

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Дослідження впливу місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks на їхню міцність і витрати потужності при заміщуванні тіста

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МОм-61  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

(шифр і назва спеціальності)

Червеньяк Р.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет інженерії машин, споруд та технологій  
(повна назва факультету)  
Кафедра обладнання харчових технологій  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри ОХ  
Вітенько Т.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« 1 » листопада 2022 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»  
(шифр і назва спеціальності)

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

1. Тема роботи Дослідження впливу місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks на їхню міцність і витрати потужності при замішуванні тіста

Керівник роботи Ворощук Віктор Ярославович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 1 » листопада 2022 року № 4/7-871.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту тістомісильної машини И8-ХТА. Існуюча технологія виготовлення хлібобулкових виробів.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)  
Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.

4. Дослідження місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Тістомісильна машина И8-ХТА. (1 л. ф.А1).

2. Кінематична схема тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).

3. Місильний вал тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).

4. Привід турникета тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).

5. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 3 мм під навантаженням (1 л. ф.А1).

6. Максимальні напруження та максимальні переміщення лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини (1 л. ф.А1).

7. Максимальні напруження та максимальні переміщення лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини (1 л. ф.А1).

8. Потреба у потужності для тістомісильної машини, оснащеної лопатками товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини. (1 л. ф.А1).

## 6. Консультанти розділів роботи

| Розділ   | Прізвище, ініціали та посада консультанта                       | Підпис, дата   |                  |
|--|---|----------------|------------------|
|  |   | завдання видав | завдання прийняв |
| <i>Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i> | <i>Кравець О.І. – к.т.н., доц.<br/>Стручок В.С. – ст. викл.</i> |                |                  |
| <i>Нормоконтроль</i>                                     | <i>Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.</i>                              |                |                  |

7. Дата видачі завдання 3 листопада 2022 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи  | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|--|--------------------------------|----------|
| 1     | Анотація   |                                |          |
| 2     | Вступ  |                                |          |
| 3     | 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.   |                                |          |
| 4     | 2. Методи та методика досліджень   |                                |          |
| 5     | 3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.  |                                |          |
| 6     | 4. Дослідження місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks                                 |                                |          |
| 7     | 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях   |                                |          |
| 8     | Висновки   |                                |          |
| 9     | Додатки  |                                |          |
| 10    | Графічна частина   |                                |          |
| 11    | 1. Тістомісильна машина И8-ХТА. (1 л. ф.А1).   |                                |          |
| 12    | 2. Кінематична схема тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).   |                                |          |
| 13    | 3. Місильний вал тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).   |                                |          |
| 14    | 4. Привід турникета тістомісильної машини И8-ХТА (1 л. ф.А1).  |                                |          |
| 15    | 5. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 3 мм під навантаженням (1 л. ф.А1).  |                                |          |
| 16    | 6. Максимальні напруження та максимальні переміщення лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини (1 л. ф.А1).            |                                |          |
| 17    | 7. Максимальні напруження та максимальні переміщення лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини (1 л. ф.А1).           |                                |          |
| 18    | 8. Потреба у потужності для тістомісильної машини, оснащеної лопатками товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини. (1 л. ф.А1). |                                |          |

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Червеняк Р.М.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

*Ворощук В.Я.*

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Червеняк Роман Михайлович

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Дослідження впливу місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks на їхню міцність і витрати потужності при замішуванні тіста.

Кваліфікаційну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2022 році

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «магістр» складається із розрахунково пояснювальної записки 74 сторінки (34 рисунки, 2 таблиці) та графічної частини обсягом 8 листів А1.

У кваліфікаційній роботі пропонуються заходи з модернізації тістомісильної машини И8-ХТА та дослідження її робочих органів на міцність і впливу їх конструкції на витрати потужності при замішуванні тіста.

Для технічної реалізації вказаних заходів у роботі вирішуються задачі:

аналіз особливостей конструкцій технологічного обладнання для замішування тіста;

технологічні, кінематичні і конструкційні розрахунки тістомісильної машини;

створення із застосуванням ЕОМ 3d моделі місильної лопатки з виконанням комплексу досліджень у системі Solidworks;

систематизація та аналіз отриманих при числових дослідженнях місильної лопатки результатів;

розроблення заходів з охорони праці, техніки безпеки і заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

**Ключові слова:** місильний орган, машина, міцність, потужність.

## Abstract

Cherveniak R.M. Study of the impact of a dough-making machine I8-KHTA knead devices on their strength and power consumption using a software complex SolidWorks. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2022.

Measures to modernize the dough-making machine I8-KHTA in order to improve the mixing process are proposed in the qualifying paper.

The following tasks are performed to implement these measures:

analysis of the constructions of technological equipment for kneading dough features;

the dough mixer technological, kinematic and structural calculations;

creation on a computer 3d model with the implementation of a set of studies in the Solidworks system;

the results obtained during numerical studies of the mixing blade systematization and analysis;

solving issues of labour protection and safety;

solving issues at emergencies.

**Keywords:** knead devic, machine, strength, power.

## Зміст

|  |    |
|--|----|
| Анотація .....   | 4  |
| Abstract .....   | 5  |
| Зміст.....   | 6  |
| Вступ.....   | 8  |
| 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження..... | 10 |
| 1.1. Аналіз технологічного обладнання для змішування харчових середовищ.....                             | 10 |
| 1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження. ....   | 17 |
| 1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи. ....   | 17 |
| 2. Методи та методика досліджень .....   | 19 |
| 2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень, .....   | 19 |
| 2.2. Послідовність виконання дослідження на комп'ютері у програмному комплексі Solidworks.....           | 20 |
| 3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження. .... | 22 |
| 3.1. Опис роботи тістомісильної машини.....  | 22 |
| 3.2. Вибір кінематичної схеми тістомісильної машини .....  | 22 |
| 3.3. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для місильного вала.....                            | 23 |
| 3.4. Технологічний розрахунок тістомісильної машини.....   | 24 |
| 3.5. Кінематичний розрахунок тістомісильної машини.....  | 26 |
| 3.6. Розрахунок муфти приводу місильних валів .....  | 27 |

|   |    |
|---|----|
| 3.7. Розрахунок приводу турнікетного дозатора борошна тістомісильної машини .....                                   | 28 |
| 4. Дослідження місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks..... | 33 |
| 4.1. Постановка завдань дослідження з використанням програмного комплексу SolidWorks.....                           | 33 |
| 4.2. Результати моделювання місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА під навантаженням.....                   | 34 |
| 4.3. Аналіз результатів.....  | 46 |
| 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....   | 57 |
| 5.1 Заходи з охорони праці.....   | 57 |
| 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. ....  | 62 |
| Висновки .....  | 71 |
| Перелік посилань.....   | 73 |
| Додаток А   |    |
| Специфікації  |    |

## Вступ

Ефективність будь-якого виробництва, рівень його технічного прогресу, якість готової продукції, суттєво залежить від стану розвитку задіяного технологічного обладнання, упровадження сучасних методик техніко-економічного аналізу, що є вагомим чинником забезпечення рішень для актуальних технічних питань. Хлібобулкові вироби є одним із основних складників раціону харчування людини. Надійність функціонування виробництва і собівартість готових хлібобулкових виробів є важливим складником для забезпечення асортименту готової продукції та її ціни, тому дослідження конструкції місильних органів в розрізі їхньої міцності і витрат потужності при замішуванні тіста є важливою інженерно-науковою задачею.

Завдачами, на вирішення яких спрямована кваліфікаційна робота, є:

аналіз особливостей конструкцій технологічного обладнання для замішування тіста;

технологічні, кінематичні і конструкційні розрахунки тістомісильної машини;

створення із застосуванням EOM 3d моделі місильної лопатки з виконанням комплексу досліджень у системі Solidworks;

систематизація та аналіз отриманих при числових дослідженнях місильної лопатки результатів;

розроблення заходів з охорони праці, техніки безпеки і заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є напруження та деформації, які виникають у місильній лопатці в процесі роботи машини, а також рівень необхідної потужності.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є тістомісильна машина И8-ХТА.

Методи досліджень. В кваліфікаційній роботі використано поєднання експериментальних та теоретичних методик і методів досліджень.



Наукова новизна у кваліфікаційній роботі.

виконано розробку комп'ютерної твердотілої 3d моделі місильної лопатки тістомісильної машини И8-ХТА для виконання дослідження і розрахунку конструкції лопатки та використаної потужності;

встановлено вплив конструктивних параметрів місильної лопатки в процесі роботи на рівень напруження за фон Мізесом, статичні переміщення та залишкові деформації, а також на запас міцності (FOS);

встановлено вплив конструктивних параметрів місильної лопатки на рівень використаної при замішуванні потужності.

Отримані при дослідженні місильної лопатки результати доцільно застосовувати при аналізі конструкції діючих на виробництві робочих органів тістомісильних машин, а також для створенні нових конструктивних рішень для перемішування.

Результати, представлені у магістерській роботі були показані на V Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". 28-29 квітня 2022 р.

Обсяг магістерської кваліфікаційної роботи складають п'ять частин пояснювальної записки, додатки та графічна частина обсягом 8 аркушів А1.

1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження

1.1. Аналіз технологічного обладнання для змішування харчових середовищ

Для інтенсивного замішування значної кількості мас сипких та рідких продуктів харчування використовують змішувачі із робочими органами по типу В. Модифікації робочих органів такого типу представлено на рис. 1.1.

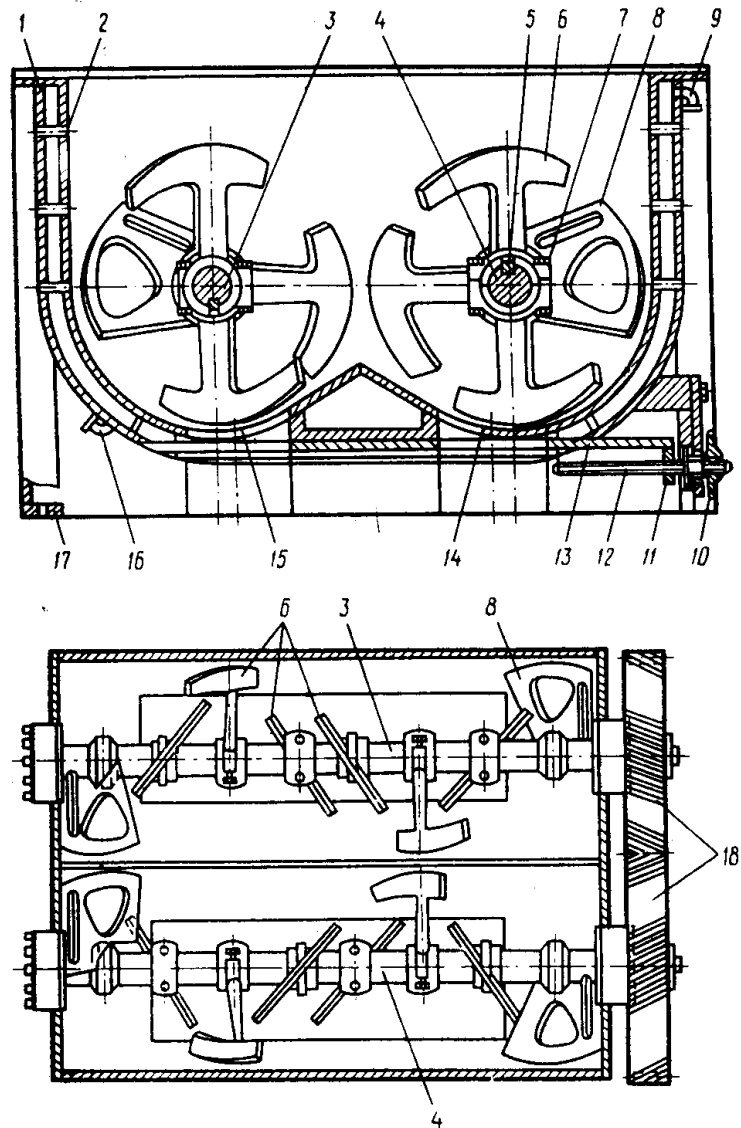


Рис. 1.1.– Модифікації місильних робочих органів

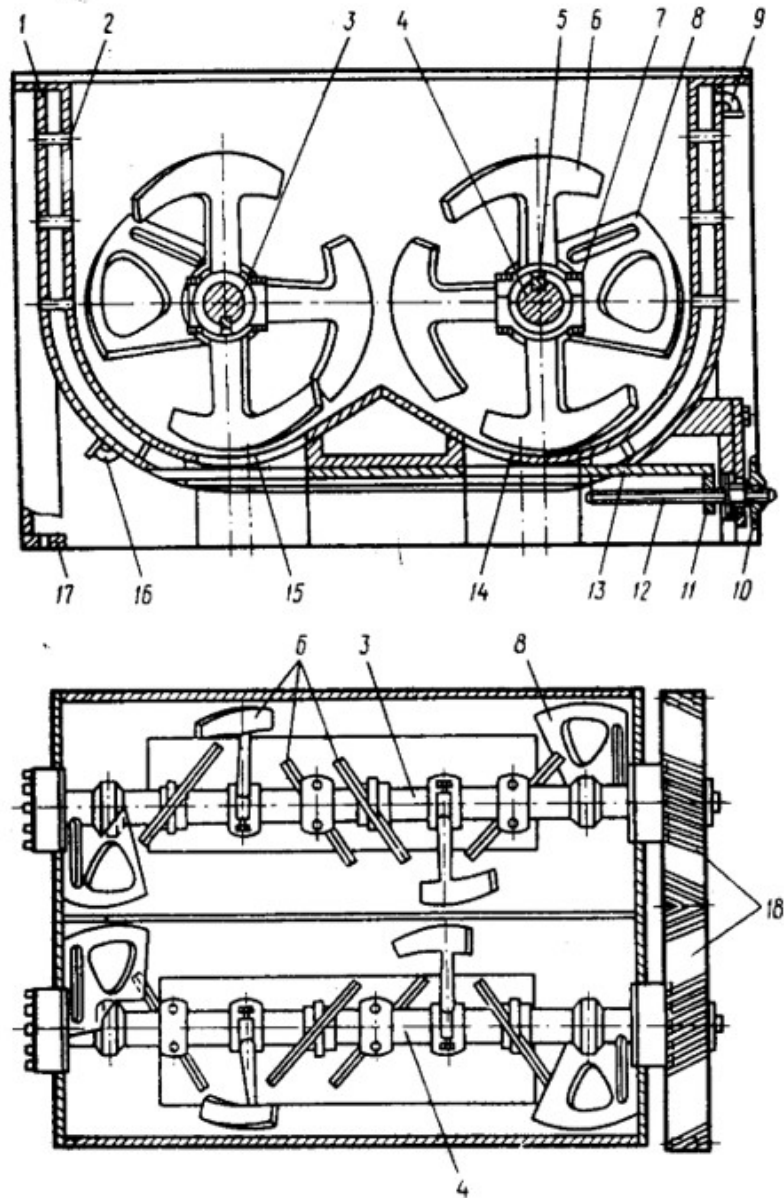


Рис. 1.1.– Модифікації місильних робочих органів

Замішувальну машину із валом шарнірної конструкції, що обладнана місильним органом характерного типу, застосовують для вироблення різносортового житньо-пшеничного і пшеничного тіста, а також для замішування тіста при виробництві бубликів показано на рис. 1.2.

Основними елементами машини є корпус 17, основа 4, права 18 і ліва опори проміжного каркаса, кришка 13, місильна камера 14 із розміщеними всередині неї робочими місильними органами 12 та привід.

Корпус машини призначено для розміщення та монтажу електричних двигунів, елементів приводу робочого місильного органу, замішувальної камери, пульта керування 15, електроапаратури.

Основа 4 конструктивно виконана у формі прямокутної площадки, до якої за допомогою болтів та контрольних шпильок кріплять праву 18 та ліву 20 головні опори.

Робочий орган утворюють дві хрестовини, які з'єднано за допомогою циліндричної штанги. У процесі замішування тіста штанга здійснює зміну свого положення та спричиняє переміщення маси всередині робочої місткості у різних керунках, що дає змогу одержати масу з достатнім рівнем однорідності.

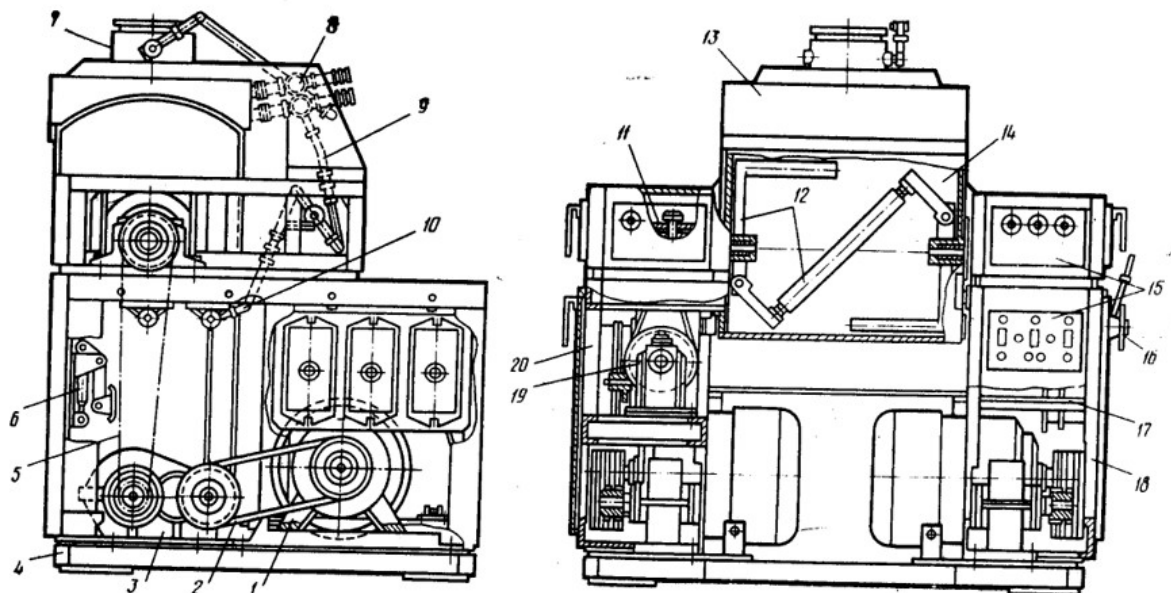


Рис. 1.2. Місильна машина ТПИ-1 з шарнірним валом.

Привідну систему хрестовин робочих органів утворюють: тришвидкісний електричний двигун 1, клинопасова передача 2, циліндричний редуктор 3, ланцюгова передача 5. Натягування ланцюга виконують за допомогою відповідного механізму 6.

Для здійснення вивантажування вимішаного тіста місильну робочу камеру повертають навколо горизонтальної вісі на кут 120 градусів.

Для забезпечення ізолювання систем приводу повороту камери замішування від дії навантажень динамічного характеру, місильну камеру закріплюють у вертикальному положенні із допомогою фіксатора 16.

Керування машиною виконують зі спеціального пульта 15, який складається із блоків керування та набору реле. При допомозі реле програмують тривалість замішування.

Замішування тіста реалізовано із автоматичним заданням трьох режимів для руху місильного органу. При цьому місильний орган обертається із частотами: 60 об/хв, 90 об/хв, 120 об/хв. Тривалість замішування на кожній частоті визначається фізико-хімічними характеристиками борошна.

Тістомісильна машина типу “Стандарт” призначено для замішування сипучих і рідинних або пластичних продуктів (рис. 1.3.). Складається з чавунного корпусу 1, встановленого на фундаментній плиті, місильного органу 9 і підкатної діжі 11.

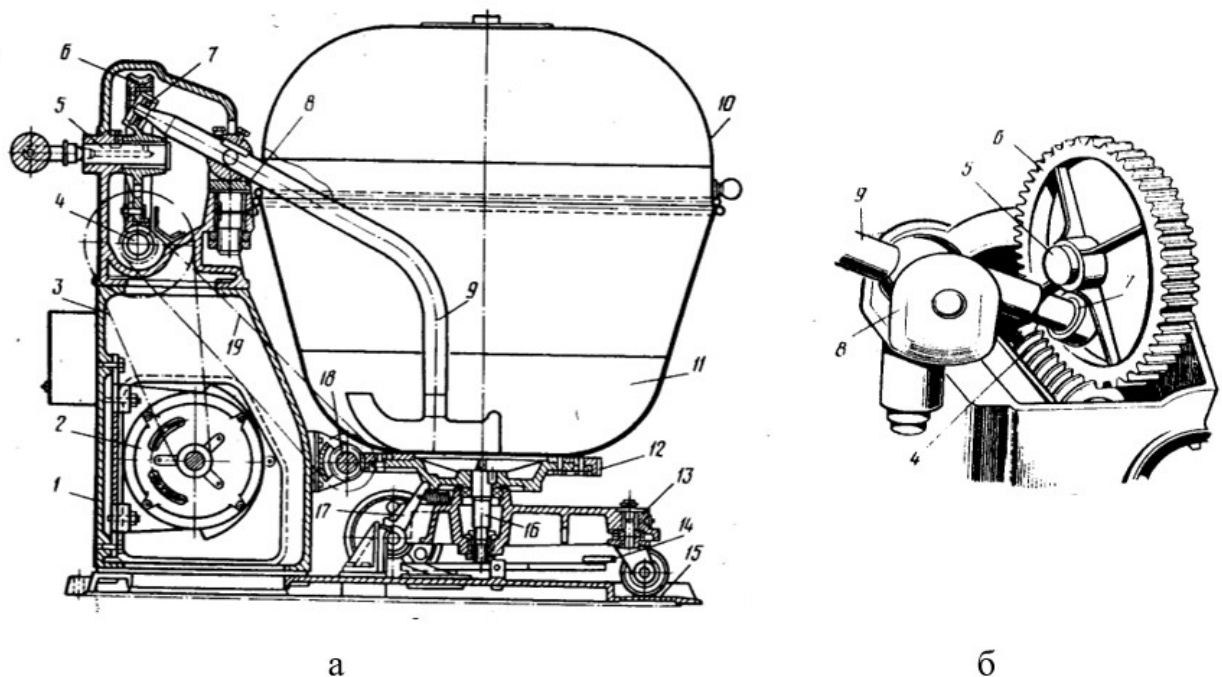


Рис. 1.3.– Місильна машина “Стандарт”:

а-загальний вигляд; б-механізм приводу місильного органу.

Місильний орган виконаний у вигляді зігнутого під кутом важеля, робочий кінець якого має фігурну лопать, яка по формі відповідно до форми, яку має стінка діжі. Важіль замішувального органу опирається на вилку 8 шарнірного типу та сполучений із підшипником 7, запресованим до корпусу колеса черв'яка. На замішувальний орган крутний момент передається від електричного двигуна ( $P = 4,5$  кВт,  $\omega = 1440$  об/хв) клинопасовою передачею 3, а також черв'як 4 з колесом 6, вільно насадітим на палець 5. Під час обертання колеса черв'яка прямолінійний участок важеля рухається по колу, а зігнений – рухається складною просторовою кривою. Кількість коливних рухів місильного важеля складає 23,5 1/хв. Діжа для тіста є сталюю штампованою місткістю характерної форми, що центральною цапфою 10 поміщена до втулки триколісної каретки 13. Знизу днища діжі для тіста є черв'ячне колесо 12, що перебуває у зачепленні із черв'яком 18. Діжа приводиться до руху від черв'ячного вала 4 за допомогою клинопасової передачі 19 із частотою руху 5,9 1/хв. Об'єм діжі складає 330 л. Для замішування тіста діжу накочують на опорну плиту 15, а каретка 13 замикається за допомогою важеля 17. По тому закривають кришку 10 вмикають машину.

По закінченні замішування вимикають електродвигуна 2, піднімають ковпк 10, перевіряють, положення лопаті тістомісильного важеля 9. У випадку, якщо важіль вже зупинився у нижньому робочому положенні, слід його перевести до верхнього. Згодом ногою нажимають на педаль 14, вивільняють тістову діжу і тягнуть її в напрямку «на себе» доти, поки тістова діжа не скотиться похилою поверхнею.

Змішувачі неперервного типу зазвичай оснащено одним або двома горизонтальними робочими органами, які встановлено до стаціонарної камері, чи до камери, яка здійснює обертовий рух, де процес перемішування реалізовано при перекачуванні складників.

Машини, які мають стаціонарні камери, призначено для перемішування сипучих та рідинних компонент і одержання сумішей пластичного типу з високим рівнем однорідності.

Місильна машина ШТ-1М призначена для замісу цукрового тіста у виробництві печива.

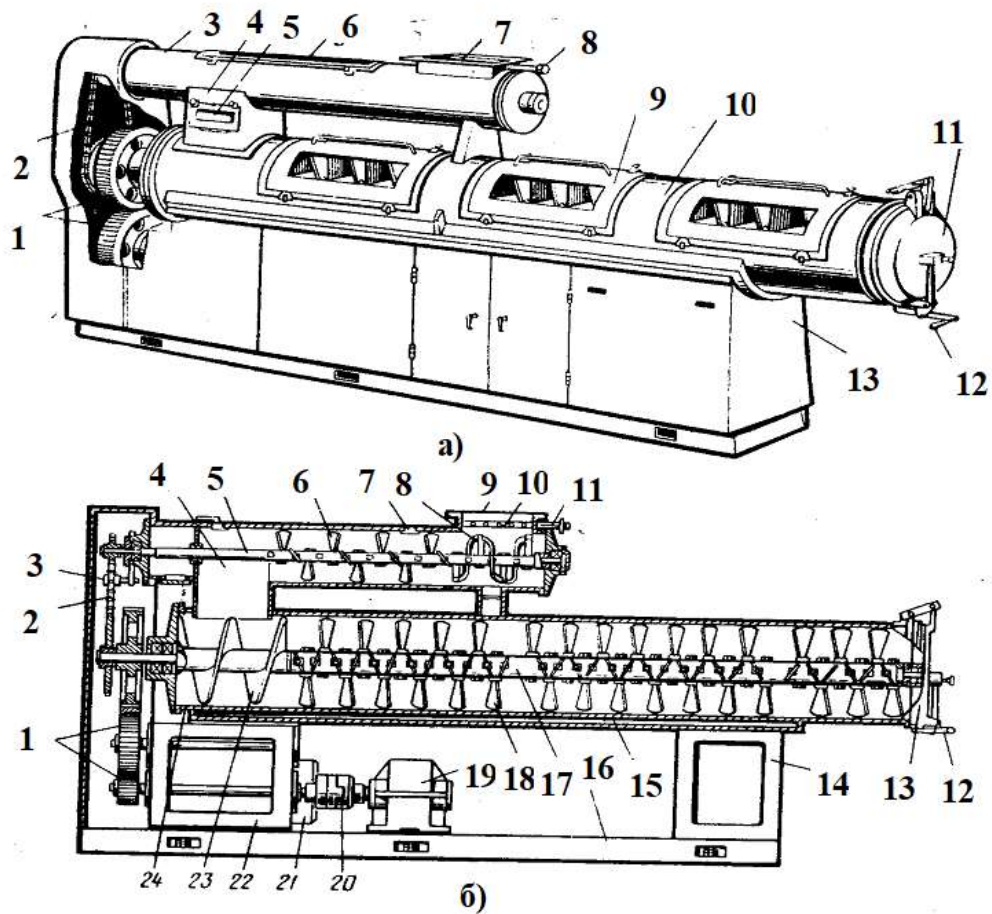


Рис. 1.4.– Двокамерна місильна машина ШТ-1М:  
а-загальний вигляд; б-розріз.

Машина (рис. 1.4,а) має камеру 3 для попереднього і камеру 10 для фінішного змішування складників, які розташовано у вертикальній площині, раму 13 та привід. У робочих камерах містяться вали із мішалками лопатевого типу. Камеру для попереднього замішування оснащено завантажувальний патрубком 7 для внесення сипких складників та штуцером 8 для для внесення рідких складників. Камера 3 сполучена із камерою 10 за допомогою вертикального з'єднувального патрубка 4. Виведення тіста виконують щілиною між кришкою 11 та камерою 10, розміри якої можна регулювати за допомогою рукоятки 12 при допомозі системи важелів. Приведення вала в камері 10

виконується за допомогою ланцюгової передачі 2. Для очистки камери оснащено кришками 6,5 та 9, із вікнами для здійснення контролю щодо протікання основного процесу. Під час відкривання захисних кришок тістомісильної машини вимикається кінцевиками.

Робота машини полягає у наступному. У завантажуючий патрубок 9 (рис. 1.4,б) поступає борошно, а штуцером 11, з'єднаним із трубою 10 з отворами, за допомогою насоса – спеціальним дозатором нагнітається емульсія. До емульсії вносять рецептурні компоненти. Всередині робочої порожнини камери обертається вал 5, оснащений лопатями 6 та парою витків стрічок шнека 8, який транспортує компоненти до середини камери. Замішувальні лопаті 6, виготовлені у формі секторів зі листкової сталі, встановлено вздовж гвинтової лінії під кутом 35-45 градусів до вісі вала 5, кожен наступну лопать відносно попередньої позвернено на кут 90 градусів. Такий спосіб монтажу лопатей передчає одночасне із замшуванням переміщення тіста вздовж осі робочої камери. Тістоподібна сировина із камери попереднього замішування 7 патрубком 4 потрапляє до місильної камери 24. На початку тістова маса захоплюється шнековим витком 23 замішувального вала 17, далі інтенсивно перемішується при допомозі лопатей 18.

Вимішане тісто виводиться із місильної камери отвіром, який є прикритим кришкою 13. Кришку оснащено рукояткою 12, якою міняють січення вихідного каналу і регулюють у такий спосіб рівень інтенсивності замішування тіста.

Корпус робочої місильної камери 24 оснащено водяною теплообмінною оболонкою 15, розділеною на дві ділянки, що дає змогу встановлювати відмінний режим температур на початковій і на кінцевій стадіях замішування. Місильну машину встановлюють на двох опорах 14 і 22, зафіксованих на фундаментній плиті 16.

Привод валів реалізовано від електричного двигуна 21 із використанням редуктора 19, муфти 20, зубчастої пари 1 і ланцюгової передачі 2.



## 1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Тістомісильна лопатева машина безперервної дії И8-ХТА призначена для замісу опари і тесту з пшеничної і житнього борошна при виробленні хлібобулочних виробів на підприємствах хлібопекарської промисловості. Машина може бути укомплектована двоканальним вивантажувачем борошна, що дозволить подавати в машину тістомісилки борошно різних сортів в певних співвідношеннях.

Технічні характеристики:

|                              |               |
|------------------------------|---------------|
| Продуктивність, кг/год       | 1300          |
| Кількість валів мішалок, шт. | 2             |
| Дозування борошна            | об'ємне       |
| Встановлена потужність, кВт  | 4             |
| Габаритні розміри, мм        | 1900x580x2180 |
| Маса, кг                     | 850           |

## 1.3. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – знаходження технічних рішень щодо місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА, які дають змогу ощадно здійснювати споживання потужності.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження у кваліфікаційній роботі є напруження та деформації, які виникають у місильній лопатці в процесі роботи машини, а також рівень необхідної потужності.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є тістомісильна машина И8-ХТА.

Завданнями, які підлягають вирішенню у кваліфікаційній роботі є

аналіз особливостей конструкцій технологічного обладнання для замішування тіста;

технологічні, кінематичні і конструкційні розрахунки тістомісильної машини;

створення із застосуванням EOM 3d моделі місильної лопатки з виконанням комплексу досліджень у системі Solidworks;

систематизація та аналіз отриманих при числових дослідженнях місильної лопатки результатів;

розроблення заходів з охорони праці, техніки безпеки і заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

## 2. Методи та методика досліджень

### 2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,

Важливою інженерною задачею, яка постає перед інженерами при проектуванні нових і вдосконаленні діючих конструкцій технологічного обладнання є можливість дослідження декількох варіантів рішень, які є різними з конструктивної і технологічної точки зору.

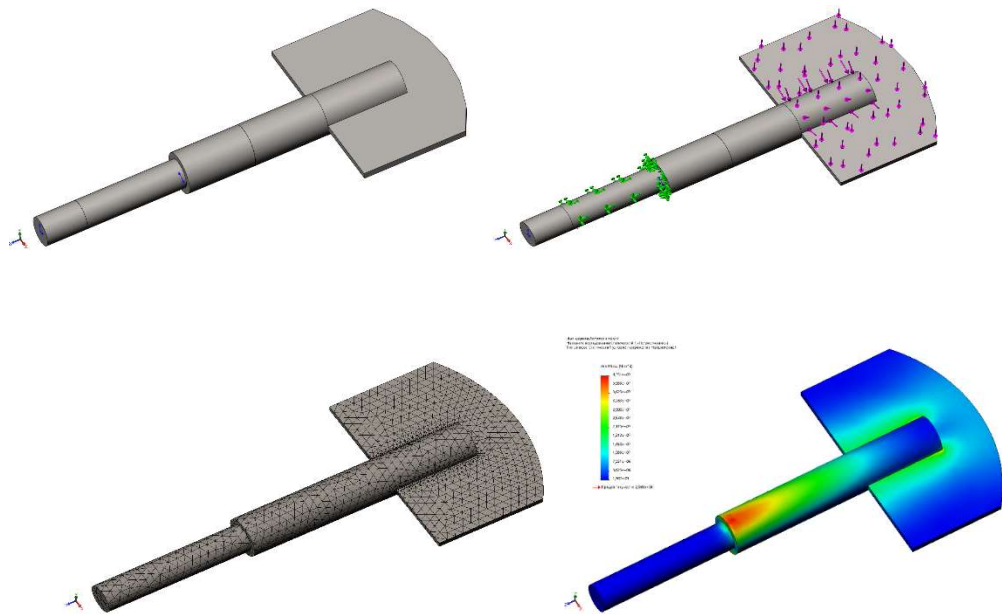


Рис. 2.1. Комп'ютерні дослідження лопатки з використанням програмного комплексу SolidWorks.

Найближчу до реальності картину можна отримати, якщо виготовляти дослідні зразки натуральної величини і виконувати складну програму експериментальних досліджень у лабораторно-виробничих умовах. Але такий спосіб реалізування наукових і технічних досліджень є затратним по грошах і часі. Окрім того, часто потрібне високоточне спеціальне контрольно-вимірне обладнання з кваліфікованим персоналом, що суттєво піднімає вартість науково-дослідних робіт. Задлятого, щоб зменшити рівень вартості досліджень, а також

затрати часу для виконання прототипів, більш доцільно працювати із комп'ютерними 3d моделями.

Для виконання дослідження впливу місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА на їхню міцність і витрати потужності при замішуванні тіста в кваліфікаційні роботі використано програмний комплекс SolidWorks у поєднанні з додатком Simulation

CAE інструмент Simulation, який є складовою програмного комплексу Solidworks, виконано із можливістю працювати з моделями одиничних конструктивних елементів та їхніх груп і зборок. Серед найбільш актуальних інструментів, якими оперують інженери і науковці - розрахунки напружень, деформацій (за фон Мізесом), розрахунки щодо запасу міцності (FOS), топологічний аналіз досліджуваних конструктивних елементів з урахуванням діючих зусиль та навантажень.

## 2.2. Послідовність виконання дослідження на комп'ютері у програмному комплексі Solidworks.

Відправним базовим структурним елементом при виконанні наково-дослідних робіт на комп'ютері є твердотіла 3d модель досліджуваного компонента. По завершенні створення твердотілої моделі (у нашому випадку це місильна лопатка (рис. 2.1) 3d моделі, у робочому середовищі програмного комплексу Solidworks виконують підготовлення проекту потрібного для досліджень розрахунку (для ряду задач можна скористатись спеціальним програмним помічником). На наступному етапі:

уточнюють (якщо є така потреба) у початкових умовах параметри конструктивних матеріалів, які використовують для виготовлення аналізованих конструктивних елементів;

встановлюють геометричні і початкові граничні умови на відповідних поверхнях та з'єднаннях;

задають спосіб фіксації аналізованого конструктивного елемента чи збірної конструкції;

задають значення, напрямки та вказують особливості діючих аналізований конструктивний елемент (конструкцію) силових та температурних чинників;

по тому формують і уточнюють розрахункову сітку і виконують власне обчислення згідно плану.

Для зручності аналізу програмний комплекс SolidWorks має інструментарій для формування файлу зі звітом про виконаний розрахунок.

3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.

### 3.1. Опис роботи тістомісильної машини

Замішування тіста здійснюється в коритоподібній місильній камері напівциліндричної форми.

Борошно турнікетом подається в місильну камеру. Туда чарез відповідний патрубок подається рідкий компонент для замішування тіста.

В місильній камері містяться вали із закріпленими на ньому місильними органами і встановленою відбиваючою лопаттю.

Приводиться в рух машина від електричного двигуна редуктора (напруга живлення 220/380В). Крутний момент на вал передається за допомогою пальцевих муфт. Вали встановлено на двох підшипникових опорах із шариковими радіально-упорними підшипниками.

За час проходження маси через місильну камеру здійснюється її інтенсивний заміс.

Рух маси (тіста) задається за допомогою місильних лопаток. Для інтенсифікації замішування і турбулізації потоку передбачено можливість встановлення відбивачів і перегородок.

Для регулювання продуктивності машини в механізмі подачі борошна передбачено зміну частоти обертання дозуючого органу.

### 3.2. Вибір кінематичної схеми тістомісильної машини

Кінематична схема модернізованої тістомісильної складається з мотор-редуктора приводу ( $N=4\text{кВт}$ ,  $n=71\text{ об/хв}$ ), від якого рух передається через муфту, зубчасту передачу проміжного вала і ще одну муфту на перший місильний вал. З першого місильного вала крутний момент передається на другий місильний вал, звідки передається через храповий механізм на турнікет подачі борошна.

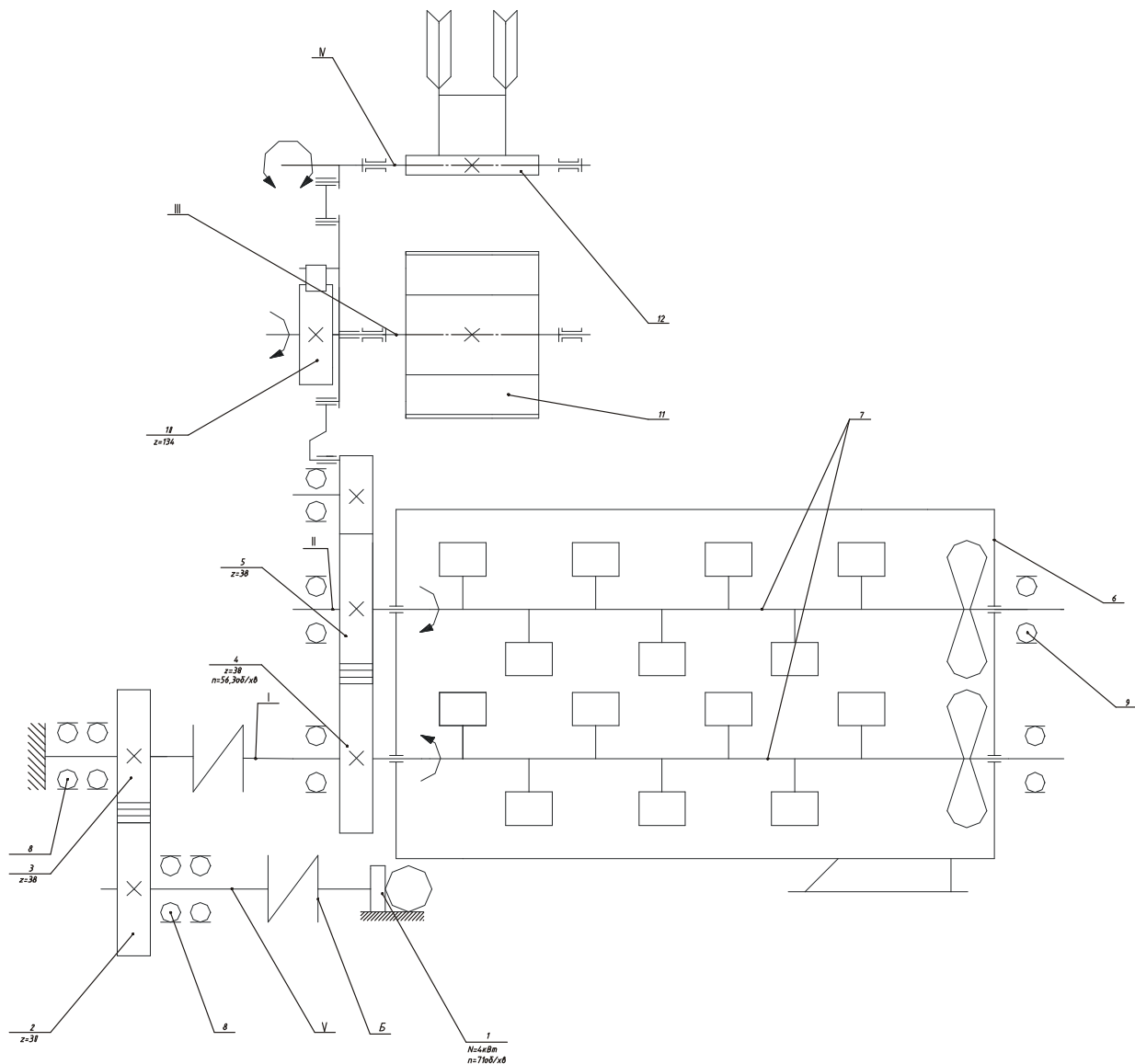


Рис. 3.1.– Кінематична схема тістомісильної машини.

### 3.3. Обґрунтування і вибір конструкційних матеріалів для місильного вала

Тістомісильні машини відносять до обладнання хлібопекарської і макаронної промисловості. Рекомендованими до застосування матеріалами є: з чорних металів: Ст5, Х18Н9, Х18Н9Т, Х18Н10Т, 1Х13, 2Х13, 3Х13, 1Х17Н2, Х17, 0Х17Т, 2Х13Н4Г9, 0Х22Н5Т, 1Х21Н5Т, 0Х21Н6М2Т, Х28, Х28АН, Х14Г14Н, Х14Г14Н3, Х14Г14Н3Т, Х17Г9АН4; з кольорових металів: Д16, ЛС59-1. По причині наявності знакозмінних навантажень різного роду захисні покриття до уваги брати не будемо. Для виробництва основних робочих елементів застосуємо сталь Х18Н9Т, а для рами і невідповідальних конструкцій – Ст5 з міркувань економічної доцільності та доступності.

### 3.4. Технологічний розрахунок тістомісильної машини

Продуктивність  $\Pi$  (в кг/с) тістомісильних машин типу визначається за формулою:

$$\Pi = 0,25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k$$

де  $D := 0.320$  м - зовнішній діаметр місильних лопатей;

$S := 0.12$  м - крок гвинтової лінії розташування лопатей;

$n := \frac{56.3}{60}$  об/с - частота обертання лопатей;

$\rho := 1280$  кг/м<sup>3</sup> - густина продукту;

$k := 0.03$  м - коефіцієнт подачі, який залежить від форми лопатей і їх розташування на валу[7];

$$\Pi := 3600 \cdot (0.25 \cdot \pi \cdot D^2 \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k) \quad \Pi = 1251.88 \quad (\text{в кг/год})$$

Потужність, яка необхідна для замісу тіста (в кВт):

$$P_{ел} = \frac{(P_0 \cdot V_0 + P_p \cdot V_p) \cdot z}{\eta}$$

де  $P_0, P_p$  - відповідно осьова і радіальна складові рівнодіючої сил опору, які діють на лопать, м;

$V_0, V_p$  - відповідно осьова і колова швидкість руху точки прикладання рівнодіючої сил опору, яка діє на лопать, м/с;

$z := 8$  - кількість лопатей в машині, шт;

$\eta := 0.76$  загальний ККД приводу.

Осьова складова:

$$P_0 = F \cdot \left[ R \cdot \rho \cdot t \cdot q^2 \cdot (45^\circ + \gamma/2) + 2 \cdot ctq(45^\circ + \gamma/2) \right] \cdot (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha)$$



де  $F := 0.00545 \text{ м}^2$  - площа лопаті, зануреної в тісто;

$R := 0.520 \text{ м}$  - радіус кола, який описує центр лопаті;

$\gamma := 44 \cdot \frac{\pi}{180}$  кут внутрішнього тертя тіста, рад;

$c := 5000 \text{ Н/м}^2$  - питомий опір тіста з матеріалом лопаті;

$\alpha := 30 \cdot \frac{\pi}{180}$  кут нахилу лопаті до осі обертання, рад;

$\mu := 1$  коефіцієнт тертя тіста о лопать.

$$P_0 := F \cdot \left( R \cdot \rho \cdot \tan\left(45 \cdot \frac{\pi}{180} + \frac{\gamma}{2}\right)^2 + 2 \cdot c \cdot \tan\left(45 \cdot \frac{\pi}{180} + \frac{\gamma}{2}\right) \right) \cdot (\sin(\alpha) - \mu \cdot \cos(\alpha))$$

$$P_0 = -54.36 \quad (\text{Н})$$

Радіальна складова:

$$P_p := F \cdot \left( R \cdot \rho \cdot \tan\left(45 \cdot \frac{\pi}{180} + \frac{\gamma}{2}\right)^2 + 2 \cdot c \cdot \tan\left(45 \cdot \frac{\pi}{180} + \frac{\gamma}{2}\right) \right) \cdot (\cos(\alpha) + \mu \cdot \sin(\alpha))$$

$$P_p = 202.89 \quad (\text{Н})$$

Кутова швидкість обертання лопатей:

$$\omega := \pi \cdot \frac{n}{30} \quad \omega = 0.1 \quad (\text{рад/с})$$

Колова швидкість

$$V_p := R^2 \cdot 2n \quad V_p = 0.51 \quad (\text{м/с})$$

Осьова швидкість:

$$V_0 := V_p \cdot \sin(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \quad V_0 = 0.22 \quad (\text{м/с})$$

Потужність, яка необхідна для замісу тіста:

$$P_{ел} := \frac{(P_0 \cdot V_0 + P_p \cdot V_p) \cdot z}{1000\eta} \quad P_{ел} = 0.96 \quad (\text{кВт})$$

Застосуємо електродвигун потужністю 4 кВт з запасом на пусковий момент.

### 3.5. Кінематичний розрахунок тістомісильної машини

З п.3.2 розрахункова частота обертання місильного вала:

$$n \cdot 60 = 56.3 \quad \text{об/хв}$$

Привід будемо здійснювати через зубчасту передачу, і муфти. Кінематична схема представлена на листі 1.

Попередньо вибираємо робочу частоту електродвигуна рівною 71 об/хв. Необхідне передаточне число:

$$u := \frac{71}{56.3} \quad u = 1.26$$

Вибираємо найближче передаточне число  $u := 1.26$

Число зубів колеса приймаємо рівним:  $z_1 := 30$

Тоді число зубів шестірні:

$$z_2 := z_1 \cdot u \quad z_2 = 37.8$$

Вибираємо найближче стандартне  $z_2 := 38$

$$\text{Тоді дійсне передаточне число: } u := \frac{z_2}{z_1} \quad u = 1.27$$

Частота обертання веденого вала:  $n_p := \frac{72}{u} \quad n_p = 56.84 \quad \text{об/хв}$

Кутові швидкості валів:

$$\text{- ведучого: } \omega_{вед} := \frac{72 \cdot \pi}{30} \quad \omega_{вед} = 7.54 \quad \text{рад/с}$$

$$\text{- веденого (місильного): } \omega_{вдн} := \frac{72 \cdot \pi}{u \cdot 30} \quad \omega_{вдн} = 5.95 \quad \text{рад/с}$$

### 3.6. Розрахунок муфти приводу місильних валів

Виберемо конструктивний варіант муфти із кількістю пальців  $z_M := 4$  які розміщені по діаметру  $D := 0.93$  м.

Момент, який передається:  $T_M := \frac{P_{ел} \cdot 1000}{\omega_{вдн}}$   $T_M = 160.94$  (Н\*м)

Навантаження, яке припадає на один палець:

$$F_n := \frac{2 \cdot T_M}{D \cdot z_M} \quad F_n = 86.53 \quad (\text{Н})$$

Вибираємо конструктивні розміри елементів муфти [11]:

довжина втулки:  $l_e := 0.022$  (м)

діаметр пальця:  $d_n := 0.008$  (м)

осьовий зазор між півмуфтами:  $c := 0.003$  (м)

Умова міцності для втулок муфти:

$$p := \frac{F_n}{d_n \cdot l_e} \quad p = 491642.4 < [p] = 2.5 \text{ МПа}$$

Умова міцності для пальців муфти при роботі на згин:

$$\sigma := \frac{32 \cdot F_n \cdot (0.5 \cdot l_e + c)}{\pi \cdot d_n^3} \quad \sigma = 24100173.92 < [\sigma] = 70 \text{ МПа}$$

### 3.7. Розрахунок приводу турнікетного дозатора борошна тістомісильної машини

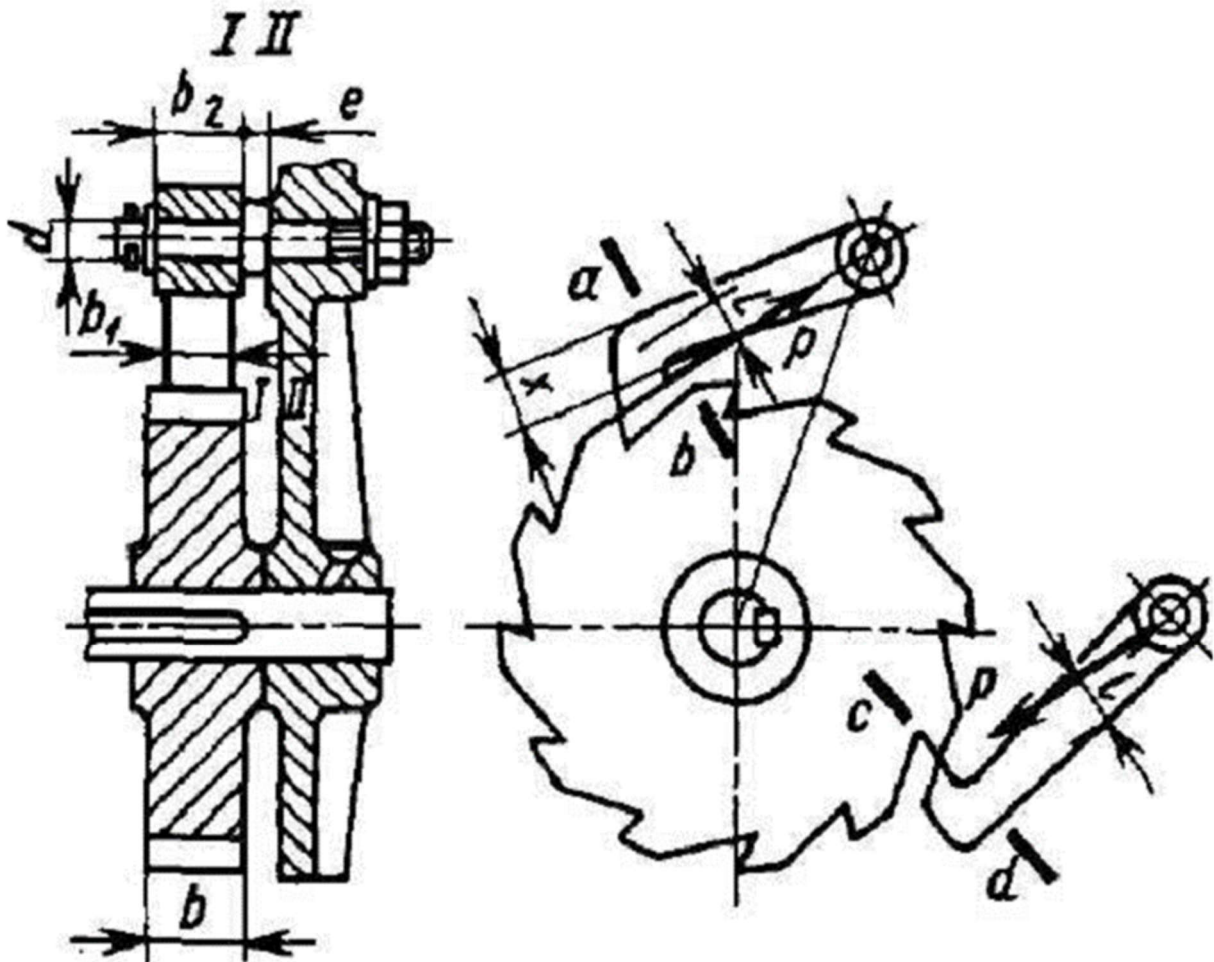


Рис. 3.2- Розрахункова схема хrapовика

Одним із визначальних факторів при конструкторському розрахунку хrapовика є кут повоготу або число зубів колеса, а також переданий крутний момент.

Попереднє число зубів хrapового колеса приймають  $z=8...200$ .

Приймаємо число зубів хrapового колеса  $z := 80$

Фактичний кут повороту колеса хrapовика (на один зуб)

$$\alpha := \frac{360}{z} \quad \alpha = 4.5$$

Переведемо в радіани  $\alpha_p := \alpha \cdot \frac{\pi}{180}$   $\alpha_p = 0.08$  рад

Для наших умов вибараємо храпову передачу із зовнішнім зачепленням.  
Тоді модуль храпового колеса визначається за формулою:

$$m = 1.75 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{z \cdot \psi \cdot \sigma_{зг.дон}}}$$

де  $M_{кр} := 185$  (Н\*м) крутний момент на турнікеті дозатора борошна;

$\psi = \frac{b}{m}$  відношення ширини колеса до модуля;

Для сталі 35Л і 45Л  $\psi = 1.5 \dots 4.0$  . Приймаємо  $\psi := 4.0$

$\sigma_{зг.дон}$  - допустиме напруження на згин. Для сталей 35Л і 45Л

$\sigma_{зг.дон} := 80$  (МПа)

Розрахуємо попереднє значення модуля храпового колеса:

$$m_{\text{пред}} := 1.75 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{кр}}{z \cdot \psi \cdot \sigma_{зг.дон}}} \quad m = 0.34 \quad (\text{мм})$$

Приймаємо рекомендоване стандартне значення модуля

$$m_{\text{пред}} := 2.5 \quad (\text{мм})$$

Тоді попередня розрахункова ширина зуба

$$b := \psi \cdot m \quad b = 10 \quad (\text{мм})$$

Проведемо перевірку лінійного тиску за формулою

$$\frac{2 \cdot M_{кр}}{m \cdot z \cdot b} \leq q$$

де  $q$  - допустимий лінійний тиск на одиницю довжини зуба.

Для сталей 35Л і 45Л:

$$q := 300 \quad (\text{Н/мм})$$

$$\frac{2 \cdot M_{\text{кр}}}{m \cdot z \cdot b} = 0.19 \quad (\text{Н/мм})$$

Таким чином, умова міцності виконується.

Ширину собачки вибираємо за формулою:

$$b_I := 0.8 \cdot b \quad b_I = 8 \quad (\text{мм})$$

Напруження в небезпечних перерізах a-b чи c-d собачки розраховуємо за формулою:

$$\sigma_{32} = \frac{M_{32}}{W} + \frac{P}{F} \leq \sigma_{32.дон} ,$$

де  $P$  - колове зусилля:

$$P := \frac{2 \cdot M_{\text{кр}}}{m \cdot z} \quad P = 1.85 \quad (\text{Н})$$

$M_{32}$  - згинний момент:

$$M_{32} = P \cdot L$$

$L$  - плече згину собачки  $L := 10$  (мм)

$$M_{32} := P \cdot L \quad M_{32} = 18.5 \quad (\text{Н*мм})$$

$W$  - момент опору, мм<sup>3</sup>:

$$W = \frac{b_I \cdot x^2}{6}$$

$x := 18$  (мм) - ширина собачки;

$$W := \frac{b_1 \cdot x^2}{6} \quad W = 432 \quad (\text{мм}^3)$$

F - площа поперечного перерізу собачки.

$$F := b_1 \cdot x \quad F = 144 \quad (\text{мм}^2)$$

Таким чином, напруження в небезпечних перерізах a-b чи c-d собачки:

$$\sigma_{32} := \frac{M_{32}}{W} + \frac{P}{F} \quad \sigma_{32} = 0.06 \quad (\text{МПа})$$

$$\sigma_{32} < \sigma_{32.\text{дон}}$$

Отже, умова міцності виконується.

Розрахуємо діаметр осі собачки. Для осі собачки виберемо сталь 45.

В перерізі I-I діаметр осі собачки розраховується за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{0.1 \cdot \sigma_{32.\text{сб}}} \cdot \frac{b_2}{2}}$$

де  $\sigma_{32.\text{сб}} := 50$  (МПа) допустиме напруження згину для матеріалу собачки.

$b_2$  - ширина собачки в ділянці осі:

$$b_2 := 0.9 \cdot b \quad b_2 = 9 \quad (\text{мм})$$

Тоді:

$$d := \sqrt[3]{\frac{P}{0.1 \cdot \sigma_{32.\text{сб}}} \cdot \frac{b_2}{2}} \quad d = 1.19 \quad (\text{мм})$$

Вибираємо:  $d := 9$  (мм)

В перерізі II-II діаметр осі собачки розраховується за формулою:

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{0.1 \cdot \sigma_{32.сб}} \cdot \left( \frac{b_2}{2} + e \right)}$$

де  $e$  - відстань між собачкою і її основою.  $e := 3$  (мм)

Тоді:

$$d := \sqrt[3]{\frac{P}{0.1 \cdot \sigma_{32.сб}} \cdot \left( \frac{b_2}{2} + e \right)} \quad d = 1.41 \quad (\text{мм})$$

Вибираємо:  $d := 9$  (мм)



#### 4. Дослідження місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks

##### 4.1. Постановка завдань дослідження з використанням програмного комплексу SolidWorks

Дослідження місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks виконаємо для 10 варіантів геометричних параметрів місильних лопаток:

- з шириною лопаток 0,07 м; 0,08 м; 0,09 м; 0,1 м; 0,11 м;
- з товщиною лопаток 0,002 м; 0,0025 м; 0,003 м; 0,0035 м; 0,004 м.

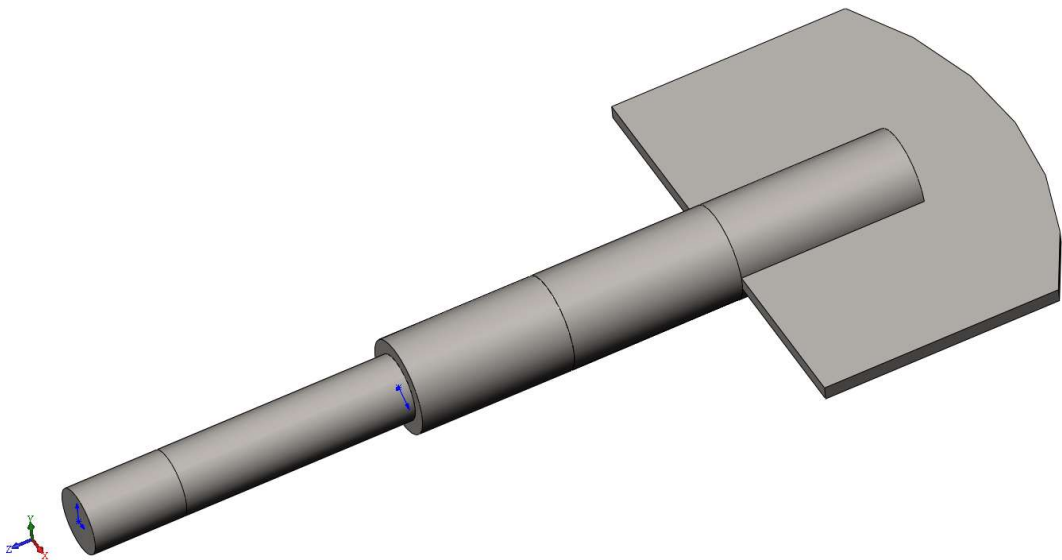


Рис. 4.1. Конструктивна схема місильної лопатки.

Як основний матеріал виберемо сталь 40Х13:

Тип моделі:

Лінійний

Пружний

Ізотропний

Межа текучості:

$3,51571e+08 \text{ Н/м}^2$

|                                  |                              |
|----------------------------------|------------------------------|
| Межа міцності при розтягу:       | 4,20507e+08 Н/м <sup>2</sup> |
| Модуль пружності:                | 2e+11 Н/м <sup>2</sup>       |
| Коефіцієнт Пуассона:             | 0,29                         |
| Масова густина:                  | 7 900 кг/м <sup>3</sup>      |
| Модуль зсуву:                    | 7,7e+10 Н/м <sup>2</sup>     |
| Коефіцієнт теплового розширення: | 1,5e-05 /К                   |

Дослідження проводитимемо за умов:

|                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| Тип аналізу                       | Статичний                       |
| Тип сітки                         | Сітка на твердому тілі          |
| Використовуване розбиття:         | Сітка на основі кривизни        |
| Точки Якобіана                    | 4 Точки                         |
| Епюра якості сітки                | Висока                          |
| Тепловий ефект:                   | Вмк                             |
| Термічний параметр                | Ігнорувати теплові навантаження |
| Температура при нульовій напрузі  | 298 Kelvin                      |
| Тип вирішуючої програми           | FFEPlus                         |
| Несумісні параметри зв'язку       | Авто                            |
| Великі переміщення                | Вимк                            |
| Обчислити сили вільних тіл        | Вмк                             |
| Тертя                             | Вимк                            |
| Використовувати адаптивний метод: | Вимк                            |

#### 4.2. Результати моделювання місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА під навантаженням.

Спрощена розрахункова схема місильної лопатки представлена на рис. 4.2. Схематично показано задані типи кріплень і навантаження. На рис. 4.3. наведено сітку, сформовану на основі кривизни. На рис.4.4 – рис.4.13 представлено результати числових досліджень.

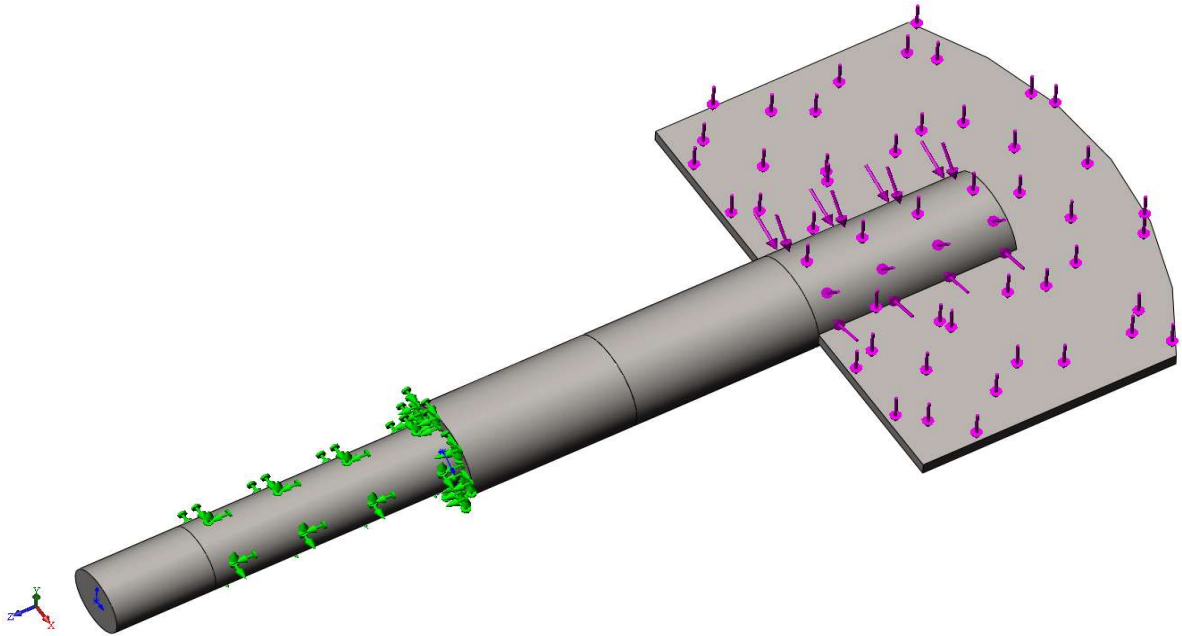


Рис. 4.2. Розрахункова схема місильної лопатки

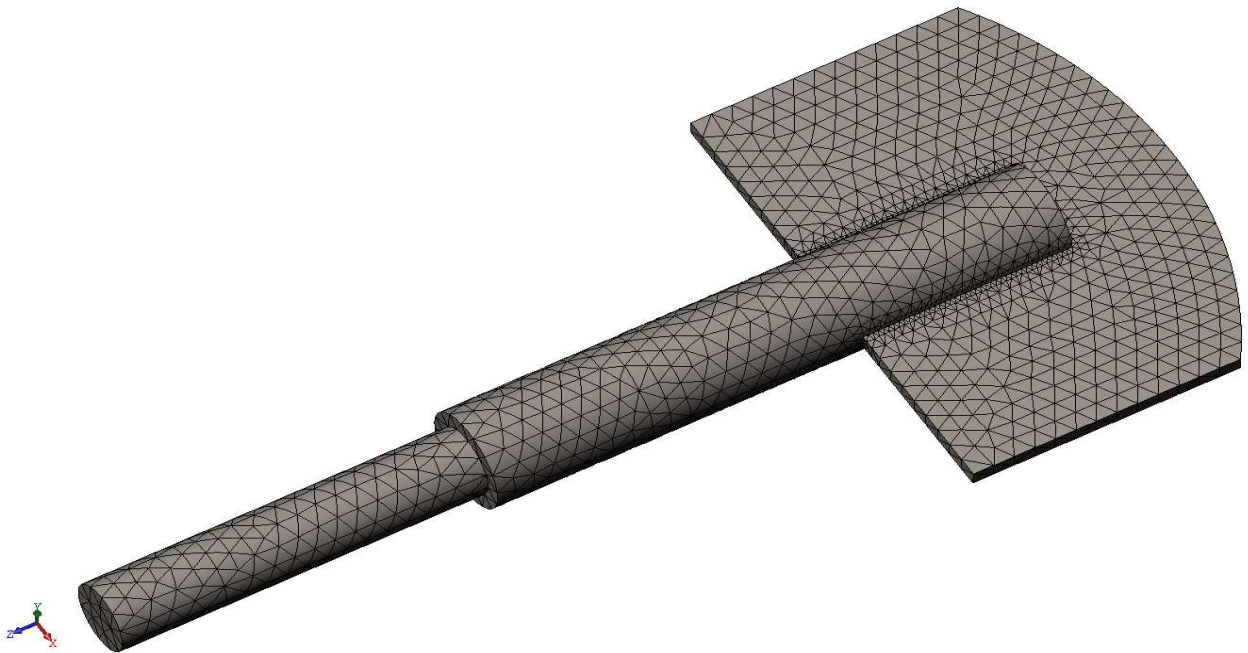
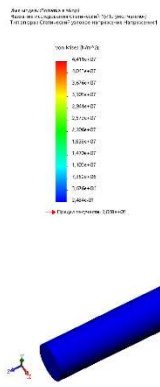
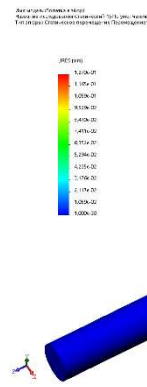


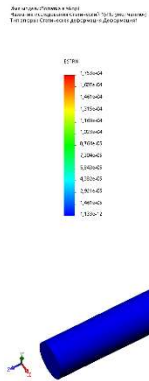
Рис. 4.3. Розрахункова сітка місильної лопатки на основі кривизни.



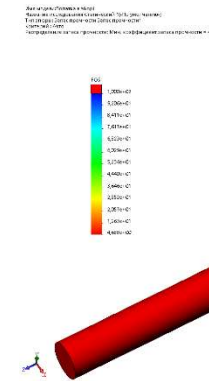
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.4. Лопатка тістомісильної машини шириною 70 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

а) напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).

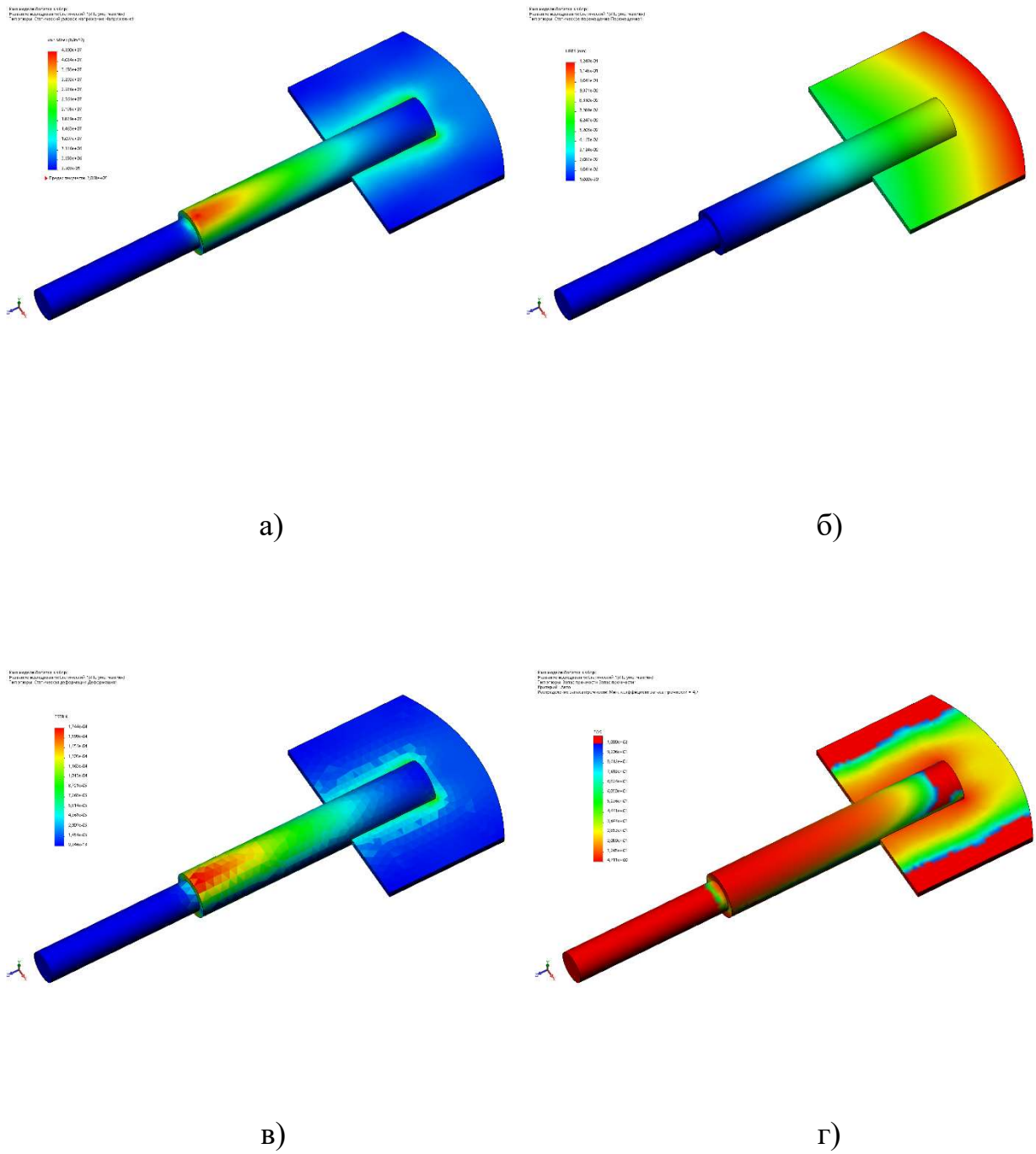
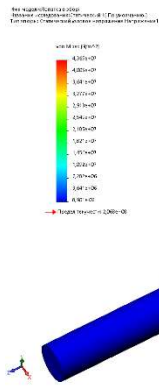
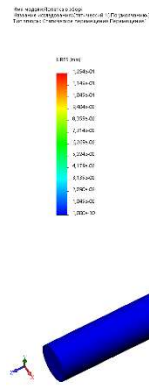


Рис. 4.5. Лопатка тістомісильної машини шириною 80 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

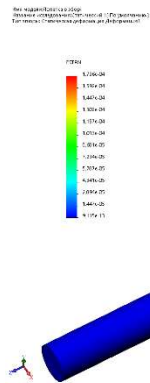
а) напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).



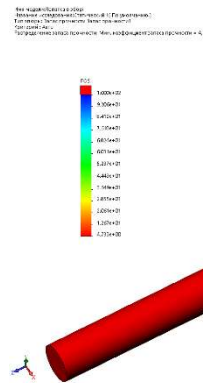
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.6. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).

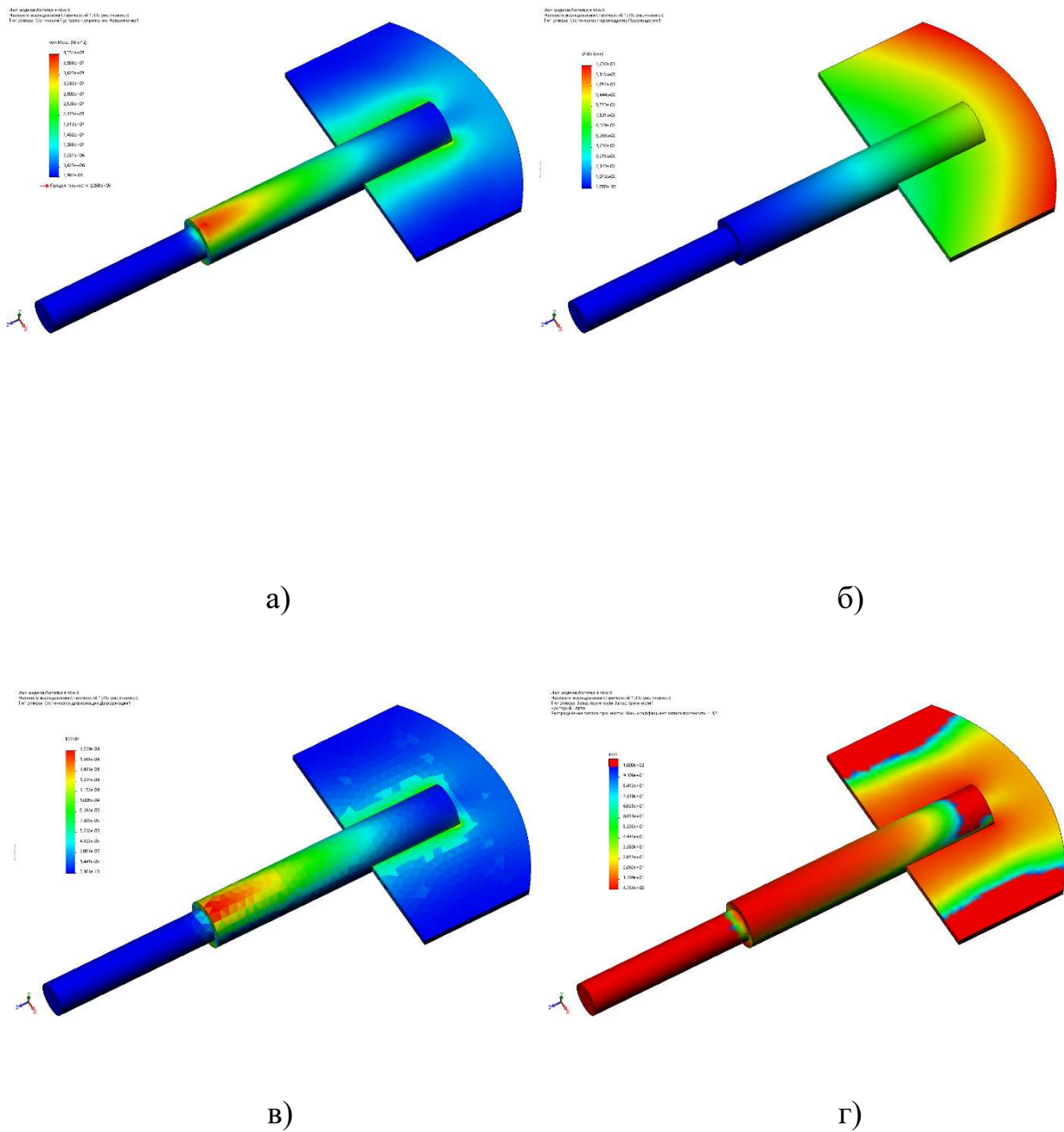


Рис. 4.7. Лопатка тістомісильної машини шириною 100 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).

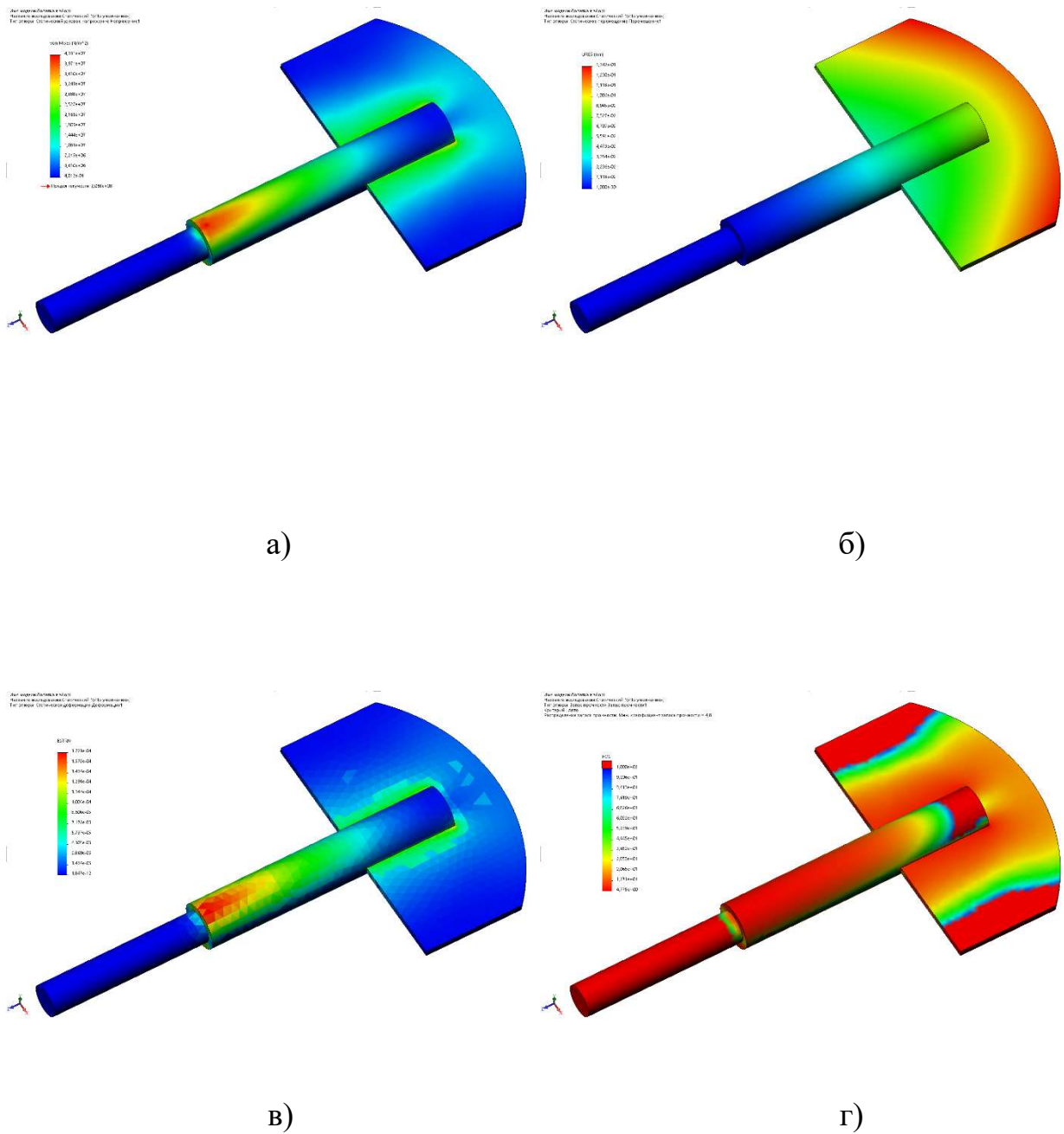


Рис. 4.8. Лопатка тістомісильної машини шириною 100 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).



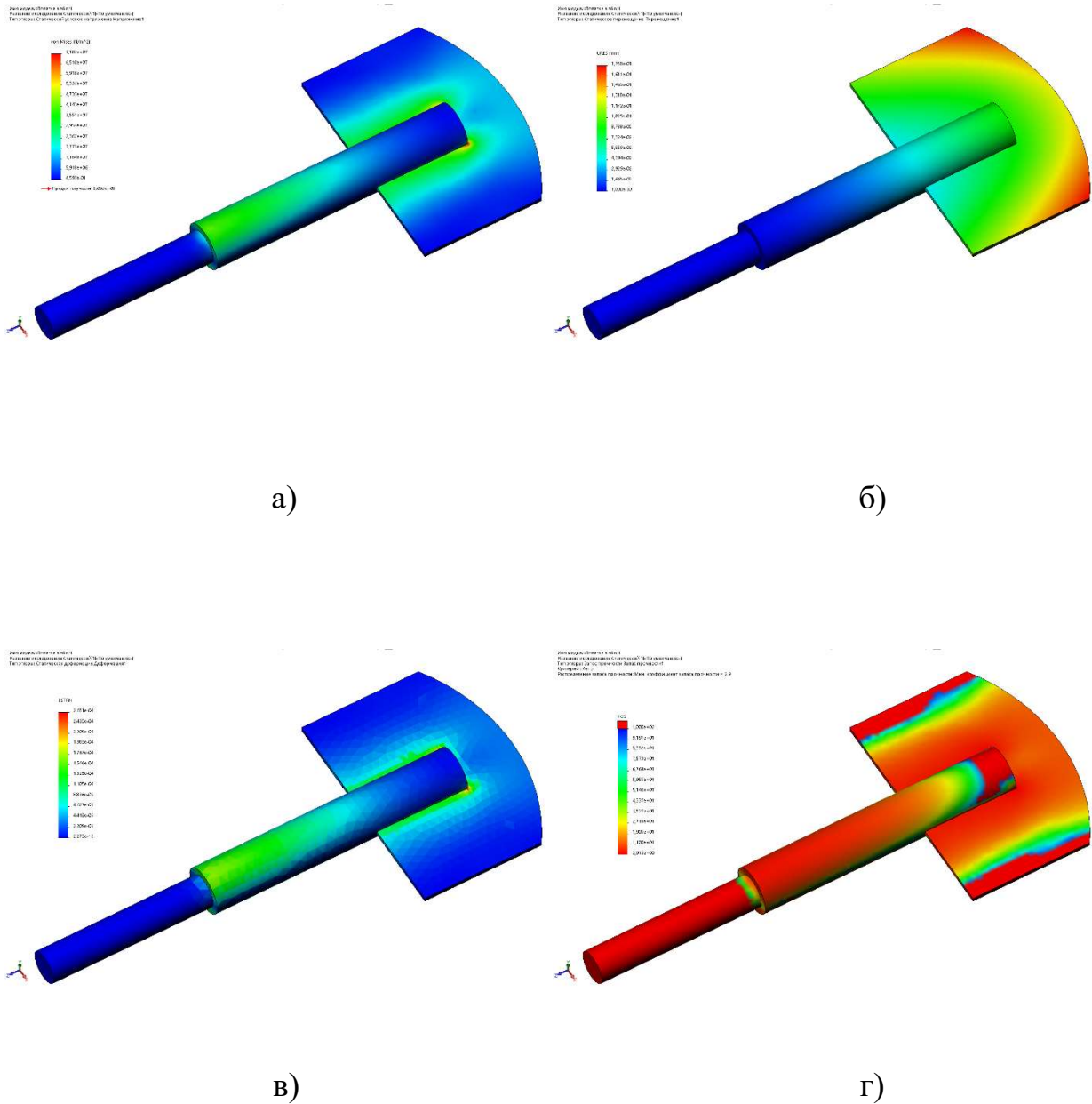
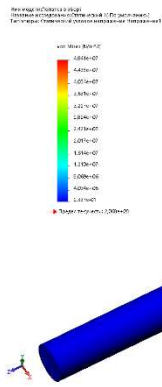
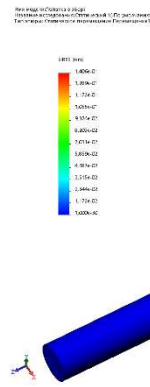


Рис. 4.9. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 2 мм під навантаженням:

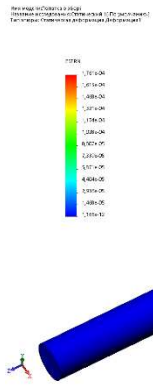
- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).



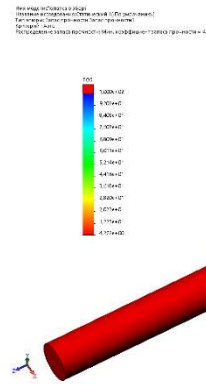
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.10. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 2,5 мм під навантаженням:

- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).

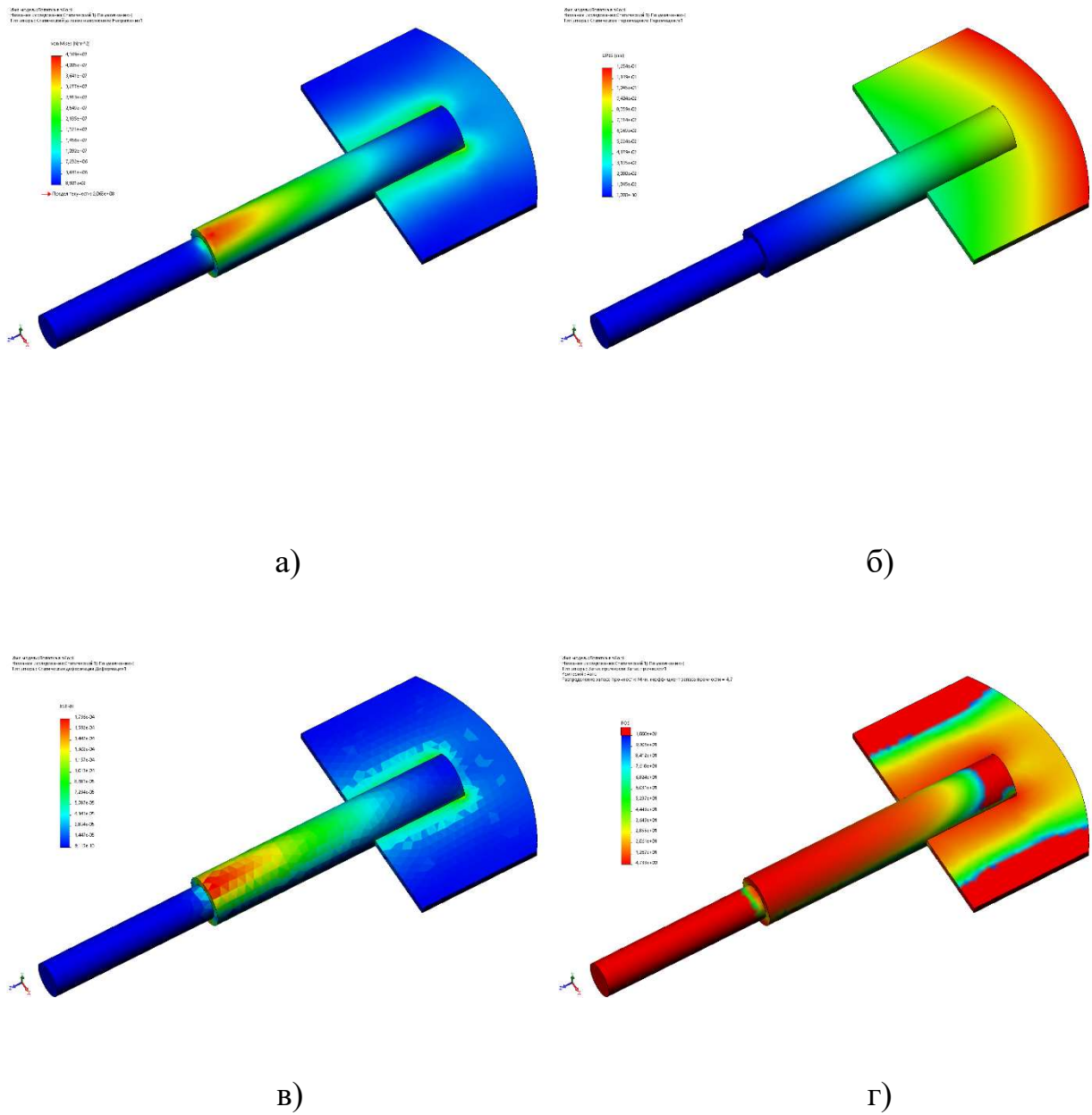
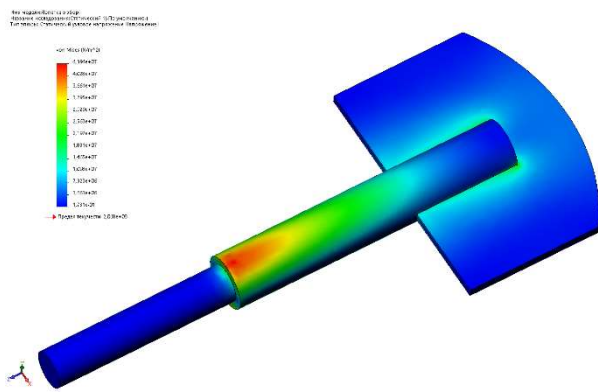
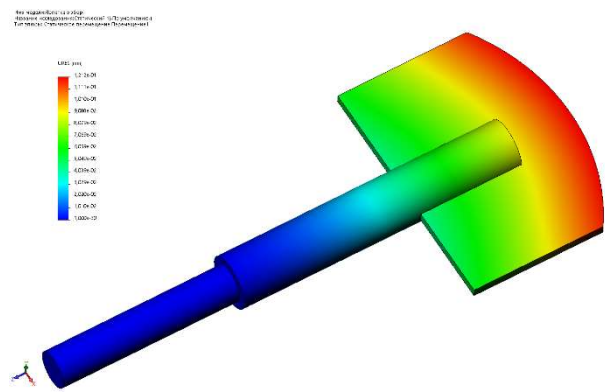


Рис. 4.11. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 3 мм під навантаженням:

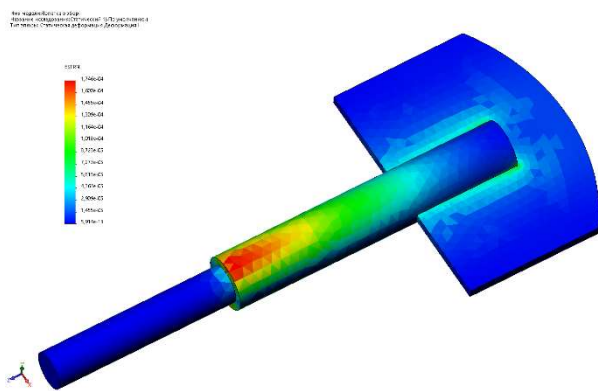
- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).



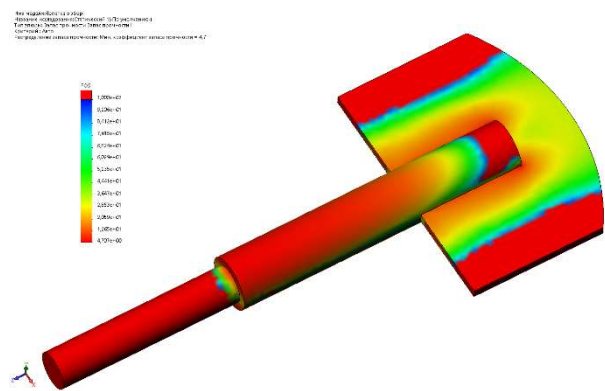
а)



б)



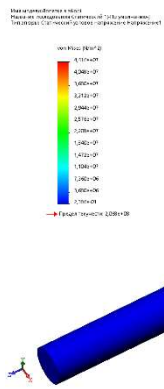
в)



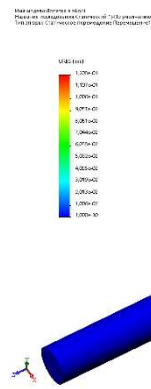
г)

Рис. 4.12. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 3,5 мм під навантаженням:

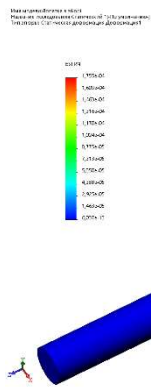
- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).



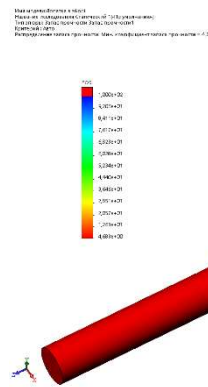
а)



б)



в)



г)

Рис. 4.13. Лопатка тістомісильної машини шириною 90 мм і товщиною 4 мм під навантаженням:

- а) Напруження за фон Мізесом; б) статичне переміщення; в) статична деформація; г) запас міцності (FOS).

### 4.3. Аналіз результатів

У процесі формування завдань для дослідження було задіяно два конструктивні параметри, а саме:

- ширина лопаток 0,07 м; 0,08 м; 0,09 м; 0,1 м; 0,11; м;
- товщина лопаток 0,002 м; 0,0025 м; 0,003 м; 0,0035 м; 0,004; м.

Для місильної лопатки запропоновано використати сталь 40X13.

Систематизовані результати розрахунків представлено у таблицях 4.1 і 4.2 та на побудованих за ними графіками 4.14 – 4.27.

Таблиця 4.1.

Результати числових досліджень для лопатки товщиною 3мм під навантаженням при різних значеннях її ширини

| Ширина,<br>м | Площа,<br>м <sup>2</sup> | Маса,<br>кг | Об'єм,<br>м <sup>3</sup> | Напруже-<br>ння Von<br>Mises max,<br>Н/м <sup>2</sup> | Перемі-<br>щення<br>URES<br>max,<br>mm | Дефор-<br>мація<br>ESTRN,<br>max | Запас<br>міцності<br>(FOS) | Потєба у<br>потуж-<br>ності, кВт |
|--------------|--------------------------|-------------|--------------------------|---|--|----------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| 0,07         | 4,37E-03                 | 0,448       | 5,6E-05                  | 4,41E+07  | 1,27E-01                               | 1,75E-04                         | 4,69E+00                   | 0,77                             |
| 0,08         | 4,92E-03                 | 0,462       | 5,77E-05                 | 4,39E+07  | 1,25E-01                               | 1,74E-04                         | 4,71E+00                   | 0,86                             |
| 0,09         | 5,45E-03                 | 0,474       | 5,93E-05                 | 4,37E+07  | 1,25E-01                               | 1,74E-04                         | 4,73E+00                   | 0,96                             |
| 0,1          | 5,94E-03                 | 0,486       | 6,08E-05                 | 4,35E+07  | 1,29E-01                               | 1,73E-04                         | 4,75E+00                   | 1,04                             |
| 0,11         | 6,40E-03                 | 0,497       | 6,21E-05                 | 4,33E+07  | 1,34E-01                               | 1,72E-04                         | 4,78E+00                   | 1,13                             |

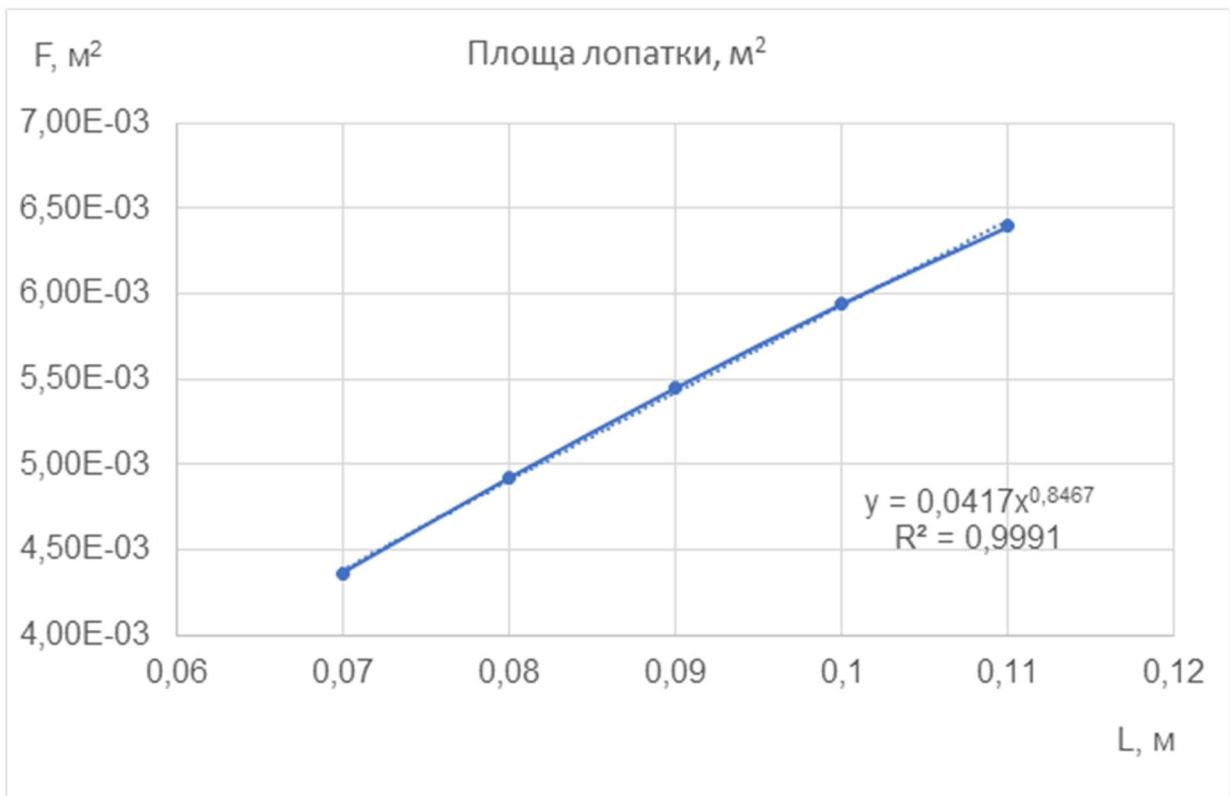


Рис. 4.14. Площа лопатки товщиною 3мм в залежності від її ширини.

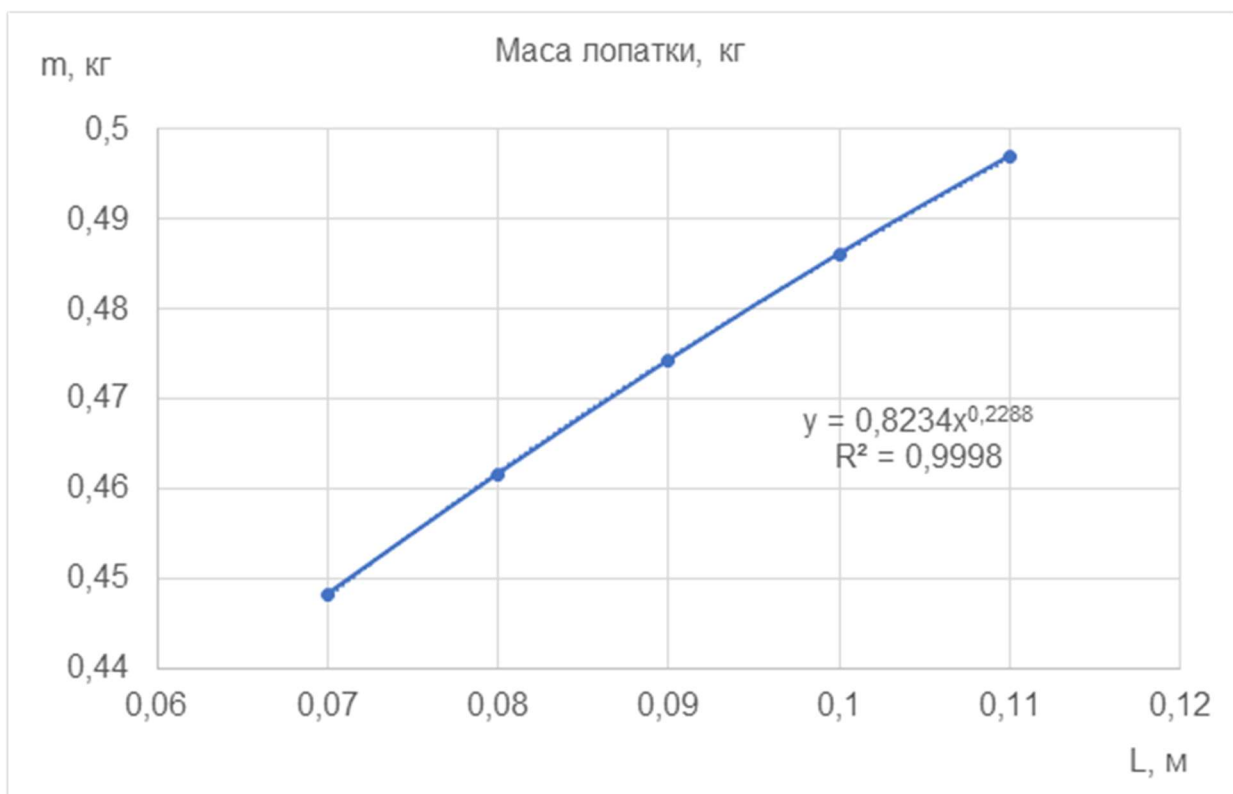


Рис. 4.15. Маса лопатки товщиною 3мм в залежності від її ширини.

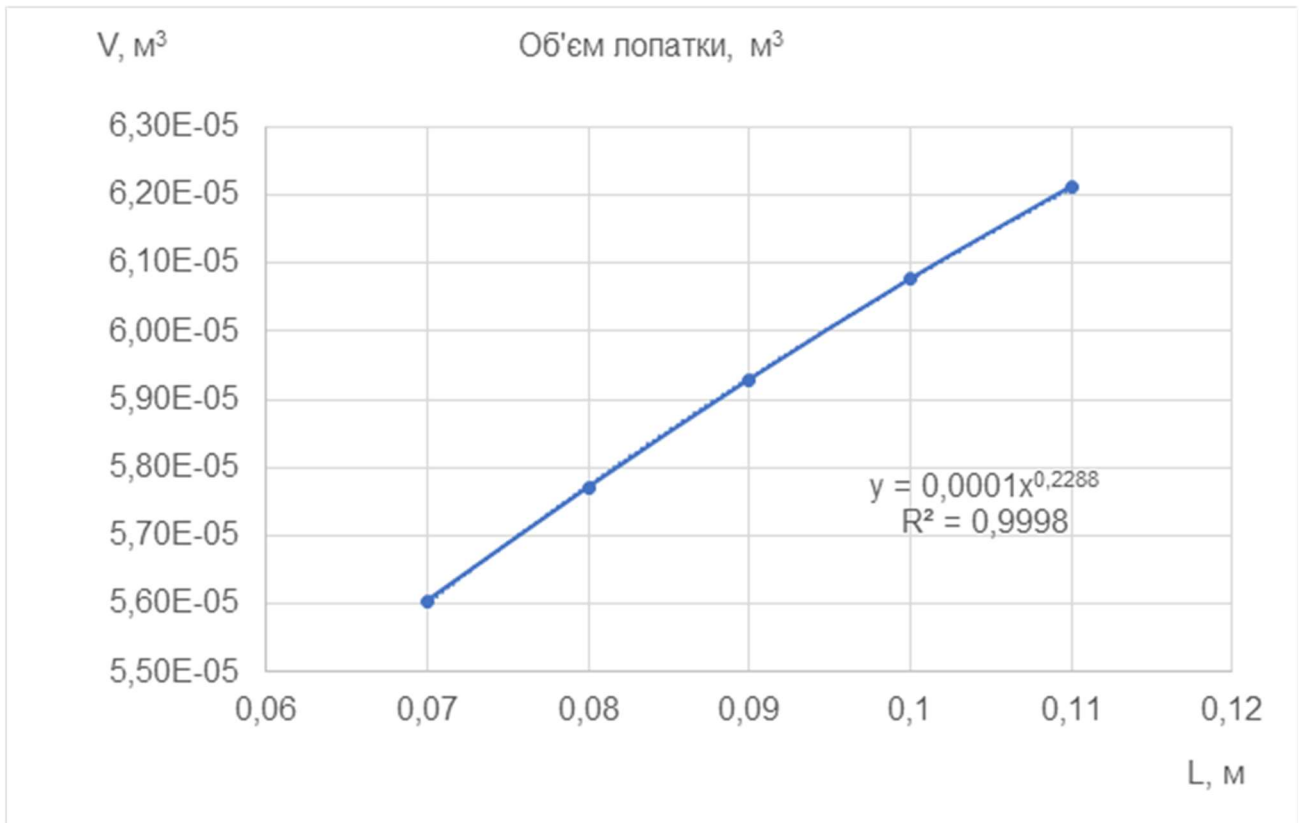


Рис. 4.16. Об'єм лопатки товщиною 3мм в залежності від її ширини.

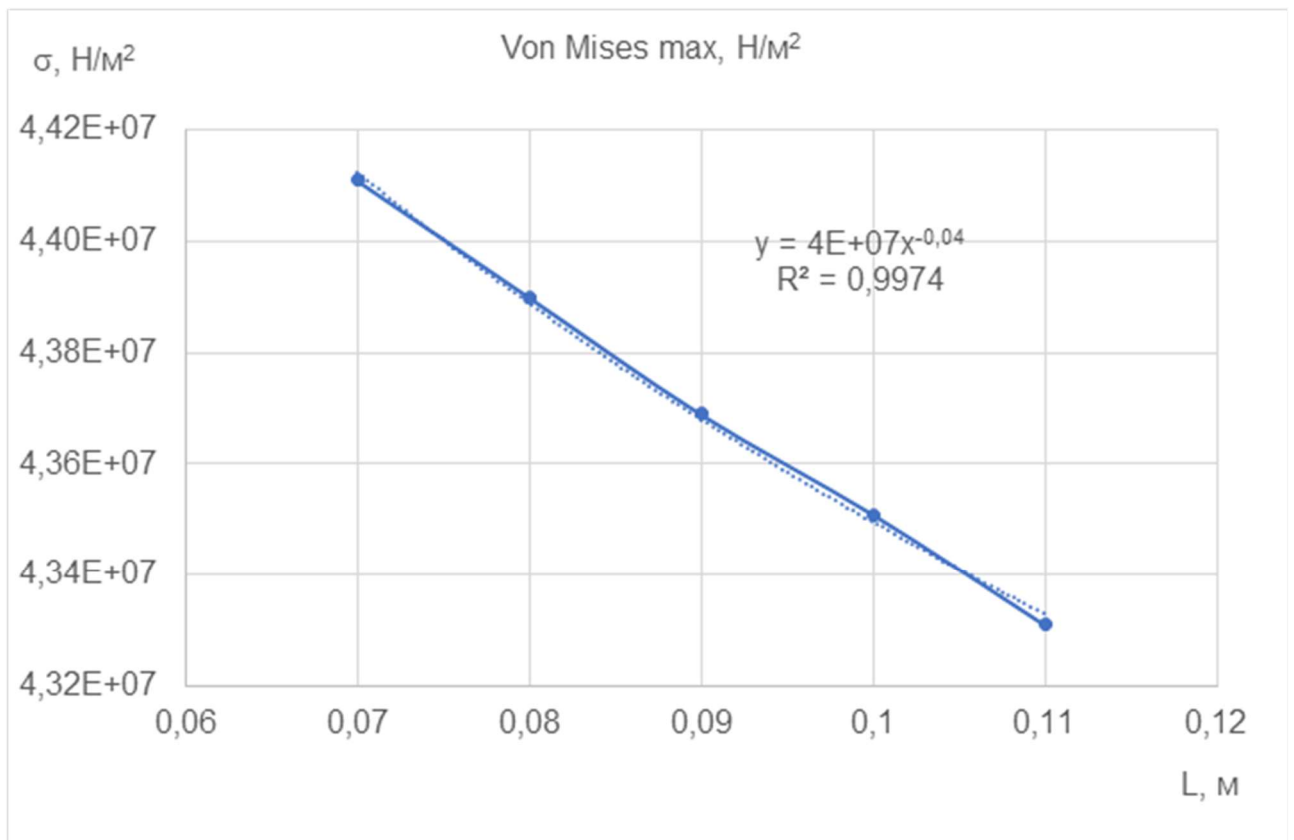


Рис. 4.17. Максимальні напруження лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини.



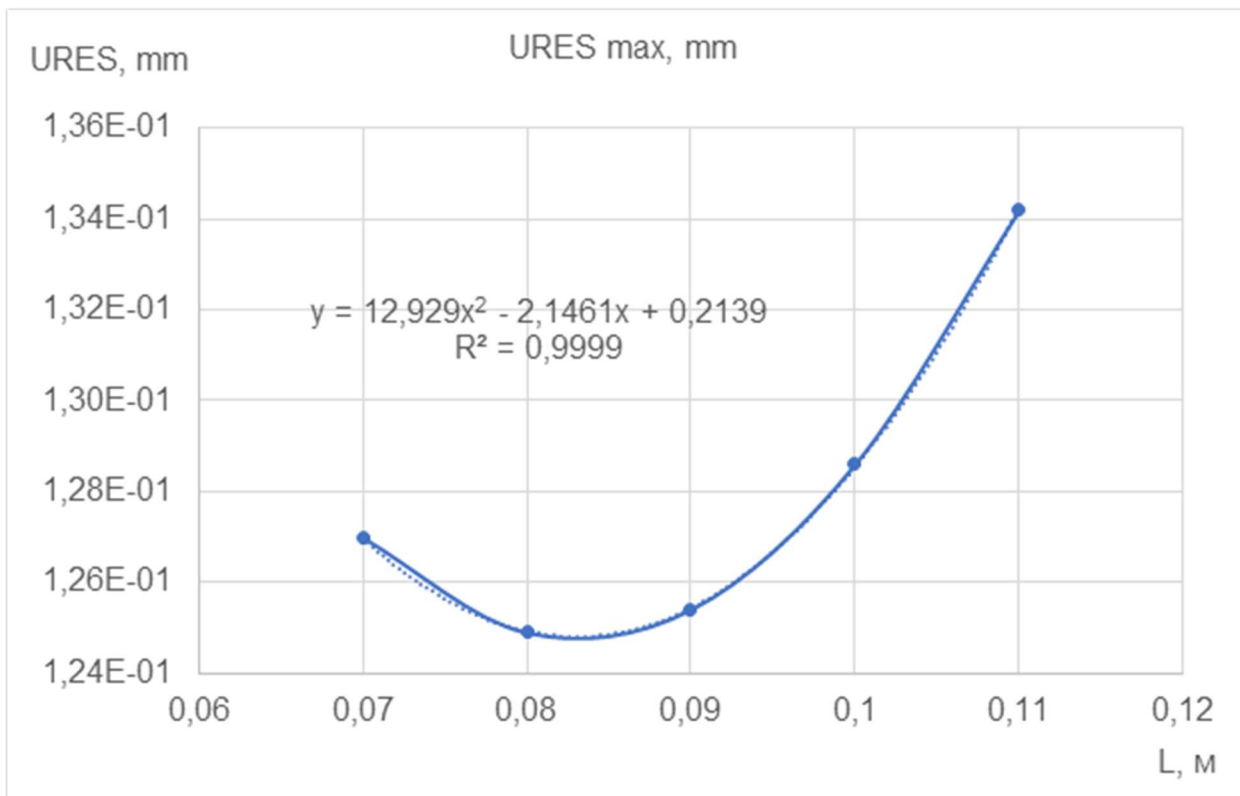


Рис. 4.18. Максимальні переміщення лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини.

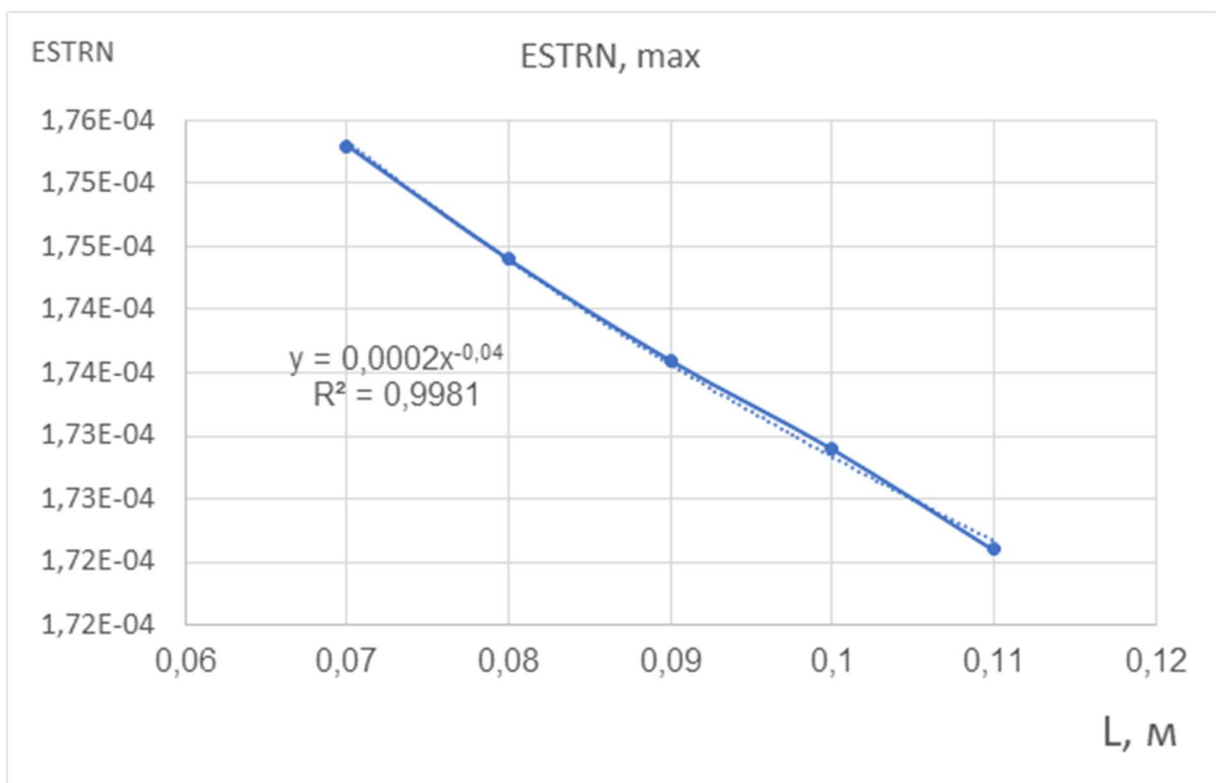


Рис. 4.19. Максимальні деформації лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини.

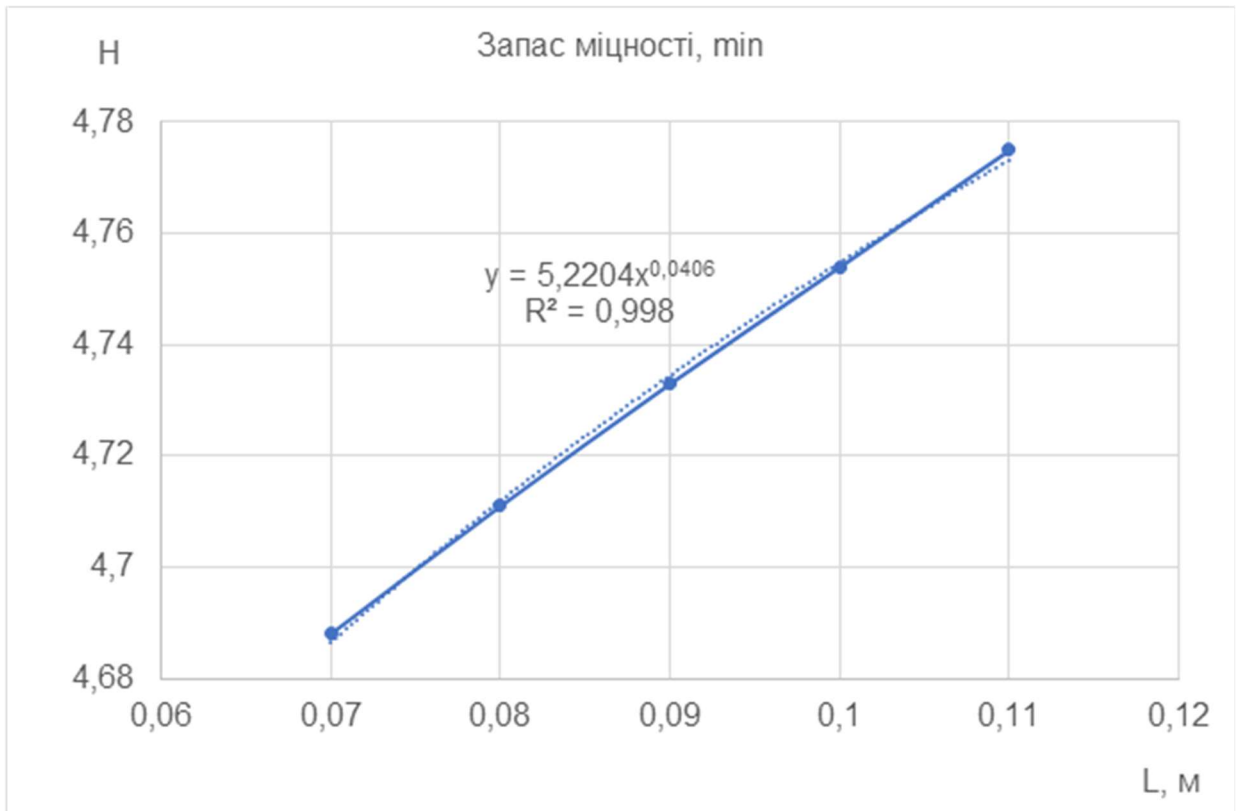


Рис. 4.20. Мінімальний запас міцності лопатки товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини.

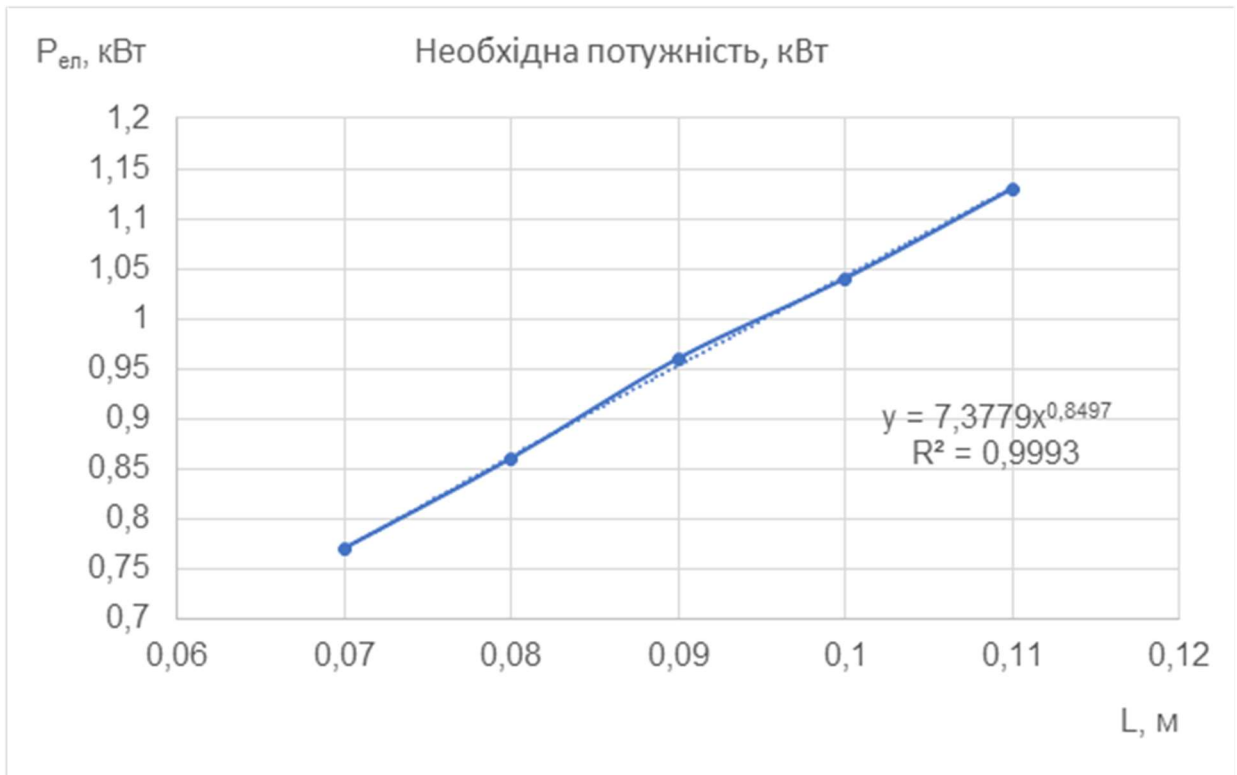


Рис. 4.21. Потреба у потужності для тістомісильної машини, оснащеної лопатками товщиною 3мм під навантаженням в залежності від її ширини.

Таблиця 4.2.

Результати числових досліджень для лопатки шириною 90мм під навантаженням при різних значеннях її товщини

| Товщина, м | Маса, кг | Об'єм, м <sup>3</sup> | Напруження Von Mises max, Н/м <sup>2</sup> | Переміщення URES max, mm | Деформація ESTRN, max | Запас міцності (FOS) |
|------------|----------|-----------------------|--|--------------------------|-----------------------|----------------------|
| 0,002      | 0,437084 | 5,46E-05              | 7,10E+07                                   | 1,76E-01                 | 2,65E-04              | 2,91E+00             |
| 0,0025     | 0,455704 | 5,7E-05               | 4,84E+07                                   | 1,41E-01                 | 1,76E-04              | 4,27E+00             |
| 0,003      | 0,474334 | 5,93E-05              | 4,37E+07                                   | 1,25E-01                 | 1,74E-04              | 4,73E+00             |
| 0,0035     | 0,492976 | 6,16E-05              | 4,39E+07                                   | 1,21E-01                 | 1,75E-04              | 4,71E+00             |
| 0,004      | 0,511633 | 6,4E-05               | 4,42E+07                                   | 1,21E-01                 | 1,76E-04              | 4,68E+00             |

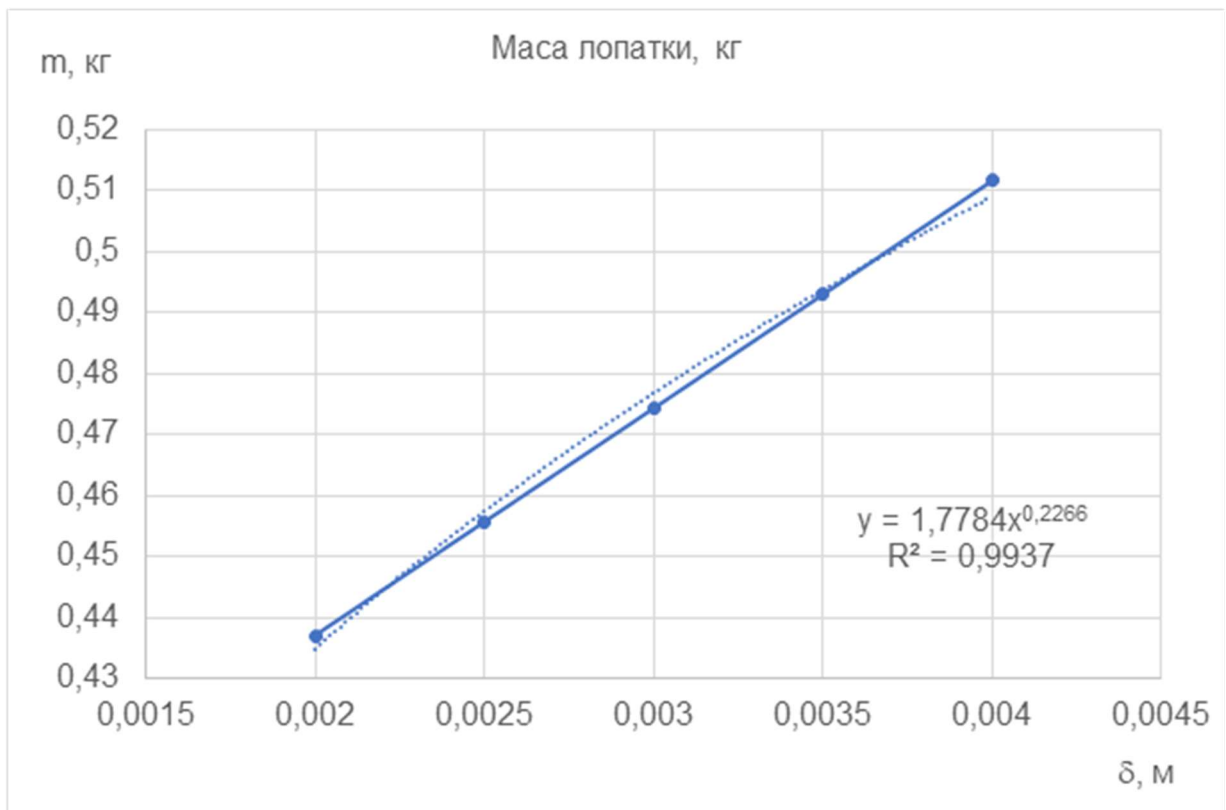


Рис. 4.22. Маса лопатки шириною 90мм в залежності від її товщини.

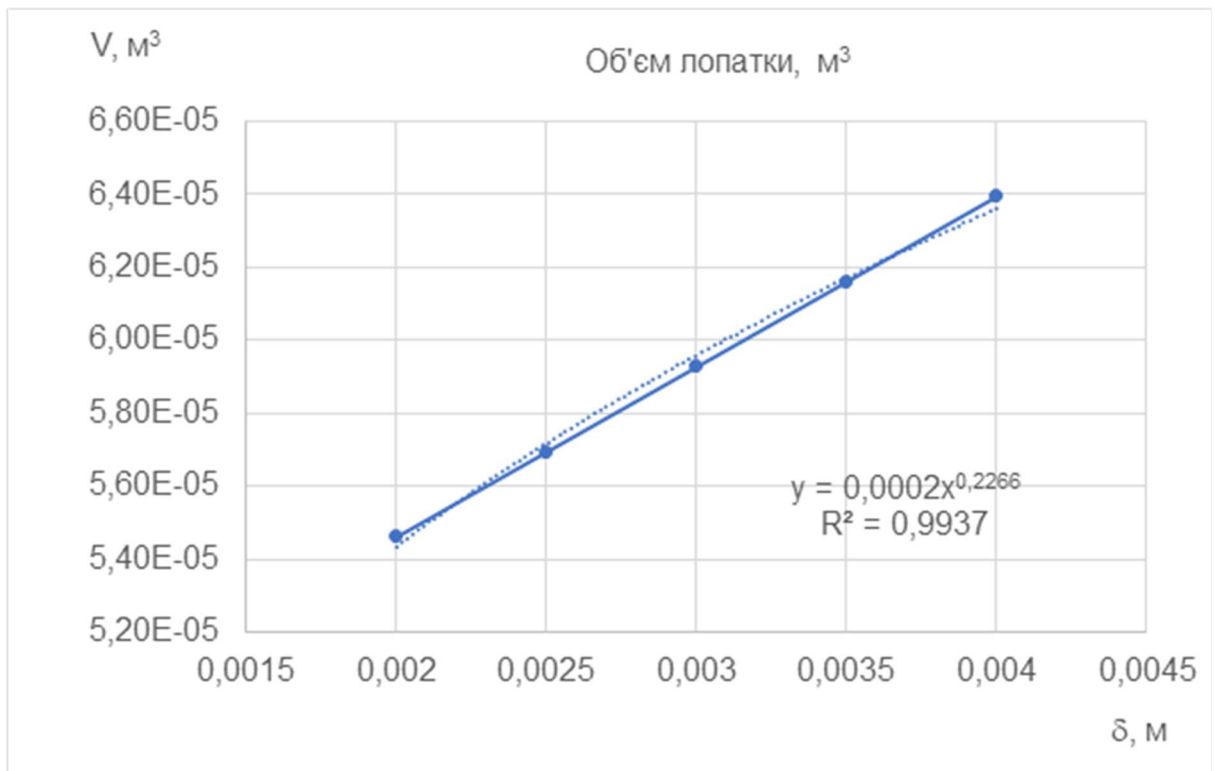


Рис. 4.23. Об'єм лопатки шириною 90мм в залежності від її товщини.

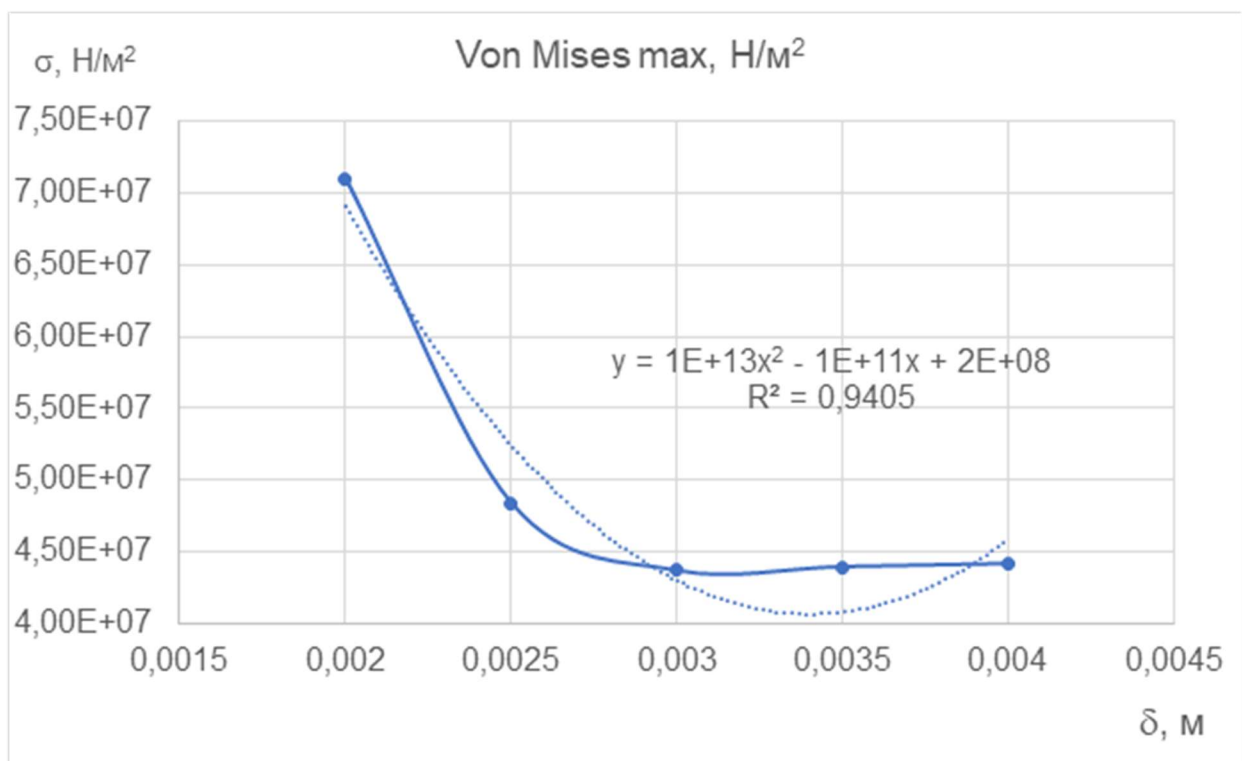


Рис. 4.24. Максимальні напруження лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини.

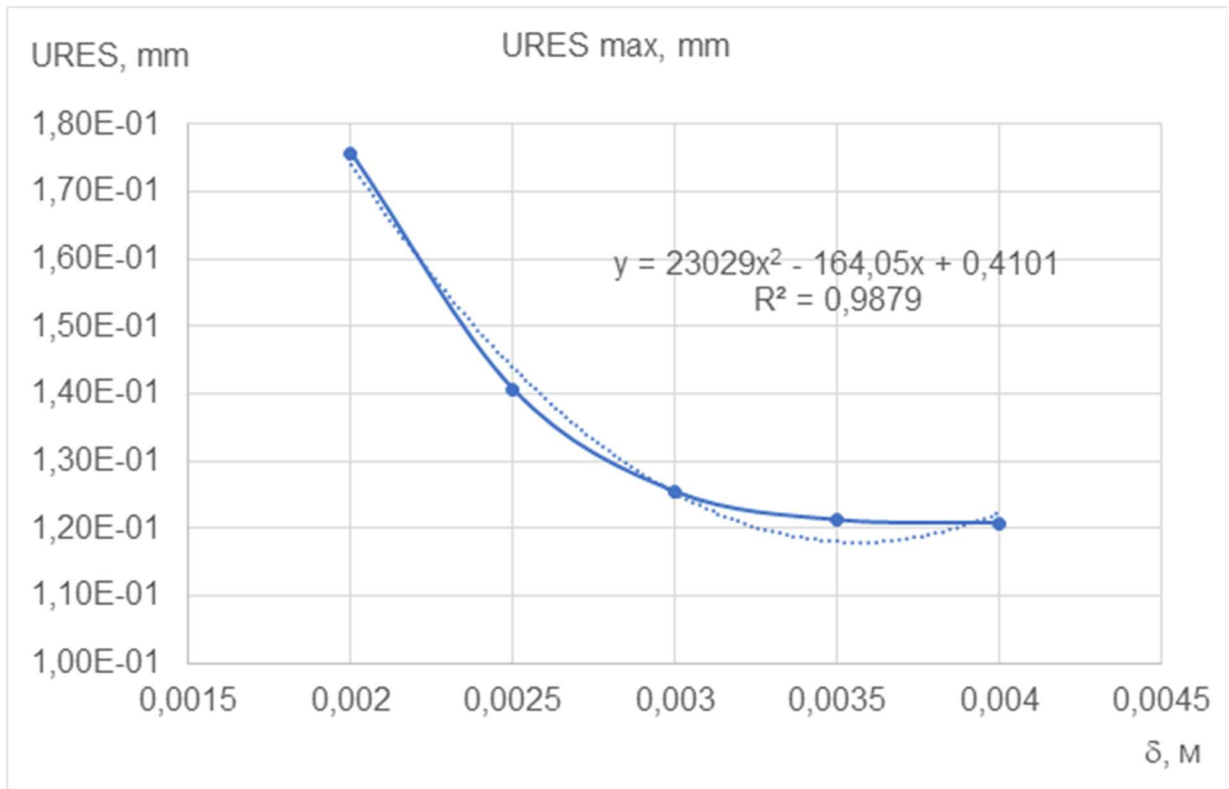


Рис. 4.25. Максимальні переміщення лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини.

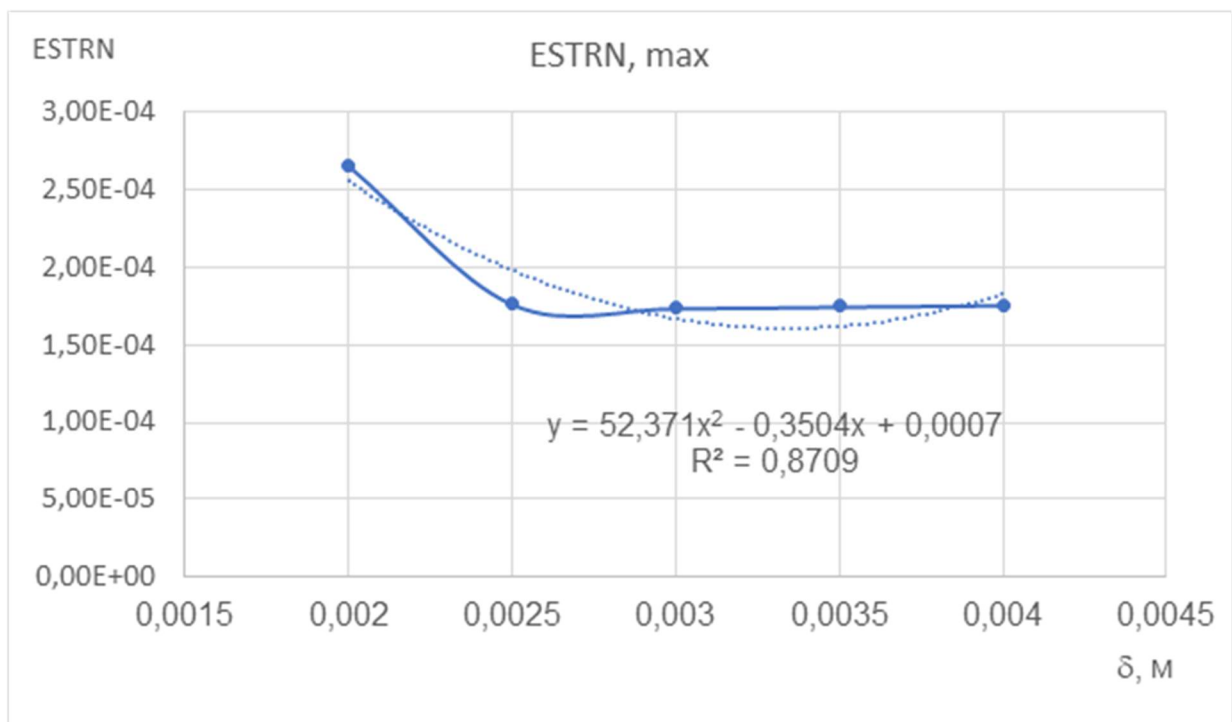


Рис. 4.26. Максимальні деформації лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини.

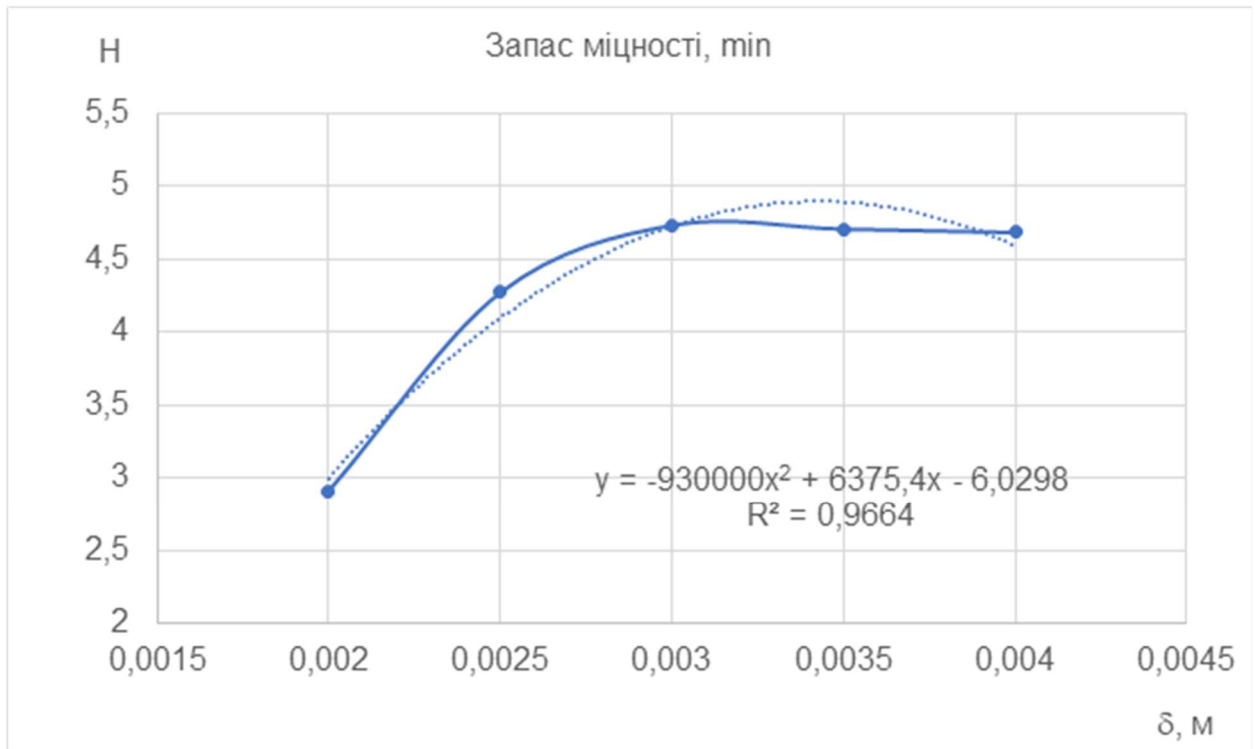


Рис. 4.27. Мінімальний запас міцності лопатки шириною 90мм під навантаженням в залежності від її товщини.

Із застосуванням електронних таблиць отримано ряд залежностей для досліджуваних параметрів. Для переважного числа рівнянь обрано зручну у використанні степеневу форму.

Залежність площі лопатки  $F_3$  товщиною 3мм від її ширини  $L$ :

$$F_3 = 0,0417 L^{0,8467}$$

$$R^2 = 0,9991$$

Залежність маси лопатки  $m_3$  товщиною 3мм від її ширини  $L$ :

$$m_3 = 0,8234 L^{0,2288}$$

$$R^2 = 0,9998$$

Залежність об'єму лопатки  $V_3$  товщиною 3мм в від її ширини  $L$ :

$$V_3 = 0,0001 L^{0,2288}$$

$$R^2 = 0,9998$$

Залежність максимальних напружень  $\sigma_3$  лопатки товщиною 3мм під навантаженням від її ширини  $L$ :

$$\sigma_3 = 4E+07 L^{-0,04}$$

$$R^2 = 0,9974$$

Залежність максимального переміщення  $URES_3$  лопатки товщиною 3мм під навантаженням від її ширини  $L$ :

$$URES_3 = 12,929 L^2 - 2,1461 L + 0,2139$$

$$R^2 = 0,9999$$

Залежність максимальних деформації лопатки  $ESTRN_3$  товщиною 3мм під навантаженням від її ширини  $L$ :

$$ESTRN_3 = 0,0002 L^{-0,04}$$

$$R^2 = 0,9981$$

Залежність мінімального запасу міцності  $H_3$  лопатки товщиною 3мм під навантаженням від її ширини  $L$ :

$$H_3 = 5,2204 L^{0,0406}$$

$$R^2 = 0,998$$

Рівняння для потреби в потужності  $N_3$  для тістомісильної машини, оснащеної лопатками товщиною 3мм під навантаженням від її ширини  $L$  має вигляд:

$$N_3 = 7,3779 \times 0,8497$$

$$R^2 = 0,9993$$

Залежність маси лопатки  $m_{90}$  шириною 90мм від її товщини  $\delta$ :

$$m_{90} = 1,7784 \delta^{0,2266}$$

$$R^2 = 0,9937$$

Залежність об'єму  $V_{90}$  лопатки шириною 90мм в залежності від її товщини  $\delta$ :

$$V_{90} = 0,0002 \delta^{0,2266}$$

$$R^2 = 0,9937$$

Залежність максимальних напружень  $\sigma_{90}$  лопатки шириною 90мм під навантаженням від її товщини  $\delta$ :

$$\sigma_{90} = 1E+13 \delta^2 - 1E+11 \delta + 2E+08$$

$$R^2 = 0,9405$$

Залежність максимальних переміщень  $URES_{90}$  лопатки шириною 90мм під навантаженням від її товщини  $\delta$ :

$$URES_{90} = 23029 \delta^2 - 164,05 \delta + 0,4101$$

$$R^2 = 0,9879$$

Залежність максимальних деформацій лопатки шириною 90мм під навантаженням від її товщини  $\delta$ .

$$ESTRN_{90} = 52,371 \delta^2 - 0,3504 \delta + 0,0007$$

$$R^2 = 0,8709$$

Залежність мінімального запасу міцності  $H_{90}$  лопатки шириною 90мм під навантаженням від її товщини  $\delta$ :

$$H_{90} = -930000 \delta^2 + 6375,4 \delta - 6,0298$$

$$R^2 = 0,9664$$

Встановлено, що оптимальною з точки зору досліджуваних параметрів є поєднання ширини лопатки 90 мм і товщини 3 мм.



## 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

### 5.1 Заходи з охорони праці

До основних видів технологічного обладнання цеху дрібноштучних хлібопекарських та кондитерських виробів відносяться: просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, місильна машина, ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна, транспотери, піч для готових виробів.

Основним фактором небезпеки при використанні просіювачів є велика імовірність виникнення нештатних ситуацій внаслідок накопичення значного заряду статичної електрики, а також загоряння і вибуху дрібного пилю борошна в повітрі. Тому просіювач слід в обов'язковому порядку заземлити і забезпечити достатню вентиляцію для відведення повітря і завислих частинок. Елементи приводу просіювача закрито кожухами.

При роботі з просіювачем має місце обробка легко електризованих матеріалів, а отже обслуговуючий персонал може перебувати під впливом електростатичного поля (ЕП).

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці визначається нормами СН 1757- 77.

Гранично припустима напруженість ЕП на робочому місці обслуговуючого персоналу не повинна перевищувати: при впливі до 1 год - 60 В/м, при впливі від 1 год до 9 год – з умови не більше 60 В/м.

Технологічні місткості повинні в першу чергу забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Відкриті місткості слід розміщувати на висоті, яка б унеможливила випадкове падіння у них обслуговуючого персоналу. Рекомендується встановлення захисних огорож.

Перед і після подачі продукту місткість слід обов'язково піддавати миттю.

Технологічні трубопроводи повинні забезпечувати герметичність. Підтікання є недопустимим фактором, оскільки створює додаткові небезпечності для обслуговуючого персоналу (слизька підлога, підвищена вологість). Зростає імовірність падіння і отримання травм, а також ураження електричним струмом.

Вимогами з безпечної експлуатації електричних відцентрових передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні насосу слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети.

Основними небезпечними для людей факторами роботи насосів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищезазваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

Під час роботи підтікання насосу не повинно перевищувати встановлених для даної конструкції максимальних нормативних значень.

При несправному насосі (при задіванні робочих органів за корпус, кришку, при підвищеній вібрації та шумі) працювати не дозволяється.

Місильна машина являє собою корито із місильним органом для якого застосовано електричний привід. Для безпечної експлуатації необхідно забезпечити заземлення машини, а всі рухомі елементи закрити кожухами.

Ділильна машина, заокруглювальна машина, закаточна машина, вкладач, шафа розстійна являють собою складні системи із електричною та механічною частинами. Для забезпечення безпечної експлуатації слід передбачити заземлення його електричної частини, а також закрити вільний доступ до елементів приводу та робочих елементів за допомогою кожухів. Також для підстраховки на підлозі слід встановити дерев'яну підставку для обслуговуючого персоналу. Наявність кількох рухомих елементів обумовлює виникнення вібрації, тому слід також передбачити впровадження віброізоляції.

При експлуатації транспортерів слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення огорож і захисних кожухів.

У тиражувальній машині слід забезпечити уникнення механічного і електричного травматизму персоналу при фізичному контакті, що досягається монтажом заземлення та встановленням захисних кожухів.

При експлуатації печі суттєву небезпеку становлять ситуації, пов'язані з тепловими опіками. Стандартами передбачається максимально допустима температура поверхонь, які є вільні для дотику, не більша від 50°C. З метою забезпечення нормальних умов праці пропонується застосовувати теплоізоляцію, яка б забезпечувала відсутність вільних умов дотику до нагрітих поверхонь. Для деяких випадків допускається застосування тканинних рукавиць (ГОСТ 12.4.020–82).

При роботі печі необхідно виконати наступні правила по техніці безпеки:

1. До роботи допускаються тільки особи, знайомі з принципом дії печі і відповідно проінструктовані;
2. Перед початком роботи необхідно переконатися в справності печі;
3. Чищення і змащування механізму при роботі печі категорично забороняється;
4. Забороняється працювати без огорожі ланцюгових і шестерних передач;
5. Категорично забороняється працювати без заземлення, піч повинна бути заземлена відповідно до діючих правил і норм;
6. При зупинці печі на довгий час або на час ремонту, а також на час перевірки електроустаткування піч необхідно відключити від мережі;
7. Категорично забороняється використовувати водопідігрівачі для роботи під тиском.

Технологічне обладнання й апаратура цеху кондитерських виробів повинні бути зовні пофарбовані фарбою світлих тонів (крім обладнання, виготовленого чи облицьованого нержавіючим матеріалом), не утримуючих шкідливих домішок. Фарбування посуду й інвентарю фарбами, що містять свинець, кадмій, хром не допускається.

Розміщення технологічного обладнання повинні здійснюється відповідно до технологічної схеми, забезпечувати потоковість технологічного процесу,

короткі і прямі гідравлічні комунікації, виключати зустрічні потоки сировини і готової продукції.

При розміщенні обладнання повинні бути дотримані умови, що забезпечують вільний доступ працюючих до нього, проведення санітарного контролю за виробничими процесами, якістю сировини, напівфабрикатів і готової продукції, а також можливості мийки, збирання і дезінфекції приміщень і обладнання.

Усі частини, що стикаються з сировиною, повинні бути доступні для чищення, миття і дезінфекції.

При проектуванні і монтажі нового обладнання треба забезпечити: основні проходи в місцях постійного перебування працюючих шириною не менше 1,5 м; проходи біля віконних прорізів, доступних з рівня підлоги, або площадки - не менше 1 м; проходи для огляду і регулювання апаратів і приладів - не менше 0,8 м; проходи для огляду трубопроводів і апаратів, які не треба регулювати - не менше 0,7 м; ширина проходів між автоматичними і механізованими лініями (по їх осях) і головних проїздів - не менше 2,4 м. Розриви між окремими машинами, верстатами, ємкостями, розміщеними в одному ряду - не менше 0,35 м.

Освітлення виробничих приміщень повинне відповідати вимогам Сніп "Природне і штучне освітлення. Норми проектування" і "Санітарним вимогам до проектування підприємств переробної промисловості".

У виробничих приміщеннях найбільше прийнятно природне освітлення: світловий коефіцієнт (СК) повинний бути в межах 1:6 - 1:8. У побутових приміщеннях СК повинний бути не менше бути не менш 1:10. Коефіцієнт природного освітлення (КЕО) повинний бути передбачений з урахуванням характеру праці і зорової напруги.

При недостатнім природному освітленні варто застосовувати штучне освітлення - переважно люмінесцентні лампи. У приміщеннях з важкими умовами чи праці не мають постійних робітників місць варто використовувати лампи накаливання.

Штучне освітлення повинне бути представлено загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При розміщені стрічкових, роликівих та інших транспортерів треба передбачати проходи між стіною і однією поздовжньою стороною транспортера не менше 0,7 м, а між двома паралельно розміщеними транспортерами - не менше 0,9 м. При цьому з протилежної сторони транспортери при стрічці завширшки до 60 см можна встановлювати впритул до стіни, а при стрічці завширшки понад 60 см роблять розрив від стіни завширшки не менше 0,4 м; при наявності на транспортерах перекидних візків проходи збільшують з врахуванням виступаючої частини візка.

Одними з найбільш поширених на переробних підприємствах небезпечних ситуацій є ситуації, пов'язані з використанням обладнання, яке має рухомі елементи (так звані механічні небезпеки). До механічних відносять небезпечності, які можуть виникнути біля любого об'єкту, здатного спричинити травму в результаті неспровокованого контакту об'єкту або його частини з людиною. До таких небезпечних елементів на заводі в першу чергу відносяться ланцюгові та пасові передачі приводу технологічного обладнання, відкриті зубчаті передачі тощо. Ситуації, пов'язані з механічними небезпечностями нормуються ГОСТами 12.0.003–74, 12.0.002–80, 12.4.125–83 та ін.

Секції агрегатів повинні мати двері, які легко відчиняються, запобіжні прилади, що запобігають травматизму працівників і забезпечують свободу рухів і дій операторів. Для цього монтуються механізми фотоелектричного блокування, що у випадку виникнення перепон на шляху променя світла не дозволяє ввімкнути привід машини.

Найбільш дієвими в такому випадку запобіжними заходами є створення умов, коли небезпечна частина не є легкодоступною (наприклад, закривається кожухом чи кришкою), а також застосування кінцевих електричних контактних датчиків, які припиняють подачу струму у випадку відкриття або демонтажу запобіжної кришки чи кожуха.

Технологічне обладнання, апаратура, посуд, тара, інвентар, плівка і вироби з полімерних і інших синтетичних матеріалів, повинні бути виготовлені з матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

Ванни, металевий посуд, спуски, лотки, жолоби і т.д. повинні мати гладкі, внутрішні поверхні, що очищаються легко, без щілин, зазорів, що виступають чи болтів заклепок, що утрудняють очищення. Варто уникати використання дерева й інших матеріалів, що погано миються і дезінфікуються.

## 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Цивільний захист організується з метою своєчасної підготовки об'єкта до захисту від наслідків НС та оперативного проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Згідно зі ст. 8 закону України "Про цивільну оборону України" "Керівництво підприємств, установ і організацій незалежно від форм власності і підпорядкування забезпечує своїх працівників засобами індивідуального та колективного захисту, організовує здійснення евакозаходів, створює сили для ліквідації наслідків НС та забезпечує їх готовність до практичних дій, виконує інші заходи з цивільної оборони і несе пов'язані з цим матеріальні та фінансові витрати в порядку та обсягах, передбачених законодавством".

На об'єктах підвищеної небезпеки (радіаційно-, хімічно-, вибухонебезпечних) створюються локальні системи виявлення загрози виникнення НС і оповіщення працівників цих об'єктів та місцевого населення, що проживає в зоні можливого ураження (згідно з законом України "Про цивільну оборону України" власники таких об'єктів відповідають за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах). Відповідно до затвердженої Державної цільової соціальної програми розвитку цивільного захисту на 2009-2013 роки, вищеназвані локальні системи мають бути створені до 2013 року на всіх об'єктах підвищеної небезпеки.

Відповідальність за цивільний захист об'єкта несе керівник цього об'єкта, він є начальником ЦЗ об'єкта і підпорядковується своєму старшому начальнику (міністерства чи відомства), а в оперативному відношенні начальнику цивільного захисту міста чи району.

Начальник цивільного захисту об'єкта несе відповідальність за:

- створення, організацію, підготовку і дієздатність системи цивільного захисту на підпорядкованому об'єкті;
- забезпечення захисту персоналу (а на об'єктах підвищеної небезпеки і за захист населення, що проживає в зонах можливого ураження від наслідків аварій на цих об'єктах) під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;
- організацію і здійснення заходів щодо попередження НС, а у разі їх виникнення – за мінімізацію збитків від них;
- створення і організацію роботи системи оповіщення на об'єкті;
- створення і організацію роботи комісії з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій, а також евакуаційної комісії об'єкта;
- постійну готовність органів управління і невоєнізованих формувань об'єкта до функціонування в мирний і воєнний час;
- фінансове та матеріально-технічне забезпечення заходів у сфері цивільного захисту;
- підготовку і навчання персоналу до дій у НС.

Наказом начальника ЦЗ об'єкта призначаються заступники (як варіант – з евакуації, інженерно-технічної частини, з матеріально-технічного постачання, з оперативних питань).

Органом управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту об'єкта є штаб цивільної оборони та надзвичайних ситуацій (штаб ЦЗ та НС) (далі – штаб ЦЗ).

Штаб ЦЗ очолює начальник штабу, який є першим заступником начальника ЦЗ об'єкта. До складу штабу входять заступники начальника штабу і необхідні спеціалісти. Штаб комплектується як штатними працівниками ЦЗ об'єкта так і

посадовими особами підприємства, не звільненими від виконання своїх основних обов'язків.

Начальник штабу ЦЗ відповідає за безпосередню організацію та функціонування сил і засобів цивільного захисту під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру. Він має право віддавати розпорядження з питань цивільної оборони, захисту від НС техногенного, природного та воєнного характеру від імені начальника цивільного захисту об'єкту.

Начальник штабу ЦЗ несе відповідальність за:

- організацію своєчасного оповіщення і збору персоналу об'єкта;
- організацію роботи і узгодженість дій створених на об'єкті органів управління і структурних підрозділів цивільного захисту;
- розробку планової документації з питань цивільного захисту, її своєчасне уточнення і коригування;
- стан готовності особового складу невоєнізованих формувань цивільного захисту до дій за призначенням;
- своєчасне доведення до виконавців рішень начальника цивільного захисту та організацію контролю за їх виконанням;
- організацію збору і аналізу інформації щодо вірогідного виникнення надзвичайних ситуацій, відпрацювання пропозицій щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від їх наслідків;
- виконання заходів, спрямованих на підвищення стійкості роботи об'єкта в воєнний час та при виникненні надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру;
- організацію взаємодії з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;
- організацію спеціальної підготовки і підвищення кваліфікації персоналу у сфері цивільної оборони, захисту від надзвичайних ситуацій.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у режимі повсякденної діяльності:



– знати вимоги законодавчих і нормативно-правових актів держави у сфері захисту персо-налу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і насе-лення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) від надзвичайних ситуацій техногенного, природ-ного та воєнного характеру;

– постійно удосконалювати особисту підготовку;

– спланувати і забезпечити здій-снення відповідних заходів щодо захисту працівників усіх структурних підрозділів об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) і навколишнього природного середовища під час виникнення НС;

– організувати підготовку і навчання персоналу з питань ЦЗ, дій під час загрози або виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природ-ного чи воєнного характеру;

– забезпечити готовність до використання за призначенням органів управління, сил і засобів цивільного захисту щодо попередження і лікві-дації надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру;

– організувати розробку і своєчасне коригування плану дій органів управління та сил цивільного захисту щодо попередження та ліквідації наслідків НС у мирний та воєнний час.

– керувати плануванням та здійсненням евакозаходів на випадок надзвичайних ситуацій як мирного, так і воєнного часу;

– забезпечити весь персонал об'єкта засобами індивідуального і колективного захисту, іншим майном цивільного захисту;

– впроваджувати нові методи прогнозування, оцінки обстановки, розрахунків сил і засобів, прийняття і реалізації рішення з використанням комп'ютерної техніки із сучасним програмним забезпеченням при моделюванні і виникненні надзвичайних ситуацій на об'єкті;

– організувати забезпечення структурних підрозділів об'єкта сучасними засобами оповіщення і зв'язку;

– створити і підтримувати в належному стані матеріальні і фінансові резерви для забезпечення діяльності органів управління і сил цивільного захисту при

виникненні надзвичайних ситуацій техногенного, природного та воєнного характеру.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у *режимі підвищеної готовності*:

- здійснити прогнозування і моделювання обстановки, що склалася, при можливості – з використанням програмного забезпечення, відпрацювати пропозиції щодо нормалізації ситуації;

- перевірити стан системи оповіщення і збору керівного складу, органів управління цивільного захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

- встановити постійний зв'язок і взаємне інформування про ситуацію, що склалася, з місцевими органами державної влади, підрозділами МНС України, аварійно-рятувальними службами тощо;

- організувати спостереження і контроль за станом навколишнього середовища і прилеглої до об'єкта території;

- при виникненні НС, що загрожує життю і здоров'ю персоналу і підопічних об'єкта, здійснити їх екстренну евакуацію в безпечний район;

- вжити заходів щодо захисту навколишнього середовища і підвищення сталості функціонування об'єкта;

- привести органи управління і невоєнізовані формування цивільного захисту (НФЦЗ) у стан готовності до використання за призначенням;

- організувати перевірку служб життєзабезпечення об'єкта, їх готовності до дій відповідно до обстановки, що прогнозується;

- доповісти про обстановку і проведені заходи вищестоящому керівництву.

Обов'язки начальника ЦЗ об'єкта у *режимі надзвичайної ситуації*.

1. Усвідомити й оцінити обстановку, прийняти відповідні оперативні рішення, поставити завдання голові комісії з питань ТЕБ та НС, керівникам інших органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту:

– на забезпечення своєчасного оповіщення персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– на організацію дій НФЦЗ об'єкта щодо локалізації і ліквідації НС;

– на проведення рятувальних та інших невідкладних робіт;

– на організацію меддопомоги постраждалим і евакуацію їх у лікувальні заклади;

– на забезпечення контролю за заходами безпеки при веденні рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;

– на забезпечення безперервного керування заходами щодо ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;

– на організацію своєчасного коригування планів дій щодо ліквідації наслідків НС;

– на організацію спостереження за станом навколишнього середовища і джерелом небезпеки;

– на евакуацію персоналу у безпечні райони.

2. Доповісти вищестоящому керівництву про місце, час, причину, вид НС, завдані збитки, наслідки, вжиті заходи.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у режимі повсякденної діяльності:

– забезпечити готовність систем зв'язку та оповіщення;

– забезпечити підготовку органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту (НФЦЗ) до дій за призначенням;

– керувати розробкою плану цивільного захисту від надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– спланувати та організувати здійснення підготовки та підвищення кваліфікації персоналу об'єкта з питань цивільного захисту від НС мирного та воєнного часу;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;

– забезпечити розробку і виконання органі-заційних, фінансових, інженерно-технічних заходів щодо підвищення стійкості роботи об'єкта за умовами надзвичайних ситуацій мирного та воєнного часу;

– своєчасно подавати перед-бачені звіти, донесення та інші документи;

– удосконалювати навчально-матеріальну базу з питань цивільного захисту.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у режимі підвищеної готовності:

– забезпечити дублювання одер-жаного сигналу оповіщення або інформації про загрозу чи виникнення НС і доведення їх до керівництва, невоєнізованих формувань ци-ві-льного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і насе-ле-ння, що проживає в зоні можливого ура-ження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– організувати збір і аналіз інформації про ситуацію, що склалася та підготувати проект відповідного рішення начальника цивіль-ного захисту;

– забезпечити збір і початок роботи комісії з питань ТЕБ та НС, інших створених органів упоравління цивільного захисту;

– запровадити на об'єкті цілодобове оперативне чергування;

– започаткувати виконання розділу плану, що стосується дій при загрозі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного, природного або воєнного характеру;

– здійснити підготовчі заходи щодо захисту персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– забезпечити доведення розпоряджень начальника цивільного захисту, органів упра-в-ління ци-вільного захисту до виконавців;

– проконтролювати виконання заходів, передбачених календарним планом дій при виникненні надзвичайних ситуацій техно-ген-ного, природного та воєнного характеру;

– забезпечити своєчасне подання відповід-них звітів і донесень до вищестоящего керівництва.

Обов'язки начальника штабу ЦЗ об'єкта у режимі надзвичайної ситуації.

– забезпечити негайне доведення одержанного сигналу оповіщення чи інформації про виникнення надзвичайної ситуації до керівництва, невоєнізованих формувань цивільного захисту, усього персоналу об'єкта (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті);

– прийняти негайні заходи щодо захисту персоналу (а на об'єкті підвищеної небезпеки і населення, що проживає в зоні можливого ураження від наслідків аварії на цьому об'єкті) об'єкта;

– організувати здійснення рятувальних, аварійно-відновлювальних та інших невідкладних робіт;

– забезпечити функціонування за призначенням органів управління та невоєнізованих формувань цивільного захисту;

– організувати практичне вико-нання плану ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного, природного чи воєнного характеру та їх наслідків;

– приймати участь у діяльності комісії з питань ТЕБ та НС і евакуаційної комісії об'єкта;

– забезпечити розробку наказів, розпоряд-жень і вказівок начальника цивіль-ного захи-с-ту та органів управління цивільного захисту;

– забезпечити своєчасне подання відпо-відних звітів і донесень до вищестоящого керівництва.

На ПП „Віфіль” для організації і проведення заходів захисту від НС на базі відповідних структурних підрозділів (відділів, цехів тощо)об'єкта, в залеж-ності від характеру його виробничої діяльності створюються служби цивільного захисту:

- оповіщення і зв'язку;
- протипожежна;
- аварійно-технічна;
- сховищ і укриттів;
- медична;
- охорони громадського порядку;

- протирадіаційного та протихімічного захисту;
- харчування та торгівлі;
- автотранспортна;
- матеріально-технічного постачання та інші.

Вказані в розділі способи і засоби захисту повинні впроваджуватись у всі види переробних підприємств з урахуванням характеру небезпечностей для забезпечення надійності роботи підприємств в умовах надзвичайних ситуацій.

## Висновки

У дипломній роботі вирішується задача дослідження впливу місильних органів тістомісильної машини И8-ХТА з використанням програмного комплексу SolidWorks на їхню міцність і витрати потужності при замішуванні тіста.

Запропонована модернізація тістомісильної машини И8-ХТА. Модернізація конструкції існуючої машини полягає в зміні структури передачі крутного моменту на місильні вали і встановленні спеціальної відбиваючої лопатки перед передньою опорою місильного вала для запобігання попаданню тіста в підшипник. Пропоновані зміни дозволять розвантажити шестерню ведучого місильного вала, збільшивши таким чином тривалість його роботи без ремонту. Пропоновані для встановлення відбиваючі лопатки дозволяють подовжити період міжремонтного обслуговування.

У процесі формування завдань для дослідження було задіяно два конструктивні параметри, а саме:

- ширина лопаток 0,07 м; 0,08 м; 0,09 м; 0,1 м; 0,11 м;
- товщина лопаток 0,002 м; 0,0025 м; 0,003 м; 0,0035 м; 0,004 м.

Для місильної лопатки запропоновано використати сталь 40Х13.

За підсумками досліджень встановлено вплив конструктивних параметрів місильної лопатки в процесі роботи на рівень напруження за фон Мізесом, статичні переміщення та залишкові деформації, а також на запас міцності (FOS). Також встановлено вплив конструктивних параметрів місильної лопатки на рівень використаної при замішуванні потужності.

Отримані при дослідженні місильної лопатки результати доцільно застосовувати при аналізі конструкції діючих на виробництві робочих органів тістомісильних машин, а також для створенні нових конструктивних рішень для перемішування.

Встановлено, що оптимальною з точки зору досліджуваних параметрів є поєднання ширини лопатки 90 мм і товщини 3 мм.

В останньому пункті кваліфікаційної роботи магістра розглянуто питання щодо охорони праці при виробництві хлібобулкових виробів, а також заходи із безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Запропоновані у роботі науково-технічні рішення є актуальними та доцільними.



## Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В. Закалов І.О.. – Тернопіль, 2001.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Б. Г. Колесников, В. П. Лысиков , А. П. Парходько.”Справочник механика сахарного завода” . Технологическое оборудование. Легкая и пищевая промышленность. -М., 1983.-с.
4. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
5. Практикум по расчётам оборудования хлебопекарного и макаронного производств /Под ред. Ю.А.Калошина.— М.: Агропромиздат, 1981.— 158с.
6. Демезюк Э.С. Технологическое оборудование предприятий хлебопекарной и кондитерской промышленности / Демезюк Э.С., Емельянов Н.А.— М.: Пищепромиздат, 1963.— 342с.
7. Михелев А.А. Справочник по хлебопекарскому производству. Т.1. – М.: Пищевая промышленность, 1977. – 368с.
8. Лисовенко А.Т. Технологическое оборудование и пути его совершенствования. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. -208с.
9. Справочник по хлебопекарному производству [Текст]. - М. : Пищевая промышленность, 1972 - . Т. 1 : Оборудование и тепловое хозяйство / А. А. Михелев. - 1972. – 542с.
- 10.В. Реник. Система забезпечення якості продукції / Реник В., Червеняк Р. // Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей V Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". 28-29 квітня 2022 р./ М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ТНТУ, 2022. – С. 95.

- 11.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.
- 12.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.
- 13.SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
- 14.SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.

Міністерство освіти і науки України,  
Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя  
Маріборський університет (Словенія)  
Технічний університет в Кошице (Словаччина)  
Каунаський технологічний університет (Литва)  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
Гірничо-металургійна академія ім. Станіслава Сташиця (Польща)  
Луцький національний технічний університет,  
Чернівецький національний університет  
імені Юрія Федьковича,  
Вроцлавський економічний університет (Польща)  
Університет технологій та економіки  
імені Хелени Ходковської (Польща)  
Донбаська державна машинобудівна академія



*Студентське наукове товариство*



**V МІЖНАРОДНА**  
**студентська науково - технічна конференція**  
**"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ**  
**НАУКИ.**

**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"**

28-29 квітня 2022 р.

*(збірник тез конференції)*

*Тернопіль 2022*

|   |     |
|---|-----|
| Реник В., Червеняк Р.<br><b>СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ</b>   | 95  |
| Оліховський В.<br><b>КІНЕМАТИЧНА ТОЧНІТЬ ПРИВОДІВ ПОДАЧ<br/>СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ</b>  | 96  |
| Шептак А.<br><b>ЛОКАЛІЗАЦІЯ МАКСИМАЛЬНИХ НАПРУЖЕНЬ У МІСЦЯХ<br/>ЗВАРНОЇ ПІДКРОКВЯНОЇ ФЕРМИ ПІД ВПЛИВОМ<br/>СТАТИЧНИХ ТА ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ</b>      | 97  |
| Харчій А., Бойко Р.<br><b>ВПЛИВ ІНТЕНСИВНОСТІ ЗАМІШУВАННЯ НА ФІЗИКО-<br/>МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТІСТА</b>  | 98  |
| Гончар Є. , Юренін К., Сапронов О., Сметанкін С.<br><b>УДАРНА В'ЯЗКІСТЬ ЕПОКСИДНИХ КОМПОЗИТІВ,<br/>НАПОВНЕНИХ МОДИФІКОВАНОЮ ДИСПЕРСНОЮ<br/>ДОБАВКОЮ</b> | 99  |
| Стаднюк О.<br><b>АДАПТИВНЕ КЕРУВАННЯ ТОЧНІСТЮ<br/>МЕТАЛОРІЗАЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ</b>   | 101 |
| Марченко П.<br><b>ВИКОРИСТАННЯ СИРОВИНИ ПОДОРОЖНИКА ВЕЛИКОГО<br/>(<i>PLANTAGO MAJOR</i>), ЯК ЛІКУВАЛЬНОГО ЗАСОБУ В<br/>УМОВАХ НАДЗВИЧАЙНОЇ СИТУАЦІЇ</b> | 103 |
| Феєр Р.<br><b>ВИДИ РІДКІСНИХ РОСЛИН У ФЛОРІ ОКОЛИЦЬ<br/>М. ГЛУХІВА</b>  | 105 |
| Долатказіна Є.<br><b>ОЦІНКА ПАРАМЕТРІВ КРОВІ ТА COVID-2019</b>  | 107 |
| Малярчук Б.<br><b>МОБІЛІЗУЮЧИЙ ВПЛИВ СОЦІАЛЬНИХ МЕДІА ПІД ЧАС<br/>ВІДСТОЮВАННЯ ГРОМАДЯНАМИ СВОЇХ ПРАВ ЧЕРЕЗ<br/>ПРОТЕСТИ</b>                            | 109 |
| Собко І.<br><b>ПРОСУВАННЯ БРЕНДУ ПІДПРИЄМСТВА ЗАСОБАМИ<br/>ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГУ</b>   | 111 |
| Хічій О.<br><b>СІМЕЙНІ КОНФЛІКТИ</b>  | 113 |
| Рукіна Д.<br><b>ЕТИЧНИЙ КОДЕКС ЮРИСТА ЯК МОРАЛЬНИЙ<br/>ІМПЕРАТИВ ЙОГО ПРОФЕСІЙНОЇ І ГРОМАДСЬКОЇ<br/>ДІЯЛЬНОСТІ</b>                                      | 114 |

УДК 658.562

Реник В., Червеняк Р. – ст. гр. МОм-51

*Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

## **СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ПРОДУКЦІЇ**

Науковий керівник: к.т.н. Ворощук В.Я.

Renyk V., Cherveniak R.

*Ternopil Ivan Puluj National Technical University*

## **PRODUCT QUALITY PROVIDING SYSTEM**

Supervisor: Voroshchuk V.

Ключові слова: якість, забезпечення, система  
Keywords: quality, providing, system

Розвиток світової економіки в даний час нерозривно пов'язаний з високою якістю виготовлення продукції і товарів широкого застосування. Значення якості не вичерпується тільки її роллю в міжнародній конкуренції. Якість продукції в більшій мірі визначає «якість життя» суспільства.

Якість не можна виміряти як якийсь фізичний параметр з наступних причин. По-перше, як правило, мова в даному випадку йде не тільки про одну єдину величину, а про сукупність багатьох ознак і властивостей. По-друге, у товару є ознаки, дані, яких можуть реєструватися і порівнюватися з аналогами кількісно (точність, швидкість, потужність, вага тощо) і ознаки якісного плану (високий, швидкий, важкий тощо) в рівній мірі використовуються в оцінці за якістю.

Поняття якість може бути застосовано не тільки до товару, але також і до діяльності підприємства, конструкторського бюро, технологічного відділу та інших служб, для яких не існує заданих нормативів, але від їх роботи залежить якість товару, що випускається. Їх діяльність може позитивно або негативно вплинути на якість товару, що випускається, а оцінка подібної діяльності може варіюватися в безмасштабному вимірі «від дуже добре, до дуже погано». Отже, можна говорити про існування «високої» і «низької» якості продукції (або діяльності підприємства) в деякій класифікації за сукупністю різних рангів критеріїв. В області технічної творчості навряд чи можна виділити якийсь центральний ознака, який грає вирішальну роль. Обов'язково міститься безліч ознак, так званих «вторинних» багато в чому визначають якість товару.

Система забезпечення якості виробу індивідуальна для кожного підприємства і тому вона не може носити універсального характеру, оскільки в кожному конкретному випадку залежить від масштабності підприємства і його матеріально-технічних можливостей. І, тим не менш, спільними ознаками такої системи повинні бути три її блоки: проектування якості, управління якістю і контроль якості. Причому ці блоки складають як би постійно діючий замкнутий контур взаємодії між собою безперервно в часі.

Система забезпечення якості фактично відображає всі сфери діяльності підприємства і включає в себе наступні складові: якість проектування виробу; якість виробничих завдань; якість вибору матеріалів і заготовок; якість виготовлення деталей і контроль; якість зберігання; якість зборки і випробувань; якість відвантаження споживачеві; якість технічного обслуговування.