

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 бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 з моделюванням форми
ріжучих ножів

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

(шифр і назва спеціальності)

Головко А. Д.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник

Ворощук В.Я.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Нормоконтроль

Ворощук В.Я.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Завідувач кафедри

Вітенько Т.М.
(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Тернопіль
2021

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)
« 6 » жовтня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Головка Андрій Дмитрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Модернізація бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 з моделюванням форми
ріжучих ножів

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

Затверджені наказом ректора від « 6 » жовтня 2021 року № 4/7-844.

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Технічний паспорт та інструкції з експлуатації, монтажу та
технічного обслуговування і ремонту бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)
Анотація. Вступ. 1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування
основних напрямків дослідження. 2. Методи та методика досліджень. 3. Розроблення нових
проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.
4. Комп'ютерне моделювання ножів бурякорізки. 5. Охорона праці та безпека в
надзвичайних ситуаціях. 5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в бурякопереробному
цеху. 5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях. Висновки. Перелік посилань.
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
1. Бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12 (1 л.ф.А1)
 2. Барабан бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 (1 л.ф.А1)
 3. Рама бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 (1 л.ф.А1)
 4. Кінематична схема бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 (1 л.ф.А1)
 5. Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 70°;
товщиною полотна леза 2 мм; кутом заточки леза 40° (1 л.ф.А1)
 6. Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 70°;
товщиною полотна леза 1,5 мм; кутом заточки леза 20° (1 л.ф.А1)
 7. Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 60°;
товщиною полотна леза 2 мм; кутом заточки леза 40° (1 л.ф.А1)
 8. Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 60°;
товщиною полотна леза 1,5 мм; кутом заточки леза 20° (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. Клепчик В.М. – ст. викл.</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Ворошук В.Я. – к.т.н., доц.</i>		

7. Дата видачі завдання 11 жовтня 2021 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 моделювання ножів бурякорізки.		
7	5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.		
8	5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в бурякопереробному цеху		
9	5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях		
10	Висновки		
11	Перелік посилань		
12	Графічна частина		
13	Бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12		
14	Барабан бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12		
15	Рама бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12		
16	Кінематична схема бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12		
17	Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 70°; товщиною полотна леза 2 мм; кутом заточки леза 40°		
18	Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 70°; товщиною полотна леза 1,5 мм; кутом заточки леза 20°		
19	Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 60°; товщиною полотна леза 2 мм; кутом заточки леза 40°		
20	Моделювання ножа бурякорізки з кутом при вершинах зигзагу леза 60°; товщиною полотна леза 1,5 мм; кутом заточки леза 20°		

Студент

(підпис)

Головко А. Д.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Ворошук В.Я.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Автор кваліфікаційної роботи освітнього рівня «магістр» – Головка Андрій Дмитрович .

Тема кваліфікаційної роботи магістра: Модернізація бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 з моделюванням форми ріжучих ножів.

Кваліфікаційну роботу виконано в Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в 2021 році

Кваліфікаційна робота освітнього рівня «магістр» складається із розрахунково пояснювальної записки 92 сторінки (65 рисунків, 1 таблиця) та графічної частини обсягом 8 листів А1.

У дипломній роботі пропонуються заходи з модернізації бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12 з метою покращання процесу різання.

Для реалізації вказаних заходів виконуються завдання:

аналіз інформації щодо процесу подрібнення цукрового буряка та формування задач для різних стадій проектування;

технологічний розрахунок бурякорізки;

розрахунок затрат потужності на приведення в рух ротора бурякорізки;

вибір кінематичної схеми бурякорізки;

розрахунок конструктивних елементів бурякорізки;

розрахунок конічної передачі приводу улітки;

створення на ЕОМ 3d моделі з виконанням комплексу досліджень;

аналіз отриманих в результаті розрахунків результатів;

розроблення заходів з охорони праці та техніки безпеки;

розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: буряк, цукор, ніж, дослідження.

Abstract

Holovko A.D. Beet slicer T2M-CI2B-12 redesign and cutting blades shape modeling. 133 “Industrial Machinery Engineering” – Ternopil Ivan Puluj National Technical University.-Ternopil, 2021.

Measures to modernize the centrifugal beet slicer T2M-CI2B-12 in order to improve the cutting process are proposed in the qualifying paper.

The following tasks are performed to implement these measures:

analysis of information on the process of grinding sugar beet and the formation of tasks for different stages of design;

technological calculation of beet slicer;

calculation of power costs for driving the beet rotor;

choice of kinematic scheme of beet slicer;

calculation of design elements of beet slicer;

calculation of bevel gear spiral drive;

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

analysis of the obtained results as a result of calculations;

solving issues of labour protection and safety;

solving issues at emergencies.

Keywords: beet, sugar, knife, research.

Зміст

Анотація	4
Abstract	5
Зміст.....	6
Вступ.....	8
1. Аналіз сучасного стану об'єкту дослідження, вибір і обґрунтування основних напрямків дослідження.....	10
1.1. Аналіз обладнання для подрібнення буряка	10
1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.	21
1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.	23
1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.	23
2. Методи та методика досліджень.....	25
2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,.....	25
2.2. Послідовність виконання дослідження на комп'ютері з використанням САЕ додатка Simulation програмного комплексу Solidworks. ...	27
3. Розроблення нових проектно-технологічних і технічних вирішень вдосконалення об'єкта дослідження.	28
3.1. Будова та принцип роботи бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12	28
3.2. Технологічний розрахунок бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12	31
3.2.1. Розрахунок кількості ножових рам	31
3.2.2. Розрахунок горловини улітки	32
3.2.3. Розрахунок потужності приводу бурякорізки.....	33
3.3. Кінематичний розрахунок бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12.....	34
3.4. Розрахунок валів бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12	37
3.4.1. Розрахунок швидкохідного вала.....	37

3.4.2. Розрахунок тихохідного веденого вала	41
3.5. Розрахунок основи бурякорізки.....	45
3.6. Розрахунок несучої здатності гладкого конусного з'єднання	47
4. Комп'ютерне моделювання ножів бурякорізки.....	49
4.1. Постановка завдань дослідження.	49
4.2. Результати моделювання ножа бурякорізки під навантаженням.	50
4.3. Аналіз результатів.....	76
5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	79
5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в бурякопереробному цеху	79
5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.	82
Висновки	89
Перелік посилань.....	91
Додатки.....	Помилка! Закладку не визначено.
Специфікації	

Вступ

Цукрова промисловість, як одна із важливих галузей харчової промисловості України, забезпечує потреби мешканців України у цукрі відповідно нормативів та сформувані достатні обсяги для експорту його за кордон. Поміж країн Європи в Україні найсприятливіші природні та кліматичні передумови для розвитку бурякоцукрового виробництва. Виробництво цукру є досить енергомістким процесом. Витрата теплової і механічної енергії складає чималу частку у структурі собівартості цукру, тому питання вдосконалення конструкції енергомісткого обладнання, зокрема бурякорізок є актуальним науково-практичним завданням, що обумовлює напрям досліджень в даній дипломній роботі магістра.

Завданнями дипломної роботи є

аналіз інформації щодо процесу подрібнення цукрового буряка та формування задач для різних стадій проектування;

технологічний розрахунок бурякорізки;

розрахунок затрат потужності на приведення в рух ротора бурякорізки;

вибір кінематичної схеми бурякорізки;

розрахунок конструктивних елементів бурякорізки;

розрахунок кінчної передачі приводу улітки;

створення на ЕОМ 3d моделі з виконанням комплексу досліджень;

аналіз отриманих в результаті розрахунків результатів;

розроблення заходів з охорони праці та техніки безпеки;

розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в роботі є силові чинники, які виникають у ножі під час нарізання буряка на стружку в барабані уліткою.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є бурякорізка відцентрова Т2М-СЦ2Б-12.

Методи досліджень. В магістерській роботі задіяно експериментальні і теоретичні методи досліджень.

Наукова новизна.

розроблено комп'ютерну 3d модель для дослідження і розрахунку ножів бурякорізки;

встановлено вплив геометричних чинників на напруження і деформації ножів бурякорізки під навантаженням.

Знайдені результати доцільно використати для аналізування штатних та створенні нових конструкцій ножів бурякорізок.

Результати, представлені у магістерській роботі були показані на IV Міжнародній студентській науково - технічній конференції "Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання". 28-29 квітня 2021 р.

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

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

1.1. Аналіз обладнання для подрібнення буряка

Буряк подрібнюють (ріжуть) в бурякорізках спеціальними бурякорізними ножами.

Бурякова стружка, одержувана на бурякорізках, може бути або пластинчастої форми жолоба. Товщина нормальної стружки звичайно складає 0,7—1,5 мм. Вона повинна бути рівною і гладкою. Якість стружки визначається загальною довжиною (в метрах) всіх окремих стружок в стограмовій порції (навішуванню), а також відсотком браку (товсті шматочки неправильної форми, нерозрізані гребінці, шматочки завдовжки менше 5 мм, стружинки завтовшки менше 0,5 мм), який не повинен перевищувати 2—3%. Чим більше загальна довжина стружинок в стограмовому навішуванні, тим тонше стружинки і більше їх сумарна поверхня.

На бурякоцукрових заводах використовують бурякорізьке обладнання дискового, відцентрового і барабанного типу. Їхній принцип роботи базується на наявності відносного руху цукрового буряка та ножових ріжучих елементів. У випадку дискового різання рухомими є ножі, що закріплюють на обертовому диску, а самі коренеплоди буряка не рухаються; а в бурякорізках відцентрового типу ножові пластини є жорстко закріпленими до стінок вертикально розміщеного циліндричного корпусу, а коренеплоди буряка є рухомими та ковзають вздовж внутрішньої його поверхні, при цьому їх притискає до ножових елементів відцентрова сила, яка створюється уліткою. У бурякорізках барабанного типу ножі є закріпленими до стінок горизонтально розміщеного обертового барабана, коренеплоди розміщені всередині в барабані та притримуються спеціальними приспособами, щоб не оберталися.

До актуальних достоїнств бурякорізків відцентрового типу відносять те, що там є можливість заміни ножів на ходу, регулювання продуктивності за рахунок зміни швидкості руху ротора та кількості задіяних ножових елементів. Проте їхня

конструкція є надто складною, і вони потребують забагато електроенергії. Конструкція бурякорізальних машин барабанного типу вельми проста, але вони споживають досить значні обсяги електричної енергії, а ножеві елементи можна замінювати лише за повної зупинки машини. Дисківим різальним машинам необхідно значно менше енергії, чим для відцентрових та барабанних, у них якісна стружка буряка, проте вони потребують зупинки щоб замінити ножі.

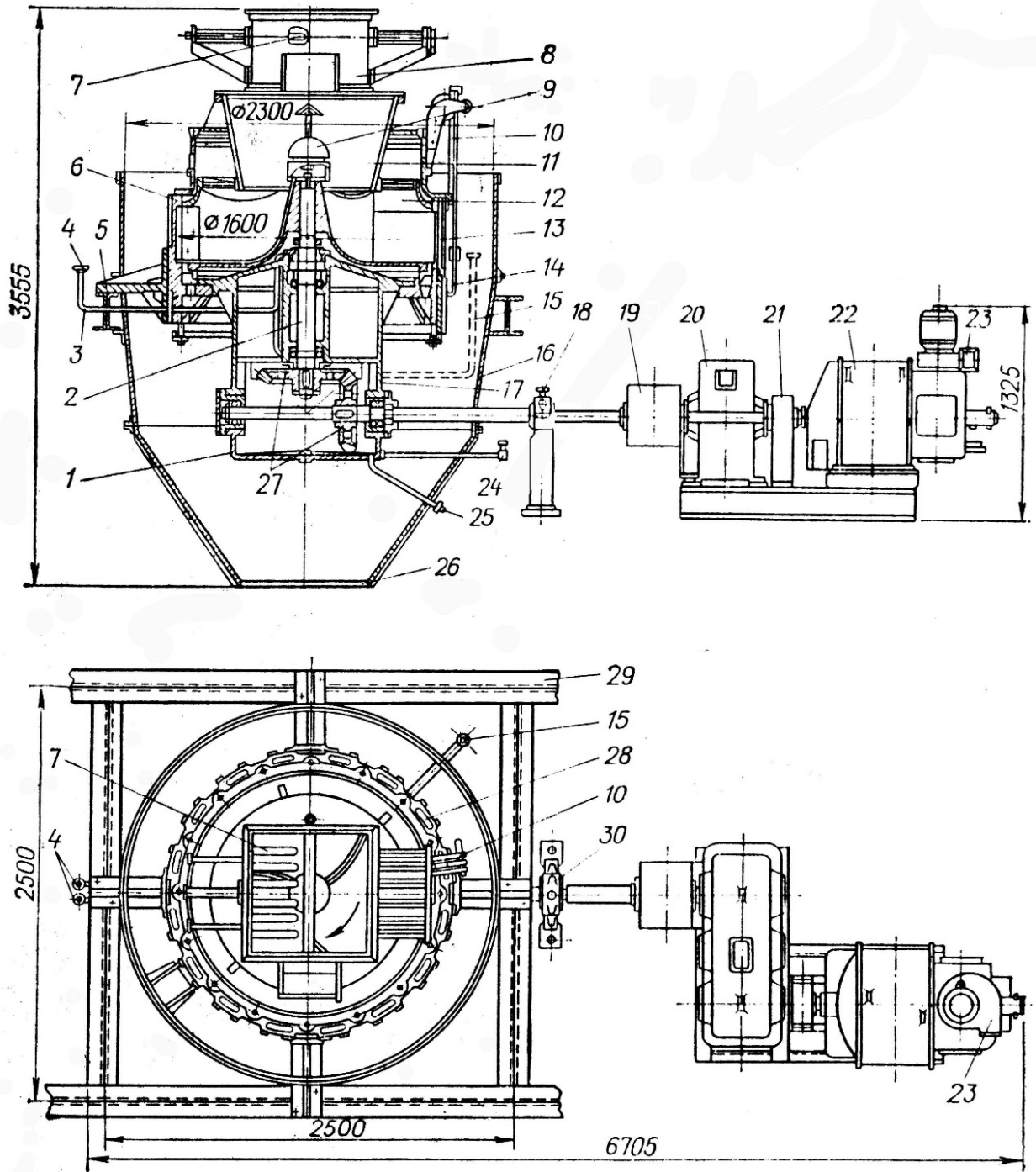


Рис. 1.1. Бурякорізальна машина відцентрового типу СЦ2Б-16.

У Україні як типова застосовується відцентрова бурякорізальна машина, яку випускають у двох типорозмірах, відмінних по продуктивності. В даний момент часу випускаються бурякорізки СЦ2Б-12 і СЦ2Б-16 з можливістю регулювання приводу.

Бурякорізальна машина відцентрового типу СЦ2Б-16 представлена на рис. 1.1. Корпусний елемент 6 цієї бурякорізальної машини являє собою вертикальний циліндр, у стінках якого є 16 скрізних отворів. До цих отворів монтують ножеві рамні елементи 13, з закріпленою парою ножів у кожному. Щоб замінити ножі при русі, наявний спеціальний пристрій рейкового типу: електролебідка 10, при допомозі якої ножовий рамний елемент виймають зі свого гнізда у вертикальному напрямку, вставляючи до нього з нижнього боку раму 14 глухої конструкції. Електролебідка має змогу для переміщення колом верхнього торця корпусу та зупинятися над необхідним рамним елементом.

У барабані на вертикальному валі 2 здійснює обертовий рух улітка 12. Ножові рамні елементи можна регулювати за висотою для збігу гребінчиків ножових елементів за допомоги гвинтових елементів 28.

Для захисту бурякорізальної машини зовні передбачено кожух 16. Вище встановлено завантажувального ковша 11 із бункером 8 та шиберним затвором 7. Коли шибер відкрито, коренеплоди буряка падають на обертovu улітку, і направляються її лопастями до статичних ножів. За допомогою відцентрової сили коренеплоди притискають до ножів та ріжуть. В зв'язку з тим, що під час руху буряком стирається внутрішня поверхня барабана, то на стінках вказаного барабана монтують знімні накладки із зносостійкої сталі.

Стружка цукрового буряка простором межі кожухом та барабаном, падає вниз та крізь отвір 26 потрапляє на транспортування.

У процесі переробки волокнистого або замусереного буряка ножеві елементи часто забивають домішки та стружка. Щоб їх очистити, передбачено обдувочний пристрій 9.

Бурякорізку монтують до балок 29 перекриття при допомозі лап 5, які прикріплено до корпусу.

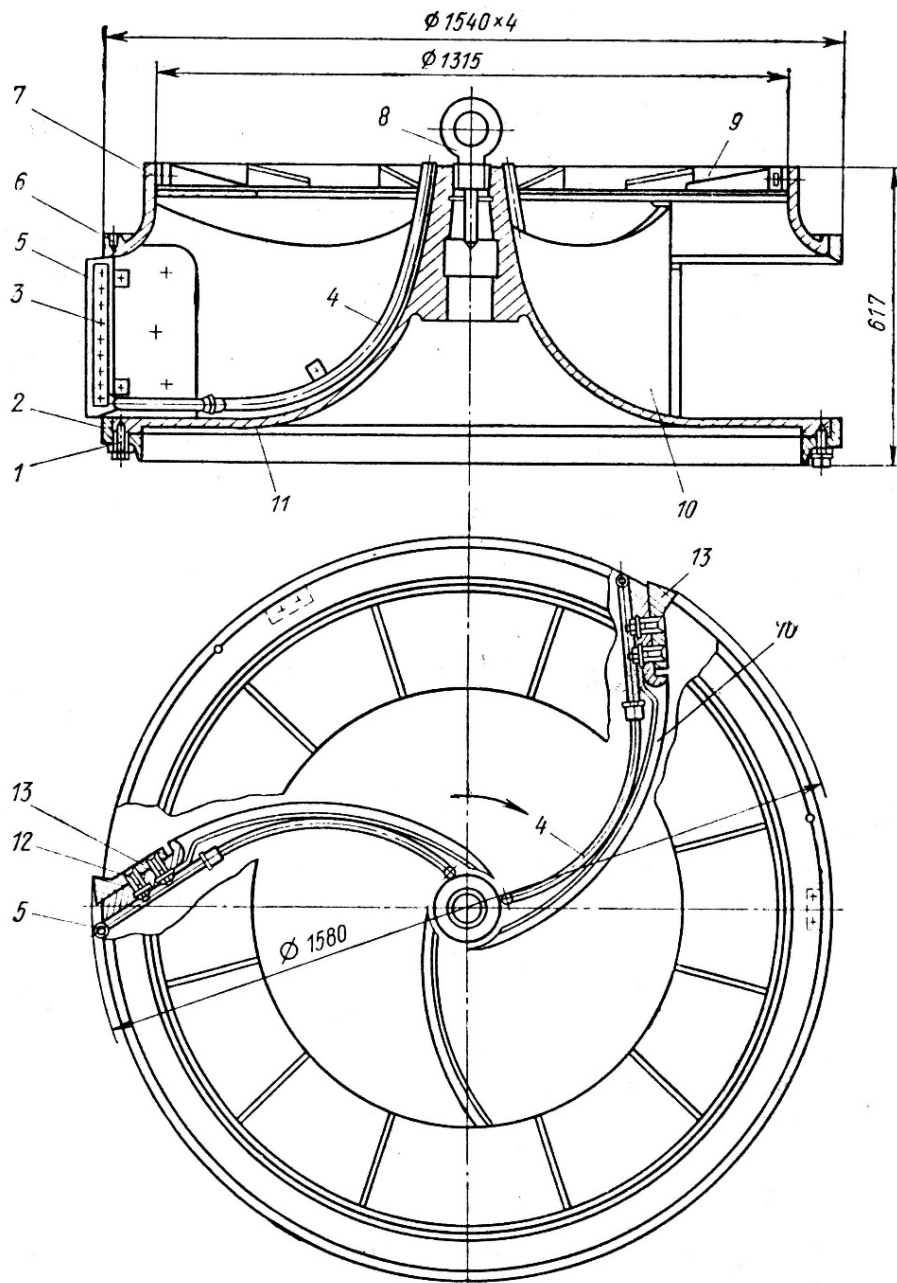


Рис. 1.2 Улітка відцентрової бурякорізки СЦ2Б-16.

Улітка бурякорізки (Рис. 1.2) складається з верхнього 7 і нижнього 11 конусних дисків, стягнутих притискним кільцем 9. Краї дисків забезпечені змінними бандажами 6 (верхнім) і 2 (нижнім). Між дисками розташовано три криволінійні лопаті 10, кінці яких закінчуються пересувними контрножами 13. Це дозволяє за допомогою шпильок 12 регулювати зазор (він повинен бути 5—6 мм) між лопатями і барабаном різання, в отворах якого встановлені бурякорізні ножі.

До лопатей кріпиться трубка 4 обдувочного пристрою з колектором 5, в якому встановлені форсунки 3. Через форсунки стиснене повітря поступає до ножів для продування від домішок, що забили їх. Важки 1 служать для балансування улітки, а болт 8 вкручується при транспортуванні її.

Пристрій для підведення повітря (Рис. 1.3) до ножів для їх продуваннями є камерою, яка днищем 8 за допомогою болта 7 кріпиться до торця вертикального валу 10 конічного редуктора різання, одночасно притискуючи усічений конус 9 нижнього диска улітки, насаджений на вал. Штифт 2 запобігає повертанню камери на валу. Камера обертається разом з уліткою. З днища камери відводяться трубки 1, улітки, що спускаються по лопатях, до ножів. Через ці трубки поступає стиснене повітря, що входить в камеру через нерухому трубу 4, яка виходить за межі бурякорізки. Нижній кінець цієї труби знаходиться в сальнику 5, набивання 6 якого ущільнюється кришкою 3. Тиск стисненого повітря, що входить в трубу 4, повинен бути не менше 0,5 МПа (5кгс/см²).

Лебідка (Рис. 1.4) для виїмки ножових рам з барабана різання і постановки замість них глухих рам є стійкою 4, за допомогою двох роликів 1 перекичувану по зовнішньому майданчику барабана 2 різання. Від перекидання стойку оберігає направляючий кут 3, що входить в кільцевий паз на зовнішній стороні барабана.

На стійці встановлений рейковий механізм з трьох шестерень і зубчатої рейки. При обертанні рукоятки 9 починає обертатися шестерня 8, що входить в зачіплення з шестернею 7. Ця шестерня сидить на одному валу з шестернею 6, що входить в зачіплення із зубчатою рейкою. Для запобігання зворотного обертання шестерень при підйомі рейки служить стопор 5. При опусканні рейки стопор виводиться із з'єднання з шестернею 6.

Із зубчатою рейкою пов'язана планка 10, на кінці якій знаходиться тяга 13. При підйомі рейки крюк цієї тяги захоплює глуху раму 14 за прилив і піднімає її. Глуха рама штовхає при цьому ножову раму 12 і виводить її з отвору барабана, займаючи її місце.

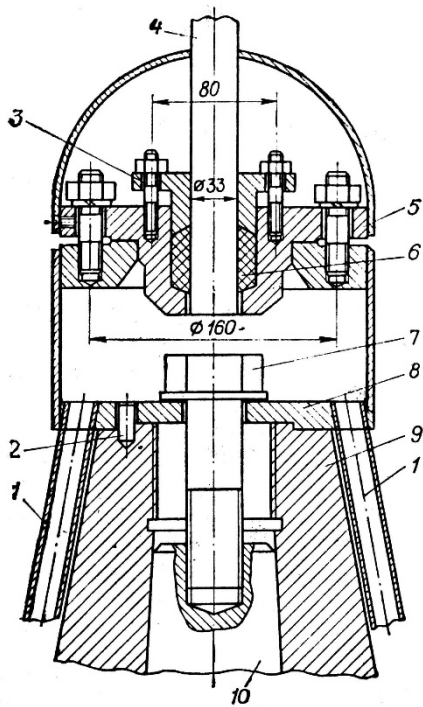


Рис. 1.3. Пристрій підведення стисненого повітря до ножів відцентрової бурякорізки СЦ2Б-16.

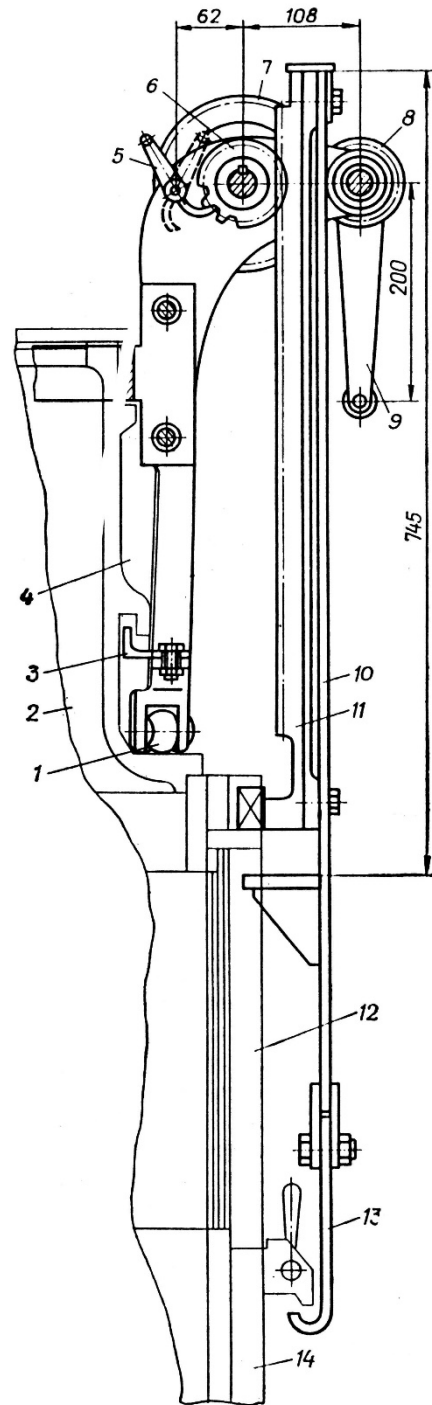


Рис. 1.4. Лебідка відцентрової бурякорізки.

Привід бурякорізок здійснюється по системі генератор — двигун (Г — Д). Такий привід дозволяє плавно в широких межах змінювати частоту обертання улітки бурякорізки і тим самим її продуктивність, що обумовлюється як змінною

продуктивністю попередніх і подальших ділянок виробництва, так і якістю буряка.

Улітка бурякорізки через редуктор приводиться в обертання двигуном постійного струму. Живлення цього двигуна постійним струмом проводиться від генератора постійного струму, який приводиться в обертання асинхронним електродвигуном змінного струму.

Привід бурякорізок здійснюється по системі генератор — двигун (Г — Д). Такий привід дозволяє плавно в широких межах змінювати частоту обертання улітки бурякорізки і тим самим її продуктивність, що обумовлюється як змінною продуктивністю попередніх і подальших ділянок виробництва, так і якістю буряка.

Улітка бурякорізки через редуктор приводиться в обертання двигуном постійного струму. Живлення цього двигуна постійним струмом проводиться від генератора постійного струму, який приводиться в обертання асинхронним електродвигуном змінного струму.

Двигун і генератор мають незалежне збудження, що подається від збудника—генератора постійного струму з паралельним збудженням, який обертається також асинхронним двигуном. Початковий струм в обмотці збудника і обмотці двигуна регулюється реостатами. Щоб змінити частоту обертання двигуна, необхідно змінити струм збудження в обмотці генератора шунтовим реостатом. На одній осі з двигуном знаходиться тахогенератор для контролю частоти його обертання. Напруга, сила струму і частота обертання контролюються вольтметрами і амперметрами.

Всі прилади і органи управління бурякорізки зосереджені на щиті змінного струму, щиті постійного струму і пульті.

На пульті, підвішуваному безпосередньо біля бурякорізки, встановлені: амперметр А і вольтметр 1В для контролю споживаної сили струму і напруги на якорі генератора постійного струму; вольтметр 2В для контролю частоти обертання двигуна постійного струму; сигнальна лампа 1ЛС, кнопки управління 1КП (пуск) і 1КС (стоп) асинхронного двигуна; сигнальна лампа 2ЛС, кнопки

управління 2КП (пуск) і 2КС (стоп) генератора постійного струму; реостат РВ зміни збудження генератора постійного струму (частоти обертання двигуна постійного струму).

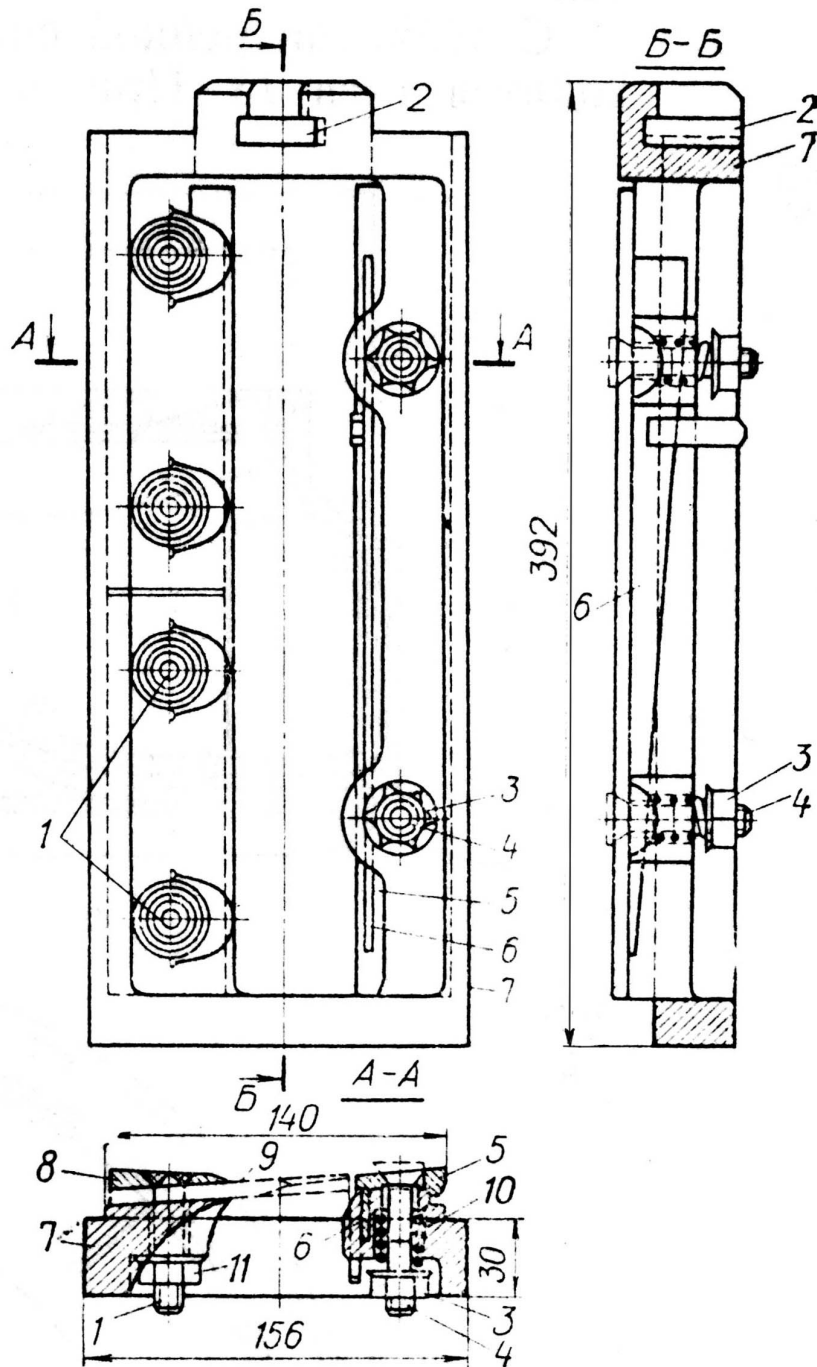


Рис. 1.5. Рама відцентрової бурякорізки для ножів сист. Чижека.

Ножова рама (Рис. 1.5) для установки бурякорізних ножів складається з корпусу 7, в якому встановлюються поряд два ножі 9. Ніж накривається

притискною планкою 8 і зміцнюється двома шпильками 1 гайками 11. Проти ріжучої кромки ножа на корпусі рами розташована контрольна планка 5, що притягається до корпусу шпильками 4, гайками 3 і пружинами 10.

Щоб буряк різався, ріжуча кромка ножа повинна виступати над контрольною планкою на деяку висоту. Ця величина називається підйомом ножа. Зміною підйому можна, змінювати товщину стружки. Підйом ножа регулюють переміщенням планки за допомогою клина 6. Для регулювання необхідно ослабити гайки 3 шпильок 4. Після цього переміщують клин до необхідної висоти контрольної планки і знову затягують гайки 3. Підйом ножа над планкою складає 2,5—5 мм і обумовлюється якістю буряка і типом дифузійного апарату.

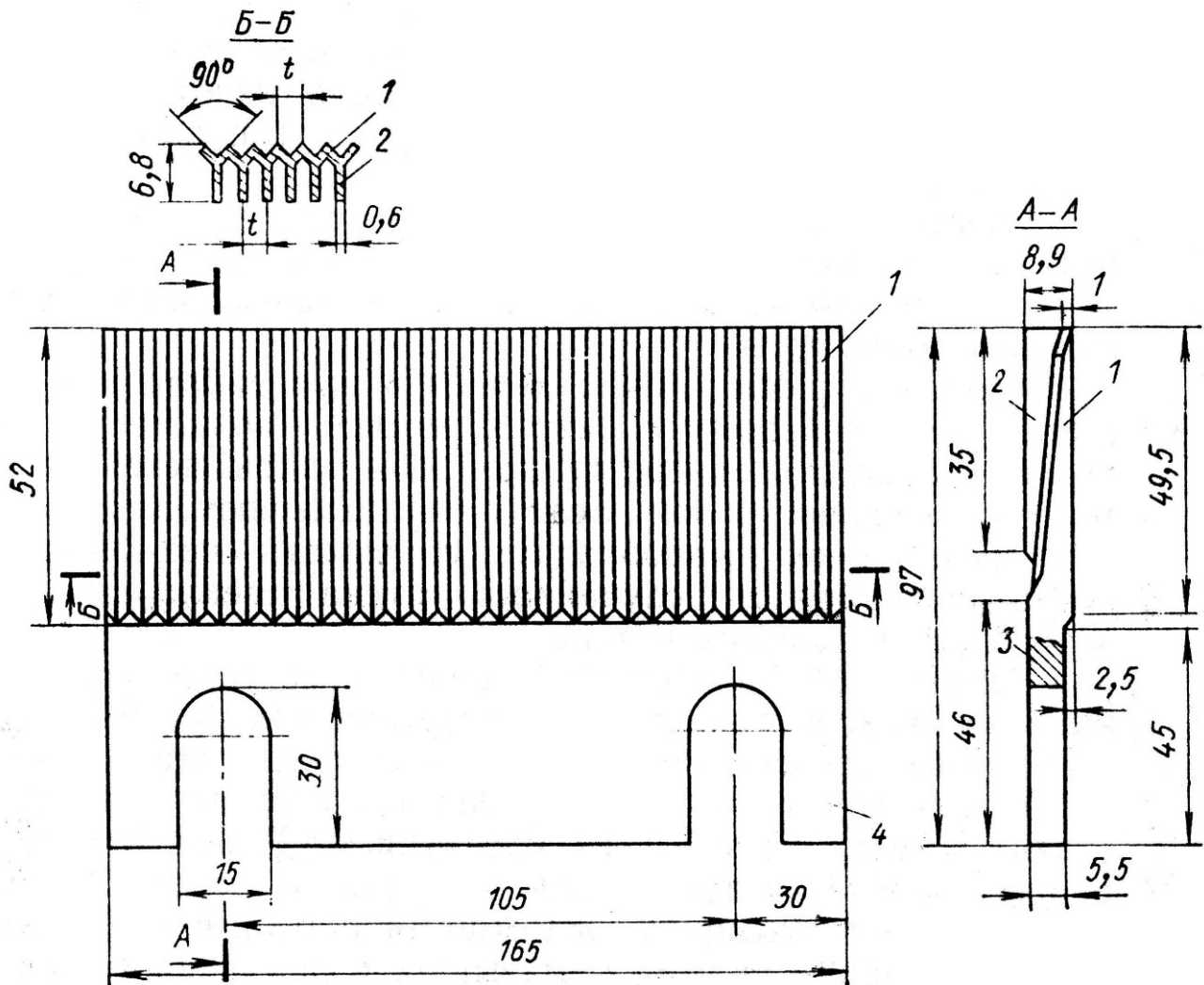


Рис. 1.6. Ножеві елементи системи Чижека відцентрових бурякорізальних машин.

Між краєм контрольної планки і кромкою ножа оставляється зазор, величина якого регулюється пересуванням ножа вперед або назад щодо шпильок 1. Зазор між ножем і контрольною планкою рами визначається якістю буряка і повинен бути в межах 3—7 мм.

Щоби різати буряк, використовують спеціальні ножеві елементи, які є двох типів: фрезовані та штамповані. За видом ріжучої кромки найпоширеніші ребристі Чижека та безреберні кенігсфельдські чи Голлера.

Ножеві елементи системи Чижека фрезеровані зі спеціального профільованого прокату. Вони бувають для відцентрових, а також для дискових бурякорізальних машин.

Ніж системи Чижека № 1017 (Рис. 1.6) для відцентрових бурякорізок складається з кріпильної 3 і робочої частин. Ріжуча кромка ножів складається з гострих граней кута в 90° і вертикальних ребер 2. Кут заточування ножа складає 13° . Відстань між сусідніми ребрами і складає 5...6 мм. Ребра і поверхні торців цих ножів виконані прямими. Кріпильна частина має пази 4 для кріплення до рами. Ребра і торцеві поверхні ножів системи Чижека для дискових бурякорізок виконуються по дузі кола з радіусом 800 мм, відповідної середньому радіусу кільця, по якому ножі встановлені в диску. Це робиться для зменшення тертя і зламу стружки.

Ножі кенігсфельдські безреберні (Рис. 1.7) також виготовляють з інструментальної сталі У-7А шляхом фрезерування. Крок ножів складає 7 і 8,25 мм. Ножі випускають двох типів А і Б, а також правими і лівими. В раму встановлюють по одному ножу типів А і Б. При такому з'єднанні ріжуча кромка в стику двох ножів не порушується.

Ножі в кожній рамі повинні займати строго певне положення щодо ножів сусідніх рам. Для цього при установці їх і в рами застосовують спеціальні кондуктори.

Для отримання правильної стружки всі ножі бурякорізальної машини повинні рухатися чітко слідом за попереднім.

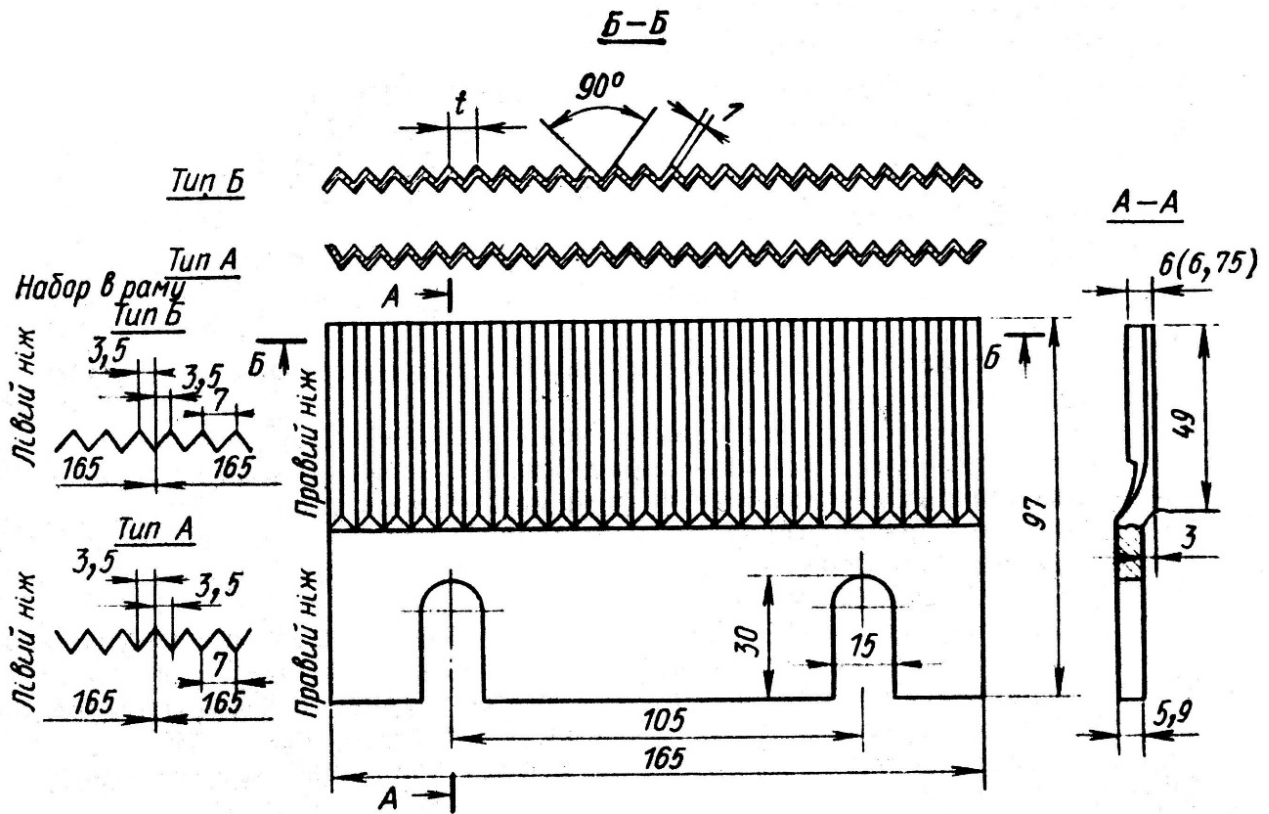


Рис. 1.7. Бурякорізний кенігсфєльдський ножовий елемент №3180 для бурякорізалних машин відцентрового типу.

Щоб отримати стружки пластинчатого типу, межуючі ножі типу Чижека слід зсунути у бурякорізалній машині один відносно іншого на 0.7 від товщини бурякової стружки. Відносний зсув ножів досягається не в самій рамі, а відповідними переміщеннями сусідніх рам в отворі барабана бурякорізки за допомогою гвинтового пристрою.

Величина зазора між ножем і контрольною планкою рами - при отриманні і пластинчастої стружки жолоба приведена нижче.

Буряк	Зазор, мм
Чиста свіжа або в'яла	3—5
Забруднена свіжа або в'яла	4—7
Волоконна або дерев'яниста	5—7
Мерзла	3—7

При зазорі менше 2 мм виходить ламана стружка.

Для точного дотримання зазору застосовуються калібрувальні лінійки — шаблони, що закладаються вертикально між ножем і контрольною планкою.

Величина підйому п'ятиміліметрових ножів при тому, що ріже буряка в стружку жолоба приведена нижче.

Буряк	Підйом ножів, мм
Чиста і засмічена свіжа	2,6—2,7
В'яла	2,8—3,0
Мерзла	3,0—3,3

При збільшенні підйому ножів виходить дуже товста стружка і утворюються гребінці. Висота підйому встановлюється за допомогою шаблону. Підйом ножів для пластинчастої стружки повинен бути на 0,7 мм менше ніж для стружки жолоба.

У міру експлуатації бурякорізні ножі тупляться, а також ушкоджуються через попадання в різання сторонніх домішок, тому їх відновлюють для подальшого використання.

1.2. Аналіз та короткий опис об'єкту дослідження.

Бурякорізка відцентрова Т2М-СЦ2Б-12 призначена для подрібнення цукрового буряка на стружку. Застосовується в бурякоцукровому виробництві. Машина застосовується в наступних умовах:

- робота постійна і з періодичними зупинками;
- температура зовнішнього середовища від +10 до +35°C
- вологість до 80% при температурі +25°C;
- висота над рівнем моря не більш 1000 м.

Інші вимоги до запиленості атмосфери, її складу повинні відповідати групі умов експлуатації - I, типу атмосфери - П за ДСТ 15150-69.

Технічна характеристика бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12

Продуктивність по буряку при середній швидкості різання, т/добу	
при жолобчастій стружці	1200
при пластинчастій стружці	840
Число ножових рам	12
Швидкість різання, м/с	4-8
Робочий тиск повітря при продувці ножів, МПа	0,78(8)
Витрата повітря при продувці ножів, м ³ /с	0,2
Електродвигуни приводу, шт	
2ПФ280МГ4; М101(N=110кВт)	-
2ПФ280МГ4; М101(N=71кВт)	1
Тиристорній перетворювач АТЕЗ-200-460, шт.	1
Редуктори, шт.	
Ц2У-315Н-12,5(i=12,5)	-
Ц2У-250-8(i=8)	1
Встановлені підшипники, шт.	
Шарикопідшипники сферичні дворядні	
№1218	-
№1215	1
роликові радіальні сферичні дворядні	
№3520	-
№3524	-
№3518	1
№3522	1
шарикові упорні однорядні	
№8222	-
№8220	1
№8226	-
№8224	1

шарикові двохрядні з втулкою	
№11218	-
№11217	1
габаритні розміри, мм	
довжина	4830
ширина	2260
висота	3150
Маса, кг	6950

1.3. Техніко – економічне обґрунтування модернізації.

Завданням на дипломну роботу передбачається модернізація бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12 з метою покращання процесу різання. Бурякорізка складається з кожуха, конічного редуктора, улітки, барабана, завантажувального ковша, шибера, лебідки, ножових і глухих рам, приводу, пристрої для підведення повітря, пристрої змащувального, щита управління, блокування ножових рам.

Основними операціями, які виконуються в бурякорізці, є:

подача буряка в завантажувальний ківш; подача буряка в барабан; захоплення буряка в барабані уліткою; подрібнення буряка в барабані за рахунок притискання до ножів під дією відцентрових сил.

Одним із головних недоліків при роботі даної машини є досить високі затрати потужності на різання. Даний недолік можна усунути шляхом заміни ножів на більш сучасні, що дозволить зменшити потужність різання до 14%.

1.4. Мета та задачі кваліфікаційної роботи.

Мета роботи – отримати технічні рішення щодо удосконалення бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12, які дозволять покращити процес нарізання бурякової стружки.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідження в роботі є силові чинники, які виникають у ножі під час нарізання буряка на стружку в барабані уліткою.

Предмет дослідження. Предметом дослідження є бурякорізка відцентрова Т2М-СЦ2Б-12.

Завданнями дипломної роботи є

технологічний розрахунок бурякорізки;

розрахунок затрат потужності на приведення в рух ротора бурякорізки;

вибір кінематичної схеми бурякорізки;

розрахунок конструктивних елементів бурякорізки;

розрахунок конічної передачі приводу улітки;

створення на ЕОМ 3d моделі з виконанням комплексу досліджень;

аналіз отриманих в результаті розрахунків результатів;

розроблення заходів з охорони праці та техніки безпеки;

розроблення заходів з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

2. Методи та методика досліджень

2.1. Вибір і обґрунтування методів і засобів досліджень,

В процесі вирішення інженерами складних завдань проектного характеру дуже важливо мати змогу дослідити декілька, конструктивно і технологічно відмінних, варіантів рішень з метою вибрати найкращий.

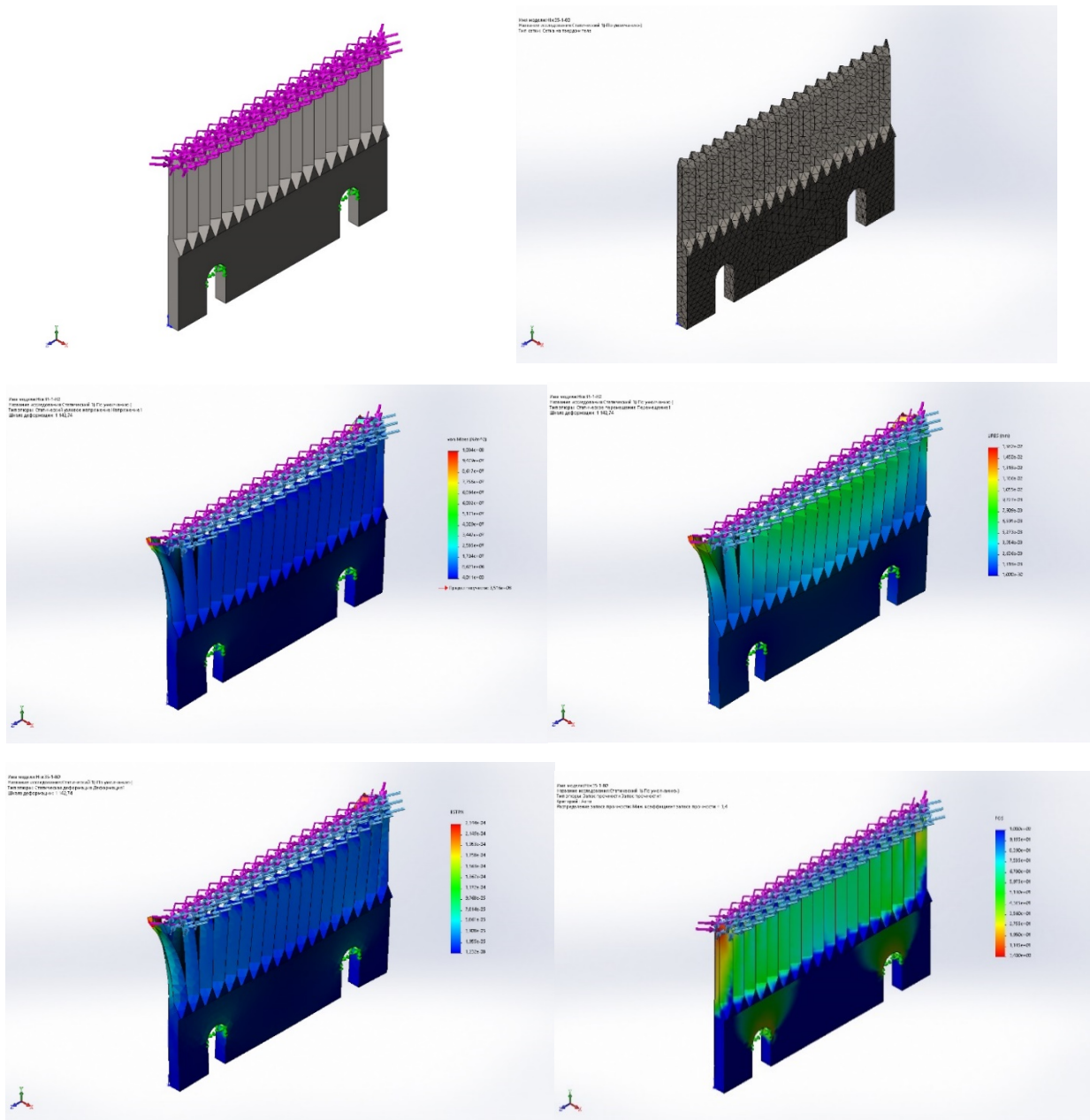


Рис. 2.1. Елементи комп'ютерних досліджень у САЕ додатку Simulation програмного комплексу Solidworks (Dassault Systèmes)..

Найбільш точним при цьому є виготовлення дослідних зразків в натуральну величину і виконання програми досліджень з прикладеними робочими навантаженнями. Проте такий метод побудови досліджень є високовартісним і суттєво розтягнутий у часі. Також зазвичай аналіз фізичних дослідних зразків потребує високоточного дороговартісного контрольно-вимірного обладнання. Для того, щоб уникнути таких значних затрат фінансових та людських ресурсів, а також часу на створення реальних прототипів, доцільніше виготовити і дослідити комп'ютерні 3d моделі для запропонованих технічних рішень.

Зараз на ринку існує достатня кількість програмних комплексів для досліджень 3d моделей (Ansys, Abaqus, Nastran, Adams, Solidworks Simulation, APM WinMachine, Pro-E тощо), а можливостей комп'ютерної техніки хватає для виконання необхідних числових експериментів.

З економічної точки зору вигідно розробити на комп'ютері 3d модель досліджуваного зразка (у нашому випадку ножа) і провести числові дослідження, ніж робити металеві зразки і виконувати дослідження з ними. Для проведення програми числових досліджень в магістерській роботі застосовано САЕ додаток Simulation програмного комплексу Solidworks (Dassault Systèmes).

САЕ додаток Simulation програмного комплексу Solidworks – дуже зручний інженерно-дослідницький інструмент, який дозволяє суттєво економити час, потрібний для здійснення комп'ютерних числових експериментів з достатньою достовірністю результатів.

САЕ додаток Simulation програмного комплексу Solidworks реалізовано з можливістю моделювання одиничних деталей, і їхніх збірок (груп). Передбачено можливість виконувати дослідження напружень, деформацій, показників запасу міцності, здійснювати топологічне оптимізування конструкції навантажених конструктивних елементів із врахуванням особливостей потрібних результатів.

2.2. Послідовність виконання дослідження на комп'ютері з використанням САЕ додатка Simulation програмного комплексу Solidworks.

Базовою структурною одиницею для виконання дослідження на комп'ютері є 3d модель елемента (дедалі чи збірки вузла). Після того, як виконано побудову 3d моделі, елемента у додатку Solidworks здійснюють підготовку проекту відповідного розрахунку (для спрощення цієї операції створено спеціальний програмний помічник). Коли проект розрахунку завершено, має місце виконання наступних операцій:

- уточнення (за необхідності) в проекті розрахунку матеріалу, з якого виготовлено досліджувану деталь (збірка групи деталей);

- встановлення початкових та граничних умови для існуючих з'єднань (у випадку відсутності з'єднань цей етап пропускають);

- встановлення типу фіксації в просторі досліджуваної деталі (вузла);

- задання величини, напрямку і характеру діючих на деталь (вузол) силових факторів;

- формування розрахункової сітки, із заданням методу формування сітки та особливих її місць;

- виконання обчислень згідно завдання.

У випадку відсутності результату, здійснюється уточнення геометричних параметрів досліджуваного елемента, зміна параметрів сітки, уточнення конструктивного матеріалу (або деяких його властивостей), силових факторів. За необхідності спрощують деякі невідповідальні фрагменти досліджуваного елемента. Після проведення необхідних маніпуляцій обчислення повторюють.

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

3.1. Будова та принцип роботи бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12

Бурякорізка складається з кожуха, конічного редуктора, улітки, барабана, завантажувального ковша, шибера, лебідки, ножових і глухих рам, приводу, пристрої для підведення повітря, пристрої змащувального, щита управління, блокування ножових рам. В комплект поставки входить бурякорізка (у складі перерахованих складальних одиниць) комплектно; з редуктором, електродвигуном і тиристорним перетворювачем струму; запасні частини і інструмент відповідно до відомості ЗП; експлуатаційна і товаросупровідна документація; паспорт бурякорізки; паспорт комплектуючих виробів (редуктора, електродвигуна, перетворювача струму); відомість комплектації на відвантаження.

Нерухомий сталевий барабан 4 (Рис. 3.1) має 12 вікон, у верхній : частини яких знаходяться ножові рами 9 з ножами, а в нижній — глухі рами 10.

Барабан чотирма лапами встановлюється на балки і кріпиться болтами. Усередині барабана в чавунному корпусі на підшипниках кочення змонтовані провідний горизонтальний і відомий вертикальний вали з конічними; шестернями.

На конусному хвостовику вертикального валу встановлена чавунна улітка, що є параболічним конусом з трьома зігнутими лопатями. Швидкозношувані поверхні сполучення улітки з барабаном виконані у вигляді змінних сталевих бандажів — верхнього і нижнього.

Горизонтальний вал приводиться в обертання від електродвигуна постійного струму через циліндровий редуктор. Вертикальний вал з уліткою приводиться в обертання від горизонтального через пару конічних шестерень.

Змінюючи число оборотів електродвигуна, можна регулювати швидкість різання буряка від 4 до 8 м/с. Кінематична схема бурякорізки приведена на листі 2.

Живлення електродвигуна здійснюється від мережі змінного струму через тиристорний перетворювач струму.

Підйом ножових рам при огляді, наладці і заміні ножів проводиться лебідкою, яка пересувається над вікнами барабана. Ножову раму можна піднімати тільки одночасно з глухою рамою, оскільки гак лебідки захоплює глуху раму, яка, підіймаючись рухає ножову раму і перекриває вікна барабана. Така конструкція дозволяє проводити заміну ножових рам без зупинки бурякорізки і виключає травмування обслуговуючого персоналу уліткою і буряком, що обертається. За відсутності у вікні барабана ножової або глухої рами Привід бурякорізки зупиняється.

Зовні бурякорізки встановлюється збірний кожух 1, який кріпиться до підлоги майданчика обслуговування. Кожух є приймальним і направляючим пристроєм для стружки.

Внутрішня поверхня барабана футерована змінними накладками зі зносостійкої сталі і півкільцями.

Буряк, що поступає в барабан через завантажувальний ківш 5, захоплюється уліткою, що обертається, і під дією відцентрової сили відкидається до різучих ножів, ковзаючи по яких подрібнюється на стружку.

Бурякова стружка через отвори ножових рам потрапляє між барабаном і кожухом і через нижній конус кожуха поступає на подальшу переробку.

У разі попадання в бурякорізку разом з буряком стороннього предмету необхідно негайно зупинити бурякорізку, перекрити надходження буряка в бурякорізку за допомогою пальцевого шибера 6, відкрити вікно барабана. Решта вікон барабана повинна бути перекриті глухими рамами, після чого включають бурякорізку на мінімальній швидкості різання. Буряк разом із стороннім предметом висипається через вікно барабана на майданчик обслуговування. Для повернення буряка в бурякорізку є люк в корпусі шибера.

3.2. Технологічний розрахунок бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12

Вихідні дані:

Технічна продуктивність при швидкості різання $v_{\text{різ}} := 6$ м/с
ножами з кроком $t := 0.00825$ м при довжині стружки в 100 г
тон на добу не менше

8 м	1500
11 м	1090
14 м	850

Габаритна довжина ножа $l := 0.165$ м

Робочий тиск мастила в системі гідроприводу, МПа, не більше

$P_M := 2.45$ МПа

Робочий тиск повітря в системі очистки бурякорізок,

МПа, не менше $P_{\text{П}} := 0.784$ МПа

3.2.1. Розрахунок кількості ножових рам

Основні параметри бурякорізки розраховують на на основі досліджень
УкрНДІПродмаш.

Кількість ножових рам розраховуються за формулою:

$$m = \frac{(100 - \psi) \cdot t \cdot l_{100} \cdot \Pi}{864 \cdot K_K \cdot K_H \cdot l \cdot c \cdot v}$$

де $\psi := 3$ - допустимий процент браку;

$l_{100} := 11$ м - довжина стружки масою 100 г.

Π - теоретична часова продуктивність, $\Pi = \frac{\Pi_T}{K_e}$

$\Pi_T := 1090$ т/добу - технічна продуктивність при швидкості

різання $v_{\text{різ}} = 6$ м/с

$K_e := 0.9$ - експлуатаційний коефіцієнт;

$$\Pi := \frac{\Pi_T}{K_e} \quad \Pi = 1211.11 \quad \text{т/добу}$$

$K_K := 0.9$ - конструктивний коефіцієнт;

$K_H := 0.6$ - коефіцієнт наповнення;

$c := 2$ - число ножів на рамі;

$$\underline{m} := \frac{(100 - \psi) \cdot t \cdot l_{100} \cdot \Pi}{864 \cdot K_K \cdot K_H \cdot l \cdot c \cdot v_{\text{різ}}} \quad m = 11.541$$

Приймаємо $\underline{m} := 12$ шт.

3.2.2. Розрахунок горловини улітки

Мінімальний радіус горловини улітки визначається за формулою:

$$R_T = \sqrt{\frac{\Pi \cdot \omega \cdot m}{86.4 \cdot K_H \cdot \gamma \cdot \pi^2 \cdot \eta \cdot g \cdot K_K} + r_0^2}$$

де $\omega := 10 \text{ с}^{-1}$ - кутова швидкість обертання;

$\gamma := 1050 \text{ кг/м}^3$ - насипна маса буряка;

$\eta := 0.7$ - коефіцієнт втрат тертя в горловині;

$\underline{g} := 9.81 \text{ м/с}^2$ - прискорення вільного тяжіння;

$r_0 := 0.1 \text{ м}$ - внутрішній радіус улітки в зоні горловини.

Мінімальний радіус горловини улітки:

$$R_T := \sqrt{\frac{\Pi \cdot \omega \cdot m}{86.4 \cdot K_H \cdot \gamma \cdot \pi^2 \cdot \eta \cdot g \cdot K_K} + r_0^2} \quad R_T = 0.232 \quad \text{м}$$

Приймаємо виходячи з конструктивних міркувань $\underline{R}_T := 0.455 \text{ м}$

3.2.3. Розрахунок потужності приводу бурякорізки

Загальна електрична потужність приводу бурякорізки за даними УкрНДІПродмаш розраховується за формулою:

$$N_c = \frac{0.01}{\eta_e \cdot \eta_M} \cdot K_K \cdot \omega \cdot R \cdot \left[P_x \cdot m \cdot K_{H1} \cdot \frac{1}{t} \cdot \Pi_{\Pi} \dots \right. \\ \left. + 2.35 \cdot \gamma \cdot h \cdot K_{H1} \cdot \omega^2 \cdot R^3 \cdot (f_{\text{тр}} + 0.03 \cdot \omega \cdot R) \dots \right. \\ \left. + 0.23 \cdot \omega \cdot R_T^4 \cdot \gamma \cdot g \cdot K_{H2} \cdot \eta_1 \cdot \left(\frac{H_1 + H_1 \cdot \eta_2}{R} \right) \right] \cdot K_e$$

де $\eta_e := 0.9$ - електричний к.к.д. двигуна;

$\eta_M := 0.8$ - механічний к.к.д. приводу;

$K_K := 0.8$ - конструктивний коефіцієнт;

$\omega := 13.3$ с⁻¹ - максимальна кутова швидкість;

$R := 0.6$ м - радіус барабана;

$P_x := 800$ Н/м - горизонтальна складова питомої вили різання [1];

$m := 24$ - кількість встановлених ножів;

$K_{H1} := 0.65$ - коефіцієнт наповнення буряків в зоні різання

$\Pi_{\Pi} := t$ $\Pi_{\Pi} = 0.00825$ м - напівмериметр поперечного перерізу одної стружки.

$h := 0.318$ м - висота активної зони улітки

$f_{\text{тр}} := 0.12$ - коефіцієнт тертя буряка по сталі;

$K_{H2} := 0.52$ - коефіцієнт наповнення буряків в горловині і бункері;

$\eta_1 := 0.65$ - коефіцієнт використання напору буряків в горловині;

$H_1 := 0.8$ м - висота стовбця буряків у горловині;

$H_2 := 0.8$ м - висота стовбця буряків у завантажувальному бункері;

$\eta_2 := 0.6$ - коефіцієнт використання напору буряків у бункері;

$K_{ew} := 1.22$ - коефіцієнт запасу міцності, що враховує можливість переробки буряка низької якості і деяке погіршення технічного стану бурякорізки в кінці виробничого сезону;

$$N_c := \frac{0.001}{\eta_e \cdot \eta_M} \cdot K_K \cdot \omega \cdot R \cdot \left[P_x \cdot m \cdot K_{H1} \cdot \frac{1}{t} \cdot \Pi_{II} \dots \right. \\ \left. + 2.35 \cdot \gamma \cdot h \cdot K_{H1} \cdot \omega^2 \cdot R^3 \cdot (f_{Tp} + 0.003 \cdot \omega \cdot R) \dots \right. \\ \left. + 0.23 \cdot \omega \cdot R_T^4 \cdot \gamma \cdot g \cdot K_{H2} \cdot \eta_1 \cdot \left(\frac{H_1 + H_2 \cdot \eta_2}{R} \right) \right] \cdot K_e$$

$$N_c = 63.15 \quad \text{кВт}$$

Приймаємо: двигун постійного струму 4ПФМ-250МГ-УХЛ4;

$$N := 80 \quad \text{кВт}$$

$$n_D := 1500 \quad \text{об/хв}$$

3.3. Кінематичний розрахунок бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12

Кінематику машини виконаємо в такий спосіб: від електродвигуна 1 через муфту 2 обертання передається на ведений вал I редуктора. Від вала I через дві зубчасті передачі 6-7 та 8-9 крутний момент передається на вал II, звідки через конічну передачу – на 14-15. Від передачі 14-15 приводиться в рух вал III, на якому закріплена улітка 22.

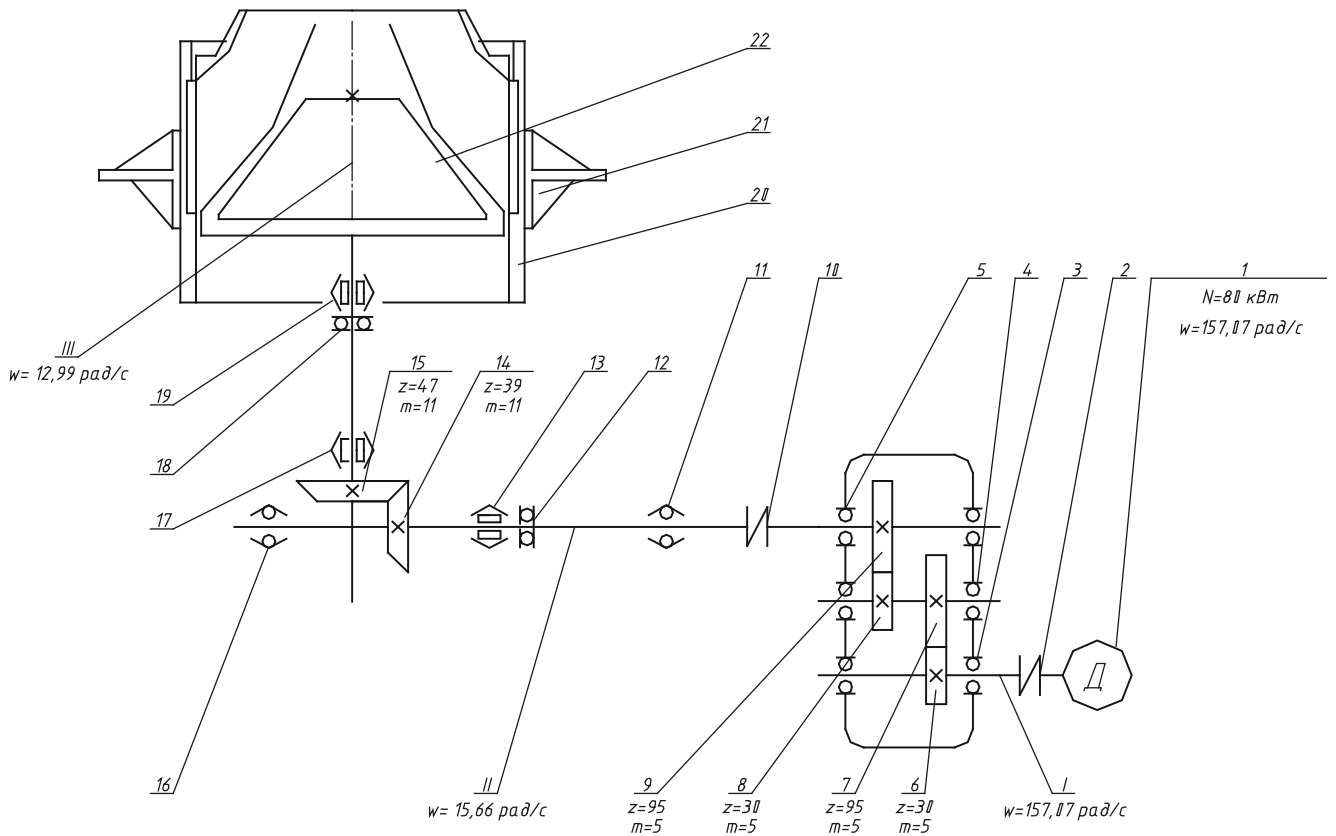


Рис. 3.2. Кінематична схема машини бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12.

Максимальна швидкість різання, яку повинна

забезпечити бурякорізка, складає $v_{\max} := 8$ м/с. При цьому кутлова швидкість обертання улітки:

$$\omega_{\max} := \frac{v_{\max}}{R} \quad \omega_{\max} = 13.333 \quad \text{с}^{-1}$$

Частота обертання улітки:

$$n' := \frac{30 \cdot \omega_{\max}}{\pi} \quad n' = 127.324 \quad \text{об/хв}$$

Загальне передатчне число бурякорізки:

$$u'_{\text{об}} := \frac{n_{\text{Д}}}{n'} \quad u'_{\text{об}} = 11.781$$

Передаточне число редуктора $u_p := 10.03$

Передаточне відношення конічної передачі:

$$u'_k := \frac{u'_{об}}{u_p} \quad u'_k = 1.175$$

Розрахуємо фактичне передаточне відношення конічної передачі:

число зубів колеса: $z_1 := 39$

число зубів шестірні: $z_2 := 47$

Фактичне передаточне відношення конічної передачі:

$$u_k := \frac{z_2}{z_1} \quad u_k = 1.205$$

Фактичне передаточне відношення приводу бурякорізки:

$$u_{об} := u_k \cdot u_p \quad u_{об} = 12.087$$

Фактична часота обертання і кутова швидкість улітки:

$$n := \frac{n_d}{u_{об}} \quad n = 124.1 \quad \text{об/хв}$$

$$\omega := \frac{\pi \cdot n}{30} \quad \omega = 12.995 \quad \text{об/хв}$$

3.4. Розрахунок валів бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12

3.4.1. Розрахунок швидкохідного вала

Схема навантаження вала показана на рис. 3.3.

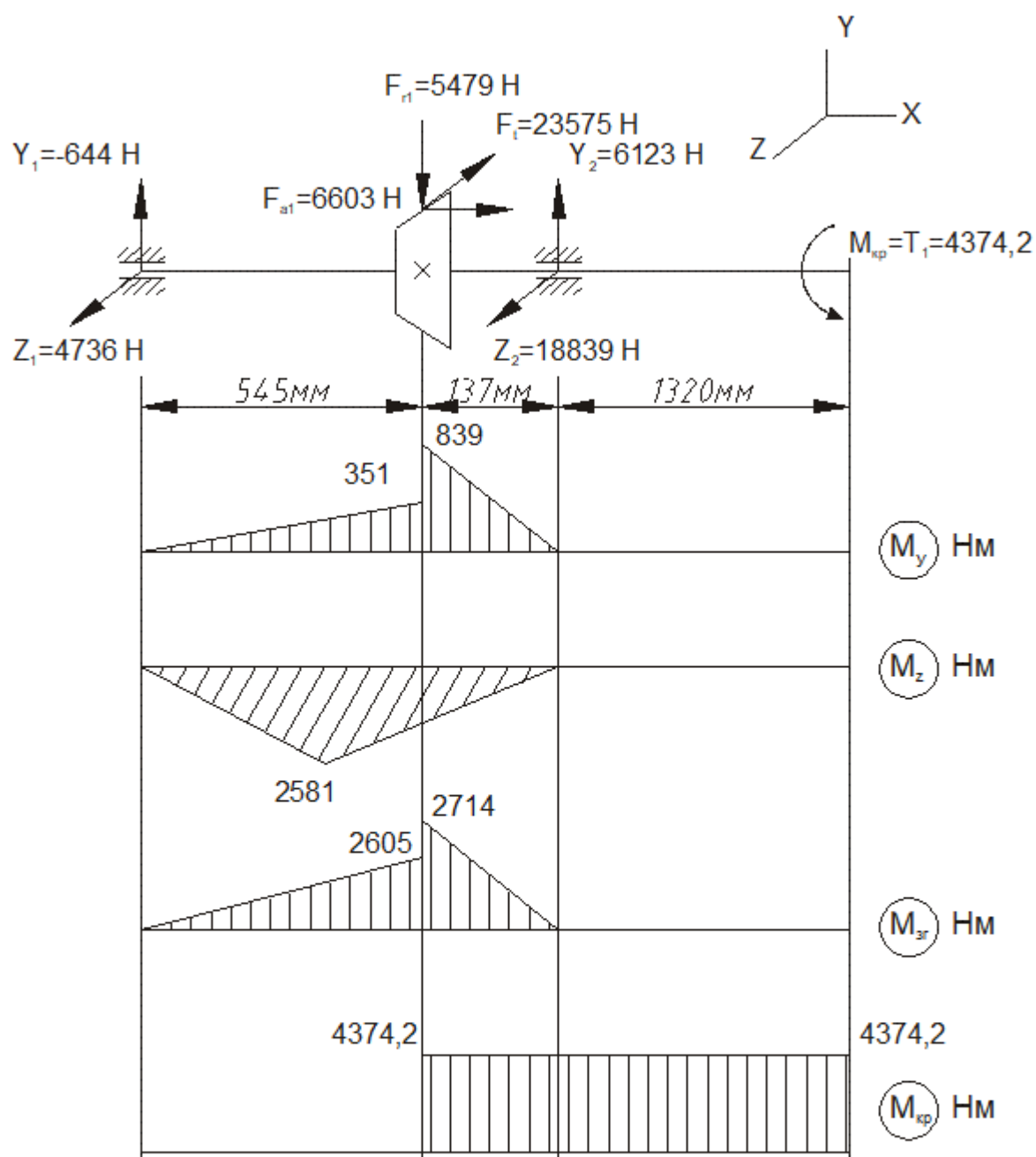


Рис. 3.3. Схема навантаження вала.

Опорні реакції визначають із умови рівноваги у площинах XY і XZ

$$M_1(XY) = F_{r1} \cdot 545 + F_{a1} \cdot \frac{360,41}{2} - Y_2 \cdot (545 + 137) = 0$$

$$M_2(XY) = Y_1 \cdot (545 + 137) + F_{a1} \cdot \frac{360.41}{2} - F_{r1} \cdot 137 = 0$$

$$M_1(XZ) = F_t \cdot 545 - Z_2 \cdot (545 + 137) = 0$$

$$M_2(XZ) = Z_1 \cdot (545 + 137) - F_t \cdot 137 = 0$$

$$Y_1 := \frac{-F_{a1} \cdot \frac{360.41}{2} + F_{r1} \cdot 137}{545 + 137} \quad Y_1 = -644.11 \quad (\text{H})$$

$$Y_2 := \frac{F_{r1} \cdot 545 + F_{a1} \cdot \frac{360.41}{2}}{545 + 137} \quad Y_2 = 6123.49 \quad (\text{H})$$

$$Z_1 := \frac{F_t \cdot 137}{545 + 137} \quad Z_1 = 4735.78 \quad (\text{H})$$

$$Z_2 := \frac{F_t \cdot 545}{545 + 137} \quad Z_2 = 18839.42 \quad (\text{H})$$

Повні радіальні реакції опор:

$$R_1 := \sqrt{Y_1^2 + Z_1^2} \quad R_1 = 4779.38 \quad (\text{H})$$

$$R_2 := \sqrt{Y_2^2 + Z_2^2} \quad R_2 = 19809.62 \quad (\text{H})$$

Будуємо епюри згинаючих і крутних моментів

Небезпечний переріз вала у місті посадки конічної шестерні.

$$M_{зг} := 2714 \quad (\text{Нм}) \quad M_{кр} := T_1 \quad M_{кр} = 4374.2 \quad (\text{Нм})$$

Визначаємо напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_u = \frac{M_{3Г}}{W_u} \quad \tau_K = \frac{M_{кр}}{W_K}$$

де W_u та W_K відповідно осьовий та полярний моменти опору перерізу вала;

$$W_u = \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D}$$

$$W_K = \frac{\pi \cdot D^3}{16} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D}$$

$D := 90$ (мм) - діаметр вала в перерізі;

$b := 25$ (мм); $h := 14$ (мм) - параметри шпонки.

$$W_u := \frac{\pi \cdot D^3}{32} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D} \quad W_u = 64871.77 \quad (\text{мм}^3)$$

$$W_K := \frac{\pi \cdot D^3}{16} - \frac{b \cdot h \cdot (2 \cdot D - h)^2}{16 \cdot D} \quad W_K = 136441.18 \quad (\text{мм}^3)$$

$$\sigma_u := \frac{1000 \cdot M_{3Г}}{W_u} \quad \sigma_u = 41.84 \quad (\text{МПа})$$

$$\tau_K := \frac{1000 \cdot M_{кр}}{W_K} \quad \tau_K = 32.06 \quad (\text{МПа})$$

Запас міцності визначається із відповідного співвідношення

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \leq 1.5 \dots 2.5$$

де n_σ та n_τ відповідно запаси міцності по нормальних і дотичних напруженнях [4].

$$n_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \cdot \frac{\sigma_u}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta_{\sigma}}} \qquad n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau} \cdot \frac{\tau_k}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta_{\tau}}}$$

де σ_{-1} та τ_{-1} відповідно границя витривалості стандартного зразка при симетричному згині та крученні [4].

Для сталі 45 ГОСТ 1050-88:

$$\sigma_{-1} := 300 \quad (\text{МПа}) \qquad \tau_{-1} := 210 \quad (\text{МПа})$$

k_{σ} та k_{τ} ефективні коефіцієнти концентрації відповідно нормальних та дотичних напружень [4].

$$k_{\sigma} := 2.01 \qquad k_{\tau} := 1.88$$

ε_{σ} та ε_{τ} коефіцієнти які враховують масштабний фактор при згині та крученні [4].

$$\varepsilon_{\sigma} := 0.71 \qquad \varepsilon_{\tau} := 0.71$$

β_{σ} та β_{τ} коефіцієнти які враховують масштабний фактор при згині та крученні [4].

$$\beta_{\sigma} := 1 \qquad \beta_{\tau} := 1$$

$$n_{\sigma} := \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \cdot \frac{\sigma_u}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta_{\sigma}}} \qquad n_{\sigma} = 2.533$$

$$n_{\tau} := \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau} \cdot \frac{\tau_k}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta_{\tau}}} \qquad n_{\tau} = 2.474$$

Визначаємо запас міцності.

$$n := \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}} \qquad n = 1.77$$

Умова міцності виконується.

3.4.2. Розрахунок тихохідного веденого вала

Схема навантаження вала показана на рис. 3.4.

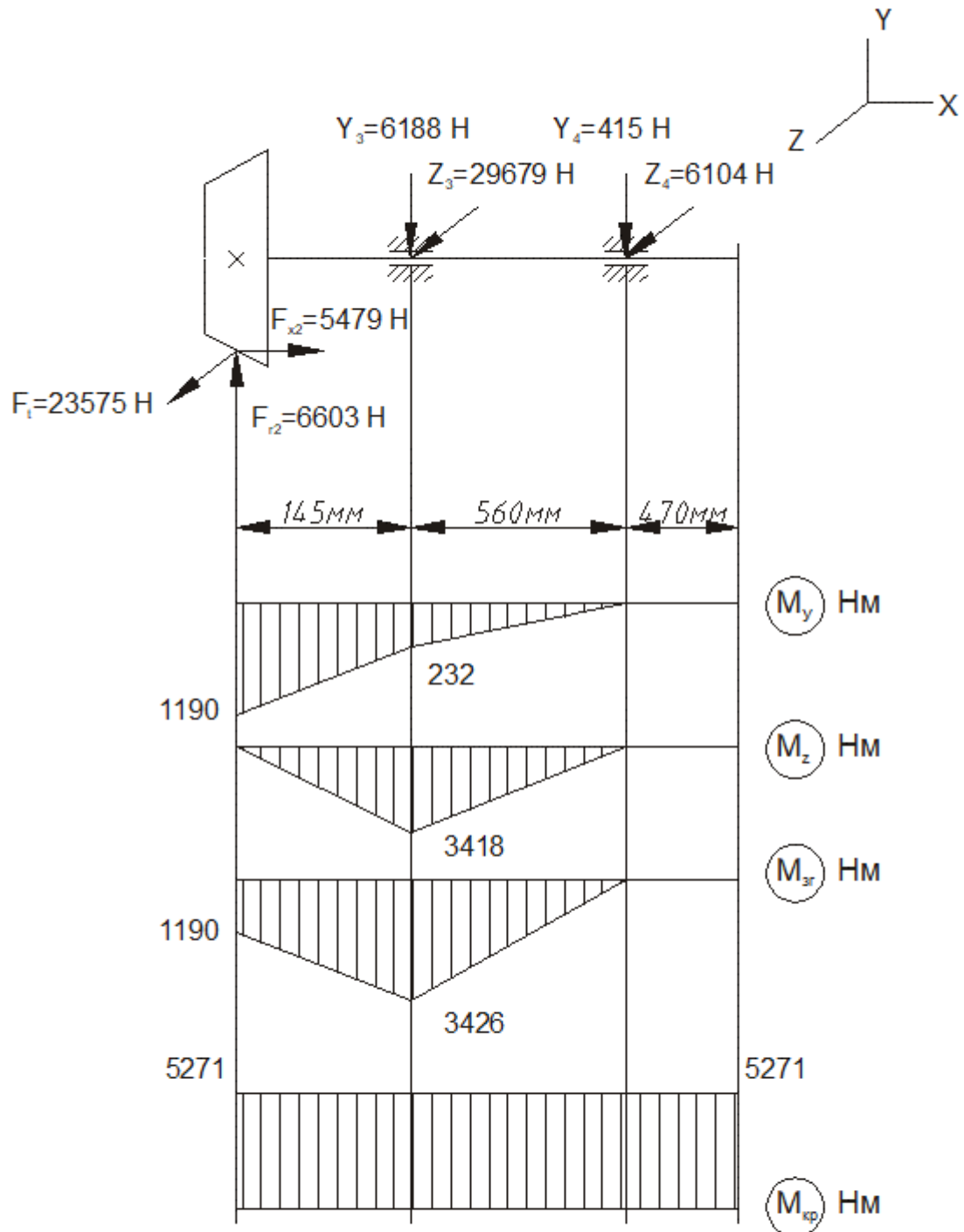


Рис. 3.4. Схема навантаження вала.

Опорні реакції визначають із умови рівноваги у площинах XY і XZ

$$M_3(XY) = F_{a2} \cdot \frac{434.34}{2} - F_{r2} \cdot 145 - Y_4 \cdot 560 = 0$$

$$M_4(XY) = F_{a2} \cdot \frac{434.34}{2} - F_{r2} \cdot (145 + 560) + Y_3 \cdot 560 = 0$$

$$M_3(XZ) = F_t \cdot 145 - Z_4 \cdot 560 = 0$$

$$M_4(XZ) = F_t \cdot (145 + 560) - Z_3 \cdot 560 = 0$$

$$Y_3 := \frac{F_{r2} \cdot (145 + 560) - F_{a2} \cdot \frac{434.34}{2}}{560} \quad Y_3 = 6188.23 \quad (\text{H})$$

$$Y_4 := \frac{F_{a2} \cdot \frac{434.34}{2} - F_{r2} \cdot 145}{560} \quad Y_4 = 415.13 \quad (\text{H})$$

$$Z_3 := \frac{F_t \cdot (145 + 560)}{560} \quad Z_3 = 29679.49 \quad (\text{H})$$

$$Z_4 := \frac{F_t \cdot 145}{560} \quad Z_4 = 6104.29 \quad (\text{H})$$

Повні радіальні реакції опор:

$$R_3 := \sqrt{Y_3^2 + Z_3^2} \quad R_3 = 30317.76 \quad (\text{H})$$

$$R_4 := \sqrt{Y_4^2 + Z_4^2} \quad R_4 = 6118.39 \quad (\text{H})$$

Будуємо епюри згинаючих і крутних моментів

Небезпечний переріз у опорі 3

$$M_{\text{зг}} := 3426 \quad (\text{Нм}) \quad M_{\text{кр}} := T_1 \cdot u \quad M_{\text{кр}} = 5271.47 \quad (\text{Нм})$$

Визначаємо напруження в небезпечному перерізі:

$$\sigma_u = \frac{M_{зг}}{W_u} \qquad \tau_K = \frac{M_{кр}}{W_K}$$

де W_u та W_K відповідно осьовий та полярний моменти опору перерізу вала;

$$W_u = \frac{\pi \cdot D^3}{32}$$

$$W_K = \frac{\pi \cdot D^3}{16}$$

$D := 120$ (мм) - діаметр вала в перерізі;

$$W_u := \frac{\pi \cdot D^3}{32} \qquad W_u = 169646 \quad (\text{мм}^3)$$

$$W_K := \frac{\pi \cdot D^3}{16} \qquad W_K = 339292.01 \quad (\text{мм}^3)$$

$$\sigma_u := \frac{1000 \cdot M_{зг}}{W_u} \qquad \sigma_u = 20.19 \quad (\text{МПа})$$

$$\tau_K := \frac{1000 \cdot M_{кр}}{W_K} \qquad \tau_K = 15.54 \quad (\text{МПа})$$

Запас міцності визначається із співвідношення:

$$n = \frac{n_\sigma \cdot n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}} \leq 1.5 \dots 2.5$$

Для сталі 45 ГОСТ 1050-88 [4]:

$$\sigma_{\underline{1}} := 300 \quad (\text{МПа}) \qquad \tau_{\underline{1}} := 180 \quad (\text{МПа})$$

$$k_{\underline{\sigma}} := 2.73 \qquad k_{\underline{\tau}} := 2.5$$

$$\varepsilon_{\sigma} := 0.682$$

$$\varepsilon_{\tau} := 0.682$$

$$\beta_{\sigma} := 1$$

$$\beta_{\tau} := 1$$

$$n_{\sigma} := \frac{\sigma_{-1}}{k_{\sigma} \cdot \sigma_u \cdot \varepsilon_{\sigma} \cdot \beta_{\sigma}}$$

$$n_{\sigma} = 3.711$$

$$n_{\tau} := \frac{\tau_{-1}}{k_{\tau} \cdot \tau_k \cdot \varepsilon_{\tau} \cdot \beta_{\tau}}$$

$$n_{\tau} = 3.161$$

Визначаємо запас міцності.

$$n := \frac{n_{\sigma} \cdot n_{\tau}}{\sqrt{n_{\sigma}^2 + n_{\tau}^2}}$$

$$n = 2.406$$

Умова міцності виконується.

3.5. Розрахунок основи бурякорізки

Розрахункове навантаження на основу з урахуванням маси буряка в бурякорізці:

$$Q_0 := 90 \quad (\text{кН})$$

Необхідно розрахувати ребра, які з'єднують внутрішнє і зовнішнє кільця основи.

Необхідна довжина ребра $L := 475 \quad (\text{мм})$

Попереднє значення товщини ребра: $b := 24 \quad (\text{мм})$

Попереднє значення ширини ребра: $h := 210 \quad (\text{мм})$

Розрахункове навантаження на одне ребро при наявності 6 ребер:

$$Q := \frac{Q_0}{6} \quad Q = 15 \quad (\text{кН})$$

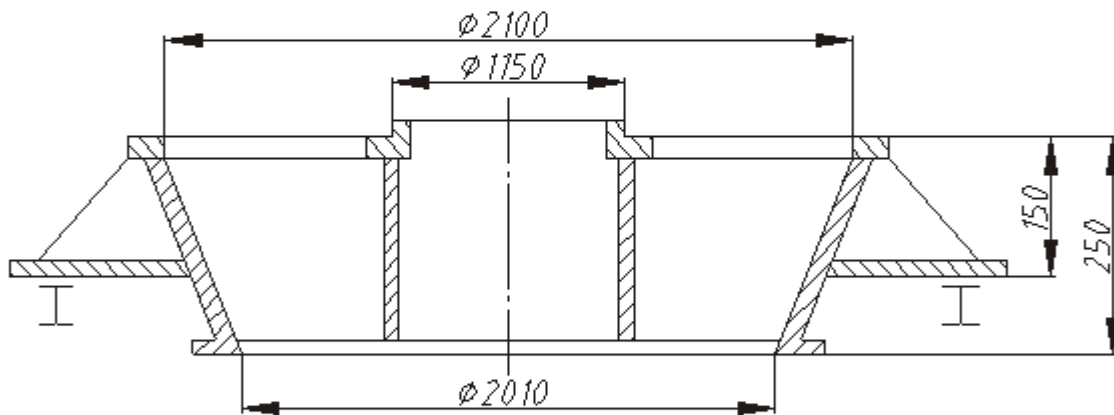


Рис. 3.5. Розрахункова схема основи бурякорізки.

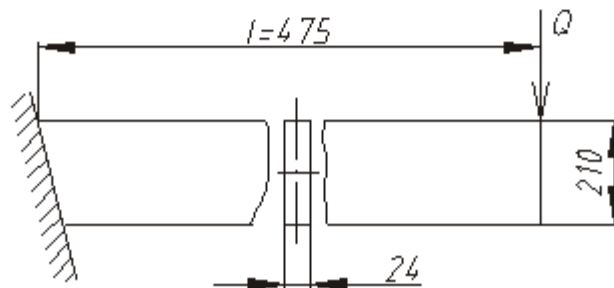


Рис. 3.6. Розрахункова схема ребра основи.

Згинаючий момент в зацімленні:

$$M := Q \cdot L \quad M = 7125 \quad (\text{Нм})$$

Момент опору перерізу ребра:

$$W := \frac{b \cdot h^2}{6} \quad W = 176400 \quad (\text{мм}^3)$$

Тоді напруження згину:

$$\sigma := \frac{1000 \cdot M}{W} \quad \sigma = 40.391 \quad (\text{МПа})$$

що не більше допустимого напруження.

Ребро основи має значну висоту, тому необхідно перевірити його на збереження стійкості плоскої форми згину.

Для визначення критичного навантаження, при якому проходить перекидання полоси, вираховуємо жорсткість полоси при крученні і згині в площині найменшої жорсткості [6].

$$C = \sigma \cdot J_k$$

$$B_x = E \cdot J_x$$

Тут момент інерції при крученні:

$$J_k = \beta \cdot h \cdot b^3 \quad \text{де при} \quad \frac{h}{b} = 8.75 \quad [7] \quad \beta := 2.78$$

$$J_k := \beta \cdot h \cdot b^3 \quad J_k = 8070451.2 \quad (\text{мм}^4)$$

$$J_x := \frac{b^3 \cdot h}{12} \quad J_x = 241920 \quad (\text{мм}^4)$$

$$\text{Приймаємо} \quad E := 2 \cdot 10^5 \quad (\text{МПа}); \quad \underline{\underline{\sigma}} := 0.8 \cdot 10^5 \quad (\text{МПа});$$

$$\text{Тоді:} \quad \underline{\underline{C}} := \sigma \cdot J_k \quad C = 6.46 \times 10^{11} \quad (\text{Нмм}^2)$$

$$B_x := E \cdot J_x \quad B_x = 4.84 \times 10^{10} \quad (\text{Нмм}^2)$$

Критичне значення навантаження на консольну полосу:

$$P_{\text{кр}} := 4.0126 \cdot \frac{\sqrt{B_x \cdot C}}{L^2} \quad P_{\text{кр}} = 3.143 \times 10^6 \quad (\text{Н})$$

Критичне значення навантаження з врахуванням зміщення точки прикладання сили (по вертикалі) від центра ваги перерізу:

$$P'_{\text{крmin}} := (1 - 0.042) \cdot P_{\text{кр}} \quad P'_{\text{крmin}} = 3.011 \times 10^6 \quad (\text{Н})$$

$$P'_{\text{крmax}} := (1 + 0.042) \cdot P_{\text{кр}} \quad P'_{\text{крmax}} = 3.275 \times 10^6 \quad (\text{Н})$$

Очевидно, що розрахункове навантаження значно менше критичного. Як наслідок, стійкість плоскої форми згину забезпечена.

3.6. Розрахунок несучої здатності гладкого конусного з'єднання

Приймаємо для посадки улітки на вал конус 1:12, загальною робочою

довжиною $L := 220$ (мм) середній діаметр $D_M := 90$ (мм)

Кут нахилу твірної конуса $\alpha := 0.049960049$ (рад)

Коефіцієнт тертя в з'єднанні $f := 0.10$. Кут тертя

$$\kappa := \text{atan}(f) \quad \kappa = 0.09966865$$

Очевидно, що $\alpha < \kappa$ що забезпечить самозаклинювання з'єднання

При контакті матеріалів сталь-сталь або сталь-чавун і запасі міцності

$S := 1.5$ допустимий тиск на поверхні контакту $q := 80$ (МПа)

Максимальний крутний момент, що передається:

$$T_{\text{max}} = \frac{\pi \cdot L \cdot D_M^2 \cdot q \cdot f}{2 \cdot \beta}$$

де $\beta := 2.0$ коефіцієнт запасу зщеплення.

$$T_{\text{max}} := \frac{\pi \cdot L \cdot D_M^2 \cdot q \cdot f}{2 \cdot \beta} \quad \frac{T_{\text{max}}}{1000} = 11196.64 \quad (\text{Нм})$$

При цьому осьове зусилля підтискання конуса:

$$F_{x\max} := \frac{2 \cdot T_{\max} \cdot \beta}{D_M} \cdot \left(\frac{\sin(\alpha)}{f} + \cos(\alpha) \right) \quad F_{x\max} = 745519.28 \text{ (Н)}$$

Осьове зусилля підтискання конуса для передачі розрахункового крутного моменту.

$$F_x := \frac{2 \cdot (T_1 \cdot 1000) \cdot \beta}{D_M} \cdot \left(\frac{\sin(\alpha)}{f} + \cos(\alpha) \right) \quad F_x = 291252.81 \text{ (Н)}$$

Так, як $F_x < F_{x\max}$, то з'єднання забезпечує передачу крутного моменту вертикального валу редуктора улітці.

4. Комп'ютерне моделювання ножів бурякорізки

4.1. Постановка завдань дослідження.

Дослідження ножів бурякорізки під дією навантаження на леза виконаємо в САЕ додатку Simulation програмного комплексу Solidworks. Дослідження виконаємо для 24 варіантів конструкції ножів з комбінацією геометричних параметрів:

- з кутом між лезами 60° та 70° ;
- з товщиною леза 2 мм та 1,5 мм;
- з кутом заточки 40° , 30° та 20° .

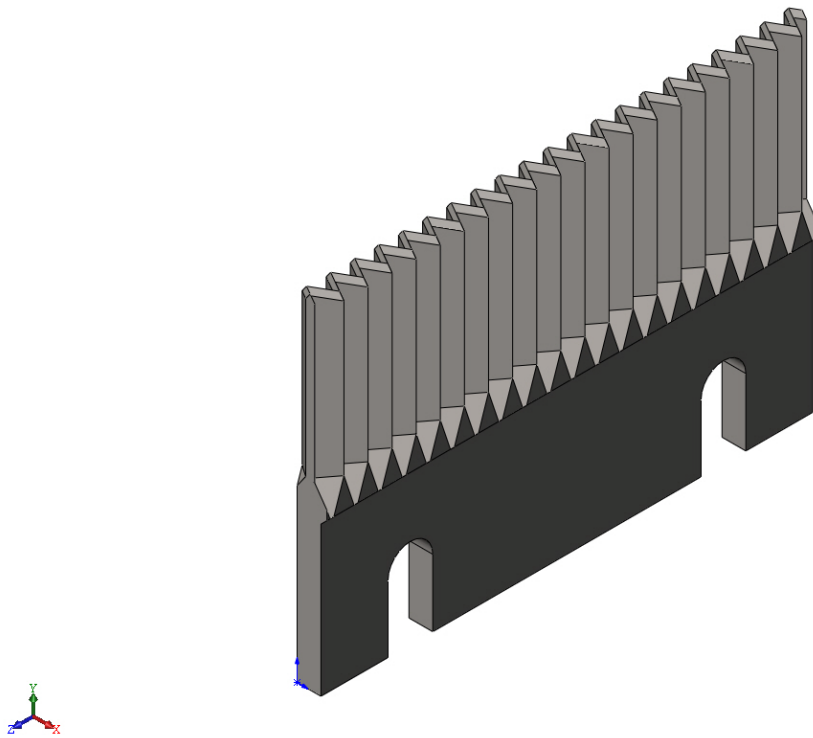


Рис. 4.1. Конструктивна схема ножа бурякорізки.

Розрахунки будемо виконувати для сталі 40X13:

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 будемо виконувати за умов:

Тип аналізу	Статичний
Тип сітки	Сітка на твердому тілі
Використовуване розбиття:	Сітка на основі кривизни
Точки Якобіана	4 Точки
Епюра якості сітки	Висока
Тепловий ефект:	Вмк
Термічний параметр	Ігнорувати теплові навантаження
Температура при нульовій напрузі	298 Kelvin
Тип вирішуючої програми	FFEPlus
Несумісні параметри зв'язку	Авто
Великі переміщення	Вимк
Обчислити сили вільних тіл	Вмк
Тертя	Вимк
Використовувати адаптивний метод:	Вимк
Робоче зусилля на одну сторону леза	250 Н

4.2. Результати моделювання ножа бурякорізки під навантаженням.

Спрощена розрахункова схема ножа бурякорізки представлена на рис. 4.2. Вказано схематично кріплення і навантаження 250Н на одну і 250Н на іншу сторону леза. На рис. 4.3. представлена сітка на основі кривизни. На рис.4.4 – рис.4.51 наведено результати розрахунків згідно до поставленого завдання.

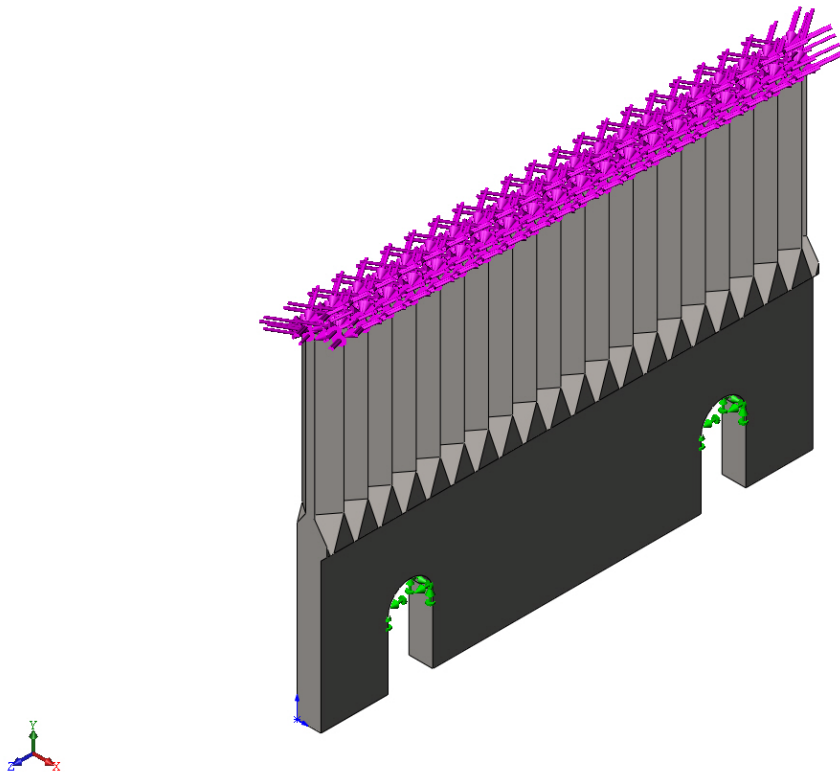


Рис. 4.2. Розрахункова схема схема ножа бурякорізки

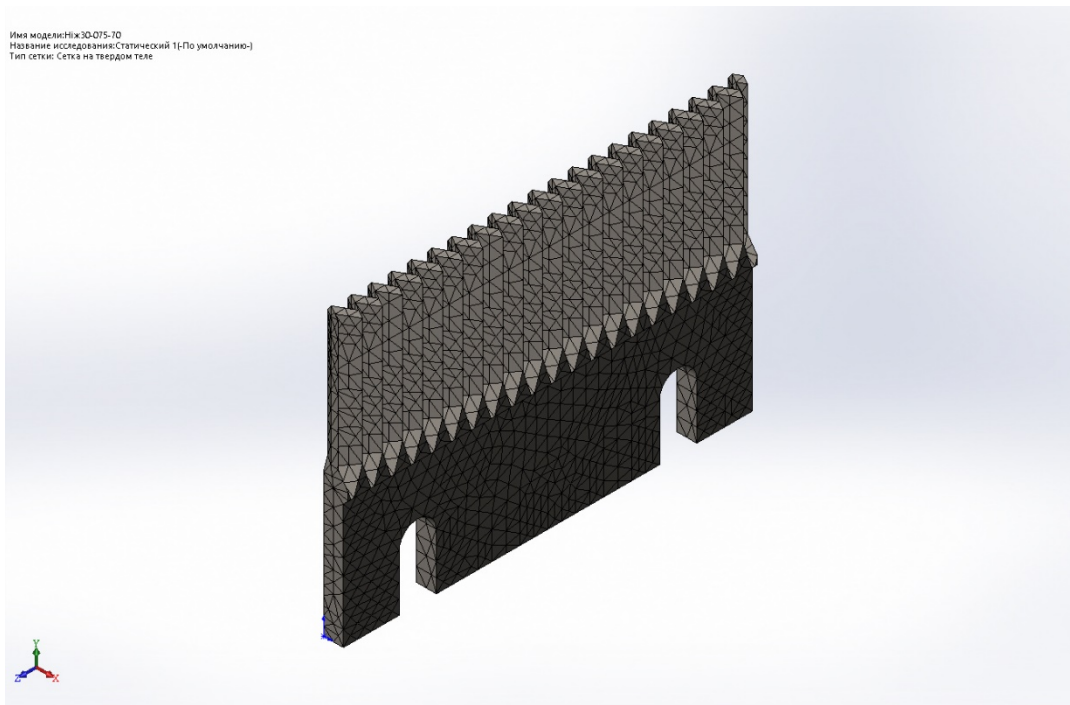


Рис. 4.3. Розрахункова сітка на основі кривизни ножа бурякорізки.

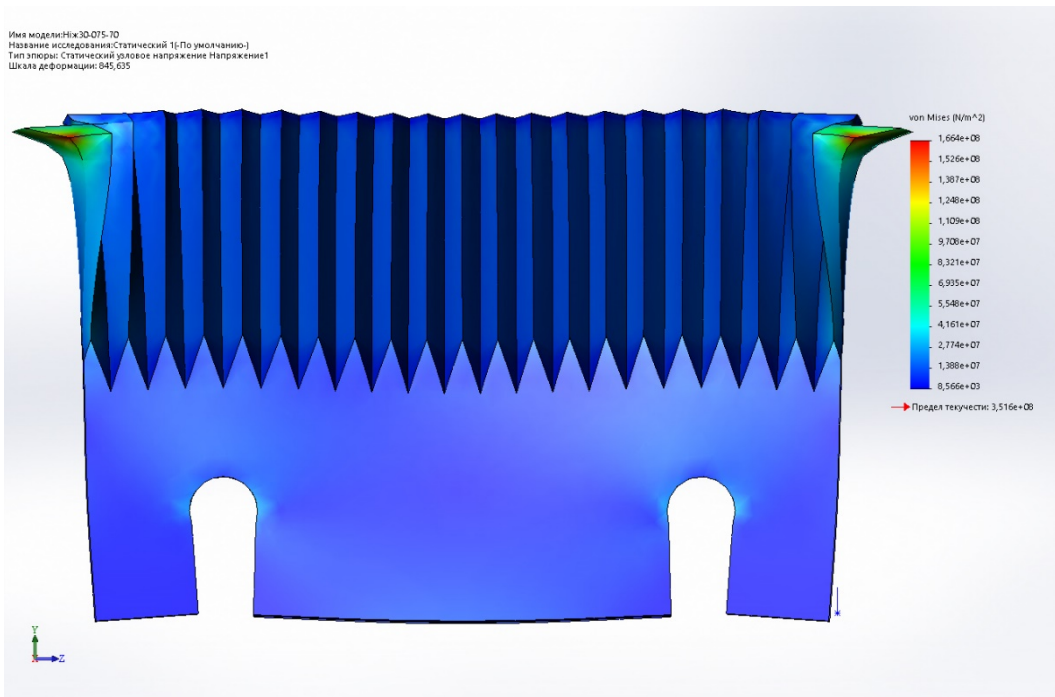


Рис. 4.4. Напряжения за фон Мизесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = $1,66E+08$ Па).

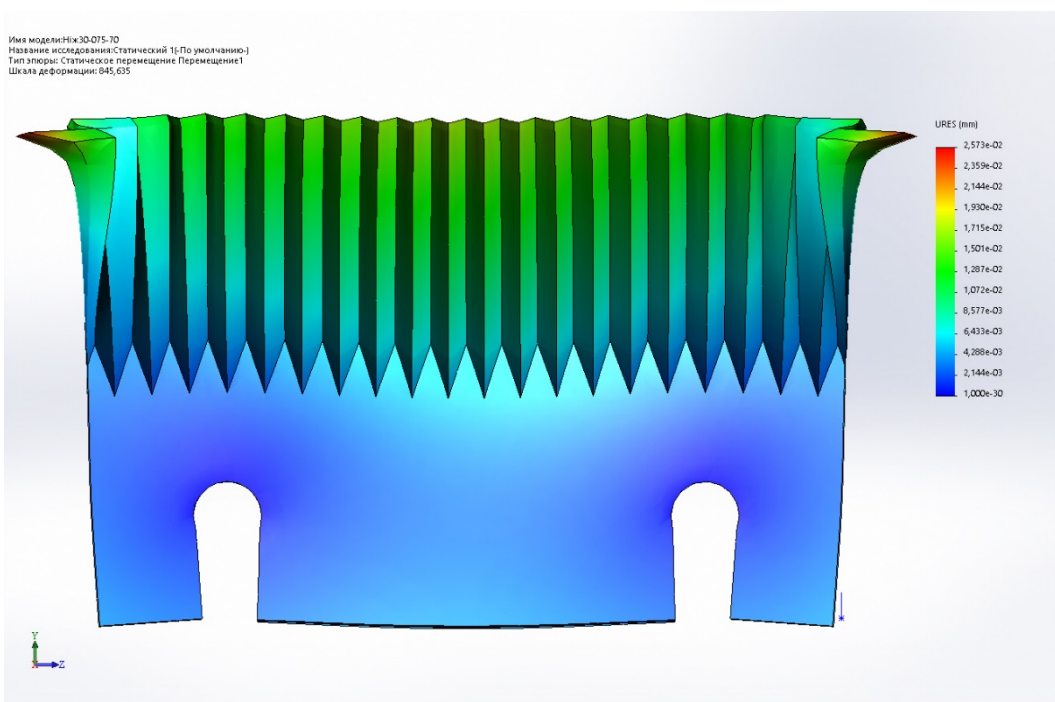


Рис. 4.5. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = $2,57E-02$ мм)

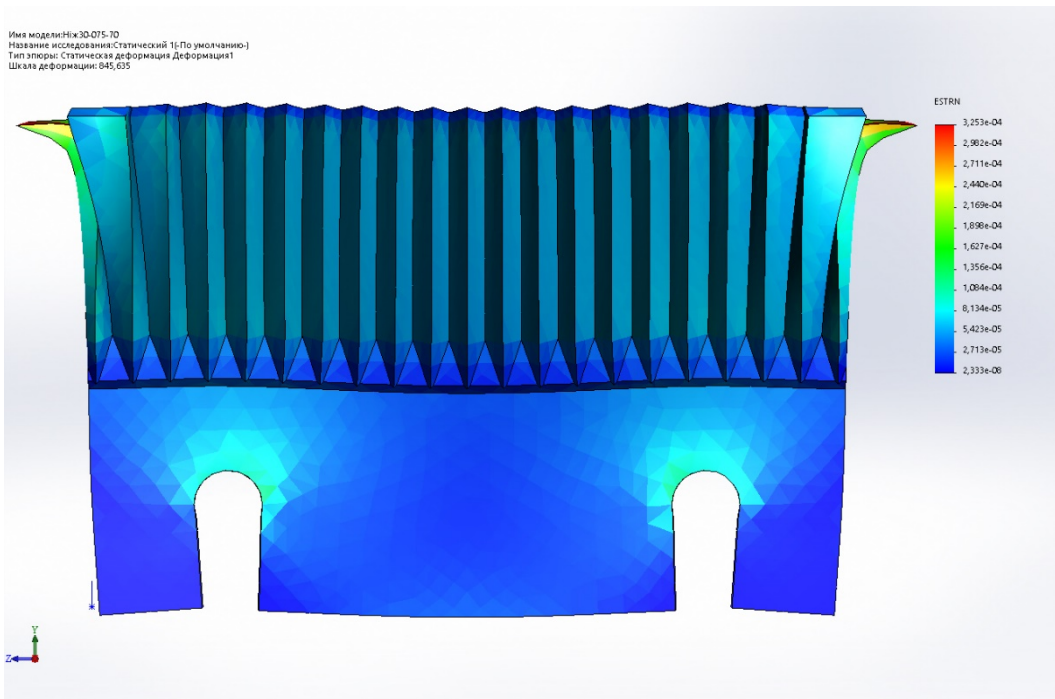


Рис. 4.6. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = $3,25E-04$)

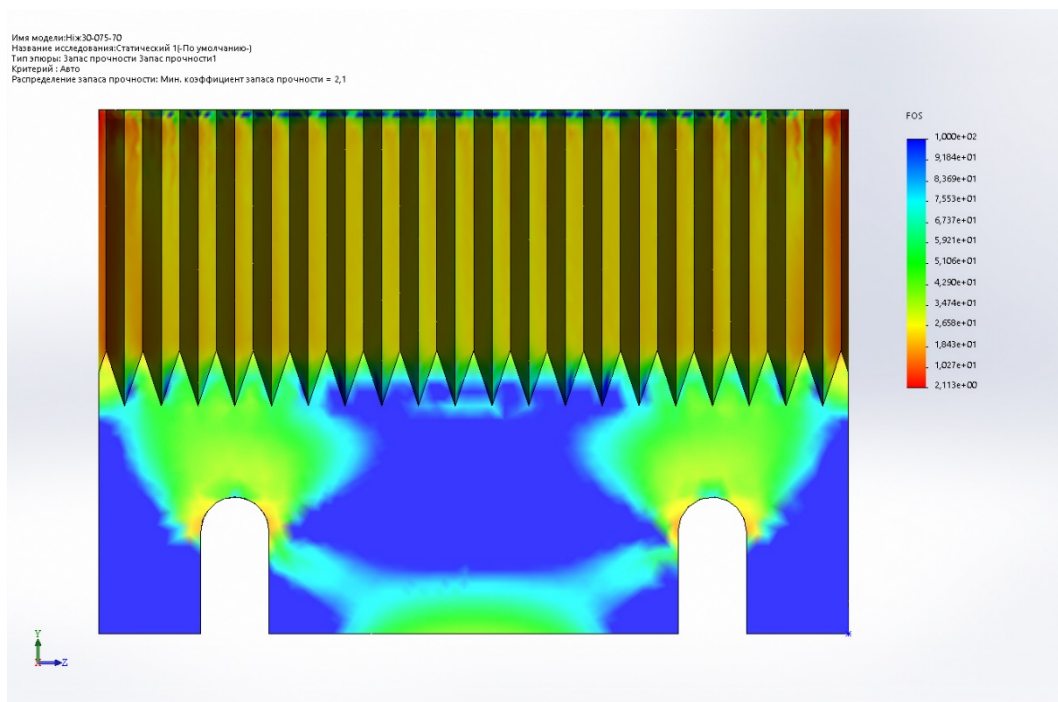


Рис. 4.7. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (min = $2,11E+00$)

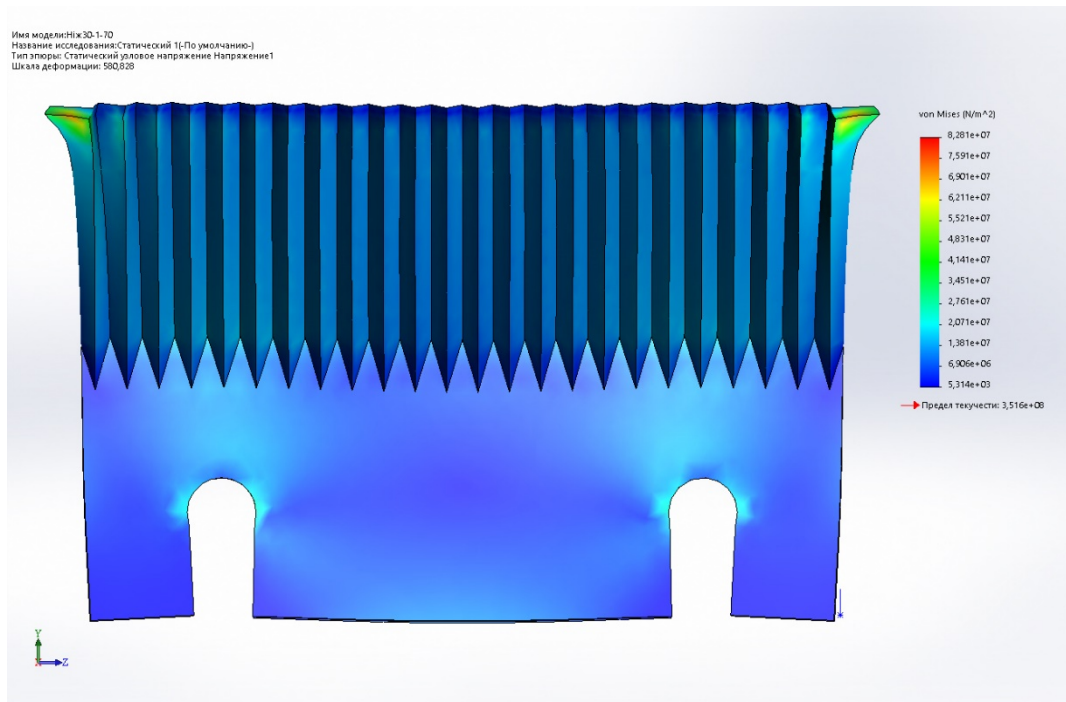


Рис. 4.8. Напряжения за фон Мизесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° ($\max = 8,28E+07$ Па).

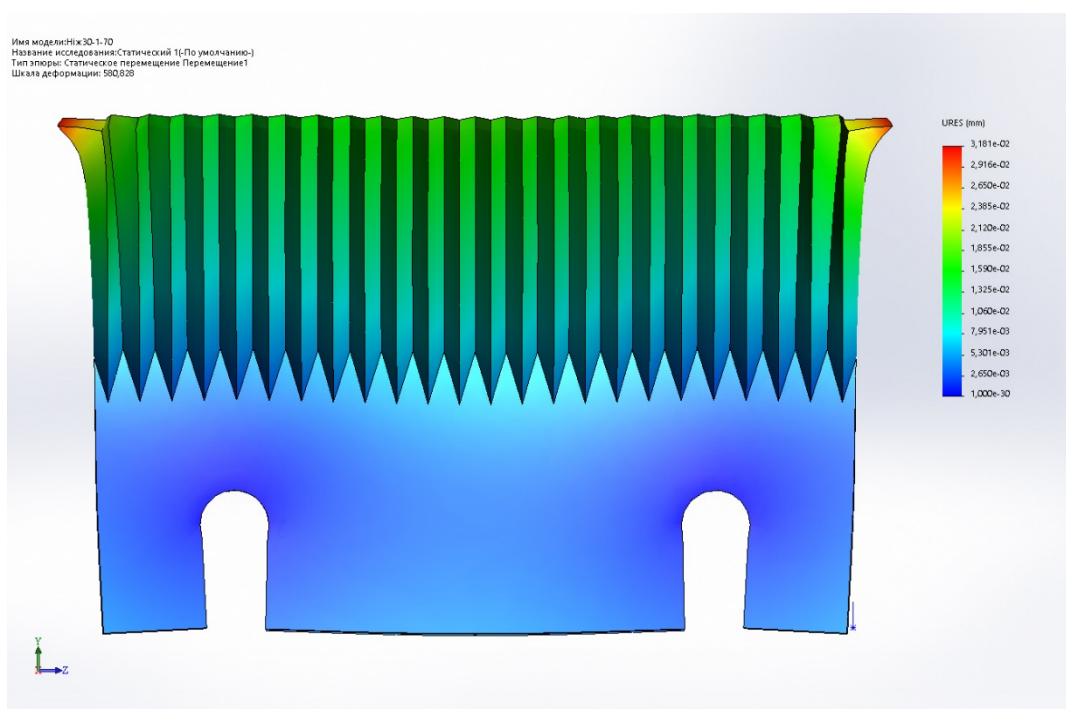


Рис. 4.9. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° ($\max = 3,18E-02$ мм)

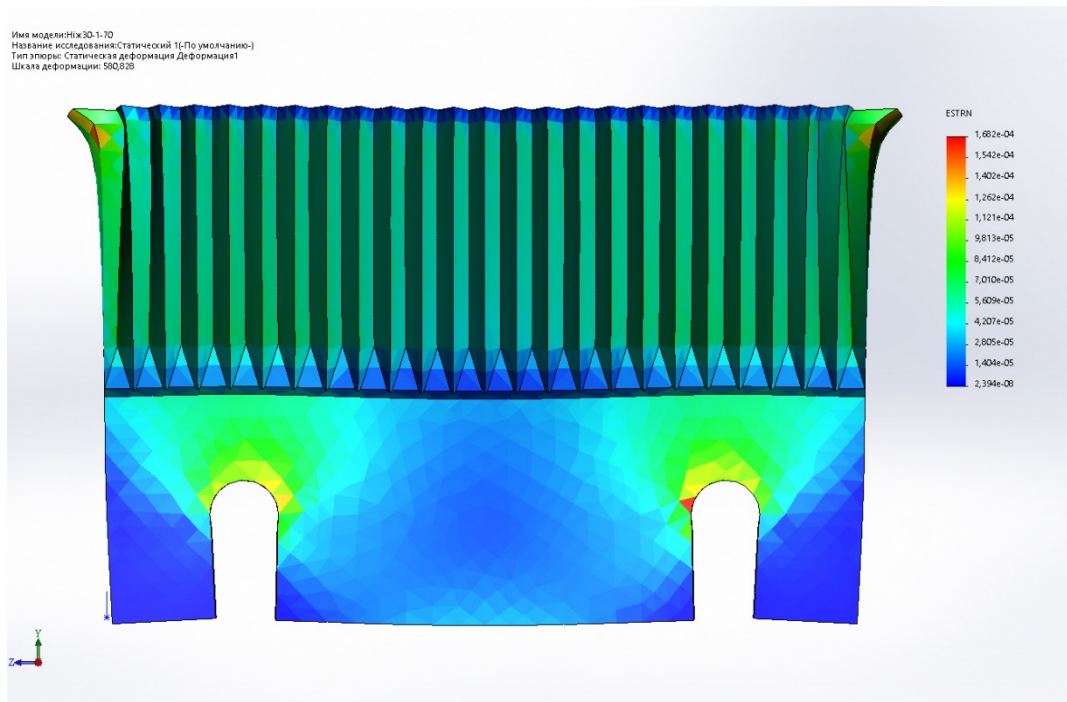


Рис. 4.10. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° (max = $1,68E-04$)

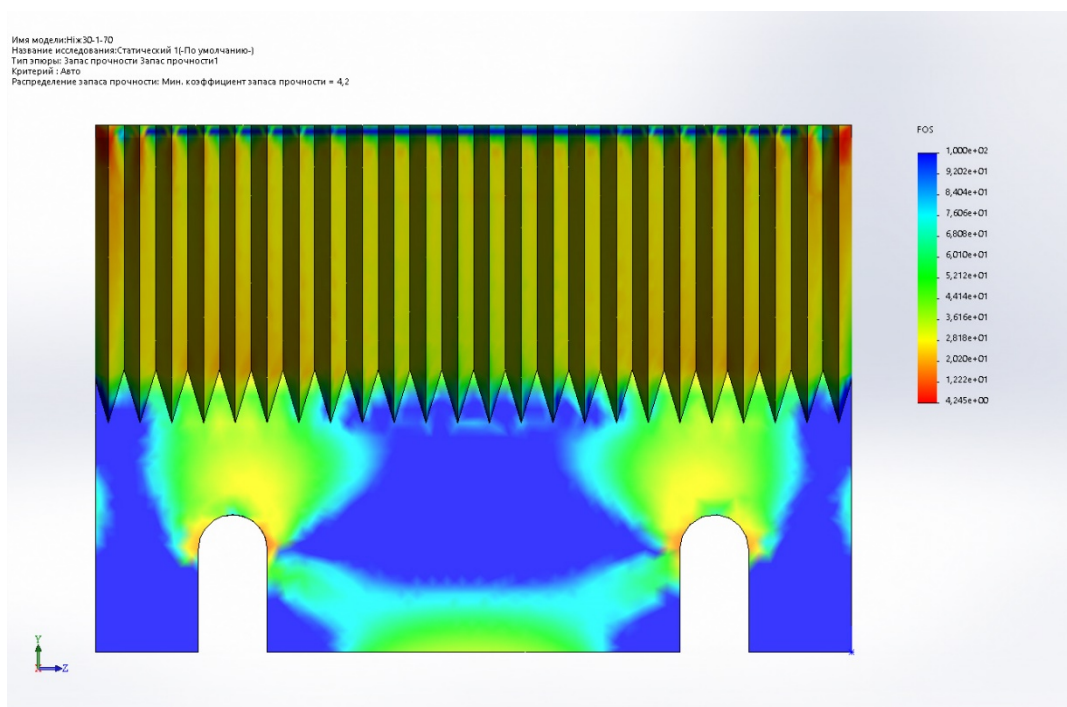


Рис. 4.11. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° (min = $4,25E+00$)

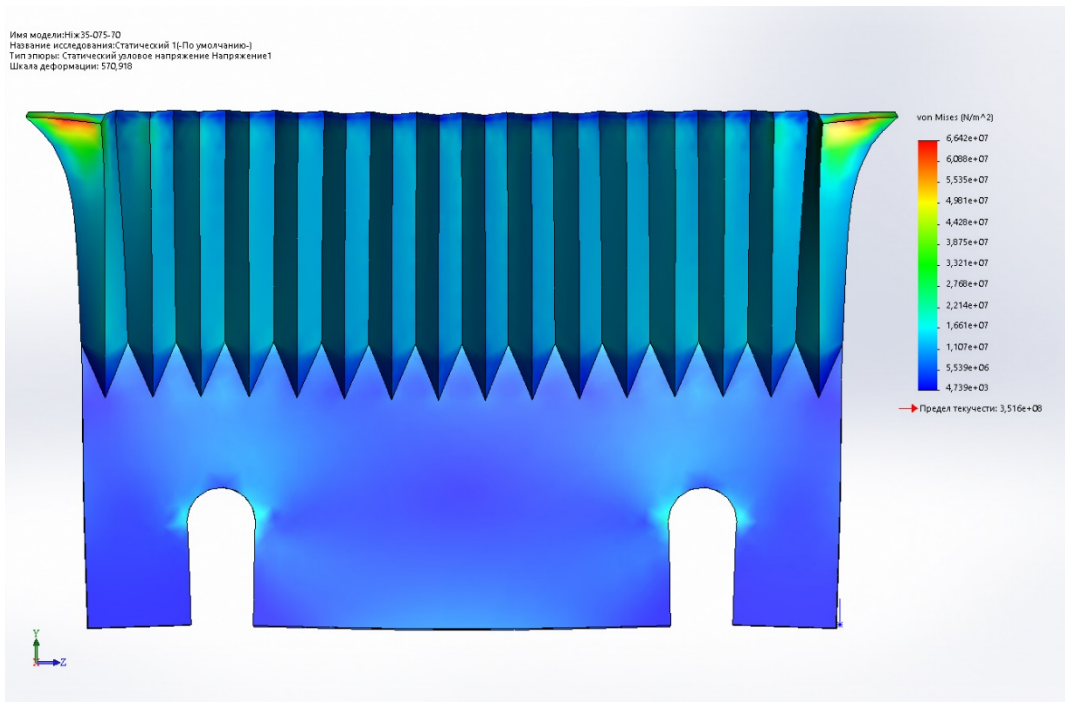


Рис. 4.12. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = $6,64E+07$ Па).

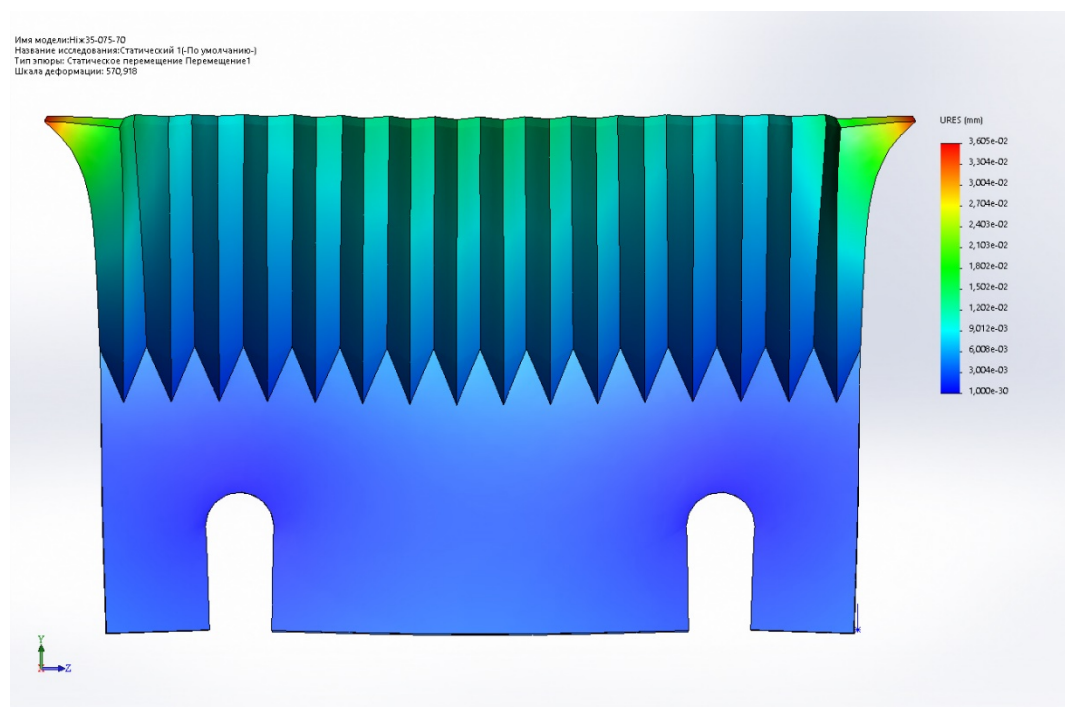


Рис. 4.13. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = $3,61E-02$ мм)

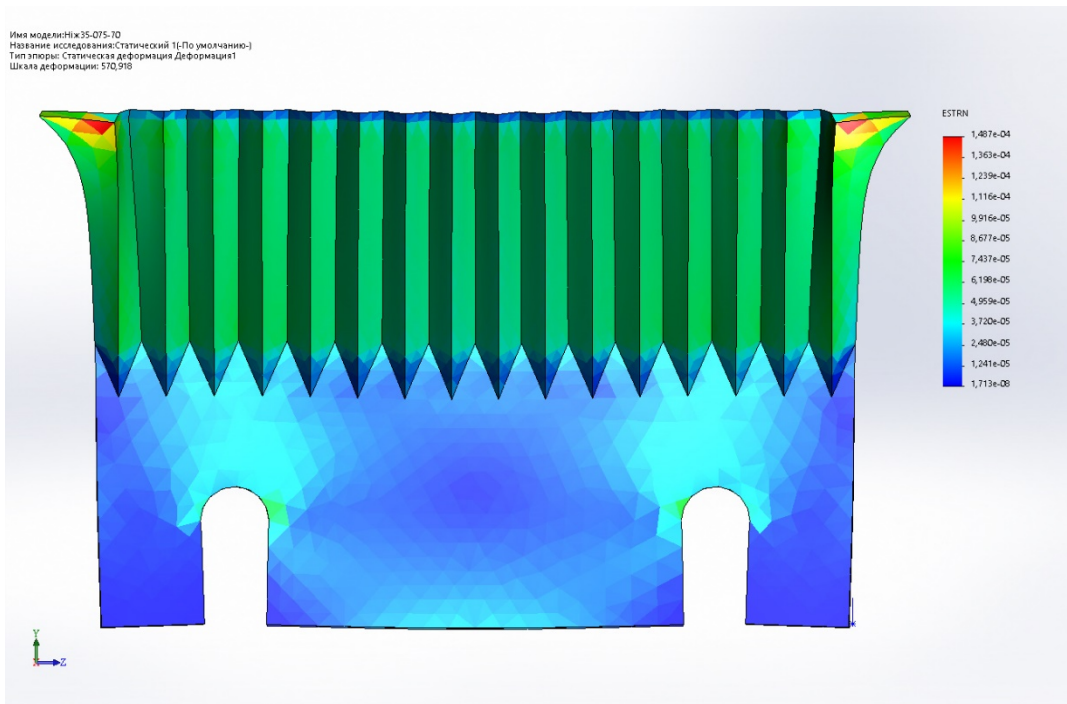


Рис. 4.14. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (max = 1,49E-04)

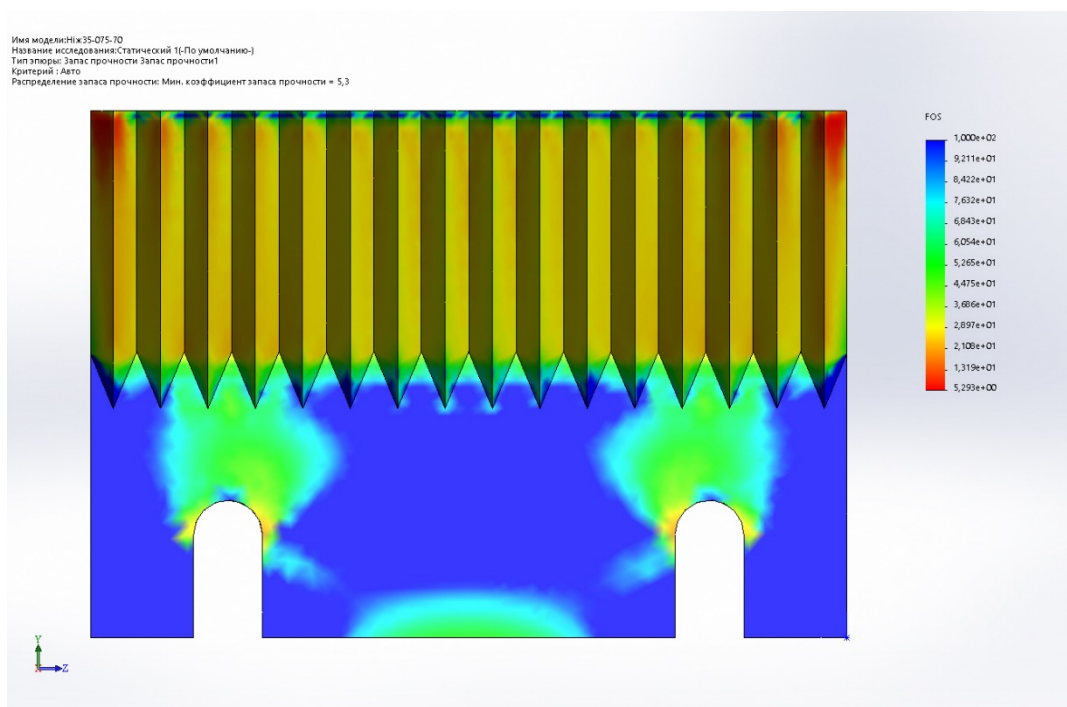


Рис. 4.15. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 40° (min = 5,29E+00)

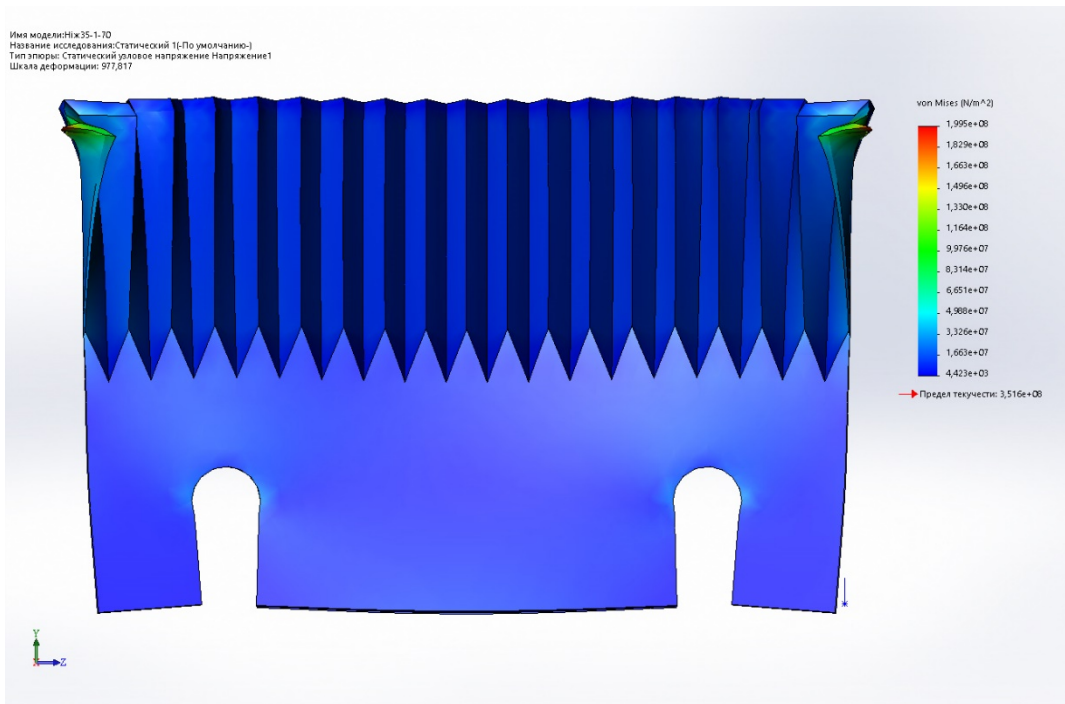


Рис. 4.16. Напряжения за фон Мизесом для ножа с углом при вершинах зигзагу леза 70° , толщиной леза 2 мм та кутом заточки 40° ($\max = 2,00E+08$ Па).

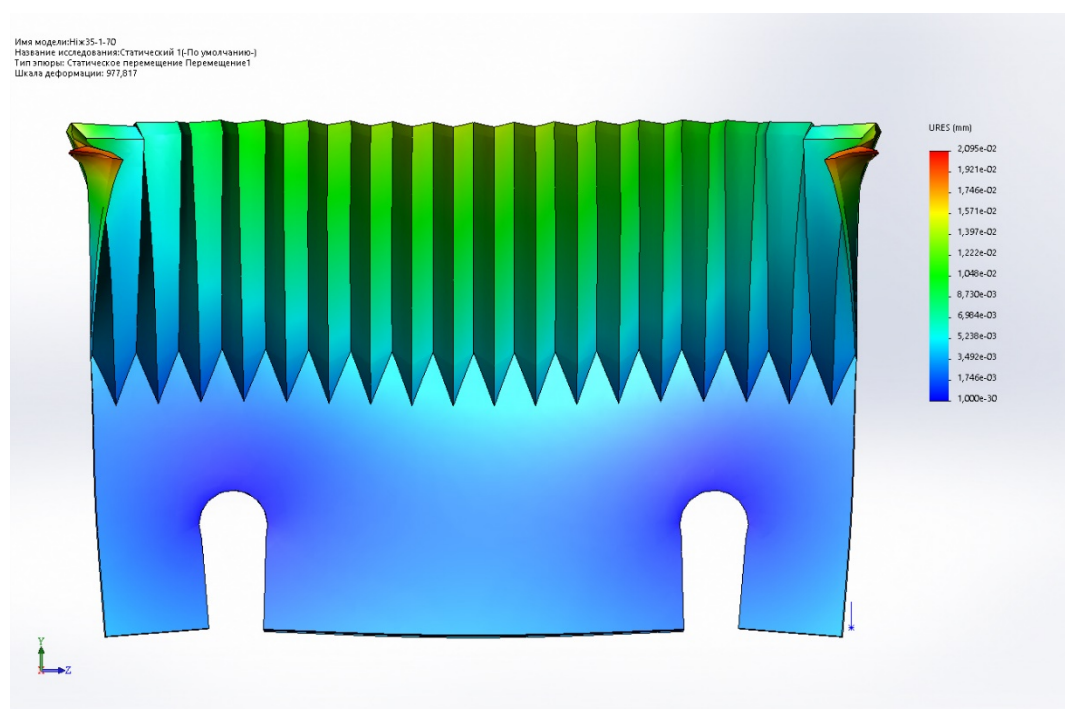


Рис. 4.17. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° ($\max = 2,10E-02$ мм)

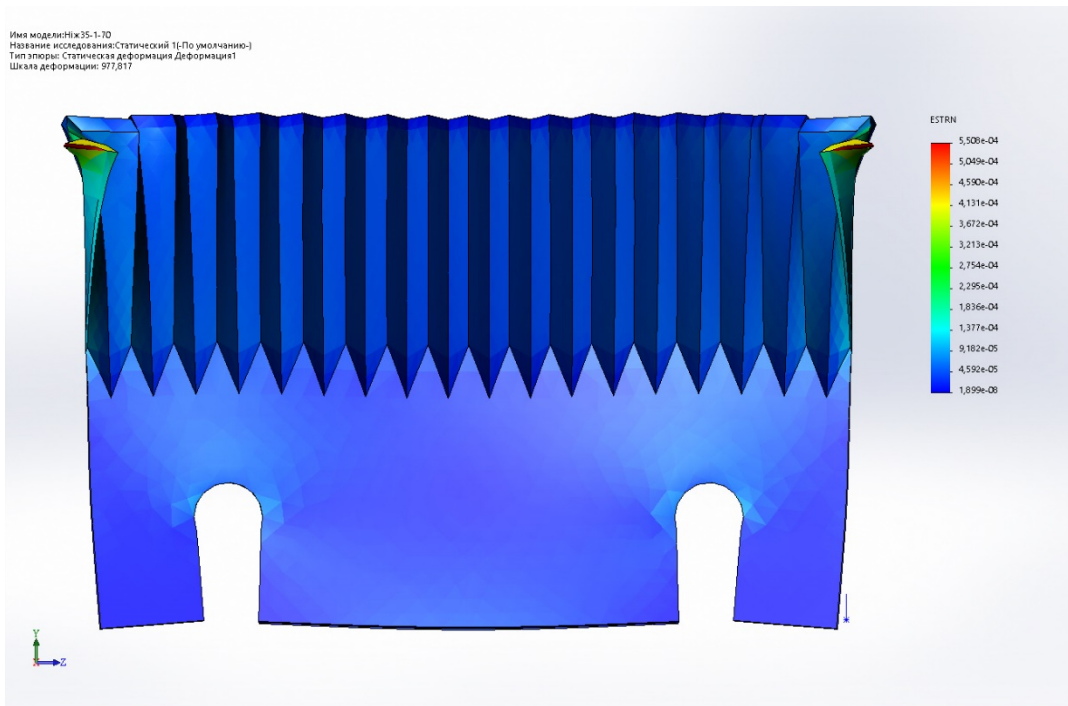


Рис. 4.18. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° (max = $5,51E-04$)

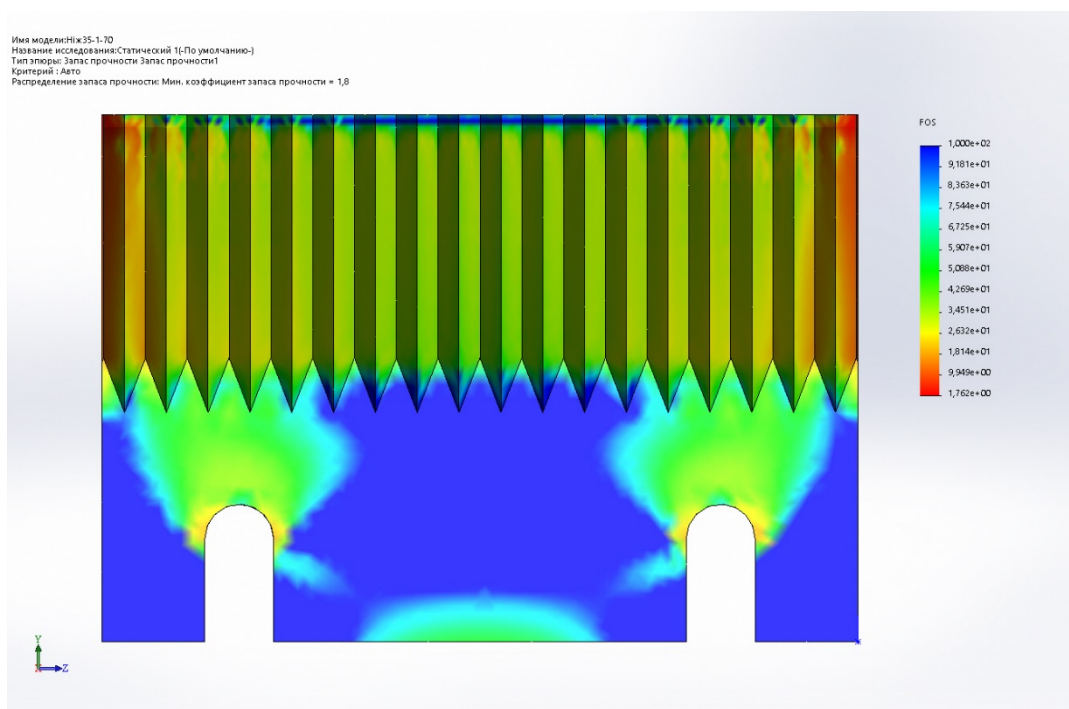


Рис. 4.19. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 40° (min = $1,76E+00$)

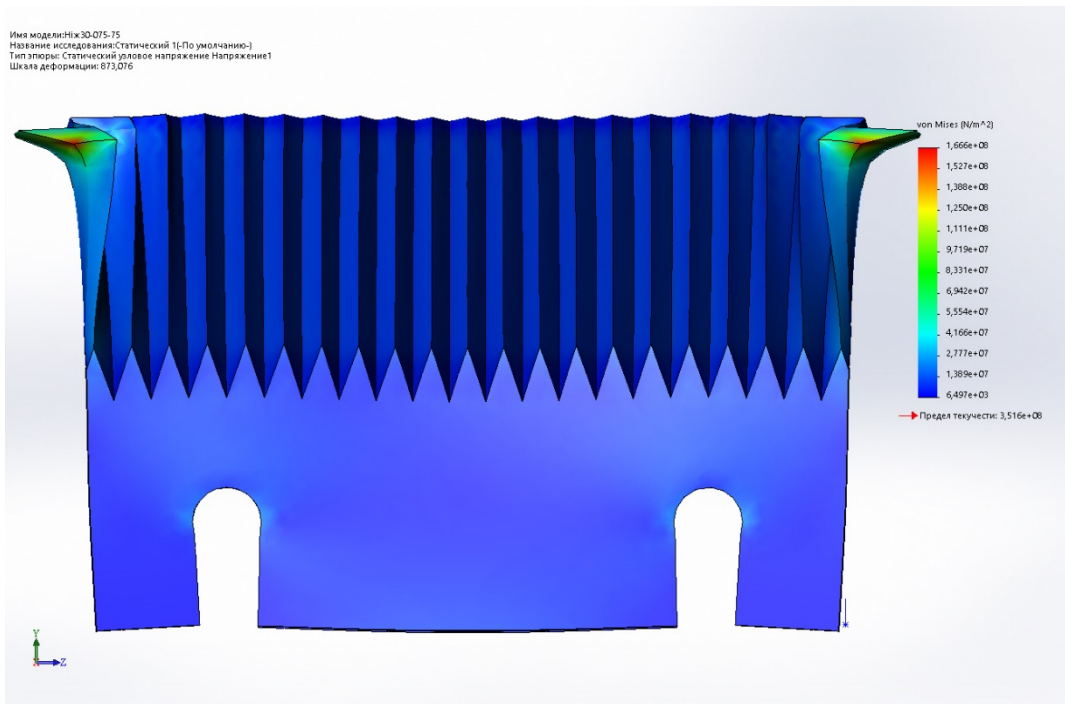


Рис. 4.20. Напряжения за фон Мизесом для ножа с углом при вершинах зигзагу леза 60° , толщиной леза 1,5 мм та углом заточки 30° ($\max = 1,67E+08$ Па).

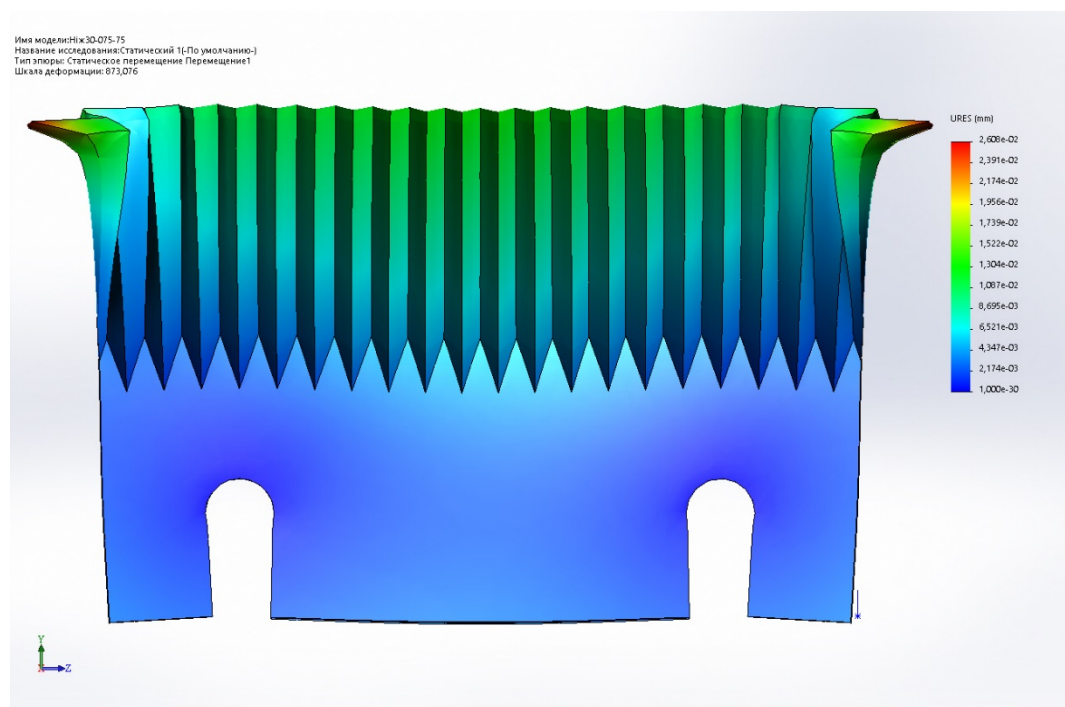


Рис. 4.21. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° ($\max = 2,61E-02$ мм)

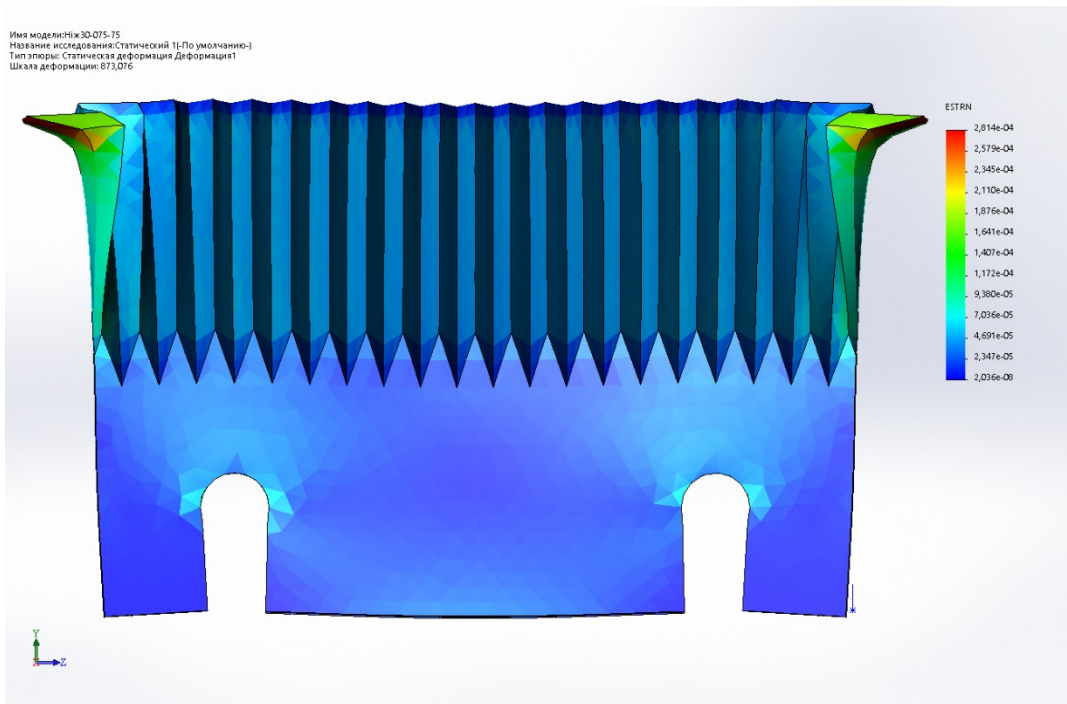


Рис. 4.22. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (max = 2,81E-04)

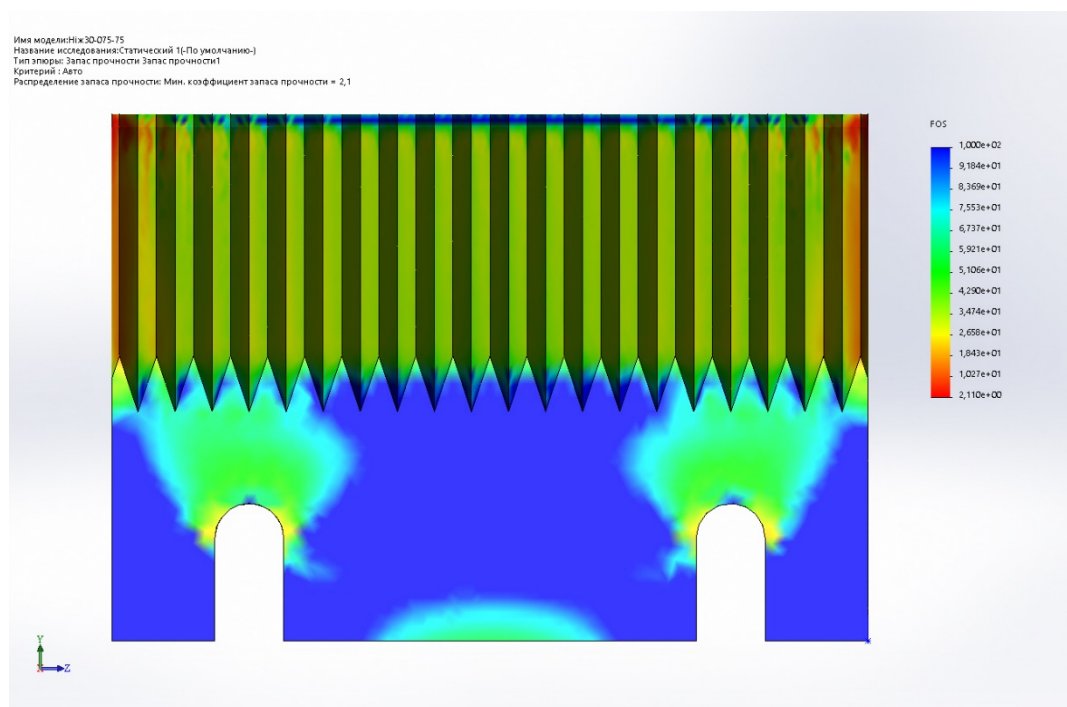


Рис. 4.23. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (min = 2,11E+00)

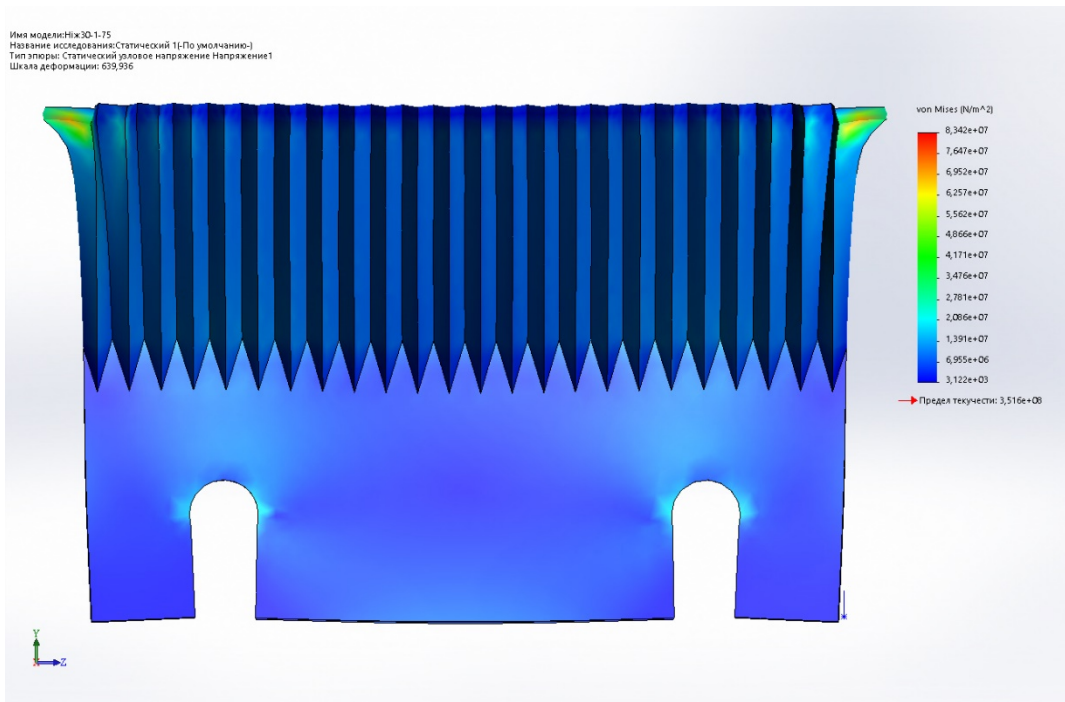


Рис. 4.24. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60°, товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = 8,34E+07 Па).

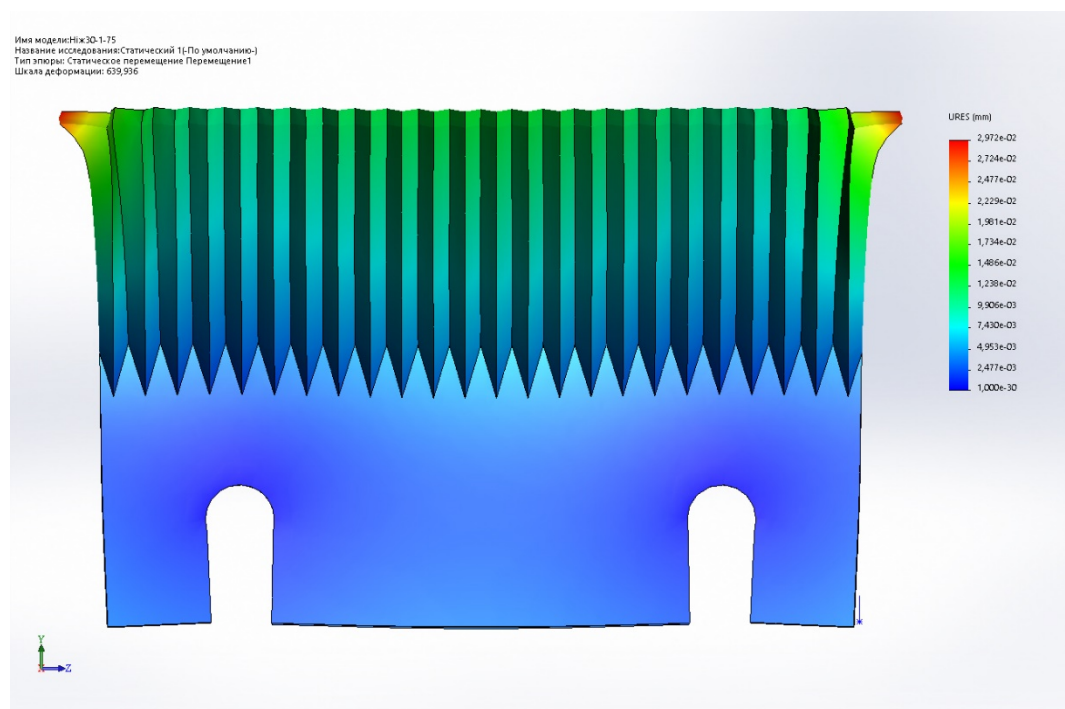


Рис. 4.25. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60°, товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = 2,97E-02 мм)

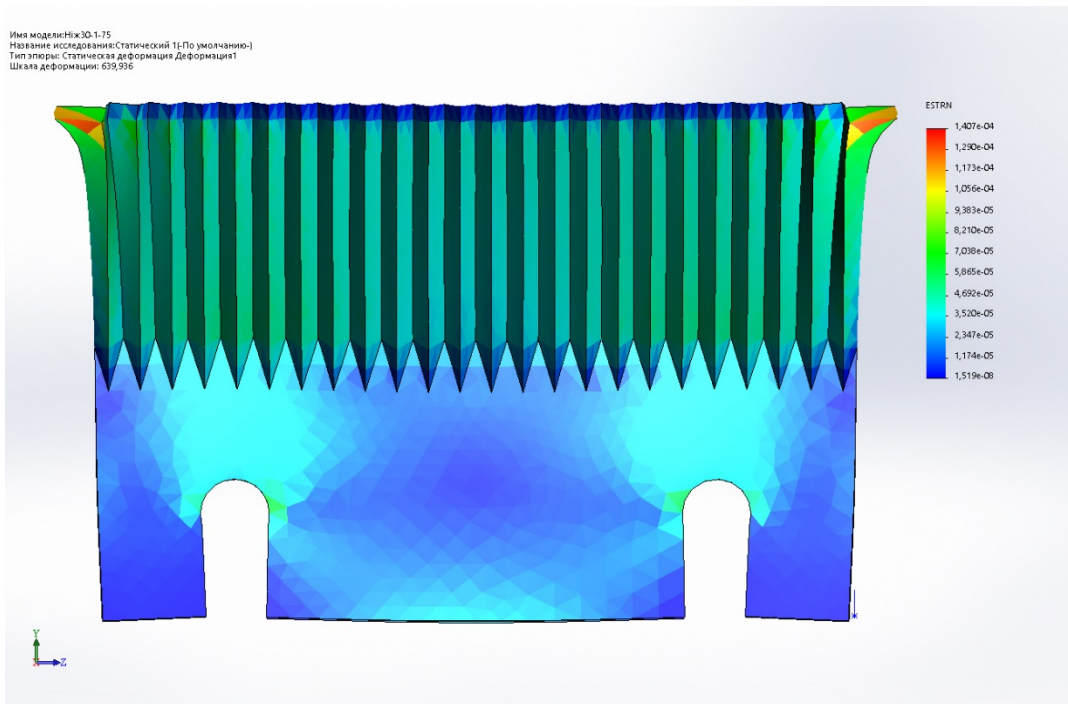


Рис. 4.26. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = $1,41E-04$)

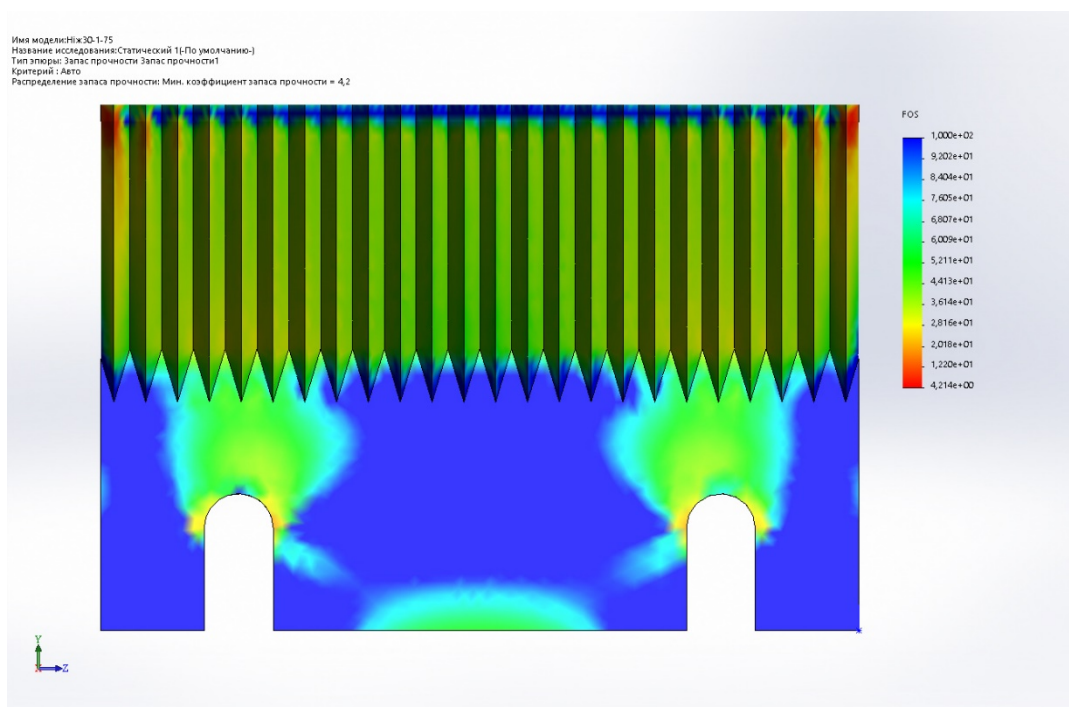


Рис. 4.27. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (min = $4,21E+00$)

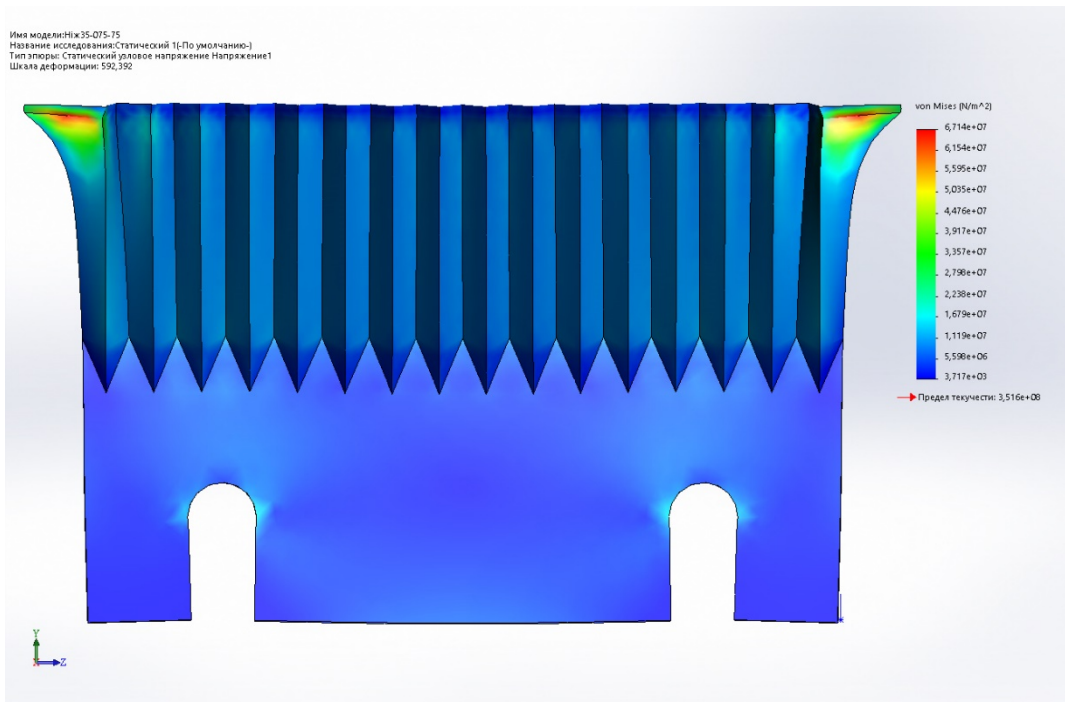


Рис. 4.28. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (max = $6,71E+07$ Па).

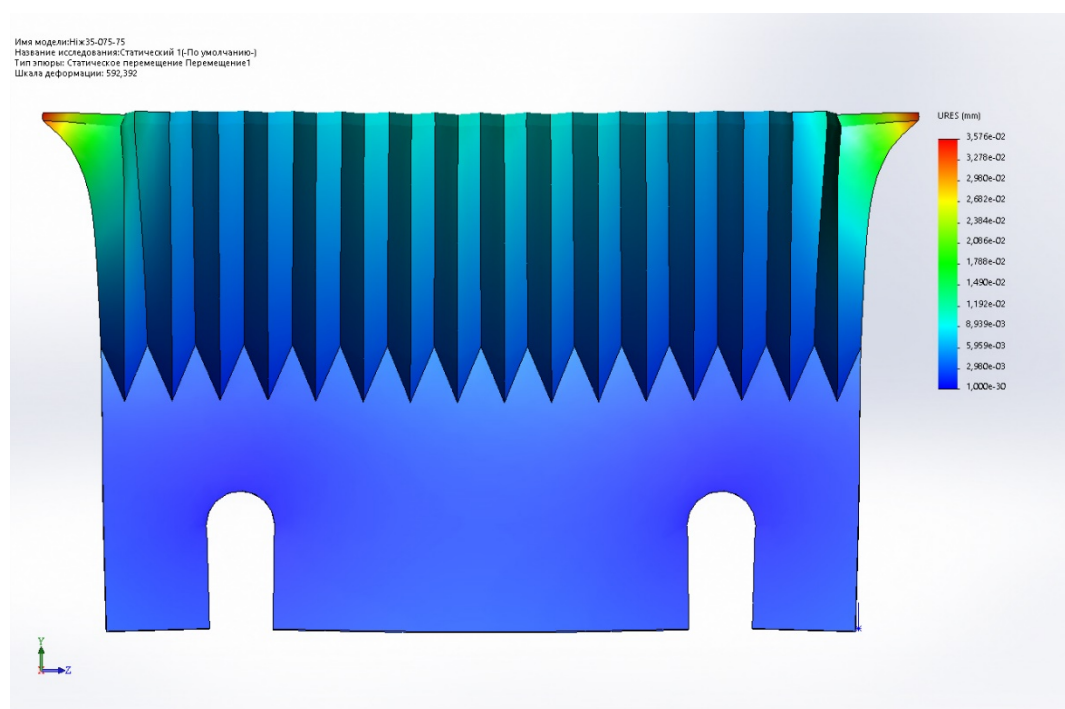


Рис. 4.29. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (max = $3,58E-02$ мм)

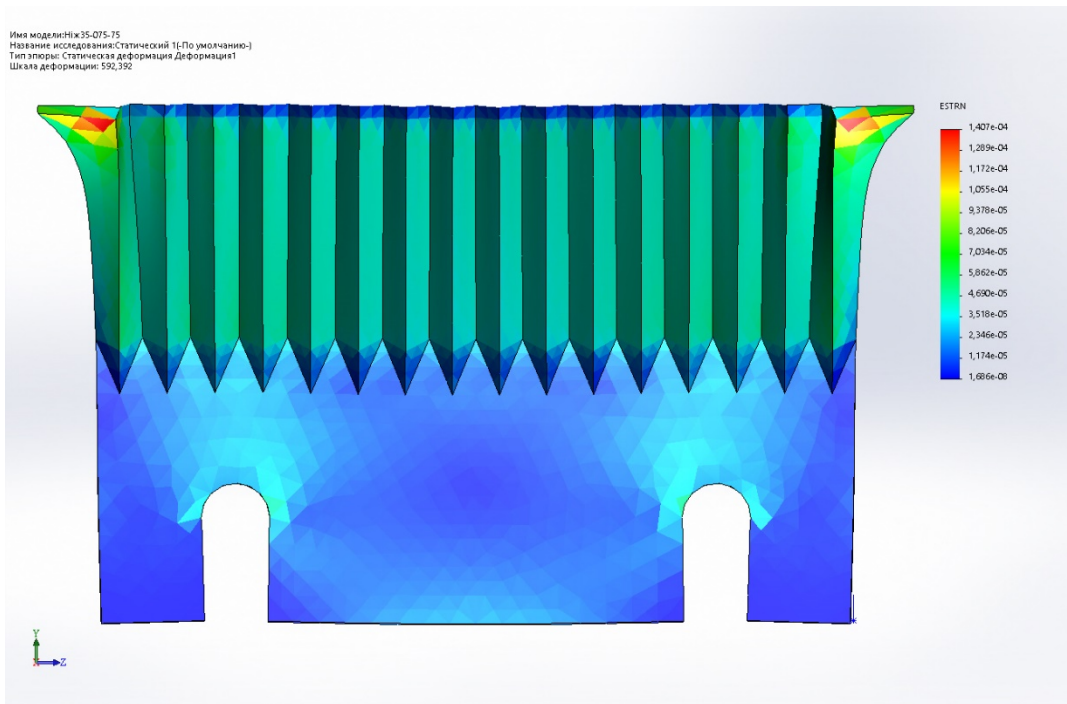


Рис. 4.30. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (max = $1,41E-04$)

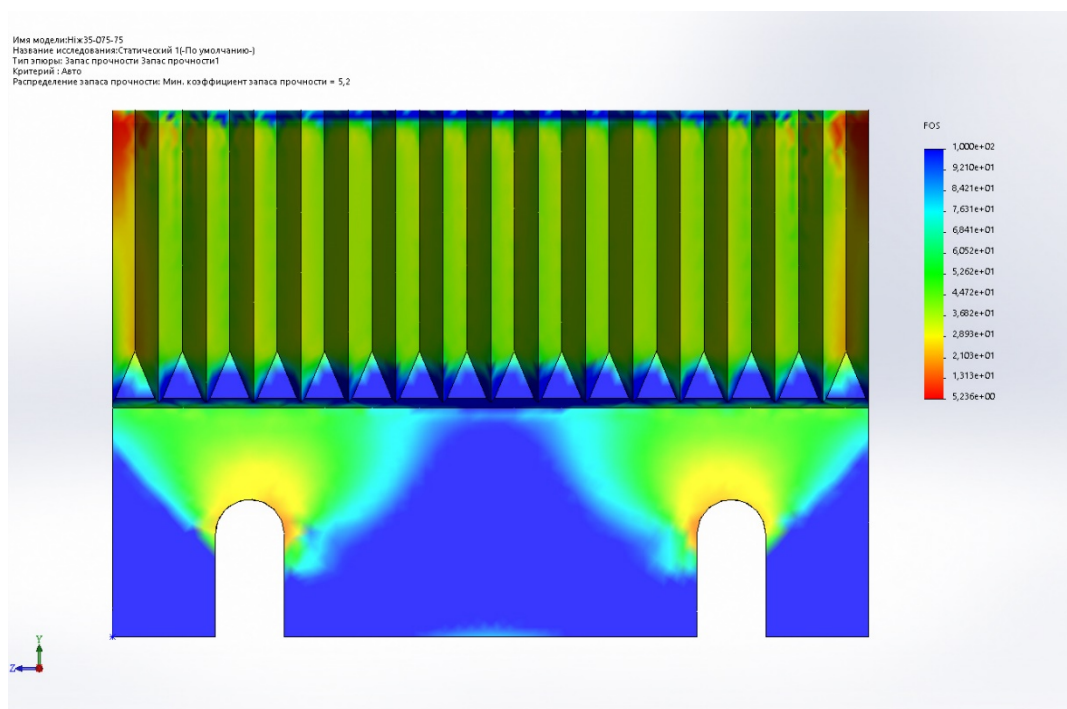


Рис. 4.31. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 30° (min = $5,24E+00$)

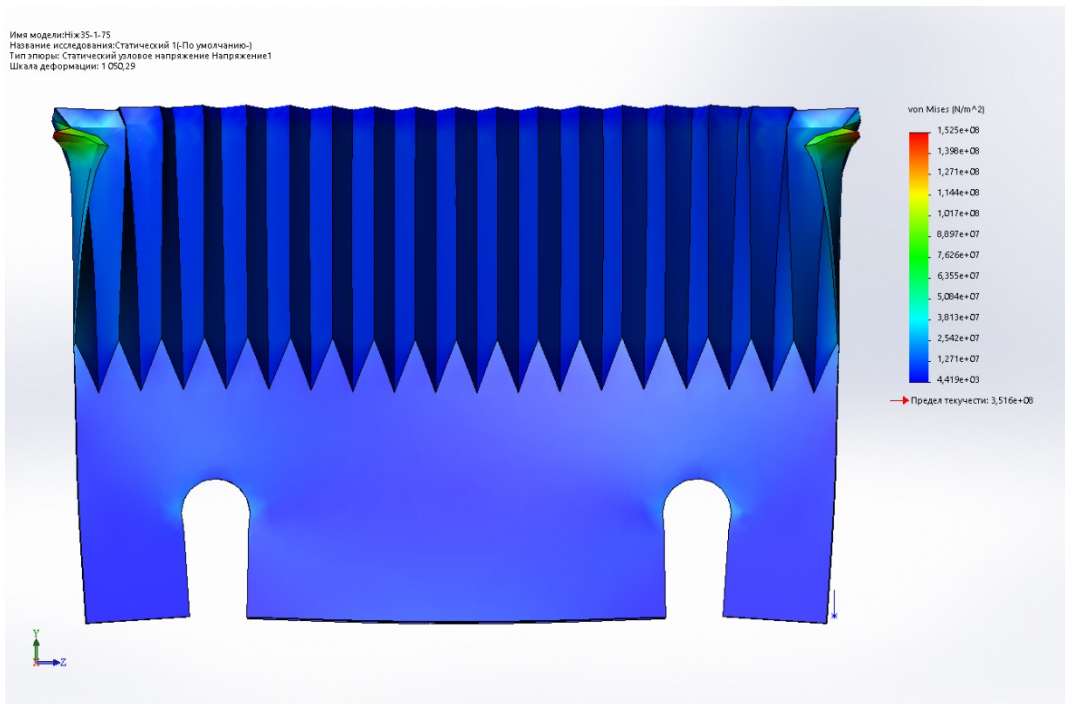


Рис. 4.32. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = $1,53E+08$ Па).

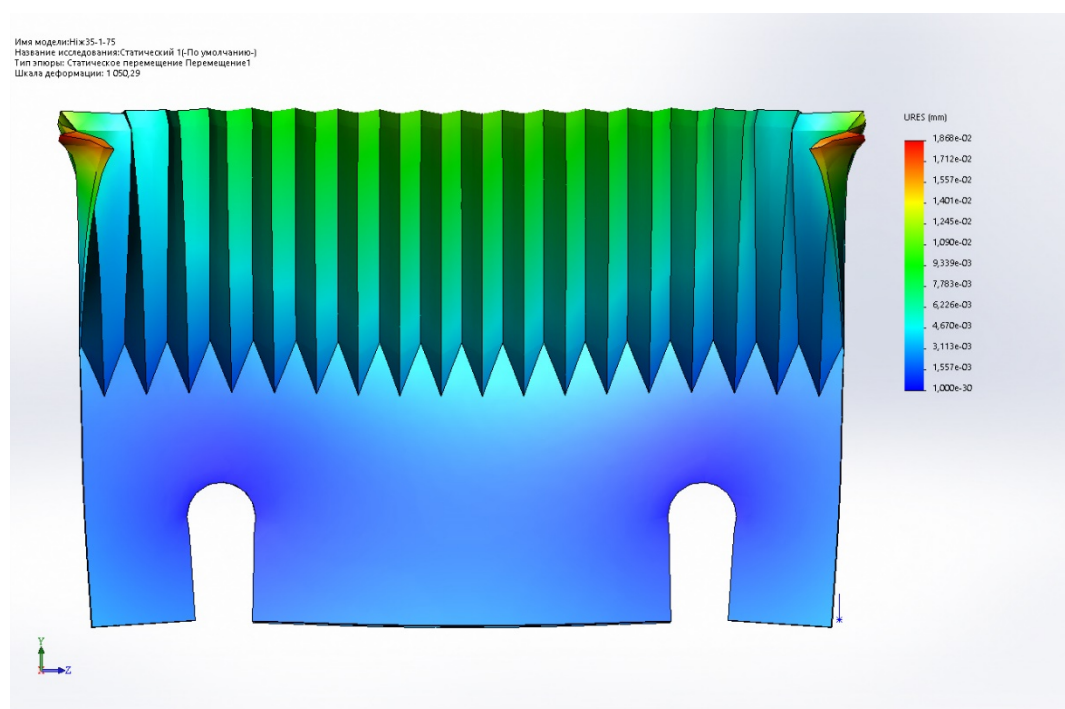


Рис. 4.33. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = $1,87E-02$ мм)

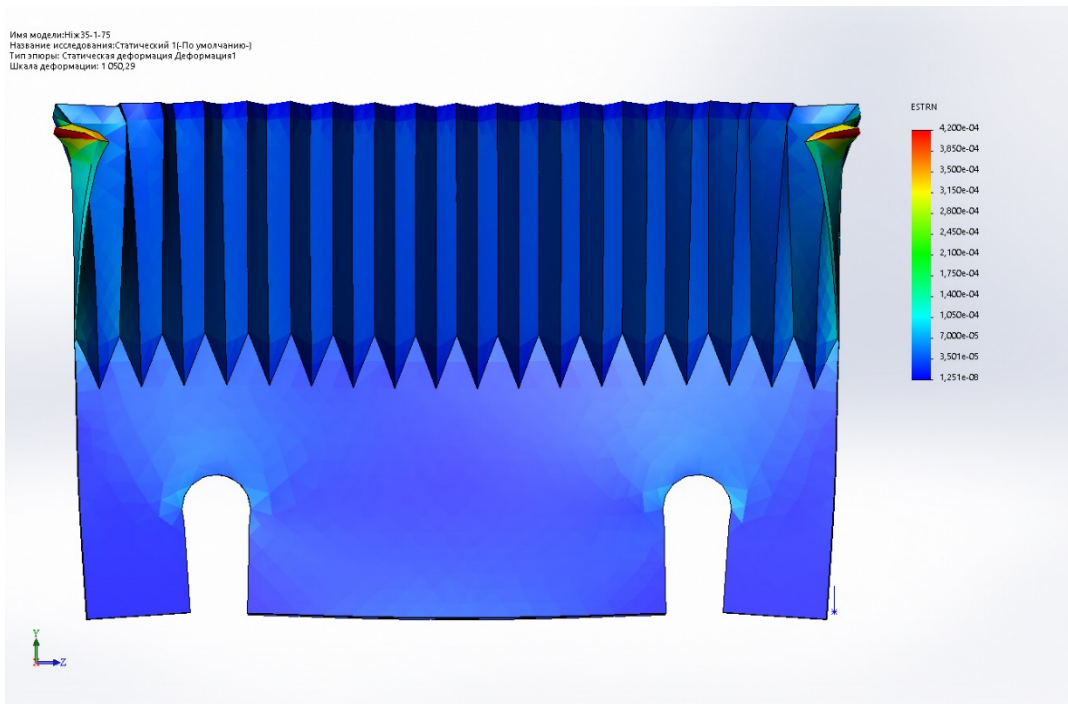


Рис. 4.34. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (max = $4,20E-04$)

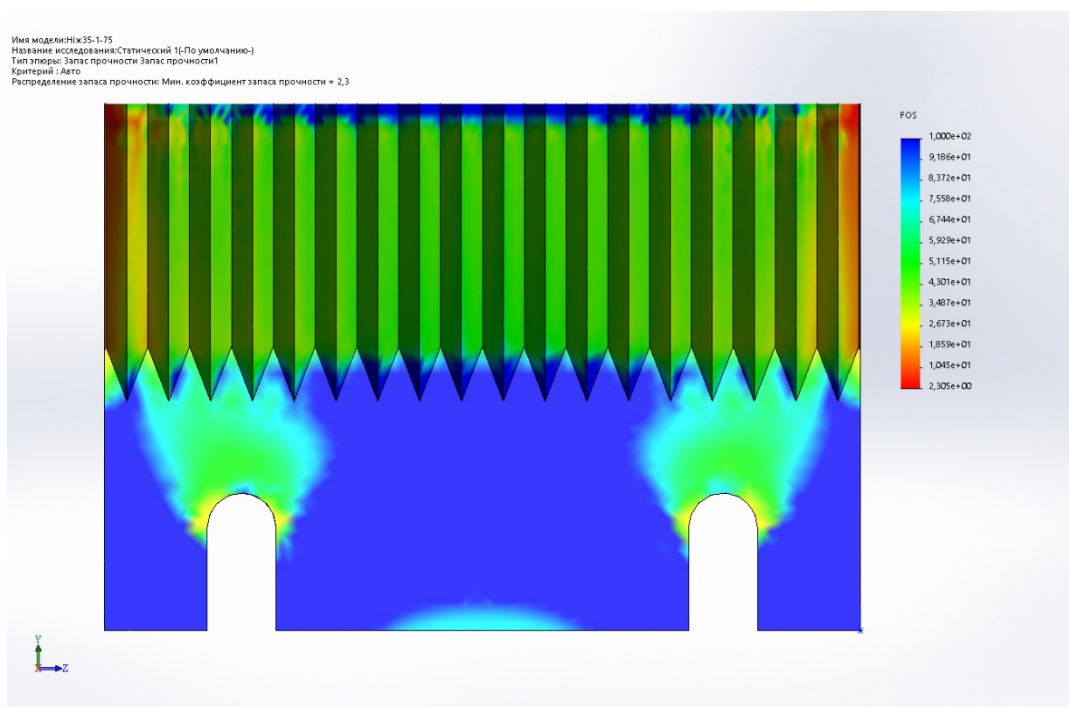


Рис. 4.35. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 30° (min = $2,31E+00$)

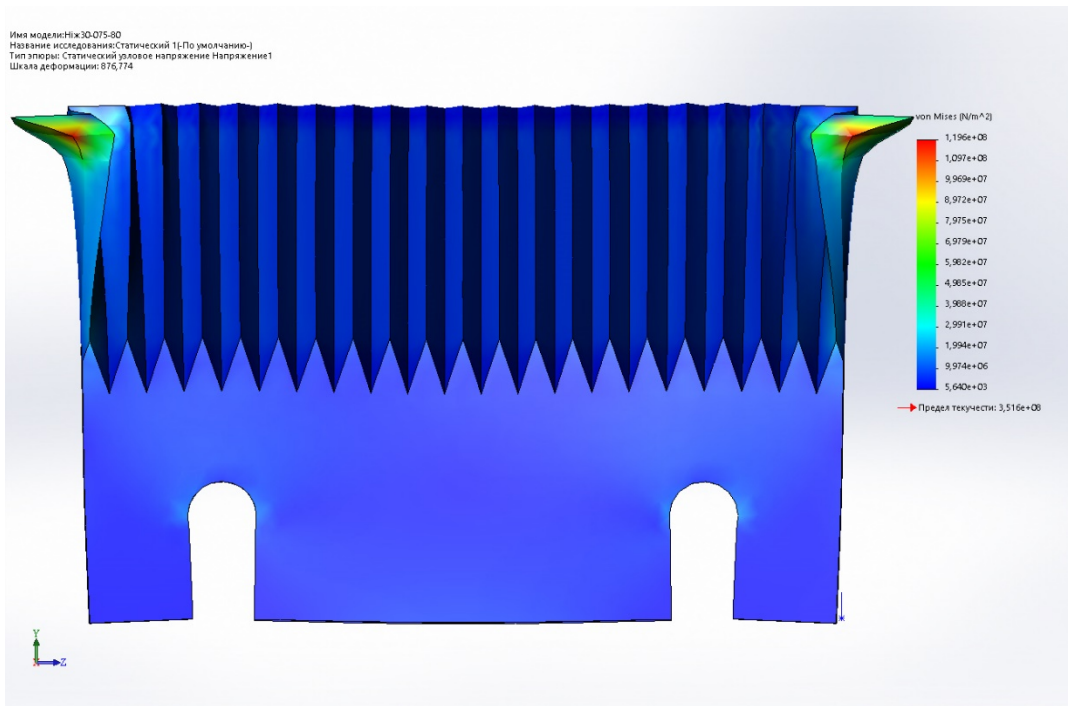


Рис. 4.36. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° ($\max = 1,20\text{E}+08$ Па).

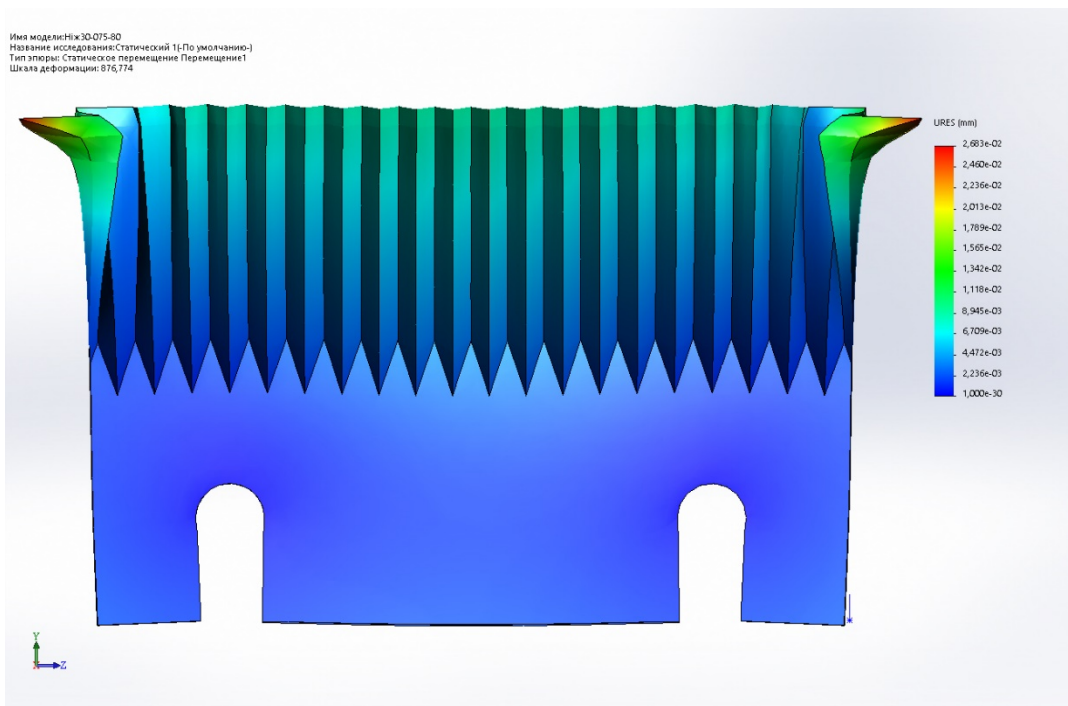


Рис. 4.37. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° ($\max = 2,68\text{E}-02$ мм)

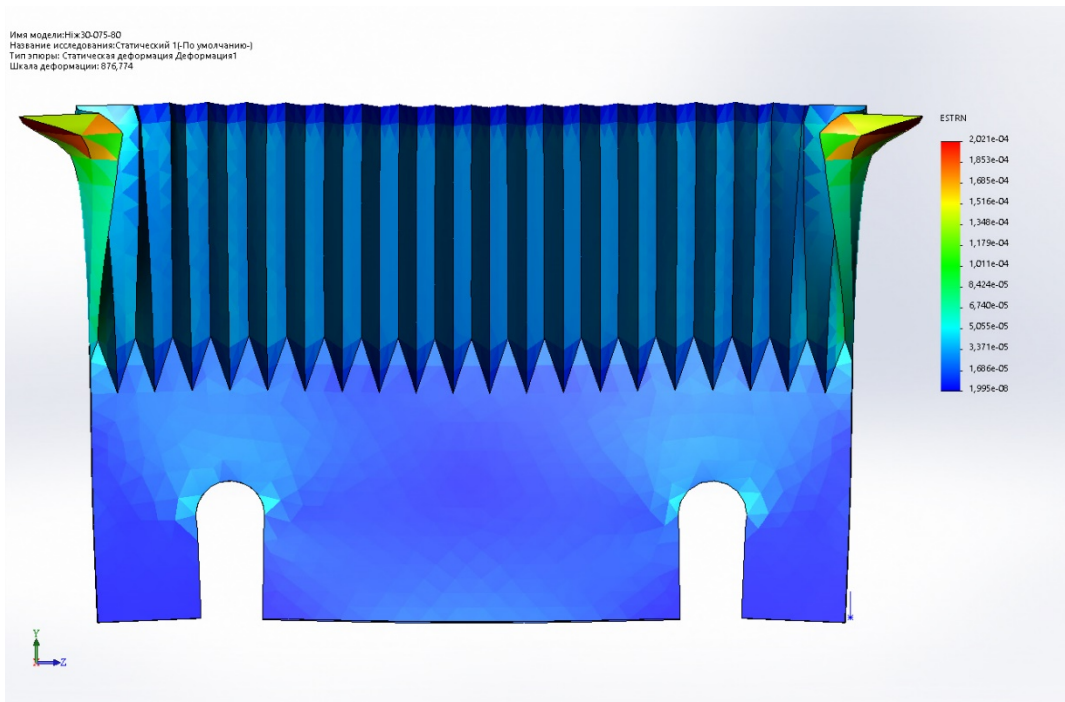


Рис. 4.38. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (max = 2,02E-04)

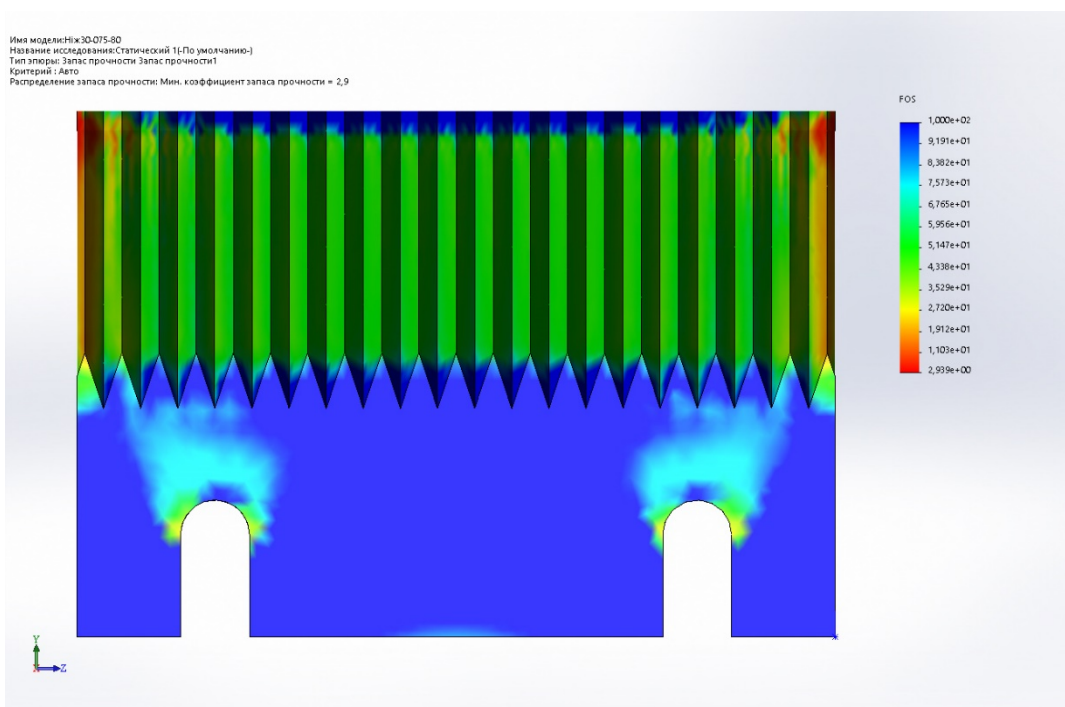


Рис. 4.39. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (min = 2,94E+00)

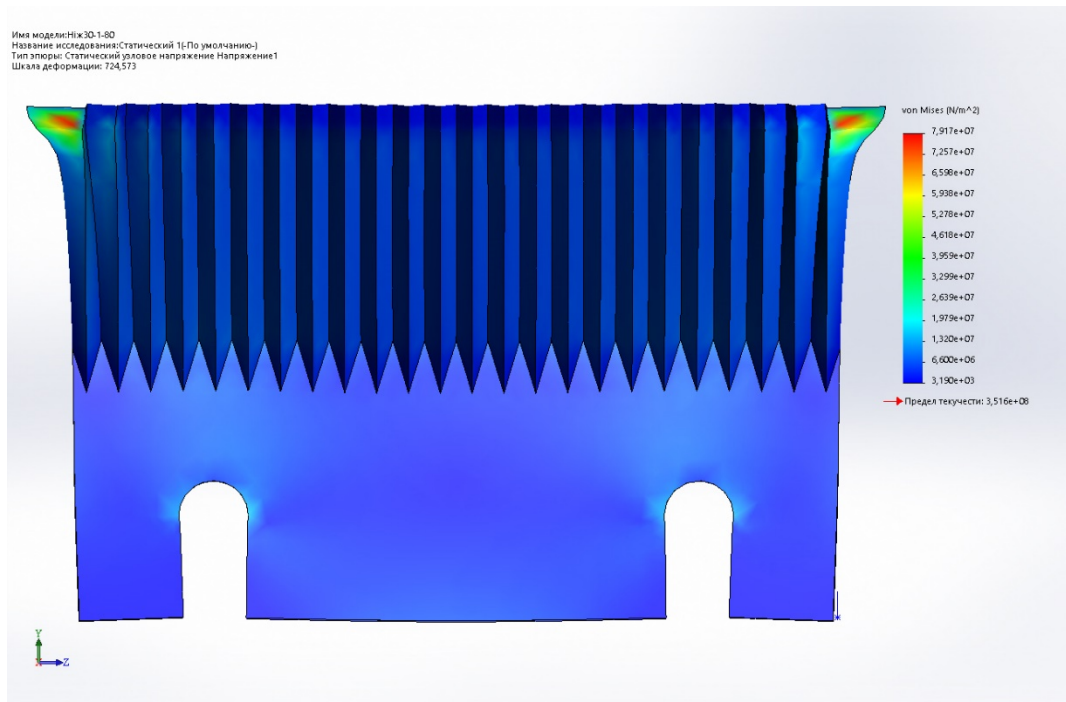


Рис. 4.40. Напряжения за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $7,92E+07$ Па).

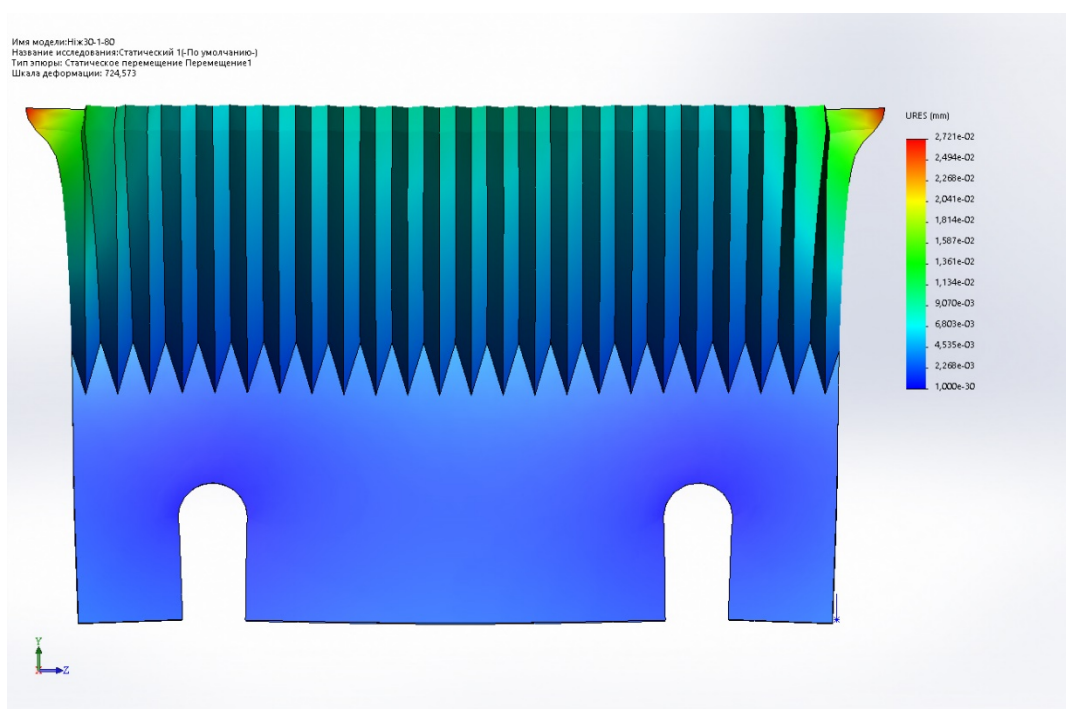


Рис. 4.41. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $2,72E-02$ мм)

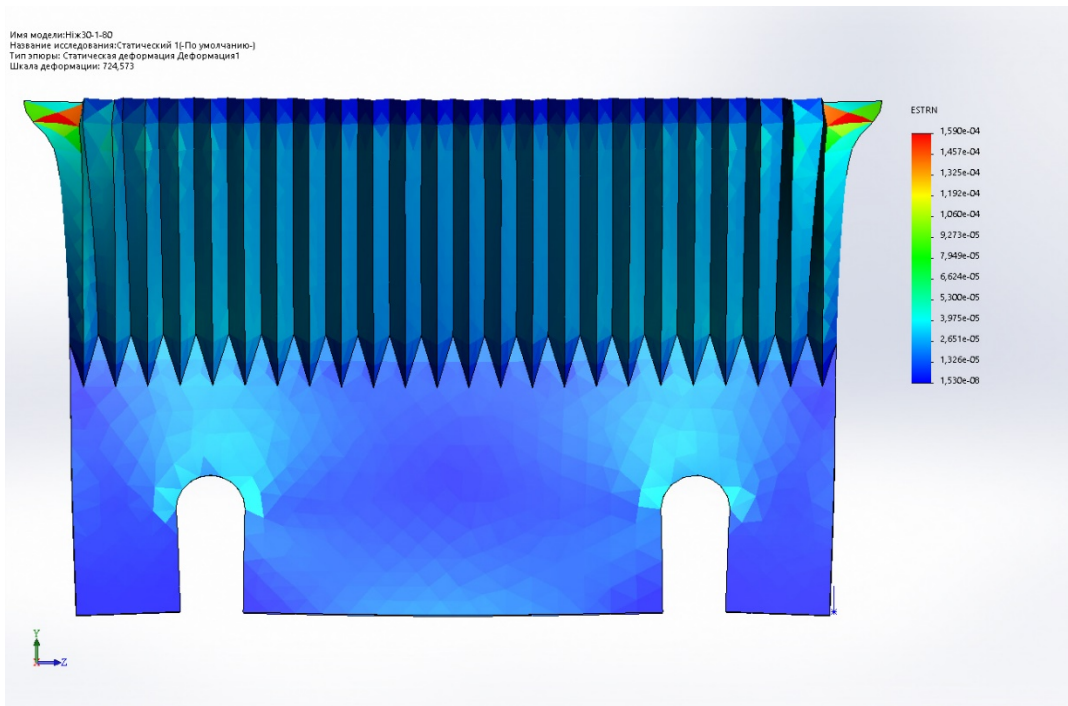


Рис. 4.42. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $1,59E-04$)

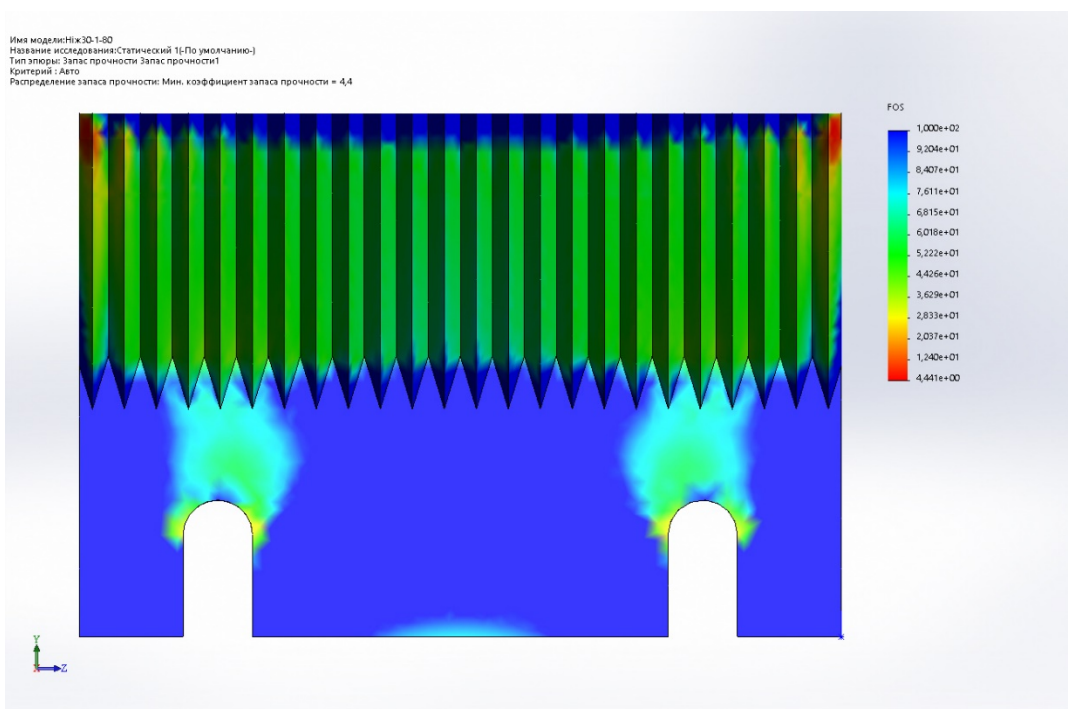


Рис. 4.43. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 60° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (min = $4,44E+00$)

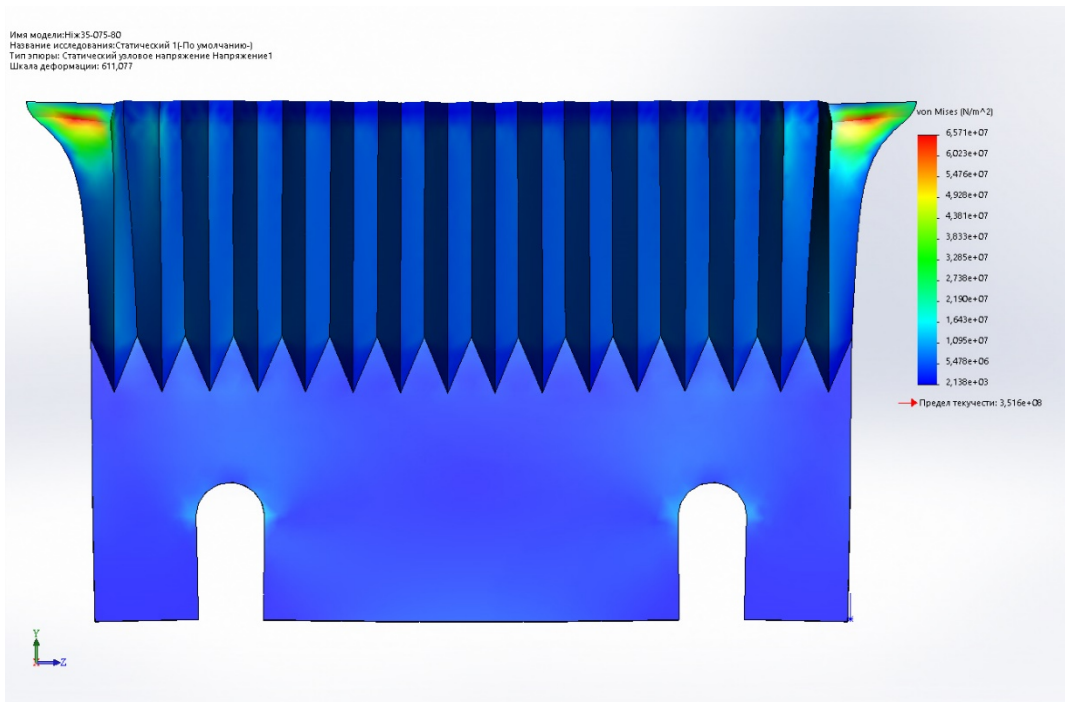


Рис. 4.44. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (max = $6,57E+07$ Па).

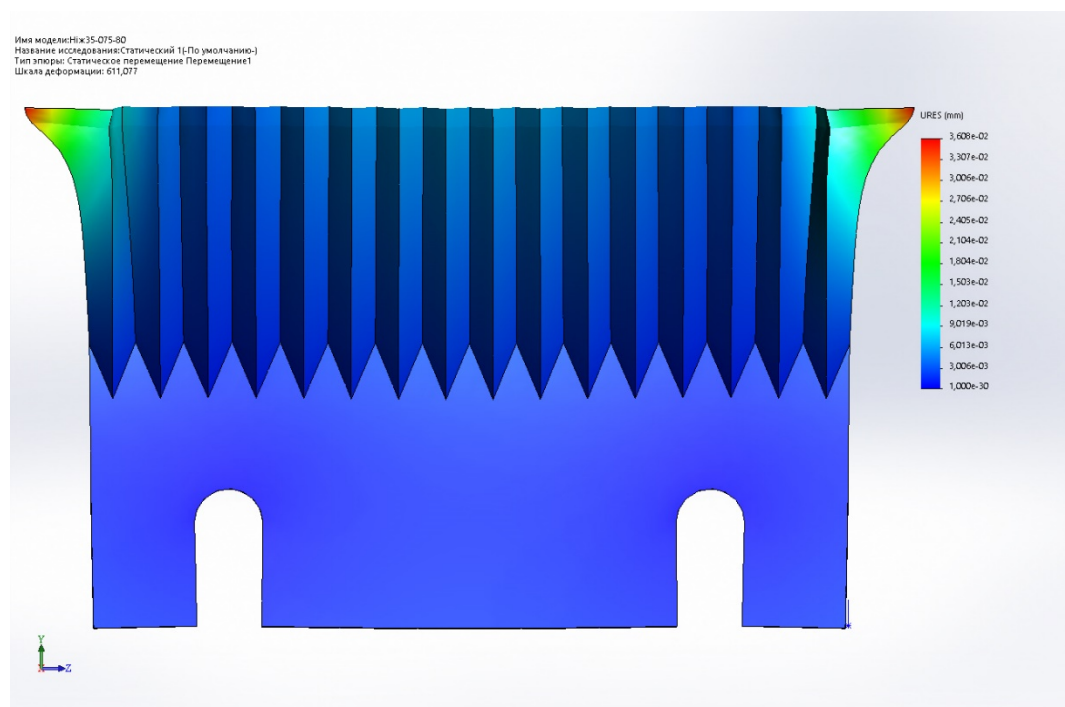


Рис. 4.45. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (max = $3,61E-02$ мм)

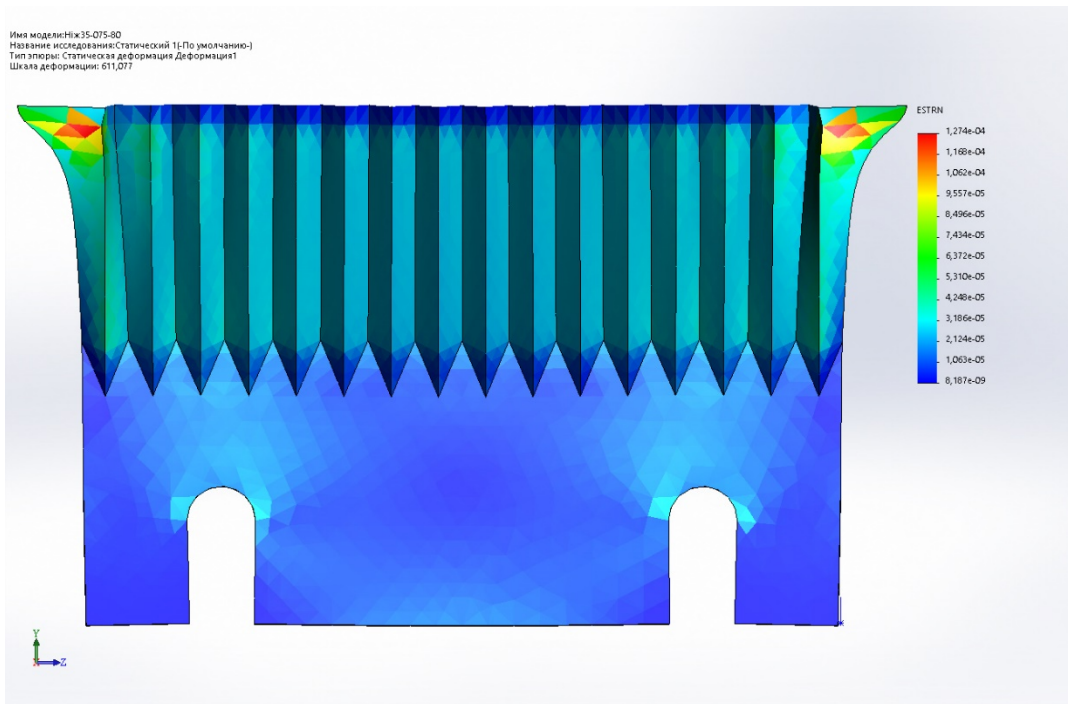


Рис. 4.46. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (max = 1,27E-04)

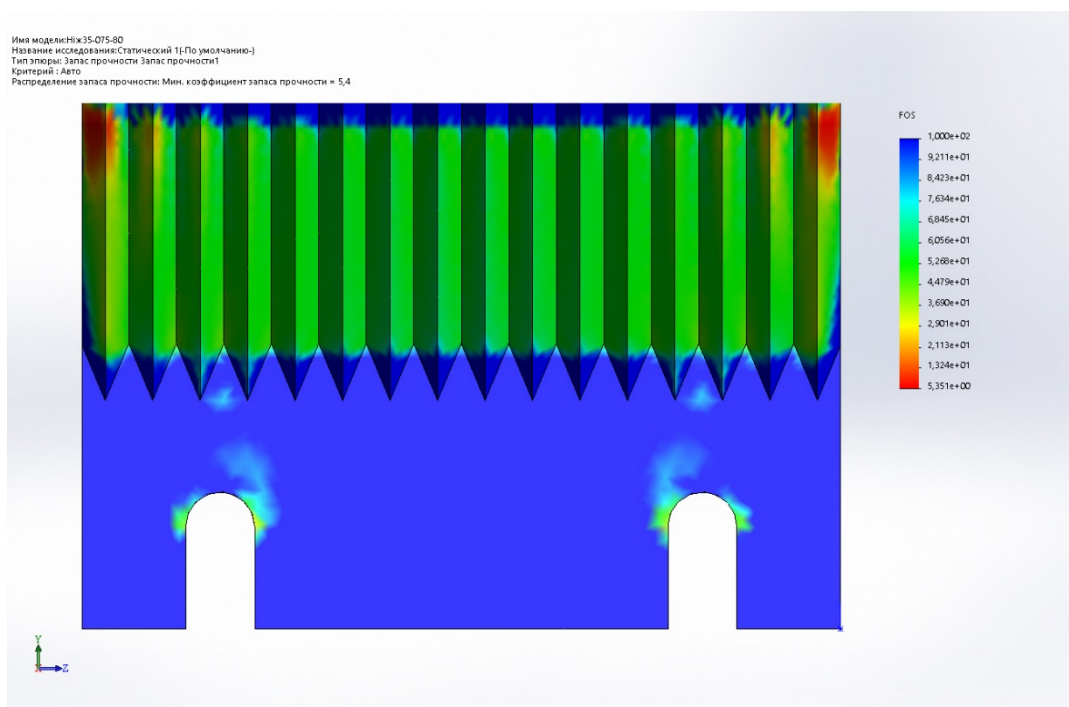


Рис. 4.47. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 1,5 мм та кутом заточки 20° (min = 5,35E+00)

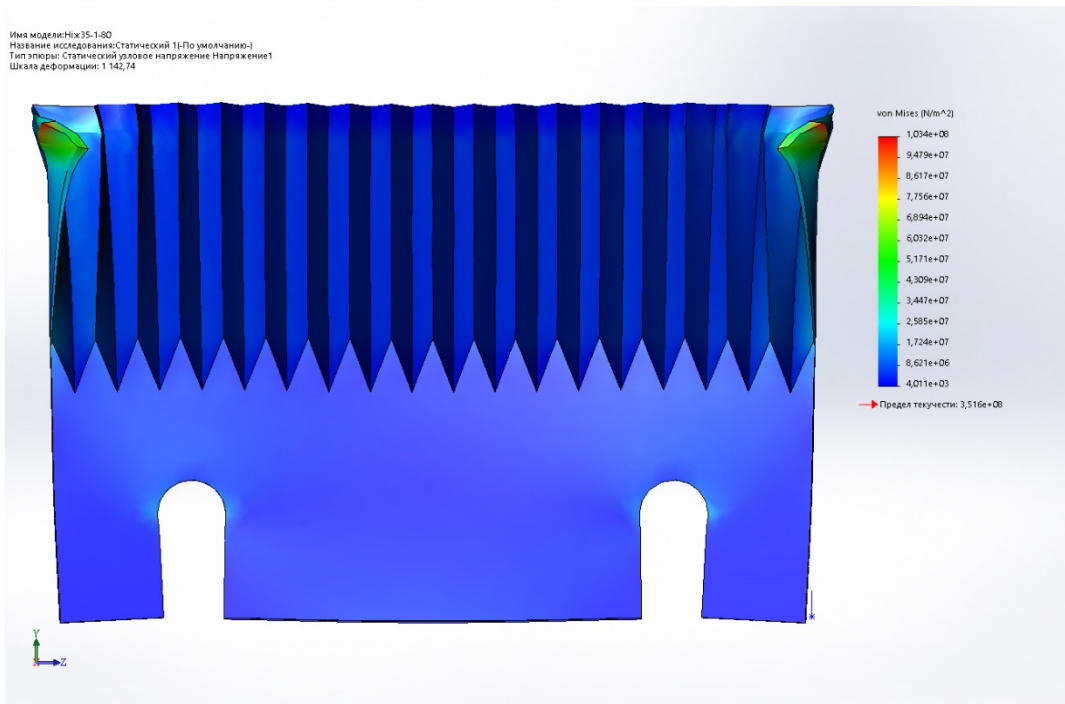


Рис. 4.48. Напруження за фон Мізесом для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $1,03E+08$ Па).

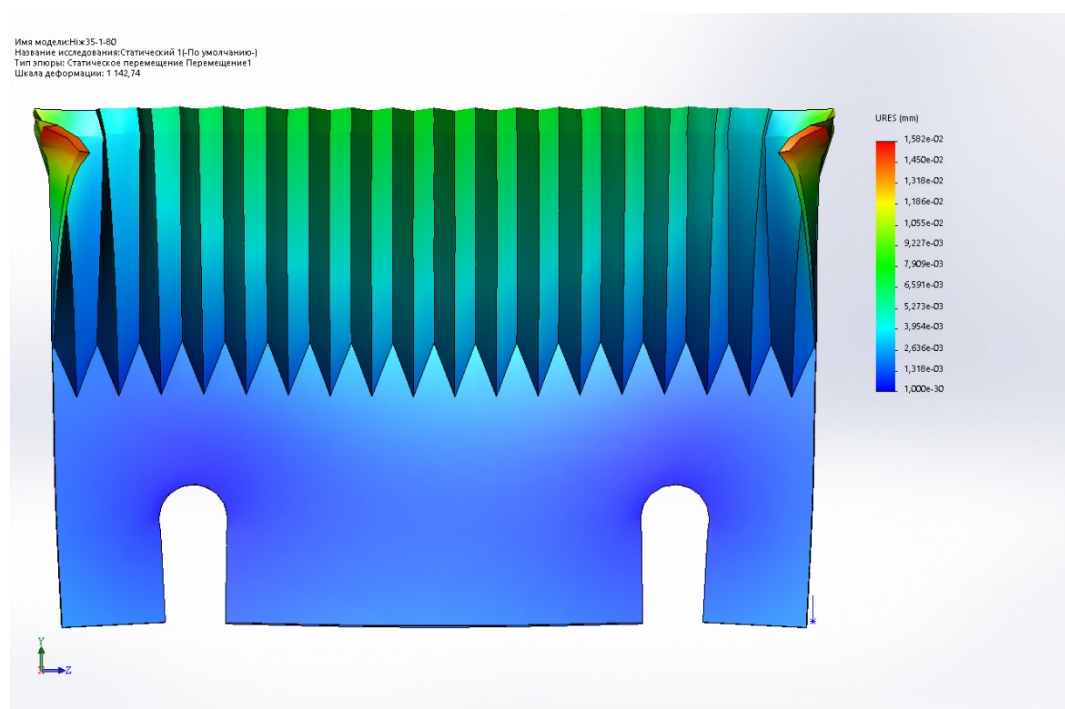


Рис. 4.49. Статичне переміщення для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $1,58E-02$ мм)

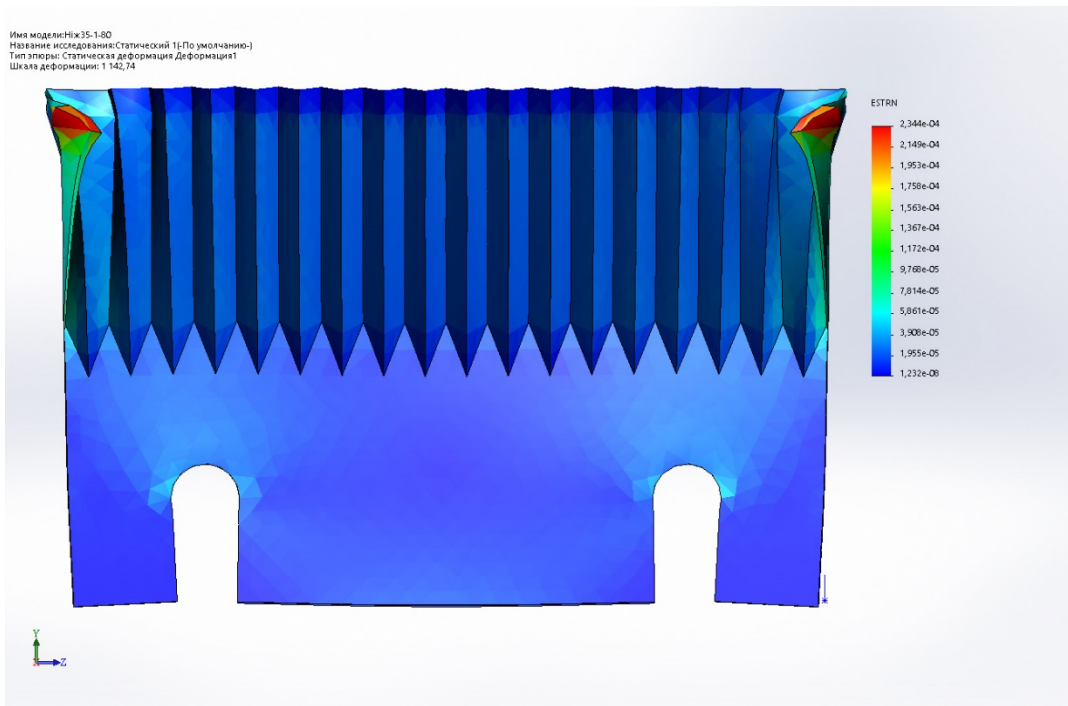


Рис. 4.50. Статична деформація для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (max = $1,23E-08$)

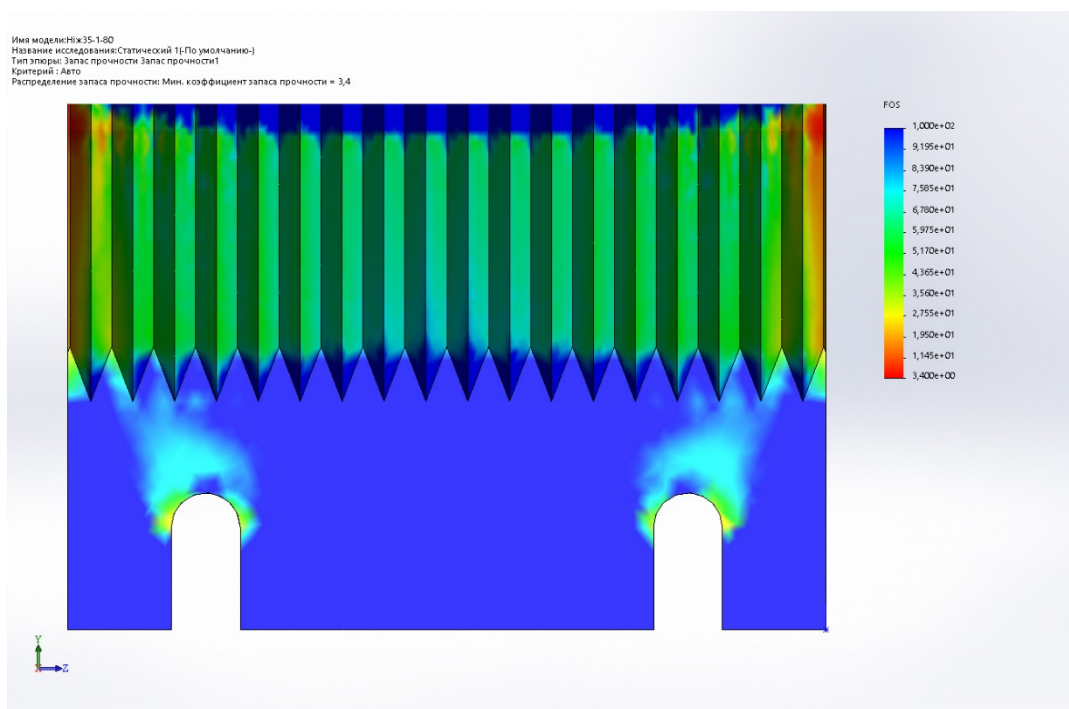


Рис. 4.51. Запас міцності (FOS) для ножа з кутом при вершинах зигзагу леза 70° , товщиною леза 2 мм та кутом заточки 20° (min = $3,40E+00$)

4.3. Аналіз результатів

При постановці завдань на дослідження було вибрано кілька конструктивних параметрів, зокрема:

конструктивно застосували лезо зигзагоподібної форми із кутом при вершинах 60° та 70° ;

для полотна леза застосували метал товщиною 1,5 мм та 2 мм;

кут заточки лез обирали 20° , 30° та 40°

Ніж пропонується виготовити зі сталі 40X13.

Дослідження провели для умов максимального навантаження 500 Н на один ніж.

Систематизовані результати розрахунків представлено у таблиці 4.1. За результатами досліджень встановили, що всі конструктивні рішення є достатніми з точки зору міцності для застосування у бурякорізці. Найменший коефіцієнт запасу міцності $FOS=1,76$ при максимальних розрахованих напруженнях за фон Мізесом $2,00E+08$ Па було отримано для ножа з наступними параметрами:

кут при вершинах зигзагу леза: 70° ;

товщина полотна леза 2 мм;

кут заточки леза 40° ;

маса леза: 0,816216 кг.

Найбільший коефіцієнт запасу міцності $FOS=5,35$ при максимальних розрахованих напруженнях за фон Мізесом $6,57E+07$ Па було отримано для ножа з наступними параметрами:

кут при вершинах зигзагу леза: 70° ;

товщина полотна леза 1,5 мм;

кут заточки леза 20° ;

маса леза: 0,751383 кг.

Основні результати числових експериментів, виконаних за допомогою SolidWorks Simulation, представлено в таблиці 4.1.

Результати числових експериментів для ножів бурякорізки.

Кут при вершинах зигзагу леза, °	70	70	70
Товщина леза, мм	1,5	1,5	1,5
Кут заточки леза, °	40	30	20
Маса, кг	0,755121	0,753862	0,751383
Об'єм, м ³	9,56E-05	9,54E-05	9,51E-05
VON: Напруження Von Mises, N/m ² , max	6,64E+07	6,71E+07	6,57E+07
Статичне переміщення, мм, max	3,61E-02	3,58E-02	3,61E-02
ESTRN: Статична деформація, max	1,49E-04	1,41E-04	1,27E-04
FOS:Запас міцності, min	5,29E+00	5,24E+00	5,35E+00
Кут при вершинах зигзагу леза, °	60	60	60
Товщина леза, мм	1,5	1,5	1,5
Кут заточки леза °	40	30	20
Маса, кг	0,782675	0,781231	0,778387
Об'єм, м ³	9,91E-05	9,89E-05	9,85E-05
VON: Напруження Von Mises, N/m ² , max	1,66E+08	1,67E+08	1,20E+08
Статичне переміщення, мм, max	2,57E-02	2,61E-02	2,68E-02
ESTRN: Статична деформація, max	3,25E-04	2,81E-04	2,02E-04
FOS:Запас міцності, min	2,11E+00	2,11E+00	2,94E+00
Кут при вершинах зигзагу леза, °	70	70	70
Товщина леза, мм	2	2	2
Кут заточки леза °	40	30	20
Маса, кг	0,816216	0,813978	0,809571
Об'єм, м ³	0,000103	0,000103	0,000102
VON: Напруження Von Mises, N/m ² , max	2,00E+08	1,53E+08	1,03E+08
Статичне переміщення, мм, max	2,10E-02	1,87E-02	1,58E-02
ESTRN: Статична деформація, max	5,51E-04	4,20E-04	2,34E-04
FOS:Запас міцності, min	1,76E+00	2,31E+00	3,40E+00
Кут при вершинах зигзагу леза, °	60	60	60
Товщина леза, мм	2	2	2
Кут заточки леза °	40	30	20
Маса, кг	0,853308	0,850741	0,845685
Об'єм, м ³	0,000108	0,000108	0,000107
VON: Напруження Von Mises, N/m ² , max	8,28E+07	8,34E+07	7,92E+07
Статичне переміщення, мм, max	3,18E-02	2,97E-02	2,72E-02
ESTRN: Статична деформація, max	1,68E-04	1,41E-04	1,59E-04
FOS:Запас міцності, min	4,25E+00	4,21E+00	4,44E+00

З результатів розрахунків випливає, що на запас міцності ножів найбільший вплив має кут заточування леза,- чим гостріший ніж, тим довше і краще він послужить. Причому навіть більша товщина леза з точки зору напружено-

деформованого стану не компенсує тупіший кут заточки. З вищесказаного також випливає те, що кут заточки необхідно постійно підтримувати на необхідному рівневі.

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5.1. Заходи з охорони праці і техніки безпеки в бурякопереробному цеху

Основи вітчизняного законодавства про охорону праці досить чітко висвітлюють питання суб'єктивного права працівника на охорону праці, показавши, що воно містить цілий ряд прав, наприклад: на робоче місце, захищене від впливу шкідливих чи небезпечних виробничих факторів; на одержання достовірної інформації від чи роботодавця державних і суспільних органів про стан умов і охорони праці; на навчання безпечним методам і прийомам праці за рахунок засобів роботодавця; на відмовлення без яких-небудь необґрунтованих наслідків для його від виконання робіт у випадку виникнення безпосередньої небезпеки для його життя і здоров'я до усунення цієї небезпеки й ін.

Достатньо розвиненою є законодавча база України, різні санітарні норми (СН), санітарні норми і правила, ГОСТи, ДСТУ. До найбільш важливих і відповідно найчастіше вживаних належать ГОСТи: ГОСТ 12.0.001–82 “ССБТ. Основні положення”, ГОСТ 12.0.002–80 “ССБТ. Терміни і визначення”, ГОСТ 12.0.004–79 “ССБТ. Організація навчання робітників безпеки праці. Загальні положення”, ГОСТ 12.1.003–83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”, ГОСТ 12.1.004–85 “ССБТ. Пожежна безпека. Загальні вимоги”, ГОСТ 12.1.019–79 “ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту”, ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”, ГОСТ 12.1.005–82 “ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони” та інші.

До основного технологічного обладнання бурякопереробного цеху відносяться: бурякомийка комбінована коритна Ш1-ПМД-3, елеватор В-900М, конвейєр стрічковий стаціонарний горизонтальний П9/КЛС, дозатор ваговий автоматичний ДС-1000Т, відцентрова бурякорізка Т2М-СЦ2Б-12, конвейєр гвинтовий КВН-900, насоси.

Основні вимоги з безпечної експлуатації електричних насосів передбачають в першу чергу 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. Заземлення повинно відповідати ГОСТ 12.1.030–81 “ССБТ. Електробезпека. Захисне заземлення, занулення”.

Нормативним документом, який регламентує рівень шумів для різних категорій робочих місць і службових приміщень являється ГОСТ 12.1.003-83 “ССБТ. Шум. Загальні вимоги безпеки”.

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.

При експлуатації транспортерів (елеваторів, конвеєрів тощо) слід забезпечити відсутність фізичного контакту робітників з їх рухомими елементами, що досягається за рахунок встановлення захисних бортиків біля полотна та захисних кожухів на елементах приводу.

Бурякомийна машина відноситься до найбільш небезпечних в цеху. В ній можна виділити систему мийних валів з приводом, насосів, мийних ванн. Особливість формування технологічного процесу та експлуатації машини обумовлює наступні типи небезпечних факторів для обслуговуючого персоналу: електричний і механічний.

Всі двигуни, насоси і корпус машини повинні бути заземленими. Всі електричні з'єднання повинні бути добре заізолюваними. Небезпечні ділянки слід закрити захисними загорожами.

Вимогами з безпечної експлуатації дозатора ДС-1000Т передбачається якісне складання і забезпечення точності монтажу. При складанні слід старанно встановлювати ущільнюючі прокладки, кільця і манжети. Основними небезпечними для людей факторами роботи дозаторів є вібрації та можливість ураження електричним струмом внаслідок надмірної вологості. Для мінімізації і уникнення шкідливої дії вищеназваних чинників передбачається встановлення віброізоляції і заземлення.

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

Для забезпечення безпечної роботи [7] під час експлуатації і ремонту бурякорізки необхідно дотримуватись наступних мір безпеки:

До обслуговування бурякорізки допускаються особи, що вивчили принцип її дії і що пройшли відповідний інструктаж.

При несправності ламп пульта, що сигналізують, працювати на машині забороняється.

Всі обертові частини машини при роботі повинні бути закриті кожухами. Забороняється працювати на машині при знятих чи відкритих кожухах.

Проходи навколо машини й у зоні обслуговування не повинні захащуватися сторонніми предметами.

У зоні роботи операторів для захисту ніг від склобою повинний бути ґратчастий дерев'яний настил висотою 100-150 мм.

Роботи, зв'язані з ремонтом, збиранням чи санітарною обробкою машини, повинні здійснюватися тільки після відключення електроенергії.

Електроустаткування повинне експлуатуватися в справному стані.

Корпуса складових частин машини повинні роздільно, кожна складова частина машини, заземлюватися із внутріцеховим контуром заземлення відповідно до правил експлуатації електроустановок.

Напруги електричних ланцюгів керування і сигналізації повинні бути не більшими від 42 В, 50 Гц.

Періодичний огляд і обслуговування повинні забезпечувати справний стан: перемичок заземлення, електричних з'єднань корпусу електродвигуна, сполучних коробок, мікрореле і пульта з корпусами складових частин машини, знаків заземлення і попереджувальних знаків "Обережно! Електрична напруга", нанесених на кришки сполучних коробок і вивідного пристрою електродвигуна, болтів і контактних поверхонь затисків заземлюючих складових частин машини.

На робочому місці і під час експлуатації необхідно перевіряти кріплення зборок і деталей, стан механізмів.

Проводити пуск можна тільки при встановлених щитках і наповнених змащувальним матеріалом маслянок.

Категорично забороняється мастити і ремонтувати механізми під час роботи бурякорізки. Для огляду і ремонту бурякорізку зупинити, відключивши привід від живлячої мережі.

Категорично забороняється працювати із знятими огорожами або знімати їх під час роботи.

Категорично забороняється під час роботи бурякорізки піднімати ножові рами без заглушок.

5.2. Заходи з безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Основними небезпеками, з якими спряжена робота на цукрозаводі ВАТ "Смілянський цукровий комбінат", є: небезпека радіаційного зараження (в мирний час і ввиду суттєвої віддаленості ядерних енергетичних об'єктів від фабрики є не актуальною) і небезпека, спричинена імовірним впливом сильнодіючих отруйних речовин (СДОР), що є досить актуальною внаслідок концентрації у місті промислових об'єктів. Основними причинами виникнення небезпечних ситуацій є викиди в атмосферу продуктів функціонування виробництва (контролюється місцевими екологічними службами) і руйнуванням місткостей із отруйними речовинами на заводах. Найбільш поширеним типом СДОР є аміак, що застосовується при виробництві холоду.

Характеристика аміаку:

Ступінь токсичності 4.

Основні властивості : безцвітний газ з різким запахом. Легше повітря, розчинний у воді. При виході у атмосферу димить.

Вибухо – і пожежонебезпечність : Горючий газ. Горить при існуванні відкритого джерела вогню. Ємкості можуть вибухати при нагріванні. Пари утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші.

Небезпечність для людини : Небезпечний при вдиханні, при високих концентраціях можливий летальний випадок. Викликає сильний кашель та задуха. Пари діють дуже подразливо на слизові оболонки та шкіряний покрів, дотик викликає обмороження шкіри.

При враженні проявляються серцебиття, порушення частоти пульса, “приливи”, насморк, кашель, затруднення дихання, почервоніння та зуд шкіри, різь в очах.

Засоби захисту : ізолюючий протигаз, фільтруючий протигаз марки КД, респіратор РПГ – 67 – КД, захистний одяг(гумові чоботи, перчатки).

Дегазація : Знешкодити джерело відкритого вогня. Для запобігання глибини розповсюдження використовують постановку водяних завіс за допомогою пожежних машин, мотопомп і т. п. Пошкоджені балони опрокинути в ємність з водою.

Міри першої допомоги :

а) Долікарська : винести на свіже повітря. Забезпечити тепло та спокій. Дати зволожений кисень. Шкіру, слизові та очі промити водою або 2 % -им розчином борної кислоти не менш ніж 15 хвилин.

б) Лікарська : при затрудненому диханні – п/ш 0,1 % ий розчин сірководневого атропіна 1 мл., 1 % ий розчин дімедрола 1 мл. На шкіру примочки 2 % розчину уксусної кислоти.

При отруєнні – негайна госпіталізація.

Безпека функціонування об’єктів народного господарства в умовах хімічної небезпеки (ХНО) залежить від багатьох чинників : фізико-хімічних властивостей

сировини, напівпродуктів та продуктів, від характеру технологічного процесу, від конструкції і надійності обладнання, умов зберігання і транспортування хімічних речовин, стану контрольно-вимірювальних приладів і засобів автоматизації, ефективності засобів протиаварійного захисту і т.д. Крім того, безпека виробництва, використання, зберігання і перевезень СДОР в значному ступені залежить від рівня організації профілактичної роботи, своєчасності і якості планово-запобіжних ремонтних робіт, підготовленості і практичних навичок персоналу, системи нагляду за станом технічних засобів протиаварійного захисту.

Наявність такої кількості чинників, від яких залежить безпека функціонування ХНО, робить цю проблему вкрай складною. Як показує аналіз причин великих аварій, що супроводжуються викидом СДОР, на сьогодні не можна виключити можливість виникнення аварій, що призводять до поразки виробничого персоналу.

Аналіз структури підприємств, що виробляють або що споживають СДОР, показує, що в їхніх технологічних лініях обертається, як правило, незначна кількість токсичних хімічних продуктів. Значно більша по обсягу кількість СДОР міститься на складах підприємств. Це призводить до того, що при аваріях в цехах підприємства в більшості випадків має місце локальне зараження повітря, обладнання цехів, території підприємств. При цьому поразення в таких випадках може отримати в основному виробничий персонал.

При організації робіт по ліквідації хімічно небезпечної аварії на підприємстві і її наслідків необхідно оцінювати не тільки фізико-хімічні і токсичні властивості СДОР, але і їх вибухо - і пожеженебезпечність, можливість утворення в ході пожежі нових СДОР і на цій основі приймати необхідні міри по захисту персоналу, що бере участь в роботах.

Для будь-якої аварійної ситуації характерні стадії виникнення, розвитку і спаду небезпеки. На ХНО в розпал аварії можуть діяти, як правило, декілька чинників, що вражають - пожежа, вибухи, хімічне зараження місцевості і повітря та інші. Дія СДОР через органи дихання частіше, ніж через інші шляхи впливу, призводить до ураження людей.

З цих особливостей хімічно небезпечних аварій слідує: захисні заходи і, насамперед, прогнозування, виявлення і періодичний контроль за змінами хімічної обстановки, оповіщення персоналу підприємства повинні проводитися з надзвичайно високою оперативністю. Локалізація джерела надходження СДОР в навколишнє середовище має вирішальну роль в попередженні масової поразки людей. Швидке здійснення цієї задачі може направити аварійну ситуацію в контрольоване русло, зменшити викид СДОР і істотно знизити збитки.

Захист від СДОР являє собою комплекс заходів, здійснюваних з метою виключення або максимального послаблення поразки персоналу і збереження його працездатності.

Комплекс заходів по захисту від СДОР включає:

Інженерно-технічні заходи по зберіганню і використанню СДОР;

Підготовку сил і засобів для ліквідації хімічно небезпечних аварій;

Вивчення порядку та правил поведінки в умовах виникнення аварій;

Забезпечення засобами індивідуального і колективного захисту;

Забезпечення безпеки людей і використання ними засобів індивідуального і колективного захисту;

Повсякденний хімічний контроль;

Прогнозування зон можливого хімічного зараження;

Попередження (оповіщення) про безпосередню загрозу поразки СДОР;

Тимчасову евакуацію з районів, що знаходяться під загрозою;

Хімічну розвідку району аварії;

Пошук і надання медичної допомоги постраждалим;

Локалізацію і ліквідацію наслідків аварії.

Обсяг і порядок здійснення заходів по захисту залежать від конкретної обстановки, що може скластися в результаті хімічно небезпечної аварії, наявність часу, сил і засобів для здійснення заходів по захисту і інших чинників.

Передусім захист від СДОР організується і здійснюється безпосередньо на ХНО, де основну увагу приділяється заходам по попередженню можливих аварій. Вони носять як організаційний, так і інженерно-технічний характер і направлені

на виявлення і усунення причин аварій, максимальне зниження можливих ушкоджень і втрат, а також на створення умов для вчасного проведення локалізації і ліквідації можливих наслідків аварії.

Всі ці заходи відбиваються в плані захисту об'єкту від СДОР, що розробляється заздалегіть з участю всіх головних фахівців об'єкту. План розробляється, як правило, в текстовій формі з додатком необхідних схем, що вказують розміщення об'єкту, сил та засобів ліквідації наслідків аварії, їх організацію і т. д. Він складається з декількох розділів і визначає підготовку об'єкту до захисту від СДОР і порядок ліквідації наслідків аварії.

В розділі організаційних заходів плану захисту від СДОР відбиваються :

Характеристика об'єкту, його підрозділів (цехів), наявних на об'єкті СДОР;

Оцінка можливої обстановки на об'єкті у випадку виникнення аварії;

Організація виявлення і контролю хімічної обстановки на об'єкті в повсякденних умовах і при аварії, порядок підтримання сил і засобів хімічної розвідки і хімічного контролю;

Організація оповіщення персоналу об'єкту;

Організація укриття персоналу об'єкту в захисних спорудах, наявних на об'єкті, порядок підтримання їх в постійній готовності до укриття людей;

Організація евакуації персоналу об'єкту при необхідності;

Порядок оснащення і застосування формувань Громадянської оборони на об'єкті для ліквідації наслідків аварії;

Організація оцеплення очага поразки, порядок надання медичної допомоги, сили і засоби, що прилягають для цієї мети;

Організація управління силами і засобами об'єкту при ліквідації аварії і її наслідків, порядок використання сил і засобів, що прибувають для надання допомоги в ліквідації наслідків аварії;

Порядок подання повідомлень про виникнення хімічно небезпечної аварії і хід ліквідації її наслідків;

Організація забезпечення персоналу об'єкту і невоєнізованих формувань Громадянської оборони засобами індивідуального захисту і ліквідації наслідків аварії, порядок і терміни їхнього накопичування і зберігання;

Організація транспортного, енергетичного і матеріально-технічного забезпечення робіт по ліквідації наслідків аварії.

В розділі інженерно-технічних заходів плану захисту від СДОР відбиваються:

Розміщення (обладнання) приладів, що відвертають вилив СДОР у випадку аварії (клапани-відсекателі, клапани надлишкового тиску, терморегулятори, перепускні прилади що скидають і т. д.);

Плановане підсилення конструкцій ємностей і комунікацій зі СДОР або влаштування над ними огорож для захисту від пошкодження уламками будівельних конструкцій при аварії (особливо на пожежо - і вибухонебезпечних підприємствах);

Розміщення (будівництво) під сховищами зі СДОР аварійних резервуарів, чаш, ловушек (аварійних амбарів) і напрямлених стоків;

Розподілення запасів СДОР, будівництво для них заглиблених або напівзаглиблених сховищ;

Обладнання приміщень і промислових майданчиків стаціонарними системами виявлення аварій, засобами метеоспостереження і аварійними сигналізаціями.

Планом передбачаються також заходи по усуненню аварій на кожній ділянці, де є СДОР, з вказівкою відповідальних виконавців з керівного складу об'єкту, що притягають сили і засоби, їхніх задач і відводимого на виконання робіт часу.

По мірі необхідності план захисту об'єкту від СДОР корегується.

Слідую відзначити, що ефективність перерахованих заходів захисту від СДОР залежить від ступеня підготовки до захисту сил і засобів ліквідації наслідків аварії.

На ХНО завчасно створюються локальні системи оповіщення персоналу об'єктів.

Заздалегідь розроблені схеми оповіщення повинні визначати порядок оповіщення персоналу об'єктів як в робочий, так і в неробочий час.

Для оповіщення персоналу працюючої зміни об'єкту, на якому відбулася аварія, використовуються електросирени, радіотрансляційна мережа і внутрішній телефонний зв'язок.

Висновки

У дипломній роботі пропонуються заходи з модернізації бурякорізки Т2М-СЦ2Б-12 з моделюванням форми ріжучих ножів, щоб тримати технічні рішення щодо удосконалення бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12, які дозволять покращити процес нарізання бурякової стружки.

Очевидно, що в при подрібненні цукрового буряка на стружку визначальну роль відіграють ножі, які беруть на себе основну витрату потужності. Завданням модернізації конструкції бурякорізки відцентрової Т2М-СЦ2Б-12 є зменшення затрат потужності на різання при одночасному покращенні якості стружки. Даної мети досягається за рахунок заміни ножової рами і ножів

Для числових досліджень, які виконувалися у кваліфікаційній роботі, було вибрано кілька конструктивних параметрів, зокрема:

конструктивно застосували лезо зі сталі 40Х13 зигзагоподібної форми із кутом при вершинах 60° та 70° ;

для полотна леза застосували метал товщиною 1,5 мм та 2 мм;

кут заточки лез обирали 20° , 30° та 40°

Дослідження провели для умов максимального навантаження 500 Н на один ніж. За результатами досліджень встановили, що всі конструктивні рішення є достатніми з точки зору міцності для застосування у бурякорізці. Найменший коефіцієнт запасу міцності $FOS=1,76$ при максимальних розрахованих напруженнях за фон Мізесом $2,00E+08$ Па було отримано для ножа з наступними параметрами: кут при вершинах зигзагу леза: 70° ; товщина полотна леза 2 мм; кут заточки леза 40° ; маса леза: 0,816216 кг.

Найбільший коефіцієнт запасу міцності $FOS=5,35$ при максимальних розрахованих напруженнях за фон Мізесом $6,57E+07$ Па було отримано для ножа з наступними параметрами: кут при вершинах зигзагу леза: 70° ; товщина полотна леза 1,5 мм; кут заточки леза 20° ; маса леза: 0,751383 кг.

З результатів розрахунків випливає, що на запас міцності ножів найбільший вплив має кут заточування леза,- чим гостріший ніж, тим довше і краще він послужить.

Слід зауважити, що більша товщина леза з точки зору напружено-деформованого стану не компенсує тупіший кут заточки. З вищесказаного також випливає те, що кут заточки необхідно постійно підтримувати на необхідному рівневі.

В заключному розділі кваліфікаційної роботи магістра розглянуто питання щодо охорони праці в бурякоцукровому виробництві, а також розроблено окремі питання щодо безпеки в надзвичайних ситуаціях.

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

Перелік посилань

1. Закалов О.В. Технологічне обладнання харчових виробництв / Закалов О.В. Закалов І.О.. – Тернопіль, 2001.
2. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості. /За ред. І.С.Гулого – Вінниця: Нова книга, 2001р. –576с.
3. Техническое описание и инструкция по эксплуатации бурякорізки СЦБ–12.
4. М.Н. Иванов. Детали машин.— М.: Высшая школа, 1991.— 384с.
5. Б. Г. Колесников, В. П. Лысиков , А. П. Парходько.”Справочник механика сахарного завода” . Технологическое оборудование. Легкая и пищевая промышленность. -М., 1983.-с.
6. Г.С. Писаренко. Справочник по сопромату / Г.С. Писаренко.— К.: Наукова думка, 1988.— 734с.
7. ВНТП-0385. Ведомственные нормы, технологического проектирования свеклосахарных заводов. 1986 г. Рекомендации по оценке качества ремонта сахарных заводов. -К., 1989.-с.
8. А. П. Парходько, В. Я. Богун, Б. И. Винник. Организация ремонта оборудования свеклосахарных заводов. Пищевая промышленность. –М.,1969.-с.
9. И. О. Андрианов. «Ремонт и монтаж оборудования свеклосахарных заводов». Пищевая промышленность. 1973.-с.
- 10.ВНИИСП. «Инструкция по ведению технологического процесса свеклосахарного производства».-М.,1985.-с.
- 11.Б.В. Прудиус, А.И. Хоменко «Расчёт оборудования сахарных заводов». Агропромиздат.-М.,1985.-с.
- 12.Зайченко И.З. Пластинчатые насосы и гидромоторы / Зайченко И.З., Мышлевский Л.М.— М.: Машиностроение, 1970. — 229с.
- 13.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Инженерный анализ для профессионалов: задачи, методы, рекомендации. / А.А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2015. – 562 с.

- 14.Алямовский А.А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи. / А.А. Алямовский. – BHV, 2012. – 445 с.
- 15.SolidWorks 2010: Расширенное моделирование деталей. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 333 с.
- 16.SolidWorks 2010 - Моделирование сборок. / SolidWorks Corporation, SolidWorks Corporation.– 2009.– 393 с.