

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)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Модернізація вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

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

(шифр і назва спеціальності)

Керівник	<hr/>	<u>Корнійчук А.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<hr/>	<u>Вітенько Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<hr/>	<u>Ворощук В.Я.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	<hr/>	<u>Вітенько Т.М.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2023

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)
« 17 » листопада 2023 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Корнійчуку Андрію Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Керівник роботи Вітенько Тетяна Миколаївна, д.т.н., професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » листопада 2023 року № 4/7-1062.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 20 грудня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та технічного обслуговування і ремонту подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

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

4. Комп'ютерне дослідження елементів вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки. 5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях. Висновки

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

Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).

Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ. Структурна схема (0,5 л.ф.А1).

Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ. Кінематична схема (0,5 л.ф.А1).

Вузол приводу ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).

Вузол ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).

Постановка завдань на дослідження молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1)

Дослідження молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм. (1 л.ф.А1).

Постановка завдань на дослідження боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1)

Результати дослідження і оптимізації конструкції боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (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. Стручок В.С. – ст.викл.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворощук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 17 листопада 2023 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. Комп'ютерне дослідження елементів вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
8	5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки		
9	5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Графічна частина		
12	Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).		
13	Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ. Структурна схема (0,5 л.ф.А1).		
14	Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ. Кінематична схема (0,5 л.ф.А1).		
15	Вузол приводу ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).		
16	Вузол ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1).		
17	Постановка завдань на дослідження молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1)		
18	Дослідження молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм. (1 л.ф.А1).		
19	Постановка завдань на дослідження боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1)		
20	Результати дослідження і оптимізації конструкції боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (1 л.ф.А1)		

Студент

(підпис)

Корнійчук А.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Вітенько Т.М.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Корнійчук Андрій Володимирович

Тема кваліфікаційної роботи: Модернізація вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Кваліфікаційна робота виконана у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2023 році

Структура кваліфікаційної роботи складається із розрахунково пояснювальної записки об'ємом 91 сторінка (52 рисунки, 3 таблиці) та графічної частини обсягом 8 листів А1.

У кваліфікаційній роботі магістра пропонуються технічні заходи з модернізації подрібнювача цукру, виконуються наступні завдання:

проведення аналізу обладнання для подрібнення харчових продуктів;

розроблення стратегій модернізації подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;

виконання конструктивних розрахунків для подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;

створення тривимірної моделі молотків та проведення чисельних експериментів;

проведення аналізу отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці;

розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: молоток, ротор, подрібнювач, модернізація.

Abstract

Korniichuk A.V. Modernization of the rotor unit of the sugar crusher, model A2-SHIM . 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2023.

The project consists of calculated explanatory note by capacity of 91 pages (52 pictures, 3 tables) and graphic part by capacity 8 sheets of paper A1 .

Diploma work proposes technical measures for the modernisation of a sugar grinder, and performs the following tasks:

analysis of food grinding equipment;

development of strategies for the modernisation of the A2-SHIM sugar grinder;

performing design calculations for the A2-SHIM sugar grinder;

creating a three-dimensional model of hammers and conducting numerical experiments;

analysis of the results obtained;

development of labour protection measures;

development of safety measures in emergency situations.

Keywords: hammer, rotor, chopper, modernisation.

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. Загальні вимоги до подрібнюючих машин.....	10
1.2 Огляд технічних рішень для процесу подрібнення	11
1.3. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	21
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	23
2. Методи та методика досліджень.....	25
2.1. Обґрунтування застосування програми SolidWorks і модуля Simulation для виконання досліджень	25
2.2. Інструментарій SolidWorks для досліджень.....	27
2.3. Порядок досліджень у Solidworks Simulation.....	28
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	30
3.1 Опис будови і роботи подрібнювача цукру марки А2-ШИМ	30
3.2 Технологічний розрахунок подрібнювача цукру марки А2-ШИМ	32
3.3 Технологічний розрахунок шнекового дозатора цукру подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	33
3.4 Кінематичний аналіз подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	34

3.5 Конструктивні розрахунки вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	37
3.6. Заходи з монтажу і експлуатації подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	42
3.6.1. Підготовка до монтажу, приймання і зберігання подрібнювача цукру	42
3.6.2. Вивірка і центрування подрібнювача цукру марки А2-ШИМ	43
3.6.3. Технологія планової і просторової розмітки подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	43
3.6.4 Технічна експлуатація подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	45
4. Комп'ютерне дослідження елементів вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	47
4.1. Постановка завдань дослідження із застосуванням SolidWorks	47
4.2. Результати моделювання молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	49
4.3. Оптимізація конструкції боковин ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.....	60
4.4. Аналіз результатів.....	67
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	73
5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки	73
5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях	77
Висновки	87
Перелік посилань.....	88
Специфікації	

Вступ

Кондитерська промисловість є однією з найважливіших галузей харчової промисловості. Вона забезпечує населення смачними та поживними продуктами, такими як цукерки, печиво, торти, тістечка та інші кондитерські вироби. Ця група виробів є важливим джерелом енергії та поживних речовин для людей різного віку. Кондитерська промисловість є важливим сектором економіки, що створює робочі місця, забезпечує надходження до бюджету та сприяє розвитку торгівлі. Вона є однією з найдинамічніших галузей харчової промисловості, постійно розвивається, відповідаючи на потреби споживачів.

Необхідність прискорення темпів оновлення основного технологічного оснащення тісно пов'язана із задачею підвищення ефективності виробництва. Дослідження і вдосконалення конструкції і принципу роботи обладнання для виробництва хлібобулкових виробів, зокрема подрібнювача цукру марки А2-ШИМ є актуальним науково-практичним завданням, що обумовлює напрям досліджень у кваліфікаційній роботі магістра.

Для реалізації заходів з модернізації подрібнювача виконуються такі завдання:

- проведення аналізу обладнання для подрібнення харчових продуктів;
- розроблення стратегій модернізації подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;
- виконання конструктивних розрахунків для подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;
- створення тривимірної моделі молотків та проведення чисельних експериментів;
- проведення аналізу отриманих результатів;
- розроблення заходів з охорони праці;
- розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. У даній роботі об'єктом дослідження виступають напруження, переміщення і деформації, що виникають у молотках під час функціонування подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Предмет дослідження. Предмет дослідження - подрібнювач цукру марки А2-ШИМ.

Методи досліджень. У даній кваліфікаційній роботі задіяні експериментальні, та теоретичні методи та методики виконання досліджень.

Наукова новизна. Сформовано комп'ютерну 3d модель молотків подрібнювач цукру марки А2-ШИМ для виконання числових досліджень та виконання відповідних розрахунків;

визначено вплив геометричних чинників молотка на величину напружень, деформацій та їхніх показників запасу міцності із виходом на степеневі математичні залежностей.

Отримані результати доцільно використати при вдосконаленні діючих та розробленні нових конструктивних рішень для молоткових дробарок.

Результати, представлені у магістерській роботі були показані на VI Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 27-28 квітня 2023 року та XII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року.

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. Загальні вимоги до подрібнюючих машин

Під час процесу подрібнення необхідно уникати значного стиснення та зберігати теплові показники подрібненої маси в межах рекомендованих для даного типу продукту.

Виключити можливість потрапляння мастил, металевих частинок, корозії металевих компонентів та інших зайвих елементів в робочі зони.

Деталі, що знаходять контакт з сировиною та готовим продуктом, повинні бути виготовлені з матеріалів, що стійкі до корозії. Корозія зазвичай виникає через неправильний вибір матеріалу або захисних покриттів, а також через значну шорсткість поверхонь деталей.

Конструкція робочих вузлів повинна бути зручною для монтажу та демонтажу, забезпечувати легкий доступ для санітарного очищення, дезінфекції та видалення залишків сировини та напівфабрикатів.

Елементи електричної та електронної складових, електроапаратура, проводка, елементи керування та автоматизації повинні бути водонепроникними або герметичними, обладнані спеціальними захисними елементами. Також всі електричні компоненти повинні бути надійно заземлені.

Рекомендується монтувати елементи керування та пускове обладнання в окремому корпусі, розміщеному у робочій зоні машини.

Надійність та тривалість служби обладнання для подрібнення харчових продуктів залежать від ряду факторів, які можна умовно розділити на конструкційні, технологічні та експлуатаційні.

Конструкційні фактори включають динаміку та кінематику машини, жорсткість усієї конструкції та окремих її складових, форму та конфігурацію різальних інструментів і деталей подрібнювального механізму, вибір матеріалу для виробництва, точність виготовлення, посадки та клас шорсткості.

Технологічні фактори охоплюють технологію отримання заготовок, використання для виготовлення різальних інструментів і деталей, методи формування напівфабрикатів, способи поверхневого зміцнення, відновлення та обробки поверхні робочих деталей та інструментів.

Експлуатаційні фактори включають правильність монтажу окремих вузлів машини та устаткування в цілому, дотримання правил під час установки машини, налагодження механізмів та пристроїв, виявлення вібрацій та корозійного середовища, стан мастильних олій та їх періодичність, якість технічного обслуговування і ремонту, рівень підготовки та кваліфікація обслуговуючого та ремонтного персоналу.

1.2 Огляд технічних рішень для процесу подрібнення

У подрібнювачах ударної дії подрібнення матеріалу здійснюється під дією ударних навантажень. Ці навантаження можуть виникати під час взаємного зіткнення частинок подрібнюваного матеріалу, зіткнення частинок матеріалу з нерухомою поверхнею, зіткнення матеріалу і рухомих робочих органів машин.

Молоткові подрібнювачі (рис. 1.1) класифікують за їхньою конструкцією: відкритий та закритий типи; з периферійною або центральною (осьовою) подачею сировини до робочої камери; з апаратурою для попереднього деформування або подрібнення сировини та без такої апаратури; з розміщенням барабану горизонтально чи вертикально; з молотками, які знаходяться на барабані із шарнірним підвішуванням, або з жорстким їхнім кріпленням; з циліндричними решетами, боковими решетами або без них; з вихровою камерою або без неї.

Розглядаючи основні конструктивні характеристики молоткових подрібнювачів, можна відзначити, що відмінності між відкритою та закритою конфігурацією робочої камери визначаються рядом факторів. Відкрита конструкція, де продукт виходить вільно з камери, зазвичай має вищу продуктивність та менші витрати енергії і металу, але вона зазвичай не

забезпечує таку ж якість подрібнення. Наприклад, при однаковому розмірі часток подрібнення від відкритого типу може бути помітно гірша рівномірність фракційного складу. Крім того, цей тип не підходить для подрібнення грубих частинок до стану борошна.

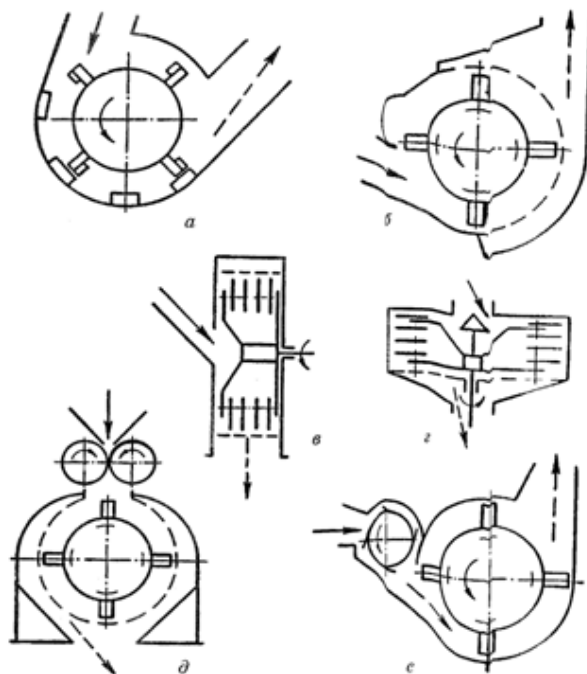


Рис. 1.1. Типи молоткових подрібнювачів

а, е – відкритого типу; б, в, г, д – закритого типу; а, б, д, е – периферійна подача; в, г – центральна подача; д, е – з пристроєм для попередньої обробки сировини; а, б, в, д, е – з горизонтальним розміщенням барабана; г – з вертикальним розміщенням барабана; б – з вихровою камерою; а – з жорстким кріпленням робочих органів на барабані; б, в, г, д, е – із шарнірними молотками; а, е – безрешітні; б, в, д – з циліндричними решетами; г – з боковим решетом

Використання шарнірного підвішування молотків суттєво підвищує їхню надійність та тривалість служби, уникає можливості застрягання. У випадку периферійної подачі сировини у робочу камеру через вихрові камери або подібні пристрої, що передують завантаженню, організується повітряний режим, сприяючи полегшенню надходження сировини та підвищенню ефективності удару молотків, а також сприяє просіюванню продукту через решітку.

Серед численних методів механічної дії на частинку з метою її подрібнення, таких як удар, роздавлювання, різання, сколювання, стирання тощо, найбільш широкое застосування в практиці кормоприготування отримали удар і роздавлювання. Проте в більшості випадків ці види деформацій супроводжуються іншими, які, в залежності від обставин, можуть бути бажаними чи небажаними, сприяючи або ускладнюючи процес подрібнення.

За технологічним призначенням роторні дробарки ділять на дробарки великого (ДРК), середнього (ДРС) і дрібного дроблення (ДРМ). Принципові конструктивні схеми роторних дробарок багато в чому однакові і відрізняються числом відбивних плит і співвідношеннями розмірів ротора. Камера дроблення у дробарок ДРК утворюється ротором і двома відбивними плитами, у дробарок ДРС і ДРМ - ротором і трьома плитами.

Молоткова дробарка складається зі засобів подачі сировини – живильника (бункерного для рідинних матеріалів і транспортерного для стеблових або крупних часток), робочої камери із молотковим барабаном для подрібнення сировини, засобів відокремлення та вилучення обробленого продукту (наприклад, решето, пневматичний або механічний транспортер), системи для циркуляції повітря для очищення його та його повернення або видалення з робочої камери, а також електроприводу та механізмів передачі руху (див. рис. 1.2).

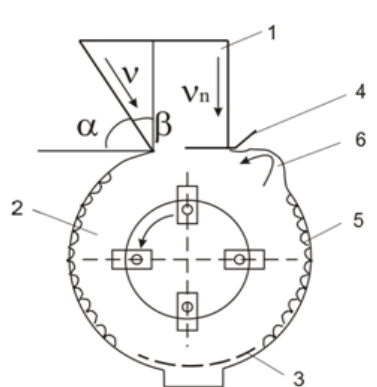


Рис. 1.2. Будова молоткової дробарки.

1 – живильник (бункер), 2 – робоча камера з молотковим барабаном, 3 – пристрій для сепарації (решето), 4 – засувка, 5 – дека, 6 – вихрова камера.

Молотки з колосникоподібною формою (зображені на рис. 1.3 а, б) використовуються для подрібнення немалоабразивних та м'яких сировин. Ці молотки можуть мати два отвори, що дають можливість переставити їх з одного боку на інший у разі зношування торців молотка. Молотки з характерним збільшенням робочої частини (рис. 1.3 в, г, д) використовуються для обробки середньоабразивних сировин. Молотки у формі скоби (рис. 1.3 е) застосовуються у схожих умовах, що й молотки з колосникоподібною формою. Посилені молотки у формі скоби (рис. 1.3 ж) використовуються під час подрібнення стійких видів сировини. Молотки у формі скоби ефективніше за молотки з колосникоподібною формою, але їхня експлуатація ускладнюється через нерівномірний знос, який порушує рівновагу дробарки.

Механізм кріплення молотків шарнірним способом зазвичай уникає поломок при потраплянні неподрібнених частинок у робочий простір дробарки. Це досягається тим, що молотки можуть відхилитися на певний кут.

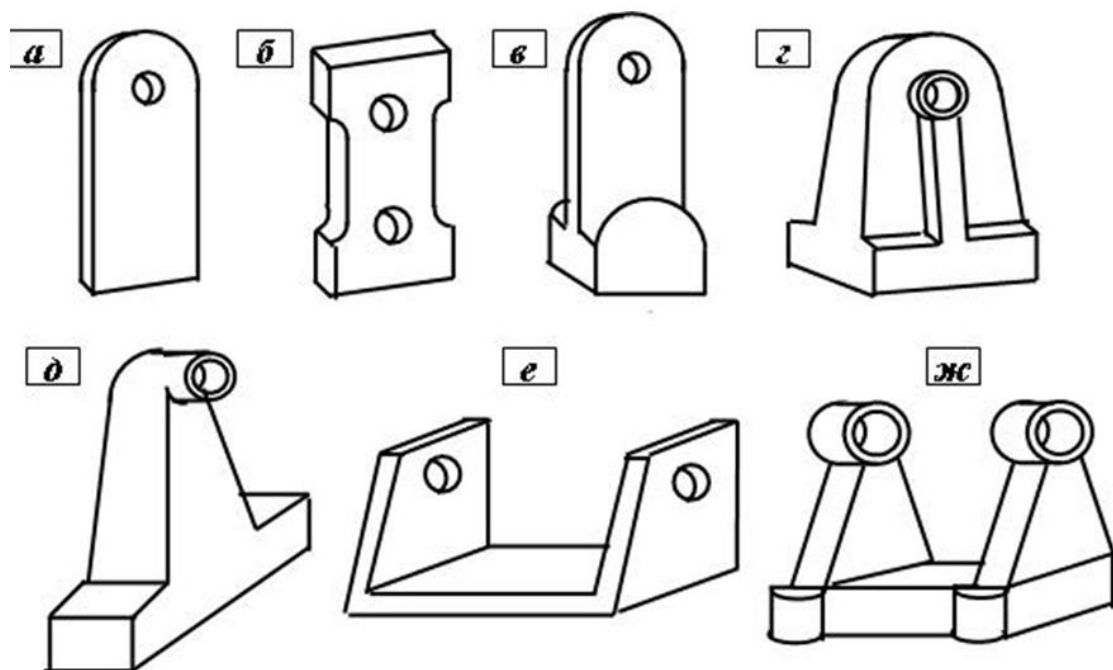


Рис. 1.3. Форми молотків

Нині на харчових підприємствах найчастіше трапляються молоткові млини з шарнірно закріпленими молотками, які називають зазвичай подрібнювача цукруми.

Таблиця 1.1.

Технічна характеристика молоткових млинів

Показник	А2-ШИМ	ММД-600	262-ДГ-8	ЕНД.9114	13-310
Продуктивність, кг/год	320	600	700...900	1000	630...1500
Кутова швидкість робочого органу, рад/с	460	—	430	420	—
Потужність електродвигуна, кВт	5,5	5	24	—	—
Габаритні розміри, мм:					
довжина	1160	1350	1655	1600	1750
ширина	730	370	1855	700	840
висота	1650	1240	2175	1200	2212
Маса, кг	400	800	3400	650	1500

Ступінь подрібнення в розглянутих млинах 150...400. Зазвичай відношення ротора до його діаметра дорівнює від 0,32 до 0,64. Окружна швидкість кінців молотків - 80...84 м/с. Молоткові млини є швидкохідними машинами. Ротори млинів обертаються з кутовою швидкістю до 628 рад/с.

Нині немає повної теорії роботи молоткових млинів і не існує формул для визначення необхідної окружної швидкості молотків, ступеня подрібнення та основних розмірів робочих органів, продуктивності, потрібної потужності тощо. Тому для дослідження таких процесів часто застосовують методи кінцевих елементів.

Дисковий млин із горизонтальними дисками типу 306 фірми "Хайде-нау" (Німеччина) (мал. а) призначений для подрібнення какао-крупки в кондитерському виробництві.

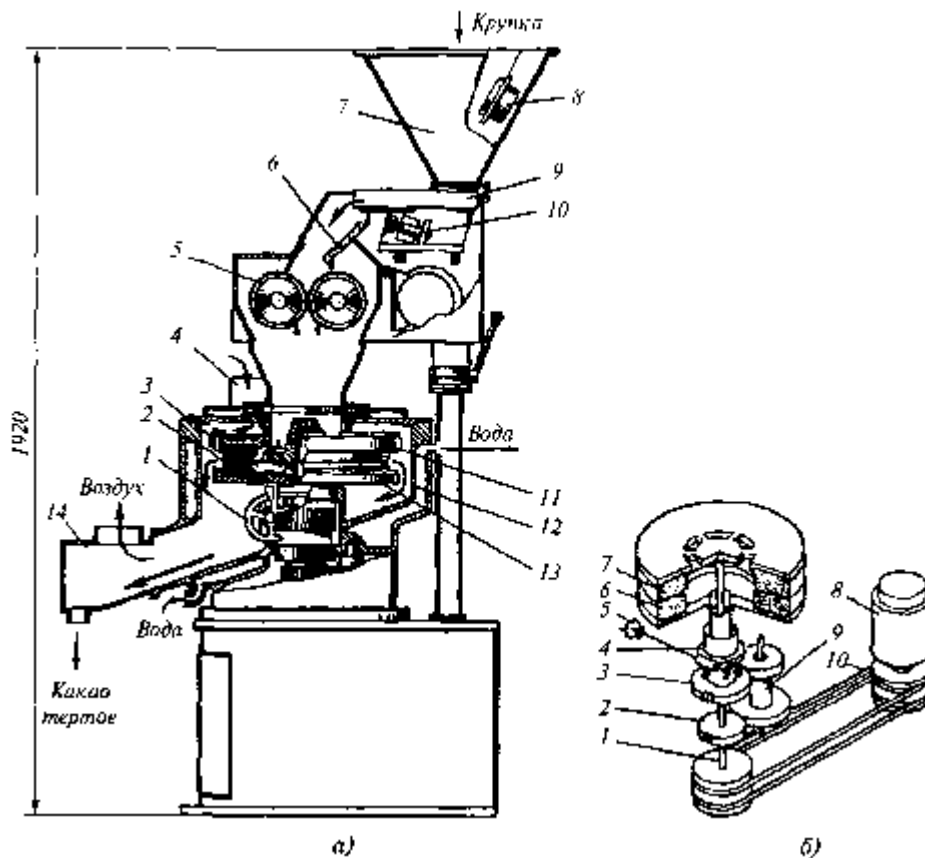


Рис. 1.4. Дисківий млин типу 306:

а - загальний вигляд; б - структурна схема

Какао-крупка поступає до бункера 7, укомплектованого датчиком 8 для контролю рівня крупки в ньому. При зниженні рівня крупки датчик вимикає машину, запобігаючи роботі дисків без наявності продукту. Крупка з бункера потрапляє на коливний лоток 9 з електромагнітним вібратором 10. З лотка вона переходить на плиту 6 з магнітами, де утримуються металеві домішки. Далі крупка направляється на валки 5, які подрібнюють великі частки і рівномірно постачають крупку через отвір у верхньому диску 11 для більш тонкого подрібнення.

Під час проходження через зазор і подрібнення крупка перетворюється на напіврідку масу. Ця маса однорідно виходить із зазорів по всій зовнішній кромці диска, оскільки центростремальне прискорення у багато разів перевищує прискорення вільного падіння.

Отримана маса стікає з охолоджувального корпусу 12 і каналом 14 виводиться з машини. Під час цього процесу какао терте продувається повітрям, яке поступає через патрубок 4. На верхньому диску 11 розташовані припливи 3, які функціонують як лопатки вентилятора. Повітря додатково охолоджує какао терте і частково виводить легколеткі кислоти.

Верхній 11 і нижній 13 диски мають корундові кільця 2 з канавками для видалення какао тертого. Вони працюють протягом 800 годин і змінюються за 30 хвилин. Зазор між дисками регулюється гвинтами та штурвалом 1. Також існує автоматичний пристрій, що перешкоджає їхній роботі без наявності продукту. Розміри отриманих частинок залежать від вологості крупки. Наприклад, при вологості 2,5 %, частка частинок розміром до 75 мкм становить 90... 94 %, а при вологості 1,5 % - 96... 97 %.

На рис. 1.4. б показана структурна схема млина. Від електродвигуна 8 через ремінну передачу 10 обертання передається вертикальному валу 1 з жорстко закріпленим на ньому верхнім диском 7 і шестернею 2. Шестерня через зубчастий блок 9 обертає зубчасте колесо 3 з нижнім диском 6. Штурвалом 5 за допомогою черв'ячної нарізки 4 можна переміщувати нижній диск.

Технічні характеристики дискових млинів представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2.

Технічна характеристика дискових млинів

Модель	306	310/1
Продуктивність, кг/год	600... 1200	630...3000
Споживча потужність, кВт	55	39
Габаритні розміри, мм	1600x1050x1920	1825x925x1815
Маса машини, кг	1800	1600

Штифтові млини мають штифти, або біла, розташовані на одному або двох обертових дисках. Дискові штифтові млини з одним обертовим диском називаються дисмембраторами. Вони застосовуються в кондитерському виробництві для подрібнення крупки в какао терте і какао-жмиху в какао-

порошок. Внаслідок особливих властивостей цих речовин штифтові млини неодмінно працюють спільно з охолоджувальними пристроями. Штифтові млини з двома обертовими дисками називаються дезінтеграторами.

У дисмембраторі МАП-800 (рис. 1.5) подрібнювана сировина (крупка або частково оброблена у дробарці макуха) через отвір 1 конічної форми у кришці 2 надходить разом із повітрям у простір між дисками 5 і 7.

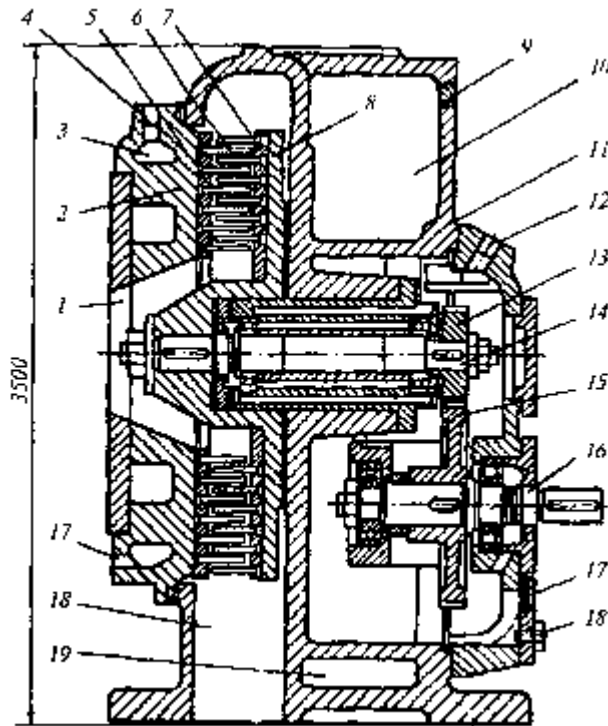


Рис 9.19 Дисмембратор МАП-800

Рис 1.5. Дисмембратор МАП-800

Штифти 6 розміщені на концентричних колах дисків, де штифти одного диска розташовані у кільцевому просторі іншого диска. Диск 5 з'єднаний з кришкою 2, тоді як диск 7 прикріплений до планшайби 8, яка утримується на шпонці на валу 14. Частота обертання вала становить 6000 об/хв завдяки одноступеневому редуктору з зубчастими колесами 13 і 15. Зубчасте колесо 15, яке розташоване на привідному валу 16, обертається із частотою 3000 об/хв. Продукт, знаходячись у просторі між нерухомим і рухомим дисками, піддається багаторазовим ударам об штифти, що призводить до подрібнення, і потім виводиться з дробарки через отвір 20.

Під час подрібнення виникає значне виділення тепла, що може вплинути на якість продукту і навіть призвести до його загоряння. Щоб запобігти цьому, кришка 2 і корпус 11 мають порожнини 3 і 10, до яких подається охолоджувальна вода через отвори 19 і 21, в той час як вода відводиться через отвори 4 і 9. Машинне мастило для змащення мультиплікатора і підшипників заливається через патрубок 12 і зливається через отвір із пробкою 18. Над пробкою розташоване оглядове вікно 17.

Завдяки великому нагріванню продукту, подрібнювальні машини оснащені холодильниками для охолодження подрібненого продукту.

Технічна характеристика штифтових млинів наведена в табл. 1.3.

Таблиця 1.3.

Технічні характеристики штифтових млинів

Показник	Тип установки			
	для какао тертого «Карле і Монтанарі»		для какао-порошка	
	МАП-800	МАП-1000	ИПК 250/1001	«Хайденау» 641-А
Продуктивність, кг/год	800	1000	1000	350...550
Температура продукту, що виходить із млина, °С	110	110	80	80
Температура охолоджувальної рідини, °С	10	10	3	14
Потужність електродвигунів, кВт	60	117	—	27,7
Габаритні розміри, мм:				
довжина	2800	2490	12 250	3750
ширина	1750	1880	3 100	3490
висота	3500	3550	4 450	3400
Маса, кг	—	—	9 915	3500

Кульковий млин компанії "Хайденау" моделі 292-В є вертикальною посудиною з подвійними стінками 6 (рис. 1.6. а).

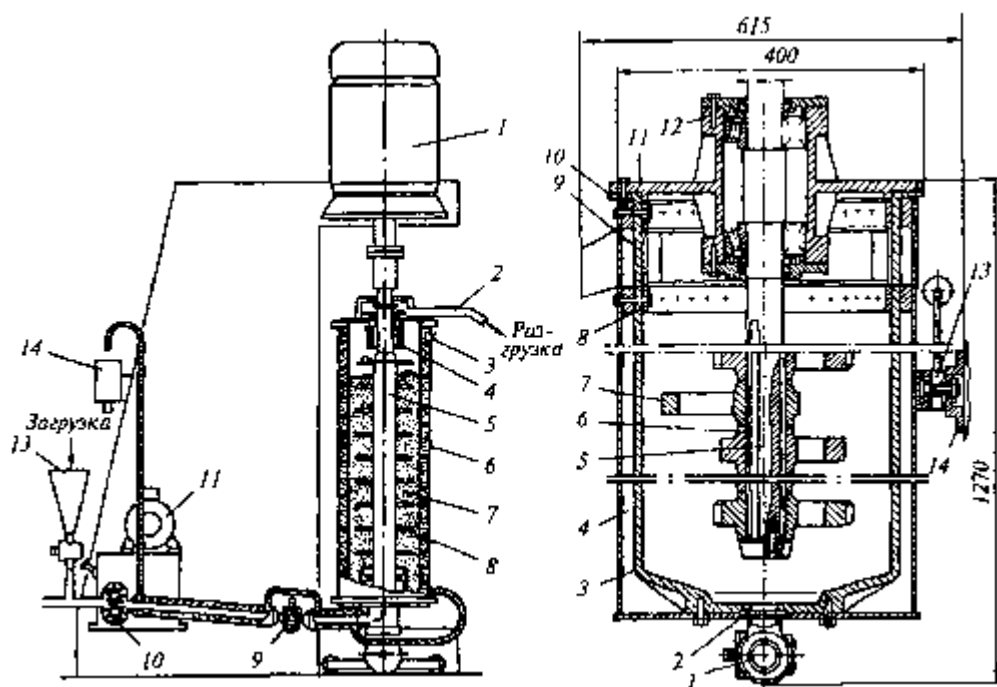


Рис. 1.6. Кульковий млин фірми "Хайденау":
а - загальний вигляд; б - камера подрібнення

Кульковий млин складається з камери, яка частково заповнена кульками 7. У цій камері розміщується мішалка, що складається з вертикального вала 5, дисків, кілець та лопатей 8. Швидкість обертання мішалки варіюється у різних млинах: в одних вона висока, в інших - менша. Також застосовується безступінчасте регулювання швидкості.

Рух мішалки здійснюється безпосередньо від електродвигуна 1. Попередньо подрібнене какао терте надходить в камеру подрібнення через безступінчато регульований насос 10 через кран 9 знизу. Какао терте піднімається серед кульок, що соударяються, до сітки 4 або щілини, і потім через патрубок 2 направляється на подальшу переробку. Сітка розділяє какао терте від кульок. Тривалість перебування какао тертого в камері впливає на ступінь його розмелювання. Місткість камери подрібнення визначає продуктивність млина, що часто вказується в позначенні типу млина відповідно до кожної фірми.

Камера подрібнення обладнана сорочкою, яка заливається охолоджувальною водою через патрубок 3 і зливається в бачок 14. Грубодисперсне какао терте надходить до насоса 10 через патрубок 12. Для промивання млина застосовується какао-олія, що подається через лійку 13 з краном. Електродвигун 11, через безступінчастий варіатор швидкостей, приводить у рух шестерні насоса 10. Перед початком роботи в сорочку камери подрібнення подається тепла вода, а після завершення роботи маса з камери виливається через триходовий кран 9.

У конструкції камери подрібнення у корпусі 3, під корковим краном 1, розташована металева сітка 2. Корпус має охолоджувальну сорочку 4. Вихідний отвір корпусу має решітку 9, яка закріплена до внутрішньої стінки корпусу 3 спеціальними елементами. У кришці 11 розміщені конічні підшипники 12. Вони обертаються разом з вертикальним валом 5, який утримує камеру на станині млина 14. Лопаті 7 закріплені на валу 5 за допомогою трьох шпонок 6. Лопаті і корпус виготовлені з легованої сталі, а кульки - зносостійкої сталі, обробленої термічно. Під час експлуатації відбувається стирання кульок, проте лопаті, які мають форму кілець, зменшують стирання корпусу.

Кулькові млини можуть працювати лише з рідкими речовинами (суспензіями), такими, як какао терте. Часто вони використовуються як частина складного обладнання з одним дисковим млином типу 306 та двома паралельно встановленими кульковими млинами типу 292-В.

1.3. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Вимоги до дробарок, які використовуються для виробництва цукрової пудри, можуть бути наступними:

Фракційність продукту: Дробарка повинна забезпечувати потрібний рівень подрібнення сирцю для отримання цукрової пудри певної фракції. Якість та

розмір часток пудри є важливими для кінцевого продукту, тому дробарка має бути здатна до точного контролю розміру подрібнених часток.

Якість продукту: Дробарка повинна забезпечувати високу якість цукрової пудри, уникати теплового погіршення продукту під час подрібнення та забезпечити однорідність пудри.

Ефективність та продуктивність: Важливо, щоб дробарка була продуктивною та ефективною, здатною до оптимального подрібнення сирцю для цукрової пудри. Швидкість та продуктивність процесу мають велике значення для ефективності виробництва.

Збереження властивостей сировини: Вимагається, щоб дробарка мінімізувала втрату властивостей сировини, таких як смак, аромат, та хімічні властивості цукру, забезпечуючи найкращий результат подрібнення без деградації сировини.

Легке очищення та обслуговування: Дробарка повинна бути легкою в обслуговуванні, здатною до швидкого та ефективного очищення від залишків попередніх сировин, що дозволить уникнути забруднення та забезпечить безпеку продукту.

Стандарти якості та безпеки: Дробарка має відповідати стандартам якості та безпеки харчових продуктів. Забезпечення безпеки продукту та відповідність нормативам дозволяє впевнитися у відповідності продукції вимогам законодавства та підвищити довіру споживачів.

Енергоефективність: Дробарка має бути енергоефективною, що дозволить знизити витрати на електроенергію та оптимізувати виробництво.

Адаптованість до виробничого процесу: Дробарка має бути добре інтегрованою з іншими етапами виробництва цукру та забезпечувати оптимальні умови для обробки сировини в цілому виробничому процесі.

Дробарка моделі А2-ШИМ спеціально розроблена для виготовлення цукрової пудри за допомогою методу подрібнення кристалічного цукру з використанням молоткового ротору. Це обладнання широко застосовується на підприємствах кондитерської та хлібопекарської галузей промисловості.

Проте у процесі експлуатування подрібнювачів А2-ШИМ виявилось, що молотки зі ступінчатим профілем зарекомендували себе не гіршими з точки зору ефективності подрібнення, будучи при цьому довговічнішими. Також варто зазначити, що боковини ротора з молотками, враховуючи специфіку оброблюваної сировини, є занадто масивними. Заміна молотків і облегшення ротора дозволить дещо зменшити потужність електродвигуна і позитивно вплине на термін служби подрібнювача.

Технічна характеристика:

Продуктивність технічна по цукру-піску

ГОСТ 21-78 вологістю не більше 0,15%, кг / год, не менше - 320

Технологічна характеристика:

фракційний склад пудри,%

мкм до 100 - 80

мкм 100 ... 300 – 20

Частота обертання ротора, об / хв - 4620

Встановлена потужність, кВт - 4,25

Споживання електроенергії на годину, кВт.год, не більше - 4,257

Робоча напруга, В - 380

Габаритні розміри, мм, не більше |

довжина: 1160

ширина: 710

висота до кромки бункера: 1700

висота по фільтру: 2080

Маса, кг, не більше – 380

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – вдосконалити конструкцію подрібнювача цукру марки А2-ШИМ, зменшити його матеріаломісткість і навантаження на двигун від ротора

що дозволять зробити дешевшим його виготовлення і обслуговування, збільшити надійність, а процес подрібнення ефективнішим з точки зору енергозатрат.

Для втілення заходів із модернізації подрібнювача цукру виконуються завдання:

проведення аналізу обладнання для подрібнення харчових продуктів;

розроблення стратегій модернізації подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;

виконання конструктивних розрахунків для подрібнювача цукру марки А2-ШИМ;

створення тривимірної моделі молотків та проведення чисельних експериментів;

проведення аналізу отриманих результатів;

розроблення заходів з охорони праці;

розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Предмет дослідження. Предмет дослідження - подрібнювач цукру марки А2-ШИМ.

Методи досліджень. У даній кваліфікаційній роботі задіяні експериментальні, та теоретичні методи та методики виконання досліджень.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Обґрунтування застосування програми SolidWorks і модуля Simulation для виконання досліджень

SolidWorks - це потужна програма для комп'ютерного проектування (CAD), яка надає широкі можливості для створення 3D-моделей та роботи з ними.

Функціонал SolidWorks містить наступні можливості.

Створення 3D-моделей. SolidWorks дозволяє інженерам та дизайнерам створювати деталізовані 3D-моделі об'єктів, виробів або машин за допомогою різноманітних інструментів.

Асоціативність об'єктів. Зміни, внесені в одну частину моделі, автоматично впливають на всі пов'язані з нею елементи моделі. Це дозволяє забезпечити узгодженість та відстеження змін.

Рендеринг і візуалізація. SolidWorks має можливості для візуалізації 3D-моделей, дозволяючи створювати реалістичні зображення та анімації продуктів або деталей.

Аналіз та симуляція. Програма має вбудовані інструменти для проведення аналізу напружень, термодинаміки, аеродинаміки та інших фізичних характеристик для перевірки дизайну перед фізичним виготовленням.

Робота зі зборками. SolidWorks дозволяє створювати складні зборки, включаючи взаємодію різних частин та модулів, перевіряти правильність з'єднань та взаємодію об'єктів.

Документація і макетування. Завдяки цій програмі можна генерувати документацію, креслення, специфікації та іншу технічну документацію для виробництва.

SolidWorks є потужним інструментом для інженерної роботи, розробки продуктів, проектування та моделювання. Вона допомагає інженерам у всьому процесі створення продукту - від ідеї до фізичного виробництва.

У SolidWorks Simulation є багато позитивних сторін, які роблять його цінним інструментом для інженерів, які проектують і досліджують конструкції. Ось деякі з них.

- Точність і надійність. SolidWorks Simulation використовує потужні алгоритми розрахунку, які дозволяють отримати точні і надійні результати.
- Широкий спектр можливостей. SolidWorks Simulation дає багато можливостей для проведення досліджень, включаючи лінійне і нелінійне статичне дослідження, дослідження динаміки, дослідження теплопровідності та інші.
- Зручність використання. SolidWorks Simulation має зручний інтерфейс, який дозволяє легко створювати і виконувати дослідження.
- Інтеграція з іншими програмами. SolidWorks Simulation інтегрується з іншими програмами SolidWorks, що дозволяє використовувати спільні дані і процеси.

SolidWorks Simulation може бути використаний для поліпшення якості проектування конструкцій.

- Аналіз міцності. SolidWorks Simulation можна використовувати для оцінки міцності конструкцій на різних типах навантажень, таких як навантаження від навантаження, навантаження від температури та навантаження від вібрації. Це дозволяє інженерам гарантувати, що конструкції будуть міцними і безпечними.
- Аналіз деформацій. SolidWorks Simulation можна використовувати для оцінки деформацій конструкцій під впливом навантажень. Це дозволяє інженерам гарантувати, що конструкції будуть мати достатній запас міцності і не будуть деформуватися до неприйнятної рівня.
- Оптимізація конструкцій. SolidWorks Simulation можна використовувати для оптимізації конструкцій з метою підвищення їх міцності, деформаційності або інших характеристик. Це дозволяє інженерам створювати конструкції, які є більш ефективними і економічними.

У цілому, SolidWorks Simulation є потужним інструментом, який може допомогти інженерам проектувати і досліджувати конструкції більш ефективно і точно.

2.2. Інструментарій SolidWorks для досліджень

SolidWorks має низку інструментів, які дозволяють проводити аналіз міцності та напружень у деталях та складних конструкціях. Ось кілька способів використання SolidWorks для дослідження міцності.

Finite Element Analysis (FEA). SolidWorks Simulation дозволяє використовувати метод скінчених елементів для аналізу напружень, деформацій, деформацій та інших механічних властивостей деталей або зборок. Це дає можливість визначити місця максимальних напружень та вибрати оптимальний дизайн.

Static Analysis. Визначення статичної міцності для деталей та зборок під дією сталого навантаження. Вона враховує такі фактори, як вага, форма, матеріал та умови експлуатації.

Dynamic Analysis. Вивчення відповіді системи на динамічні навантаження, такі як вібрація, удари або зміна навантажень з часом.

Thermal Analysis. Визначення теплових властивостей конструкцій, враховуючи розподіл температур та їх вплив на міцність.

Fatigue Analysis. Аналіз міцності на втомленість для визначення тривалості служби та стійкості до пошкодження внаслідок циклічного навантаження.

Optimization Studies. SolidWorks дозволяє проводити оптимізаційні дослідження для пошуку оптимального дизайну з урахуванням різних фізичних обмежень.

З використанням цих інструментів SolidWorks можна виконувати комплексний аналіз та дослідження міцності та надійності конструкцій, що

допомагає в ідентифікації проблемних зон та покращенні дизайну для досягнення більш ефективних та безпечних продуктів.

2.3. Порядок досліджень у Solidworks Simulation

Статичний аналіз у SolidWorks Simulation дозволяє оцінити реакцію конструкції на різноманітні статичні навантаження без урахування часу та динаміки. Ось детальний опис кроків для виконання статичного аналізу.

1. Створення моделі.

- Почніть з створення геометрії об'єкта у SolidWorks.
- Застосуйте внутрішні та зовнішні об'ємні чи поверхневі навантаження (наприклад, сили, тиск, обмеження тощо) до моделі.

2. Створення меш-мережі.

- Визначте рівень деталізації меш-мережі для об'єкта. Чим більше елементів мешу, тим точніші результати, але це може зайняти більше часу обчислення.

3. Задання матеріалів.

- Визначте матеріал(и) конструкції та їх механічні властивості, такі як модуль Юнга, межа міцності тощо.

4. Налаштування обмежень.

- Додайте обмеження (граничні умови), які обмежують рухи конструкції, наприклад, фіксація певних точок або кріплення до стінок.

5. Задання навантажень.

- Застосуйте навантаження, такі як сили, тиск, моменти тощо, щоб симулювати умови, за яких буде працювати конструкція.

6. Обчислення.

- Запустіть обчислення для аналізу взаємодії конструкції з навантаженнями, обмеженнями та матеріалами.

- SolidWorks Simulation розрахує переміщення, напруження, деформації та інші параметри, які дозволяють оцінити міцність та стійкість конструкції.

7. Аналіз результатів.

- Оцініть результати, щоб зрозуміти, як конструкція веде себе під різними умовами навантаження та обмежень.

- Перевірте, чи виконані всі критерії міцності, та вирішіть, чи потрібно внести зміни в дизайн для покращення міцності чи оптимізації конструкції.

Цей процес дозволяє інженерам детально оцінити міцність та стійкість конструкції, спираючись на різноманітні умови навантаження та обмежень, що їм буде піддається в реальному середовищі.

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

3.1 Опис будови і роботи подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Молотковий подрібнювач цукру складається з корпусу млина (рис. 3.1), у якому здійснює обертання ротор, оснащений восьмима молотками 2. Вал ротора 3 установлений у підшипниках, які вмонтовані в корпусі та з'єднані з корпусом самого подрібнювача цукру. Електродвигун 4 за допомогою клинопасової передачі забезпечує обертання ротора.

Додатково, на корпусі млина знаходиться завантажувальна воронка 5 для цукру-піску, а всередині корпусу розташований вловлювач 6, який відокремлює металеві домішки. Для подачі цукру-піску в млин використовується привід 7, що включає електродвигун, редуктор та живильний шнек.

Млин та електродвигун змонтовані на рамі 8, яка закріплена на двох стійках 9. Для збору цукрової пудри використовуються змінні бачки 10, які з'єднані з корпусом млина за допомогою фільтра 11.

Зовнішній обмежувальний кожух 12 покриває млин, електродвигун та клинопасову передачу, прикріплений до рами. Електрообладнання подрібнювача цукру включає в себе:

двигун ВІ00S2 У2-5 (4,0 кВт, 2890 об/хв) для приводу ротора млина;

двигун В63А4 У2-5 (0,25 кВт, 1370 об/хв) для приводу шнека;

клемна коробка, що монтується на кронштейні рами;

пост управління 11КІ-722-2УЗ, розміщений на кронштейні передньої сторони рами;

електрошафа, встановлена в окремому приміщенні, відокремленому від молоткового подрібнювача цукру.

Провідка всередині машини виконана проводом ПВГ 1x1,5 мм², прокладеним в металорукаві. Провідники ПГВ 1x1,5 мм², також прокладені в металевій трубі, відведені до електрошафи та млина для запобігання механічних ушкоджень. Подрібнювач цукру і електрошафу обладнано заземленням.

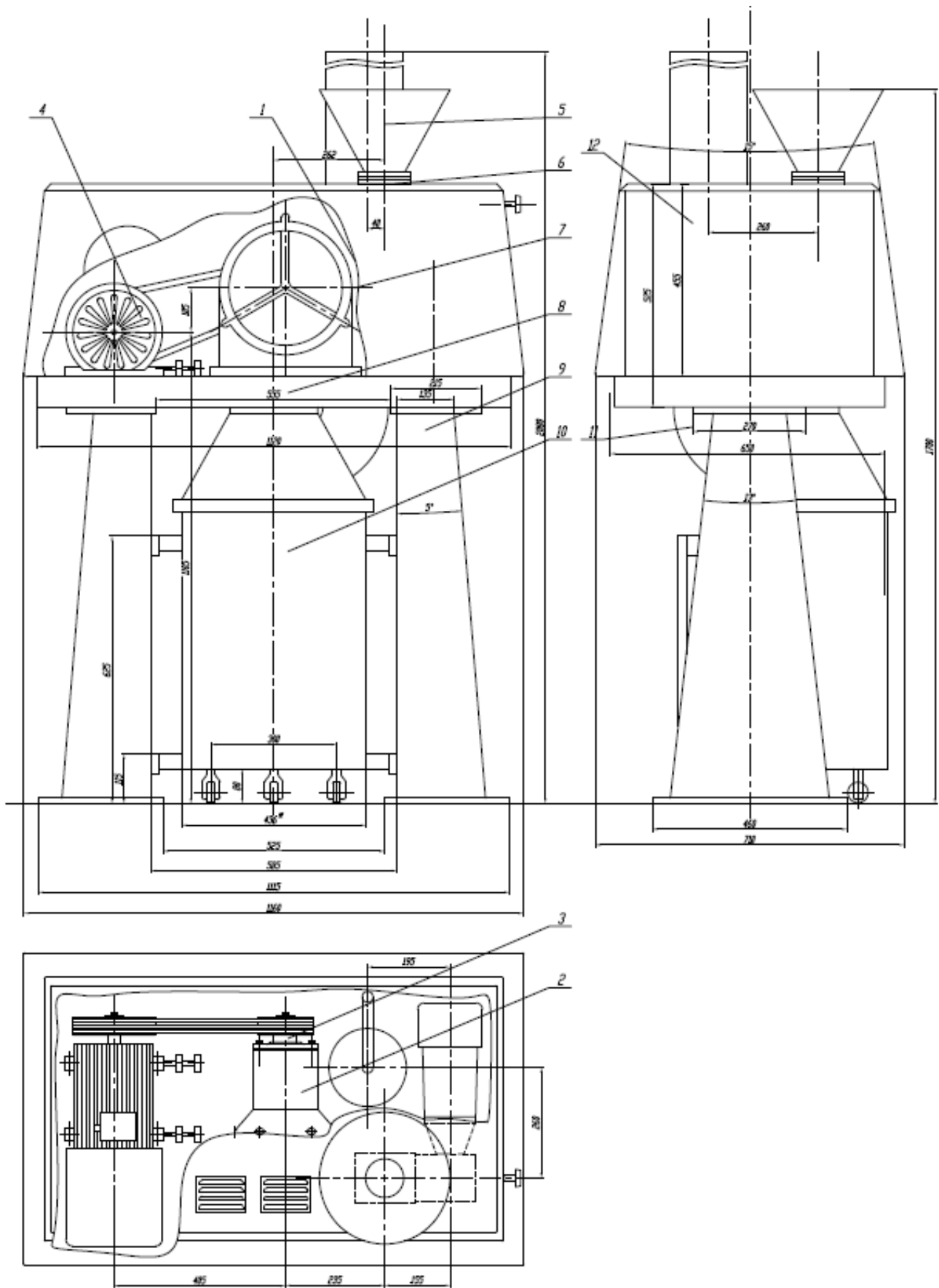


Рис. 3.1 – Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ

Робота подрібнювача цукру полягає у наступному процесі: цукор-пісок викладають у воронку 5, звідки він подається у млин через вловлювач 6, що обладнаний живильним шнеком приводу 7. У млині цукровий продукт піддається багаторазовим ударам, проходить подрібнення та через сито потрапляє у бачок 10. Під час роботи подрібнювач цукру відводить нагрів, який виникає від машинної роботи. Температура цього апарату залежить від обсягу та температури охолоджувального повітря, що висмоктується в пристрій. Подача повітря в подрібнювач цукру регулюється за допомогою спеціального диска, встановленого на кришці корпусу. Обсяг продукту, що подається на подрібнення, регулюється шибером та зміною обертів шківів. Молотки, які зносилися, повинні замінятися комплектно, парно, в протилежних напрямках.

3.2 Технологічний розрахунок подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Розрахунок продуктивності дробарки виконаємо за формулою:

$$P = K_1 \cdot \rho_n \cdot D^2 \cdot L \cdot \omega$$

де $K_1 := 4.25 \cdot 10^{-4}$ емпіричний коефіцієнт, який залежить від типу і розмірів поверхні матеріалу;

$\rho_n := 1587$ кг/м³ - густина цукру;

$L := 0.220$ м - довжина ротора дробарки;

$D := 0.270$ м - діаметр ротора дробарки;

$\omega := 485$ (рад/с) - кутова швидкість ротора

$$P := K_1 \cdot \rho_n \cdot D^2 \cdot L \cdot \omega \cdot 60 = 314.8$$

3.3 Технологічний розрахунок шнекового дозатора цукру подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Продуктивність шнекових систем визначається за формулою:

$$G = n_{ш} \cdot m \cdot k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60, \text{ кг/хв},$$

де $n_{ш}$, об/год — число обертів шнека; m — число заходів шнека; k — число паралельно змонтованих шнеків; R , м — значення зовнішнього радіуса шнека; r , м — значення внутрішнього радіуса шнека; t , м — значення кроку гвинтової поверхні; $2 \cdot a$, м — значення товщини витка на радіусі R ; $2 \cdot b$, м — значення товщини витка на радіусі r ; β , рад — значення кута підйому твірної гвинтової лінії; ρ , кг/м³ — густина транспортованого матеріалу;

$$K = K_H \cdot K_M \cdot K_C,$$

де K_H — значення коефіцієнту заповнення порожнини; K_M — значення коефіцієнту спресування матеріалу; K_C — значення коефіцієнту зменшення подачі.

Частоту обертів шнека будемо шукати для кінця завантажувальної горловини:

$$n_{ш} = \frac{G}{m \cdot k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60}, \text{ об/хв}.$$

Оскільки в подрібнювачі цукру один однозахідний шнек, то:

$$n_{ш} = \frac{G}{k \cdot (R^2 - r^2) \cdot \left(t - \frac{2 \cdot (a + b)}{2 \cdot \cos(\beta)} \right) \cdot \rho \cdot K \cdot 60}, \text{ об/хв}.$$

Розрахунок будемо вести для кінця шнека.

$$\begin{aligned} G &= 320 \text{ кг/год}; R = 0.025 \text{ м}; r = 0.01 \text{ м}; t = 0.095 \text{ м}; \\ 2 \cdot a &= 0.004 \text{ м}; 2 \cdot b = 0.008 \text{ м}; \beta = 0.297 \text{ рад}; \rho = 751 \text{ кг/м}^3; \\ K_H &= 0.91; K_M = 0.89; K_C = 0.75; \\ K &= 0.92 \cdot 0.89 \cdot 0.95 = 0.61. \end{aligned}$$

$$n_{ш} = \frac{320}{(0,025^2 - 0,01^2) \cdot \left(0,095 - \frac{2 \cdot (0,002 + 0,004)}{2 \cdot \cos(0,297)} \right) \cdot 751 \cdot 0,61 \cdot 60}$$

$$= 250 \text{ об/хв.}$$

3.4 Кінематичний аналіз подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Основною операцією, яку виконує блок молотків, є редукція цукру до пудри.

Машина здійснює механічну роботу та відноситься до обладнання з механічним приводом. Робочий орган (ротор з молотками) прикріплений до валу та забезпечує обертовий рух.

Структура вузла ротора містить електричний двигун, пасову передачу та робочий орган (ротор з молотками). Схема вузла шнекового дозатора включає двигун, черв'ячний редуктор та шнек.

Кінематична схема формується під час проектування або модернізації машини і є початковим документом для кінематичного чи силового розрахунку.

Кінематична схема — це уявне плоске або просторове зображення всіх механізмів та ланок машини, яке демонструє послідовність приєднання, їх взаємозв'язок, розподіл енергії, кінематичні зв'язки між елементами машини та іншу інформацію.

Проведемо кінематичний аналіз подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Попередні значення кутової швидкості електродвигуна вузла ротора

$$\omega_{\partial\epsilon} := 316 \quad \text{рад/с}$$

Відповідно частота обертання вала електродвигуна:

$$n_{\partial\epsilon} := \omega_{\partial\epsilon} \cdot \frac{30}{\pi} = 3.018 \times 10^3 \quad \text{об/хв}$$

Необхідна частота обертання ротора:

$$n_p := 77 \quad \text{об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_p := 2 \cdot \pi \cdot n_p = 483.805 \quad \text{рад/с}$$

Число обертів ротора за хвилину

$$n_{px} := n_p \cdot 60 = 4620 \quad \text{об/хв}$$

Розрахуємо попередньо передаточне число пасової передачі.

Передаточне число передачі $u := \frac{\omega_{\partial\epsilon}}{\omega_p} \quad u = 0.653$

Потужність, витрачена на подрібнення $N_{подр} := 3.3 \quad \text{кВт}$

Розрахуємо необхідну потужність двигуна з умови:

к.к.д. підшипника кочення: $\eta_{підш} := 0.99$

к.к.д. пасової передачі: $\eta_n := 0.8$

$$N_{\partial\epsilon} := \frac{N_{подр}}{\eta_{підш} \cdot \eta_n} = 4.209 \quad \text{кВт}$$

З врахуванням стартового запасу потужності приймаємо характеристики електродвигуна:

потужність: $N_{\partial\epsilon} := 4.25 \quad \text{кВт}$

частота обертання: $n_{\partial\epsilon} = 3018 \quad \text{об/хв}$

Попереднє значення кутової швидкості електродвигуна вузла шнека

$$\omega_{\partial вш} := 316 \text{ рад/с}$$

Відповідно частота обертання вала електродвигуна:

$$n_{\partial вш} := \omega_{\partial вш} \cdot \frac{30}{\pi} = 3.018 \times 10^2 \text{ об/хв}$$

Необхідна частота обертання шнека:

$$n_{ш} := 4.17 \text{ об/с}$$

Відповідно кутова швидкість обертання

$$\omega_{ш} := 2 \cdot \pi \cdot n_{ш} = 26.201 \text{ рад/с}$$

Число обертів ротора за хвилину

$$n_{шх} := n_{ш} \cdot 60 = 250.2 \text{ об/хв}$$

Розрахуємо попередньо передаточне число червячної передачі.

Передаточне число передачі
$$u_{ш} := \frac{\omega_{\partial вш}}{\omega_{ш}} u_{ш} = 12.061$$

Потужність, витрачена на транспортування
$$N_{трн} := 0.43 \text{ кВт}$$

Розрахуємо необхідну потужність двигуна з умови:

к.к.д. підшипника кочення:
$$\eta_{підш} := 0.99$$

к.к.д. червячної передачі:
$$\eta_{ч} := 0.9$$

$$N_{\partial вш} := \frac{N_{трн}}{\eta_{підш} \cdot \eta_{ч}} = 0.487 \text{ кВт}$$

З врахуванням стартового запасу потужності приймаємо характеристики електродвигуна:

потужність:
$$N_{\partial вш} := 0.5 \text{ кВт}$$

частота обертання:
$$n_{\partial вш} = 3018 \text{ об/хв}$$

3.5 Конструктивні розрахунки вузла ротора подрібнювача цукру марки А2-

ШИМ

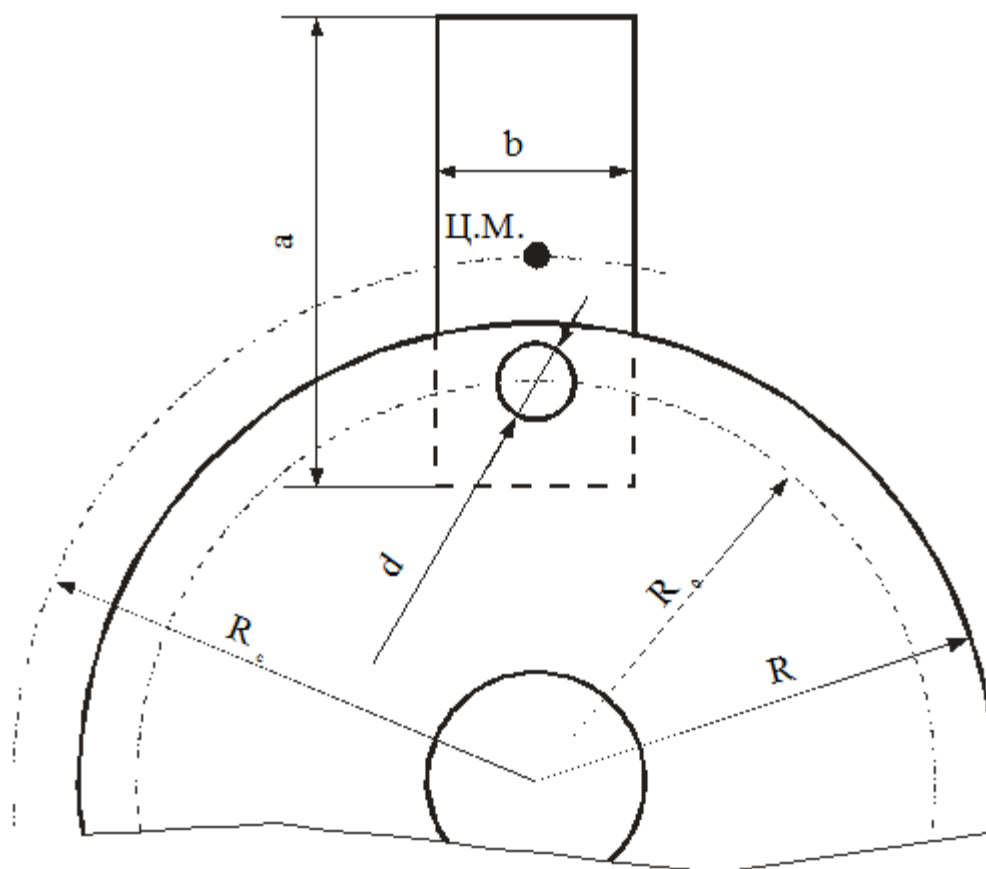


Рис. 3.1. Розрахункова схема ротора

Визначити основні параметри робочих органів молоткової дробарки і дати схему поперечного перерізу ротора, якщо відомі наступні дані:

маса подрібненої частинки $m := 1.2 \cdot 10^{-5}$ (кг)

тривалість удара молотка по частинці продукту продукту

$$t := 0.8 \cdot 10^{-5} \quad (\text{с})$$

Передана потужність:

$$N := 3.8 \quad (\text{кВт})$$

Сила опору частинки руйнуванню:

$$P := 100 \quad (\text{Н})$$

Приймаючи початкову швидкість руху частинки рівною нулю, знайдем мінімально необхідну колову швидкість молотка

$$v_{min} := P \cdot \frac{t}{m} = 66.667 \quad (\text{м/с})$$

Приймем розміри молотка:

$$\text{довжина:} \quad a := 0.065 \quad (\text{м})$$

$$\text{ширина:} \quad b := 0.012 \quad (\text{м})$$

$$\text{товщина} \quad \delta := 0.140 \quad (\text{м})$$

Молотки будем виготовляти з одним отвором. При цьому відстань від центра мас молотка до осі отвору рівна:

$$c := \frac{(a^2 + b^2)}{6 \cdot a} = 0.011 \quad (\text{м})$$

Радіус інерції молотка відносно його центру мас:

$$r_c := \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}} = 0.019 \quad (\text{м})$$

Радіус інерції молотка відносно осі його підвісу :

$$r := \sqrt{r_c^2 + c^2} = 0.022 \quad (\text{м})$$

Віддадь від кінця молотка до осі його підвісу:

$$l := c + 0.72 \cdot a = 0.058 \quad (\text{м})$$

Приймемо, згідно рекомендацій:

Віддадь від осі підвісу молотка до осі ротора:

$$R_0 := 0.080 \quad (\text{м})$$

тобто більше віддалі від кінця молотка до осі його підвісу.

В цьому випадку, радіус найбільш віддаленої від осі ротора точки молотка складає

$$R_0 + l = 0.138 \quad (\text{м})$$

Необхідна кутова швидкість:

$$\omega := \frac{v_{min}}{(R_0 + l)} = 483.083 \quad (\text{рад/с})$$

Прийmemo її з деяким запасом рівною

$$\omega := 485 \quad (\text{рад/с})$$

Маса молотка, виготовленого зі сталі густиною $\rho := 7850 \quad (\text{кг/м}^3)$

$$m_M := 0.150 \quad (\text{кг})$$

Радіус кола розміщення центрів мас молотків

$$R_c := R_0 + \left(l - \frac{a}{2} \right) = 0.106 \quad (\text{м})$$

Відцентрова сила інерції молотка:

$$P_i := m_M \cdot \omega^2 \cdot R_c = 3.723 \times 10^3 \quad (\text{Н})$$

Діаметр осі підвісу молотка, приймаючи допустиме напруження на згин рівним

$$\sigma_{зг.дон} := 100 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$$

$$d := 0.3 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_i \cdot \delta}{\sigma_{зг.дон}}} = 0.005 \quad (\text{м})$$

Відповідно до ряду нормальних лінійних розмірів Ra5 по ГОСТ 6636-69 приймем

$$\underline{d} := 0.006 \quad (\text{м})$$

Для диску зі сталі марки Ст5 допустимі напруження при зминанні

$$\sigma_{зм.дон} := 165 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$$

і при зрізі з врахуванням межі текучості []:

$$\sigma_{тек} := 275 \cdot 10^6 \quad (\text{Па})$$

$$\sigma_{зр.дон} := 0.25 \cdot 275 \cdot 10^6 = 6.875 \times 10^7 \quad (\text{Па})$$

Товщина диску:

$$\delta_{\partial} := \frac{P_i}{d \cdot \sigma_{зм.дон}} = 0.004 \quad (\text{м})$$

Приймаем її рівною $\underline{\delta_{\partial}} := 0.004 \quad (\text{м})$

Мінімальний розмір перемички:

$$h_{min} := \frac{0.5 \cdot P_i}{\delta_{\partial} \cdot \sigma_{зр.дон}} = 0.007 \quad (\text{м})$$

Приймаємо її рівною $\underline{h_{min}} := 0.009 \quad (\text{м})$

Зовнішній радіус диска буде рівний:

$$\underline{R} := R_0 + 0.5 \cdot d + h_{min} = 0.092 \quad (\text{м})$$

Приймем його рівним $\underline{R} := 0.092 \quad (\text{м})$

Тоді розмір перемички буде рівним:

$$h_{\min} := R - (R_0 + 0.5 \cdot d) = 0.009 \quad (\text{м})$$

Кількість молотків: $z := 8$ (шт)

Розрахунковий діаметр вала в небезпечному перерізі:

$$d_0 := 0.152 \cdot \sqrt[3]{\frac{N}{\omega}} = 0.03 \quad (\text{м})$$

Приймаємо: $d_0 := 0.04$ (м)

$$r_0 := \frac{d_0}{2} = 0.02 \quad (\text{м})$$

Максимальне кільцеве напруження:

$$\sigma_{tmax} := \rho \cdot \omega^2 \cdot (0.0825 \cdot R^2 + 0.175 \cdot r_0^2) = 1.419 \times 10^6 \quad (\text{Па})$$

Кільцеве напруження від сил інерції молотків:

$$\sigma_t := \frac{P_i \cdot R_0 \cdot z}{\pi \cdot \delta_0 \cdot (R_0^2 - r_0^2)} = 3.16 \times 10^7 \quad (\text{Па})$$

Сумарне напруження:

$$\sigma_{\text{сум}} := \sigma_{tmax} + \sigma_t = 3.302 \times 10^7 \quad (\text{Па})$$

3.6. Заходи з монтажу і експлуатації подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

3.6.1. Підготовка до монтажу, приймання і зберігання подрібнювача цукру

З заводу-виробника подрібнювач цукру марки А2-ШИМ транспортують у запакованому вигляді, завантажуючи його на автомобільний транспорт. Після цього транспортна компанія бере на себе відповідальність за транспортування. Прибувши на хлібозавод, куди доставляється подрібнювач цукру марки А2-ШИМ, замовник проводить приймання обладнання. Це включає перевірку стану упаковки подрібнювача. Приймання полягає в розпакуванні подрібнювача з можливим залишенням салазок для подальшого зручного транспортування до місця монтажу. Після витягнення пакету з документацією, який прикріплений до інструкції з експлуатації, здійснюється зовнішній огляд подрібнювача без розбирання на складальні одиниці та деталі. Провіряють наявність обладнання, змінних частин, інструментів і пристосувань, узгоджуючи з пакувальною відомістю. Також перевіряють наявність пробок у патрубках, фланців і виявлення візуальних дефектів. Якщо виявлені дефекти або неповнота комплектації, замовник подає рекламацию до заводу-виробника, за умови, що термін придатності обладнання, гарантований постачальником, не минув. На підставі рекламации завод-виробник забезпечує доставку відсутніх виробів, здійснює безкоштовний ремонт або повну заміну дефектного подрібнювача цукру марки А2-ШИМ. Для вирішення питання щодо усунення заводських дефектів у деяких випадках залучають представника постачальника.

Машину переміщують на катках, коли вона знаходиться упакованою формі під час розвантаження з автомобіля та при пересуванні в будівлі до складу безтарного зберігання борошна. Після цього, для транспортування до місця монтажу, подрібнювач цукру марки А2-ШИМ направляють за допомогою електроталі. Перед підйомом машини проводять його строповку — підвішування до гака підйомно-транспортного механізму. Для горизонтального переміщення подрібнювача цукру марки А2-ШИМ використовують лебідку.

3.6.2. Вивірка і центрування подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Встановлення подрібнювача цукру марки А2-ШИМ у проектне положення на фундаментах включає кілька етапів та операцій:

укладка опорних елементів для підтримки обладнання.

попереднє розміщення машини на опорних елементах.

перевірка положення подрібнювача цукру марки А2-ШИМ по висоті і горизонталі (вертикалі), з урахуванням зазору "обладнання - фундамент".

закріплення обладнання за допомогою затяжки фундаментних болтів із встановленим натягом.

Отримання точного положення обладнання по висоті і горизонталі може здійснюватися методом без вивірки, що означає, що встановлення опорних елементів в межах визначених допусків дозволяє досягти необхідної точності без додаткових регулювальних операцій.

При монтажі та обслуговуванні подрібнювача цукру марки А2-ШИМ використовуються різноманітні матеріали та інструменти, включаючи рулетку, нівелір, домкрат, рівень, римболти, а також слюсарно-монтажний інвентар.

3.6.3. Технологія планової і просторової розмітки подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Подрібнювач цукру марки А2-ШИМ в процесі монтажу у виробничому приміщенні (цеху, ділянці) має бути точно встановлений у певному положенні. Для цього його розміщують з використанням прив'язочних координат, тобто двох взаємно перпендикулярних позначень, які співвідносять з найближчими капітальними стінами або колонами. Визначення цих координат зазвичай проводять відносно головних монтажних осей обладнання.

Головні монтажні осі це дві перпендикулярні лінії, які проходять через характерні точки основних елементів обладнання у взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 3.3).

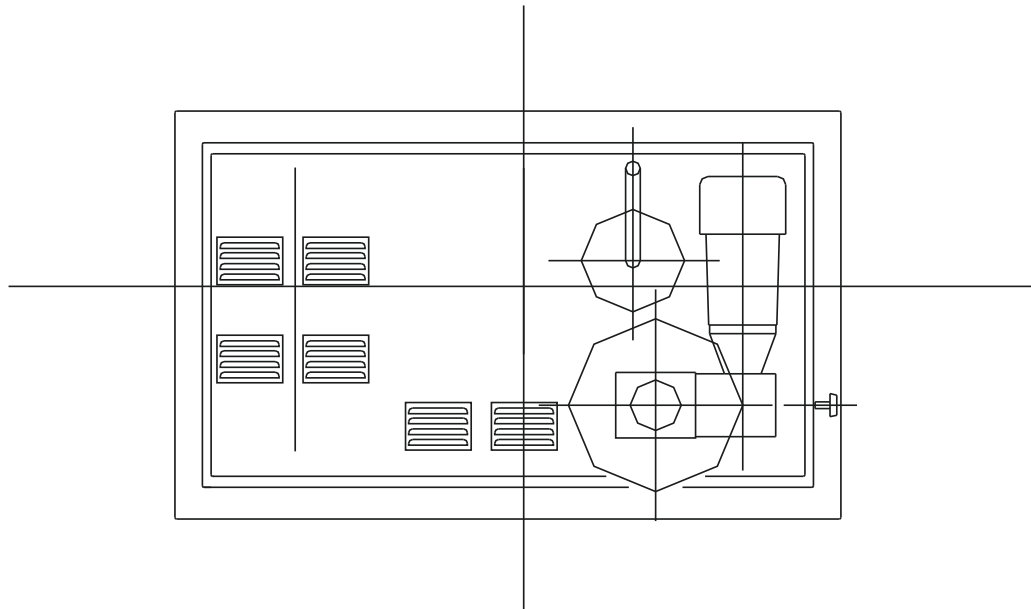


Рис. 3.3. Вигляд зверху подрібнювача цукру марки А2-ШИМ із вказаними головними монтажними осями.

Прив'язочні координати для подрібнювача цукру марки А2-ШИМ на плані будівлі вказують на розміщення машин і апаратів. У випадку нових заводів, такі плани розробляють проектні організації, а для діючих заводів вони створюються працівниками служби головного механіка підприємства.

Для прив'язки подрібнювача цукру марки А2-ШИМ на плані використовуються наступні основні методи:

Від осі стіни або колони до осей фундаменту машини, якщо передбачений фундамент для установки.

Від стіни або колони до станини машини, якщо фундамент не є необхідним.

Від стіни або колони до головних монтажних осей подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Від стіни або колони (або двох капітальних стін) до умовної точки, яка слугує прив'язкою окремих фундаментів під елементи подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Між головними монтажними осями двох або декількох одиниць

обладнання.

3.6.4 Технічна експлуатація подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Основні процедури експлуатації включають регулярне миття та проведення своєчасних профілактичних оглядів для подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Миття машини виконується після кожної зміни робочої зміни. Щоб уникнути корозії, після миття установки потрібно забезпечити максимальний доступ свіжого повітря.

Перед початком роботи слід:

перевірити кріплення щитків.

запустити установку, переконавшись у правильному напрямку обертання ротора.

Під час роботи слід періодично контролювати стан робочих поверхонь (у разі потреби зупинити установку та виправити виявлені недоліки).

При зупинці установки (наприклад, на кінець зміни):

очистити внутрішню поверхню робочих порожнин.

протерти сухою ганчіркою молотки.

Усі ці процедури слід виконувати при відключеному живленні. Технічне обслуговування у виробництві здійснюється під час експлуатації з метою забезпечення її надійності.

Під час експлуатації необхідно проводити:

щозмінні технічні огляди.

щоденні технічні огляди.

Профілактичний ремонт не рідше одного разу на рік.

Щозмінний технічний огляд включає перевірку закріплення шківів, натягу пасів, та перевірку заземлення.

Щоденний технічний огляд включає перевірку кріплення щитків, електродвигуна та електрообладнання установки.

Технічний огляд не рідше одного разу на три місяці включає промивку підшипникових одиниць, заміну мастила та ревізію електрообладнання.

Профілактичний ремонт включає розбирання, профілактику та заміну зношених деталей установки.

Перед початком роботи з подрібнювачем цукру марки А2-ШИМ допускаються робітники, які пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки.

4. Комп'ютерне дослідження елементів вузла ротора подрібнювача цукру марки

A2-ШИМ

4.1. Постановка завдань дослідження із застосуванням SolidWorks

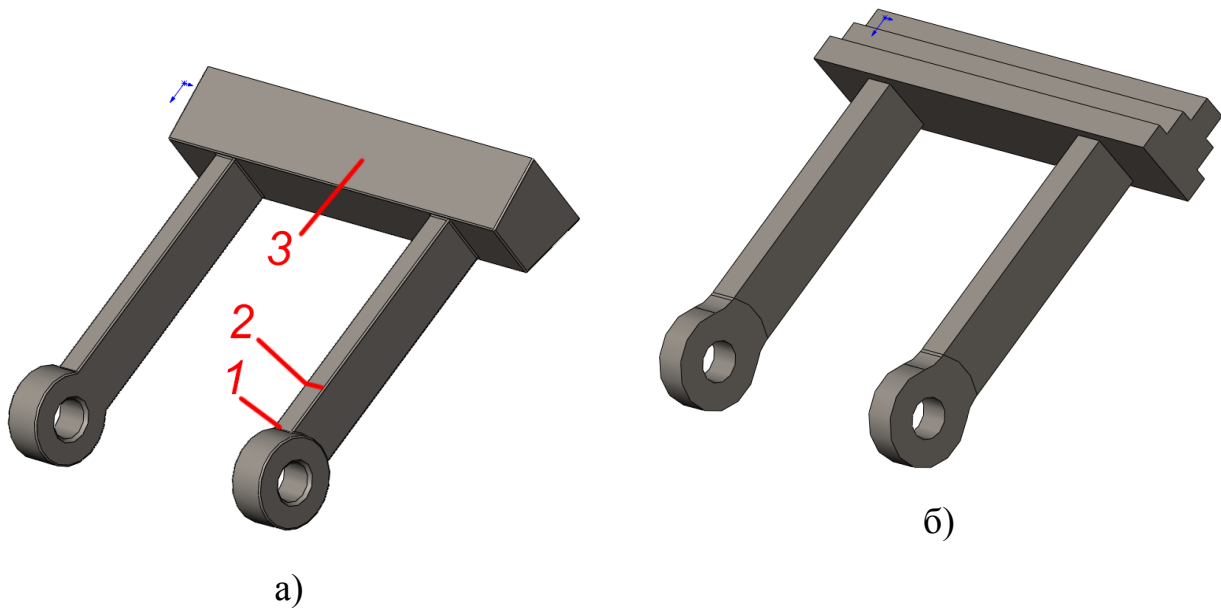


Рис. 4.1. Конструктивна схема молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

а) чинна конструкція; б) пропонується конструкція

У процесі експлуатування подрібнювачів А2-ШИМ виявилось, що молотки зі ступінчастим профілем зарекомендували себе не гіршими з точки зору ефективності подрібнення, будучи при цьому довговічними. Чинна конструкція (рис. 4.1. а) має ряд недоліків, зокрема не достатньо надійний схольний до деформування підвіс 2 з концентратором напружень 1 і більш швидкозношувана порівняно з ступінчатою робоча поверхня 3. Для виправлення цих недоліків пропонується застосувати ступінчастий тип робочої поверхні, а концентрації напружень у підвісах зняти за рахунок на незначного збільшення їх товщини і плавніших переходів між ділянками. Також варто зазначити, що боковини ротора з молотками, враховуючи специфіку оброблюваної сировини, є занадто масивними. Тому доцільно реалізувати топологічний аналіз і запропонувати за його результатами конструктивне рішення. Заміна молотків і

облегшення ротора дозволить дещо зменшити потужність електродвигуна і позитивно вплине на термін служби подрібнювача.

Дослідження молотків і боковин ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ виконували у модулі Simulations програмного комплексу SolidWorks. Дослідження молотків виконаємо для 5 випадків радіуса переходу в районі ділянки кріплення на осі: 5 мм, 15 мм, 25 мм, 40 мм та 50 мм.

Для елементів ротора застосуємо сталь 40Х13:

Тип моделі:	Лінійний
	Пружний
	Ізотропний
Межа текучості:	3,51571e+08 Н/м ²
Межа міцності при розтягу:	4,20507e+08 Н/м ²
Модуль пружності:	2e+11 Н/м ²
Коефіцієнт Пуассона:	0,29
Масова густина:	7 900 кг/м ³
Модуль зсуву:	7,7e+10 Н/м ²
Коефіцієнт теплового розширення:	1,5e-05 /К

Дослідження проводитимемо для налаштувань:

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 нарузі	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 молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Розрахункова схема молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ подана на рис. 4.2. Вказано кріплення і навантаження. На рис. 4.3. показано розрахункову сітку. На рис.4.4 – рис.4.23 представлено результати досліджень молотків під навантаженням.

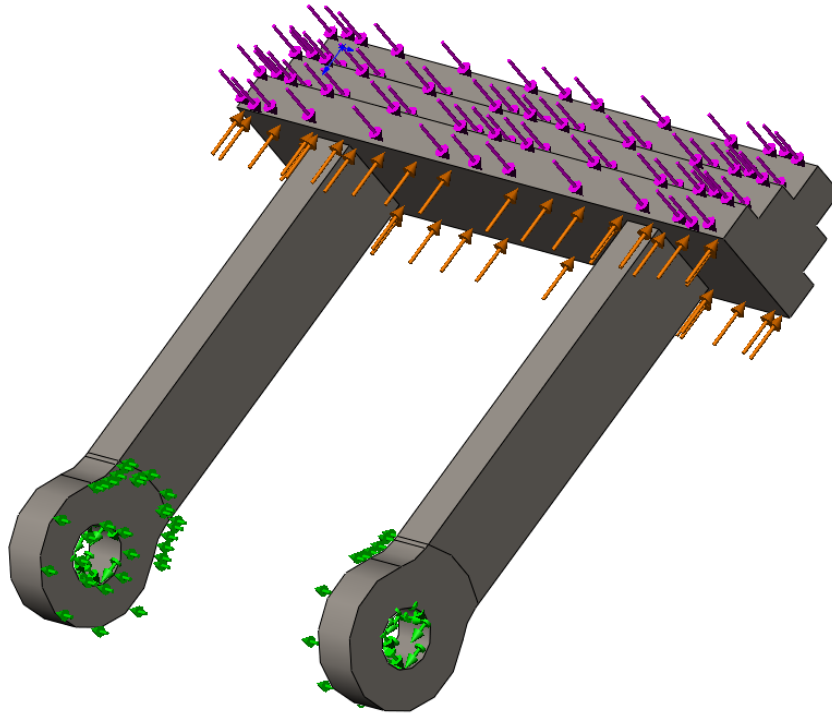


Рис. 4.2. Розрахункова схема молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ



Рис. 4.3. Розрахункова сітка молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Имя модели: Молоток5
 Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
 Тип элоры: Статический узловое напряжение Напряжение1

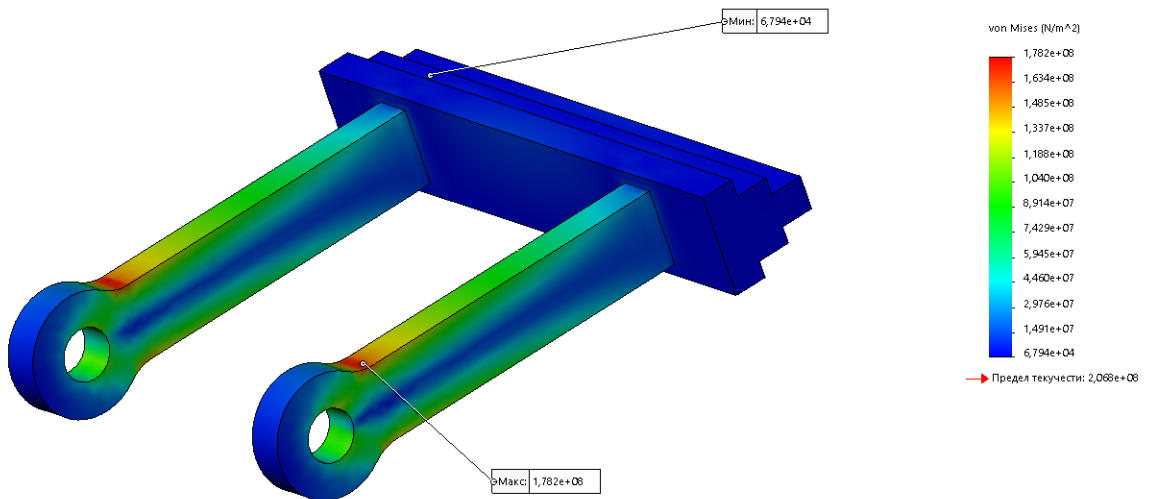


Рис. 4.4. Напруження за фон Мізесом для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 5 мм

Имя модели: Молоток5
Название исследования: Статический 1[-По умолчанию-]
Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1

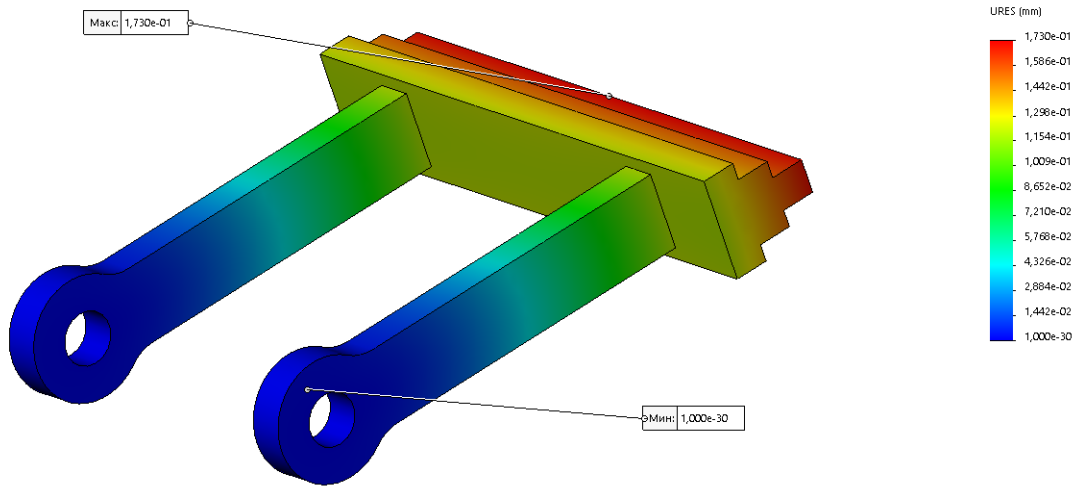


Рис 4.5. Статичне переміщення для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 5 мм.

Имя модели: Молоток5
Название исследования: Статический 1[-По умолчанию-]
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1

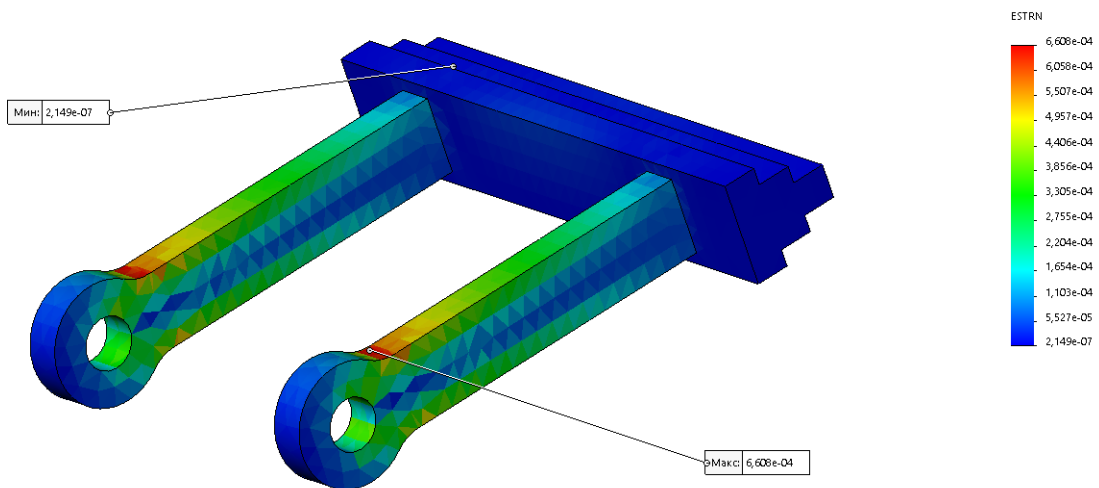


Рис 4.6. Статична деформація для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 5 мм.

Имя модели: Молоток5
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элора: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,2

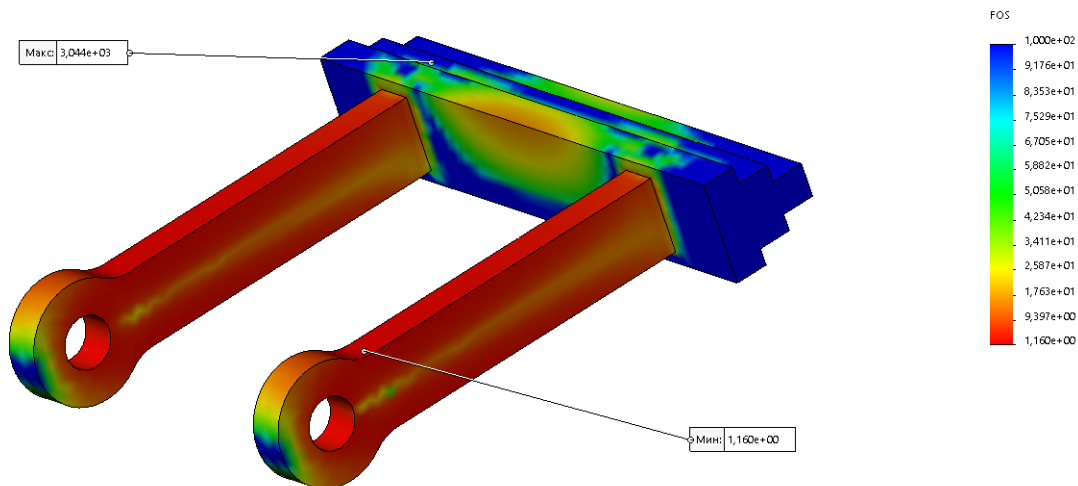


Рис. 4.7. Запас міцності (FOS) для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 5 мм.

Имя модели: Молоток15
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элора: Статический условное напряжение Напряжение1

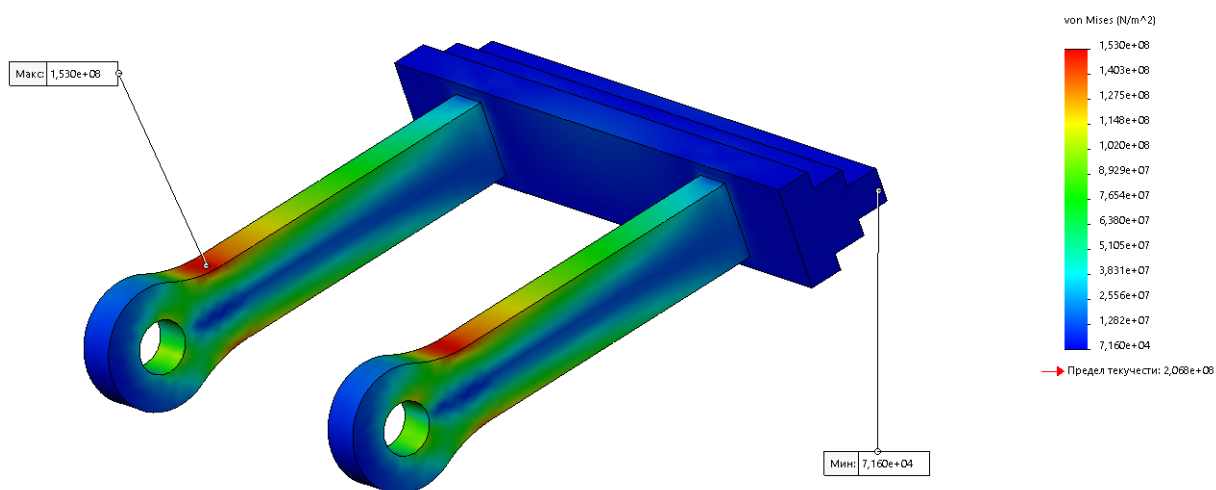


Рис. 4.8. Напруження за фон Мізесом для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 15 мм.

Имя модели: Молоток15
Название исследования: Статический 1-(По умолчанию)
Тип элпору: Статическое перемещение Перемещение1

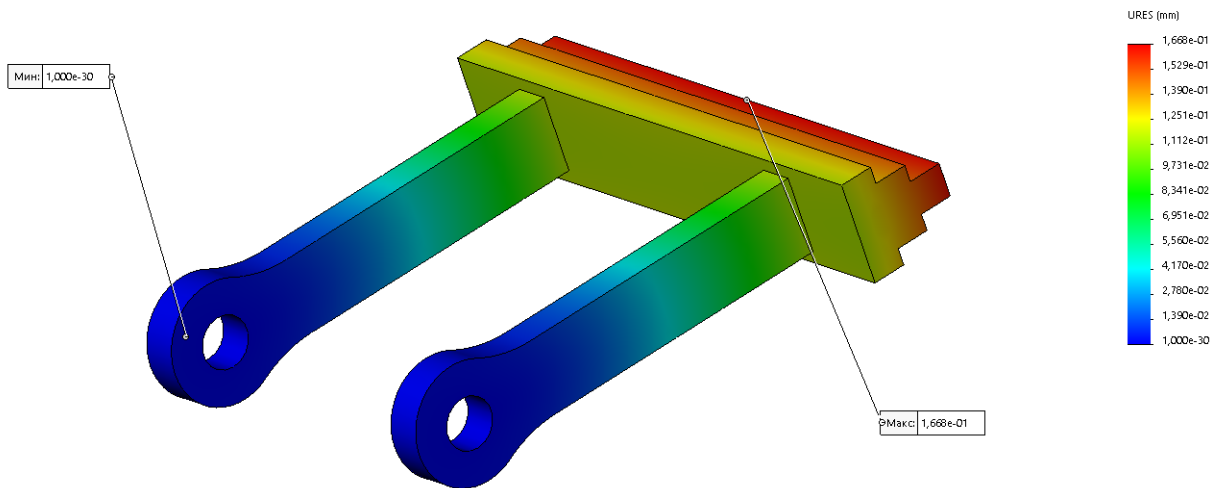


Рис 4.9. Статичне переміщення для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 15 мм.

Имя модели: Молоток15
Название исследования: Статический 1-(По умолчанию)
Тип элпору: Статическая деформация Деформация1

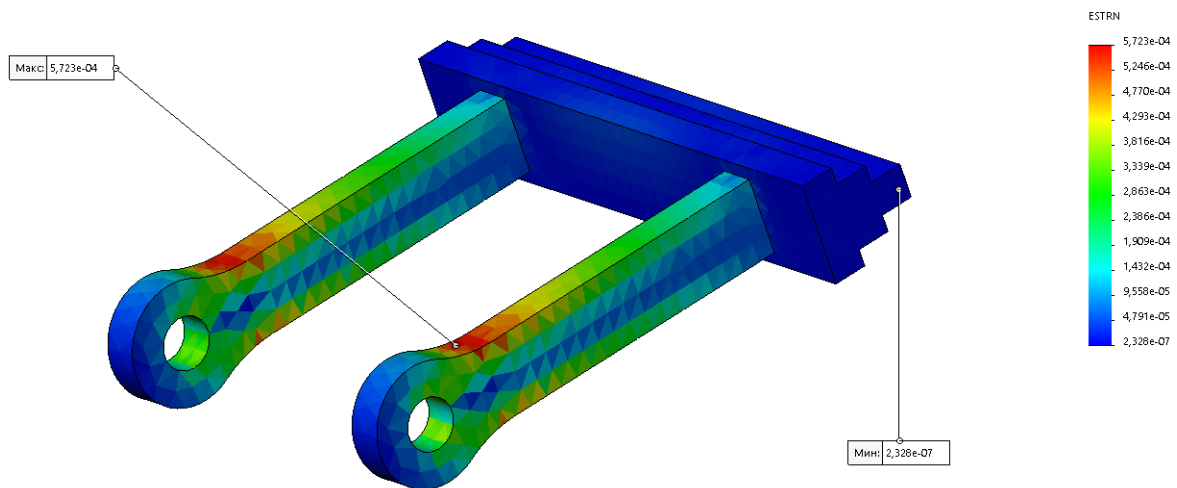


Рис 4.10. Статична деформація для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 15 мм.

Имя модели: Молоток15
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэуры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,4

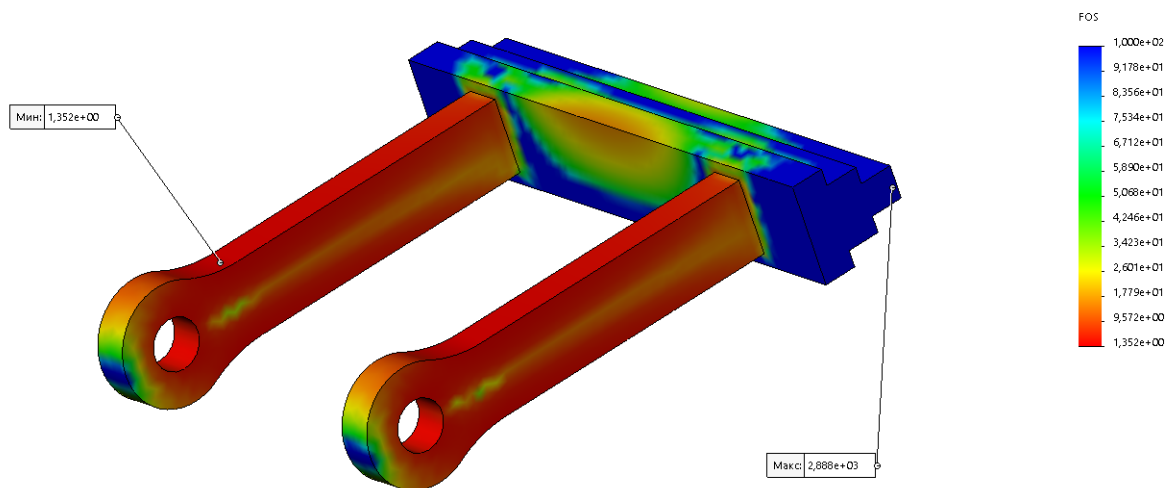


Рис. 4.11. Запас міцності (FOS) для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 15 мм.

Имя модели: Молоток25
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элэуры: Статический условное напряжение Напряжение1

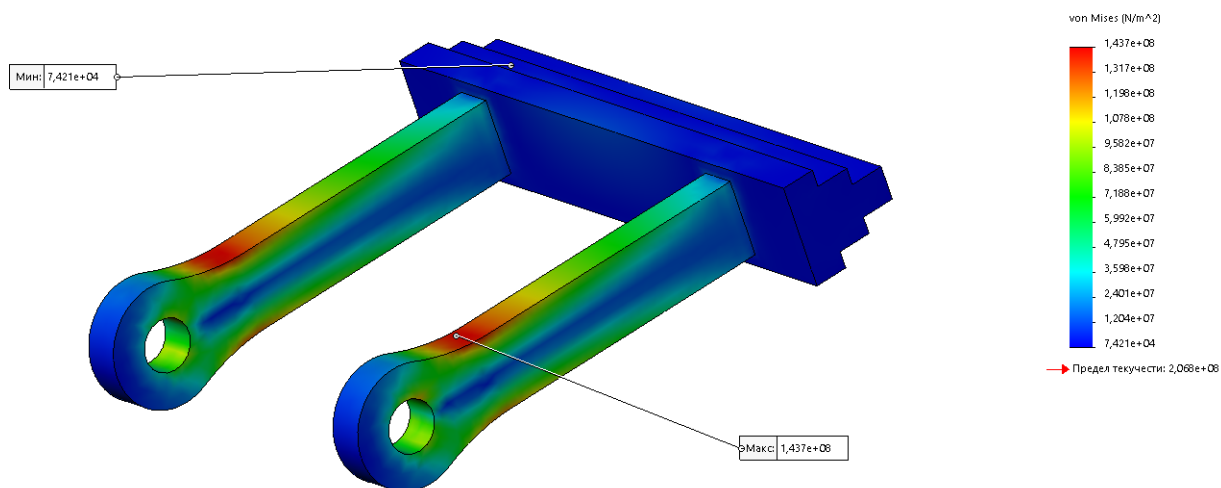


Рис. 4.12. Напруження за фон Мізесом для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 25 мм.

Имя модели: Молоток25
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип эпоры: Статическое перемещение Переещение1

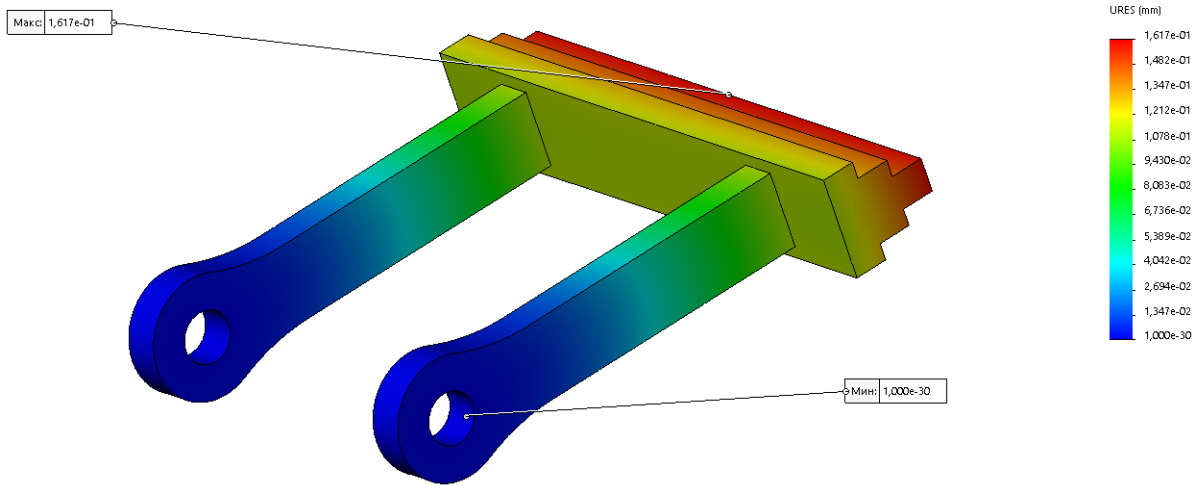


Рис 4.13. Статичне переміщення для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 25 мм.

Имя модели: Молоток25
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1

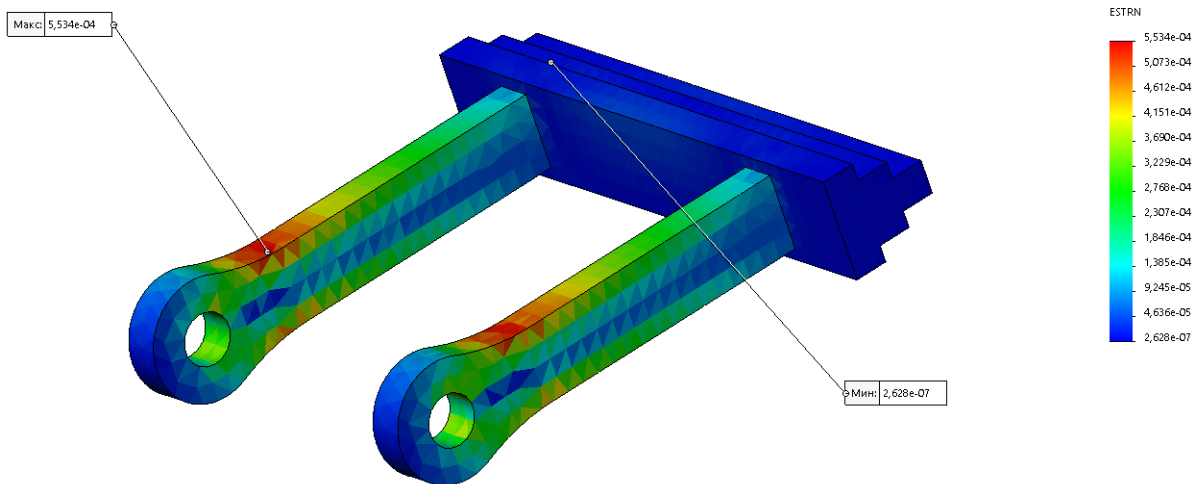


Рис 4.14. Статична деформація для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 25 мм.

Имя модели: Молоток25
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элюры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,4

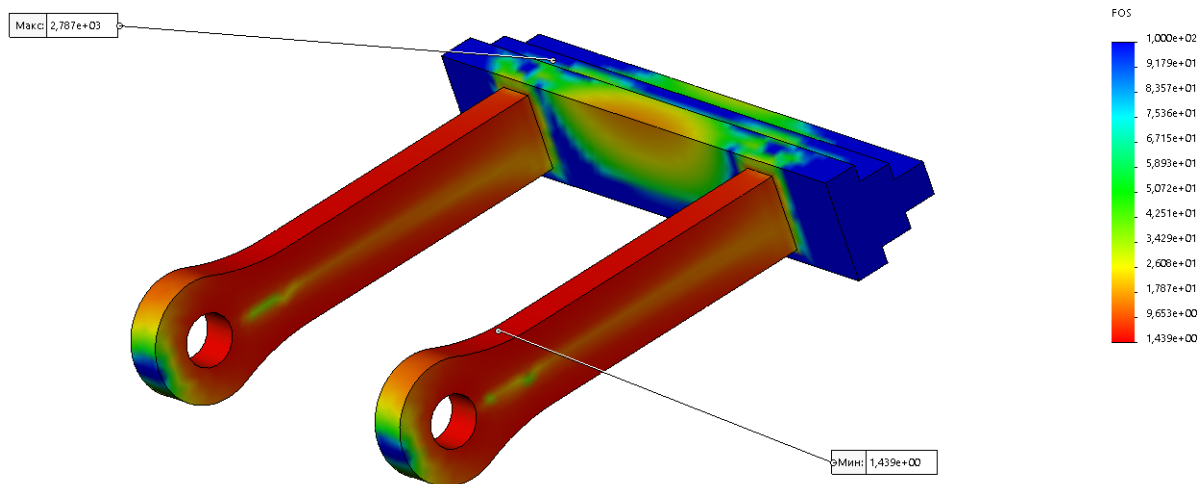


Рис. 4.15. Запас міцності (FOS) для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 25 мм.

Имя модели: Молоток40
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элюры: Статический узловое напряжение Напряжение1

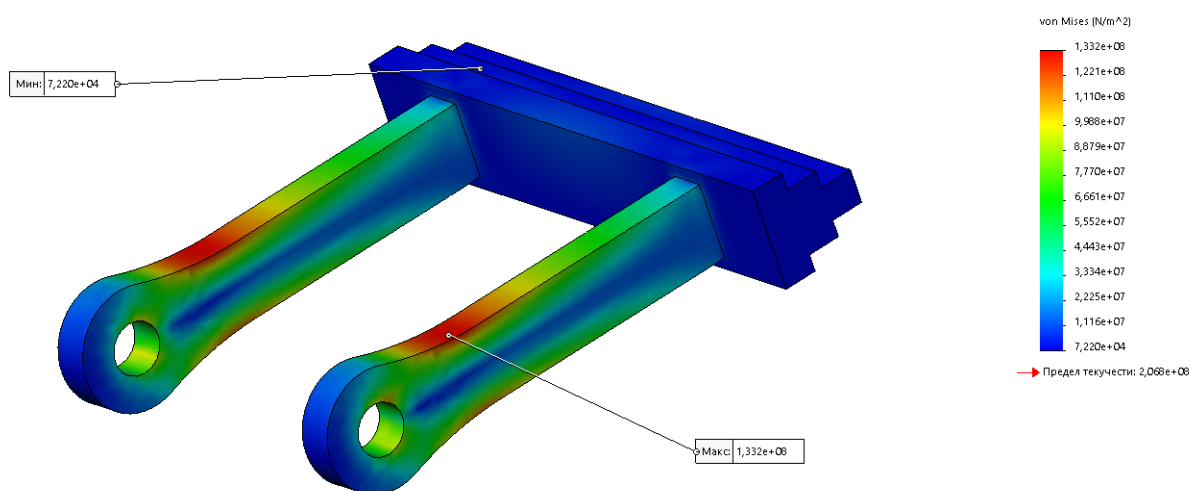


Рис. 4.16. Напруження за фон Мізесом для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 40 мм.

Имя модели: Молоток40
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1

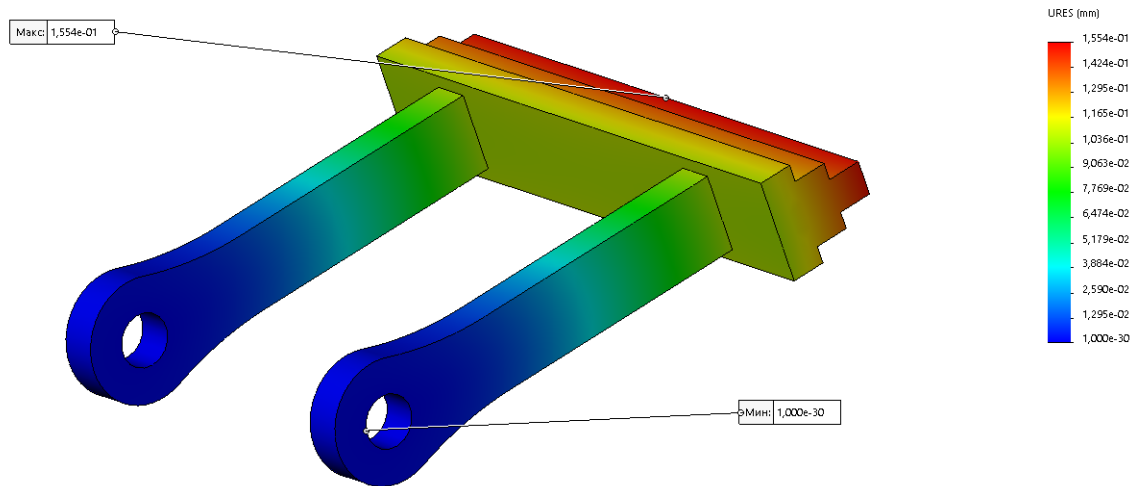


Рис 4.17. Статичне переміщення для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 40 мм.

Имя модели: Молоток40
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1

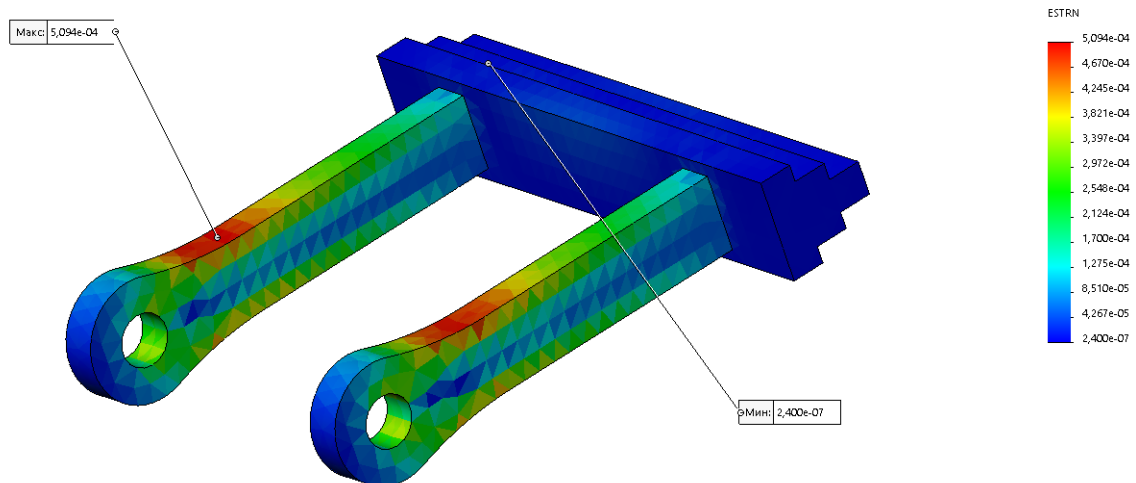


Рис 4. 18. Статична деформація для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 40 мм.

Имя модели: Молоток40
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элюмы: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,6

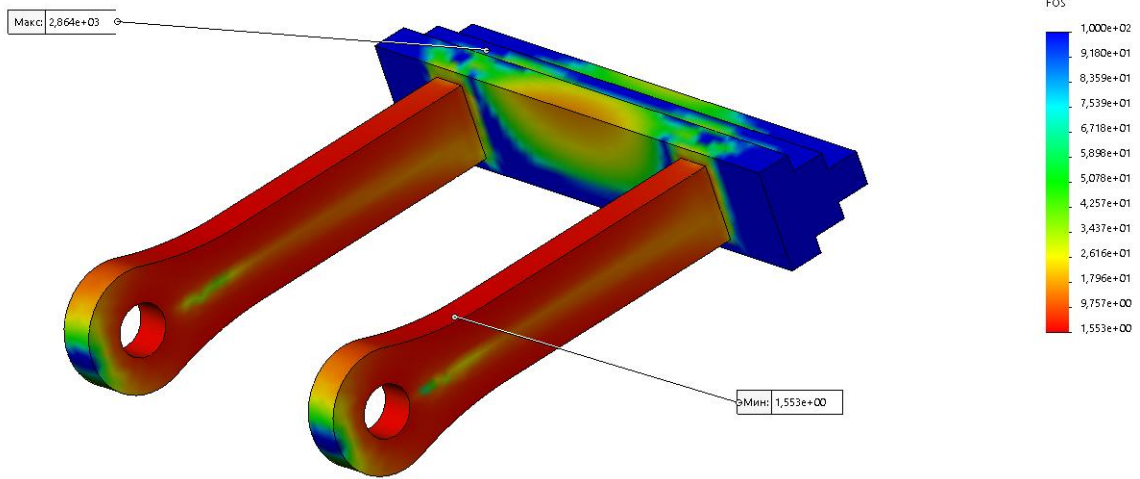


Рис. 4.19. Запас міцності (FOS) для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 40 мм.

Имя модели: Молоток50
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элюмы: Статический узловое напряжение Напряжение1

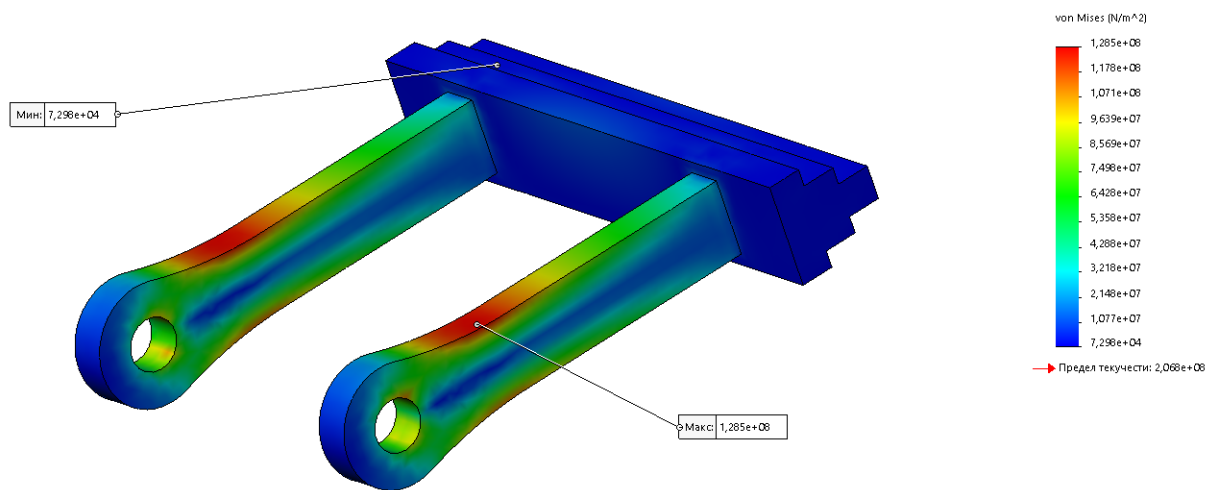


Рис. 4.20. Напруження за фон Мізесом для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм.

Имя модели: Молоток50
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элjury: Статическое перемещение Перемещение1

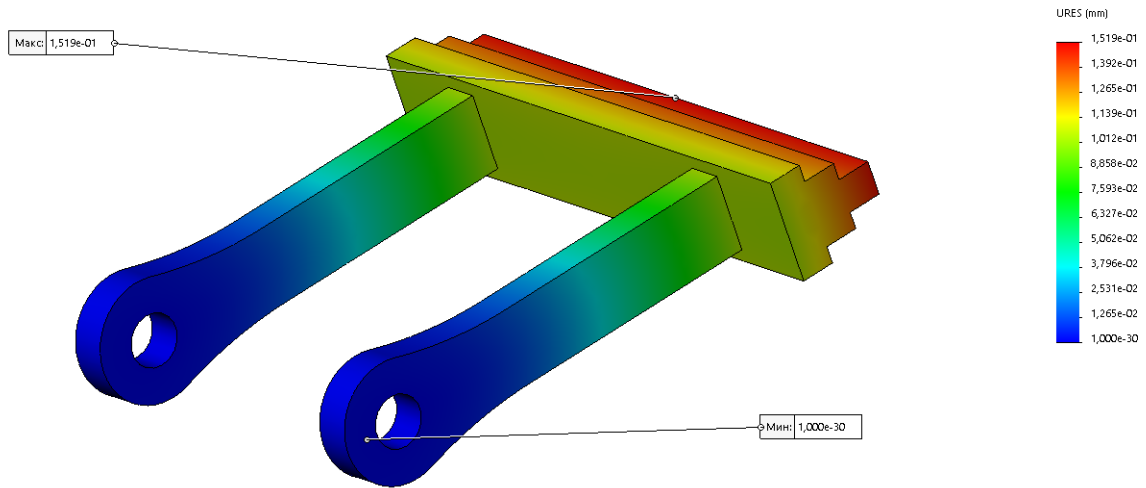


Рис 4.21. Статичне переміщення для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм.

Имя модели: Молоток50
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип элjury: Статическая деформация Деформация1

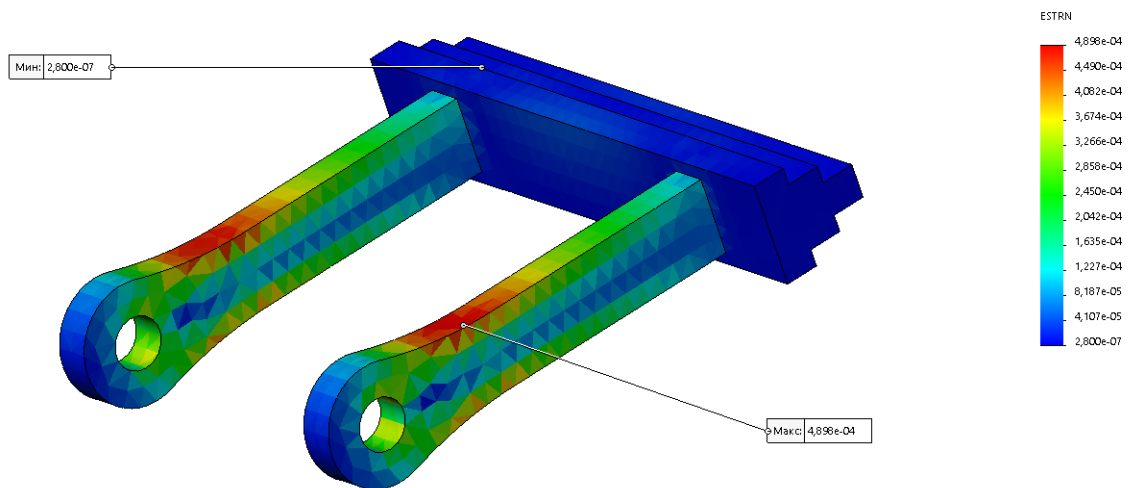


Рис 4. 22. Статична деформація для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм.

Имя модели: Молоток50
Название исследования: Статический 1(-По умолчанию-)
Тип элпору: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 1,6

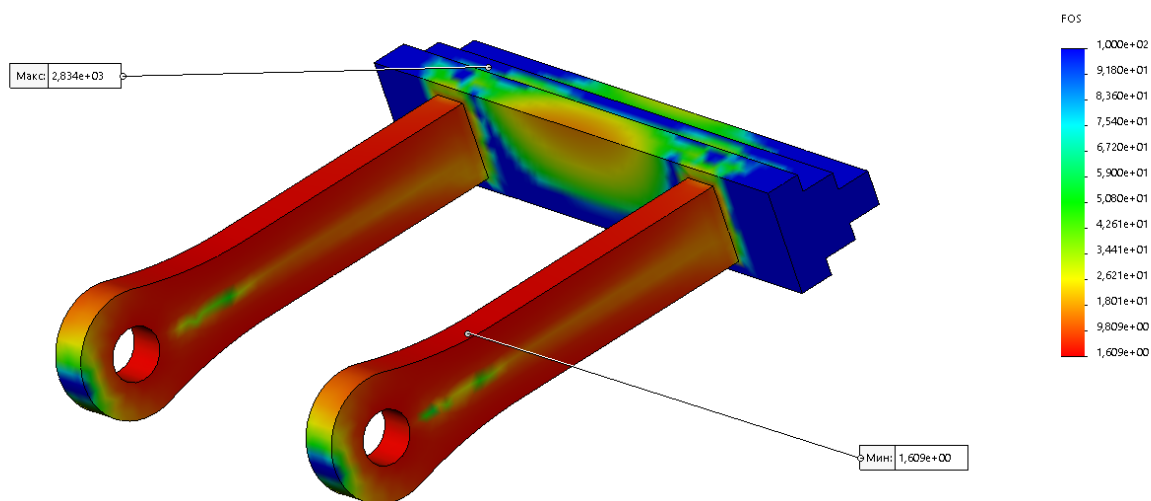


Рис. 4.23. Запас міцності (FOS) для молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при радіусі спряження на підвісі 50 мм.

4.3. Оптимізація конструкторської боковин ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Боковини ротора, які застосовуються у подрібнювачі цукру марки А2-ШИМ (рис. 4.24. а) мають масу 0,77 кг і являють собою пластину круглої форми, у деяких випадках – восьмигранник масою 0,71 кг зі зглаженими кутами (рис. 4.24.в). Запропоноване попередньо технічне рішення зіркоподібної форми масою 0,43 кг представлено на рис. 4.25.

Розрахункова схема вдосконаленої боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ подана на рис. 4.26. Вказано кріплення і навантаження. На рис. 4.27. показано розрахункову сітку. На рис.4.28 – рис.4.31 представлено результати досліджень боковини ротора під навантаженням.

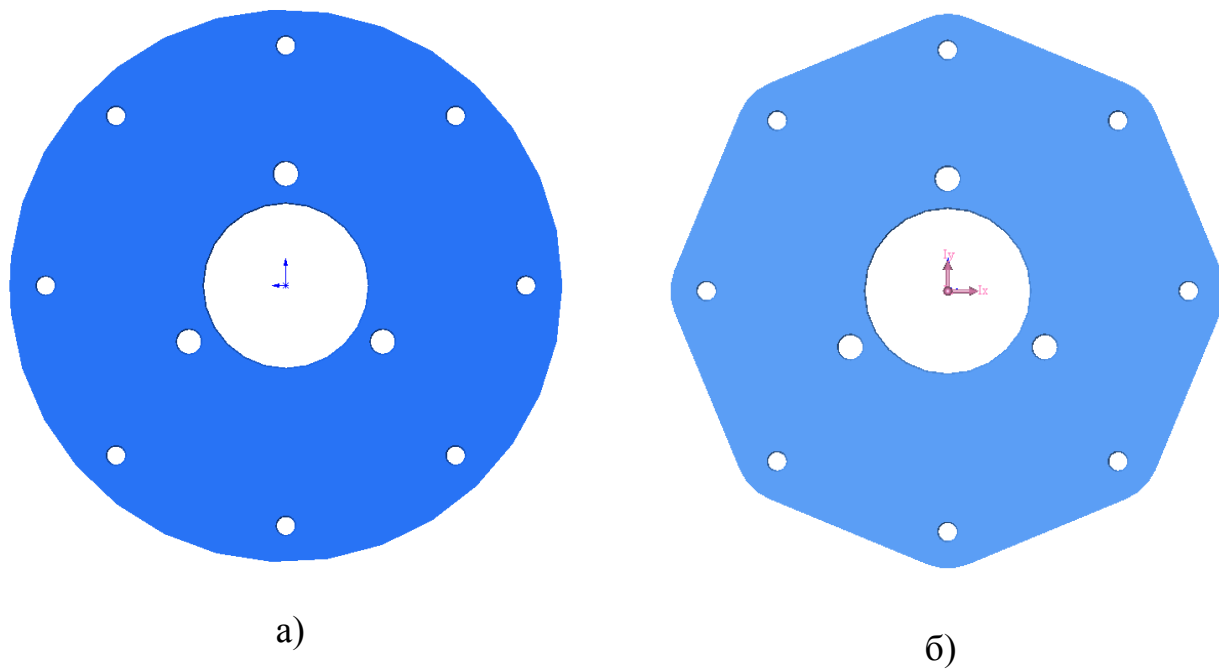


Рис 4.24. Боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

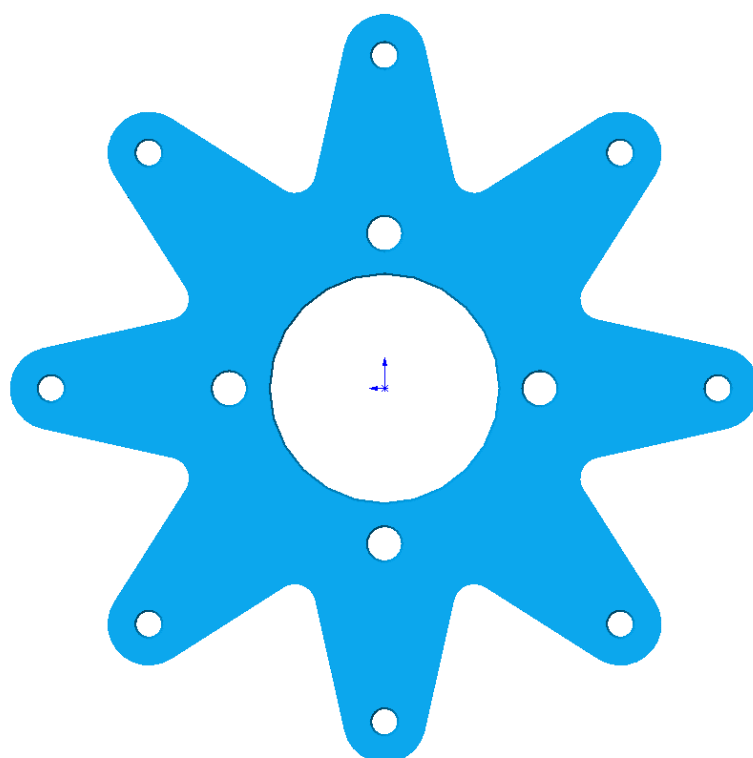


Рис. 4.25. Схема конструкції боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

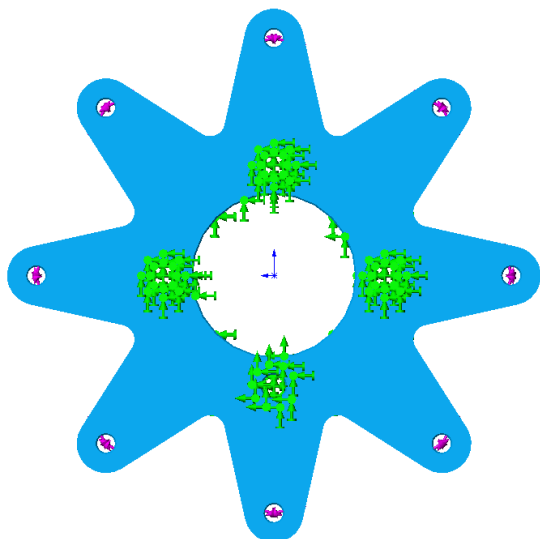


Рис. 4.26. Розрахункова схема боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

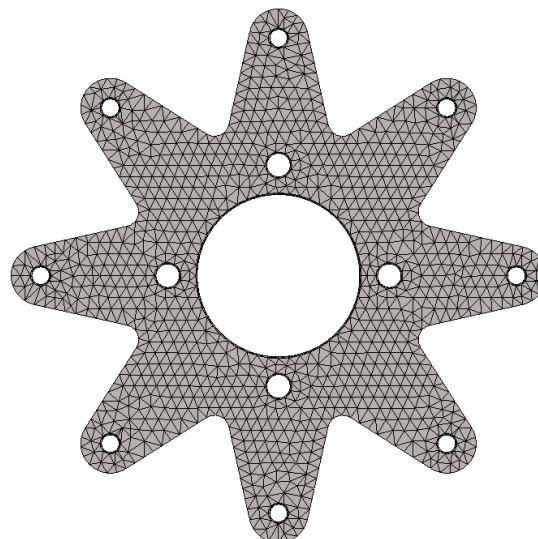


Рис. 4.27. Розрахункова сітка боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Имя модели: Диск_Топология
 Название исследования: Статический 1 [По умолчанию]
 Тип эпюра: Статический узловое напряжение Напряжение1

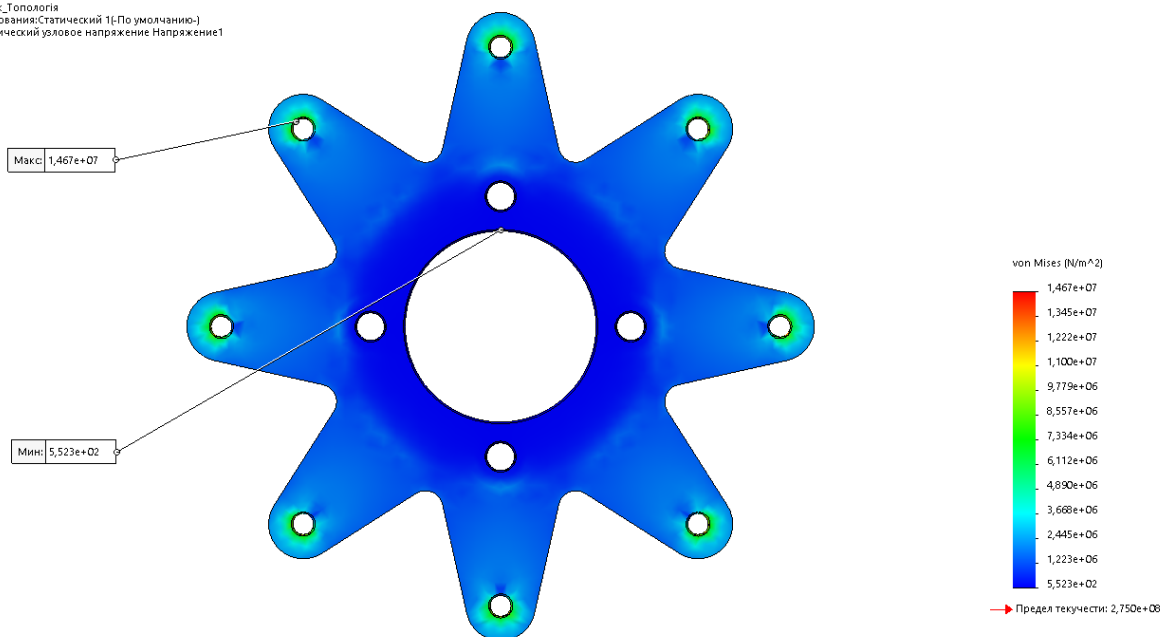


Рис. 4.28. Напряження за фон Мізесом для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (пропонований попереній варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1 (-По умолчанию)
Тип эпюры: Статическое перемещение Перемещение1

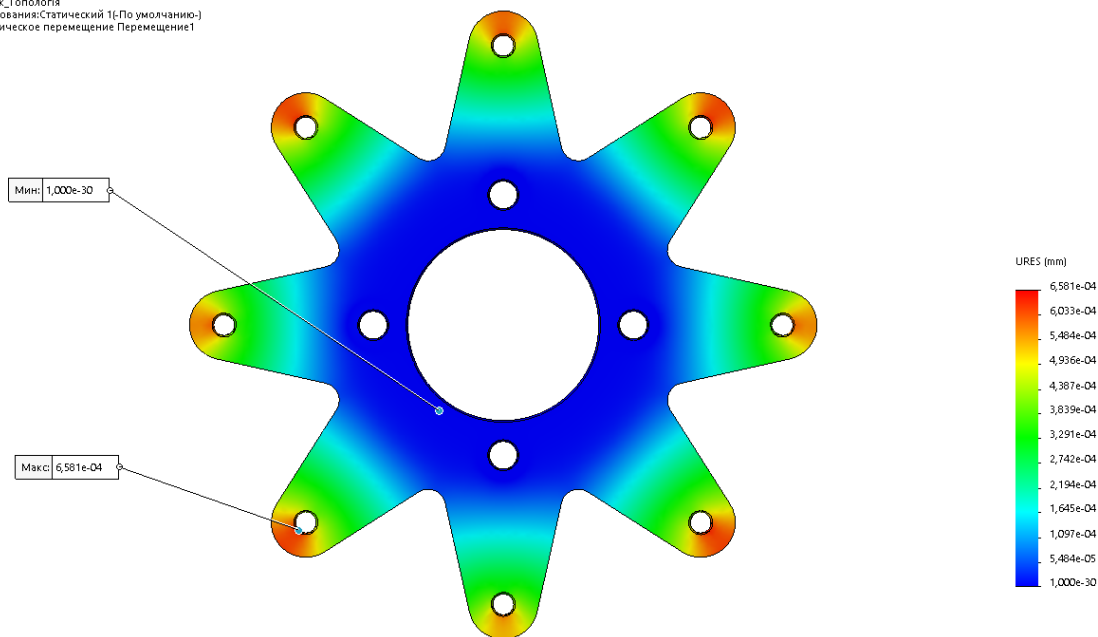


Рис 4.29. Статичне переміщення для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (пропонований попереній варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1 (-По умолчанию)
Тип эпюры: Статическая деформация Деформация1

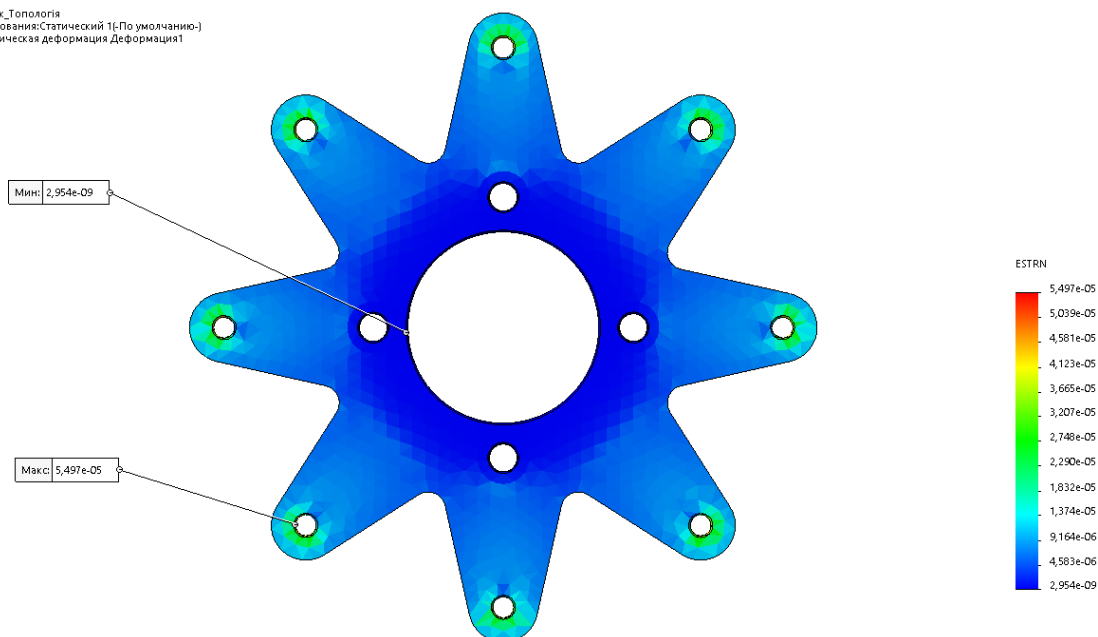


Рис 4.30. Статична деформація для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (пропонований попереній варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1(По умолчанию)
Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 19

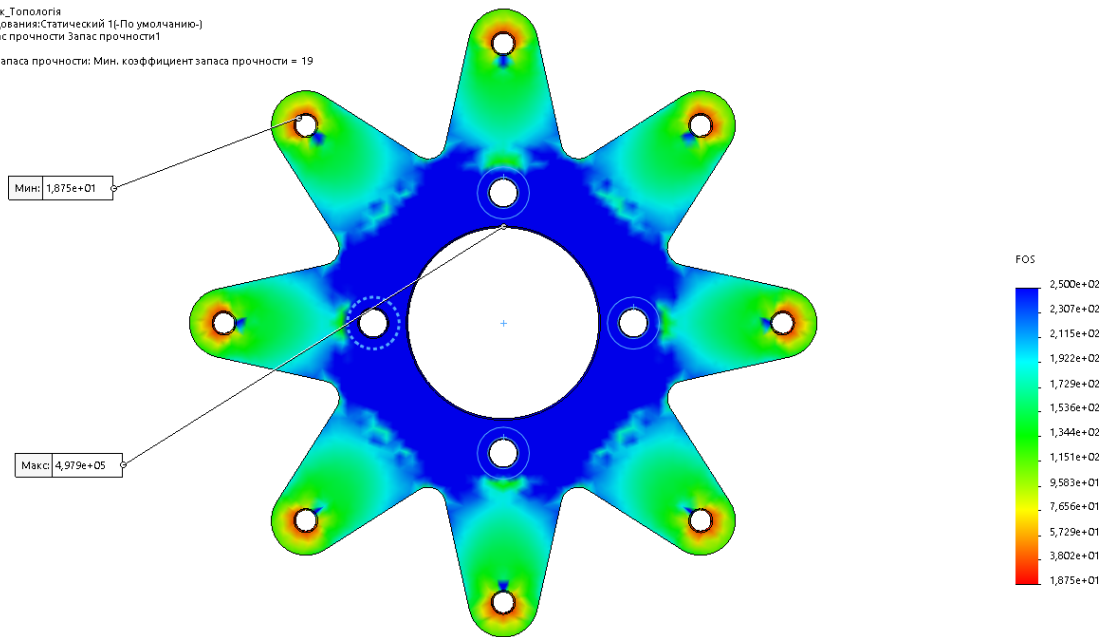


Рис. 4.31. Запас міцності (FOS) для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (пропонований попереній варіант)

Як бачимо, запропонована конструкція з достатнім запасом міцності справляється із прикладеними навантаженнями. У зв'язку з цим ля подальшого її покращання доцільно втиконати топологічне дослідження (рис. 4.32)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Исследование топологии 1(По умолчанию)
Тип эпоры: Масса материала

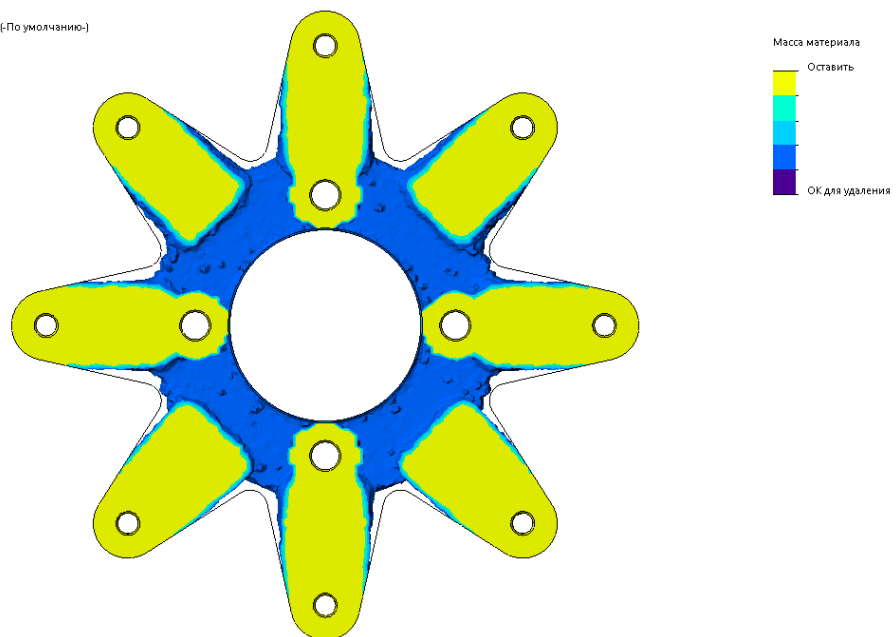


Рис. 4.32. Топологічне дослідження боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ.

Конструктивна схема боковини ротора із врахуванням результатів топологічного дослідження (0,38 кг) представлена на рис. 4.33, а її розрахункова сітка – на рис. 4.34. Схема закріплень і сил практично не відрізняється від представленої на рис. 4.26, тому її не наводитимемо.

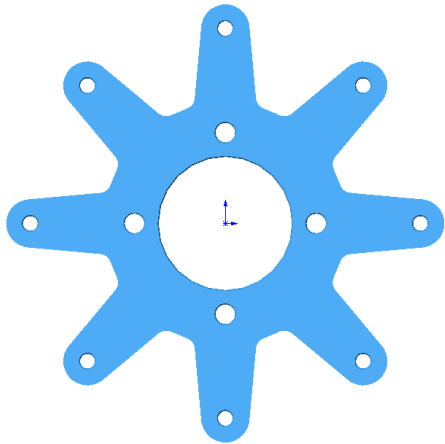


Рис. 4.33. Конструктивна схема вдосконаленої боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

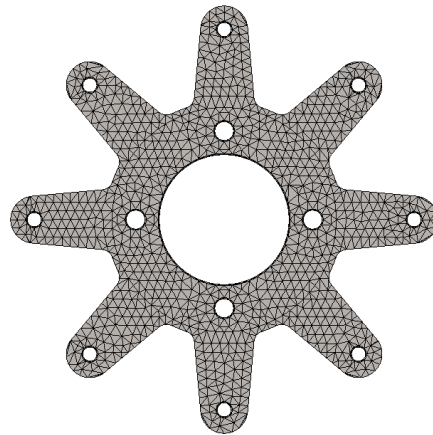


Рис. 4.34. Розрахункова сітка боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ

Результати досліджень вдосконаленої боковини ротора під навантаженням представлено на рис. 4.35-4.38.

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1[-По умолчанию-]
Тип элтора: Статический узловое напряжение Напряжение1

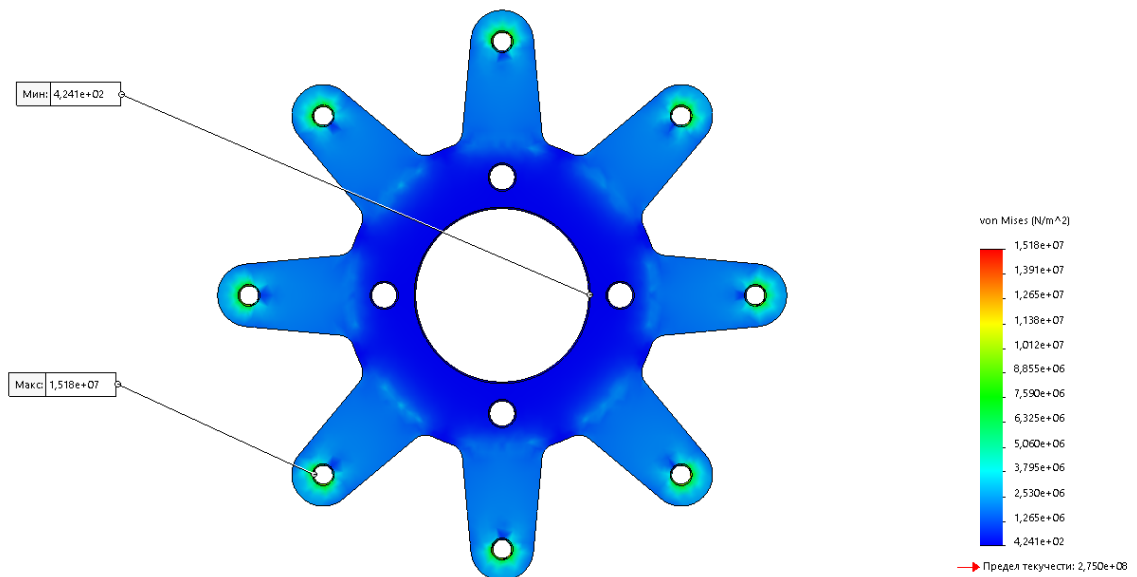


Рис. 4.35. Напруження за фон Мізесом для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (вдосконалений варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1 [-По умолчанию-]
Тип эпоры: Статическое перемещение Перемещение1

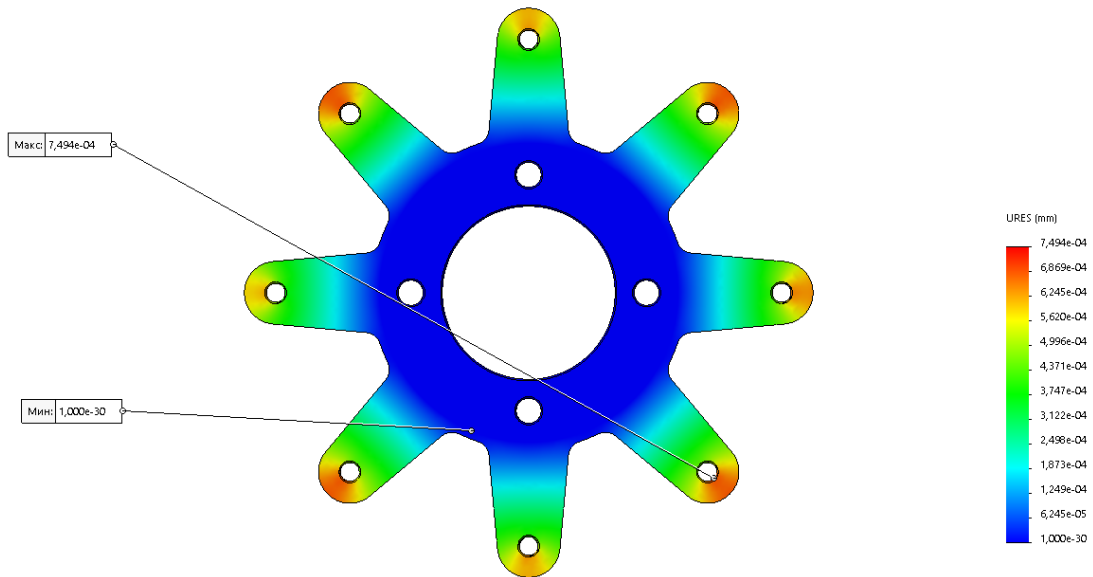


Рис 4.36. Статичне переміщення для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (вдосконалений варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1 [-По умолчанию-]
Тип эпоры: Статическая деформация Деформация1

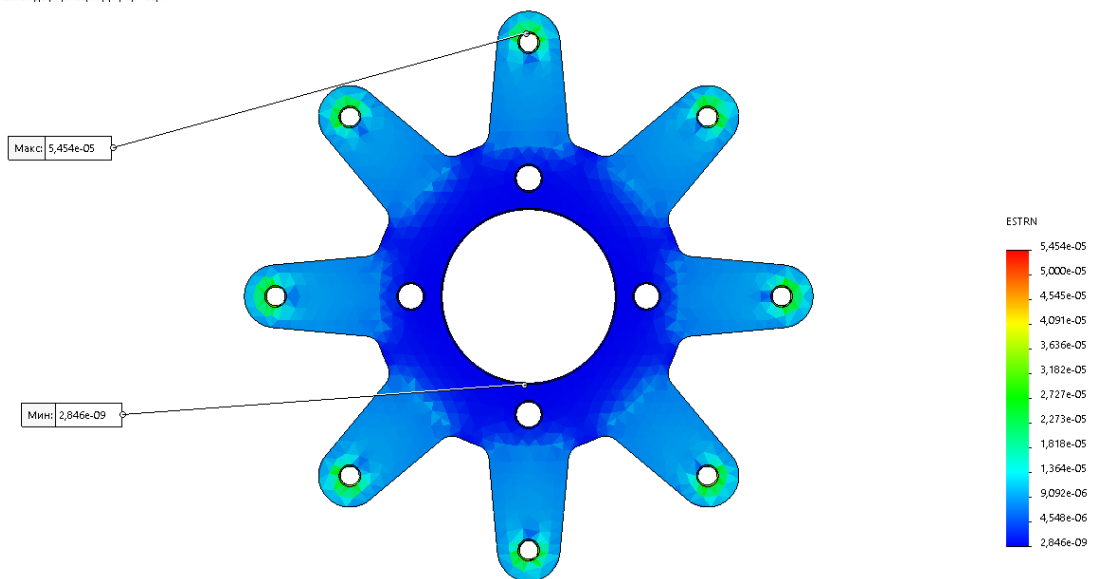


Рис 4.37. Статична деформація для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (вдосконалений варіант)

Имя модели: Диск_Топология
Название исследования: Статический 1 (По умолчанию)
Тип эпоры: Запас прочности Запас прочности1
Критерий: Авто
Распределение запаса прочности: Мин. коэффициент запаса прочности = 18

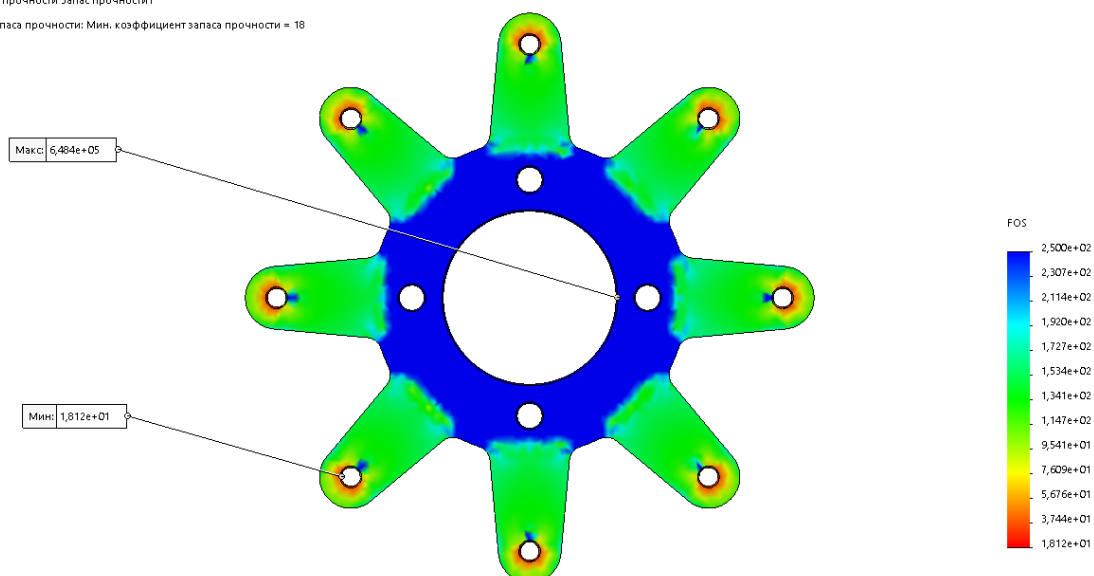


Рис. 4.38. Запас міцності (FOS) для боковини ротора подрібнювача цукру марки А2-ШИМ (вдосконалений варіант)

Таким чином, оптимізація конструкції боковини ротора дозволить зменшити її масу від 0,77 кг до 0,38 кг 0,39 кг або на 51% без відчутних втрат її міцнісних характеристик.

4.4. Аналіз результатів

Дослідження молотків подрібнювача цукру марки А2-ШИМ виконували у модулі Simulations програмного комплексу SolidWorks для 5 випадків радіуса переходу в районі ділянки кріплення на осі: 5 мм, 15 мм, 25 мм, 40 мм та 50 мм.

Узагальнені результати представлено у таблиці 4.1, за якою побудовано графіки 4.39 – 4.44.

Таблиця 4.1.

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

Радіус спряження	Маса, кг	Об'єм, м ³	Напруження, Н/м ²	URES max, mm	ESTRN, max	Запас міцності, min
5	0,0884737	1,10592E-05	1,78E+08	1,73E-01	6,61E-04	1,16E+00
15	0,0886746	1,10843E-05	1,53E+08	1,67E-01	5,72E-04	1,35E+00
25	0,0888739	1,11092E-05	1,44E+08	1,62E-01	5,53E-04	1,44E+00
40	0,0891454	1,11432E-05	1,33E+08	1,55E-01	5,09E-04	1,55E+00
50	0,08931	1,11638E-05	1,29E+08	1,52E-01	4,90E-04	1,61E+00

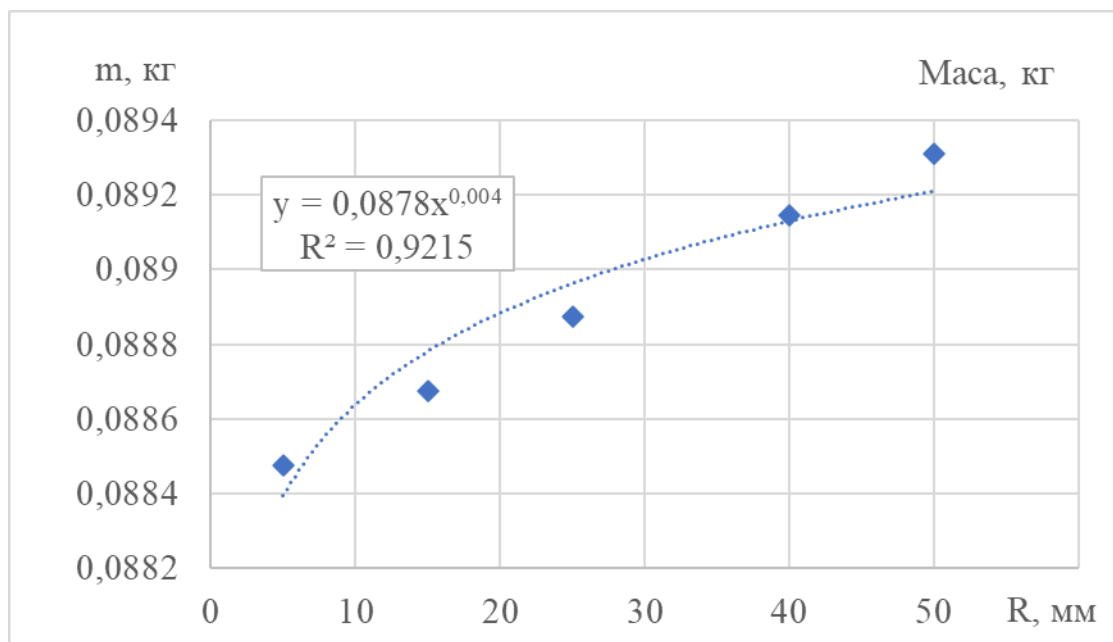


Рис. 4.39. Маса молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі .

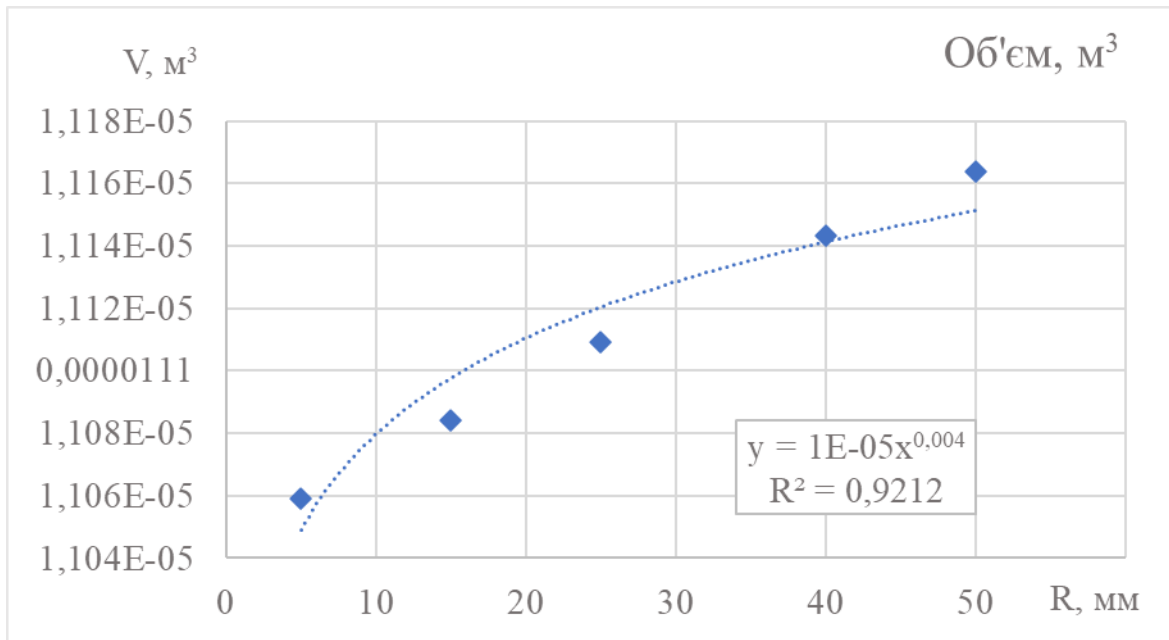


Рис. 4.340. Об'єм молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі.

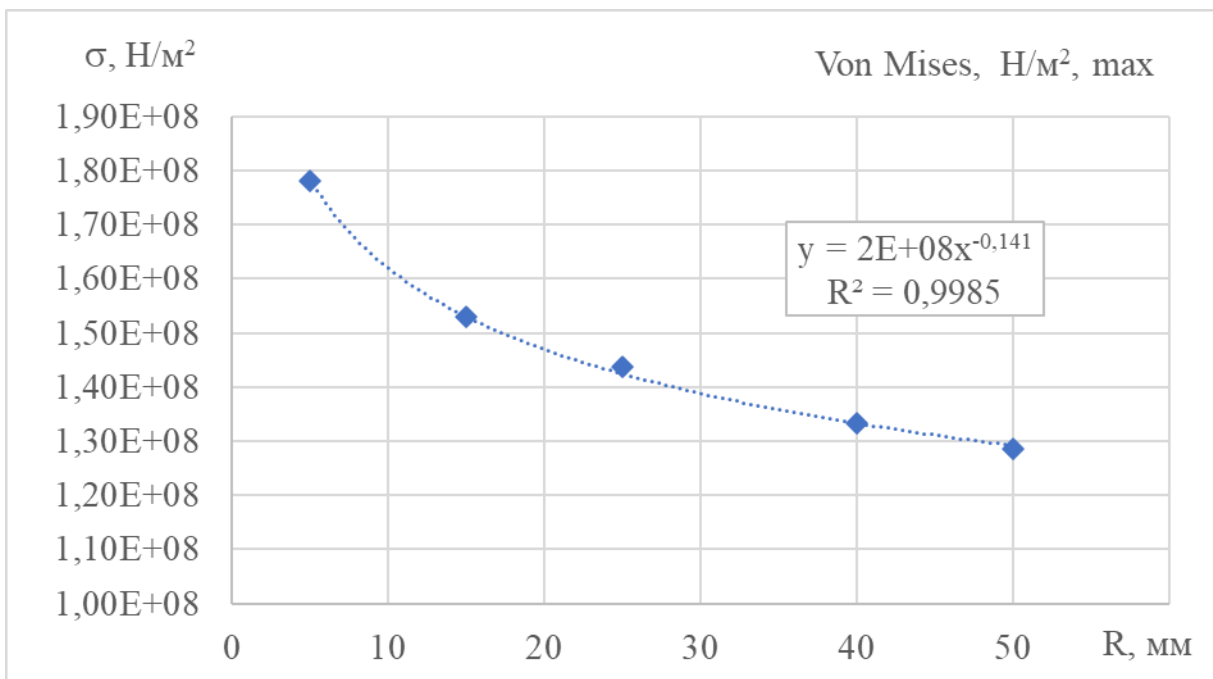


Рис. 4.41. Максимальні напруження молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі.

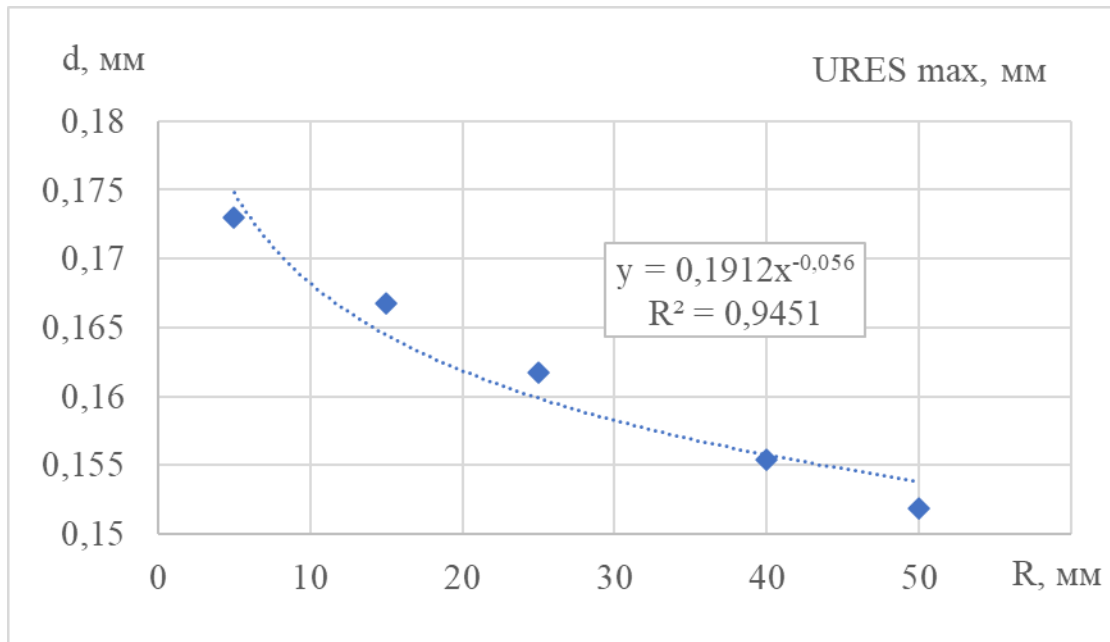


Рис. 4.42. Максимальні переміщення молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі.

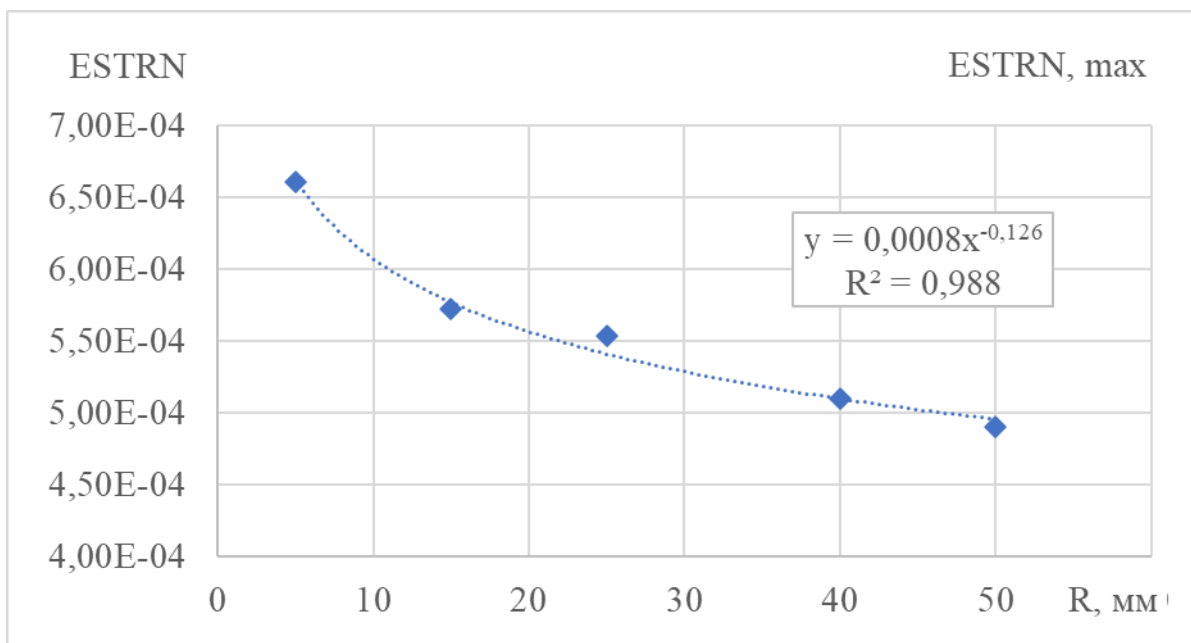


Рис. 4.43. Максимальні деформації молотка подрібнювача цукру марки А2-ШИМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі.

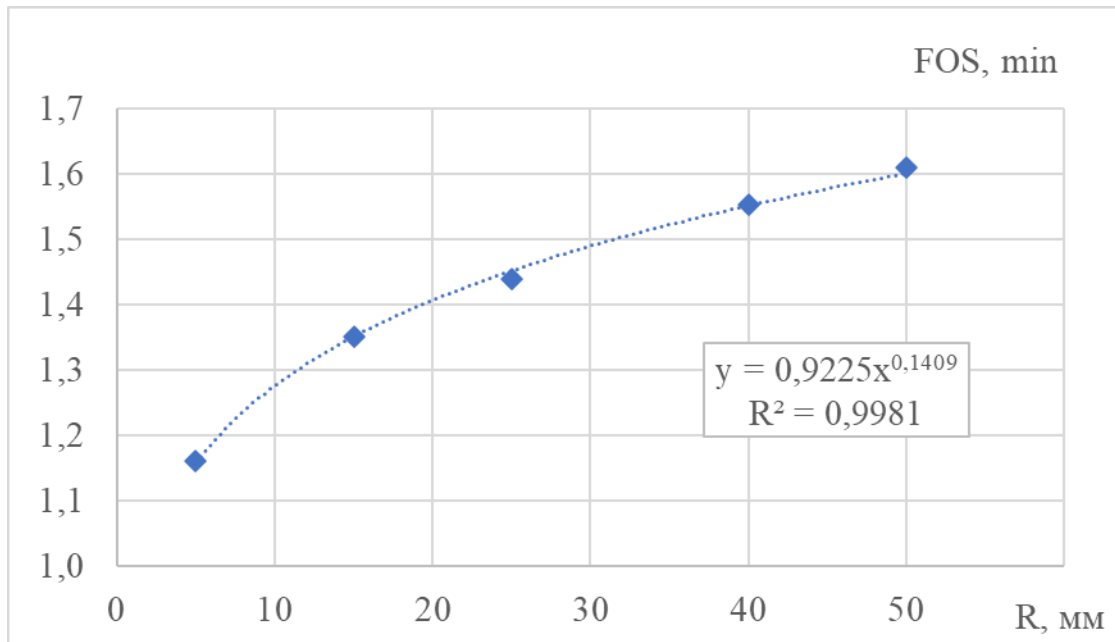


Рис. 4.44. Мінімальний запас міцності молотка подрібнювача цукру марки А2-ШІМ при різних значеннях радіуса спряження на підвісі.

Було використано електронні таблиці для отримання ряду взаємозв'язків для аналізованих параметрів. Для більшості рівнянь була вибрана компактна степенева форма.

Залежність маси молотка m від радіуса спряження R на підвісі:

$$m = 0,0878 R^{0,004}$$

$$R^2 = 0,9215$$

Залежність об'єму молотка V від радіуса спряження R на підвісі:

$$V = 1E-05 R^{0,004}$$

$$R^2 = 0,9212$$

Залежність максимальних напружень σ молотка під навантаженням від радіуса спряження R на підвісі:

$$\sigma = 2E+07 R^{-0,141}$$

$$R^2 = 0,9985$$

Залежність максимального переміщення $URES$ молотка під навантаженням від радіуса спряження R на підвісі:

$$URES = 0,1912 R^{-0,056}$$

$$R^2 = 0,9451$$

Залежність максимальних деформації молотка *ESTRN* під навантаженням від радіуса спряження *R* на підвісі:

$$ESTRN = 0,0008 R^{-0,126}$$

$$R^2 = 0,988$$

Залежність мінімального запасу міцності *FOS* молотка під навантаженням від радіуса спряження *R* на підвісі:

$$FOS = 0,9225 R^{0,1409}$$

$$R^2 = 0,9981$$

Встановлено, що найкраще молоток справляється із прикладеними навантаженнями при максимальному значенні радіуса спряження на осі підвісу, у нашому випадку це 0,05м.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Розроблення заходів з охорони праці і техніки безпеки

В потокової лінії мармеладних виробів та начинок для пряників у технологічному процесі приймають участь: дробарка, просіювач, насоси для води та інших харчових рідин, місильна машина, відсадочна машина, транспотери, глазувальна машина.

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

При роботі з дробаркою і 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.

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 вищеназваних 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.

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.

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.

Відсадочна машина являє собою складну систему із електричною та механічною частинами. При її експлуатації обслуговуючий персонал повинен пройти спеціальний інструктаж про роботу і обслуговування машини.

Машина повинна бути заземлена.

Про ввімкнення машини необхідно попередити людей, що знаходяться поблизу машини.

Чистити і змазувати машину на ходу забороняється.

Працювати на машині дозволяється тільки при встановлених і надійно закріплених огорожах.

Завантаження маси в воронку необхідно здійснювати з тої сторони, де встановлені шестерні, що приводять в рух нагнітаючі валки.

Під час роботи машини забороняється втрамбовувати масу в головці руками, для запобігання затягування пальців нагнітаючими валками.

При тривалій зупинці машини, а також при зупинці для очистки і ремонту необхідно відключити її від мережі.

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.

Технологічне обладнання й апаратура потокової лінії мармеладних виробів та начинок для пряників 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 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 представлене загальним у всіх цехах і приміщеннях, а у виробничих при необхідності - місцевим чи комбінованим.

При розміщенні 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.

Робочі поверхні (покриття) столів для обробки харчових продуктів повинні бути гладкими, без щілин і зазорів, виготовлені з нержавіючого чи металу полімерних матеріалів, дозволених органами санепідемнагляду для контакту з харчовими продуктами.

5.2. Безпека у надзвичайних ситуаціях

Цивільний захист України є складовою частиною соціальних та захисних заходів, які проводяться в мирний і військовий час з метою захисту населення і народного і народного господарства від наслідків аварій, катастроф, стихійних лих і сучасних засобів ураження.

Цивільний захист України організовується за територіально виробничим принципом на всій території і являє собою сукупність структур державного управління підприємств, установ, організацій і спеціально створених органів керівництва та сил цивільної оборони.

Заходи цивільного захисту проводяться на всій території держави, як правило заздалегідь, з врахуванням особливостей кожного району.

На всіх об'єктах національної економіки, цивільний захист організовується з метою попередньої їх підготовки до захисту робітників, службовців і членів їх сімей у надзвичайних ситуаціях мирного і військового часу, створення умов, що підвищують стійкість роботи підприємств та своєчасне створення умов для проведення рятувальних і інших невідкладних робіт.

Організація безперебійного постачання населення продовольством, питною водою і предметами першої необхідності є одним з головних питань у роботі органів цивільного захисту, захисту населення і територій від НС в особливий період. Їжа, вода, незаражене повітря, а в холодний час і тепло є основними факторами життєзабезпечення населення взагалі.

Територія для проведення знезаражування має бути достатньою, щоб забезпечити необхідні дії людей і техніки і всього, що підлягає знезараженню; людей, техніку необхідно розмішувати з підвітряної сторони від місця аварії; знезаражування необхідно починати за принципом від простого до складного; спочатку виділити велику забруднену масу для попередження небажаних контактів із зоною високої концентрації; суворо контролювати перебування в індивідуальних засобах захисту; в холодну пору дії людей скуті, є труднощі в їх обслуговуванні, у разі замерзання заражених ділянок з'являються додаткові труднощі в ліквідації наслідків; готуючи й застосовуючи розчини для знезаражування, слід пам'ятати, що не всі розчини сумісні один з одним; на результати знезаражування суттєво впливають кількість води та її тиск; для знезаражування техніки, апаратури, приладів та ін. можна застосувати пар під низьким і високим тиском, але потрібно пам'ятати, що при високому тиску може

утворюватися заражений аерозоль, здатний поширюватися за межі осередку зараження.

У разі необхідності потрібно організувати знезаражування території, будівель, складів, овочесховищ і продукції.

Дезактивація — це видалення радіоактивних речовин (далі - РР) з поверхні різних об'єктів, а також із продуктів харчування, фуражу, сировини і води. Для визначення необхідності в дезактивації проводять дозиметричний контроль радіоактивного забруднення. Дезактивацію можна проводити часткову або повну.

При дезактивації приміщень РР змивають сильним струменем води. Спочатку з даху, а потім зі стін, дверей і вікон. Струмінь води спрямовують на поверхню під кутом 30—40°. Змиті радіоактивні забруднення мають бути поховані.

Всередині виробничих приміщень видаляють пил зі стелі і стін струменем води або вологим обтиранням пилу зверху вниз.

Обладнання промивають водою за допомогою щіток. Для більш повної дезактивації застосовують господарське мило, соду або поверхнево-активні речовини (ОП-7, ОП-10) 3 %-ї концентрації. Якщо холодна вода з миючими засобами не знижує рівня радіоактивної забрудненості, то дезактивацію потрібно проводити гарячими розчинами.

Техніку дезактивують такими способами: обмітанням віниками, мітлами, щітками; змиванням РР струменем води; обтиранням тампонами із ганчір'я, клоччя, щітками, змоченими водою, розчинниками або дезактивуючими розчинами; змиванням РР дезактивуючими розчинами з одночасною обробкою забруднених поверхонь щітками дегазаційних компонентів; очищенням забруднених поверхонь, вузлів і агрегатів миючими засобами "Лабомид", "Темп", "МС", "Ритм" у миючих машинах.

Для зниження температури замерзання дезактивуючих розчинів їх готують на основі аміачної води зі вмістом аміаку 20—25 %.

Як часткову дезактивацію у польових умовах за відсутності води застосовують обмітання, яке знижує забрудненість РР у 2—4 рази.

Дезактивуючи металеві, гумові, пластмасові, цегляні, бетонні й асфальтові поверхні, ефективним є змивання струменем води під тиском близько 20 кПа з відстані 2—3 м. При такій обробці радіоактивність техніки знижується в 10—20 разів. Якщо ж додати у воду 0,15—0,3 % миючих засобів (типу СФ-2У, "Вихрь", "Новость" та ін.), ефективність дезактивації збільшується і забрудненість зменшується у 20—50 разів.

Внутрішні поверхні техніки (кабін, капотів, важкодоступні місця), інструмент, інвентар та інші невеликі за розміром предмети дезактивують обтиранням тампонами, щітками, змоченими водою, розчинниками або дезактивуючими розчинами. Забрудненість РР зменшується у 8—10 разів.

Змивання РР дезактивуючими розчинами з одночасною обробкою забруднених поверхонь щітками дезактивуючих приладів і компонентів — надійний, ефективний спосіб, який зменшує забрудненість у 50—80 разів.

Дезактивацію техніки починають з верхньої точки і поступово обмивають зверху вниз. Дуже замавлені й забруднені місця обов'язково протирають щітками або тампонами. Водяні й масляні радіатори, повітроочисні фільтри знімають і протирають розчинниками. Якщо ж не можна досягти необхідної повноти дезактивації, їх відправляють на обробку в мийних машинах ремонтних підприємств із застосуванням миючих засобів типу "Темп", "МС", "Лабомид" та ін.

Окремі деталі та інструмент дезактивують у невеликих ваннах (піддонах) засобами дезактивації.

Для дезактивації техніки, засобів індивідуального захисту і предметів догляду за тваринами рекомендуються такі розчини: дезактивуючий розчин літній (ЛД) — 0,3 %-й водний розчин ОП-7 або ОП-10 і 0,7 %-й розчин гексаметафосфату натрію; дезактивуючий літній розчин (ДЛК) — той же розчин, але з добавкою 2 % соляної кислоти і 0,1 % інгібіторе корозії ПБ-5 (полімер буталаміну). Норма витрати розчинів ДЛ і ДЛК — 3—5 л/м²:

дезактивує розчин зимовий кислий (ДЯК), до його складу входять ті самі компоненти, що і в розчин ДЛК, але замість гексаметафосфату натрію для зниження температури замерзання він містить хлористий кальцій і хлористий магній.

Пористі матеріали краще дезактивувати за допомогою пілососів.

Дезактивація одягу, взуття і індивідуальних засобів захисту, проводиться вибиванням і витрушуванням, миттям або протиранням (прогумованих і шкіряних виробів) водними розчинами миючих засобів або водою, а також прання з спеціальними режимами з використанням речовин для дезактивації.

Дезактивація бавовняного, вовняного одягу і взуття проводиться витрушуванням і вибиванням, а також чищенням щітками. Якщо цими способами ступінь забруднення одягу понизити до допустимих величин неможливо, то він підлягає дезактивації шляхом прання за відповідною технологією.

Дезактивацію території підприємств здійснюють глибоким переорюванням, засипанням і асфальтуванням (ступінь забрудненості знижується у 2 рази на кожних 13 см ґрунту); бетонуванням (ступінь забрудненості знижується у 2 рази на 9,5 см бетону); зрізуванням шару забрудненого ґрунту 3—5 см (повна дезактивація).

Для дезактивації сільськогосподарської продукції використовують такі способи: самознезаражування, зняття верхнього забрудненого шару, обмивання водою, технологічна переробка.

Для самознезаражування сільськогосподарську продукцію можна залишити і зберігати доти, доки радіоактивність цієї продукції не знизиться до допустимих норм у результаті природного розпаду радіоізоотопів.

Забруднення продукції рослинництва і тваринництва може бути поверхневим внаслідок прилипання радіоактивних частинок і структурним — при всмоктуванні радіонуклідів через поверхню листя і надходження її з ґрунту через кореневу систему.

Є три способи дезактивації: механічне видалення РР, технологічна переробка продукції і зниження вмісту РР у продовольстві і кормах шляхом розбавлення чистою продукцією.

Зерно, фрукти, овочі дезактивують промиванням водою. Шеретування проса, рису, соняшникового насіння, гречки, вівса, переробка зерна пшениці на високосортне борошно знижують вміст РР у десятки разів. При переробці зерна, картоплі, цукрових буряків, ягід, фруктів на спирт цезій і стронцій у кінцевому продукті відсутні. В десятки разів зменшується їхній вміст у крохмалі й цукрі. Такий результат одержують і при переробці олійного насіння на олію, особливо у процесі екстрагування.

При забрудненні молока короткоживучими ізотопами його необхідно переробляти на сухе молоко і сири, при зберіганні яких радіоактивність зменшується за рахунок природного розкладання.

Воду можна дезактивувати відстоюванням, фільтруванням і перегонкою. Невелику кількість води можна дезактивувати відстоюванням. Для цього в місткість із водою необхідно додати природних іонітів — глину, чорнозем і ретельно перемішати. Дати відстоятися і злити верхній чистий шар води, забрудненість якого РР на 50—70 % менша. Відстоювання можна поєднати з фільтруванням. Пропускання води крізь шар піску, тирси, подрібненого вугілля, бо навіть шар землі очищає її від РР на 85—90 %. Найкращий спосіб дезактивації води — перегонка, але це можливо при невеликій кількості води.

Після дезактивації вода підлягає дозиметричному контролю.

Дегазація — це заходи, спрямовані на знезаражування або видалення отруйних і небезпечних хімічних речовин (далі відповідно – ОР та НХР). Дегазацію можна проводити хімічним, фізичним і механічним способом.

При хімічному способі застосовують нейтралізуючі або хімічні речовини, що руйнують ОР і НХР.

Фізичні способи дегазації передбачають випаровування, поглинання ОР і НХР різними матеріалами, руйнування вогнем і видалення небезпечних хімічних речовин рідинами, які їх розчиняють.

Механічні способи дегазації застосовують для зняття зараженого шару ґрунту, снігу, зерна на глибину проникнення ОР і НХР та ізоляції його.

Дороги і території виробничих об'єктів, заражені ОР і НХР дегазують одним із таких способів: заражену ділянку засипають хлорним вапном із розрахунку 1 кг на 1 м² поверхні з наступним переорюванням цієї площі на глибину проникнення небезпечної хімічної речовини і потім знов засипають хлорним вапном. При слабкому зараженні ділянки, її посипають хлорним вапном і потім через 20—30 хв поливають водою; знімають верхній шар землі 10 см, снігу 20—25 см (за умови, що хімічна речовина не проникла глибше); засипають землею, піском, закидають гноєм (шаром не менше 10 см), роблять настил із дощок, фанерних листів, гілля, соломи.

Приміщення дегазують 10—20 % -м хлорно-вапняним (або 5 % -м сірчанонатрієвим) розчином. Замість хлорного вапна можна застосувати гіпохлорит кальцію або негашеного вапна. Якщо температура повітря нижча 5 °С, застосовують хлористий сульфурил або гарячий 5—10 %-й розчин їдкового натру. Втрати дегазуючого розчину 0,5—0,7 л/м².

Металеві предмети (відра, лопати та ін.) дегазують обпалюванням, кип'ятінням протягом 2 год у воді (з добавкою 1—2 % луку) або протиранням ганчір'ям, змоченим у гасі (бензині).

Дерев'яні предмети (корита, годівниці) дегазують хлорновапняною кашкою або розчинами інших дегазуючих засобів з наступним (через 1,5—2 год) промивання водою.

Мішки, брезенти дегазують кип'ятінням (протягом 1—2 год) з наступним промиванням чистою водою.

Дегазація одягу, взуття та інших індивідуальних засобів захисту здійснюється кип'ятінням, пароаміачною сумішшю, пранням і провітрюванням.

Дегазація кип'ятінням проводиться в бучильних установках БУ-4М або інших місткостях для верхнього одягу і головних уборів зі штучного хутра (дегазацію хутряних і шкіряних виробів цим способом проводити неможливо).

Дегазація способом прання полягає в розкладі та змиванні отруйних речовин водними розчинами миючих засобів при високих температурах. Дегазації пранням підлягають вироби з бавовняних тканин, а також ватяний одяг. Як миючий розчин використовується 0,3 %-й розчин порошку СФ-2У (СФ-2).

Дегазація провітрюванням (природна дегазація) може бути використана для всіх видів одягу, взуття й індивідуальних засобів захисту. Вона проводиться, якщо є час і немає інших засобів дегазації. Дегазація провітрюванням найбільш швидко проходить у літніх умовах при температурі 18—25 °С.

Речі та предмети, які не можна кип'ятити, необхідно провітрювати 6 діб влітку і 45 діб взимку або дегазувати в спеціальних камерах (приміщеннях) при температурі 70—80 °С.

Зерно, уражене парами і туманами ОР і НХР, дегазують провітрюванням на відкритому повітрі. Самодегазація в теплий період може настати: при ураженні зарином і табуном — через 2—4 доби, іпритом через 5—10 діб, зоманом через 20—45 діб.

Воду дегазують фільтруванням і хлоруванням. Із колодязя воду відливають або відкачують, а дно і стінки шахти обробляють хлорно-вапняною кашкою, із дна знімають шар 10 см. Після наповнення водою, її знову відливають і після нового наповнення перевіряють на наявність ОР.

Засоби захисту дегазують пароаміачним способом або гарячим повітрям.

При ураженні майна фосфороорганічними речовинами дегазують вимочуванням у 2 %-му розчині соди, аміаку або іншого лугу при температурі 15 °С протягом 1,5 год. Шкіряні та інші вироби дегазують гарячим повітрям при температурі 70 °С протягом 6 год.

Дезінфекція — це заходи, спрямовані на знищення збудників інфекційних хвороб та їх токсинів. Дезінфекцію проводять хімічним і фізичним способом, які застосовують як окремо, так і в комбінації.

Дезінфекція може бути газова, волога і термічна. Проводять її після встановлення санепідстанцією, ветлабораторією зараженості людей, тварин, кормів, території, продуктів харчування, води.

Дезінфекція одягу, взуття та інших індивідуальних засобів захисту здійснюється обробкою пароповітряною або пароформаліновою сумішшю, кип'ятінням, замочуванням у розчинах для дезінфекції (або протиранням ними), пранням.

Обробка кип'ятінням використовується для дезінфекції виробів з бавовняних тканин та індивідуальних засобів захисту, виготовлених з гуми і прогумованих тканин. Дезінфекція кип'ятінням проводиться в різних підручних засобах (баках, котлах, бочках тощо).

Дезінфекція замочуванням у розчинах для дезінфекції застосовується для виробів з бавовняних тканин та індивідуальних засобів захисту. Дезінфекція одягу та індивідуальних засобів захисту при зараженні вегетативними формами мікробів проводиться замочуванням у 5 % -му водному розчині фенолу, лізолу або нафталізолу (при зараженні вірусом натуральної віспи концентрація збільшується до 8%), 3 %-му розчині монохлораміну або в 2,5 %-му розчині формальдегіду протягом 1 год. При зараженні споровими формами мікробів замочування проводиться в 10 % -му розчині формальдегіду протягом 2 год.

Дезінфекція одягу і індивідуальних засобів захисту методом прання проводиться за спеціальними технологіями.

Приміщення і території сильно зрошують дезінфікуючим розчином, а потім проводять механічне очищення. Обробку повторюють тричі з інтервалом 1 год. Для дезінфекції застосовують розчин хлорного вапна з вмістом 5 % -го активного хлору, 10 % -й розчин їдкого натру, 4 %-й розчин формальдегіду, 5 %-й розчин однохлористого йоду та інші препарати.

Для газової дезінфекції приміщень застосовують бромистий метил, картос (суміш окису етилену з вуглекислим газом у співвідношенні 1: 9) для знищення спорових і вегетативних форм мікробів, а також хлорпікрин — для знищення

вегетативних форм. Перед дезінфекцією приміщення герметизують. Бромистий метил застосовують прямо з балонів, а хлорпікрин з апарата 2-АГ.

Воду знезаражують розчином хлорного вапна, на кожний м³ води додають 0,6 л цього розчину, а при споровій мікрофлорі — 4 л, після цього воду перемішують і залишають на 10—12 год, а потім відливають чи відкачують.

Найбільш простий і доступний спосіб дезінфекції води — кип'ятіння. При зараженні споровидними формами мікробів воду кип'ятять не менше 2 год.

Використання знезаражених продуктів, кормів і води можуть дозволити санітарно-епідеміологічна і служба ветеринарної медицини.

У цьому розділі наведено обґрунтування питання проведення на Тернопільському заводі безалкогольних напоїв заходів знезаражування технологічного обладнання, продуктів харчування, харчової сировини у разі їх забруднення ДР, ОР, НХР, бактеріологічними речовинами.

Розроблені заходи дозволяють підвищити стійкість роботи підприємства і пришвидшити відновлення його роботи після виникнення надзвичайних ситуацій.

Висновки

У кваліфікаційній роботі магістра запропоновано конструкцію пропонуються технічні заходи з модернізації подрібнювача цукру.

Запропоновано замінити молотки чинної конструкції на молотки зі ступінчатим профілем, які зарекомендували себе не гіршими з точки зору ефективності подрібнення, будучи при цьому довговічнішими. Концентрації напружень у підвісах запропоновано зняти за рахунок на незначного збільшення їх товщини і збільшення радіусів переходу між ділянками. Із застосуванням SolidWorks Simulations було виконано дослідження молотків для 5 випадків радіуса переходу в районі ділянки кріплення на осі: 5 мм, 15 мм, 25 мм, 40 мм та 50 мм. Встановлено, що найкраще молоток спрявляється із пркладеними навантаженнями при максимальному дослідженому значенні радіуса спряження на осі підвісу 0,05м. Рівняння, які були отримані і представлені у частині 4, вказують на достатню точність розрахунків, оскільки значення коефіцієнта детермінації R^2 коливається в діапазоні від 0,9 до 1,0.

Також у роботі запропоновано вирішення надто масивних боковин ротора з молотками. Із застосуванням топологічного аналізу отримали нове конструктивне рішення боковин. Оптимізація конструкції боковини ротора дозволить зменшити її масу від 0,77 кг до 0,38 кг 0,39 кг або на 51% без відчутних втрат міцнісних характеристик. Заміна молотків і облегшення ротора дозволить дещо зменшити потужність електродвигуна і позитивно вплине на термін служби подрібнювача.

Таким чином, запропоновані у роботі науково-технічні рішення є актуальними.

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв. –Тернопіль: ТДТУ, 2000. – 406 с.
2. Петько В.Ф., Гапонюк О.І, Петько Є.В., Уляницький А.В. Технологічне устаткування хлібопекарського, макаронного і кондитерського виробництв . підручник./За редакцією доктора технічних наук, професора О.І. Гапонюка — К.: Центр учбової літератури, 2007.— 432 с.
3. Сучасні технології кондитерського виробництва: підручник. / [Гайдук О. В., Герлянд Т. М., Дрозіч І. А., Кулалаєва Н. В., Романова Г. М.]. – К.: ІІТО НАПН України, 2020. – 440 с.
4. Золин В. П. Технологическое оборудование предприятий общественного питания. М.: Издательский центр «Академия» , 2014. 320 с.
5. Мазаракі А. А., Шаповал С. Л., Тарасенко І. І. та ін. Устаткування закладів ресторанного господарства. К.: Київ. Нац.. торг-екон. ун-т, 2013. 640 с.
6. Обладнання харчових та переробних виробництв: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. / [упоряд. О. В. Олабоді] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.техн. б-ка. – Київ, 2020. – 247 с.
7. Гвоздєв, О. В. Машины та обладнання хлібопекарського виробництва : підручник / О. В. Гвоздєв, Ф. Ю. Ялпачик, В. О. Олексієнко. – Мелітополь : Видавничий будинок ММД, 2010. – 311 с. – Режим доступу до електронного каталогу Наукової бібліотеки імені В. І. Вернадського : http://irbisnbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64 (дата звернення: 20.03.2017).
8. Лебедева, Л. Н. Производство кондитерских изделий на предприятиях и в цехах малой мощности : учеб. пособие / Л. Н. Лебедева, С. Д. Дудко, В. И. Оболкина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Київ : Инкос, 2012. – 416 с.

9. Вільський М. Управління життєвим циклом виробу / М.Вільський, А. Корнійчук // Збірник тез доповідей VI Міжнародної студентської науково - технічної конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання", 27-28 квітня 2023 року. — Т. : ТНТУ, 2023. — С.334.
10. Корнійчук А. В. Особливості застосування молоткових дробарок // Збірник тез доповідей XII Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 6-7 грудня 2023 року. — Т. : ТНТУ, 2023. — С. 278.
11. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин.– К.: Вища школа, 1993.– 556с.
12. Ворошук В.Я., Вітенько Т.М. «Інжинирінг та 3D моделювання в середовищі SolidWorks». Навчальний посібник. 2023. – 164 с.
13. Ростислав Баран, Віктор Ворошук. Системи 3D моделювання при вирішенні завдань конструювання та інжинірингу обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. К., НУХТ, 2023. Ч.2. С.20.
14. Ігор Стадник, Наталя Зварич, Оксана Пилипець, Віктор Ворошук. Термодинамічний аналіз енергетичних ресурсів // Збірник тез доповідей Міжнародної науково-технічної конференції присвяченої пам'яті професора Шаблія Олега Миколайовича та 60-ти річчю кафедри теоретичної механіки "Математичні методи та моделі технічних і економічних систем", ТНТУ, 2022, с. 134-135.
15. Вітенько Т.М., Ворошук В.Я. Сучасні підходи до конструювання і моделювання робочих органів технологічного обладнання харчових виробництв. Інноваційні аспекти розвитку обладнання харчової і готельної індустрії в умовах сучасності : третя міжнародна науково-практична конференція, 4–6 вересня 2019 р. : [тези доп.] / під заг. ред. . Г. В. Дейниченко. – Харків : ХДУХТ, 2019. – 272 с. С.108-109.

- 16.Ворощук В.Я. Інноваційні методи отримання знань інженерними кадрами : Міжнародна науково-методична конференція до 50-річчя кафедри устаткування харчової і готельної індустрії ім. М.І. Беляєва, 23–24 травня 2019 р, С. 38-39.
- 17.Грибан В.Г., Негодченко О.В. Охорона праці: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.
- 18.Пожарова О. В. Охорона праці : навчальний посібник / О. В. Пожарова. - Одеса, 2022. - 86 с.
- 19.Стручок В.С. Безпека в надзвичайних ситуаціях. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання / В.С.Стручок. — Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. — 156 с.
- 20.Русаловський А.В., Вендичанський В.Н. Цивільний захист: Навч. Посібн./За наук. ред. Запорожця О.І., – К.: АМУ, 2008. – 250 с.

Дотаток А

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*



VI МІЖНАРОДНА

студентська науково - технічна конференція

"ПРИРОДНИЧІ ТА ГУМАНІТАРНІ НАУКИ.

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ"

27-28 квітня 2023 р.

(збірник тез конференції)

Тернопіль 2023

УДК 621

Вільський М. – ст. гр. МОм-51, Корнійчук А. – ст. гр. МОм-51
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ВИРОБУ

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

Vilskyi M., Korniiichuk A.
Ternopil Ivan Puluj National Technical University

PRODUCT LIFE CYCLE MANAGEMENT

Supervisor: Voroshchuk V.

Ключові слова: виріб, життєвий цикл, управління
Keywords: product, life cycle, management

Управління життєвим циклом продукту (Product Lifecycle Management, PLM) охоплює сукупність процесів за весь період існування продукту - від початкової ідеї та розробки до утилізації після його використання. Це поняття відноситься до будь-якого продукту, в тому числі зі сфери інформаційних технологій. Термін "управління життєвим циклом продукту" з'явився на початку 1990-х років внаслідок еволюції відповідних ринків та технологій. Раніше не було єдиної думки щодо того, які саме інженерні дані про продукт повинні бути включені до категорії важливої інформації про виріб. Поступово ці дані стали конкретизуватися як дані про виріб, і в цей час з'явився термін управління даними про виріб (PDM).

Останні роки дали остаточну уяву про те, що концепція управління життєвим циклом продукту (PLM) - технології управління життєвим циклом виробу - сформувалася і постійно розширюється як за охопленням, так і за потужністю запропонованих рішень. Застосування концепції PLM в складних виробництвах, які відносяться до галузесого машинобудування, є необхідною умовою підвищення конкурентоспроможності кожного підприємства, завдяки підвищенню якості продукції та задоволеності замовника. Концепція PLM дозволяє відстежувати кожну партію або навіть кожен екземпляр продукції на всіх етапах його життєвого циклу, включаючи виявлення потреб замовника, всі етапи виробництва, відвантаження та експлуатації, а також утилізацію наприкінці його терміну служби та архівування всієї інформації.

Використання будь-якого цифрового рішення допомагає значно оптимізувати виробничі процеси, і PLM система не є винятком. Проте, кожне цифрове рішення має свої особливості, тому і результат його впровадження може відрізнятися. Перш за все, управління життєвим циклом продукції допомагає підвищити ефективність виробництва. Це досягається завдяки скороченню часу на операційні процеси. Наприклад, раніше інформацію передавали з одного відділу до іншого за допомогою друку і її фізичної передачі, а потім аналізували та вводили повторно в систему одержувача. При впровадженні PLM системи інформацію вводять в систему один раз та зберігають у єдиній базі даних, тому будь-який співробітник може запросити та отримати дані протягом короткого відрізка часу. Це значно прискорює всі процеси та зменшує можливість помилок.

Головна перевага системи управління життєвим циклом продукту - допомога в оптимізації процесів і, як наслідок, зниження вартості виробництва продукції.

ПІДПРИЄМСТВАХ АВТОТРАНСПОРТУ	
Бачуріна А., Мартинчук М. СУЧАСНІ ТРЕНДИ В ЗАКЛАДАХ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА	321
Костецький В. АНАЛІЗ ЗРЛ НАПРЯМКУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ БІЗНЕС ПРОЦЕСІВ В ЛОГІСТИЧНОМУ БІЗНЕСІ	322
Мазуркевич В. ОЦІНКА ЕКОЛОГІЧНИХ ПРОБЛЕМ РАДОМИШЛЬСЬКОЇ ТЕРИТОРІАЛЬНОЇ ГРОМАДИ	325
Поливода А. СТИЛІ МЕРЕЖЕВОГО СПІЛКУВАННЯ	327
Шведа Т. СУТНІСТЬ ОПЕРАЦІЙНОЇ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА	329
Береговий Р. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ БІЛКІВ СИРОВАТКИ МОЛОКА	331
Лаврентій О. ГРАФІЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ КРИСТАЛІЧНОЇ СТРУКТУРИ КООРДИНАЦІЙНИХ ЦІАНІДІВ ВОЛЬФРАМУ (IV) ЗАГАЛЬНОГО СКЛАДУ $Kat_3[WO_2(CN)_3H_2O] \cdot 3H_2O$ (Kat=Li⁺, Na⁺, K⁺, Cs⁺)	332
Лучанко Р. НОВИЙ ПІДХІД ДО РОЗРОБКИ АВТОМАТИЗОВАНОЇ РЕЛАКСАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ БІОЛОГІЧНОГО ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ	333
Вільський М., Корнійчук А. УПРАВЛІННЯ ЖИТТЄВИМ ЦИКЛОМ ВИРОБУ	334
Прунько І., Тримбашевський М. ОПТИМІЗАЦІЯ МАШИН І КОНСТРУКЦІЙ ЗА ПОКАЗНИКАМИ НАДІЙНОСТІ І ДОВГОВІЧНОСТІ	335
Мацєга Р., Шпікула М. МОЖЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ГІБРИДНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ У ХАРЧОВОМУ МАШИНОБУДУВАННІ	336
Сукач А., Кобельник Р. ВПЛИВ МІЦНОСТІ СВЕРДЛА НА ПОЗДОВЖНІЙ ЗГИН ДЛЯ ОБГРУНТУВАННЯ ВЕЛИЧИНИ ПОДАЧІ ПРИ СВЕРДЛІННІ	337
Сафонов Д. ДОСЛІДЖЕННЯ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ МІЖ МЕХАНІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ТА МЕХАНІЗМОМ РУЙНУВАННЯ КЕРМЕТІВ НА ОСНОВІ TiC-Ni-Cr	339
Солярчик М., Кузьмук В. РЕГУЛЮВАННЯ ПОДАЧІ В ПРОЦЕСІ СВЕРДЛІННЯ НАСКРІЗНИХ ОТВОРІВ	340

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя (Україна)
Університет імені П'єра і Марії Кюрі (Франція)
Маріборський університет (Словенія)
Технічний університет у Кошице (Словаччина)
Вільнюський технічний університет ім. Гедимінаса (Литва)
Міжнародний університет цивільної авіації (Марокко)
Наукове товариство ім. Т.Шевченка

АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Збірник
тез доповідей

**ХІІ Міжнародної науково-практичної
конференції молодих учених та студентів**
6-7 грудня 2023 року



УКРАЇНА
ТЕРНОПІЛЬ – 2023

УДК 664.8

А. В. Корнійчук

(Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна)

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОЛОТКОВИХ ДРОБОРОК

A. V. Korniiuchuk

APPLICATION FEATURES OF HAMMER MILLS

Подрібнення є процесом механічного руйнування твердих тіл під дією зовнішніх сил. Промислова реалізація подрібнення має ряд особливостей, серед яких можна виділити наявність таких властивостей предметів руйнування, як їх вологість, в'язкість, пружність і тому подібне. У зв'язку з цим, подрібнення цих предметів вимагає розробки подрібнювачів спеціальної цільової конструкції.

До найбільш поширених відносяться дробарки ударної дії. Їх застосовують для подрібнення значної номенклатури харчових продуктів і хімічної сировини. На подібних матеріалах дробарки ударної дії дозволяють досягати великих ступенів подрібнення, а простота конструкції, низька металоемність, можливість виготовлення машини великої продуктивності і зручність обслуговування роблять їхнє застосування ефективним. Одним із найбільш поширених видів дробарок ударної дії є молоткові.

Переваги застосування молоткових дробарок:

- Висока продуктивність. Молоткові дробарки можуть подрібнювати великі кількості матеріалу за короткий час. Це дозволяє підвищити ефективність переробки матеріалів і скоротити час виробництва.
- Рівномірний ступінь подрібнення. Молоткові дробарки забезпечують рівномірний ступінь подрібнення матеріалу, що важливо для багатьох технологічних процесів. Це дозволяє отримати продукт високої якості, який відповідає вимогам стандартів.
- Широкий діапазон подрібнення. Молоткові дробарки можуть подрібнювати матеріал від крупного до дрібного. Це дозволяє використовувати їх для різних цілей, наприклад, для виробництва будівельних матеріалів, харчових продуктів, кормів для тварин і т. д.
- Невисока вартість. Молоткові дробарки є відносно недорогими в порівнянні з іншими типами дробарок. Це дозволяє їм бути доступними для широкого кола підприємств.

Недоліки застосування молоткових дробарок:

- Висока енергоемність. Молоткові дробарки вимагають значних витрат енергії для подрібнення матеріалу. Це може призвести до підвищення собівартості виробництва.
- Висока шумність. Молоткові дробарки працюють з високим шумом. Це може бути шкідливим для здоров'я працівників.
- Виділення пилу. Молоткові дробарки виділяють пил, який може бути шкідливим для здоров'я працівників і навколишнього середовища.

Молоткові дробарки є універсальними машинами, які мають ряд переваг. Вони можуть застосовуватися в різних галузях промисловості для подрібнення різних матеріалів. Однак, вони мають і деякі недоліки, які необхідно враховувати при виборі обладнання.

Для зниження енергоемності і шумності молоткових дробарок можна використовувати сучасні технології, такі як рекуператор енергії, шумоглушники і т. д. Для зниження викидів пилу можна використовувати пилоуловлювачі.

Література

1. Олександр Смолій, Віктор Ворошук. Застосування PLM-систем в процесі експлуатації обладнання // Матеріали 89 Міжнародної наукової конференції молодих учених, аспірантів і студентів "Наукові здобутки молоді – вирішенню проблем харчування людства у XXI столітті", 3-7 квітня 2023 р. К., НУХТ, 2023 р. Ч.2. С. 36.

41. **А. М. Колівошко, Д. Ю. Соловко, Я. О. Філюк** 262
ЕЛЕКТРИЧНА МЕРЕЖА З РОЗПОДІЛЕНИМИ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИМИ
ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ
42. **О. М. Вілібніцький, Є. В. Тиш** 263
ІННОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ В ОБЛАСТІ АДАПТИВНОГО КОНТРОЛЮ
ОСВІТЛЕННЯМ
43. **І. М. Дулик, О. О. Іваніга, О. Я. Чайковський, Я. М. Осадца** 264
АНАЛІЗ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО
СВІТЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОСВІТЛЕННЯ
44. **І. І. Станчев, І. В. Ковалишин, Р. Б. Кріль, Я. М. Осадца** 265
ОСОБЛИВОСТІ СВІТЛОТЕХНІЧНОГО РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ
ОСВІТЛЕННЯ ПАРКОВИХ АЛЕЙ
45. **В. П. Волоський, А. М. Паламар** 266
АНАЛІЗ МЕТОДІВ БАЛАНСУВАННЯ АКУМУЛЯТОРІВ У СУЧАСНИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМАХ

**СЕКЦІЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ ХАРЧОВИХ, БІО- ТА
НАНОТЕХНОЛОГІЙ**

1. **О. В. Адамішин, Г. В. Карпик** 267
ХАРЧОВА ЦІННІСТЬ БУЛОЧКИ ЗІ ЗМІНЕНИМ СКЛАДОМ ЖИРІВ
2. **А. В. Чернега, Г. В. Карпик** 268
ПЕРСПЕКТИВНИЙ НАПРЯМОК ВИКОРИСТАННЯ ГОРІХІВ ЯК
КОМПОНЕНТУ ЗДОРОВОГО ХАРЧУВАННЯ
3. **В. В. Дорожко** 269
АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РИБНИХ
СНЕКІВ
4. **А. С. Пахомова, В. С. Картель** 271
ВЕГЕТАРИАНСЬКІ ТА ВЕГАНСЬКІ ОПЦІЇ В ЗАКЛАДАХ
РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА - РОЗШИРЕННЯ АСОРТИМЕНТУ
5. **Д. Вітенько, Н. Зварич** 273
ГІДРОДИНАМІЧНА КАВІТАЦІЯ В МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСАХ.
АНАЛІЗ ПАРОГАЗОВОЇ ФАЗИ
6. **В. В. Мартинюк, О. Б. Столяр, Н. І. Хомик** 275
АКУМУЛЯТИВНА ЗДАТНІСТЬ ДВОСТУЛКОВОГО МОЛЮСКА ЗА
ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ВПЛИВУ
7. **Р. О. Баран** 276
КАВІТАЦІЙНІ ЯВИЩА
8. **Р. В. Паперняк, М. М. Шинкарик** 277
УДОСКОНАЛЕННЯ ВИРОБНИЦТВА МАСЛА У
МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧАХ
9. **А. В. Корнійчук** 278
ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МОЛОТКОВИХ ДРОБАРІВ
10. **А.-І. М. Голояд** 279
ЗАСТОСУВАННЯ СОЛОДОВЕНЬ ПРИ ВИРОБНИЦТВІ СПИРТУ
11. **І. В. Прунько** 280
АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ НАПОВНЕННЯ ФАРШЕМ КОВБАСНИХ ВИРОБІВ
НАГНІТАЧАМИ