

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

Магістр

Рівень вищої освіти

Модернізація лінії з виробництва вівсяних пластівців з розробкою пропарювача

Назва теми

Галузь знань – *13 «Механічна інженерія»*

Спеціальність – *133 «Галузеве машинобудування»*

Освітньо-професійна програма *«Машини та апарати харчових виробництв»*

Шифр _____

Виконав студент 2 курсу, група МАХВм-21-1, _____ *Данилюк О.М.*

Підпис Прізвище

Керівник від кафедри

Нормоконтролер

Курской В.С., доц., к.т.н.

Лук'янюк М. В., доц., к.т.н.

Прізвище, ініціали, посада, науковий
ступінь

Прізвище, ініціали, посада, науковий
ступінь

Підпис

Підпис

До захисту допускаю: зав. кафедрою _____ *Мартинюк А.В.*

Підпис

Прізвище

Хмельницький 2022

Хмельницький національний університет
Факультет інженерної механіки
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

Рівень вищої освіти – *магістр*

Галузь знань – 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Машини та апарати харчових виробництв»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

_____._____.2022

**ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ**

Данилюк Олександр Михайлович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1 Тема проєкту Модернізація лінії з виробництва вівсяних пластівців з розробкою пропарювача

Керівник проєкту Курской Володимир Сергійович, к.т.н.

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, учене звання

Затверджено наказом ректора університету від _____ 202_ р. № _____

2 Термін подання студентом проєкту (роботи) на кафедру _____

3 Вихідні дані до проєкту (роботи) _____

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) _____

5 Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

6 Консультанти розділів дипломного проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7 Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапу (розділу) дипломного проєкту (роботи)	Термін виконання етапу проєкту (роботи)	Примітка
1		
2		
3		
...		

Студент _____

Підпис

Ініціали, прізвище

Керівник проєкту (роботи) _____

Підпис

Ініціали, прізвище

ВСТУП.....	6
1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА.....	8
1.1 Характеристика продукції та сировини	8
1.2 Технологічний процес виробництва вівсяних пластівців.....	11
1.3 Опис роботи лінії з виробництва вівсяних пластівців	15
2. ПАТЕНТНИЙ ПОШУК	20
2.1 Спосіб гідротермічної обробки зерна гречки та пропарювач для гідротермічної обробки зерна гречки	20
2.2 Спосіб термобаричної обробки зерна вівса.....	31
2.3 Спосіб гідротермічної обробки зерна та пропарювач для гідротермічної обробки зерна	38
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	48
3.1 Розробка 3D моделі модифікованого пропарювача А9-БПБ та визначення основних параметрів.....	48
3.2 Механічний розрахунок апарата на міцність	50
3.3 Розрахунок міцності елементів конструкції за допомогою САПР	55
4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ, ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ	68
4.1 Охорона навколишнього середовища	68
4.2 Техніка безпеки	69
4.3 Пожежна профілактика та безпека.....	71
ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	74

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Данилюк</i>			<i>модернізація лінії з виробництва вівсяних пластівців з розробкою пропарювача</i>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Курской</i>					<i>5</i>	<i>66</i>
<i>Реценз.</i>						<i>ХНУ МАХВм-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк</i>						

ВСТУП

В даний час велика увага приділяється збільшенню виробництва зерна круп'яних культур та виробленню продуктів харчування на їх основі. Овес - хороше джерело розчинної клітковини, яка, на відміну нерозчинної клітковини пшениці та інших зернових культур, засвоюється організмом, сприяє кращому обміну речовин. З давніх-давен овес використовують у медицині як лікувальний продукт. У зв'язку з цим збільшення виробництва різних продуктів з вівса та покращення їх якості має важливе значення.

За кілька століть розвитку технології переробки зерна вівса у крупу з'явилося безліч продуктів, які, на жаль, щоразу виявлялися менш цінними, ніж вихідне зерно. Вся справа в тому, що в процесі луцення зерна разом з оболонками неминуче видаляються верхні шари ядра, що містять найбільш цінні речовини в харчовому відношенні: білки, вітаміни, макро- і мікроелементи. Крім того, тривале варіння крупи у процесі приготування кулінарних страв також призводить до значних втрат поживних та біологічно активних речовин вівса.

Сучасні тенденції переробки зерна вівса відбивають прагнення запобігти таким втратам. Відбулися зміни і технології приготування домашньої їжі. Прагнення раціонально харчуватися з одного боку, і, гостра нестача часу приготування їжі разом із появою таких нових кухонних «помічників» як мікрохвильових печей з іншого боку, подолали появу продуктів швидкого приготування. Серед них іншу першість утримують вівсяні пластівці.

Основними перевагами вівсяних пластівців є: здатність до тривалого зберігання без зміни властивостей, швидкість та простота приготування.

За харчовою цінністю вівсяні пластівці перевершують багато круп'яних. Білки вівса містять усі незамінні амінокислоти, які людський організм не може синтезувати сам і має отримувати з їжею.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на те, що технології виготовлення постійно вдосконалюються, змінюються, послідовність виробництва вівсяних пластівців залишаються практично незмінними протягом багатьох років.

Більшість цих підприємств нині характерний низький рівень технології виробництва. Використання недосконалих технологій, окрім втрат сировини та готової продукції, збільшує трудомісткість виробництва, впливає на екологію. Тільки розробка та впровадження конкурентних технологій дозволить вивести виробництво вівсяних пластівців на потрібний рівень розвитку.

Актуальність цієї роботи зумовлена необхідністю впровадження нових прогресивних технологій, заснованих на інтенсифікації виробничих процесів, підвищенні якості та харчової цінності продукції, що виробляється, зниженні втрат і витрат сировини.

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		7

1.ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика продукції та сировини

Залежно від способу обробки та якості вівсяну крупу поділяють на види та сорти.

Крупа вівсяна неподрібнена -це продукт, що отримується з вівса, що пройшов пропарювання, лущення та шліфування.

Крупу вівсяну плющену отримують плющенням на вальцових верстатах вівсяної неподрібненої крупи, що попередньо пройшла повторне пропарювання.

Колір крупи цих видів сірувато-жовтий різних відтінків. За якістю їх поділяють на три товарні сорти: вищий, 1-й та 2-й. Каші з вівсяної крупи варяться повільно і збільшуються обсягом лише в 3 рази. Смакові переваги не дуже високі – в'язка, щільна консистенція. Тому вівсяну крупу піддають додаткової обробки для отримання пластівців. Пропарювання викликає клейстеризацію крохмалю, денатурацію білків та інактивацію ферментів, що прискорює варіння каші. Час варіння скорочується до 20 хв.

Залежно від способу обробки сировини вівсяні пластівці поділяють на три види: Геркулес, пелюстки і Екстра. Вівсяні пластівці Геркулес і пелюсткові виробляють з вівсяної крупи вищого гатунку, а пластівці Екстра - з вівса 1-го класу. Вівсяні пластівці Екстра в залежності від часу варіння ділять на три номери: № 1 – з цілої вівсяної крупи; № 2 - дрібні із різаної крупи; № 3 - швидкокорозварювані з різаної крупи.

Основна складова крупи - вуглеводи, причому частку крохмалю припадає 62,2%, що значно менше проти іншими крупами. Цукру представлені сахарозою. Міститься значна кількість клітковини (3,2%) та пентозанів (5-7%), тому каша виходить в'язкою та рекомендується для дієтичного харчування. Дуже висока біологічна цінність крупи. Білки за фракційним складом близькі

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

до білків гречаної крупи і містять усі незамінні амінокислоти. Вівсяна крупа багата на вітаміни групи В, РР і Е, ліпіди (близько 7%). Різноманітний мінеральний склад, але основним його недоліком є те, що фосфор знаходиться у зв'язаному стані з фітиновою кислотою.

Для отримання більш поживних та різноманітних круп у схему технологічного процесу сучасного круп'яного заводу включають обробку зерна водою та паром, а також варіння при високому тиску. При пропарюванні очищеного зерна зростає міцність ядра, а оболонки робляться більш тендітними, в результаті збільшується вихід вищих сортів крупи, прискорюється розварюваність крупи. Крім того, при пропарюванні інактивують ферменти зерна, що збільшує термін зберігання крупи.

Ще більше підвищується харчова цінність круп при варінні в сиропі (з солоду, цукру, кухонної солі та інших компонентів) з подальшим плющенням та обсмажуванням. Кулінарна обробка таких круп-"пластівців" не потрібна. Їх споживають у сухому вигляді або з молоком, какао, кавою, киселем, бульйоном, супами. Інший спосіб підвищення засвоюваності крупи ґрунтується на обробці тиском. Так виробляють спучені (підірвані) зерна пшениці, рису, кукурудзи, збільшені обсягом 6-8 раз. Кращі спучені зерна отримують зі склоподібних сортів рису, пшениці та крем'янистих сортів кукурудзи. Також із багатьох видів крупи виробляють харчові концентрати: їх змішують з іншими компонентами та обробляють до повної чи майже повної готовності.

Характеристика сировини.

Овес – культура плівчаста, кількість квіткових плівок у низькоплівчастих сортів досягає 24%, у високоплівчастих – понад 33%. Забарвлення квіткових плівок покладено основою поділу вівса на типи. Вона може бути білою (світло-кремовою або злегка рожевою) та жовтою різною інтенсивністю. Дуже рідко зустрічається овес із коричневою квітковою плівкою. Забарвлення легко змінюється, темніє за несприятливих умов збирання та зберігання, що враховується в оцінці зерна. Квіткові плівки з ядром не зростаються, тому порівняно легко видаляються при луценні. Плодові та насінневі оболонки

										Арк.
										9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ					

майже безбарвні, тонкі; їх частка становить 4-5%, причому близько 1,5% припадає на волоски опушення, що утворюються зовнішнім шаром плодової оболонки та покривають всю поверхню ядра. Алейроновий шар складається з одного ряду клітин і становить 6-8% зернівки. Зародок вівса досить великий - 3-4% зерна. Перед ендосперму припадає 50-55 % маси зернівки. Ендосперм у вівса пухкий, борошністий, білого кольору.

Стандартом передбачено поділ вівса на два типи: I – продовольчий, II – кормовий. У I типі розрізняють два підтипа-білий і жовтий; II тип на підтипи не ділять. Кондиції встановлюються як і, як та інших культур.

У круп'яну та харчоконцентратну промисловість надходить овес лише I типу. Додатковими показниками якості є: вміст чистого ядра (не менше 63%), дрібних зерен (не більше 5 %); Більш строго обмежується наявність домішок (бур'янів - до 2,5%, зерновий - до 3%).

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Технологічний процес виробництва вівсяних пластівців

Для виробництва вівсяних пластівців використовується овес круп'яний або вівсяна крупа. Тому існують дві технологічні схеми виробництва вівсяних пластівців «Геркулес»:

- повна схема, при якій як вихідний матеріал використовують круп'яний овес;
- коротка схема, при якій як сировину застосовують вівсяну крупу, отриману з крупозаводів.

На підприємствах вівсяні пластівці виробляють за короткою схемою. Вона економніша, оскільки за її застосуванні значно скорочуються перевезення сировини (майже удвічі), вивезення кормових відходів із підприємства міста і енерговитрати, отже, і собівартість готової продукції, підвищується її конкурентоспроможність.

При правильній організації виробництва пластівці з крупи характеризуються високою якістю. Разом з тим жир вівса менше схильний до гіркування при тривалому зберіганні, ніж жир вівсяної крупи. Це також впливає на якість вівсяних пластівців, тому крупу, призначену для виробництва пластівців, слід переробляти якнайшвидше.

Технологічна схема одержання вівсяних пластівців «Геркулес» за повною схемою. Вона складається з наступних основних операцій: підготовка зерна до обвалення, отримання крупи, отримання пластівців «Геркулес».

Підготовка зерна до обвалення. Овес очищають від сміття та зернової домішки на сепараторі. Потім овес надходить на зерновий розсів, на якому його сортують на велику, середню та дрібну фракції. Велика фракція використовується для виробництва вівсяних пластівців, середня для толокна, дрібні зерна - відхід, застосовуються як фуражне зерно.

Для видалення пилу та мінеральних домішок великий відсортований овес промивають у зерномийній машині. Після миття овес направляють у

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

пропарювач, у якому його 1,5...2 хв при температурі 100... 110°C пропарюють гострим паром.

Мета пропарювання – полегшити відділення квіткових плівок від ядра.

Пропарювання сприяє їхньому набухання, і квіткові плівки вільно відокремлюються від ядра. Висока температура нагріву інактивує ферменти зерна, особливо гідролітичні та окислювальні, що викликають розпад та гіркнення жиру. Це покращує збереження та підвищує стійкість готового продукту при зберіганні.

Пропарене зерно має вологість 18...20%, тому його спрямовують на сушіння до вологості 7...8%. При сушінні відбувається деформація оболонок внаслідок нерівномірності висихання оболонок та ядра.

Після сушіння овес охолоджують до температури 40...45°C направляють на трієр для відділення зернової домішки.

Для повнішого видалення оболонок перед обрушуванням зерно направляють на зерновий розсів, на якому його сортують, відокремлюючи дрібну фракцію.

Одержання крупи. Крупу одержують обваленням зерна на наждачних обойних машинах. Обрушений овес пропускають через циклон-глобус для відділення лушпиння і мучелі, після чого сортують на зерновому сепараторі, видаляючи великі та дрібні домішки. Для виготовлення пластівців використовують сід із сортувального та підсівного сит. Дрібна та подрібнена крупа є відходом.

Для остаточного очищення зерна від пилу та лушпиння зерно додатково пропускають через аспіраційну систему, а потім через магнітну установку для відділення металодомішок. Залишки необрушеного вівса видаляють пропусканням через падді-машину.

Остаточне очищення вівсяної крупи характеризується наявністю домішок, яких має бути не більше 0,5 %, у тому числі (%):

вільна квітова плівка - 0,04;

необрушені зерна вівса - 0,15;

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

куколь - 0,1;

шкідливі домішки – 0,05.

Після остаточного очищення крупу пропарюють у горизонтальному пропарювачі протягом 2...3 хв до вологості 12...12,5 %. Зволожена крупа при подальшому розплющуванні менше дробиться і кришиться. При пропарюванні відбувається часткова клейстеризація крохмалю, що сприяє кращому засвоєнню продукту.

З метою рівномірного розподілу в ядрі вологи крупу витримують у бункері 25...30 хв. Витримка крупи сприяє поліпшенню структури пластівців.

Отримання пластівців «Геркулес». Після пропарювання та витримання крупу розплющують на вальцевому верстаті, що має гладкі валки, що обертаються з однаковою швидкістю. Це виключає подрібнення ядра. Після плющення пластівці мають товщину 0,4 мм. Їх пропускають через аспіраційну колонку для відділення лушпиння, в якій пластівці одночасно охолоджуються та підсушуються.

Готові пластівці фасують на автоматі в картонні коробки з внутрішнім пакетом з підпергаменту масою 250... 1000 г.

Технологічна схема одержання вівсяних пластівців «Геркулес» за короткою схемою. Вона складається з наступних операцій: підготовка, пропарювання та лежіння, плющення крупи, просіювання та охолодження пластівців, пакування. При виготовленні вівсяних пластівців за короткою схемою використовують вівсяну крупу вищого гатунку, тому відходи при переробці сировини невеликі і становлять близько 2...3 %.

Підготовка крупи. Вівсяну крупу, що надходить в цех, направляють на зерновий сепаратор для очищення від сторонніх домішок, у тому числі від феродомішок, і відділення дрібної і дробленої крупи.

На сепараторі встановлюють металоткані сита з отворами наступних розмірів (мм):

приймальне - 4 x 20;

сортувальне - 2,5x20;

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підсівне - 1,5 x 15.

Сход з приймального сита, що містить великі домішки, направляють у відходи, підсівного сита - дрібна крупа та січка - також є відходом. Сходи із сортувального та підсівного сит з'єднують разом і направляють на подальшу переробку.

Очищену крупу підсушують на стрічковому конвеєрі сушарки до вологості 8%. Підсушену крупу вищої якості пропускають через аспіраційну колонку для відділення лушпиння і обробляють на крупновідділювальних машинах відділення необрушених зерен і зернової домішки.

Обрушену крупу вдруге обробляють на аспіраторі та направляють у бункер.

Необрушена крупа надходить до іншого бункеру. Її обробляють на лушпильному стані для зняття оболонки, потім очищають вдруге на крупновідділювальній машині і з'єднують з основною масою. Якщо необрушених зерен крупи дуже мало, то проводити їх очищення недоцільно, і зерна йдуть у кормові відходи.

Пропарювання та відлежування крупи. Крупу пропарюють у пропарювачі. Пропарена крупа темперується в бункері, потім надходить на плющильні верстати.

Плющення крупи, просіювання та охолодження пластівців. Крупу розплющують на верстаті так само, як при повній схемі. Отримані пластівці системою стрічкових транспортерів подають на сортувальне сито, де від них відокремлюється дрібниця. Потім пластівці стрічковим транспортером передаються в аспіраційну колонку для відділення лушпиння. Одночасно відбувається охолодження пластівців.

Упаковування. Готові пластівці фасують на автоматі в картонні коробки.

Вівсяні пластівці «Геркулес» містять нестійкий жир, що легко окислюється, тому їх зберігання в негерметичній тарі довгий час не рекомендується. Крім того, пластівці є хорошим середовищем для розвитку

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зернових шкідників, у зв'язку з цим доцільно застосовувати таку упаковку, яка б забезпечувала їх захист від проникнення шкідників.

Папір для внутрішнього пакета та зовнішньої коробки є паро- і газопроникним, тому при його застосуванні створити герметичність не вдається.

Доцільно для пакування вівсяних пластівців використовувати прогресивні полімерні пакувальні матеріали, що забезпечують кращу зберігання продукту.

1.3 Опис роботи лінії з виробництва вівсяних пластівців

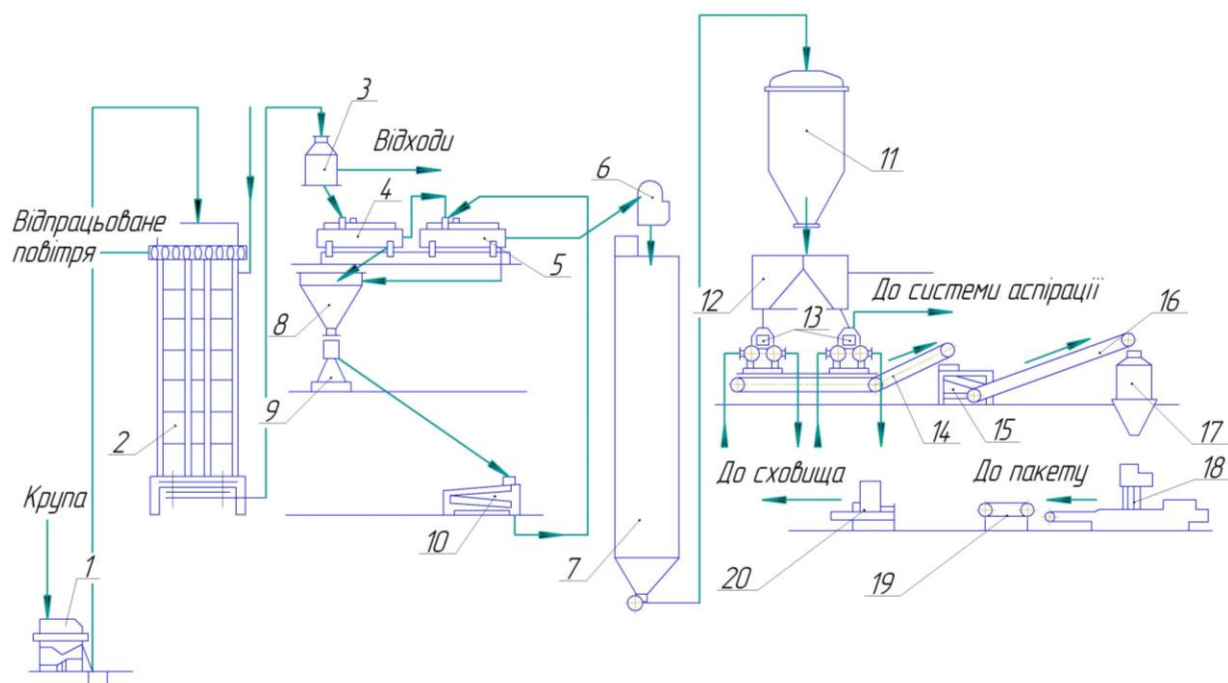


Рисунок 1.1 – Машинно-апаратурна схема лінії виробництва вівсяних пластівців «Геркулес»

Схема та принцип дії лінії. Вівсяну крупу, що надходить в цех, направляють на зерновий сепаратор 1 для очищення від сторонніх домішок, у тому числі від феродомішок, і відділення дрібної крупи і дроблянки. На сепараторі встановлюють металеві штамповані сита з отворами наступних

розмірів (в мм): приймальне сито - 4 x 20, сортувальне сито - 2,5 x 20, підсівне сито - 1,3 x 15. Очищену крупу підсушують у сушарці 2 до вологості 10%.

Підсушену крупу пропускають через дуаспіратор 3 відділення лушпиння і обробляють на крупновідділювальних машинах (робочої 4 і контрольної 5) для відділення необрушених зерен і зернової домішки.

Обрушену крупу вдруге обробляють на дуаспіраторі 6 і резервують в бункері 7. Необрушена крупа надходить у бункер 8, її можна обробляти на лушпильному стані 9 для зняття оболонки і в подальшому очищати вдруге на крупновідділювальній машині 10, після чого з'єднувати.

Підроблену крупу пропарюють у пропарювачі 11 протягом 1,5...8 хв до вологості не більше 14%. Пропарена крупа темперується в бункері 12 протягом 25...30 хв, після чого надходить на плющильні верстати 13 з гладкими валками і з відношенням швидкостей 1:1, де плющать в пластівці товщиною не більше 0,5 мм.

Отримані пластівці стрічковими транспортерами 14 подають на сито сортувальне 15 з діаметром осередків від 8 до 12 мм, де від них відокремлюється дрібниця. Потім пластівці стрічковими транспортерами 16 передаються в аспіраційну колонку 17 відділення лузги. Одночасно вони охолоджуються та підсушуються до вологості 12 %. Потім вівсяні пластівці фасуються на машині 18 картонні коробки по 0,5 або 1 кг. Коробки штабелюють на пристрої 19 і упаковують крафт-папір на машині 20.

В ході аналізу роботи лінії з виробництва вівсяних пластівців було визначено основні технологічні етапи їх виготовлення та, на основі аналізу джерел та конструкції агрегатів, зроблено висновок дана схема в цілому відповідає сучасним вимогам виробництва. Особливої уваги потребує робота пропарювача. Найчастіше для цього використовують пропарювач марки А9-БПБ періодичної дії. Схема установки наведена на рисунку 2

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

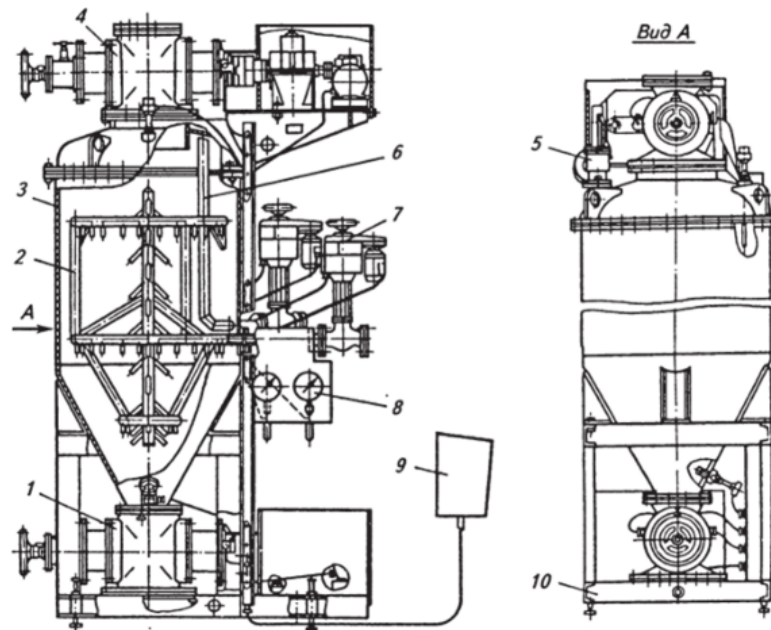


Рисунок 1.2 – Апарат А9-БПБ для пропарювання зерна круп'яних культур:

1 - розвантажувальний затвор; 2 - змійовик; 3 - корпус; 4 - завантажувальний затвор; 5 - клапан; 6 - коліно; 7- вентиль; 8 - манометр; 9 пульт управління; 10 станина

Апарат складається з корпусу 3, змонтованого на зварювальній станині, завантажувального затвора 4, розвантажувального затвора 1 і пульта управління 8. Корпус апарату являє собою вертикальну зварену посудину з циліндричною обічайкою, сферичною кришкою і конічним днищем. Усередині корпусу розташовані змійовик 2, рівномірно розподіляє пара, і коліно 5 для скидання тиску.

Змійовик складається з трьох горизонтальних трубчастих кілець з отворами, зверненими донизу. Щоб через отвори в змійовик не потрапляло зерно, вони захищені патрубками. У центральній частині корпусу встановлено вертикальну трубу з паророзподільними патрубками, спрямованими під кутом вниз. Для рівномірного розподілу пари в зерні вертикальна труба та горизонтальні кільця також з'єднані між собою трубами. До середнього кільця приварено патрубков, через який з парової магістралі подається пара.

										Арк.
										17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ					

На сферичній кришці і конічному днищі змонтовані відповідно 4 завантажувальний і розвантажувальний 1 затвори, виконані у вигляді коркових кранів. Для повороту затвори мають самостійні приводи, керування якими здійснюється за допомогою командного приладу. На паровій магістралі встановлені манометри 7 та вентилі 6 для подачі пари та скидання тиску. На сферичній кришці корпусу змонтовано запобіжний пружинний клапан.

Електрообладнання апарату А9-БПБ складається із двох електродвигунів потужністю 1 кВт кожен; кінцевих вимикачів, що фіксують поворот пробок затворів на 90 °; сигналізатора рівня, що контролює верхній та нижній рівні зерна при завантаженні та вивантаженні апарата; а також двох вентилів з електроприводами для подачі та випуску пари. На пульті управління встановлені командний прилад, пускова, захисна та сигнальна апаратура.

Апарат може працювати у двох режимах: ручному та автоматичному. Ручний режим призначений для налагодження роботи апарату та доопрацювання продукту в аварійних ситуаціях та при відмові автоматики. В автоматичному режимі роботи командний прилад забезпечує послідовне виконання наступних операцій: відкриття та закриття вентиля для подачі пари в апарат, затвора для завантаження зерна в апарат, вентиля для випуску пари та зниження тиску, а також затвора для випуску зерна.

Серед усіх переваг даної конструкції, до яких відносять слід відзначити форму конструкції паророзподільного пристосування у вигляді конічних зміювиків, що призводить до нерівномірного розподілу пари перерізу корпусу і його висоті, тобто. до нерівномірного нагрівання зерна. Конструкція паророзподільника передбачає подачу пари в її центральну частину, що призводить до утворення зони перепарювання в центрі та недопарювання на периферії у верхній і особливо в нижній частинах корпусу. У центральній частині корпусу створюється підвищена температура і вологість, що призводять до рясного конденсатоутворення, що в нерухомому шарі зерна призводить до

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

комкування та злипання зерна, налипання його на конструктивні елементи паророзподільника. Це ускладнює розвантаження зерна, а також зазвичай призводить до повторного пропарювання налиплої частини зерна і, як наслідок, - отримання горілих пересушених зерен, знижується продуктивність пропарювача. Мою роботи є усунення зазначених недоліків та поліпшення експлуатаційних характеристик устаткування.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. ПАТЕНТНИЙ ПОШУК

2.1 Спосіб гідротермічної обробки зерна гречки та пропарювач для гідротермічної обробки зерна гречки

Група винаходів відноситься до борошномельно-круп'яної промисловості. Спосіб гідротермічної обробки зерна гречки включає попередній прогрів зерна, пропарювання, сушіння, охолодження. Пропарювання здійснюють 5-12 хвилин при тиску пари 0,40-0,65 МПа. Пропарювач для гідротермічної обробки зерна гречки містить вертикально розташований циліндричний корпус з конічною нижньою частиною та сферичну кришку, завантажувальний та розвантажувальний патрубки, запобіжний клапан, пристосування для подачі та розподілу пари, пристосування для скидання тиску та відведення пари. Пристрій для подачі та розподілу пари являє собою вертикальну порожнисту трубу з відкритим нижнім кінцем, по довжині обмежену відстанню до низу корпусу 0,4-0,6 діаметра отвору розвантажувального патрубка і забезпечену рівновіддаленими один від одного і встановленими із зазором до бічної поверхні корпусу додатковими паророзподільними трубками з відкритими кінцями, розташованими під кутом 120° відносно один одного і спрямованими вниз під кутом $25-30^\circ$ осі вертикальної порожнистої труби. Порожниста вертикальна труба верхнім кінцем з'єднана з горизонтальною порожнистою трубою, встановленою у верхній частині корпусу, один кінець якої закритий, а інший виконаний у вигляді патрубка. На вертикальній порожнистій трубі і додаткових паророзподільних трубках виконані отвори рівновіддалені один від одного, причому на вертикальній порожнистій трубі отвори розташовані по чотирьох сторонах щодо її осі під кутом 90° відносно один одного, а на додаткових паророзподільних трубках вони розташовані під кутом 90° в трьох площинах щодо їх центральної осі, при цьому співвідношення діаметрів порожнистої порожнистої труби і додаткових паророзподільних трубок

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

становить 1,6:1,0. Пристрій для скидання тиску та відведення пари виконано у вигляді пружинного клапана та розміщено на кришці пропарювача. Група винаходів дозволяє підвищити вихід готової крупи.

Стандартна технологія отримання крупи із гречаного зерна включає підготовку зерна до переробки і безпосередньо переробку його у крупу шляхом лущення. Підготовка зерна до переробки у крупу включає відділення домішок та гідротермічну обробку (ГТО) - пропарювання, сушіння та охолодження пропареного зерна.

Зерно, що надходить, зазвичай має невисоку вологість, структурно-механічні властивості ендосперму і оболонок розрізняються незначно. Тому поділити їх при лущенні важко і результати переробки такого зерна виходять невисокими. При проведенні ГТО прагнуть насамперед посилити відмінність властивостей оболонок та ендосперму (ядра) шляхом підвищення міцності ядра та зменшення міцності оболонок (плівок). Обробка парою (пропарювання) призводить до швидкого зволоження та прогріву зерна. При цьому в результаті фізико-хімічних змін перетворюється структура ендосперму, відбувається його пластифікація, зниження крихкості, підвищення опірності до руйнування. Внаслідок нерівномірного набухання складових частин зерна слабшає зв'язок плівок та ядра.

Наступна після пропарювання сушіння зневоднює переважно зовнішні плівки, які, втрачаючи вологу, стають більш крихкими і легше розколюються при лущенні. Крім того, деформаційні зміни, що виникають у процесі пропарювання і сушіння, в складових частинах зерна призводять до відшаровування оболонок.

Охолодження після сушіння додатково знижує вологість зерна, при цьому холодні оболонки стають більш крихкими. Отже, ГТО покращує технологічні властивості зерна, дозволяє знизити дробність ядра при лущенні і шліфуванні, а біохімічні зміни, що при цьому відбуваються, дозволяють отримувати продукцію з поліпшеними органолептичними якостями, що підвищують споживчі переваги крупи при збереженні її біологічної цінності.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

З рівня техніки відомий спосіб гідротермічної обробки зерна гречки для отримання крупи швидкорозварювальної (UA 2091162 С1, публ. 1997.09.27), який передбачає обсмажування очищеного зерна гречки при 170-200°C протягом 3-5 хвилин, 100°C до масової частки вологи в зерні 19-21%, пропарювання паром з атмосферним тиском протягом 4,9-5 хв, відволожування протягом 1-2 годин в ізотермічних умовах, підсушування до масової частки вологи не вище 13,5% та охолодження до температури, що не перевищує температуру навколишнього повітря виробничого приміщення на 6-8°C.

Відомий також спосіб гідротермічної обробки зерна гречки (UA 2261145 С1, публ. 2003.10.24), що передбачає зволоження зерна гречки водою при наборі вакууму з залишковим тиском 0,02-0,04 МПа і подачі води в зерно протягом 10-6 Потім здійснюють відводження зерна протягом 4-6 годин і сушіння.

Недоліком наведених вище способів є тривалість процесу і, як наслідок, мала продуктивність, а також велика кількість колотих зерен.

Найближчим до пропонованого винаходу є стандартний спосіб отримання крупи із зерна гречки, реалізований як у промисловості, так і на малих підприємствах.

Гідротермічна обробка гречки включає пропарювання зерна, його відволожування, сушіння та охолодження. Перед пропарюванням зерно підігривають (попереднє нагрівання зерна скорочує витрату пари на пропарювання та сушіння), пропарювання ведуть при тиску пари 0,25-0,30 МПа протягом 5 хвилин у пропарювачах періодичної дії А9-БПБ. Після пропарювання проводять нетривале відволожування. Потім зерно сушать повітрям з температурою 120-140°C залишкової вологості 13,0-13,5%, охолоджують і подають на лущення. Вихід гречаної крупи ядриці становить щонайменше 67,0%, зокрема колотих зерен 3,0-5,0%. Крупа має кремовий колір із жовтуватим або зеленуватим відтінком, що погіршує її споживчі властивості та товарний вигляд.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Велика кількість колотих зерен у готовому продукті та його колір обумовлені нерівномірністю прогріву зерна. При пропарюванні через нерухому масу зерна гречки пропускають пару, проте при відомих параметрах проведення способу конструкція пропарювача не дозволяє здійснити рівномірне пропарювання всієї маси, що призводить до утворення застійних зон у верхній та нижній частинах пропарювача. Тому для завершення фізико-хімічних процесів у зерні, вирівнювання вологості у масі зерна необхідно проводити відволожування. Однак після пропарювання поверхня вологого зерна стає смолистою через клейстеризацію крохмалю в зерні і при відволіканні воно злипається в грудку (комкується), що при подальшій обробці призводить до збільшення кількості колотих зерен. Для виключення стадії відволожування необхідно забезпечити рівномірність пропарювання, наприклад, шляхом підвищення тиску пари та часу обробки, однак конструктивне виконання апарату періодичної дії А9 БПБ не дозволяє це зробити, оскільки при підвищенні тиску та часу обробки нерівномірність пропарювання лише зростає.

Технічною задачею, що вирішується винаходом, є зменшення виходу колотого зерна, підвищення споживчих властивостей крупи та поліпшення її товарного вигляду, а також підвищення продуктивності способу.

Для проведення ГТО зерна круп'яних культур, зокрема. зерна гречки, використовують спеціальні апарати-пропарювачі.

З рівня техніки відомі різні конструкції пропарювачів – «Пропарювач зерна» (а.с. №7196888, публ. 1980.03.05); "Пропарювач для зерна" (а.с. №721117. публ. 1980.03.15); "Пропарювач для зерна" (SU №1243813, публ. 1986.07.15); "Пропарювач" (SU №1282888, публ. 1987.01.15).

Недоліками пропарювачів є відносно невелика продуктивність при обробці зерна круп'яних культур, що пов'язано з неможливістю обробки продукту пором при високому надлишковому тиску, низька якість пропарювання зерна через наявність застійних зон у робочому об'ємі камери, що призводить до нерівномірності пропарювання.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найближчим за технічною сутністю і досягається ефект є апарат періодичної дії з автоматичним управлінням А9-БПБ, який використовують на крупозаводах для ГТО зерна круп'яних культур. Він складається з циліндричного корпусу з конічною нижньою частиною, сферичної кришки із встановленими на ній завантажувальним патрубком та запобіжним клапаном. У середині центральної частини корпусу розташований зміювик, що складається з трьох горизонтальних трубчастих кілець з отворами, зверненими вниз. Для запобігання попаданню зерна до зміювика через отвори вони захищені патрубками. У центральній частині корпусу встановлено вертикальну трубу з паророзподільними патрубками, спрямованими під кутом вниз. Вертикальна труба та горизонтальні кільця з'єднані між собою трубами, що служать для розподілу пари всередині зміювика. У середньому кільці приварений патрубок, якого із зовнішнього боку приєднана парова магістраль. У середині корпусу розташований пристрій для скидання пари, виконаний у вигляді коліна з верхнім відкритим кінцем, розташованим під кришкою, і нижнім кінцем, з'єднаним з паропроводом для відведення пари. У нижній конічній частині корпусу розташований розвантажувальний патрубок, з'єднаним з паропроводом для відведення пари. У нижній конічній частині корпусу розташований розвантажувальний патрубок, з'єднаним з паропроводом для відведення пари.

Апарат працює в такий спосіб. Після заповнення пропарювача через патрубок завантаження в нього через отвори в зміювику подають пар для обробки зерна. Після закінчення терміну обробки подачу пари в робочу камеру припиняють і поступово зменшують (скидають) тиск у робочій камері до атмосферного. Потім оброблену партію зерна вивантажують з апарата через розвантажувальний патрубок і подають на відволожування у спеціальні короби. Після звільнення зерно гречки сушать, охолоджують і подають на луцення.

Недоліками пропарювача є виконання паророзподільного пристосування у вигляді конічних зміювиків, що призводить до нерівномірного розподілу пари перерізу корпусу і його висоті, тобто. до нерівномірного нагрівання зерна.

											Арк.
											24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ						

Конструкція паророзподільника передбачає подачу пари в її центральну частину, що призводить до утворення зони перепарювання в центрі та недопарювання на периферії у верхній і особливо в нижній частинах корпусу. У центральній частині корпусу створюється підвищена температура і вологість, що призводять до рясного конденсатоутворення, що в нерухомому шарі зерна призводить до комкування та злипання зерна, налипання його на конструктивні елементи паророзподільника. Це ускладнює розвантаження зерна, а також зазвичай призводить до повторного пропарювання налиплої частини зерна і, як наслідок, - до одержання горілих пересушених зерен, знижується продуктивність пропарювача. Виконання пристрою для скидання пари у вигляді коліна з верхнім відкритим кінцем, розташованим під кришкою, і нижнім кінцем, з'єднаним з паропроводом для відведення пари, не дозволяє при скиданні тиску організувати циркуляцію пари по всьому об'єму пропарювача - в нижній частині застійна зона зберігається.

Технічною задачею, що вирішується винаходом, є підвищення якості обробки зерна шляхом забезпечення більш рівномірного пропарювання зерна, підвищення продуктивності і спрощення конструкції пропарювача.

Поставлене технічне завдання досягається тим, що в способі ГТО зерна гречки, що включає попередній прогрів зерна, пропарювання, сушіння, охолодження, пропарювання здійснюють протягом 5-12 хвилин при тиску 0,40-0,65 МПа розташованими під кутом 120° відносно один одного і спрямованими вниз під кутом $25-30^\circ$ до осі вертикальної порожнистої труби, порожниста вертикальна труба верхнім кінцем сполучена з горизонтальною порожнистою трубою, встановленою у верхній частині корпусу, один кінець якої закритий, а інший виконаний у вигляді патрубку; на вертикальній порожнистій трубі та додаткових паророзподільних трубках виконані рівновіддалені один від одного отвори, причому на вертикальній порожнистій трубі отвори розташовані по чотирьох сторонах щодо її осі під кутом 90° відносно один одного, а на додаткових паророзподільних трубках вони розташовані під кутом 90° у трьох площинах щодо їх центральної осі, при цьому співвідношення діаметрів

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

порожнистої вертикальної труби і додаткових паророзподільних трубок становить 1,6:1,0. При цьому величина зазору між бічною поверхнею корпусу і додатковими паророзподільними трубками становить 0,6-0,8 діаметра корпусу, а розмір отворів, виконаних на вертикальній трубі порожній і додаткових паророзподільних трубках менше розміру оброблюваного зерна.

Сутність винаходу полягає в тому, що пропонується спосіб ГТО зерна гречки, в якому пропарювання здійснюють протягом 5-12 хвилин при тиску 0,40-0,65 МПа. Відмітною ознакою пропонованого винаходу є проведення процесу пропарювання при більш «жорстких» режимах - тиску 0,40-0,65 МПа і часу 5-12 хвилин, при цьому з процесу виключається стадія відволажування, що підвищує продуктивність способу.

Проведення процесу в таких умовах, по-перше, дозволяє забезпечити рівномірне пропарювання всієї маси зерна та отримати крупу ядрицю гречки з підвищеним виходом не менше 72% та з вмістом колотого зерна 0,5-1,5%, а по-друге, стабілізує процес пропарювання та позитивно впливає на якість крупи. У порівнянні з прототипом виробляється крупа однорідніша за кольором по всій масі партії, при цьому вона набуває більш яскраво вираженого запаху, властивого гречаній крупі.

Режими проведення способу обрані дослідним шляхом, зміна їх у бік зменшення не дозволяє знизити кількість колотих зерен, поліпшити споживчі властивості крупи, зміна у бік збільшення можливо, але підвищуються енерговитрати способу. Зміна режимів, що заявляються всередині заявлених, дозволяє цілеспрямовано змінювати споживчі властивості крупи, змінюючи її колір від золотисто-коричневого до інтенсивно коричневого (відтінків коричневого), що покращує її товарний вигляд.

Пропарювач для проведення ГТО зерна гречки відрізняється від прототипу виконанням пристосування для подачі та розподілу пари у вигляді вертикальної порожнистої труби, нижній кінець якої відкритий, а верхній повідомлений з горизонтальною порожнистою трубою, встановленою у верхній частині корпусу, один кінець якої закритий, а інший виконаний у вигляді

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

патрубка (для з'єднання з лінією підведення пари). Вертикальна порожниста труба забезпечена додатковими паророзподільними трубками з відкритими кінцями, рівновіддаленими один від одного, встановленими із зазором до бічної поверхні корпусу і під кутом 120 відносно один одного і спрямованими під кутом 25-30 до осі вертикальної труби. По довжині вертикальна порожниста труба обмежена відстанню до низу корпусу 0,4-0,6 діаметра розвантажувального патрубка.

Пропонована конструкція дозволяє організувати подачу пари знизу по всьому об'єму зерна, що забезпечує рівномірність насичення всієї зернової маси парю, усуває утворення застійних зон. Розташування додаткових паророзподільних трубок, нахил їх під кутом 25-30 до осі вертикальної труби, також наявність певним чином розташованих отворів дозволяє не тільки забезпечити рівномірність надходження пари в об'єм зерна, а й усуває налипання на труби, що забезпечує якість пропарювання, полегшує випуск пропареного зерна. через усунення його зависання дозволяє знизити час набору необхідного тиску в корпусі, що знижує загальний час пропарювання, тобто. збільшує продуктивність пропарювача.

Взаємне розташування додаткових трубок та величини кутів визначено експериментально. Зменшення цих параметрів, як і їхнє збільшення, порушує рівномірність пропарювання, тобто знижує його якість, а також продуктивність пропарювача. Обмеження довжини вертикальної порожнистої труби відстанню до низу корпусу 0,4-0,6 діаметра отвору розвантажувального патрубка оптимізує процес пропарювання в нижній частині (зоні) пропарювача. Зменшення цієї відстані перешкоджає вивантаженню пропареного зерна, збільшенню часу вивантаження, а збільшення не дозволяє рівномірно пропарити нижню зону.

- Установкою додаткових паророзподільних трубок з зазором до бічної поверхні корпусу пропарювача, при цьому величина зазору становить 0,6-0,8 діаметра корпусу.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При цьому усувається зависання зерна при його випуску, виключається повторне пропарювання, забезпечується циркуляція пари по периферійних зон, що підвищує якість пропарювання. Величина зазору обрана дослідним шляхом, його збільшення знижує якість пропарювання, а зменшення ускладнює випуск зерна, що призводить до деформації зернівок, тобто. до збільшення колотих зерен, збільшення часу вивантаження та зниження продуктивності процесу.

- співвідношенням діаметрів вертикальної порожнистої труби та додаткових паророзподільних трубок, що становить 1,6:1,0;

Це співвідношення визначено експериментально, оскільки діаметр вертикальної порожнистої труби більший за діаметр додаткових паророзподільних трубок, пар швидше проникає в нижню частину корпусу, а звідти вже в об'єм, що покращує якість пропарювання зерна в нижній зоні. Зміна цього співвідношення у більшу чи меншу сторону погіршує рівномірність пропарювання.

- виконання пристосування для скидання пари, виконаного у вигляді пружинного клапана, встановленого на сферичній кришці корпусу.

Виконання пристрою для скидання пари у вигляді пружинного клапана спрощує конструкцію пропарювача. Розміщення пружинного клапана на сферичній кришці пропарювача дозволяє при скиданні тиску забезпечити циркуляцію пари знизу вгору по всьому об'єму, що також підвищує рівномірність пропарювання. При скиданні тиску створюється незначне розрідження в обсязі, що дозволяє пару при русі знизу вгору проникнути в найвіддаленіші ділянки зернової маси, що також підвищує рівномірність пропарювання, тобто. його якість.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

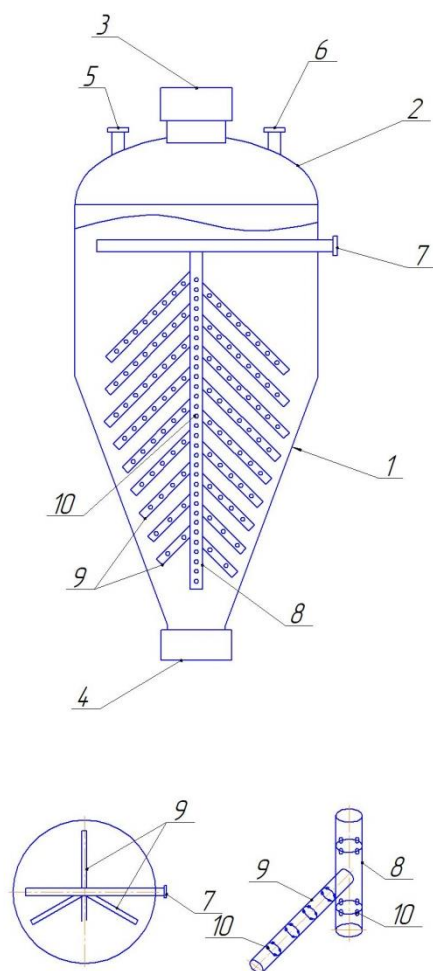


Рисунок 2.1 – Пропарювач, поздовжній розріз та фрагмент вертикальної порожнистої труби з додатковою паророзподільною трубкою.

На рисунку 2.1 показаний пропарювач, поздовжній розріз та фрагмент вертикальної порожнистої труби з додатковою паророзподільною трубкою.

Пропарювач складається з корпусу 1 зі сферичною кришкою 2, 3 завантажувального і розвантажувального 4 патрубків, запобіжного клапана 5 і клапана для скидання пари 6, горизонтальної труби 7, відкритим кінцем через патрубок з'єднаної з лінією подачі пари (не показано) і з'єднаної з вертикальною трубою 8, і додаткових паророзподільних трубок 9. На порожній вертикальній трубці 8 і додаткових паророзподільних трубках 9 виконані отвори 10.

Пропарювач працює наступним чином. При закритих патрубку 4 і клапані 6 через патрубок завантаження 3 корпус 1 заповнюють зерном гречки до рівня

фланцевого з'єднання його зі сферичною кришкою 2. Перекривають завантажувальний патрубок 3 і одночасно подають пар в корпус по горизонтальній трубі 7 через патрубок, з'єднаної з лінією подачі пари. Пар, проходячи через отвори 10 у вертикальній трубі 8 і додаткових паророзподільних трубках 9, надходить у нижню частину корпусу, а також весь об'єм корпусу 1 і рівномірно пропарює зерно гречки. При досягненні заданої величини тиску і закінчення встановленого часу пропарювання подачу пари припиняють і поступово відкривають патрубок для скидання пари 6. Для випуску зерна закривають патрубки 3 і 6 з одночасним відкриттям патрубка 4. Зерно гречки сушать і направляють на лущення. Одержують крупу гречки з виходом щонайменше 72% і вмістом колотих зерен 0,5-1,5%. Подальша робота пропарювача повторюється згідно з вищеописаною схемою.

Таким чином, використання режимів ГТО, що заявляються, в порівнянні з прототипом при більш високих температурах і тиску дозволяє підвищити вихід готової крупи, на порядок знизити кількість колотих зерен. Поліпшуються органолептичні властивості крупи, тобто. з'явилася можливість отримання різних відтінків кольорів пропареної крупи, що дозволило значно поліпшити конкурентоспроможність цієї продукції. Збільшення використання пари на собівартості не позначається, оскільки як паливо на існуючій котельні, що виробляє пар, використовують лушпиння гречану та/або вівсяну, яка є відходом діючих виробництв.

Використання для ГТО зерна гречки пропарювача, що заявляється, дозволяє поліпшити якість пропарювання шляхом підвищення рівномірності пропарювання, спростити конструкцію і підвищити продуктивність пропарювача.

1. Спосіб гідротермічної обробки зерна гречки, що включає попередній прогрів зерна, пропарювання, сушіння, охолодження, який відрізняється тим, що пропарювання здійснюють 5-12 хв при тиску пари 0,40-0,65 МПа розташованими під кутом 120° відносно один одного і спрямованими вниз під кутом 25-30° до осі вертикальної порожнистої труби, порожниста вертикальна

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

труба верхнім кінцем повідомлена з горизонтальною порожнистою трубою, встановленою у верхній частині корпусу, один кінець якої закритий, а інший виконаний у вигляді патрубку; на вертикальній порожнистій трубі та додаткових паророзподільних трубках виконані рівновіддалені один від одного отвори, причому на вертикальній порожнистій трубі отвори розташовані по чотирьох сторонах щодо її осі під кутом 90° відносно один одного, а на додаткових паророзподільних трубках вони розташовані під кутом 90° у трьох площинах щодо їх центральної осі, при цьому співвідношення діаметрів порожнистої вертикальної труби і додаткових паророзподільних трубок становить 1,6:1,0;

Пропарювач за п.1, який відрізняється тим, що величина зазору між бічною поверхнею корпусу і додатковими паророзподільними трубками становить 0,6-0,8 діаметра корпусу.

Пропарювач по п.1, який відрізняється тим, що розмір отворів, виконаних на вертикальній порожнистій трубі і додаткових паророзподільних трубках, менше розміру зерна, що обробляється.

2.2 Спосіб термобаричної обробки зерна вівса

Винахід відноситься до борошномельно-круп'яної промисловості та може бути застосоване переважно на вівсозаводах. Спосіб термобаричної обробки зерна вівса полягає в тому, що зерно зволожують водою, відволожують протягом 30 хв, сушать і луцять. Сушіння зерна вівса виконують шляхом поверхневого нагріву, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери за допомогою циліндра, що обертається з лопатками, під надлишковим тиском 1,2 МПа і при температурі стінок камери і циліндра 220°C протягом 1 хв. Після цього зерно вівса піддають аеродинамічному луценню шляхом подачі зерна через форсунки разом з потоком повітря під надлишковим тиском 1,2 МПа в замкнутій камері луцення з подальшим демпфуванням надлишкового тиску.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Винахід дозволяє знизити тривалість процесу обробки зерна вівса, енерго- та матеріальні витрати та підвищити вихід цілого ядра за умови зниження собівартості виробництва вівсяної крупи.

Винахід відноситься до борошномельно-круп'яної промисловості та може бути застосований переважно на вівсозаводах.

Відомий спосіб гідротермічної обробки (ГТО) зерна вівса, що включає зволоження зерна водою, його відволоження та сушіння. При цьому зволоження зерна ведуть у зволожувальній машині при атмосферному тиску до вологості 18,0-20,0%, відволоження - в бункерах протягом 11-14 год і сушіння - в сушарці при температурі агента сушіння 150-160°C протягом 3- 5 хв (патент UA 2119820, МПК6В02В 1/08).

Основними недоліками описаного способу ГТО є велика тривалість процесу ГТО зерна вівса, до 14 год, викликана необхідністю його тривалого відволоження, що вимагає великих виробничих площ для розміщення бункерів для відволоження; підвищені енерговитрати, зумовлені енергоємним сушінням зерна. Крім того, не передбачена можливість здійснення в єдиному комплексі з ГТО процесу лущення зерна вівса, а подальший процес лущення в відцентрових лущення не забезпечує високий вихід цілого ядра.

Найбільш близьким до пропонованого винаходу з технічної сутності, прийнятим за прототип, є спосіб ГТО зерна вівса, що включає зволоження зерна водою, його відволожування та сушіння. При цьому зволоження зерна проводять при створенні (наборі) вакууму з залишковим тиском 0,03-0,05 МПа і подачі води в зерно протягом 10-60 з наступним механічним видаленням надлишків поверхневої вологи віджимної колонці. Для подачі зерна у віджимну колонку можна використовувати таке транспортне обладнання, як самопливні труби та норію. Відволоження зерна здійснюють протягом 2,5-4 год в бункерах, а сушіння в сушарці при температурі агента сушіння 130-160°C до вологості 12-14% (патент UA 2169615, МПК6В02В 1/08).

Слід зазначити досить велику тривалість описаного процесу ГТО зерна вівса, до 4 год, та підвищені енерго- та матеріальні витрати через здійснення

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						32
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

зволоження зерна при створенні розрідження повітря та використання в технологічній лінії, що реалізує процес ГТО, віджимної колонки для механічного видалення надлишків поверхневої вологи. та транспортного обладнання для подачі зерна у віджимну колонку Крім того, не передбачена можливість здійснення в єдиному комплексі з ГТО процесу лушення зерна вівса, а подальший процес лушення в відцентрових лушення не забезпечує високий вихід цілого ядра. Названі недоліки сприяють підвищеній собівартості виробництва круп.

Завданням винаходу є зниження тривалості процесу обробки зерна вівса, енерго- та матеріальних витрати витрат та підвищення виходу цілого ядра у свою чергу при зниженні собівартості виробництва вівсяної крупи.

Поставлене завдання вирішується тим, що в способі термобаричної обробки зерна вівса, що включає зволоження зерна, відволожування протягом 30 хв, сушку і лушення, згідно винаходу сушку зерна вівса проводять шляхом поверхневого нагріву, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери за допомогою обертового циліндра з циліндра тиском 1,2 МПа і при температурі стінок камери і циліндра 220°C протягом 1 хв, після чого зерно вівса піддають аеродинамічному лушенню шляхом подачі зерна через форсунки разом з потоком повітря під надлишковим тиском 1,2 МПа в замкненій камері лушення з подальшим демпфуванням надлишкового тиску.

Зниження тривалості процесу обробки зерна вівса, енерго- та матеріальних витрат обумовлено тим, що сушіння зерна вівса шляхом поверхневого нагріву, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери за допомогою циліндра, що обертається, з лопатками протягом 1 хв, і аеродинамічний лушення шляхом подачі зерна через форсунки з потоком циклічно, в один етап, як єдиний технологічний процес, що об'єднує сушіння зерна шляхом поверхневого нагріву та аеродинамічний лушення, що реалізуються на одній одиниці обладнання, за винятком зволоження зерна водою на зволожувальній машині та відволожування, причому останнє проводять протягом 30 хв. В результаті забезпечується відсутність необхідності

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у створенні розрідження повітря з подальшим механічним видаленням із зерна надлишків поверхневої вологи,

Підвищення виходу цілого ядра за рахунок зниження виходу подрібненого ядра обумовлено введенням аеродинамічного луцення зерна вівса з низьким, але достатнім для ефективного луцення механічним впливом повітрям на зернівку після підготовчої ГТО. Таким чином, зниження виходу подрібненого ядра на 7-10% відповідно підвищує вихід цілого ядра на відповідну величину, що у свою чергу підвищує прибуток підприємства та рентабельність виробництва вівсяної крупи.

Температура поверхневого нагріву зерна, що становить 220°C, є оптимальною, так як при поверхневому нагріванні зерна понад 220°C процес видалення надлишків поверхневої вологи із зерна значною мірою інтенсифікується, відбувається надмірне підсушування зерна, що погіршує його технологічно, а при поверхневому нагріванні зерна менше 220 ° С навпаки відбувається зайве зволоження зерна, що спричиняє різке зниження ефективності луцення.

Величина надлишкового тиску повітря при аеродинамічному луценні, що становить 1,2 МПа, є оптимальною, так як при надмірному тиску повітря вище 1,2 МПа ефективність луцення зерна значно не збільшується, а при надмірному тиску повітря нижче 1,2 МПа відбувається поступове зниження ефективності луцення

Час поверхневого нагріву зерна вівса, що становить 1 хв, є оптимальним, внаслідок того, що досягається найбільша різниця у міцності оболонок та ядра.

Зволоження здійснюється на зволожувальних машинах. Марка зволожувальної машини особливого впливу кінцевої ефективності обробки не надає.

Відволоження протягом 30 хв є оптимальним, оскільки досягається необхідна вологість зерна та оптимальне розподілення вологи в зернівці. При часі відволоження менше 30 хв волога в зерні не розподіляється належним

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чином, здебільшого присутні лише в оболонках зерна, а при часі понад 30 хв, навпаки, перерозподіляється в ядро.

На рисунку 2.2 представлена схема установки періодичної дії, що реалізує пропонуваній спосіб термобаричної обробки та схема плити з форсункою, що є частиною установки лушення зерна вівса.

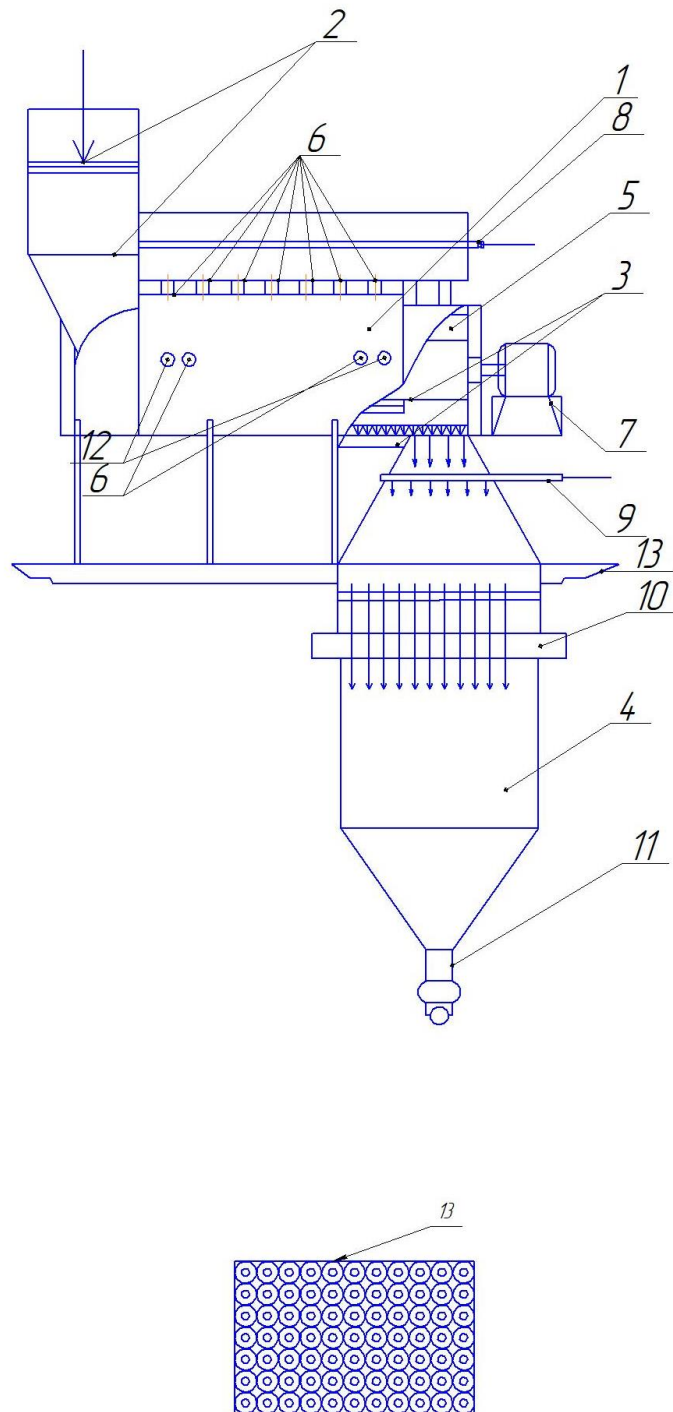


Рисунок 2.2 – схема установки періодичної дії, що реалізує пропонуваній спосіб термобаричної обробки

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Крім того, на кресленні додатково позначено таке:

- вертикальною лінією зі стрілкою показано напрямок подачі зерна вівса в термобаричну камеру та камеру лушення;
- декількома пунктирними вертикальними лініями зі стрілками показано напрямок переміщення зерна вівса в циліндр, що обертається;
- штрихпунктирною лінією зі стрілкою показано напрямок руху зерна вівса з термобаричної камери в камеру лушення;
- горизонтальними лініями зі стрілками показані напрями подачі стисненого повітря в термобаричну камеру та камеру лушення;
- Р – тиск повітря.

Спосіб термобаричної обробки зерна вівса полягає у зволоженні зерна водою, відволожені протягом 30 хв, сушінні та аеродинамічному лущенні зерна. Далі виробляють поділ лущеного і нелущеного зерна. Сушіння зерна вівса виробляють шляхом поверхневого нагріву, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери за допомогою циліндра, що обертається з лопатками, під надлишковим тиском 1,2 МПа і при температурі стінок камери і циліндра 220°C протягом 1 хв. Аеродинамічний лушення зерна вівса здійснюють шляхом подачі зерна через форсунки з потоком повітря під надлишковим тиском 1,2 МПа в замкненій камері лушення з подальшим демпфуванням надлишкового тиску.

Установка періодичної дії для термобаричної обробки та лушення зерна вівса містить термобаричну камеру 1 з приймальним пристроєм 2 і нагрівальними елементами 3, з'єднану із замкненою камерою лушення 4, а також ресивер (на кресленні не показаний). У термобарометричній камері 1 розміщений циліндр 5 з наскрізними отворами 6 для введення зерна вівса з об'єму термобаричної камери 1, лопатками (на кресленні не показані) та нагрівальними елементами 3. Лопатки розміщені всередині цього циліндра. Циліндр 5 пов'язаний з приводом 7. Крім того, термобарометрична камера 1 забезпечена 8 каналом подачі стиснутого повітря від ресивера.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Камера 4 лушення обладнана пластиною 13 з форсунками, які пов'язані з каналом 9 подачі стисненого повітря від ресивера, має демпферний канал 10 і випускний пристрій пробкового 11 типу. Кожна форсунка має пневмоклапан, що забезпечує їх одночасне відкриття всіх форсунок і виключає втрату тиску.

На поверхнях термобаричної камери 1 і 4 камери лушення встановлені датчики 12 температури.

Спосіб термобаричної обробки зерна вівса здійснюється в такий спосіб. Зерно вівса після очищення від домішок зволожують на зволожувальній машині, відволожують протягом 30 хв і направляють на сушку в термобаричну камеру 1. Виробляють сушку зерна вівса шляхом поверхневого нагрівання нагрівальними елементами 3, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери 1 за допомогою обертового циліндра руху зерна всередині цього циліндра, під надлишковим тиском 1,2 МПа і за температури стінок камери 1 і циліндра 5 - 220°C протягом 1 хв. Нагрів ведуть нагрівальними елементами 3 як від стінок камери 1, так і від стінок циліндра 5, що забезпечує рівномірність нагріву зерна, що знаходиться в камері 1, а набір надлишкового тиску з ресивера через канал 8 здійснюють протягом 1 хв.

Після сушіння зерно вівса разом з потоком повітря подають на аеродинамічне лушення в камеру 4 лушення. Після того, як все зерно з термобаричної камери 1 потрапляє на пластину 13, пневмоклапани форсунок відкриваються і проводять лушення зерна через ці форсунки з потоком повітря від ресивера через канал 9 під надлишковим тиском 1,2 МПа в замкнутій камері 4 лушення з подальшим через демпферний канал, який забезпечує видалення надлишкового тиску та видалення частини лушпиння. При цьому діаметр отворів форсунок становить 5-7 мм та підбирається експериментально.

Після аеродинамічного лушення зерно виводять через випускний пристрій 11. Далі проводять поділ лушеного і нелушеного зерна з використанням відповідних систем поділу.

Таким чином, здійснюється скорочення процесу обробки зерна вівса, зниження енерго- та матеріальних витрат, підвищення ефективності технології

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

переробки зерна вівса, зменшення кількості переміщень зерна по технологічній лінії та кількості технологічного та транспортного обладнання для реалізації запропонованого способу, підвищення виходу цілого ядра на 7-10 % за рахунок зниження виходу подрібненого ядра, зниження собівартості виробництва крупи та підвищення прибутку на вівсозаводах. Отже, використання запропонованого способу дозволяє вирішити комплексну проблему низького виходу ядра цілого на вівсозаводах.

Спосіб термобаричної обробки зерна вівса, що включає зволоження зерна водою, відволожування протягом 30 хв, сушіння і луцення, відрізняється тим, що сушку зерна вівса виробляють шляхом поверхневого нагріву, переміщуючи зерно вздовж термобаричної камери за допомогою обертового циліндра з лопатками, МПа і при температурі стінок камери і циліндра 220°C протягом 1 хв, після чого зерно вівса піддають аеродинамічного луцення шляхом подачі зерна через форсунки разом з потоком повітря під надлишковим тиском 1,2 МПа в замкненій камері луцення з подальшим демпфуванням.

2.3 Спосіб гідротермічної обробки зерна та пропарювач для гідротермічної обробки зерна

Спосіб і пропарювач призначені для виробництва круп у борошномельно-круп'яній промисловості. Для гідротермічної обробки зерно попередньо прогривають, пропарюють і сушать у вертикальному пропарювачі безперервної дії та охолоджують. Зерно зволожують, постійно перемішують і обробляють висхідним потоком пари. При перемішуванні зерно приводять у псевдоважений стан. Зерно переміщається під впливом гравітаційних сил. Після обробки зерно вивантажують. Процес проводять протягом 4-10 хвилин при тиску 0,05-0,15 МПа. Пропарювач містить вертикальний циліндричний корпус 1 із завантажувальним патрубком 2, штуцерами виведення відпрацьованої пари 3 і подачі води 4 у верхній частині, патрубок вивантаження

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зерна 5 у нижній частині, розвантажувальний пристрій 11. Ворошитель включає вертикальний вал 7 з кількома рядами лопатей 10 у вигляді щонайменше двох пластин у кожному ряду. Вал встановлений в опорах 8 по осі корпусу і з'єднаний з приводом 9. Кілька рядів пластин 6 відбивача радіально закріплені на внутрішній поверхні корпусу з можливістю переміщення між їх рядами лопатей ворошителя. Площини лопатей ворошителя у напрямі обертання утворюють кут 30-50 °, пластини відбивача закріплені зі зворотним кутом. Пристрій для подачі та розподілу пари 12 встановлено над розвантажувальним пристроєм. Винахід забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу та підвищення виходу готової продукції. Декілька рядів пластин 6 відбивача закріплені радіально на внутрішній поверхні корпусу з можливістю переміщення між рядами лопатей ворошителя. Площини лопатей ворошителя у напрямі обертання утворюють кут 30-50 °, пластини відбивача закріплені зі зворотним кутом. Пристрій для подачі та розподілу пари 12 встановлено над розвантажувальним пристроєм. Винахід забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу та підвищення виходу готової продукції. Декілька рядів пластин 6 відбивача закріплені радіально на внутрішній поверхні корпусу з можливістю переміщення між рядами лопатей ворошителя. Площини лопатей ворошителя у напрямі обертання утворюють кут 30-50 °, пластини відбивача закріплені зі зворотним кутом. Пристрій для подачі та розподілу пари 12 встановлено над розвантажувальним пристроєм. Винахід забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу та підвищення виходу готової продукції. Винахід забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу та підвищення виходу готової продукції. Винахід забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу та підвищення виходу готової продукції.

Група винаходів відноситься до галузі борошномельно-круп'яної промисловості і може бути застосована при виробництві круп.

Гідротермічна обробка зерна призначена для спрямованої дії на зерно водою (паром) та теплом для зміни його технологічних властивостей, створення

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

оптимальних умов процесу виробництва круп, підвищення виходу круп, стійкості при зберіганні та покращення їх харчових та смакових якостей.

Відомий спосіб гідротермічної обробки (ГТО) зерна вівса (UA 2119820, публ. 1998.10.10), що полягає у зволоженні зерна вівса водою до 18-20% у зволожувальних машинах, отволаживанні у відкладних засіках протягом 11-14 годин, температурі 150-160°C протягом 3-5 хвилин і надалі лушення.

Відомий також спосіб ГТО зерна вівса (UA 2169615, публ. 1999.09.07), що полягає у зволоженні у вакуумній камері при наборі вакууму з залишковим тиском 0,03-0,05 МПа та подачі води в зерно протягом 10-60 секунд з наступним видаленням із зерна надлишків поверхневої вологи. Потім зерно відводжують в бункерах протягом 2,5-4,0 годин, сушать і відправляють на лушення.

Недоліками цих способів є тривалість технологічного процесу, потреба громіздкого та складного в експлуатації обладнання, великих виробничих площ, підвищених енерговитрат, а також невисока продуктивність.

Найближчим за технічною сутністю і досягається результатом є спосіб ГТО вівса, що полягає в попередньому прогріві зерна, пропарюванні, його подальшому сушінні та охолодженні. Пропарювання вівса здійснюють у горизонтальних шнекових пропарювачах безперервної дії при тиску пари 0,05-0,15 МПа протягом 3-5 хвилин. Потім зерно сушать і направляють на лушення. Недоліком даного способу є нерівномірність пропарювання зерна за обсягом і відповідно нерівномірність протікання фізико-хімічних процесів у зерні, механічна дія шнеків на зернівку призводить до появи на них тріщин, що, зрештою, знижує вихід готової круп. Реалізація способу вимагає додаткового обладнання та збільшення енерговитрат для сушіння зерна після пропарювання. Крім того, цей спосіб ГТО застосовується не для всіх культур. Наприклад, його застосування неможливе для ГТО зерна гречки. Це зумовлено тим, що в процесі пропарювання ядро зерна набуває підвищеної еластичності і під впливом шнека деформується і частково розминається, що веде до зниження виходу готової продукції при підвищеному вмісті дробленого ядра.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічним завданням пропонованого винаходу є скорочення тривалості технологічного процесу ГТО, скорочення виробничих площ, необхідних для його реалізації, підвищення виходу готової продукції

Поставлене технічне завдання вирішується тим, що в способі гідротермічної обробки зерна, що включає попередній прогрів, пропарювання, сушіння і охолодження зерна, прогрів, пропарювання і сушіння зерна здійснюють у вертикальному пропарювачі безперервної дії, оснащеному ворошителем, для чого зерно подають у пропарювач, зволожують, перемішують, приводячи в «псевдозважений» стан і обробляючи висхідним потоком пари, при цьому зерно, в міру переміщення під дією гравітаційних сил зверху вниз, стадії прогріву, пропарювання і сушіння, що пройшло, вивантажують, процес проводять протягом 4-10 хвилин при тиску 0, 05-0,15 МПа.

Відмітні ознаки запропонованого способу полягають у здійсненні в одному апараті (вертикальному пропарювачі безперервної дії) кількох операцій ГТО: попередній прогрів із зволоженням, пропарювання та сушіння. Реалізація способу забезпечує скорочення тривалості технологічного процесу ГТО, енерговитрат та кількості одиниць обладнання для його проведення, а відповідно і виробничих площ. Відпадає необхідність використання на борошномельно-круп'яних підприємствах ряду апаратів, наприклад, підігрівачів типу БПЗ, вологознімачів типу В-5, сушильних агрегатів.

Під «псевдозваженим» розуміється стан зерна у вертикальному пропарювачі безперервної дії, при якому робочими органами ворошителя зерну надається вертикальна складова швидкості, спрямована вгору, при цьому щільність зерна в шарі знижується.

Проведення процесу ГТО зерна в «псевдовзвешеному» стані забезпечує його рівномірне зволоження та сприяє при подальшому сушінні протікання фізико-хімічних процесів, таких як часткова денатурація білка, клейстеризація крохмалю, що призводять до зміцнення структури ядра зерна та підвищення виходу готової продукції.

										Арк.
										41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ					

Тривалість процесу (час перебування зерна в пропарювачі) та температуру пари вибирають для кожної конкретної культури з урахуванням вимог технологічного процесу подальшої переробки зерна, що пройшло ГТО, та необхідних споживчих властивостей кінцевої продукції, наприклад, для гречаної крупи – інтенсивність аромату та смак, характерний для пропареної гречаної крупи.

Тиск в діапазоні 0,05-0,15 МПа, при якому здійснюється ГТО, обумовлено газодинамічний опір шару зерна в пропарювачі і перерізом штуцера для відведення відпрацьованої пари.

З рівня техніки пристроїв, за допомогою яких можна реалізувати запропонований метод ГТО, не виявлено.

Технічною задачею пропонованого винаходу є розробка пристрою для реалізації пропонованого способу ГТО для здійснення безперервного процесу гідротермічної обробки зерна - попереднього прогріву, пропарювання і сушіння.

Поставлене технічне завдання вирішується тим, що пропарювач для гідротермічної обробки зерна містить вертикальний циліндричний корпус, із завантажувальним патрубком, штуцером виведення відпрацьованої пари і штуцером для подачі води в його верхній частині і патрубком вивантаження зерна - в нижній, розвантажувальний пристрій, пристосування для пара, ворошитель і відбивач, при цьому ворошитель включає в себе встановлений в опорах по осі корпусу вертикальний вал, з'єднаний з приводом, з кількома рядами лопатей у вигляді щонайменше двох пластин у кожному ряду, радіально закріплених на валу таким чином, що їх площині у напрямку обертання утворюють кут 30-50°, а відбивач виконаний у вигляді декількох рядів пластин, радіально закріплених на внутрішній поверхні корпусу із забезпеченням можливості переміщення між їх рядами лопатей ворошителя, причому пластини відбивача закріплені з кутом нахилу площин, зворотним куту нахилу площин лопатей ворошителя, а пристосування для подачі і розподілу пари встановлено над розвантажувальним пристроєм.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Поставлене технічне завдання вирішується також тим, що:

- кожен наступний ряд лопатей ворошителя встановлений на валу з кутовим зміщенням, що дорівнює половині кута між лопатями попереднього ряду;

- днище корпусу пропарювача виконано плоским, патрубок вивантаження зерна розміщений в придонній зоні стінки пропарювача, а розвантажувальний пристрій виконано у вигляді однієї або більше пластин, радіально закріплених на валу ворошителя в придонній області, таким чином, що їх площини перпендикулярні днищу, а пристосування та розподілу пари встановлено в зоні над пластинами розвантажувального пристрою;

- Пластини розвантажувального пристрою виконані з серповидним вигином у напрямку обертання валу ворошителя.

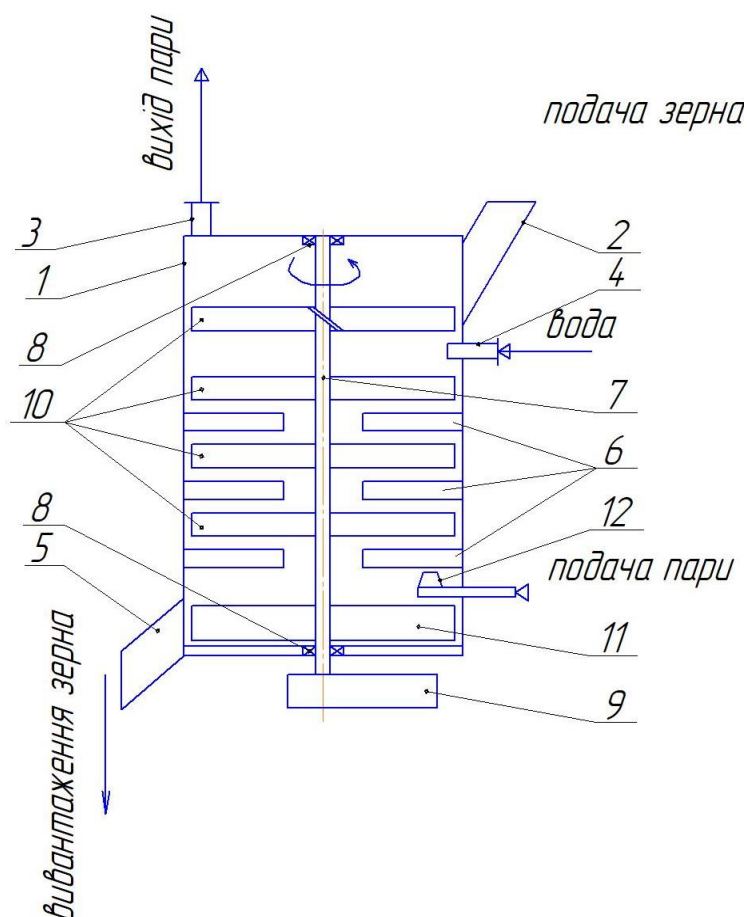


Рисунок 2.3 – Принципова схема пропарювача для гідротермічної обробки зерна

На рисунку 2.3 зображено принципову схему пропарювача для гідротермічної обробки зерна

Пропарювач містить вертикальний циліндричний корпус 1 з завантажувальним патрубком 2, штуцером виведення відпрацьованої пари 3, штуцером для подачі води 4 і патрубком вивантаження зерна 5, з відбивачем у вигляді рядів пластин 6, радіально закріплених на його внутрішній поверхні, ворошитель, що включає вал в опорах 8 по осі корпусу 1 і з'єднаний з приводом 9, з кількома рядами лопатей 10, розвантажувальний пристрій у вигляді однієї або декількох пластин 11, радіально закріплених на валу 7, і пристосування для подачі та розподілу пари 12.

Працює пропарювач наступним чином.

Зерно через завантажувальний патрубок 2 завантажують всередину корпусу 1 при включеному 9 приводі, що приводить в обертання вал 7 ворошителя. При цьому закріплені на валу лопаті 10 ворошника відкидають зерно вперед і вгору по ходу обертання, при взаємодії з пластинами відбивача 6 зерно знову відкидається вгору і змінює напрямок руху на протилежне. Таким чином, зерну надається вертикальна складова швидкості, спрямована вгору, частково компенсує вплив гравітаційних сил, при цьому щільність зерна в шарі знижується, тобто. зерно приводиться в стан, названий нами «псевдозваженим». З початком завантаження зерна в корпус 1 через пристосування для подачі та розподілу пари 12 в пропарювач подають суху пару з температурою 120-200°C, який при русі знизу вгору до штуцера виведення відпрацьованої пари 3 забезпечує рівномірний контакт із зерною масою. При цьому температура падає, а вологість зростає.

Зерно, переміщаючись зверху вниз, проходить стадію зволоження і попереднього прогріву у верхній частині пропарювача, за рахунок обробки відпрацьованим вологою парою і впорскування, при необхідності води через штуцер 4, потім, власне, пропарювання в його середній частині і сушіння в

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

нижній, після чого захоплюється пластинами розвантажувального пристрою 11 і вивантажується через патрубок вивантаження зерна 5.

Конструкція пропарювача забезпечує можливість проведення операцій попереднього прогріву, пропарювання та сушіння в одному апараті та в безперервному режимі. Глибина гідротермічної обробки зерна може регулюватися за рахунок зміни температури пари, ступеня заповнення пропарювача та обертів валу ворошителя з розташованими на ньому пластинами розвантажувального пристрою.

Пропоновані спосіб та конструкція пропарювача реалізовані в дослідно-промисловій установці продуктивністю 10 т/год, що працює на елеваторі в цеху з переробки гречаного зерна. Виробнича площа, що займається цією установкою, в 3,5-4,0 рази менша, ніж необхідна виробнича площа для ГТО зерна з використанням пропарювача А9-БПБ такої ж продуктивності, а витрата пари знижена на 30-40%. При цьому тривалість процесу ГТО при використанні запропонованого способу знижено 3-5 разів.

Пропонований спосіб та конструкція пропарювача забезпечують можливість ГТО зерна різних культур при різних волого-теплових режимах. Відомо, наприклад, що режими ГТО зерна гречки для отримання крупи та гречаного борошна різні та визначають споживчі властивості готової продукції. На дослідно-промисловій установці в процесі ГТО зерно гречки для вироблення крупи одержують темно-бежевого кольору, з інтенсивним смаком та ароматом, у той час як для борошна – світлого забарвлення, з легким ароматом та смаком підсмаженого горіха. При цьому підібрані дослідним шляхом режими дозволяють у процесі ГТО у першому випадку пластифікувати та зміцнити ядро гречки та підвищити вихід та якість крупи за рахунок зниження подрібненого ядра та борошна, а у другому – зменшити ступінь зміцнення ядра та знизити енерговитрати на розмелювання.

Обробка зерна вівса за пропонованим способом на дослідно-промисловій установці дозволяє отримувати крупу з виходом не менше 61% та вмістом колотих зерен 0,5-1,0%. У цьому поліпшуються органолептичні якості крупи,

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

т.к. спосіб дозволяє отримувати крупу різних відтінків кольорів, що підвищує конкурентоспроможність продукції.

Таким чином, пропоновані спосіб ГТО та пропарювач для його здійснення забезпечують рішення поставленої технічної задачі - дозволяють скоротити тривалість технологічного процесу ГТО та його енергоємність, скоротити розмір виробничої площі для розміщення технологічного обладнання, підвищити вихід готової продукції.

Крім того, пропонований спосіб ГТО та пропарювач можуть бути використані для обробки готових круп для їх подальшого плющення та отримання пластівців.

1. Спосіб гідротермічної обробки зерна, що включає попередній прогрів, пропарювання, сушіння та охолодження зерна, який відрізняється тим, що прогрівання, пропарювання і сушіння зерна здійснюють у вертикальному пропарювачі безперервної дії, оснащеному ворошителем, для чого зерно подають у пропарювач, зволожують, постійно перемішують приводячи в «псевдозважений» стан і обробляючи висхідним потоком пари, при цьому зерно, у міру переміщення під дією гравітаційних сил зверху вниз, стадії прогріву, пропарювання і сушіння, що пройшло, вивантажують, процес проводять протягом 4-10 хвилин при тиску 0,05- 0,15 МПа.

2. Пропарювач для гідротермічної обробки зерна, що містить вертикальний циліндричний корпус з завантажувальним патрубком, штуцером виведення відпрацьованої пари, штуцером для подачі води в його верхній частині і патрубком вивантаження зерна - в нижній, розвантажувальний пристрій, пристосування для подачі пара, ворошитель і відбивач, при цьому ворошитель включає в себе встановлений в опорах по осі корпусу вертикальний вал, з'єднаний з приводом, з кількома рядами лопатей у вигляді щонайменше двох пластин у кожному ряду, радіально закріплених на валу таким чином, що їх площині у напрямку обертання утворюють кут 30-50°, відбивач виконаний у вигляді кількох рядів пластин, закріплених радіально на внутрішній поверхні корпусу із забезпеченням можливості переміщення між їхніми рядами лопатей

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

ворошителя, причому пластини відбивача закріплені з кутом нахилу площин, зворотним куту нахилу площин лопатей ворошителя, а пристосування для подачі та розподілу пари встановлено над розвантажувальним пристроєм.

3. Пропарювач для гідротермічної обробки зерна, що характеризується тим, що кожен наступний ряд лопатей ворошителя встановлений на валу з кутовим зміщенням, що дорівнює половині кута між лопатями попереднього ряду.

4. Пропарювач для гідротермічної обробки зерна, що характеризується тим, що днище його корпусу виконано плоским, патрубок вивантаження зерна розміщений в придонній зоні стінки ворошителя, розвантажувальний пристрій виконано у вигляді однієї або більше пластин, радіально закріплених на валу ворошителя в придонній області, таким чином, що їх площини перпендикулярні днищу, а пристрій для подачі та розподілу пари встановлено в зоні над пластинами розвантажувального пристрою.

5. Пропарювач для гідротермічної обробки зерна, що характеризується тим, що пластини розвантажувального пристрою виконані з серповидним вигином у напрямку обертання валу ворошителя.

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		47

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1 Розробка 3D моделі модифікованого пропарювача А9-БПБ та визначення основних параметрів

Оскільки метою проектування є модернізація існуючого устаткування значна кількість конструктивних елементів приймається аналогічними до вже існуючих. Серед компонентів, до яких було внесено зміни система паропроводу, механізм завантаження та вивантаження. Для полегшення проектування та уникнення зайвих ітерацій аналітичних розрахунків для проектування буде застосовано систему САПР, зокрема Solidworks.

До появи сучасних САПР для проектування використовувались натурні моделі, що відповідали певній стадії розробки чи моделювання. Процес виробництва макетів є досить трудомістким. Тому на сьогоднішній день при проектуванні будь-якого обладнання найчастіше застосовують системи автоматизованого проектування (САПР).

Проектування конструкцій за допомогою САПР SolidWorks дозволяє значно скоротити час та витрати на проектування, того чи іншого, обладнання.

SolidWorks містить високоефективні засоби твердого моделювання, що ґрунтуються на поступовому додаванні або відніманні базових конструктивних тіл. Основні методи створення твердого тіла поєднують у собі також можливість комбінації всіх перелічених способів як при додаванні матеріалу, так і при його знятті. Природний порядок роботи конструктора без праці дозволяє створювати складні тверді моделі, що складаються з сотень конструктивних елементів. При необхідності під час роботи можливе введення допоміжних площин і осей для використання в подальших побудовах.

Параметри всіх створених конструктивних елементів доступні для зміни, так що в будь-який момент роботи можна змінити довільний параметр ескізу або базового тіла і виконати потім повну перебудову моделі.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

SolidWorks надає можливості створення бібліотек стандартних твердотілих моделей. При цьому необхідно створити керуючу таблицю з параметрами побудованої моделі. Рядки таблиці містять набори параметрів для різних типорозмірів. Згодом для отримання конкретної деталі необхідного типорозміру достатньо буде вибрати потрібне значення зі списку.

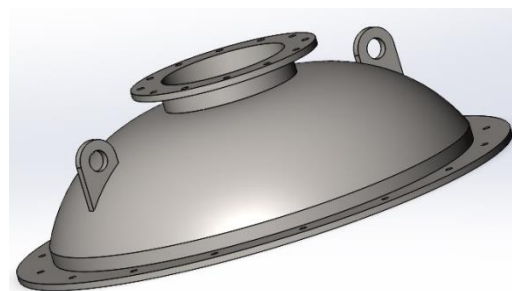
SolidWorks пропонує конструктору досить гнучкі можливості створення вузлів та складання. Система підтримує створення збірки методом “знизу нагору”, тобто. на основі вже наявних деталей, кількість яких може сягати сотень і тисяч, і проектування “згори донизу”.

Методом 3D моделювання було створено всі деталі пропарювача за виключенням стандартних компонентів Toolbox. За результатами аналізу джерел та патентного пошуку було спроектовано систему паропроводу

На рисунках 3.1 – 3.2 наведено моделі основних вузлів.



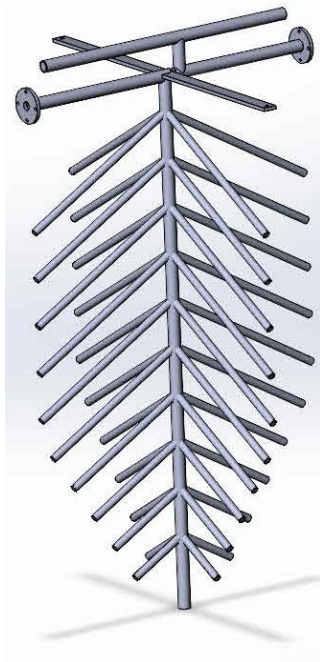
а)



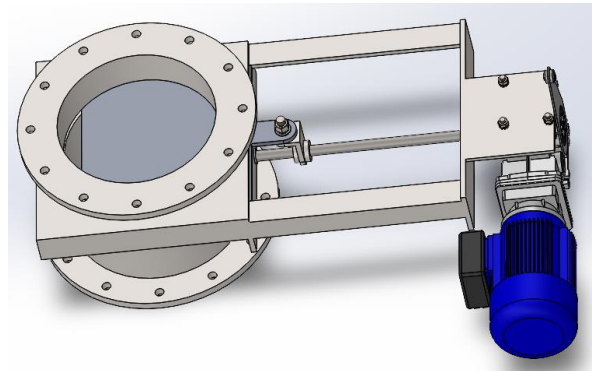
б)

Рисунок 3.1 – Корпус(а) та кришка(б) апарата

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49



а)



б)

Рисунок 3.2 – Паропровідник(а) та шиберний механізм(б)

3.2 Механічний розрахунок апарата на міцність

Механічний розрахунок на міцність зводиться до визначення товщини стінки циліндричної обичайки, кришки та днища апарату.

Розрахунок циліндричної обичайки апарату

Розрахунок обичайки зводиться до визначення її товщини, що забезпечує механічну міцність при робочому тиску. Розрахунок товщини стінки, обраної циліндричної обичайки, підданої внутрішньому тиску Р:

$$\delta_k = \frac{Dp}{2[\sigma]_p\varphi} + \delta_{кор} + \delta_d,$$

де D – діаметр обичайки, м D = 1,0.

p – внутрішній надлишковий тиск, МПа, p = 0,4 МПа

$[\sigma]_p$ – допустимі напруження для сталі X18H10T, $[\sigma]_p = 128$ МПа

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

φ – коефіцієнт, що враховує ослаблення обичайки зварними швами і наявними отворами. $\varphi = 0,95$

$\delta_{кор}$ – добавка на корозію, мм, $\delta_{кор} = 1$ мм

δ_d – добавка товщини до номінального розміру діаметра обичайки, мм

$$\delta_k = \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 128 \cdot 0,95} + 1 + \delta_d = 2,645 + \delta_d$$

Прийнято $\delta_k = 10$ мм

Перевірка умови:

$$\frac{\delta_k - \delta_{кор}}{D} = \frac{10 - 1}{1000} = 0,009 < 0,1$$

Допустимий надлишковий тиск в обичайці визначається з формули

$$[p] = \frac{(\delta_k - \delta_{кор})2[\sigma]_p\varphi}{D + (\delta_k - \delta_{кор})} = \frac{(10 - 1) \cdot 2 \cdot 128 \cdot 0,95}{1000 + (10 - 1)} = 2,169 \text{ МПа}$$

$$2,169 \text{ МПа} > 0,4 \text{ МПа}$$

Умова виконується.

Розрахунок днища апарату.

Зазвичай днища виготовляють із того ж матеріалу, що і обичайки, і приварюють до неї. Днище обмежує корпус вертикального апарату знизу. Форма днища може бути еліптичною, сферичною, конічною і плоскою. З технологічних і конструктивних міркувань форма днища прийнята конічною. Конічні днища застосовують у тих випадках, коли це обумовлено технологічним процесом, що виключає застосування еліптичних або плоских днищ, наприклад, при необхідності неперервного

									Арк.
									51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ				

або періодичного виведення в'язких рідин, суспензій, сипучих або кускових матеріалів. Кут конуса при вершині звичайно приймають 60 або 90°. Конічні днища з більшим кутом (140°) застосовують у горизонтальних апаратах з діаметром $D > 1,5$ м, що працюють під наливом і надлишковим тиском до 0,07 МПа. Товщина конічних днищ без відбортовки:

$$\delta_{кдн} = \frac{Dp}{2[\sigma]_p \varphi \cos \alpha} + \delta_{кор} + \delta_d,$$

де α – половина кута конуса днища. $\alpha = 35^\circ$

Перевірка справедливості застосування формули

$$\frac{\delta_k - \delta_{кор}}{D} \leq \frac{1}{4 \cos \alpha}$$

$$\frac{10 - 1}{1000} \leq \frac{1}{4 \cdot 0,82}$$

$$0,009 \leq 0,305$$

Умова виконується

$$\delta_{кдн} = \frac{1 \cdot 0,4 \cdot 10^3}{2 \cdot 128 \cdot 0,95 \cdot 0,82} + 1 + \delta_d = 3,006 + \delta_d$$

Прийнято $\delta_{кдн} = 10$ мм

Допустимий надлишковий тиск для конічних днищ визначається за формулою

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$[p] = \frac{2[\sigma]_p \varphi \cos \alpha (\delta_{кдн} - \delta_d)}{D} = \frac{2 \cdot 128 \cdot 0,95 \cdot 0,82 \cdot (10 - 7)}{1000}$$

$$= 0,598 \text{ МПа}$$

$$0,598 \text{ МПа} > 0,4 \text{ МПа}$$

Розрахунок і конструювання фланцевого з'єднання

Серед різних нерухомих фланцевих з'єднань у хімічному і харчовому машинобудуванні найбільше поширення отримали фланцеві з'єднання.

Розрахунок фланцевого з'єднання заключається у визначенні діаметра болтів (шпильок), їх кількості, а також розмірів елементів фланця.

Основною вихідною величиною при розрахунку болтів є розрахункове зусилля розтягу:

$$F_p = \frac{\pi D_n^2}{4} p + F_{\Pi}$$

де D_n – середній діаметр ущільнення (прокладки); $D_n = 1080 \text{ мм}$

F_{Π} – розрахункова сила осевого стиску ущільнених поверхонь, яка необхідна для забезпечення герметичності апарата.

Розрахункова сила осевого стиску прокладки прямокутного перерізу:

$$F_{\Pi} = \pi D_n b k p$$

де b – ефективна ширина прокладки, $b = 10 \text{ мм}$

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

k – коефіцієнт, що залежить від матеріалу і конструкції прокладки (плоскі прокладки з гуми $k = 1,0$, з пороніту, фторопласту, шкіри $k = 2,5$);
 $k = 2,5$

$$F_{\Pi} = 3,14 \cdot 1080 \cdot 10 \cdot 2,5 \cdot 0,4 = 34000 \text{ Н}$$

$$F_p = \frac{\pi \cdot 1080^2}{4} 0,4 + 34000 = 919024 \text{ Н}$$

Діаметр кола встановлювання болтів

$$D_{\text{б}} = (1,1 \dots 1,2) D_{\text{а}}^{0,933}$$

де $D_{\text{а}}$ – внутрішній діаметр фланця, рівний діаметру апарата, м.

$$D_{\text{б}} = (1,1 \dots 1,2) 1^{0,933} = 1,1 \dots 1,2$$

Прийнято $D_{\text{б}} = 1,1$

Розрахунковий діаметр болтів, м:

$$d_{\text{б}} = \frac{D_{\text{б}} - D_{\text{ш}}}{2} - 0,006$$

де $D_{\text{ш}}$ – зовнішній діаметр зварного шва на фланці, $D_{\text{ш}} = 1,02 \text{ м}$

$$d_{\text{б}} = \frac{1,1 - 1,02}{2} - 0,006 = 0,034 \text{ м} = 34 \text{ мм}$$

Прийнято різьбу М36

Число болтів

$$z = \frac{F_p}{[\sigma]_p A_{\text{б}}}$$

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $[\sigma]$ – допустиме напруження розтягу матеріалу болта, $[\sigma]_p = 126$ МПа

$$[\sigma]_p = \frac{[\sigma]}{n} = \frac{126}{3} = 42 \text{ МПа} - \text{допустимі напруження розтягу}$$

для болтів фланця;

$n=3$ – коефіцієнт запасу міцності для болтів з вуглецевої сталі

A_6 – площа перерізу болта по внутрішньому діаметру різьби.

$$A_6 = \frac{\pi D^2}{4} = \frac{\pi \cdot 31,67^2}{4} = 787,7 \text{ мм}^2$$

$$z = \frac{919024}{42 \cdot 787,7} = 27,8$$

Прийнято $z = 28$ (число болтів кратне чотирьом).

10. Зовнішній діаметр фланця:

$$D_\phi = D_6 + (1,8 \dots 2,5)d_6 = 1100 + (1,8 \dots 2,5) \cdot 36 = 1164,8 \dots 1190 \text{ мм}$$

Прийнято $D_\phi = 1180$ мм

3.3 Розрахунок міцності елементів конструкції за допомогою САПР

Аналіз моделі відбувається в декілька етапів:

Першим етапом є створення об'ємної моделі деталі чи збірки. В даному випадку для створення об'ємної моделі пропарювача було використано систему САПР SolidWorks.

Після побудови моделі необхідно упевнитися, що вона ефективно працює, провівши експлуатаційне тестування. При відсутності інструментів

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

аналізу справжнє завдання може бути вирішене тільки за рахунок виконання дорогих і витратних за часом циклів розробки виробу. Цикл розробки виробу зазвичай включає наступні етапи:

- Побудова моделі.
- Побудова дослідного зразка конструкції.
- Експлуатаційне випробування дослідного зразка.
- Оцінка результатів експлуатаційних випробувань.
- Зміна конструкції на підставі результатів експлуатаційних випробувань.

Цей процес триває до отримання задовільного рішення. За допомогою аналізу можна виконати наступні завдання:

- Зменшити вартість моделі за рахунок проведення її випробування на комп'ютері замість дорогих експлуатаційних випробувань.
- Скоротити час, необхідний для подання продуктів на ринок, шляхом зменшення кількості циклів розробки виробу.
- Поліпшити виробу за допомогою швидкої перевірки відразу великої кількості концепцій і сценаріїв перед прийняттям остаточного рішення, тим самим надаючи вам додатковий час на обдумування нових конструкцій.

Розрахунок на міцність було проведено для паропровідника модифікованої конструкції.

Для аналізу моделі запропоновано Simulation. Даний програмний продукт дозволяє накласти відповідні навантаження та кріплення на розроблену модель і визначити питомі навантаження, які діють в кожній точці конструкції, деформації, коефіцієнт запасу міцності тощо. За рахунок того, що паропровідник є нерухомим, то проводимо також розрахунок статичної міцності.

Вирішення статичної задачі теорії пружності проходить в такі етапи:

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- деформації – пружні малі, допускається, що граничні умови не змінюються в процесі навантаження ні за величиною ні за напрямком, а жорсткість не залежить від деформацій.

- відбувається дискредитизація об'єму, що займається моделлю, на елементарні ділянки: для об'ємного тіла – на тетраедри з гранями, що апроксимуються лінійними чи параболічними функціями координат, для поверхневих моделей – плоскими чи криволінійними (параболічна залежність від координат) трикутниками. Ці ділянки називаються кінцевими елементами. На вершинах кінцевих елементів, а також на серединах сторін (для параболічних) розташовано вузли. В вузлах задаються або розраховуються переміщення чи зусилля. В наслідок прикладення граничних умов тіло деформується.

При створенні ґратки необхідно задати розмір елемента в ґратці та допустиму межу розміру елемента.

Розмір елемента в ґратці попередньо задається при створенні ґратчастої моделі, якщо деякий елемент має менший розмір, то кінцевий елемент зменшується до тих пір, поки не стане меншим за допустиму межу, що також вказується на початку створення ґратки. На рисунку 3.4 наведена ґратчаста модель на твердому тілі для паропровідника.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

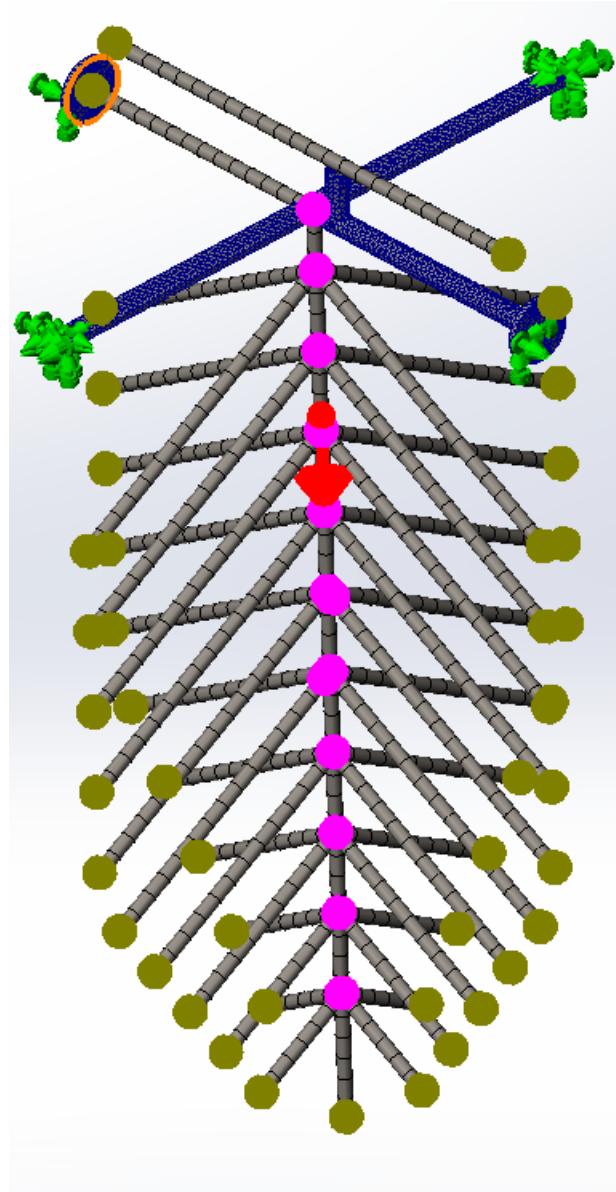


Рисунок 3.3 - Гратчаста модель паропровідника

Дерево дослідження Simulation організовує аналітичне дослідження. Його функціональні можливості схожі з деревом FeatureManager (Менеджера властивостей). Можна використовувати систему меню або дерево дослідження Simulation, щоб управляти аналітичними дослідженнями. Дерево дослідження Simulation більш переважно, ніж система меню, оскільки воно володіє інтуїтивним уявленням і системою контекстного меню для правої кнопки миші.

Програмне забезпечення створює вкладку внизу графічної області для кожного дослідження.

									Арк.
									58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ				

Щоб переглянути дослідження, натисніть його вкладку дослідження Simulation.

Папки визначають параметри дослідження. Наприклад, кожне дослідження конструкції має внутрішні папки Кріплення, Зовнішні навантаження і З'єднання. Визначення навантаження з'являється в папці Зовнішні навантаження, визначення обмеження з'являється в папці Кріплення та визначення контакту з'явиться в папці Злуки. Кріплення, навантаження і з'єднувачі можна групувати в папках.

Контекстні меню для правої кнопки миші надають контекстні параметри. Перетягування і розміщення (або копіювання і вставка) і дублювання допоможуть вам швидко визначити подальші дослідження.

Дерево дослідження Simulation забезпечує зручний перегляд найбільш важливої інформації аналітичних досліджень в документі.

Кожна вкладка дослідження Simulation представляє одне дослідження. Кожне дослідження містить папку і внутрішні папки в своєму дереві. Папки залежать від типу дослідження. Програмне забезпечення надає унікальний значок для кожного типу дослідження для легкої ідентифікації типу дослідження.

Після успішного дослідження, програмне забезпечення створює епюри результатів в папці Результати, яка записує параметри результатів або оновлює існуючі епюри результатів.

Після створення гратчастої моделі необхідно вказати обмеження та зусилля, що діють на складання. За допомогою Solidworks Simulation можна моделювати наступні види статичного навантаження: концентроване зусилля, розподілене зусилля, прискорення вільного падіння, відцентрова сила, а також температурне навантаження, випромінювання. В процесі роботи основними чинниками, що впливають на надійність пристрою є прискорення вільного падіння, навантаження, що діє на елементи паропровідника внаслідок пресування крупи. Гравітаційне навантаження прикладене виходячи з умови, що паропровідник в процесі експлуатації розташований вертикально.

									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ				

Модель із прикладеним навантаженням зображена на рисунку 3.4.

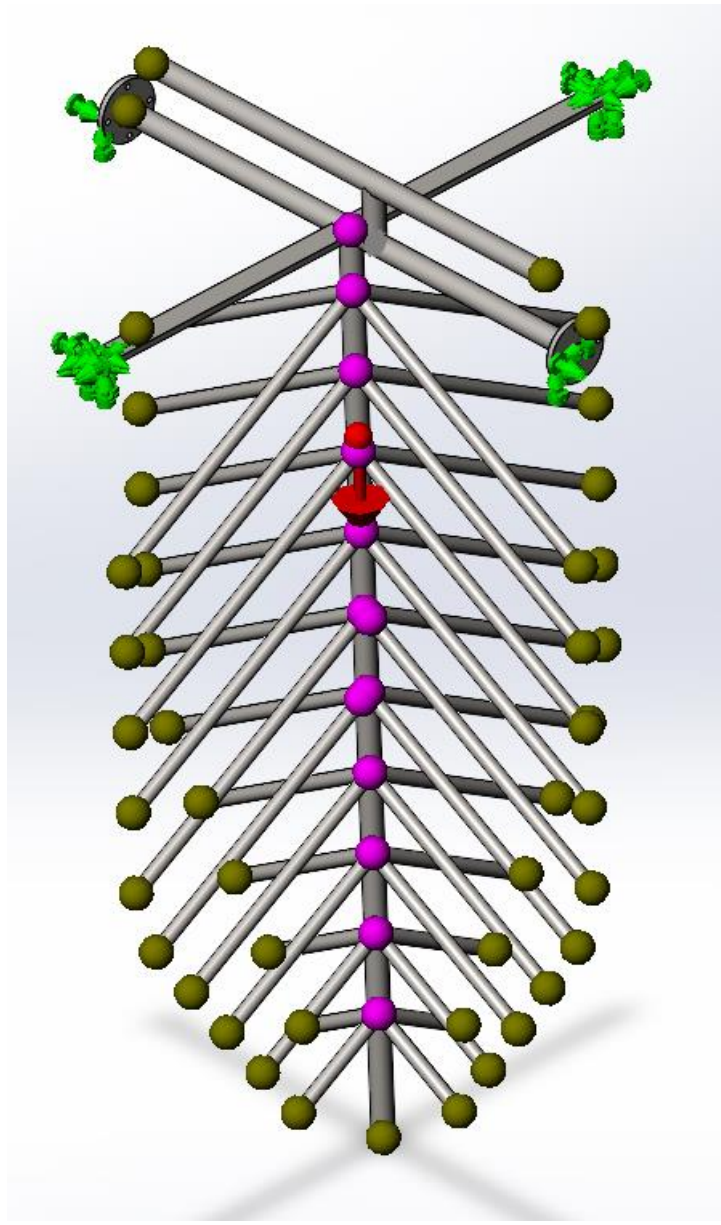


Рисунок 3.4 – Схема прикладення зусиль та обмежень, що діють на паропровідник

При моделюванні розглядали два випадки прикладення навантаження до паропровідника:

- навантаження в робочому режимі - пристрій працює в нормальному, усталеному режимі;

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

- при максимальних навантаженнях за умови роботи в граничному режимі.

Аналіз на статичну міцність виконано за допомогою ітераційного компактного методу (FFEPlus). Ітераційний метод з компактною схемою зберігання даних має мінімальні запити до пам'яті і є найефективнішим. Після аналізу Solidworks Simulation можна отримати наступні діаграми:

1. *Еквівалентні напруження (Stress)* – зображення еквівалентних напружень за Мізерсом, МПа.

Згідно діаграм напружень (рис 3.6, 3.7) максимальні напруження, що виникають при нормальному режимі роботи становлять 211 МПа, а при максимальному 295 МПа. Оскільки матеріалом паропровідника є легований сплав (12Х18Н10Т), для якого межа текучості $\sigma_T = 317$ МПа, то порівнюючи цю величину з величинами напружень, можна зробити висновок, що в робочому режимі напруження не будуть перевищувати допустимі, а отже не буде відбуватися руйнування конструкції.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

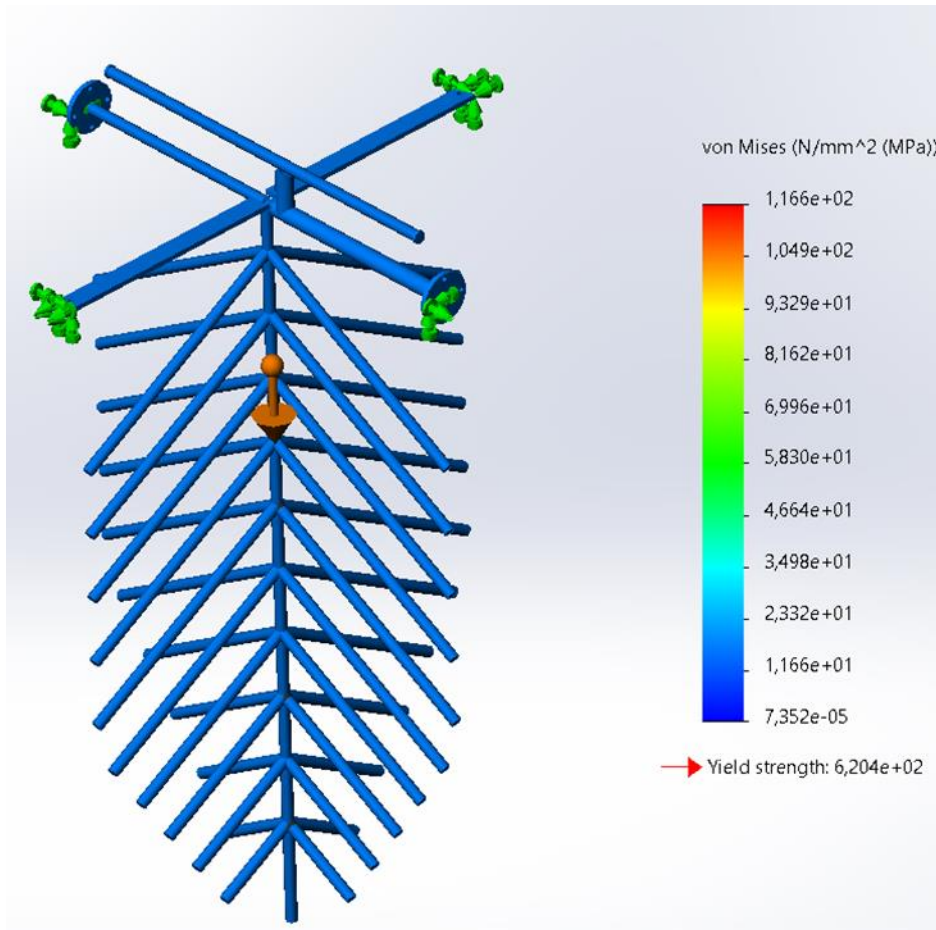


Рисунок 3.5– Візуалізація напружень, що виникають в паропровіднику при нормальному режимі роботи

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

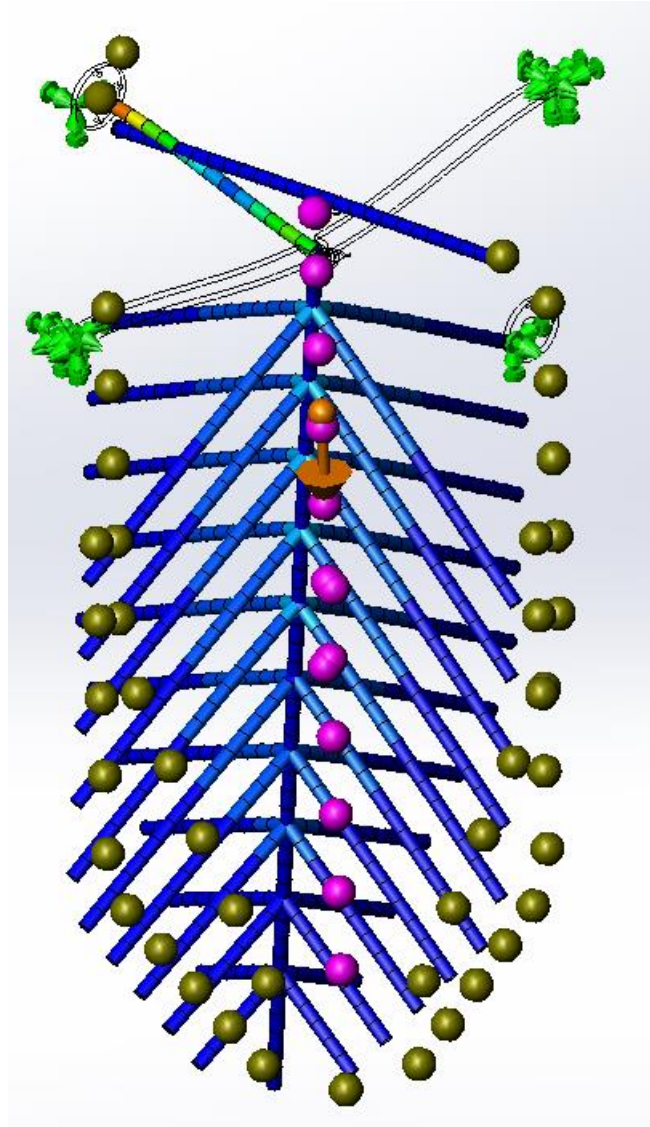


Рисунок 3.6– Візуалізація напружень, що виникають в паропровіднику при максимальному навантаженні режимі роботи

2 *Переміщення (Displacement)* – вигляд моделі після прикладення і дії зусиль.

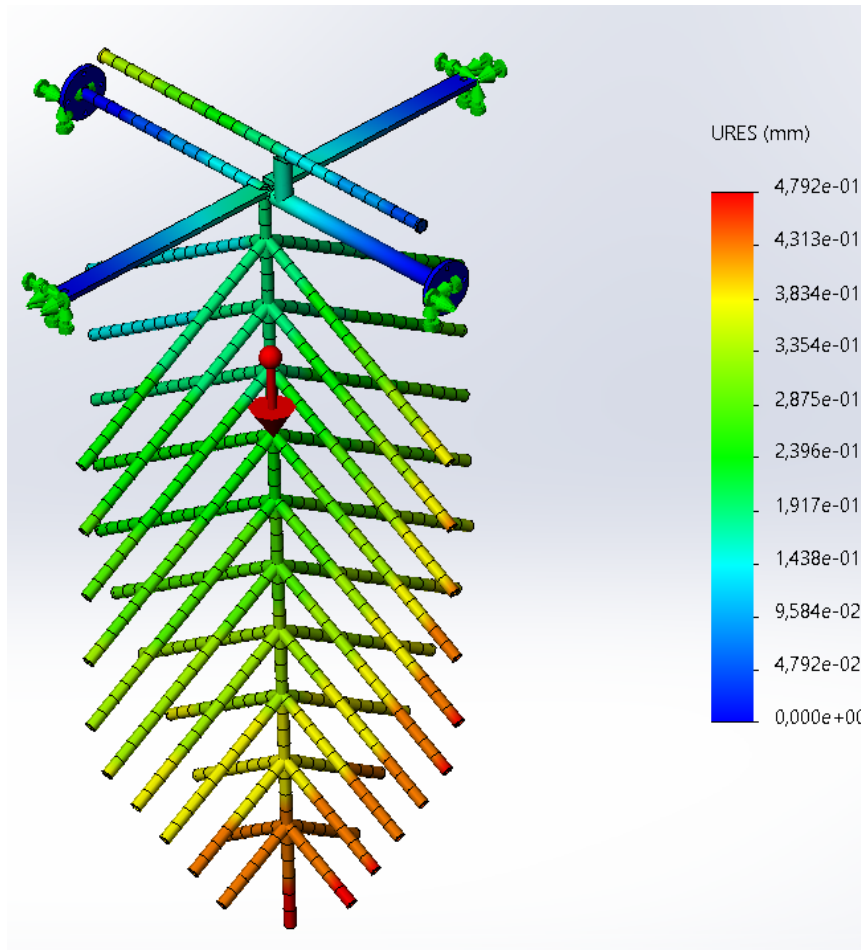


Рисунок 3.7 – Діаграма переміщень при робочому режимі роботи апарата

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

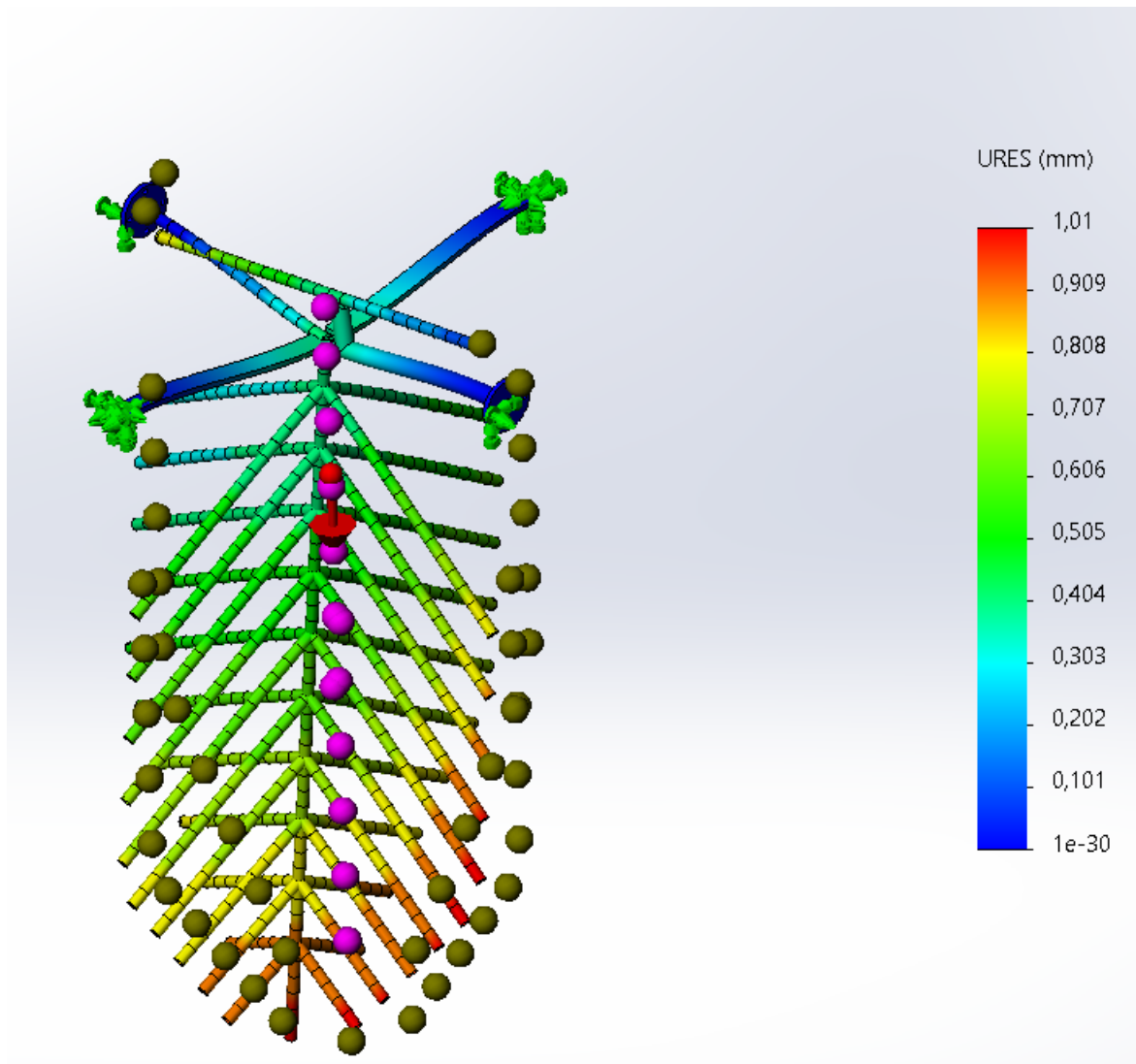


Рисунок 3.8 – Діаграма переміщень при максимальному режимі роботи паропровідника

Розглядаючи діаграми (рис. 3.8, 3.9) можна визначити величину переміщень елементі, що знаходяться під навантаженням. Для робочого режиму переміщення не перевищують 0,05 мм, а для максимального переміщення складають 1 мм.

4 Перевірка на міцність (*Design Check*)

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

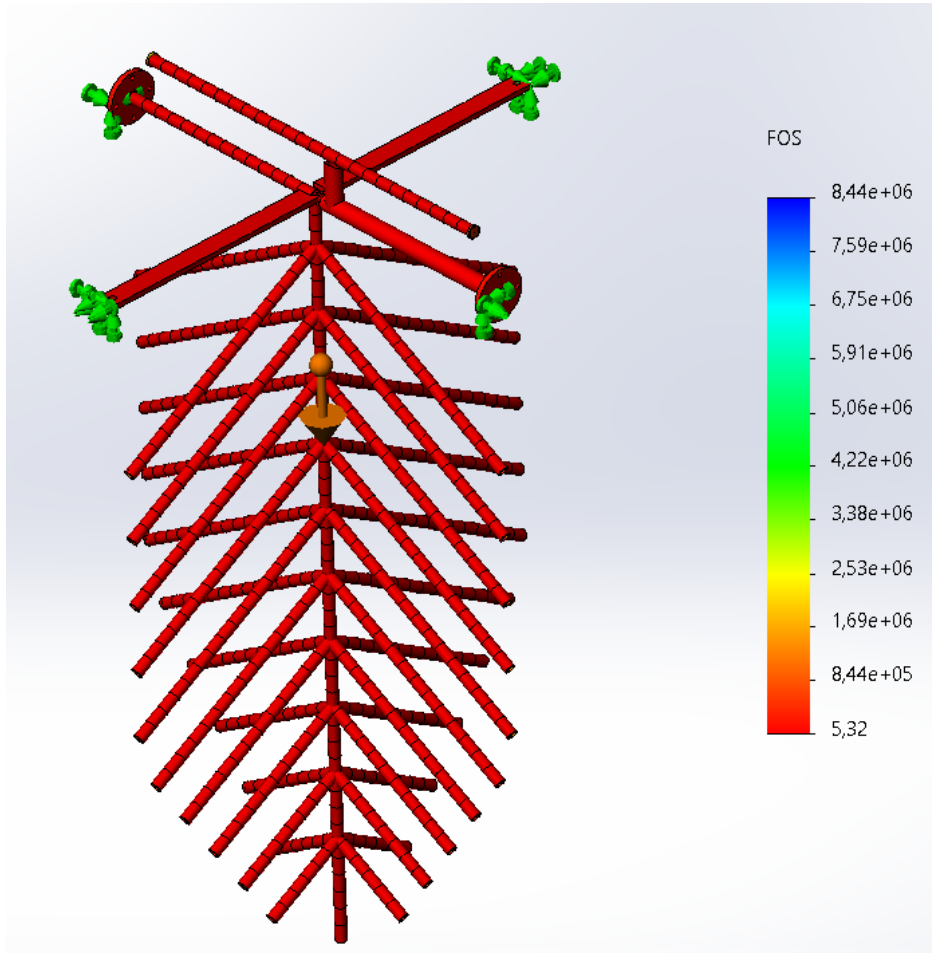


Рисунок 3.9 – Перевірка конструкції на міцність при робочому режимі

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

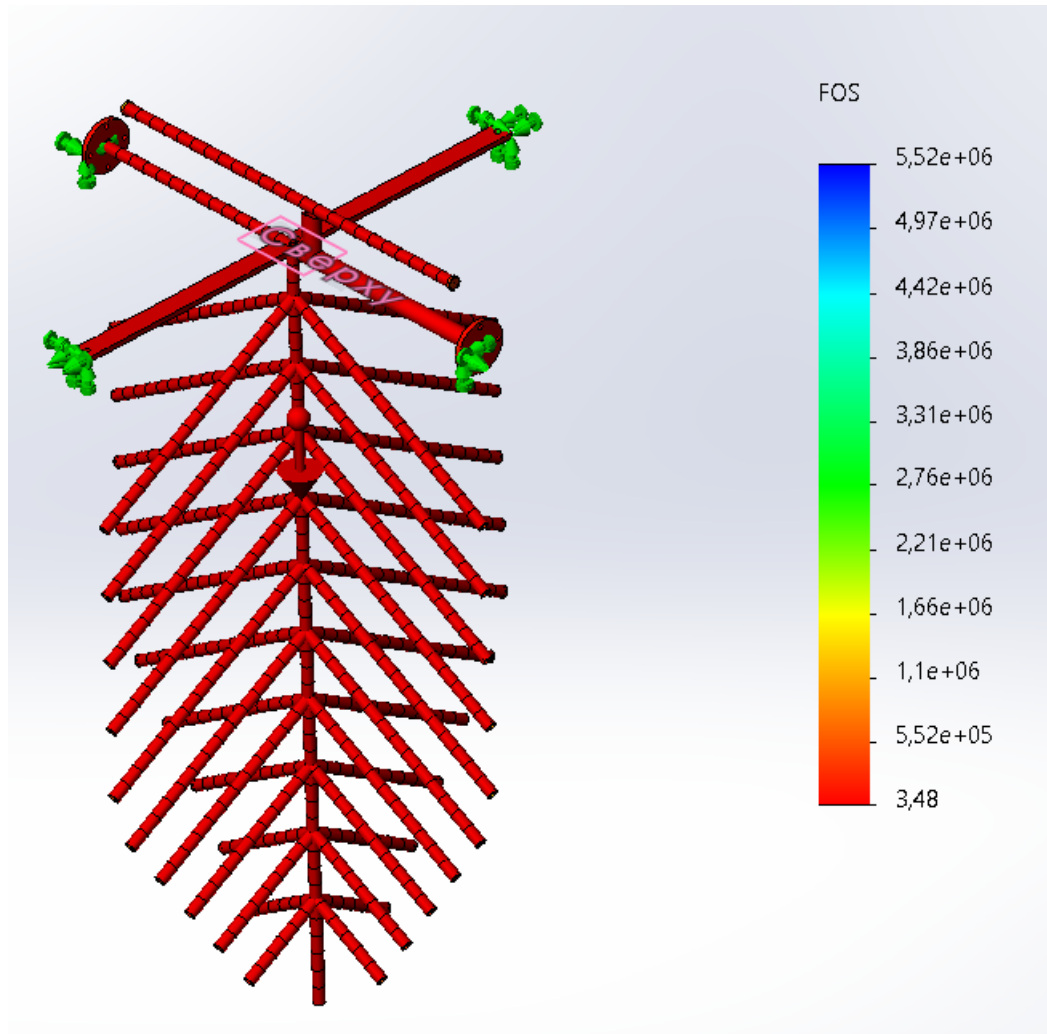


Рисунок 3.10 – Перевірка конструкції на міцність при максимальному режимі роботи барабана

Згідно діаграм коефіцієнта запасу міцності (рис 3.9, 3.10) в нормальному режимі установка працює з запасом міцності 5,32, а при максимальному навантаженні -3,48, що свідчить про високу надійність роботи барабані .

Таким чином, було проведено аналіз роботи барабана за допомогою пакету SolidWorks, в ході якого було визначено, в робочому режимі барабан працює без перевищень допустимих меж навантаження, коефіцієнт запасу міцності складає 3,48.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА, ТЕХНІКИ БЕЗПЕКИ, ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ

4.1 Охорона навколишнього середовища

Пил, що утворюється в процесі технології, потрапляючи в атмосферу, знижує частоту атмосферного повітря, зменшує ступінь його прозорості, що веде до скорочення прямої сонячної радіації та ультрафіолетового лікування. Пил покриває поверхню рослин, ускладнює газообмін із зовнішнім середовищем. Пил складається з подрібнених частинок зерна і з мінеральних частинок, густо обсіменені спорами грибів і бактерій, іноді містить різні хімікати. Крім того, вона пожежо- та вибухонебезпечна. При зберіганні зерна та готової продукції можливе псування їх коморними шкідниками. Для знезараження хлібопродуктів використовують хімічні засоби захисту від шкідників, що є поряд з пилом джерелом забруднення та негативного впливу на навколишнє середовище (повітря, вода, ґрунт, рослинний та тваринний світ). Негативний вплив на навколишнє середовище (людини) надають: шум, вібрація, вакуум, дискомфортні умови (температура, вологість) середовища. Проект повинен передбачати пристрої та засоби, що зводять до мінімуму шкідливий вплив перерахованого на довкілля. У проекті круп'яного заводу слід передбачати технічні рішення, що забезпечують виконання вимог санітарних норм, що діють, щодо захисту атмосферного повітря, водного басейну, ґрунту. Рівні звукового тиску на постійних робочих місцях та на території круп'яного заводу не повинні перевищувати величин, передбачених санітарними нормами. Заходи щодо зниження надлишкових рівнів звукового тиску повинні передбачатися як технологічними, так і об'ємно-планувальними та конструктивними рішеннями.

При проектуванні пневмотранспортних установок та аспіраційних мереж слід передбачати заходи щодо зниження звукового тиску повітряних машин.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При встановленні обладнання з надлишковим рівнем звукового тиску і вібрації в проекті повинні бути передбачені технічні рішення, що рекомендуються паспортом заводу-виробника, вимогам наукової організації праці та техніки безпеки. встановлених санітарними нормами. Шумові характеристики обладнання слід приймати за даними заводу-виготовлювача, а за їх відсутності - за даними машиновипробувальних станцій. в системи опалення та вентиляції.

4.2 Техніка безпеки

При експлуатації технологічного обладнання зерносушильних комплексів необхідно враховувати виникнення потенційно шкідливих та небезпечних факторів, до яких належать:

- нанесення травм рухомими та обертовими частинами транспортерів, вантажопідйомного та транспортного обладнання;
- ураження електричним струмом;
- отримання теплових опіків під час виконання робіт із сушіння зерна;
- Падіння з висоти;
- Наявність на території зерносушильного комплексу пилоподібних забруднення.

Основною причиною травматизму при виконанні робіт та обслуговуванні зерноочисних агрегатів та комплексів є порушення правил техніки безпеки. Тому суворе дотримання правил техніки безпеки є обов'язковим.

Усі операції обслуговування зерносушарки треба виконувати при і вимкненому обладнанні Пуск і зупинку проводити за заздальгідь встановленими і відомими всьому обслуговуючого персоналу сигналами.

При виконанні ремонтних операцій чи технічного обслуговування необхідно користуватися запобіжними окулярами. Гайкові ключі повинні відповідати розмірам гайок та головок болтів і не мати тріщин, надломів. Не можна застосовувати підкладки, нарощувати ключ трубою чи один ключ

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

іншим, у разі ключі можуть легко зіскочити і заподіяти травму. Забороняється бити молотком за ключом. На гострі неробочі кінці таких інструментів, як напилки, шабери, викрутки повинні бути насаджені міцні, гладкі та закруглені ручки з металевими кільцями, закріпленими на ручках з боку інструментів.

Перш ніж прокручувати або рухати будь-яку деталь, треба попередити осіб, що знаходяться поблизу даного механізму.

На умови праці робітників, зайнятих у галузях сільськогосподарського виробництва, впливають різні несприятливі фактори, серед яких найчастіше виявляються такі: метеорологічні, запиленість, загазованість тощо.

Метеорологічні чинники – це температура, вологість та швидкість руху повітря. Від цих трьох параметрів залежить створення необхідного мікроклімату в кабіні машини або у виробничому приміщенні, що в свою чергу визначає самопочуття працюючої та продуктивності праці.

Запиленість робочої зони нетоксична, а лише чинить на організм людини шкідливий вплив через органи дихання, зору, шкірний покрив. Вона створюється під час всіх польових робіт, особливо у суху погоду, і навіть у період збирання врожаю.

Надмірна загазованість на робочому місці, наприклад у приміщенні з тепловою установкою, може спричинити отруєння. Основний шкідливий та небезпечний для здоров'я людини газ, з яким можливий його контакт – окис вуглецю.

Техніка безпеки при обслуговуванні зерноочисних агрегатів та комплексів полягає у дотриманні правил та норм технічної та пожежної безпеки при експлуатації технологічного обладнання сушарок, підйомно-транспортного, енергетичного та іншого обладнання.

До обслуговування обладнання допускаються осіб, які пройшли спеціальну підготовку та проінструктовані відповідно до вимог безпеки, викладених у посібнику з експлуатації та в інструкціях з техніки безпеки.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Експлуатація всіх агрегатів допускається лише у справному стані. Особливо ретельно необхідно контролювати справність пічного та електроустаткування, контрольно-вимірювальних пристроїв.

Роботи всередині бункерів та завальної ями проводити в респіраторах, окулярах та рукавицях.

Необхідно дотримуватись температурного режиму установки. Температура повітря, що подається до бункеру, не повинна перевищувати величини, встановленої інструкцією.

Роботи в бункері повинні проводитись бригадою у складі 3 осіб з дозволу особи, призначеної адміністрацією відповідальною за безпечну роботу агрегату.

Перед спуском у бункер необхідно вимкнути його примусове вентилування та примусову циркуляцію зерна.

Спуск у бункер або завальну яму дозволяється тільки з одягненим страхувальним поясом та прив'язаною до нього мотузкою, перевіреною та випробуваною на розрив зусиллям 200 кг.

Щодня наприкінці зміни обладнання та приміщення слід очищати, видаляючи розсипане зерно, пил бруд. Скупчення пилу на обладнанні, майданчиках та конструкціях не допускається.

Забороняється під час роботи сушарки:

- відкривати оглядові та технологічні люки та кришки, проводити будь-які роботи з прочищення каналів, ремонту,
- залишати обладнання без нагляду.

4.3 Пожежна профілактика та безпека

Основними причинами пожеж при обслуговуванні зерноочисних агрегатів та комплексів є іскри, що вилітають із труб печей, необережне поводження з вогнем, порушення заходів протипожежної безпеки. Тому при обслуговуванні зерноочисних агрегатів та комплексів і особливо на збиранні

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потрібно весь час стежити за справністю електрообладнання, а також наявність справного іскрогасника на трубі печі. Під час огляду та проведення технічного обслуговування сушарки у темний час користуються лише електричним освітленням.

Пожежна безпека – стан об'єкта праці у якому виключається можливість пожежі, а разі виникнення запобігається вплив на людей небезпечних чинників пожежі та забезпечується захист матеріальних цінностей.

Пожежна безпека об'єкта забезпечується системою попередження пожежі та системою пожежного захисту. Пожежна вибухонебезпечність повинна відповідати вимогам ГОСТ 12.1.007-89. Для забезпечення пожежної безпеки у приміщенні сушарки передбачаються такі засоби пожежогасіння: водозабірний кран, два ящики з піском, лопата, сокира, вогнегасник ОП-3, брезент.

					<i>МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		72

ВИСНОВКИ

Основною метою даного дипломного проекту була модернізація конструкції пропарювача А9-БПБ для промислової лінії виробництва вівсяних пластівців. Для цього було зроблено наступне.

В першому розділі було доведено актуальність даної розробки, визначено характеристики продукції та сировини, наведено машинно-апаратну схему лінії виробництва вівсяних пластівців, проведено аналіз її роботи. Зроблено висновок про необхідність удосконалення конструкції пропарювача А9-БПБ з огляду на те, що в оригінальній конструкції будова паропровідника така, що виникає нерівномірність пропарювання по ширині ємності та її форма така, що частина зерен залишається на елементах паропровідника, пропарюючись та підгораючи під час наступного циклу, що значно погіршує якість продукції. Для пошуку рішення було проведено патентний пошук та виявлено прототип. Для знайденого рішення було проведено необхідні конструктивні розрахунки. Також, було надано інформацію стосовно заходів з охорони навколишнього середовища, техніки безпеки та пожежної безпеки.

					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Стечишин М.С., Конструювання обладнання харчових виробництв. Конспект лекцій. – Хмельницький: ХНУ, 2005. – 115с.
2. Стечишин М.С. Конструювання обладнання харчових виробництв. Практикум з курсу. – Хмельницький ХНУ, 2006. – 149 с.
3. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості /За ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с.
4. Механічні процеси і обладнання переробного та харчового виробництв: Навч. посібник /П.С. Берник, З.А. Стоцько, І.П. Паламарчук та ін.. – Львів: НУЛП, 2004. – 336с.
5. Обладнання підприємств переробної та харчової промисловості /За ред. В.Г. Мирончука. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2007. – 648 с. Технологічне обладнання зернопереробних та олійних виробництв / Дацишин О.В., Ткачук А.І., Гвоздєв О.В. та ін./ За редакцією О.В. Дацишина. Навчальний посібник.–Вінниця: Нова книга, 2008.–488 с.

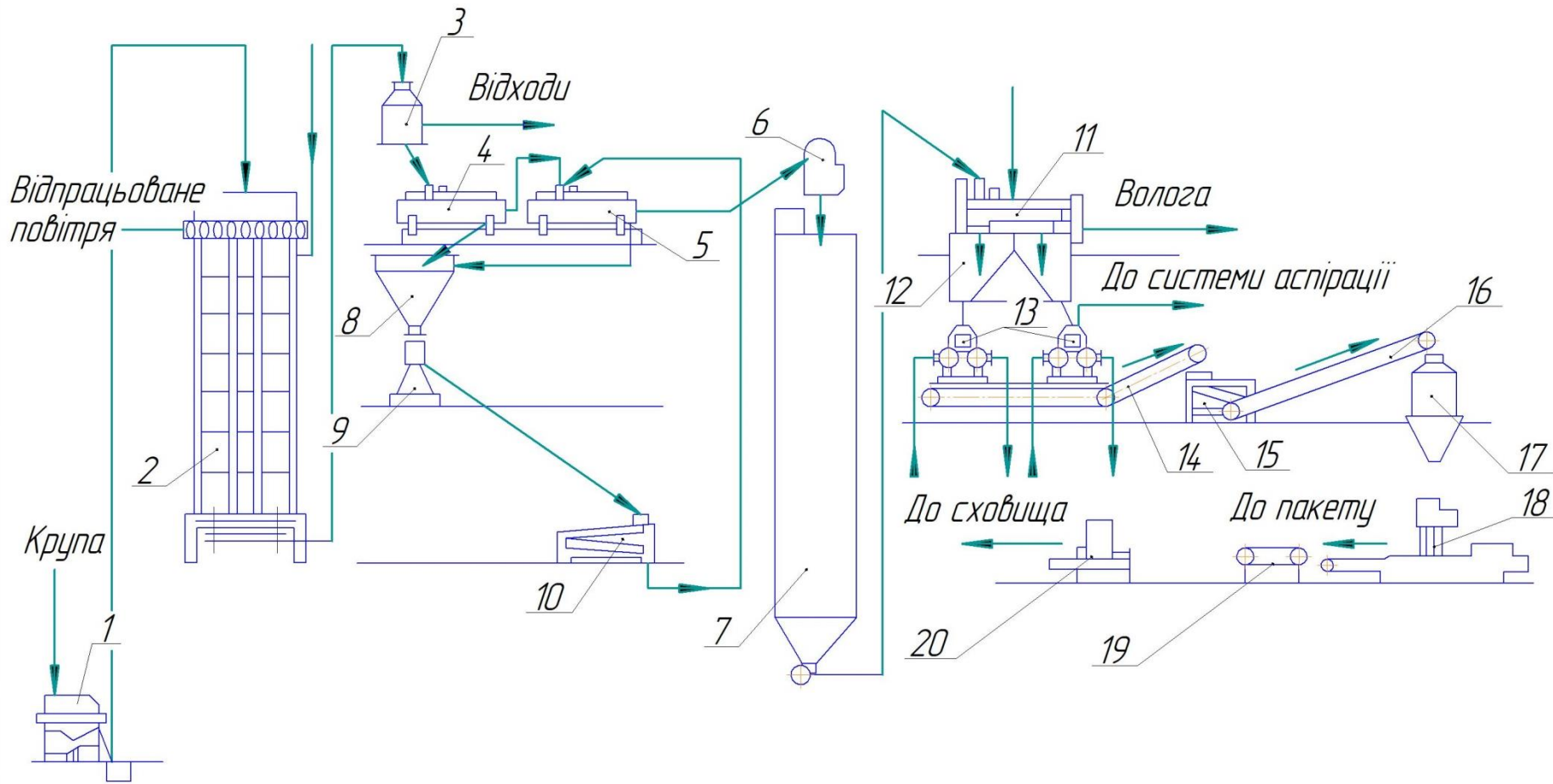
					МАХВ ДП 22.04.00.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Модернізація лінії з виробництва вівсяних пластівців з розробкою пропарювача

Виконав студент
групи МАХВм-21-1
Данилюк О.М.



Машинно-апаратурна схема лінії виробництва вівсяних пластівців



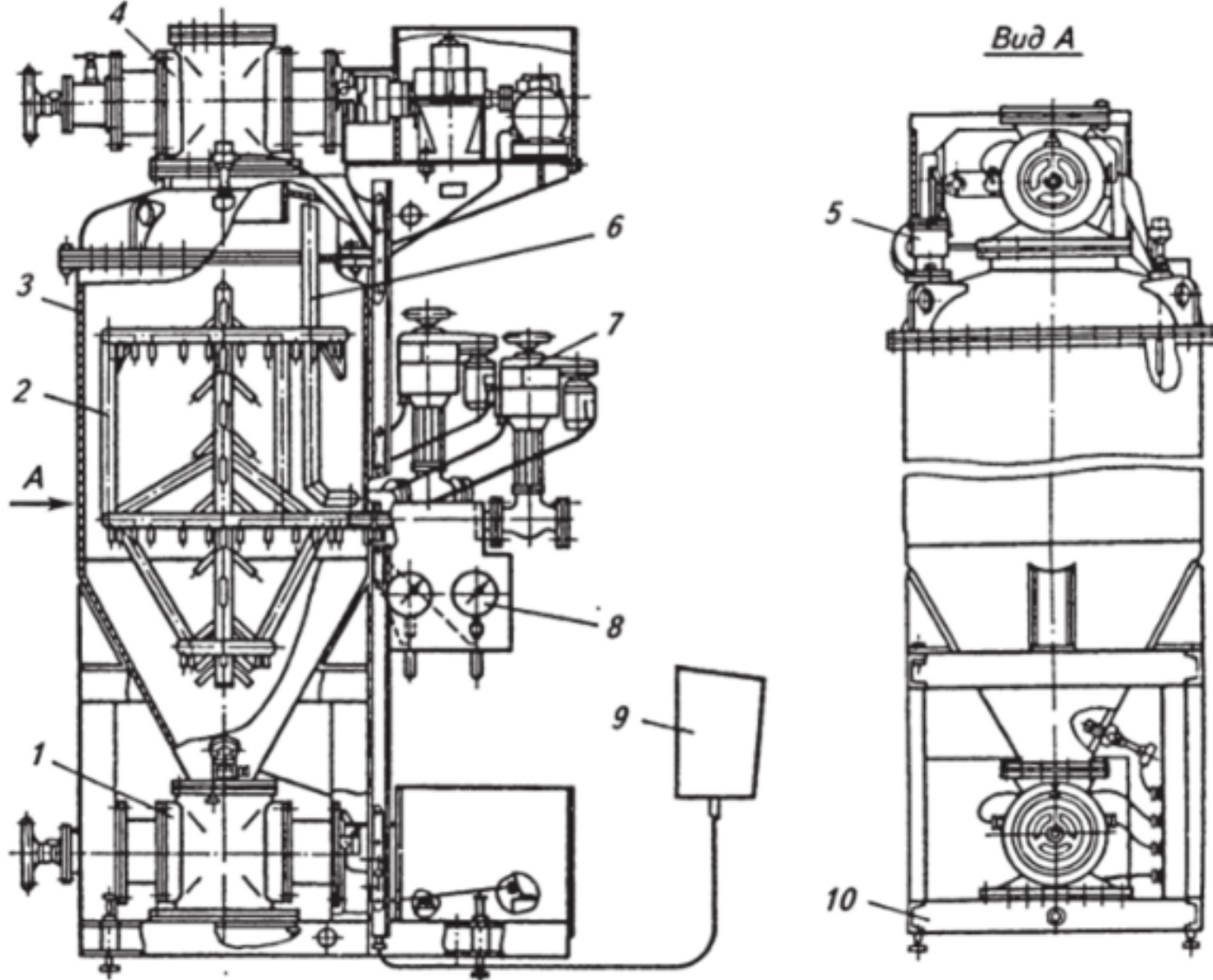
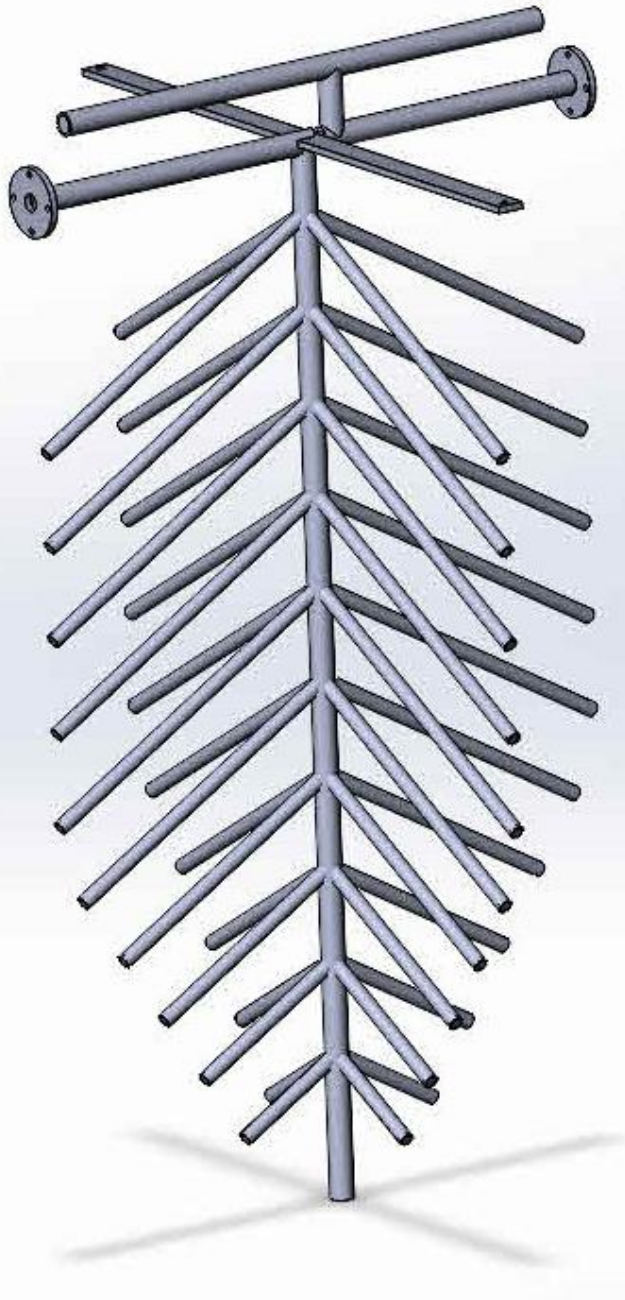


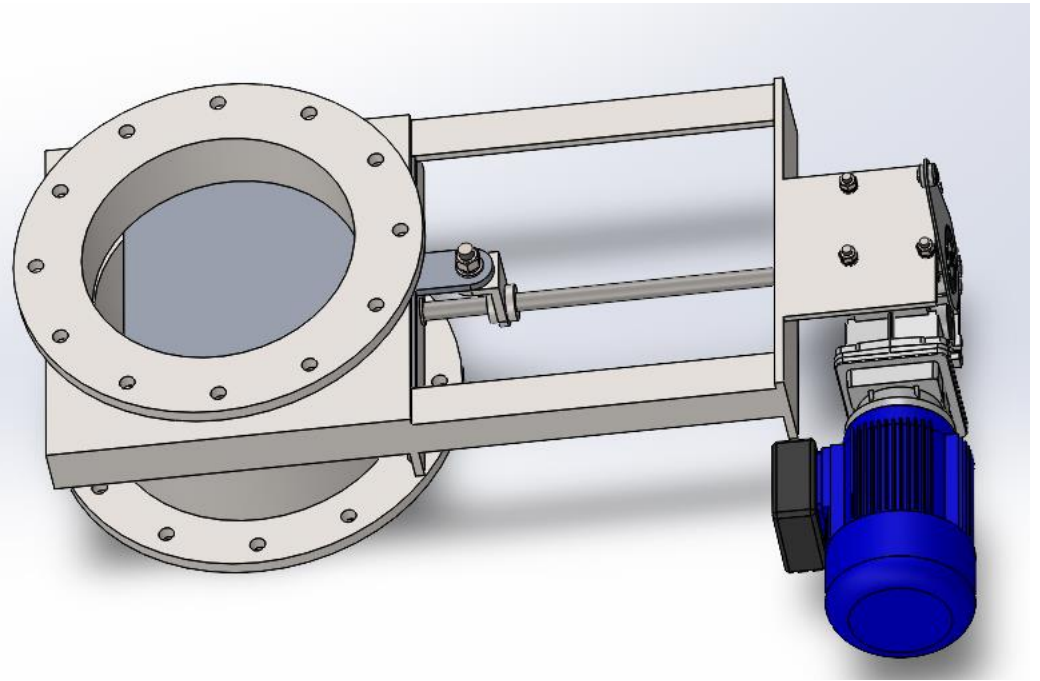
Рисунок 2 – Апарат А9-БПБ для пропарювання зерна круп'яних культур:

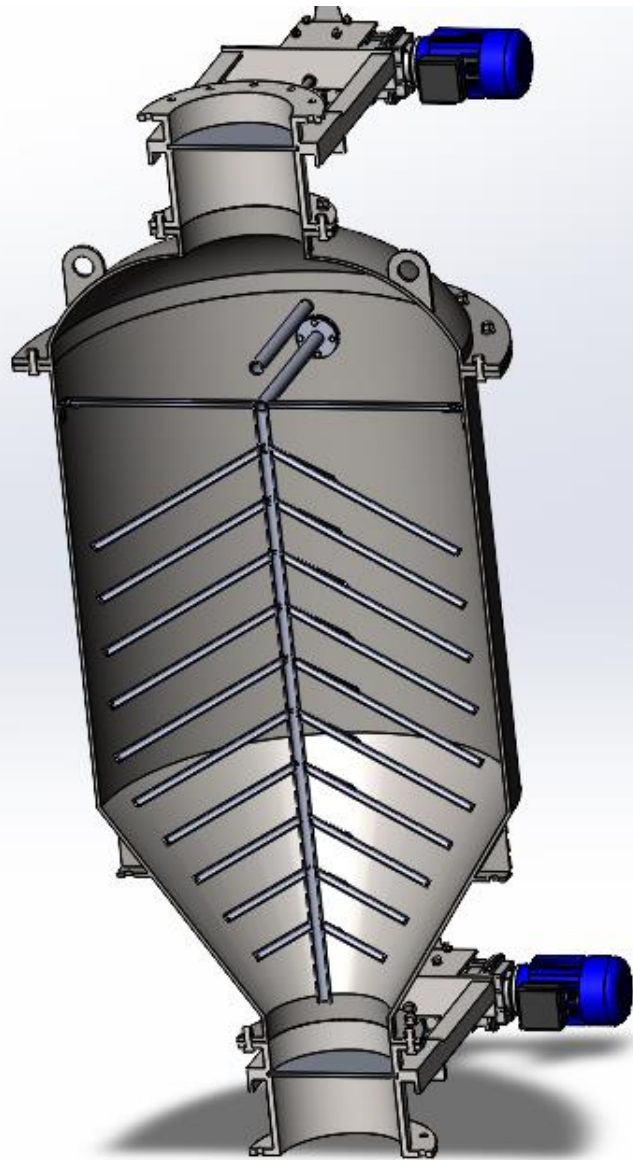
1 - розвантажувальний затвор; 2 - змійовик; 3 - корпус; 4 - завантажувальний затвор; 5 - клапан; 6 - коліно; 7- вентиль; 8 - манометр; 9 - пульт управління; 10 - станина

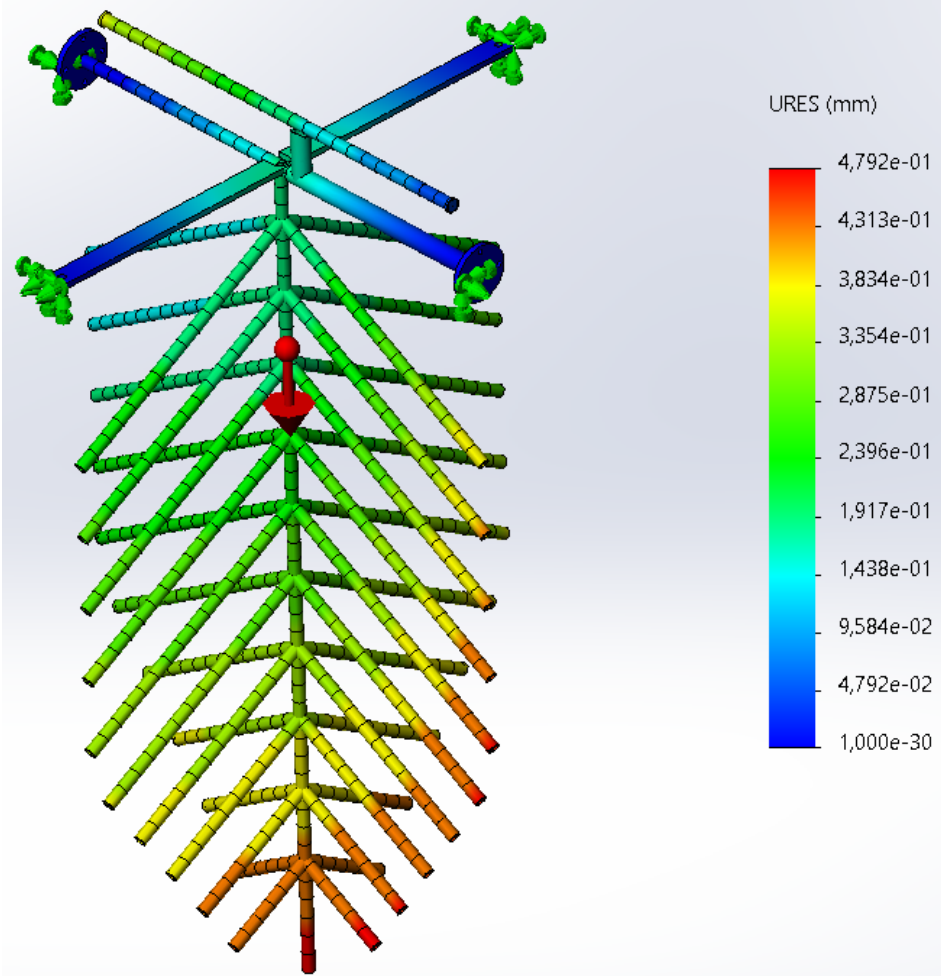
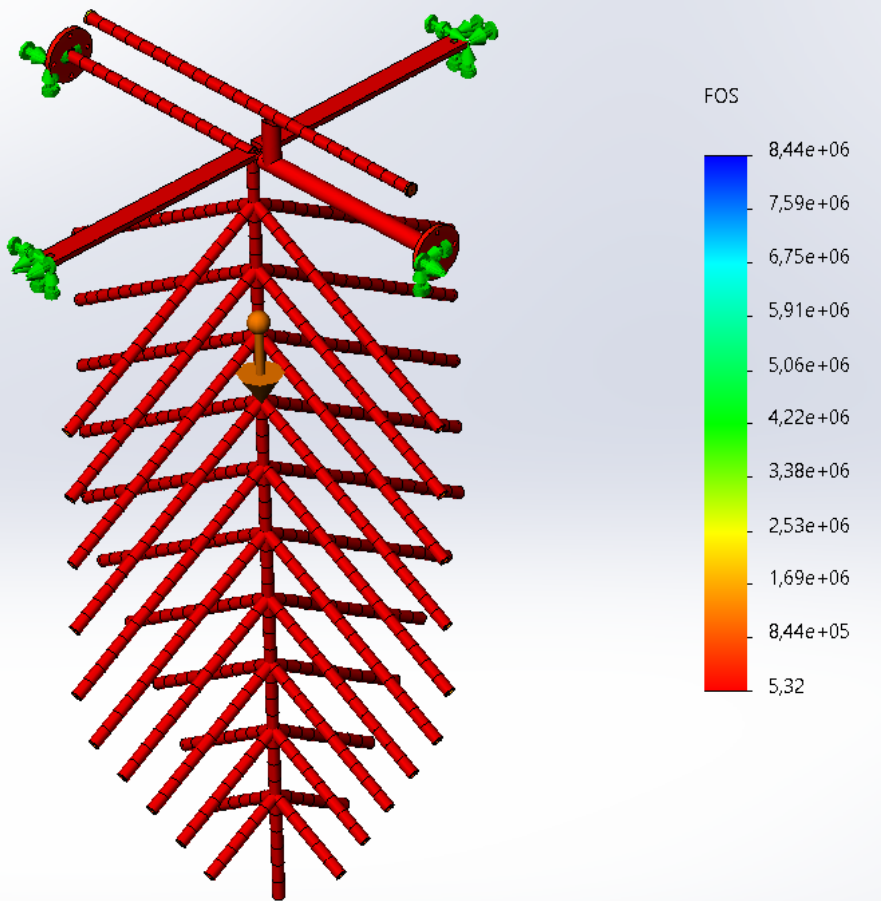
Система подачі пари

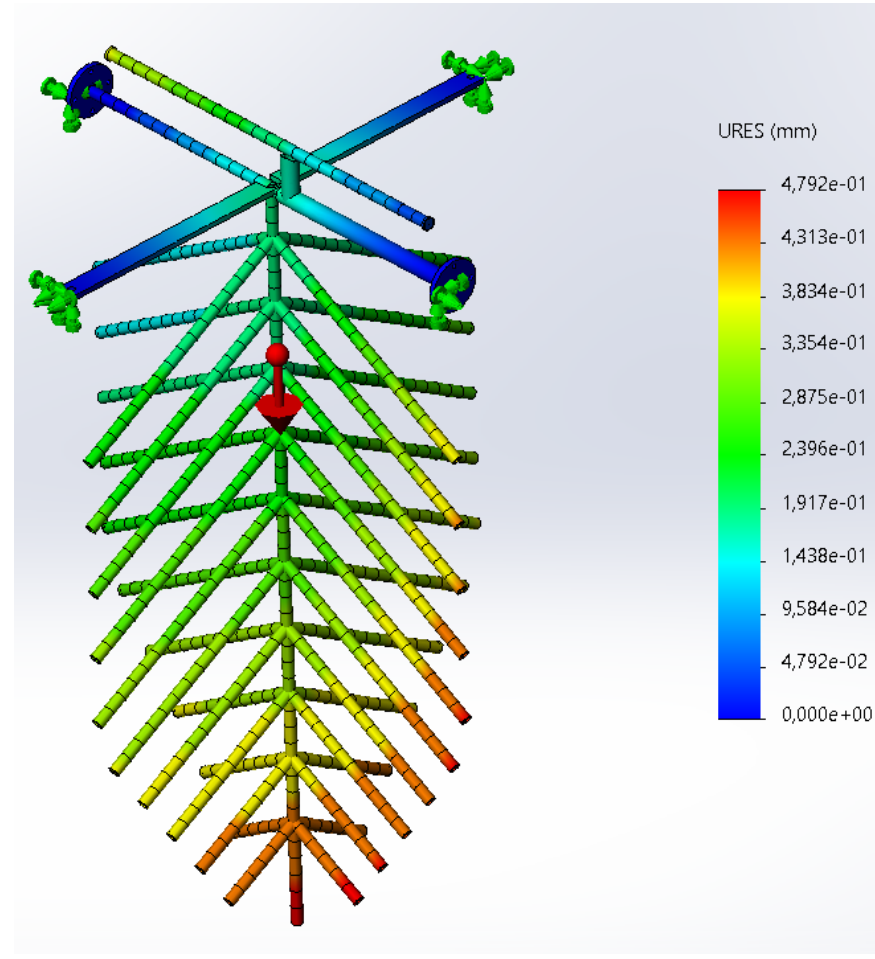
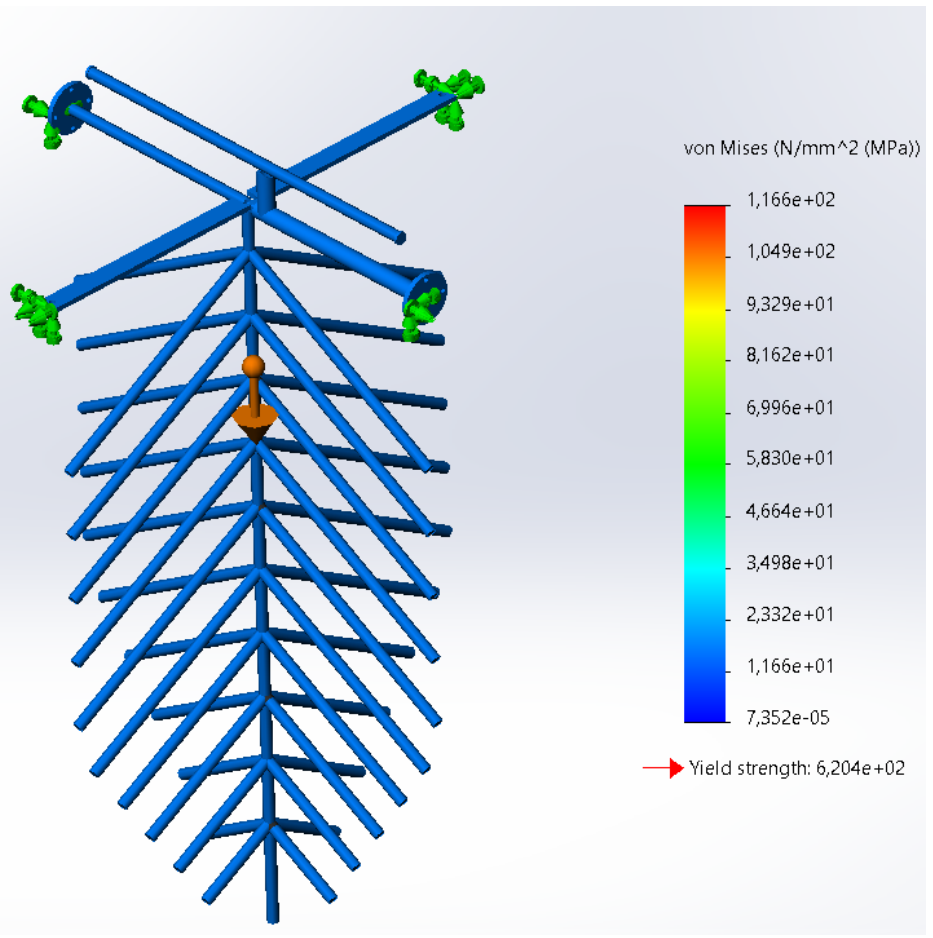


Заслінка з приводом









- **ВИСНОВКИ**

-

- Основною метою даного дипломного проекту була модернізація конструкції пропарювача А9-БПБ для промислової лінії виробництва вівсяних пластівців. Для цього було зроблено наступне.
- В першому розділі було доведено актуальність даної розробки, визначено характеристики продукції та сировини, наведено машинно-апаратну схему лінії виробництва вівсяних пластівців, проведено аналіз її роботи. Зроблено висновок про необхідність удосконалення конструкції пропарювача А9-БПБ з огляду на те, що в оригінальній конструкції будова паропровідника така, що виникає нерівномірність пропарювання по ширині ємності та її форма така, що частина зерен залишається на елементах паропровідника, пропарюючись та підгораючи під час наступного циклу, що значно погіршує якість продукції. Для пошуку рішення було проведено патентний пошук та виявлено прототип. Для знайденого рішення було проведено необхідні конструктивні розрахунки. Також, було надано інформацію стосовно заходів з охорони навколишнього середовища, техніки безпеки та пожежної безпеки.