

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет інженерії транспорту та архітектури  
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

ОС «Бакалавр»

Тема: „ Удосконалення технологічного процесу виготовлення круп з модернізацією пропарювача у товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Обрій» Летичівського району Хмельницької області.»

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство  
Спеціальність 208 Агроінженерія

Шифр ДП АІ 25.14.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-21-1

Петренко А. Г.

Керівник роботи

к.т.н., доц. Борис М.М.

Нормоконтроль

к.т.н., доц. Лук'янюк М. В.

До захисту допускаю:

к.т.н., доц. Мартинюк А.В.

Завідувач кафедри ГМ та АІ

2025 р.

Хмельницький, 2025р

## ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ .....	5
ВСТУП.....	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА.....	7
1.1 Загальні відомості.....	7
1.2 Основні напрямки діяльності.....	8
1.3 Ґрунтово – кліматичні умови господарства.....	9
1.4 Характеристика рослинництва.....	12
1.5 Технічне забезпечення .....	15
1.6 Економічні показники.....	17
1.7 Висновки.....	20
2 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ.....	21
2.1. Аналіз потреби господарства в подальшому розвитку переробної галузі ...	21
2.2 Можливість господарства в забезпеченні сировиною.....	21
2.3 Забезпечення робочою силою .....	21
2.4 Аналіз ринку збуту .....	22
2.5 Вибір теми дипломного проекту та постановка задачі на проектування .....	23
3.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	24
3.1. Характеристика сировини та готової продукції.....	24
3.2. Вибір та наліз технології виробництва продукції.....	26
3.3. Технологічні розрахунки .....	31
3.4. Склад, розрахунок та вибір технологічного обладнання .....	33
3.5. Висновки.....	37
4 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА.....	39
4.1 Аналіз та вибір обладнання для конструкторської документації.....	39
4.2 Шляхи усунення конструкторських недоліків пропарювача зерна гречки...	40
4.3 Основні відомості про пропарювач зерна гречки .....	41
4.4 Обґрунтування та розрахунок конструкційного вдосконалення пропарювача .....	44
4.5. Висновки.....	50

					<i>ДП АІ 25.14.00.00.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Петренко А. Г.</i>			<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Борис М.М.</i>				<i>3</i>	
<i>Реценз.</i>					<i>ХНУ Гр. АІ-21-1</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Лук'янюк М. В.</i>					
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк А.В.</i>					

Удосконалення технологічного процесу виготовлення круп з модернізацією пропарювача у товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Обрій» Лещицького району Хмельницької області.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	51
5.1. Заходи безпеки при роботі технологічного обладнання .....	51
5.2. Пожежна безпека .....	55
5.3. Висновки.....	56
6 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....	57
6.1 Техніко-економічна характеристика модернізованого пропарювача.....	57
ВИСНОВКИ .....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68
ДОДАТКИ .....	70

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

## АНОТАЦІЯ

Дипломний проект на тему: «Удосконалення технологічного процесу виготовлення круп з модернізацією пропарювача у товаристві з обмеженою відповідальністю «Агрофірма «Обрій» Хмельницького району Хмельницької області»

Дипломний проект виконаний на 68 сторінках машинописного тексту та 6 аркушах графічної частини формату А1.

Дипломний проект присвячений розробці технологічної лінії з виробництва круп в умовах ТОВ «Агрофірма «Обрій» Летичівського району Хмельницької області. В проекті проведено аналіз господарської діяльності господарства.

Запропоновано перспективну технологічну лінію по виробництву круп, яка дозволяє збільшити продуктивність і зменшити затрати енергії і людської праці. Проведено розрахунки технологічних операцій та підбір обладнання по них. Проведена модернізація пропарювача, для виробництва круп. Запропонована конструкція пропарювача, в багатьох показниках є кращою ніж попередня.

Розроблені заходи з охорони праці і навколишнього середовища. В економічному обґрунтуванні проведені розрахунки економічної ефективності проекту.

Ключові слова: пропарювач, крупа, технологічна лінія, модернізація, продуктивність.

					ДП А1 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

Одним із основних продуктів сільськогосподарського виробництва є зерно гречки. Воно необхідне для харчування людини і приготування концентратів – корму для птиці та тварин. Завдяки придатності до тривалого зберігання є продовольчим резервом.

Україна має розвинену з сучасним обладнанням переробну промисловість, яка здатна забезпечити населення нашої країни необхідною кількістю круп'яних продуктів високої якості. Ефективність виробництва крупи залежить від якості зерна, досконалості технологічних процесів та обладнання, кваліфікації обслуговуючих кадрів. Майже всі вказані чинники в зернопереробній промисловості України знаходяться на належному рівні, та бракує в окремі періоди високої якості зерна із-за складаних кліматичних умов вирощування.

Технологія переробки зерна представляє собою наукову дисципліну, що вивчає сукупність науково обґрунтованих методів обробки зерна для одержання крупи високої якості. Із-за неоднорідності анатомічної побудови та хімічного складу зерна гречки і його анатомічних частин. Технологічний процес на сучасному круп'яному заводі складний і визначається багато стадійністю, впливом та результатами виробництва багатьох одночасно діючих факторів при високій швидкості їх дії, що утворює управління такими складними процесами.

Для управління таким складним виробництвом як сучасний круп'яний завод необхідні висококваліфіковані кадри спеціалістів озброєних знаннями та уміннями, достатніми для забезпечення ефективного використання природних ресурсів зерна гречки і виробництва крупи високої якості.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

# 1 ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

## 1.1 Загальні відомості

В селі Голосків Хмельницького району Хмельницької області було організоване ТОВ «Агрофірма «Обрій». Загальна територія його на сьогодні становить 9870 га, в т.ч. ріллі – 7706 га.

В КСП протягом останніх років спостерігався стійкий спад виробництва як у рослинництві, так і в тваринництві.

Рішенням загальних зборів КСП було реформовано, земля була розпайована в натурі. Кожен член КСП отримав державний акт на свій пай 6,5 га. Витрати на проведення цієї клопіткої роботи склали 70 тис. грн. Майновий пай в натурі не розпайовувався, а був оцінений в грошовому виразі і кожному члену КСП була визначена сума майнового паю в грошах залежно від його трудового вкладу в господарство за попередні роки.

Проведена робота по розпаюванню послужила основою для організації товариства. Майнові і земельні паї колишніх членів КСП були передані в уставний фонд товариства, що дозволило уникнути цілого ряду негативних моментів. Інвестором і юридичною особою в процесі реструктуризації господарства виступило підприємство ТОВ «Агрофірма «Обрій».

Перед реформованим господарством в перші дні стала проблема: як припинити спад виробництва і організувати його на новій правовій, організаційній і технологічній основах. Для цього знадобився пошук, освоєння і впровадження нових науково обґрунтованих технологій сільськогосподарського виробництва, реконструкція і створення відповідної до потреб матеріально – технічної бази, закріплення технології і трудової дисципліни.

На базі вивчення передових технологій вітчизняних і закордонних вчених, інститутів і фірм керівництвом товариства була розроблена конкретна програма

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

розвитку господарства на найближчі 5 років. Цій розробці передував пошук інформації і досвіду з провадженням передових технологій.

В галузі землеробства нам допомогло ознайомлення і використання ґрунтозахисних технологій, розроблених вченими Національного університету біоресурсів і природокористання для ґрунтово – кліматичних умов нашої місцевості.

В галузі тваринництва ми орієнтувалися на використання досвіду передових господарств України в галузі тваринництва, а саме таких як Агро-Союз.

## 1.2 Основні напрямки діяльності

У рослинництві – впровадження ґрунтозахисних систем землеробства з розширенням, відтворенням родючості ґрунтів та поступовим переходом на ґрунтозахисне біологічне і точне землеробство. Це основне завдання повинно вирішуватись застосуванням ґрунтозахисних технологій з мінімалізацією обробітку ґрунту, відтворенням родючості ґрунтів за рахунок органічних і мінеральних добрив, використанням біологічних препаратів для покращення фосфатного режиму, біостимуляторів розвитку і росту рослин. Цій меті відповідає також пошук більш урожайних видів рослин і їх сортів, використання насіння високих репродукцій, захист рослин від шкідників і хвороб.

У тваринництві – реконструкція тваринницьких ферм і створення нової матеріально – технічної бази, безприв'язне холодне утримання худоби, збалансована цілорічна годівля дійних корів концентрованими кормами, племінна і селекційна робота. У зберіганні і переробці зерна – будівництво критого току і свого елеватора, будівництво і оснащення лабораторії по визначенню якості сільськогосподарської продукції і її сертифікація, будівництво млина, пекарні, комбикормового цеху, лінії очистки зерна і протруювання посівного матеріалу.

У впровадженні і вивченні нових технологій – утворення навчального центру з впровадженням наукового центру для проведення наукових досліджень з

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

удосконаленням технологій, модельного підприємства з впровадженням новітніх технологій, випробування імпоротної техніки з метою вибору найкращих машин для наших ґрунтово – кліматичних умов і технологій, інструментальної бази з порівняльного аналізу різних технологій і новацій. У сфері економіки і бухгалтерського обліку – економічний аналіз роботи структурного підрозділу, розробка комп'ютерних програм реального бухгалтерського обліку матеріалів і витрат, систематичного балансу в кожному підрозділі. У даний час ТОВ «Агрофірма «Обрій» має більше 1 тис. голів ВРХ, більше 1,5 тис. свиней. МТП включає в себе 18 різних комбайнів, 20 тракторів, більше як 60 одиниць сільськогосподарських машин і знарядь. 26 % техніки складають машини імпортного виробництва, а вся остання техніка вітчизняна, але знаходиться у належному стані. Введений в експлуатацію критий тік загальною площею 4,4 тис.м<sup>2</sup>, вагова, сучасні лабораторії аналізу зерна і іншої сільськогосподарської продукції, ґрунтова аналітична лабораторія, почалася дослідникова експлуатація супутникового контролю полів (точне землеробство). Завершена реконструкція і введений в експлуатацію тваринницький комплекс на 75 голів ВРХ червоної степової породи. Валовий збір зерна в 2018 році склав 7400 тон зерна, середня урожайність зернових – 25 ц/га, середній надій на корову – 4640 л, рентабельність виробництва – 13 %.

### 1.3 Ґрунтово – кліматичні умови господарства.

#### 1.3.1 Ґрунти господарства

ТОВ «Агрофірма «Обрій» розташоване у Лісостеповій зоні. Основні площі землекористування господарства зайняті чорноземами: звичайними мало гумусними і їх змитими та намитими різновидами. Вони мають сприятливі для землеробства водно-фізичні, фізично-хімічні та агрономічні властивості.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

За даними польових обстежень в орному шарі ґрунту господарства в середньому міститься 4,3 % гумусу, 2,2 мг нітратного азоту, 14,2 мг рухомого фосфору, 14,1 мг обмінного калію на 100 г ґрунту.

Ґрунтам властива нейтральна та близька до нейтральної реакція ґрунтового розчину: рН сольової витяжки 6,5, водної – 7,1, гідролітична кислотність 0,99 мг-екв. на 100 г ґрунту, насиченість вбирного комплексу катіонами складає 97 %.

За показниками вмісту поживних речовин ґрунти господарства добре забезпечені азотом, але підвищено і високозабезпечені фосфором і дуже високо – калієм. Це одна з особливостей впливу на ґрунти обробітку їх без обертання скиби. За вмістом мікроелементів ґрунти господарства мають високий рівень міді, середній і високий – кобальту та магнію, низький – цинку. Вміст в ґрунтах господарства важких металів в 2 – 10 разів менший, ніж гранично допустимий. Не виявлено в них залишків стійких пестицидів, а вміст радіонуклідів знаходиться на рівні фоновому радіоактивного забруднення.

На території господарства проявляється водна ерозія і періодично – вітрова. Площа еродованих ґрунтів складає 17 % ріллі. Для них характерний укорочений гумусовий горизонт, вони містять менше поживних речовин і продуктивної вологи, мають гірші фізично-хімічні та водно-фізичні властивості. Досягти максимальної віддачі від таких ґрунтів можна лише за умови послаблення і припинення водної та вітрової ерозії.

Підвищення родючості ґрунтів, захист їх від факторів деградації, збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, економія енергоресурсів та забезпечення екологічної безпеки навколишнього середовища покладені на ґрунтозахисну систему землеробства, яка впроваджується в господарстві.

За умов виходу господарства на ринкові відносини зростають ціни на мінеральні добрива, значно підвищується роль місцевих органічних добрив як засобу підвищення продуктивності рослин і досягнення в якості органічних добрив на полі залишають нетоварну частку врожаю: соломі, подрібнені стебла кукурудзи, соняшника, сорго. Одна тонна їх з компенсацією азотної недостатності внесенням

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

10 кг діючої речовини азоту по своїй дії і після дії на врожай і накопичення гумусу в ґрунті дорівнює 5 тоннам напівперепрілого гною.

Екологічний стан ґрунтів і навколишнього середовища дозволяє господарству вийти на біологічне землеробство і вирощувати екологічно чисту продукцію для дитячого лікувального та профілактичного харчування, що планується зробити в найближчі роки.

### 1.3.2 Кліматичні умови господарства

ТОВ «Агрофірма «Обрій» розташоване в зоні ризикового землеробства. Основним лімітуючим кліматичним ресурсом є опади. За останні 10 років річна сума опадів коливалась в межах від 321 мм в 2014 році до 746,6 мм в 2024 році. За час існування ТОВ «Агрофірма «Обрій» найбільш сприятливим за рівнем зволоження був 2020 рік, а особливо посушливим – 2024 рік.

Полосові діаграми рівня зволоження протягом вегетаційного сезону, розраховані за Госсеном-Вольтером, за середніми багаторічними даними зображають у вигляді прямих діаграм. Наведені дані свідчать, що в умовах найбільш вологого забезпеченого 2020 року явище ґрунтової посухи на протязі вегетаційного сезону взагалі відсутнє, а в 2024 році тривалість посухи складала 45,2 % вегетаційного сезону. Лише початок і кінець вегетаційного сезону характеризувались рівнем зволоження. За середніми багаторічними даними нестача вологи для розвитку сільськогосподарських культур спостерігається на протязі 12,7 % тривалості вегетаційного сезону. В цих умовах одним з пріоритетних завдань механічного обробітку ґрунту є накопичення і збереження вологи. Світова практика і досвід господарства свідчать, що завданню збереження вологи найбільш відповідає мінімальний обробіток ґрунту культиваторами. Це було однією з основних причин відмови спеціалістів господарства від полиневого обробітку ґрунту. Вегетаційний сезон за даними дослідної станції триває з 03.04. по 31.10. (дати стійкого переходу темпе-

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

ратури повітря через +5 °С) . Без морозний період по середніх багаторічних датах починається з 17 березня, а завершується 24 листопада.

Весна починається з переходу середньодобової температури повітря через 0 °С і завершується при досягненні 15 °С, за середніми багаторічними даними вона триває 53 дні, але за останні 4 роки відмічалися дуже великі відхилення.

Наприклад, в 2021 році весна почалася на 30 дні раніше нормальних строків. При цьому протягом майже всієї весни утримувався підвищений на 3 - 11 градусів температурний режим. Однак, кінець весни характеризувався аномально холодною погодою. Температура на поверхні ґрунту в деякі дні опускалася до 5 – 7 градусів морозу. В цілому весна продовжувалась майже в двічі звичайного.

Літо по середнім багаторічним даним триває 97 днів. В 2023 році його тривалість була майже на один місяць довша і склала 125 днів. При цьому почалося воно на два тижні пізніше строків.

Осінь звичайно триває 45 – 50 днів. В 2024 році її тривалість була майже – 35 днів.

Таким чином, суттєві коливання кліматичних умов вимагають від аграріїв користування технологій відповідно до умов, що складаються. Звідки є обов'язковою вимогою до технології є її пластичність – здатність і можливість її адаптації до коливань кліматичних умов. Цій вимозі на думку спеціалістів, більше відповідає мінімальна технологія ніж традиційна.

#### 1.4 Характеристика рослинництва

##### 1.4.1 Структура посівних площ

При утворенні ТОВ «Агрофірма «Обрій» площа ріллі складала 7005 га. В 2018 році вона збільшилась до 9807 га. збільшення площ на 2802 га було зумовлено прийняттям на роботу в господарство кількох членів КСП, які зразу після роз-

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

паду КСП утворили самостійні фермерські господарства, але вони через деякий час збанкрутіли.

За час освоєння енергозберігаючих вирощування культур в структурі посівних площ господарства відбулися зміни, причинами яких були:

1. Коливання кон'юнктури ринку с.-г. продукції. У відповідності до вимог ринку у господарстві збільшили долю зернових культур з 32 % до 45 – 47 %. В зерновій групі співвідношення озимих і ярих культур коливається по роках в залежності від умов, що створюються під час посіву озимих культур та їх стану після зими.

Основною озимою культурою є пшениця, доля якої в групі озимих зернових культур складає 95 – 98 %. В останні роки агрономічною службою господарства розширено валовий набір озимих культур, які вирощуються на зерно.

Серед ярих основною культурою є кукурудза, доля якої в групі ярових зернових культур складала 55 – 60 %. Висока здатність технології, невисока урожайність і несприятлива кон'юнктура кукурудзи на зерновому ринку зумовили те, що в 2019 році площу зернової кукурудзи зменшили до 650 га, що складає 49 % групи ярових зернових культур. При цьому різко збільшена площа ярих зернових культур, наприклад, ячмінь – майже в два рази, овес – в три рази.

Висока економічна ефективність вирощування круп'яних культур зумовила суттєве зростання даної культури в структурі посівних площ: з 236 га в 2017 році до 337 га в 2019 році.

2. Наявний набір техніки. Цим фактором викликана відмова від вирощування гороху, технологія якого не могла бути забезпечена наявним в господарстві набором сільськогосподарської техніки. В групі бобових культур основною виступає соя, ранньостиглі сорти якої є добрим попередником для озимих культур.

3. Основними кормовими культурами є: багаторічні трави, частина яких за останні 4 роки в кормовій групі збільшилась з 15 % до 45 %; кукурудза на силос, частина якої зменшилась з 51 % до 24 % та ярі й озимі однорічні трави. Менша урожайність ярих однорічних трав зумовила їх заміну озимими культурами.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Структура посівних площ приведена в таблиці 1.1.

Пластичність схеми польової сівозміни дає можливість спеціалістам господарства без принципового її порушення регулювати посівну площу та валовий збір сільськогосподарських культур відповідно до економічних та господарських умов, що складаються.

Спеціалісти господарства вважають, що на сьогодні структура посівних площ не є оптимальною. Тому робота з удосконалення продовжується.

#### 1.4.2 Удобрення сільськогосподарських культур

Система удобрення культур є однією з ланок ґрунтозахисної технології їх вирощування. Слід відзначити, що система удобрення при мінімальній технології відрізняється від тієї, що застосовуються при оранці.

Дана технологія передбачає також накопичення на поверхні ґрунту поживних решток культур які захищають ґрунт від руйнівної сили вітрів та водної ерозії, забезпечуючи розширене відтворення ґрунтової родючості та зменшують випаровування з поверхні ґрунту.

Для забезпечення позитивного балансу ґрунту на полі передбачене внесення гною під кукурудзу на зерно та кукурудзу на силос в нормі 40 т/га, залишення на полях нетоварної частини врожаю: соломи озимої пшениці, ячменю, а також подрібнених стебел кукурудзи та соняшнику з компенсацією азотної недостатності, внесенням 10 кг діючої речовини азотних добрив на кожен тону післяжнивних решток.

Таблиця 1.1.

#### Структура посівних площ ТОВ «Агрофірма «Обрій»

Культури	2022		2023		2024	
	га	%	га	%	га	%
Рілля	6787	100	6722	100	7706	100

									ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						14



Зміна виробничих відносин, перехід до ринкової економіки, загострення кризової ситуації в сільському господарстві України зумовило необхідність пошуку нових нетрадиційних підходів до вирішення проблеми рослинництва. Творчий підхід до вирішення глобальних проблем рослинницької галузі уже сьогодні базується на перегляді та удосконаленні технологій виробництва рослинницької продукції та її технічного забезпечення.

Стратегічним напрямком вирішення є мінімізація інтенсивності та глибини основного обробітку ґрунту в 2020 році дозволило знизити витрати часу на 41 % і пального на 21 % на виконання основного обробітку ґрунту в порівнянні зі старою системою полиневої оранки.

Одночасно із зміною системи обробітку ґрунту приходить зміні технології вирощування сільськогосподарських культур та їх технічного забезпечення і цілому.

Стратегія рентабельного рослинництва формується в декілька етапів. Перший етап – перехід на нову технологію і забезпечення системою машин для комплексної механізації технології вирощування сільськогосподарських культур; другий етап – вдосконалення системи технічного забезпечення з метою підвищення її продуктивності та рентабельності.

Коли на першому етапі ставилось завдання лише виконання технологічних процесів, то на другому високопродуктивне рентабельне використання техніки за рахунок освоєння потужних тракторів та широкозахватних знарядь.

Економія в системі основного обробітку ґрунту за рахунок використання потужної техніки і широкозахватних агрегатів вимагає часу в 10 разів більше, пального в 3,4 рази більше, коштів на 23 % менше на гектар ріллі у порівнянні з традиційною полиневою оранкою.

Важливим елементом технології є збирання врожаю. Для прямого комбайнування зернових культур з розкиданням побічної продукції по полю використовують комбайни Case 2800, Class Mega 416.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Отже рівень механізації господарства досить високий, для наглядності склад МТП господарства приведений в табл. 1.2.

Таблиця 1.2.

Склад МТП господарства

Марка машини	Кількість, шт.	Примітки
1	2	3
Трактори:		Вся техніка в господарстві знаходиться в належному стані.
John Deere 9R	3	
ХТА – 200	2	
Case 7240	1	
Caterpillar 75E	1	
ХТЗ – 3510	4	
Комбайни:	10	
CLAAS Tucano – 300		
CLAAS Mega 416	6	
Case 2800	1	
John Deere W330	1	
Автомобілі:		
Isuzu NPR	3	
Ford Cargo 0911	1	
Chevrolet Aveo	4	
Renault Duster	3	
Автобуси:		
Mercedes-Benz Sprinter	1	

1.6 Економічні показники

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

На сьогоднішній день площа ріллі ТОВ «Агрофірма «Обрій» складає 9870 га. Площа посівів в розрізі сільськогосподарських культур, їх урожайність, валовий збір приведені в табл.. 1.3.

Таблиця 1.3.

Економічні показники господарства ТОВ «Агрофірма «Обрій»  
за 2022 – 2024 роки

Культури	Площа, га					Урожайність, ц/га					Валовий збір, ц							
	2022		2023		2024	2022		2023		2024	2022		2023		2024			
	всього	± до 2022	всього	± до 2022	± до 2022	всього	± до 2022	всього	± до 2022	± до 2022	всього	± до 2022	всього	± до 2022	± до 2022			
Озимі	2405		2262	-143	1946	-459	27		30	+3	33	+6	64935		67860	+2925	64218	-717
Ярі	847		865	+18	1179	+332	25		23	-2	26	+1	21175		19895	-1280	30654	+9479
Круп'яні	236		222	-14	337	+101	20		23	+3	28	+5	4720		5106	+386	9436	+4716
Соняшник	1226		1086	-140	1005	-221	15		17	+2	20	+5	18390		18462	+72	20100	+1710
Кормові	1509		2187	+678	2099	+590	30		27	-3	25	-5	45270		59049	+13779	52475	+7205
Картопля	23		'	'	'	'	250		'	'	'	'	5750		'	'	'	'

ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ

Арк.

18

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

Як свідчать данні табл. 1.3., за останні три роки (2022, 2023, 2024) в господарстві в основному спостерігалась тенденція підвищення урожайності сільськогосподарських культур, а відповідно і валового збору, але в таких видах культур як кормові та зернобобові спостерігається спад урожайності.

Належну увагу в господарстві приділяють вирощуванню круп'яних культур, основну площу яких займає гречка. З даних табл. 1.3. видно, що в 2022 році її урожайність склала 15 ц/га, в 2023 році урожайність зросла на 2 ц/га і склала 17 ц/га, в 2024 році урожайність склала 20 ц/га, що на 5 ц/га, або на 13,3 % більше в порівнянні з 2022 роком.

Валовий збір круп'яних культур в 2024 році слав 9436 ц, що на 4716 ц або на 50 % більше в порівнянні з 2022 роком. Це пов'язано з тим, що в 2022 році а також і в 2023 році були по-перше несприятливі погодні умови, а по-друге в господарстві недостатньо звертали увагу на систему удобрення.

Що до озимих культур, то про них можна сказати наступне: урожайність їх підвищувалася з кожним роком починаючи з 2022 року. Так, в

2022 році вона склала 27 ц/га, в 2023 році – 30 ц/га, і в 2024 році – 33 ц/га. А валовий збір склав в 2024 році 64218 ц, що на 717 ц або на 1,1 % менше в порівнянні з 2022 роком і на 3642 ц або на 5,6 % менше ніж в 2023 році.

Низький валовий збір в 2024 році пояснюється тим, що після зимівлі велика кількість озимих вимерзла і їхня площа значно скоротилася з 2262 га в 2023 році до 1946 га в 2024 році. Тому площі під озимими культурами довелося пересіяти ярими культурами, отже площа посівів ярих в 2024 році значно зросла відповідно з 865 га до 1179 га. Урожайність ярових аналогічно озимим також зросла і на відміну від озимих зріс і валовий збір.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## 1.7 Висновки

При розгляданні даного розділу дипломної роботи я можу зробити наступні висновки. В останні роки в КСП відбувався спад виробництва сільськогосподарської продукції, що в свою чергу призвело до занепаду господарства. Поля не оброблялися відповідно до технології, зростала кількість бур'янів, кількість гумусу в ґрунті. Після того як КСП розпаювали і роздали землю селянам, то тоді і утворилося на його базі ТОВ «Агрофірма «Обрій».

Вони співпрацюють в свою чергу з науковими організаціями, використовують передовий досвід західних фермерських господарств, а також вирощують сільськогосподарські культури за найсучаснішими технологіями. Для того щоб зменшити собівартість продукції і відповідно затрати на її виробництво вони збільшують площі полів, використовують широкозахватні агрегати, проводять мінімальний обробіток ґрунту. І вже за останні декілька років родючість ґрунтів значно зросла.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## 2 ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПЕРЕРОБНОЇ ГАЛУЗІ

### 2.1. Аналіз потреби господарства в подальшому розвитку переробної галузі

Подальший розвиток переробної галузі для господарства має дуже велике значення, а саме розробка технологічної лінії з виробництва гречаної крупи. Це пояснюється тим, що при переробці гречки в господарстві значно зменшаться витрати на транспортування сировини, а саме головне, що вартість сировини тобто гречки значно нище ніж вартість гречаної крупи. Крім того, частково вирішиться проблема зайнятості населення, так, як з'являться нові робочі місця в майбутньому цеху. Все це суттєво відобразиться на економіці господарства, що приведе до одержання значних прибутків.

### 2.2 Можливість господарства в забезпеченні сировиною

Як було сказано в попередньому розділі орні землі в господарстві займають досить велику площу і розвитку господарства приділяється велика увага. Для виготовлення крупи можна використовувати насіння різних культур, але в господарстві велика увага приділяється посівам гречки, які займають велику площу, щорічно площа посівів складає близько 300 га. Отже для господарства необхідно розробити технологічну лінію з переробки зерна гречки в гречану крупу. Отже майбутня технологічна лінія буде повністю забезпечена сировиною.

### 2.3 Забезпечення робочою силою

Дані про стан населення на території господарства приведені в табл.. 2.1.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

## Дані про стан населення ТОВ «Нові аграрні технології»

Кількість мешканців, чол.	Роки		
	2022	2023	2024
Всього	1180	1150	1211
Працевдатних	476	468	452
З них зайнято у виробництві	419	401	386
Діти та пенсіонери	285	281	373

За даними табл. 2.1. видно, що в 2024 році населення в ТОВ «Нові аграрні технології» складало 1211 чоловік, серед них працевдатного 452 чоловік, але в господарській діяльності зайнято лише 386 чоловік, що складає 35,6 % решта мешканців діти та пенсіонери різного віку. Отже функціонування в господарстві технологічної лінії з переробки сої в олію, що проектується дасть можливість відкрити нові робочі місця, тим самим частково вирішивши проблему зайнятості населення в господарстві.

Тобто майбутня лінія буде повністю забезпечена робочою силою.

#### 2.4 Аналіз ринку збуту

Проведені маркетингові дослідження свідчать про те, що попит населення на крупи в тому числі на гречану з кожним роком зростає. Її використовують в їжу як висококалорійний продукт.

В сусідніх населених пунктах підприємств з виробництва крупи немає, тому продукцію, що буде вироблятися на технологічній лінії, що проектується можна буде реалізовувати в торговельній мережі на території цих населених пунктів. На незначних відстанях від господарства знаходяться міста, такі як Хмельницький,

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Волочиськ та інші, які мають велику кількість населення, тому реалізація продукції також буде відбуватися для забезпечення потреб в крупах міського населення. Отже ринок збуту крупи буде забезпечений.

## 2.5 Вибір теми дипломного проекту та постановка задачі на проектування

На основі проведеного аналізу в забезпеченні сировиною, робочою силою, ринком збуту, можна зробити висновок, що технологічна лінія з виробництва гречаної крупи буде забезпечена сировиною, робочою силою та ринком збуту. Тому темою дипломного проекту і є проектування технологічної лінії з виробництва гречаної крупи.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

### 3.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1. Характеристика сировини та готової продукції

Гречка – найбільш цінна круп'яна культура. Отримана з її зерна крупа – ядриця характеризується високими поживними, смаковими, дієтичними перевагами та йде на харчові цілі.

Гречана крупа містить значну кількість легкозасвоюваних білків, вуглеводів, жирів. Так, в ядриці 12 – 18 % білка, 3,2 – 3,8 % жиру, 64 – 68 % крохмалю, 0,3 – 0,8 % цукру та інші необхідні для організму елементи.

Цінні дієтичні переваги обумовлюються вмістом в гречаній крупі значної кількості лимонної, малеїнової і щавельної кислот, які сприяють кращій перетравлюваності їжі та засвоєнню поживних речовини. Зерно гречки містить 17 амінокислот, вісім з яких є незамінними для людини.

Плід за хімічним складом неоднорідний. Оболонка (лузга) багата золюю та клітковиною, сімя (крупа, ядриця) має багато білків, крохмалю, жиру. В дрібному зерні значно менше загального азоту та крохмалю, але більше білкового азоту, ніж у крупному. По мірі дозрівання плодів вміст білка і крохмалю збільшується, а клітковини зменшується.

За якістю та кількістю білків гречка займає перше місце серед круп'яних культур. По загальному складу амінокислот вони схожі з білковими речовинами бобових рослин, по вмісту аргініна, ліріна, цисти дина наближається до продуктів тваринного походження.

По вмісту вітамінів з гречаною не може зрівнятися ніяка інша крупа. В ній є багато вітамінів В1, В2 і РР, а також корисних для організму мінеральних солей – залізо, кальцій, фосфор, мідь та інші. Їх кількість в різних частинах рослин коливається: в 100 г плодів міститься міді – 1,06 мг, цинку – 1 мг, йоду – 1,6 – 15,5 мг.

[4]

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Основний продукт переробки гречки – ядриця. Звичайну ядрицю отримують із зерна, яке не піддавалося гідротермічній обробці. Якщо зерно піддають такій обробці, то отримують ядрицю, що швидко розварюється. Ядриця являє собою ядро гречки, звільнене від плодових оболонок і що не проходить через сита з отворами розмірами 1,6\*20 мм. Гречана крупа – практично єдина ціла крупа, яку отримують безпосередньо після шелушіння, тобто не піддають шліфуванню, поліруванню або якій-небудь іншій обробці.

Проділ – це дроблене ядро, що проходить через сито з отворами 1,6\*20 мм і що не проходить через металоткане сито № 080. Спеціально проділ не отримують, його виробництво обумовлено недосконалістю технологічного процесу.

Зерно гречки має форму, яка суттєво відрізняється від форми зерна інших круп'яних культур. Переважна більшість зерен гречки має тригранну форму, хоч інколи зустрічаються плоскі двогранні зерна або багатогранні. Плодові оболонки, маса яких 17 – 25 % маси зерна, не зрослись з ядром по всій поверхні, а тільки в одній точці, тому відділення проходить досить легко. Ядро має також тригранну форму, на поверхні ядра знаходиться насіннева оболонка і алейроновий шар.

Особливість будови ядра – розташування зародка. Який у вигляді пластинки, зігнутий у формі літери S, пронизує все ядро. Зародок достатньо великий, в ньому знаходиться багато білків, жирів, вітамінів. Хоч зародок з крупи не видаляється, гречана крупа володіє гарною стійкістю при зберіганні. Це пояснюється відсутністю доступу кисню до зародка та ендосперму, крім того, ендосперм гречки також дуже крихкий. Все це в поєднанні з крихкими тонкими ребрами ядра приводить до його збільшеної подрібнюваності. [7]

Існують два різновиди гречки – крилата та безкрила. Зерно крилатої гречки з сильно розвинутими ребрами, причому ця форма притаманна в основному крупним фракціям зерна. Таке зерно відносно менше вміщує ядра і більше – оболонок. Безкрилі форми в більшій мірі властиві мілким фракціям. Зерна крилатих форм у яких велика різниця у розмірах зерна і ядра, легше шелушаться. Після шелушіння шелушені і нешелушені зерна розділяються векше.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

Велика кількість хімічних і органічних елементів сприяє використанню цієї культури в різних галузях виробництва.

Із зерна, крім крупи, виробляють муку, вона використовується у пивоварному виробництві.

Гречана крупа по якості повинна відповідати наступним основним вимогам: колір кремовий з зеленуватим або жовтуватим відтінком, а для пропареної крупи, що швидко розварюється – коричневий різних відтінків; запах і смак характерні для гречаної крупи, без сторонніх запахів; вологість не більше 14 %, а для крупи тривалого зберігання 13 %; вміст доброякісного ядра в ядриці першого ґатунку не менше 92,2 %, другого ґатунку не менше 98,4 %, в проділі не менше 98,3 %; вміст колотого ядра в ядриці першого ґатунку не більше 3,0 %, другого ґатунку не більше 4,0 %; вміст не лущених зерен в ядриці першого ґатунку не більше 0,3 %, другого ґатунку не більше 0,4 %.

В гречаній крупі формується також вміст смітної домішки, мучки, зіпсованих ядер, металомагнітної домішки та визначається розварюваність (для крупи, що швидко розварюється). Зараженість в крупі не допускається.

### 3.2. Вибір та наліз технології виробництва продукції

В залежності від того, застосовується водно теплова обробка чи ні, розрізняють два види гречаної крупи: пропарену або не пропарену. В залежності від цього існують два види технологічного процесу отримання гречаної крупи.

Принципова схема технологічного процесу отримання не пропареної гречаної крупи зображена на рис. 3.1.

Для відділення довгих домішок – пшениці, ячменю і т.д. застосовують вівсюговідбірні машини з комірками розміром 6 – 7 мм. Контроль зернових відходів здійснюють на крупо сортувальних столах.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

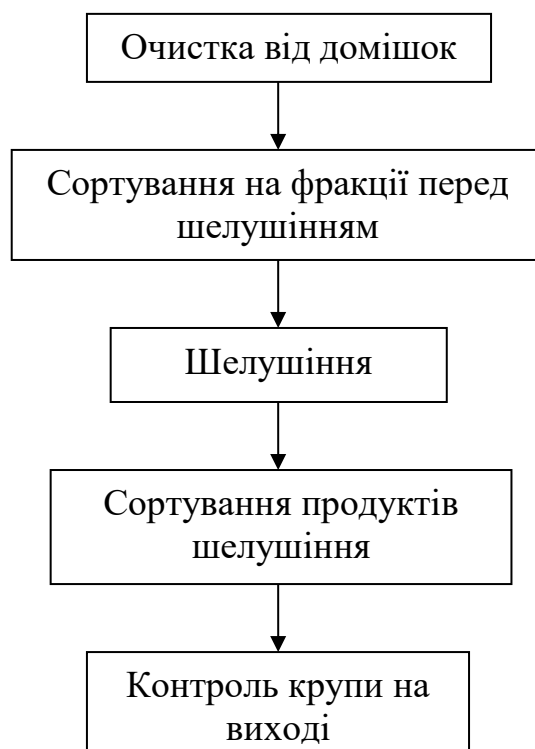


Рис. 3.1. Принципова схема технологічного процесу отримання не пропареної гречаної крупи

Пропарену крупу отримують при гідротермічній обробці гречки. Тому принципова схема технологічного процесу отримання пропареної крупи гречаної має наступний вигляд (рис. 3.2.):

### 3.2.1. Очистка зерна від домішок

Домішки виділяють використовуючи принципи фракційної очистки зерна. Для відділення крупних домішок на першій і другій системах сепарування застосовують сита з трикутними отворами. Для більш ретельного відбору домішок розсіву А1-БРУ. В першому розсіві видаляють домішки на ситах з трикутними отворами і ділять зерно на дві фракції. Кожну з цих фракцій додатково очищують від важковідокремлюваних і легких домішок в розсівах. Фракцію, що містить основну масу мінеральних домішок, як правило мілку, очищують на каменевідбірних машинах або на пневмосортувальних столах.

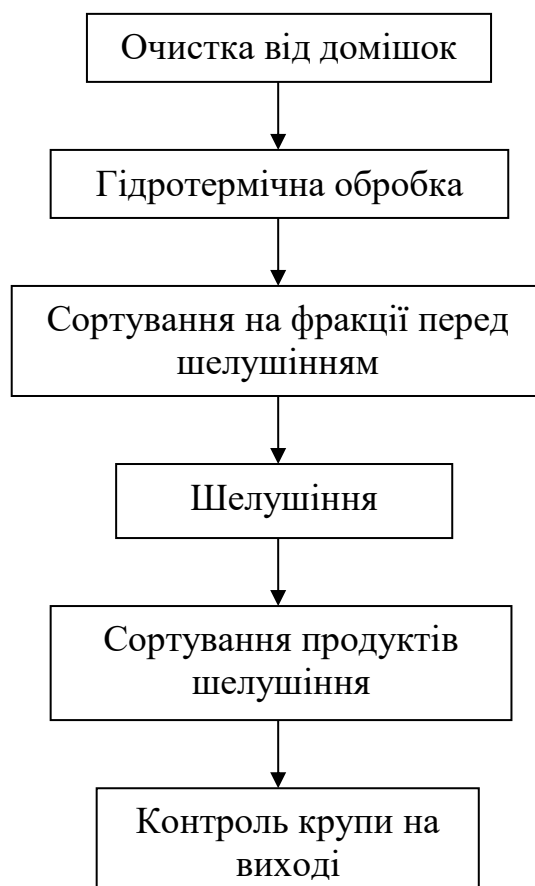


Рис. 3.2. Принципова схема технологічного процесу отримання пропареної гречаної крупи

### 3.2.2. Гідротермічна обробка гречки

Ця операція суттєво підвищує ефективність переробки зерна. Застосування гідротермічної обробки дозволяє знизити вихід продукту до 2 – 3 % і підвищити вихід крупи першого ґатунку. Її проводять за звичайною схемою: пропарювання, сушка, охолодження. Зерно пропарюють в пропарювачах періодичної дії при тисковій парі 0,25 – 0,3 МПа на протязі 5 хв. Потім зерно сушать у вертикальних парових сушилах до вологості 13 – 13,5 % і охолоджують до температури, що не перевищує температуру виробничого приміщення на 6 – 8 °С. Так як початкова вологість зерна здійснює суттєвий вплив на ефективність гідротермічної обробки, а також на зміну кольору крупи, то різниця по вологості партій зерна, що направ-

ляються на гідротермічну обробку, не повинна перевищувати 1,5 – 2 %. В результаті гідротермічної обробки суттєво підвищується коефіцієнт шелушіння зерна, що дозволяє збільшити продуктивність підприємства.

### 3.2.3. Сортування зерна перед шелушінням

Зерно гречки перед шелушінням сортується по крупності на шість фракцій. Сортування зерна на фракції необхідне для наступного видалення ядра із суміші з нешелушиними зернами. Крім основної задачі сортування, вирішується додатково ще дві: калібрування зерна покращує процес шелушіння, скорочує вихід дробленого ядра і мучки і дає можливість додатково виділити важковідокремлювані домішки, що залишились в зерні. Для розподілу зерна на фракції звичайно використовують розсівні А1-БРУ, тому що їх просіюючи поверхня в порівнянні з крупносортувальними машинами більш ніж в три рази вище, крім того, є можливість встановлення оптимальних кінематичних параметрів, що сприяє кращому сортуванню. Основна вимога при сортуванні – ретельне калібрування зерна. В зерні кожної фракції допускається обмежена кількість зерен інших розмірів. Так, в крупних фракціях вміст більш крупних зерен не повинен перевищувати 2 %, а дрібних 4 – 6 %. В дрібних фракціях крупних зерен повинно бути не менше 5 %, а дрібних зерен не більше 3 %. Особливо небажаний вміст мілких зерен. Якщо такі зерна не будуть оброблені при шелушінні, вони можуть просіятися разом з шелушеним зерном, і виділити їх з цієї суміші буде практично неможливо.

### 3.2.4. Шелушіння зерна і сепарування продуктів шелушіння

Шелушать зерна та сортується продукти шелушіння роздільно для кожної фракції. Таким чином технологічний процес включає шість паралельних схем шелушіння і сортування продуктів шелушіння.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Зерна кожної фракції шелушать на вальцедекових станках, робочі органи яких виготовлені з природного каміння або з абразивних матеріалів. Швидкість обертання валків при шелушінні зерна I і II фракції 14 – 15 м/с, III і IV – 12 – 14 м/с, V і VI – 10 – 12 м/с.

Застосування гідротермічної обробки підвищує коефіцієнт шелушіння і знижує вихід дробленого ядра. Так, кількість дробленого зерна по відношенню до маси зерна не повинне перевищувати для I і II фракції при відсутності гідротермічної обробки 2,5 %, а з гідротермічною обробкою 1,5 %. Відповідно при шелушінні III і IV фракції кількість подрібненого ядра не повинна перевищувати 3,5 та 2,5 %. [14]

Продукти шелушіння розділяють в розсівах А1-БРУ, в яких встановлені дві групи сит. Перша група сит призначена для виділення нешелушених зерен. Розмір отворів цих сит залежить від крупності фракції і звичайно на 0,2 – 0,3 мм менше отворів сит, сходом з яких отримана дана фракція. Сход з цих сит представляє собою суміш нешелушених зерен і лузги, після виділення лузги в аспіраторах нешелушені зерна повертають на шелушильні машини. Друга група сит призначена для виділення проділу і мучки. Сход з цих сит представляє собою суміш ядриці та лузги. Після виділення лузги ядрицю направляють на контроль.

### 3.2.5. Контроль крупи та відходів

Ядрицю направляють на контроль двома потоками: в першому потоці об'єднують ядрицю, отриману при шелушінні зерна I – IV фракцій, у другому – V – VI фракцій. Потоки відрізняються також і вмістом домішок: ядриця другого потоку має значно більше домішок, ніж першого.

Контроль ядриці здійснюється шляхом однократного просіювання її у розсівах. В процесі контролю крупи виділяються крупні та важковідокремлювані домішки на ситах з круглими та трикутними отворами. Розміри отворів сит вибирають в залежності від крупності ядриці. Для виділення проділу, що залишився в

					ДП А1 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

ядриці, використовують сита з поздовжніми отворами. Звільнену від крупних домішок і проділу ядрицю провіюють в аспіраторах і контролюють в магнітних сепараторах.

При контролю проділу виділяють більш крупні частки ядра, що представляють собою ядрицю, а також мучку і легкі домішки (лузгу). Так, як крупна фракція лузги в проділі і мілкі частинки ядра мають схожі аеродинамічні властивості, для кращого виділення лузги з проділу його поділяють на крупний та дрібний проділ. Кожну фракцію перевіряють окремому аспіраційних колонках, які дозволяють більш точно регулювати швидкість повітряного потоку в робочих камерах в порівнянні з замкнутим циклом повітря. Крім того, кількість проділу звичайно невелика і продуктивності ланок достатньо. Після провіювання фракції проділу об'єднують.

Також двома потоками контролюють лузгу. Перший потік утворюють з лузги, отриманої при шелушінні зерна I – IV фракції; другий – V – VI фракцій.

Внаслідок того, що гідротермічна обробка покращує основні показники процесу шелушіння, підвищує коефіцієнт використання ядра; крупа набуває коричневого кольору, кількість водорозчинних речовин і коефіцієнт розварюваності збільшується, консистенція каші робиться розсипчастою, а запах – приємним, то приймаємо технологію виробництва пропареної гречаної крупи. До того ж, даний вид продукції користується значним та постійним попитом на ринку продуктів харчування.

### 3.3. Технологічні розрахунки

Розрахунок технологічної лінії буде проводитися згідно даних по врожайності гречки в 2023 році. Отже валовий збір гречки, що був зібраний в ТОВ «Нові аграрні технології» Хмельницького району Хмельницької області за 2023 рік склав 946,3 тон. Частина від зібраного врожаю гречки піде на посів у 2024 році,

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

також частина зерна відійде у відходи. Отже на переробку продукції у гречану крупу з врахуванням сировини, що буде поступати від інших господарств складе близько 850 тон. Виходячи з цього річна продуктивність технологічної лінії з переробки гречки в крупу становитиме 850 тон на рік. Добову продуктивність технологічної лінії можна розрахувати за формулою:

$$Q_{\dot{A}} = \frac{Q_p}{n_d}, \text{ т/доб} \quad (3.1)$$

де  $Q_p$  – річна продуктивність лінії, т/рік.  $Q_p = 850$  т/рік;

$n_d$  – кількість робочих днів у році (не враховуємо робочі та святкові дні),

$n_d = 251$  день.

Звідси,

$$Q_{\dot{A}} = \frac{850}{251} = 3,4, \text{ т/добу}$$

Змінна продуктивність розраховується за формулою:

$$Q_{\dot{q}} = \frac{Q_{\dot{A}}}{n_{zm}}, \text{ т/зм} \quad (3.2)$$

де  $n_{zm}$  – кількість змін на добу.

$$Q_{\dot{q}} = \frac{3,4}{1} = 3,4, \text{ т/зм};$$

Годинну продуктивність технологічної лінії розраховуємо за формулою:

$$Q_{\dot{q}} = \frac{Q_{\dot{q}}}{t_q}, \text{ т/ГОД} \quad (3.3)$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

де  $t_{зм}$  – тривалість однієї зміни, год.  $t_{зм} = 7$  год.

Звідси,

$$Q_A = \frac{3,4}{7} = 0,5, \text{ т/год.}$$

### 3.4. Склав, розрахунок та вибір технологічного обладнання

3.4.1. Склав основного обладнання та існуючі машини, що забезпечують ту чи іншу операцію в технологічному процесі

3.4.1.1. Машини для виділення домішок, що відрізняються аеродинамічними властивостями

Домішки, що відрізняються від зерен основної культури аеродинамічними властивостями виділяють в повітряних сепараторах. Повітряні сепаратори застосовують головним чином для виділення лузги з продуктів шелушіння, а також для контролю крупни і відходів.

Сепарування зернової суміші в повітряному потоці базується на різниці опорів, що здійснюється окремими частками повітряному потоку. Це обумовлюється фізико-механічними особливостями часток, які в даному випадку характеризують їх аеродинамічні властивості.

Повітряні сепаратори за конструкцією поділяються на сепаратори з розімкнутим циклом повітря (аспірації на колонка А1-БКА) та з замкнутим циклом повітря (аспіратор А1-БДА).

3.4.1.2. Повітряно-решітні сепаратори

Для очистки зерна від домішок, що відрізняються від нього шириною, товщиною та аеродинамічними властивостями, застосовують повітряно-решітні сепаратори. В цих машинах зерно очищується на ситах, на яких виділяються крупні та дрібні домішки, що відрізняються від зерна товщиною та шириною.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Потік повітря продуває шар зерна та виносить з собою домішки, що відрізняються від зерна аеродинамічними властивостями. До повітряно-решітних сепараторів такі машини, як ЗС-50, ЗСМ-100, А1-БІС. [12]

3.4.1.3. Машини для виділення домішок, що відрізняються від зерен основної культури сукупністю різних фізичних властивостей

Зерно іноді включає в себе такі домішки як галька, крупний пісок, шматочки металу, шлаку, скла, які об'єднуються під загальною назвою «мінеральні». Ці домішки, вони по власним геометричним розмірам не відрізняються від зерен основної культури, відносять до ряду важковідокремлюваних. Для відділення мінеральних домішок з зерна призначені вібропневматичні каменевідбірні машини А1-БКВ, А1-БКР, РЗ-БКТ.

3.4.1.4. Машини для обробки зерна теплом

Гідротермічна обробка зерна – збагачувальний прийом, що сприяє покращенню технологічних властивостей зерна і підвищенню використання його харчових ресурсів для продовольчих цілей. В результаті гідротермічної обробки покращується якість зерна, та оболонки стають більш в'язкими та еластичними, ніж ендосперм, що сприяє кращому їх відділенню. До машин для обробки зерна теплом відносяться повітряно-водяні кондиціонери, пропарювачі, сушили ВС-10-49. [12]

3.4.1.5. Машини для сортування продуктів подрібнення зерна

Для сортування продуктів просіювання зерна використовують розсіви. Основна частина розсіву – ситові корпуса, що складаються з вкладених один на один дерев'яних рам із натягнутими горизонтальними ситами. Корпуса сит здійснюють круговий поступальний рух в горизонтальній площині. Продукти подрібнення, переміщуючись по ситам розсіву, переходять з гори до низу з рами на раму і поступово просіюються, розділяючись на декілька фракцій, що відрізняються крупністю часток.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

По принципу зрівноваження поступально рухаючихся мас і по способу підвіски балансирів, розсіви поділяються на: кривошипні, самобансуючи з жорстким привідним валом і самобалансуючи з інерційним приводом.

До цих машин відносяться розсіви марок ЗРМ, ЗРШ-4М, ЗРШ-6М, РЗ-БРВ. [12]

#### 3.4.1.6. Магнітні сепаратори

В число різних домішок, що засмічують зерно і продукти його переробки, входять металоманітні домішки із сталі, чавуна та ін.. Розміри і форма таких домішок різні: від мілких часток до кусків, по розмірам значно більших за зерно.

Куски металу потрапивши в оброблюючі машини, прискорюють зношування деталей, що швидко обертаються. Ще один фактор великого значення – небезпека пожеж і вибухів пилу.

Тому перед кожною групою подрібнюючі машин необхідно встановлювати машини для очистки продуктів від металоманітних домішок – магнітні сепаратори марок А1-ДЕС, ДЛ1-С, ЕМ-101, У1-БМЗ. [12]

#### 3.4.1.7. Машини для шелушіння зерна

Шелушіння – зняття квіткових оболонок із зерна. Основна вимога до шелушильних машин – висока ефективність шелушіння при максимальному зберіганні цілісності ядра. Для повного звільнення ядра від залишків оболонки і надання ядру гладенької форми застосовують шліфувальні та полірувальні машини. Для шелушіння застосовують вальцедековий станок СВУ-2, дводековий шелушильний станок типу 2ДШС-3 та ін..

#### 3.4.2. Розрахунок та вибір технологічного обладнання

Розрахунок кількості машин буде проводитися за наступною формулою:

$$n = \frac{Q_{\bar{a}}}{Q_{\bar{a}}} , \quad (3.4)$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

де  $n$  – розрахункова кількість машин;

$Q_{\Gamma}$  – годинна продуктивність лінії, т/год;

$Q_{\epsilon}$  – експлуатаційна продуктивність машини, т/год.

Дійсна кількість машин приймається як найблище ціле число, яке є більшим відносно до розрахованого значення.

Першою машиною, яка буде розраховуватися в технологічній лінії є повітряно-ситовий сепаратор. Розрахункова кількість повітряно-ситових сепараторів визначається за формулою (3.4) і становитиме:

$$n_{i\bar{N}} = \frac{0,5}{1,5} = 0,3$$

Дійсну кількість повітряно-ситових сепараторів марки А1-БІС приймаємо  $n_{\text{пс}} = 1$ .

Наступною машиною у технологічній лінії є розсів. Виходячи з технологічних потреб приймаємо розсів марки РЗ-БРВ у кількості 4 шт.

Розрахункова кількість повітряних сепараторів становитиме:

$$n_{\bar{N}} = \frac{0,5}{2,2} = 0,22$$

Дійсну кількість повітряних сепараторів марки А1-БЗВ приймаємо  $n_{\epsilon} = 1$ .

Після повітряного сепаратора зерно поступає на пневмосортувальний стіл А1-БКР, продуктивність якого становить 1,5 т/год. Отже, визначимо розрахункову кількість пневмосортувальних столів за формулою:

$$n_{iI} = \frac{0,5}{1,5} = 0,3$$

Дійсна кількість пневмосортувальних столів марки А1-БКР складає  $n_{\text{пн}} = 1$ .

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Від пневмосортувального стола зерно надходить до пропарювача марки ПР-1М, продуктивність якого складає 0.24 т/год. Тоді розрахунки їх кількості складатиме:

$$n_{\text{пр}} = \frac{0,5}{0,24} = 2,1$$

Дійсну кількість пропарювачів ПР-1М приймаємо  $n_{\text{пр}} = 3$ .

Після пропарювання зерно гречки сушиться в сушарці марки ВС-10-49, продуктивність якої складає 0,5 т/год. Тоді розрахункова кількість сушарок визначимо за формулою:

$$n_{\text{с}} = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

Дійсна кількість сушарок марки ВС-10-49 становить  $n_{\text{с}} = 1$ .

Обов'язково у склад технологічної лінії входять магнітні сепаратори, кількість яких рівна кількості вальцедекових станків. Магнітні сепаратори приймаємо марки У1-БМЗ.

В даній технологічній лінії гречка розділяється на 6 фракцій. Виходячи з цього приймаємо 6 вальцедекових станків марки СУ-2.

Внаслідок того, що дана спроектована технологічна лінія є в значній мірі незавантажена, то існує можливість для подальшого напрацювання обсягів виробництва гречаної крупи.

### 3.5. Висновки

В даному розділі дипломного проекту була дана характеристика сировини (гречки) та готової продукції – гречаної крупи. Також був зроблений аналіз технології виробництва продукції та вибрана технологічна схема виробництва пропареної гречаної крупи, тому що завдяки гідротермічній обробці підвищуються показники процесу шелушіння та коефіцієнт розварюваності зерна.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

Також в цьому розділі здійснені основні технологічні розрахунки, які показали, що годинна продуктивність проекрованої лінії становить 0,5 т/год. Виходячи з продуктивності технологічної лінії був проведений розрахунок та вибір технологічного обладнання для переробки зерна гречки.

					<i>ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						38
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

## 4 КОНСТРУКТОРСЬКА РОЗРОБКА

### 4.1 Аналіз та вибір обладнання для конструкторської документації

Вдосконалення машин, механізмів або обладнання є дуже важливою діяльністю в процесі поступового розвитку вітчизняної промисловості. Зокрема це стосується харчової промисловості, яка є ключовою у забезпеченні населення продуктами харчування і яка в останній час достатньо динамічно розвивається.

В технологічній лінії по зереробці гречки зайнята чимала кількість приладів, машин та обладнання, які, в свою чергу, є складними механізмами. Для виробництва гречаної крупи використовуються не тільки механічні передачі, але й широко застосовується пара (яка створюється парогенераторами), пневмомашини, електродвигуни. До таких машин відносяться повітряно-ситові сепаратори, пневмосортувальні столи, пропарювачі, сушилки, охолоджуючі колонки, вальцедекові станки та ін.

Внаслідок того, що в саме обладнання на стадії проектування були закладені конструкторські недоліки, а також того, що сучасне виробництво потребує якомога менших затрат електроенергії та інших енергоносіїв і потребує збільшення продуктивності машин при незмінних їх розмірах – все це є приводом для вдосконалення машин та модернізації обладнання.

Найбільш важливими і економічно вигідними є вдосконалення, які направлені на зменшення використання енергетичних ресурсів (пара, електрична енергія) при незмінній або збільшеній продуктивності обладнання. Така модернізація є найбільш відчутною для фінансового стану підприємства, так як сучасний час затрати на електричну енергію або вироблення пари є чималими.

Тому, виходячи з вищесказаного, Першочерговим в плані модернізації є машини чи обладнання на зразок пропарювача, пневмосортувального стола або шелушильної машини. Так, наприклад, для збільшення продуктивності і змен-

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

шення подрібнення зерна шелушливою машиною в процесі його обробки пропонується застосування механізму, що забезпечує регулювання міжзернового тиску всередині корпусу.

#### 4.2 Шляхи усунення конструкторських недоліків пропарювача зерна гречки

Одним з основних процесів у лінії переробки гречки, який забезпечує високу якість зерна є його пропарювання. Тому для покращення і підвищення ефективності роботи пропарювачів запропонована велика кількість конструкторських модернізацій та винаходів.

Так, наприклад, одна із ідей вдосконалення пропарювача заключається в тому, що з метою скорочення теплових витрат підвищення якості готового продукту, камера пропарювання розташована всередині бункеру і містить вертикальний шнек, а бункер попереднього підігріву має розташований у верхній частині колектор для конденсату, при цьому трубки для відводу вторинної пари розташовані у верхній частині камери для пропарювання і з'єднані послідовно з колектором вторинної пари і колектором для конденсату.

Ще одне з вдосконалень пропарювача заключається в тому, що з метою підвищення продуктивності шляхом забезпечення неперервності процесу, затвори виконані шлюзовими, корпус має подвійні стінки, що утворюють парову сорочку зв'язану через зовнішню стінку з паропроводом підводу пари, при цьому по всьому периметру внутрішньої стінки встановлені парові форсунки, а всередині корпусу – збірний трубопровід, по периметру і висоті якого закріплені в шаховому порядку канали відводу паритрикутної форми, нижня поверхня яких перфорована, причому на паропроводі відводу пари встановлений вентилятор, а в нижній частині корпусу збірний трубопровід виведений через його стінки і з'єднаний з вихідним патрубком вентилятора.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

У нашому випадку вдосконалення пропарювача періодичної дії заключається в тому, що замість колектора розподілу пари, який розташований по центру корпусу, запропоновані чотири колектори розподілу пари розміщені по периметру пропарювача. Пара рівномірно надходить до всіх колекторів через розміщений в нижній частині корпусу круговий розподільник пари. Результатом даної модернізації є те, що кожним з колекторів пропарюється порівняно невелика частина завантаженого в пропарювач зерна гречки (приблизно в 4 рази менше ніж до модернізації), що в першу чергу впливає на підвищення виходу і якості крупи. Так збільшення загального виходу крупи складає 1%, а вихід проділу зменшується з 5 до 4%.

Але найважливішим результатом модернізації пропарювача є зменшення часу пропарювання гречки всередньому на 1 хв за один цикл роботи, що в свою чергу збільшує вихід крупи в кінцевому результаті.

Підвищення якості крупи, зменшення виходу проділу, а також збільшення кількості пропарюваного зерна сприяє покращенню фінансового стану даного підприємства.

#### 4.3 Основні відомості про пропарювач зерна гречки

##### 4.3.1. Будова та принцип роботи

Пропарювач періодичної дії призначений для вироблення крупи зерна гречки, яка швидко розварюється.

Пропарювач має наступну будову: на підставці закріплений зварний корпус з кришкою; всередині корпусу розміщені 4 колектора розподілу пари; зверху і знизу корпус має шарові крани (затвори); нижній затвор має спеціальний отвір для зливу конденсату через блок арматури; на бічній частині корпусу встановлений блок арматури з запобіжним клапаном, манометром і кранами підведення і відведення пари.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

Принцип роботи заключається в тому, що після завантаження корпусу зерном і закриття верхнього затвору всередину пропарювача через колектор від парогенератора подається пара, при цьому відбувається пропарювання зерна. По закінченні пропарювання відкриття кранів блоків арматури випускається пара.

При тискові 0,02 МПа відкривається нижній затвор і відбувається вивантаження зерна.

Контроль таску пари здійснюється візуально за допомогою манометра. На блоці арматури, для захисту пропарювача від недопустимих тисків пари, встановлений запобіжний клапан.

#### 4.3.2. Заходи безпеки при експлуатації

При експлуатації пропарювача слід виконувати наступні заходи безпеки:

- до обслуговування пропарювача допускаються особи, що пройшли виробниче навчання, атестацію та інструктаж по безпечному обслуговуванню згідно «Правил будови і безпечної експлуатації судів, працюючих під тиском»;
- дільниця обслуговування пропарювача, приладів, комунікацій, арматури повинна мати вільний доступ до місць обслуговування;
- корпус пропарювача, рукоятки кранів, трубопровід підводу пари обов'язково теплоізолювати;
- температура зовнішнього шару ізоляції корпусу пропарювача не повинна перевищувати +45°C;
- забороняється експлуатація пропарювача при тискові більше ніж 0,35 МПа;
- забороняється завантажувати пропарювач зерном гречки масою більше 42 кг;
- забороняється експлуатація пропарювача, що має несправності у фланцевих ущільнювачів, запобіжному клапані, кранах і затворах;

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

- забороняється здійснювати будь-які ремонтні роботи на пропарювачі, який знаходиться під тиском [5].
- Дійсні вимоги доповнюються вимогами безпеки обслуговування, що діють на підприємстві-споживачі.

#### 4.3.3. Технічне обслуговування та санітарні правила

Технічне обслуговування включає такі складові:

- перед початком роботи треба виконувати щоденний зовнішній огляд пропарювача;
- під час роботи пропарювача необхідно: 1) слідкувати за показниками манометра; 2) контролювати стан паропроводів, затворів;
- для підтримання запобіжного клапана в робочому стані необхідно здійснювати його продування короткочасним натисненням на виступаючу рукоятку; порядок та строки перевірки справності клапану в залежності від умов технологічного процесу повинні бути вказані в інструкції по експлуатації запобіжних клапанів, що затверджені головним інженером підприємства, що експлуатує сосуд;
- манометр повинен перевірятись відповідно графіку і методиці перевірки контрольно-вимірювальних приладів, що застосовуються на підприємстві-споживачу;
- підприємство-споживач повинно здійснювати: 1) огляд пропарювача не рідше, ніж через 12 місяців; 2) гідравлічні випробування пропарювача з попереднім оглядом не рідше одного разу у 2 роки;
- результати технічного огляду повинні бути записані в паспорт сосуда, працюючого під тиском особою, здійснюючою огляд, з вказанням дозволених параметрів експлуатації сосуда і строків наступних оглядів;
- робота на пропарювачі повинна бути зупинена в наступних випадках: 1) при збільшенні тиску пари в пропарювачі вище 0,35 МПа ; 2) при несправності

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- манометра, запобіжного клапана; 3) при виявленні слідів деформації, втра-  
тах пари, патіння; 4) при несправності кранів і затворів;
- для зупинки пропарювача необхідно: 1) перекрити подачу пари; 2) здійсни-  
ти скидання тиску пари в пропарювачі; 3) злити конденсат; 4) відкрити ни-  
жній затвор при тискові 0,2 МПа і видалити зерно з пропарювача;
  - при виникненні аварійної ситуації під час роботи пропарювача або в примі-  
щенні, де він встановлений, необхідно: 1) закрити кран подачі пари від па-  
рогенератора; 2) відкрити крани випуску пари і зливу конденсату; 3) при ти-  
ску 0,02 МПа відкрити нижній затвор і вивантажити зерно з пропарювача  
[10].
  - Санітарні правила містять такі пункти:
  - санітарна обробка пропарювача є невід’ємною частиною технологічного  
процесу;
  - підприємство-споживач зобов’язане періодично, але не рідше одного разу в  
15 днів здійснювати згідно графіка санітарну обробку;
  - пропарювач повинен бути встановлений в приміщенні з можливістю багато-  
стороннього доступу.

#### 4.4 Обґрунтування та розрахунок конструкційного вдосконалення пропарю- вача

У зв’язку з тим, що проведена модернізація пропарювача безпосередньо  
впливає на величину тиску, який утворюється в середині корпусу, необхідно ви-  
конати розрахунки пробного тиску, розрахунки на міцність корпусу, кришки,  
шпильок фланцевого з’єднання корпусу.

##### 4.4.1. Розрахунки пробного тиску

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Пробний тиск  $P_{пр}$  визначається при проведенні гідравлічних випробовувань, за формулою:

$$D_{i\delta} = 1,25 \cdot P \cdot \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t}, \text{ МПа} \quad (4.1)$$

де  $P$  – розрахунковий тиск, МПа;

$[\sigma]_{20}$ ,  $[\sigma]_t$  – допустимі напруги для матеріалу сосу́ду або його елементів відпо-відно при 20 °С і розрахунковій температурі, Мпа.

Прийнявши для сталі ВСт3  $[\sigma]_t = 131$  МПа;  $[\sigma]_{20} = 140$  МПа;  $P = 0,35$  МПа.

Звідси,

$$D_{i\delta} = 1,25 \cdot 0,35 \cdot \frac{140}{131} = 0,468 \text{ МПа.}$$

Приймаємо  $P_{пр} = 0,5$  МПа.

#### 4.4.2. Розрахунок корпусу на міцність

Прийняті дані для розрахунку:

- розрахунковий тиск – 0,5 МПа;
- внутрішній діаметр сосу́ду – 307 мм;
- розрахункова температура – 20 °С.

##### 4.4.2.1. Розрахунок стінки циліндричної обичайки

Товщину стінки циліндричної обичайки розраховуємо за формулою [3]:

$$S_R = P \cdot \frac{D}{2} \cdot [\sigma]_t \cdot \varphi - P, \text{ мм} \quad (4.2)$$

де  $P$  – розрахунковий тиск, МПа;

$D$  – внутрішній діаметр обичайки, мм;

$[\sigma]_t$  – допустима напруга при розрахунковій температурі, МПа;

$\varphi_p$  – коефіцієнт міцності зварного шва;

$S_R$  – розрахункова товщина стінки обичайки, мм.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

$$S \geq S_R + C, \text{ мм} \quad (4.3)$$

де  $S$  – виконувана товщина стінки обичайки, мм;

$C$  – сума добавок до розрахункової товщини стінки, мм.

Приймаємо  $[\sigma]_t = 140$  МПа;  $\varphi_p = 1$  – для безшовної труби;  $C = 2$  мм (добавка на корозію).

$$S_R = 0,5 \cdot \frac{307}{2} \cdot 140 \cdot 1 - 0,5 = 0,549 \text{ мм.}$$

$$S \geq 0,549 + 2 = 2,549 \text{ мм}$$

Товщину стінки розраховуємо за формулою [3]:

$$S_R = P \cdot \frac{\ddot{A}_{\dot{E}}}{2} \cdot [\sigma]_t \cdot \varphi - P \cdot \frac{1}{\cos \alpha}, \text{ мм} \quad (4.4)$$

$$S_K = S_{KR} + C, \quad (4.5)$$

За розрахунковий діаметр приймаємо внутрішній діаметр більшого кола конуса:

$$\ddot{A}_{\dot{E}} = \ddot{A}$$

Коефіцієнт міцності зварного шва приймаємо  $\varphi_p = 0,9$ ;  $P = 0,5$  МПа.

Тоді,

$$S_R = 5 \cdot \frac{30,7}{2} \cdot 1400 \cdot 0,9 - 5 \cdot \frac{1}{\cos 30} = 0,813 \text{ мм.}$$

$$S_K = 0,813 + 2 = 2,813 \text{ мм.}$$

Приймаємо  $S_K = 4$  мм.

Величину коефіцієнта  $K_1$  розраховуємо за формулою:

$$K_1 = 0,41 \cdot \frac{1 + 3\psi \left( \frac{D_C}{D_{\ddot{N}\dot{I}}} - 1 \right)}{\frac{D_C}{D_{\ddot{N}\dot{I}}}}, \quad (4.5)$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

$$\text{де } \frac{D_C}{D_{\bar{N}i}} = \frac{345}{318} = 1,084$$

А

$$\psi = 1 + \frac{R_{\bar{y}}}{Q_D}, \quad (4.6)$$

де  $R_{\bar{y}}$  – реакція прокладки;

$Q_D$  – рівнодіюча внутрішнього тиску на кришку;

$D_{\text{ср}}$  – середній діаметр прокладки.

$$R_{\bar{y}} = g_0 \cdot F_{iD}, \text{ Н} \quad (4.7)$$

де  $g_0 = 6$  МПа (питомий тиск для паронітової прокладки).

Звідси,

$$F_{iD} = \frac{\pi}{4} \cdot (D_i^2 - D_{Ai}^2), \text{ см}^2 \quad (4.8)$$

де  $F_{\text{пр}}$  – площа прокладки,  $\text{см}^2$ .

$$F_{iD} = \frac{3,14}{4} \cdot (32,9^2 - 30,7^2) = 109,8372, \text{ см}^2,$$

$$R_{\bar{y}} = 6 \cdot 109,8372 = 659 \text{ Н},$$

$$Q_D = 0,785 \cdot P \cdot D_{\bar{N}i}^2, \text{ Н} \quad (4.9)$$

$$Q_D = 0,785 \cdot 0,5 \cdot 3,18 = 396,9117 \text{ Н},$$

$$\psi = 1 + \frac{659}{396,9117} = 2,66$$

Отже,

$$K_1 = 0,41 \cdot \sqrt{1 + 3 \cdot 2,66 \cdot (1,084 - 1)} = 0,51$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Величину коефіцієнта ослаблення для днищ та кришок визначаємо за умови  $\sum d_i \leq 0,7 \cdot D_R$ . Максимальна сума довжин хорд хорд отворів в послабленому перерізі кришки  $\sum(d_i)$  визначається у відповідності з рис. 4.1. без урахування отворів болтів.

У нашому випадку  $d = 80$  мм.

Умова  $\sum d_i \leq 0,7 \cdot D_R$  витримується ( $0,7 \cdot 307 = 214,9$ ).  $80 < 214,9$ .

$$K_0 = \sqrt{1 + \frac{d}{D_R} + \left(\frac{d}{D_R}\right)^2}, \quad (4.10)$$

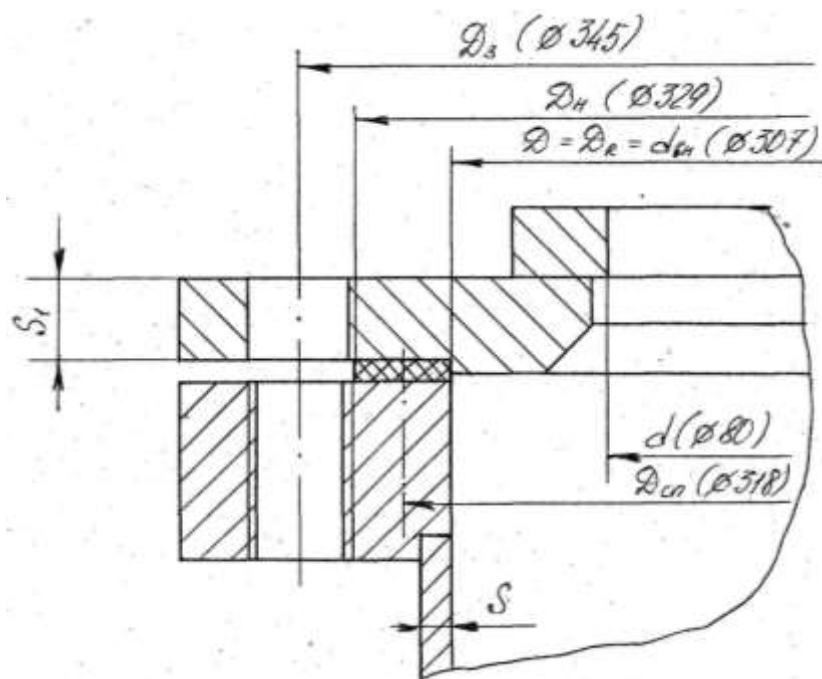
Звідси,

$$K_0 = \sqrt{1 + \frac{80}{307} + \left(\frac{80}{307}\right)^2} = 1,15$$

$$S_{1R} = 1,15 \cdot 0,51 \cdot 30,7 \cdot \sqrt{\frac{5}{1400}} \cdot 0,8 = 12 \text{ мм.}$$

Товщину кришки у місці ущільнення приймаємо:

$$S_I = S_{1R} + C = 12 + 2 = 14 \text{ мм.} \quad (4.11)$$



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Рис. 4.1. Плоска кришка з додатковим бічним елементом

#### 4.4.3. Розрахунок на міцність шпильок фланцевого з'єднання корпуса

Для забезпечення питомого тиску, необхідного для деформування прокладки  $\sigma_y$  та подолання внутрішнього тиску, що намагається відірвати кришку від корпуса, кожна шпилька повинна витримувати зусилля, яке визначимо за формулою [2]:

$$P_0 = \frac{R_f + Q_D}{z}, \text{ кг} \quad (4.12)$$

де  $z$  – число шпильок.

Відстань між шпильками приймаємо в залежності від номінального діаметра шпильки  $d_0$ :

$$S = (4...5) \cdot d_0, \quad (4.13)$$

Приймаємо попередньо  $d_0 = 16$  мм.

$$S = 5 \cdot 16 = 80 \text{ мм}$$

$$z = \frac{L}{S}, \quad (4.14)$$

де:  $L = \pi \cdot \ddot{A}_c = 3,14 \cdot 345 = 1083,8$  мм.

Звідси,

$$z = \frac{1083,8}{80} = 13,5$$

Приймаємо  $z = 12$ .

Визначаємо зусилля, що діє на шпильку:

$$P_0 = \frac{6590 + 3969,117}{12} = 880 \text{ кг.}$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Напруження в стержні шпильки складають [2]:

$$\sigma = 1,27 \cdot \frac{P_0}{d_A} \leq [\sigma_z], \text{ МПа} \quad (4.15)$$

де  $d_b$  – внутрішній діаметр різьби, для М16  $d_b = 13,835$  мм;

$[\sigma_z]$  – допустимі напруження при розтягу.

$$\sigma = 1,27 \cdot \frac{880}{13,835} = 80,78 \leq [\sigma_z] = 115 \text{ МПа}$$

#### 4.5. Висновки

В даному розділі дипломного проекту був зроблений аналіз обладнання, що застосовується в технологічній лінії з переробки зерна гречки. Запропоновані шляхи усунення конструктивних недоліків пропарювача зерна, а також висунута пропозиція щодо вдосконалення колектора пропарювача шляхом встановлення замість центрального патрубку чотирьох колекторів по периметру корпусу, що дає можливість отримувати гречану крупу витрачаючи на її виготовлення значно менше часу.

Нами були проведені необхідні розрахунки, а саме пробного тиску, перевірені розрахунки на міцність корпусу, кришки, а також шпильок фланцевого з'єднання корпусу.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 5.1. Заходи безпеки при роботі технологічного обладнання

#### 5.1.1. Загальні положення

Технологічні процеси підприємств, що пов'язані з переробкою зерна, потребують застосування великої кількості машин, станків і апаратів, невірна експлуатація яких може представляти небезпеку для обслуговування персоналу. Конструкція обладнання, що застосовується і його експлуатація повинні бути такі, щоб не тільки забезпечувати техніко-економічні показники, технологічний ефект, продуктивність праці та якість продукції, але й оптимальні санітарно-гігієнічні і безпечні умови праці.

Безпека обслуговування технологічного, електротехнічного, теплотехнічного і іншого обладнання не залежно від того, на якому підприємстві воно застосовується, забезпечується при додержанні ряду вимог як до самого обладнання, так і до його розміщення в виробничих приміщеннях.

Велике значення приділяється зовнішньому оформленню обладнання, так як це сприяє меншій втомлюваності та підвищенню робото здатності. Машини фарбують в світлі та спокійні тони для покращення зорового сприйняття. Для підвищення видимості небезпечних частин і вузлів рекомендується фарбувати їх червоний або помаранчевий кольори. У цілому забарвлення виробничого обладнання повинна гармонувати із загальним забарвленням інтер'єра.

#### 5.1.2. Основні заходи безпеки при обслуговуванні обладнання

##### 5.1.2.1. Обладнання для обробки зерна і крупи теплом

Необхідно, щоб апарати для обробки зерна теплом були герметичними, вода та пара не повинні проникати у виробниче приміщення. Нагріваємі поверхні апаратів і трубопроводи, що підводять гарячу воду та пару, покривають надійною

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

термоізоляцією. Колонки підігрівача надійно прикріплюють до фундаменту. Секції підігрівача необхідно випробувати на гідравлічний тиск у 810 кПа.

Перед пуском пари підігрівач завантажують зерном доверху. Пару подають під тиском і регулюють вентилями до отримання потрібної температури зерна, що виходить.

Для запобігання аварій на апаратах обов'язково встановлюють запобіжні і редуційні клапани, манометри і термометри. У пропарювачів зерна нижні і верхні кришки повинні щільно прилягати до корпусу і надійно закріплюватись.

Не рідше одного разу у зміну необхідно відкривати вентиляційні отвори у верхній кришці підігрівача для випуску з нього вологого повітря.

Необхідно також слідкувати, щоб завантаження кондиціонера зерном була рівномірною, а у випадку затримки слід негайно вимкнути живлення батареї гарячою водою, сушильної камери – гарячим повітрям і колони кондиціонера – зерном. При зависанні зерна прочистку шахт і каналів здійснюють тільки через мочки й лази.

Під час роботи пропарювачів і сушарок необхідно слідкувати за справністю манометрів і термометрів, герметичністю робочого простору обладнання, ретельною термоізоляцією всіх допустимих гарячих ділянок машин і апаратів, водо та паропроводів, за міцністю з'єднання для виключення проникнення пари у робоче приміщення.

#### 5.1.2.2. Обладнання для відділення металоманітних домішок

Виділення металоманітних домішок запобігає поломці робочих органів ряду машин, а також утворення іскор і можливість вибуху пилу. Тому необхідно особливо ретельно слідкувати за роботою магнітних та електромагнітних сепараторів, магнітних загороджень, своєчасно здійснювати очистку, так як їх ефективність і безпечна робота у значній мірі залежить від вмілого і правильного догляду.

Ці пристрої встановлюють в гарно освітлених місцях з вільним доступом для обслуговування і огляду.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Необхідно ретельно і акуратно очищувати магнітні блоки від приставних до них металоманітних домішок, не допускаючи попадання останніх назад у продукт. Очищувати магніти магнітних сепараторів можна тільки ручною щіткою, знімати домішки рукою не допускається, так це може викликати укол або поранення, а потім нарив долоні або пальця руки.

При експлуатації електромагнітних сепараторів нагрів їх обмоток не повинен перевищувати температуру навколишнього середовища більше ніж на 40°C, деталі сепараторів не повинні нагріватися вище 60°C, а деталі, що доторкаються до продуктів – вище 50°C. Металоманітні домішки у електромагнітних сепараторів знімають з полюсів спеціальними механічними щітками. Забороняється доторкатися руками до полюсів, так як це може привести до ураження електричним струмом. При появі стуків в сепараторі його необхідно негайно зупинити, так як удари можуть викликати утворення іскор.

Для запобігання уражень електричним струмом все електричне обладнання повинно мати надійне заземлення.

### 5.1.2.3. Обладнання для вироблення крупи

При роботі на вальцедекових станках потрібно пам'ятати, щоб барабани станків обертаються із швидкістю біля 15 м/с. Тому необхідно слідкувати, щоб вони були зрівноважені. Це забезпечить безаварійну роботу, зменшить шум та покращить умови праці. При появі стуків або нерівномірного ходу станок повинен бути зупинений.

На виході продуктів із зони шелушіння вальцедекового станка встановлюють відбивам, що запобігає розкидуванню продукту.

Під час роботи станка забороняється підхвачувати руками сторонні предмети, що попали між валком і декою.

Для прочистки зазору у живильного валика застосовують спеціальні скребки.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Не можна допускати експлуатацію станків, якщо валки або деки мають тріщини.

Для безпечного контролю роботи живильного механізму, відбору проб і періодичної перевірки стану механізму підвіски станок забезпечений оглядовими люками. Кожух вальцедекового станка не повинен пропускати пил у приміщення.

Для безпечної експлуатації шелушильного постава робочі поверхні дисків повинні бути суворо горизонтальні і паралельні. Нижній обертаючийся жорнів періодично перевіряють на від балансування за допомогою штанги з крейдою, а горизонтальність робочої поверхні – за допомогою фарби.

Не можна вмикати постав при наявності тріщин, вибоїн і інших нерівностей абразивних поверхонь дисків. Живильний пристрій прочищають спеціальними скребками.

Необхідно слідкувати за тим, щоб штурвал механізму обертася легко, але без самовільного переміщення. Не можна допускати повного спуску штурвально-го механізму, так це може привести до доторкання верхнього та нижнього дисків і їх перегріву, а далі – до деформації (тріщині) та розриву диска.

Для безпечної роботи на шелушильно-шліфувальній машині необхідно слідкувати за надійністю кріплення абразивних дисків на вертикальному валу, за балансування дискового барабана. Шелушильні органи зовні закривають металевим кругом, щоб в приміщення не надходило повітря з пилом.

Не можна допускати до роботи машини з тріщинами та вибоїнами абразивних дисків.

#### 5.1.2.4. Розсів та каменевідбірні машини

Вони повинні працювати плавно, без властивого їм шуму. Під час роботи розсіву не можна очищувати веретено, а також знімати випадково намотавшихся на нього ганчірок. Розсів повинен працювати без стуку, який може бути наслідком порушення центрування підвіски. У цьому випадку для уникнення аварії слід негайно зупинити подачу продукту в цей розсів, скинути привідний пас або вимкнути електродвигун.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Суворо забороняється надівати або скидати вручну приводні паси під час роботи привода.

Необхідно уважно слідкувати за роботою підшипників машин і трансмісій, регулярно їх змащувати, не допускати ненормального нагріву, тому що перегрів підшипника може викликати не тільки аварію машини, але і бути причиною вибуху пилу.

Основна умова безпечної роботи трансмісій – це надійне огороження всіх частин, які обертаються та виступають, незалежно від місця їх розташування у приміщенні.

При пусках та зупинках безвітрених розсівів порушується стійкий режим їх роботи, і вони починають обертатись із значно більшим, ніж звичайно, радіусом коливань. Тому при пусках і зупинках безвіретенних розсівів особливо небезпечно знаходитись біля них.

## 5.2. Пожежна безпека

Для забезпечення пожежної безпеки на підприємствах виконують наступні запобіжні міри: з усіх місць, де відкладається пил, включаючи будівельні елементи будівель, її своєчасно і ретельно прибирають; під час роботи підприємства не допускають застосування відкритого вогню; обладнання розташовують з урахуванням забезпечення необхідних пожежних проходів і розривів; машини і механізми вміщують в відрегульованому й справному стані, забезпечуючи їх плавну роботу, без заїдання або надмірного тертя в частинах, що рухаються; не допускають нагрів підшипників під час їх роботи не вище 55...60°C, вузли і деталі машин, що здійснюють зворотно поступальний рух або обертання, періодично перевіряють на зрівноваженість мас і відбалансованість; забезпечують нормальний натяг приводних пасів, щоб вони не проковзували, не провисали і не вдаряли по огорожі; своєчасно виводять пил.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Технологічне обладнання завантажують рівномірно, не допускаючи перевантажень і завалів машин, що може привести до пожежі. Важливе значення має правильна будова і експлуатація вентиляційного обладнання, нормальна аспірація технологічного обладнання. Повітропроводи своєчасно очищують від пилу, виявлені нещільності в з'єднаннях негайно усувають; в аварійних випадках машину зупиняють і виявлені несправності в аспірації усувають.

В вальцедекових станках абразивний барабан повинен бути без тріщин, вибоїн. Наждачна маса повинна щільно прилягати до металевої поверхні. Абразивний барабан встановлюють так, щоб він при холостому ході і під час роботи не дотикався з поверхнею деки.

У розсівах треба суворо дотримуватися режиму мащення верхнього підвісного і балансірного механізмів, використовуючи для цього мастило високої якості.

### 5.3. Висновки

В даному розділі приведені загальні вимоги до безпеки обслуговування машин та механізмів і основні заходи безпеки при роботі механічного обладнання по переробці гречки. Також наведені головні правила та вимоги по пожежній безпеці як для технологічної лінії в цілому, так і для окремих машин, які несуть підвищену пожежну та вибухову небезпеку.

Додержання вищезгаданих заходів та вимог допоможе звести до мінімуму травматизм на виробництві, а також зберегти у цілому основні фонди підприємства.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## 6 ТЕХНІКО - ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 6.1 Техніко-економічна характеристика модернізованого пропарювача

Модернізований пропарювач для пропарювання однієї партії зерна гречки витрачає часу близько 4 хв., що на 1 хв. менше за пропарювач базисної конструкції. Один цикл пропарювання включає в себе такі операції: завантаження, пропарювання, випуск пари та злив конденсату, вивантаження.

Затрати часу на проведення операції визначаємо за формулою:

$$T = t_3 + t_{пр} + t_{вп} + t_в, \text{ год} \quad (6.1)$$

де  $t_3$  – затрати часу на завантаження пропарювача, хв.  $t_3 = 3$  хв.;

$t_{пр}$  – затрати часу на пропарювання (до модернізації –  $t_{пр} = 5$  хв., після конструкторської модернізації  $t_{пр} = 4$  хв.);

$t_{вп}$  – затрати часу на випуск пари та злив конденсату, хв..  $t_{вп} = 1$  хв.;

$t_в$  – затрати часу на вивантаження гречки з пропарювача, хв..  $t_в = 3$  хв.

Тривалість одного циклу для пропарювача до модернізації становитиме:

$$T = 3 + 5 + 1 + 3 = 12 \text{ хв} = 0.2 \text{ год.}$$

Тривалість одного циклу для пропарювання після модернізації становитиме:

$$T = 3 + 4 + 1 + 3 = 11 = 0,183, \text{ год.}$$

Кількість циклів за добу розраховуємо за формулою:

$$n_{ц} = T_{зм} \cdot \frac{n_{зм}}{T_{дм}} \quad (6.2)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість однієї зміни, год.  $T_{зм} = 7$  год;

$n_{зм}$  – кількість змін на добу.  $n_{зм} = 1$ .

Кількість циклів пропарювача за добу до удосконалення складе:

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$$n_{\delta} = 7 \cdot \frac{1}{0,2} = 35$$

Кількість циклів за добу після удосконалення складе:

$$n_{\delta} = 7 \cdot \frac{1}{0,183} = 38$$

Враховуючи те, що за один цикл завантажується 40 кг зерна гречки, то кількість пропареної гречки за добу становитиме:

$$K = n_{\delta} \cdot V, \text{ кг} \quad (6.3)$$

де  $M$  – маса пропареної гречки, за один цикл, кг.  $M = 40$  кг.

Кількість пропареної гречки за добу до модернізації становитиме:

$$K = 35 \cdot 40 = 1400 \text{ кг,}$$

Кількість пропареної гречки за добу після модернізації складе:

$$K = 38 \cdot 40 = 1520 \text{ кг,}$$

Річний сумарний вихід крупи розраховуємо за наступною формулою:

$$B_p = K \cdot n_d, \quad (6.4)$$

де  $n_d$  – кількість робочих днів у році, днів.  $n_d = 251$  день.

Річний сумарний вихід крупи до модернізації пропарювача складе:

$$B_p^{DM} = 1400 \cdot 251 = 350000 \text{ кг,}$$

Річний сумарний вихід крупи після модернізації складе:

$$B_p^{DM} = 1520 \cdot 251 = 380000 \text{ кг,}$$

## 6.2 Економічний ефект від модернізації

Економічний ефект від впровадження конструкторської розробки дипломного проекту, Е, грн, розраховуємо за загальною методикою, а результати розрахунків заносимо у таблицю 5.2.

$$E = | \Pi_{n1} - \Pi_{n0} | \cdot O_{p1}; \quad (6.5)$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

де  $\Pi_{п1}$  і  $\Pi_{п0}$  – приведені витрати при модернізованому і існуючому агрегаті,  
грн./ одиницю роботи ;

$O_{p1}$  – обсяг робіт після модернізації, одиниці роботи .

Приведені витрати,  $\Pi_{п}$ , грн, в розрахунку на одиницю роботи визначають за формулою:

$$\Pi_n = \frac{\Pi_{ев} + 0,15 \cdot K}{O_p} \quad (6.6)$$

де:  $O_p$  – обсяг робіт, одиниці роботи;

$\Pi_{ев}$  – прямі експлуатаційні витрати, грн.

$K$  – капітальні вкладення, грн.

Таблиця – 6.1

Розрахунок затрат на монтаж в пусконаладжування

Види робіт	Термін робіт, годин	Кількість робітників	Витрати праці, люд-год	Тарифний розряд	Тарифна ставка грн./год	Оплати по трифу, грн	Оплата з нарахуванням, грн
1	2	3	4	5	6	7	8
1. Демонтаж машини	3,0	2	6,0	5	48	288	311
2. Монтаж шеретувальної машини	6,0	2	12,0	5	48	576	614
3. Обкатка обладнання	0,5	1	0,5	5	48	24	56
4. Оплата праці з нарахуваннями							981
5. Витрати на організацію і управління, грн. (80 % від оплати праці)							784,8

6.Всього, К <sub>о</sub> , грн							1765,8
-----------------------------------	--	--	--	--	--	--	--------

$$K = K_o + Z_m$$

де: К<sub>о</sub> – затрати на монтаж і пусконаладжування обладнання, таб.

С<sub>і</sub> – затрати на модернізацію, грн.

$$Z_m = B_m + O_{II} + E_{II}, \text{ грн.}$$

де B<sub>м</sub> – вартість матеріалу, що необхідний для вдосконалення конструкції пропарювача, грн.;

O<sub>II</sub> – затрати на оплату праці робітників, що брали участь у проведенні модернізації, грн.;

E<sub>II</sub> – вартість електроенергії, що була затрачена на проведення модернізації, грн.

Вартість матеріалів, що потрібні для модернізації складуть:

- труба ВН 13x1,5, ДСТУ EN 10210-2:2006– 1 м – 38 грн.
- труба кутова 30x3x100, ДСТУ EN 10255:2014– 1 шт – 44 грн.

Сумарна вартість матеріалів визначається за формулою:

$$B_m = n_1 \cdot C_1 + n_2 \cdot C_2 + \dots + n_n \cdot C_n, \text{ грн.} \quad (6.7)$$

де n<sub>1</sub>, n<sub>2</sub>, n<sub>n</sub> – кількість даного матеріалу;

C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>n</sub> – ціна даного матеріалу, грн..

Звідси,

$$B_1 = 3,5 \cdot 38 + 4 \cdot 44 = 309 \text{ грн}$$

Годинна тарифна ставка зварювальника становить 42 грн. Для виконання всього обсягу робіт необхідно 5 годин. Виходячи з цього заробітна плата робітника

(зварювальника) становитиме:

$$Z_{II} = T_c \cdot t, \text{ грн.} \quad (6.8)$$

де T<sub>c</sub> – годинна тарифна ставка, грн. T<sub>c</sub> = 42грн.;

t – час, необхідний для виконання всього обсягу робіт, год. t = 5 год.

								ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					60

Звідси,

$$З_{\Pi} = 50 \cdot 5 = 250 \text{ грн}$$

Оплата праці зварювальника разом із нарахуваннями на заробітну плату визначаються за формулою:

$$O_{\Pi} = 0,37 \cdot З_{\Pi} + З_{\Pi}, \text{ грн.} \quad (6.9)$$

де 0,37 – відсоток нарахування на заробітну плату.

Отже,

$$O_{\Pi} = 0,37 \cdot 250 + 250 = 342,5 \text{ грн}$$

Затрати електроенергії на проведення зварювальних робіт визначаються за формулою:

$$E_{л} = B_{кВт} \cdot n_{кВт}, \text{ грн.} \quad (6.10)$$

$$E_{л} = 5,6 \cdot 15 = 84 \text{ грн}$$

де  $B_{кВт}$  – вартість 1 кВт для промислових підприємств, грн..  $B_{кВт} = 5,6$  грн;

$n_{кВт}$  – кількість необхідної електроенергії, кВт.  $n_{кВт} = 15$  кВт.

Отже, затрати на модернізацію пропарювача складуть:

$$З_{м} = 309 + 342,5 + 84 = 735,5 \text{ грн.}$$

$$К = 1765,8 + 735,5 = 2501,3 \text{ грн}$$

Прямі експлуатаційні витрати,  $\Pi_{ев}$ , грн, визначають по формулі:

$$\Pi_{ев} = V_{опн} + A + P + V_{г} + V_{з}; \quad (6.11)$$

де  $V_{опн}$  – оплата праці обслуговуючого персоналу з нарахуваннями, грн.;

$A$  – амортизаційні відрахування, грн.;

$P$  – витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн.;

$V_{г}$  – вартість електроенергії, грн.;

$V_{з}$  – вартість матеріалів, грн

$$\Pi_{ев0} = 321772,5 + 396000 + 99000 + 132300 = 949072,5 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{ев1} = 321772,5 + 396000 + 99000 + 143000 = 959772,5 \text{ грн.}$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

Приведені експлуатаційні витрати,  $\Pi_{в}$ , грн/одиницю роботи, розраховують за формулою:

$$\Pi_{в} = \frac{\Pi_{ев}}{O_p}; \quad (6.12)$$

Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу з нарахуваннями,  $V_{опн}$ , грн, визначають по формулі:

$$V_{опн} = V_{оп} \cdot K_n; \quad (6.13)$$

де,  $K_n$  – норма нарахувань на заробітну плату (1,362).

$$V_{опн} = 236250 \cdot 1,362 = 321772,5 \text{ грн}$$

Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу,  $V_{оп}$ , грн, рахують за формулою:

$$V_{оп} = \sum_{i=1}^n B_{vi} C_j; \quad (6.14)$$

де  $B_{vi}$  – витрати праці обслуговуючого персоналу і-й кваліфікації – всього, люд.-год.

$C_j$  – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу по j-му розряду, 45 грн .

$$V_{оп} = 5250 \cdot 45 = 236250 \text{ грн}$$

Витрати праці обслуговуючого персоналу і-й кваліфікації – всього,  $B_{vi}$ , люд-год, розраховують за формулою:

$$B_{vi} = \sum_{i=1}^n T_p L_i \quad (6.15)$$

де  $T_p$  – працемісткість робіт, год.

$L_i$  – кількість обслуговуючого персоналу і-й кваліфікації, чол.;

$$B_{vi} = 1750 \cdot 3 = 5250, \text{ люд-год}$$

Працемісткість робіт,  $T_p$ , визначають за формулою:

$$T_p = \frac{O_p}{W_z}; \quad (6.16)$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

де  $W_2$  – продуктивність агрегату (обладнання), одиниці виробітку/год;

$$T_p = \frac{350000}{200} = 1750, \text{ год}$$

Таблиця 6.2

Балансова, вартість та норми амортизації засобів виробництва

Вид основних засобів	Балансова вартість тис. грн.	Норма амортизації %	Норма витрат на поточний ремонт, ТО та зберігання, %
Повітряно-ситовий сепаратор А1-БІС	160	40	10
Розсів РЗ-БРВ	97	40	10
Пневмосортувальних стіл А1-БКР	150	40	10
Пропарювач ПР-1М	180	40	10
Сушарка ВС-10-49	140	40	10
Крупосортувальна машина БКО	94	40	10
Вальцедековий станок СУ-2	89	40	10
Аспіраційна колонка А1-БКА	80	40	10

Амортизаційні відрахування, А, грн, розраховують за наступною формулою:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot a_i)}{100} \cdot \frac{T_p}{H_n}; \quad (6.17)$$

де  $B_i$  – балансова вартість і-х видів основних засобів, грн;

$a_i$  – норма амортизаційних відрахувань по і-м видам основних засобів, %;

$H_n$  – нормативне навантаження, год.

$$A = \frac{(160000+97000+150000+180000+140000+94000+89000+80000) \cdot 40}{100} = 396000 \text{ грн}$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ				63

Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування,  $P$ , грн, визначають за формулою:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n (B_i \cdot \chi_i)}{100} \cdot \frac{T_p}{H_e}; \quad (6.18)$$

де  $\chi_i$  – норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування по  $i$ -м видам основних засобів, %.

$$P = \frac{(160000+97000+150000+180000+140000+94000+89000+80000) \cdot 10}{100} = 99000 \text{ грн}$$

Вартість електроенергії,  $V_e$ , визначають за формулою:

$$V_e = Q_e \cdot T_p \cdot \text{Ц}_e; \quad (6.19)$$

де  $Q_e$  – норма витрат електроенергії, кВт/одиницю роботи;

$\text{Ц}_e$  – ціна електроенергії, грн/кВт-год .

$$V_e = 0,07 \cdot 350000 \cdot 5,4 = 132300 \text{ грн.}$$

$$V_{em} = 0,07 \cdot 380000 \cdot 5,4 = 143000 \text{ грн.}$$

$$П_{n1} = \frac{949072,5 + 0,15 \cdot 2501,3}{380000} = 2,49 \text{ грн}$$

$$П_{n2} = \frac{959772,5}{350000} = 2,74 \text{ грн}$$

$$E = |2,74 - 2,49| \cdot 380000 = 95000 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капітальних вкладень,  $T_{окд}$ , років розраховують за формулою:

$$T_{окд} = \frac{K}{E}; \quad (6.20)$$

$$T_{окд} = \frac{2501,3}{95000} = 0,02 \text{ років}$$

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

## Економічний ефект від модернізації пропарювача

Показники	Технологічна лінія до модернізації (2024р.)	Технологічна лінія після модернізації	Відхилення (+,-)
Обсяг робіт, т.	350	380	+30
Продуктивність лінії кг/год	200	202,87	+2,87
Загальна трудомісткість, люд.-год.	1750	1750	
Норма витрат електроенергії, кВт/кг	0,07	0,07	-
Потреба електроенергії на весь обсяг робіт, кВт. год.	24500	26600	+2100
Ціна електроенергії, грн./кВт.год	5,6	5,6	-
Витрати на електроенергію, грн.	132300	143000	+10700
Нормативне навантаження на рік, год.	1750	1750	-
Норма амортизації, %	40	40	
Сума амортизації всього, грн.	396000	396000	
Витрати на поточний ремонт, ТО та зберігання, грн	99000	99000	
Витрати на організацію та управління, грн.	784,8	784,8	

## Продовження таблиці 6.3

Показники	Технологічна лінія до модернізації (2024р.)	Технологічна лінія після модернізації	Відхилення (+,-)
Приведені витрати, грн./кг	2,74	2,49	-0,25
Економічний ефект, грн.		95000	
Додаткові капіталовкладення, грн.		2501,3	
Термін окупності, років		0,02	

Висновок. З таблиці 6.3 бачимо, що економічний ефект проведеної модернізації складає 95000 грн., що дозволить за 0,02 року повернути затрачені кошти та працювати з прибутком.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті був проведений аналіз господарської діяльності підприємства, а саме виробничих та трудових ресурсів, сировинної бази та ринку збуту продукції. Виходячи з цього були зроблені висновки, що найбільш економічно вигідно та необхідно для потреб населення є переробка зерна гречки, так як вона користується значним попитом на ринку, а відходи від переробки застосовують для приготування концентрованих кормів у галузі тваринництва. Тому в даному дипломному проекті була спроектована технологічна лінія з виробництва гречаної крупи та підібране необхідне технологічне обладнання.

Для покращення фінансового становища підприємства та збільшення виходу готової продукції запропонована модернізація пропарювача зерна гречки, а також зроблені всі необхідні розрахунки. Для безпечної роботи на всій технологічній лінії викладені основні заходи безпеки при роботі технологічного обладнання.

Пропозиціями щодо забезпечення стабільного розвитку підприємства та раціонального використання наявних ресурсів сировинної бази є встановлення технологічної лінії з переробки зерна гречки крупу.

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67



10. Підготовка бакалаврських і магістерських кваліфікаційних робіт: Вимоги до структури, змісту та оформлення, організації підготовки та захисту [Електронний ресурс]: навч. посіб. для здобувачів ступенів бакалавра та магістра за освіт.-проф. програмою «Динаміка і міцність машин» спец. 131 «Прикладна механіка» / С. О. Пискунов та ін. – Електрон. текст. дані (1 файл) – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. – 155 с.
11. Новіков В. В. Опорний конспект лекцій з дисципліни «Проектування підприємств галузі», для студентів напряму підготовки 6.051701 «Харчові технології та інженерія», за ознаками спеціальності «Технології зберігання і переробки зерна», освітній ступінь – бакалавр. Умань: УНУС, 2017. 59 с.
12. Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, В.П. Олексюк, О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 288с.
13. Романів Л.В., Бабух І.Б. Охорона праці в Україні: проблеми, досвід, перспективи. — Івано-Франківськ: ІРД НАН України, 2014. — 12 с.
14. ДСТУ 4161-2003. Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги.
15. Безпека праці в харчовій промисловості — Південне міжрегіональне управління Держпраці, 2024.
16. Охорона праці: Основи охорони праці. Підручник / За ред. проф. В. В. Запатріної. – К.: Центр учбової літератури, 2017. – 288 с.
17. Інженерне проектування, економічне обґрунтування, оформлення документації: Ванін В.В., Вірченко Г.А. Оформлення конструкторської документації. Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 180 с.

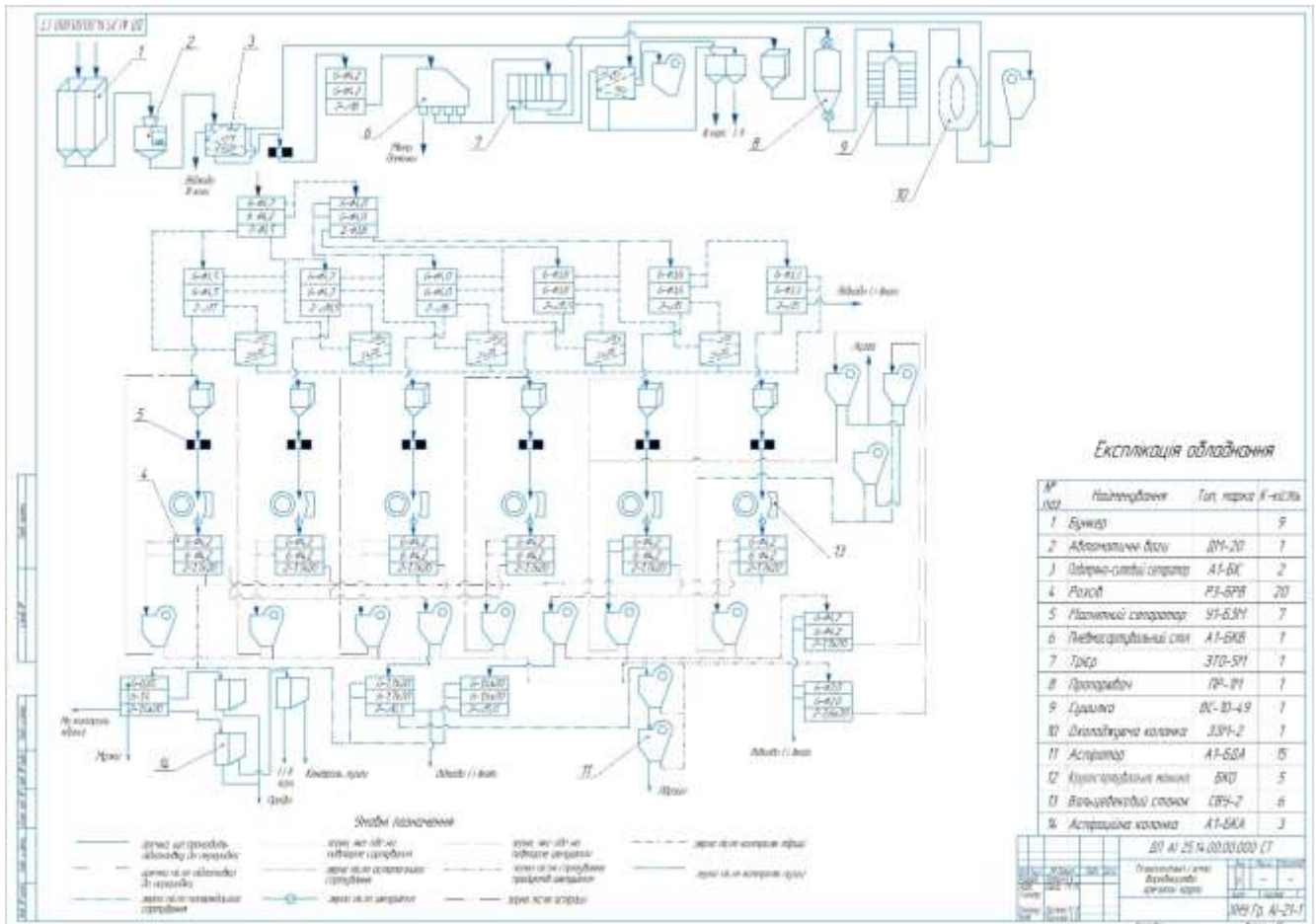
					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

ДОДАТКИ

					ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

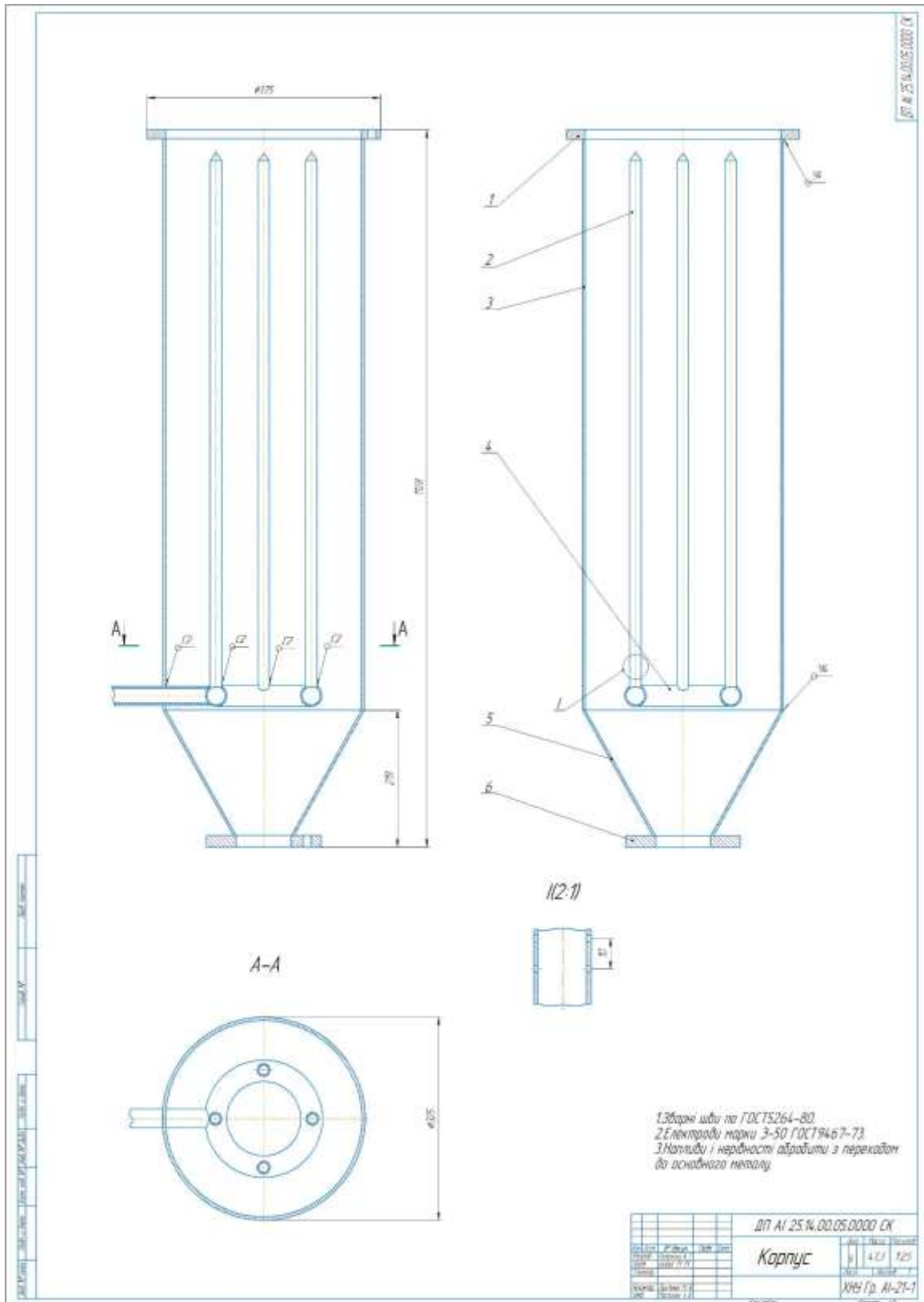


# ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ВИРОБНИЦТВА ГРЕЧАНОЇ КРУПИ





# КОРПУС ПРОПАРЮВАЧА



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ

Арк.

74

# КРЕСЛЕННЯ ОРИГІНАЛЬНИЙ ДЕТАЛЕЙ

Ид. № подл.	Лист и дата	Взам. инд. №	Ид. № дубл.	Лист и дата	Склад №	Вид. проект
-------------	-------------	--------------	-------------	-------------	---------	-------------

ДП АІ 25.14.00.02.000 СК

295\*

370\*

1

2

- 1\* - Розміри для довідок.
2. Різьбові з'єднання ущільнити пенькою ГОСТ 9903-81, що просякнута ділянку МА-011 ГОСТ 482-77 з олифю по ГОСТ 190-78.
3. Горіць нігеля конденсатозбірника при монтажі сумістити з внутрішньою поверхнею затвора.
4. Виробувати прорідним гідролічним тиском 0,5 МПа. Час витримки 10 хв.

Дим. листа	№ докум.	Лист	Конт.
Розроб.	Виробч. А. Г.		
Добр.	Бабак М. М.		
Узгод.			
Техніч. керівн.	Іванчик Н. В.		
Зам.	Козлов А. В.		

ДП АІ 25.14.00.02.000 СК

**Затвор**

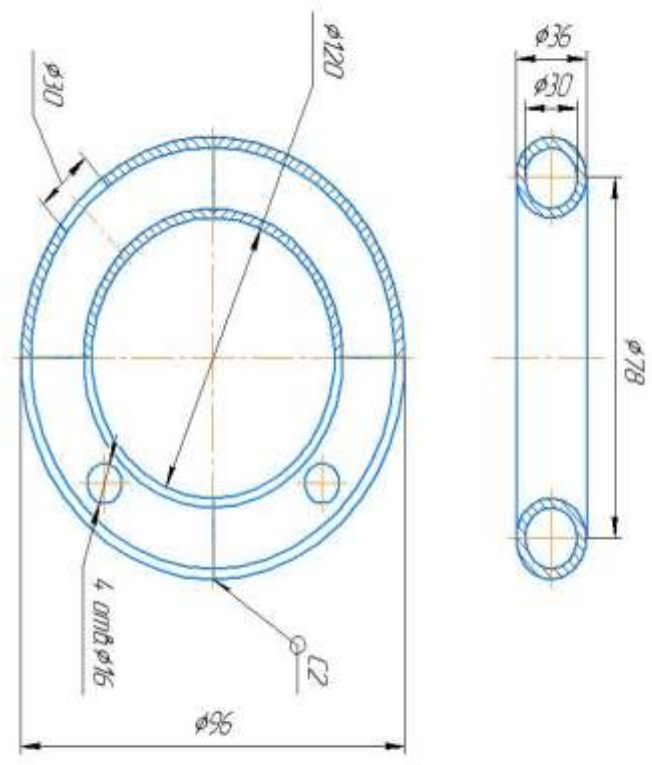
Дит.	Тисок	Температура
4	76	12
Лист	Листов	Т

ХНУ Гр. АІ-21-1

Колір: АЗ

Вид № деталі	Пози у збірці	Вид № деталі	Вид № деталі	Пози у збірці	Вид № деталі	Пози у збірці
--------------	---------------	--------------	--------------	---------------	--------------	---------------

ДП АІ 25.14.00.05.004



Вид № деталі	Пози у збірці	Вид № деталі	Вид № деталі	Пози у збірці	Вид № деталі	Пози у збірці
--------------	---------------	--------------	--------------	---------------	--------------	---------------

ДП АІ 25.14.00.05.004		Коллектор		Лист	Масштаб	Масштаб
Труба		Фабрика		4	3	12
ХНУ Гр. АІ-21-1		Фабрика		Лист	Лист	1

1.Зварні шви по ГОСТ5264-80.  
2.Електроды марки Э50  
ГОСТ9467-73.  
3.Напильды та нерівності обробити  
з переходом до основного металу.

25 (1/1)

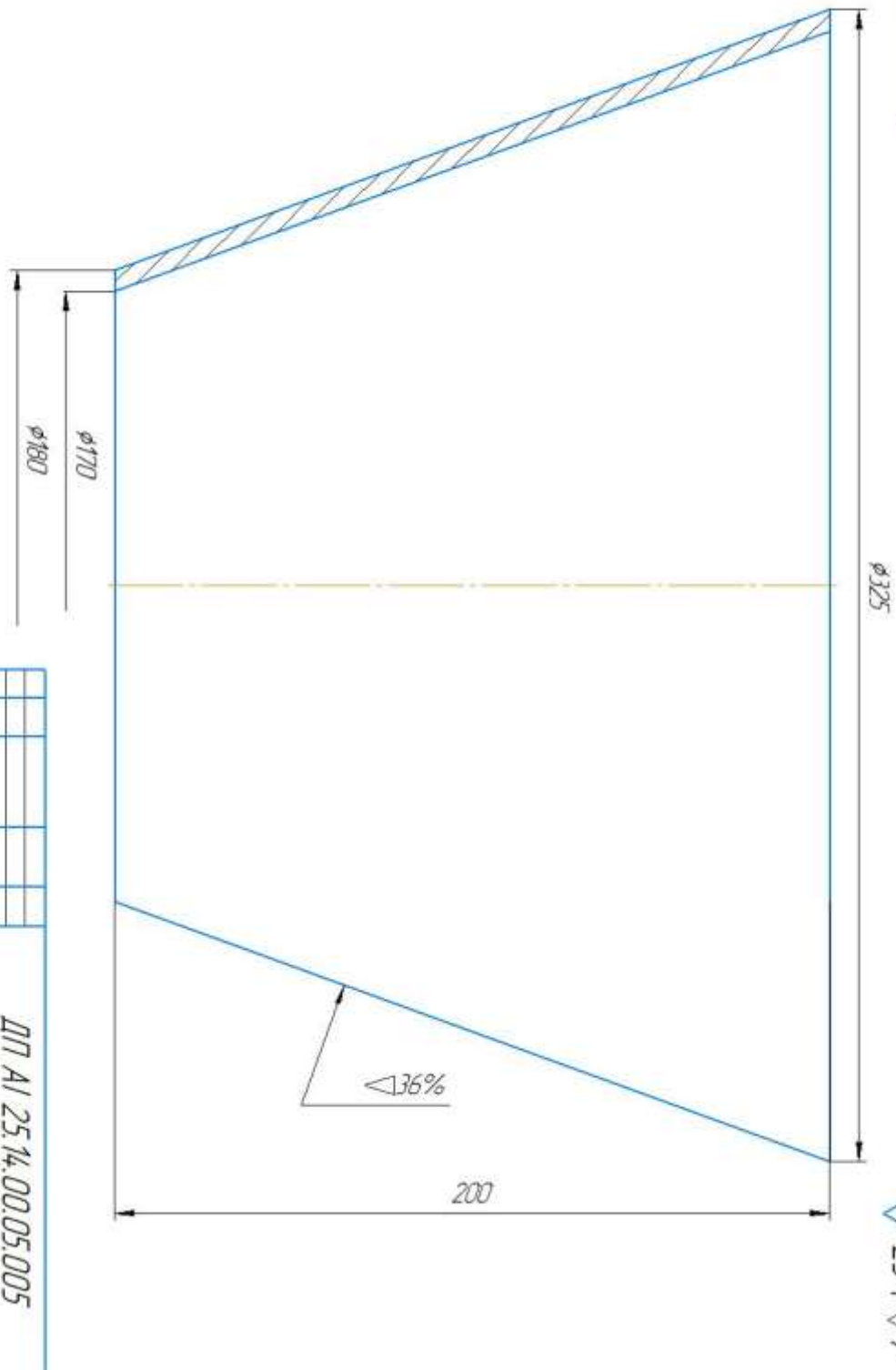
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инд. №	Инд. № дубл.	Подп. и дата	Спроб. №	Період примен.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	----------	----------------

ДП АІ 25.14.00.05.005

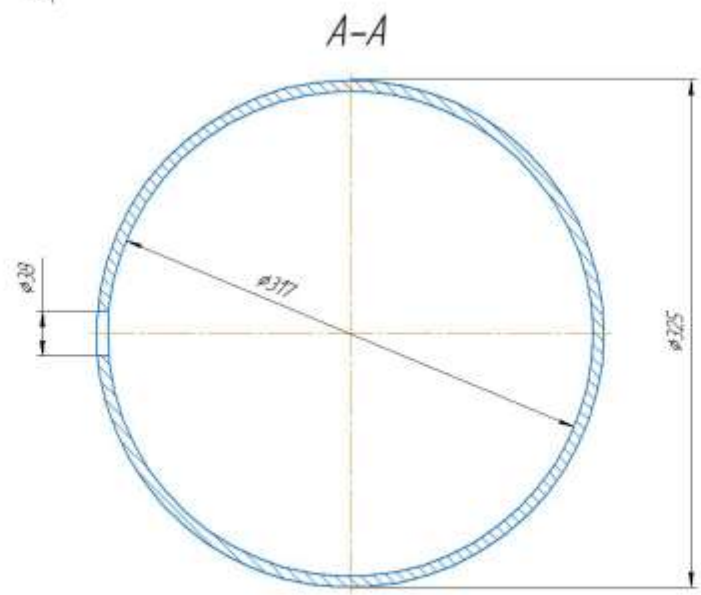
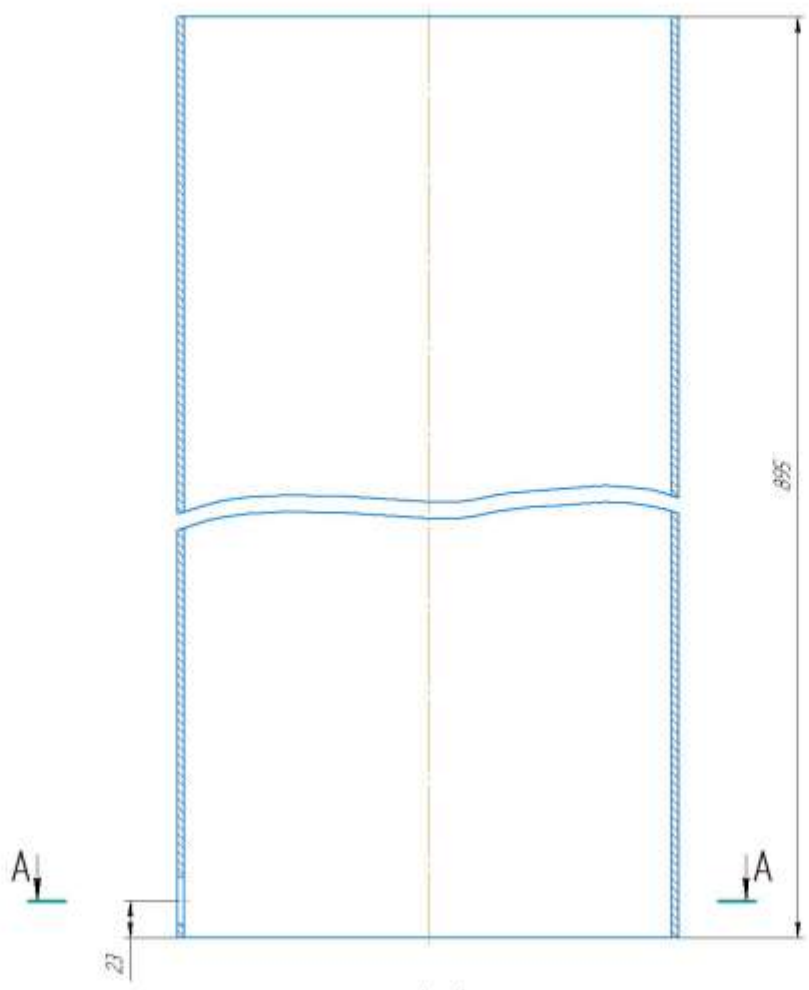
1. Гострі кутки пригладити.
2. Нефакозні граничні відхилення НН, нн, ±1/2.



№	Прийнято	Відхилено	№ докум.	Підп.	Дата
1			ДП АІ 25.14.00.05.005		
2			Конус		
3			Відх. 25.14.00.05.005-14		
4			Спд Т.О.С.380-89		
5			ХНУ Гр. АІ-21-1		

√25(√1)

ДП АІ 25.14.00.05.003



Лист №...  
 Серія №...  
 Назва об'єкта...  
 Назва документа...

1. Гострі краї притупити
2. Невказані граничні відхилення Н14, Н14, ±1/2

ДП АІ 25.14.00.05.003				Дат.	Масо	Число
Корпус				у	25	12
				Акс.	Акс.	Т
Труба				ХНУ Гр. АІ-21-1		
Корпус				Формат А2		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП АІ 25.14.00.00.000. ПЗ