деталях машин / Д.І. Мазоренко, А.В. Мінняйло, Б.З. Овчаров, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХДТУСГ, 2004. – 132с.
8. Мазоренко Д.І. Деталі машин і основи конструювання: методичний посібник до курсового проекту. Частина II / Д.І. Мазоренко, А.В. Мінняйло. – Харків: ХДТУСГ, 2000. – 30с.

| | | | | | | | | |
|-----------|------|---------------|--------|------|--------------------------------|---------------------------|------|--------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ | | | |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб. | | Варениця Р.М. | | | ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | Літ. | Арк. | Аркуші |
| Перевір. | | Пилипець О.М. | | | | | 44 | 2 |
| Рецензент | | | | | | ТНТУ, ФМТ, ст. гр. МОс-41 | | |
| Н. Контр. | | Вороужук В.Я. | | | | | | |
| Затверд. | | Вітенько Т.М. | | | | | | |

9. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 1. Механічні передачі: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХНТУСГ, 2006. – 366с.

10. Розрахунки і проектування деталей машин. Частина 2. Вали і опори: навчальний посібник / Б.З. Овчаров, А.В. Міняйло, Д.І. Мазоренко, Л.М. Тіщенко. – Харків: ХНТУСГ, 2008. –315с.

| | | | | | | |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| | | | | | <i>КРБ 20-195.00.00.000 ПЗ</i> | <i>Арк.</i> |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|-------|------|------|-------------------------|---------------------|------|-------|
| | | | | | | |
| | | | | <i>Документація</i> | | |
| A1 | | | КРБ 20-195.00.00.000 ВЗ | Вигляд загальний | 1 | |
| | | | | <i>Деталі</i> | | |
| | | 1 | КРБ 20-195.00.00.001 ВЗ | Корито місильне | 1 | |
| | | 2 | КРБ 20-195.00.00.002 ВЗ | Кришка корита | 1 | |
| | | 3 | КРБ 20-195.00.00.003 ВЗ | Редуктор | 1 | |
| | | 4 | КРБ 20-195.00.00.004 ВЗ | Привід | 1 | |
| | | 5 | КРБ 20-195.00.00.005 ВЗ | Корпус | 1 | |
| | | 6 | КРБ 20-195.00.00.006 ВЗ | Місильні шнеки | 1 | |
| | | 7 | КРБ 20-195.00.00.007 ВЗ | Електродвигун | 1 | |
| | | 8 | КРБ 20-195.00.00.008 ВЗ | Станина | 1 | |

| | | | | | | | | | | |
|----------|---------------|---------|--------|-------|----------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------|-------|---------|
| | | | | | КРБ 20-195.00.00.000 | | | | | |
| Зм. | Арк. | №докум. | Підпис | Дата | Додаток А Фаршемішалка Л5-ФМБ | | | | | |
| Розроб. | Варениця | | | 18.06 | | | | Літ. | Аркуш | Аркушів |
| Перевір. | Пилипець О.М. | | | 20.06 | | | | | 46 | 1 |
| Реценз. | Пилипець М.І. | | | 20.06 | | | | ТНТУ, ФМТ, ст..гр.МОС-41 | | |
| Н.контр. | Ворощук В.Я. | | | 20.06 | | | | | | |
| Затв. | Вітенько | | | 20.06 | | | | | | |

| Форм. | Зона | Поз. | Позначення | Найменування | Кіл. | Прим. |
|-------|------|------|--------------------------------|------------------------|----------|-------|
| | | | | | | |
| | | | | <i>Документація</i> | | |
| A1 | | | <i>КРБ 20-195.00.00.000 СК</i> | <i>Вузол приводу</i> | <i>1</i> | |
| | | | | <i>Деталі</i> | | |
| | | 1 | <i>КРБ 20-195.00.00.001 СК</i> | <i>Зубчасте колесо</i> | <i>1</i> | |
| | | 2 | <i>КРБ 20-195.00.00.002 СК</i> | <i>Вал-шестерня</i> | <i>1</i> | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|----------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------|-------------------------------------------|--------------|----------------|
| | | КРБ 20-195.00.00.000 | | | | |
| <i>Зм.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> | | |
| <i>Розроб.</i> | <i>Варениця</i> | | | <i>18.06</i> | | |
| <i>Перевір.</i> | <i>Пилипець О.М.</i> | | | <i>20.06</i> | | |
| <i>Реценз.</i> | <i>Пилипець М.І.</i> | | | <i>20.06</i> | | |
| <i>Н.контр.</i> | <i>Ворощук В.Я.</i> | | | <i>20.06</i> | | |
| <i>Затв.</i> | <i>Вітенько</i> | | | <i>20.06</i> | | |
| Додаток Б Вузол приводу фаршмішалки марки | | | | <i>Літ.</i> | <i>Аркуш</i> | <i>Аркушів</i> |
| | | | | | <i>47</i> | <i>1</i> |
| | | | | ТНТУ, ФМТ, ст..гр.МОС-41 | | |