

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерної механіки
Кафедра галузевого машинобудування та агроінженерії

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
ОС «Бакалавр»

Тема „ Удосконалення технологічного процесу та розробка установки для
отримання соєвого молока у фермерському господарстві «Макалюк»
«козацька долина» Кам’янець-Подільського району Хмельницької області ”

Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство
Спеціальність 208 Агроінженерія
Шифр ДПАІ 22.04.00.00.000 ПЗ

Студент гр. АІ-18-1 Романовський В.О.
Керівник роботи к.т.н., доц. Борис М.М.
Нормоконтролер к.т.н, доц. Лук’янюк М.В.
До захисту допускаю: к.т.н., доц. Мартинюк А.В.
Завідувач кафедри ГМ та АІ _____ 2022 р.

Хмельницький, 2022р.

ЗМІСТ

Вступ		7
1.	Аналіз виробничо-технічної діяльності	8
1.1	Географічне розташування господарства і кліматичні умови	8
1.2	Аналіз загальногосподарської діяльності	9
1.3	Аналіз матеріально-технічної бази господарства	11
2.	Огляд технологій та технічних засобів для переробки сої	13
2.1	Характеристика сої як перспективного компоненту заміників молочних кормів	13
2.2	Огляд технологій переробки сої	14
2.2.1	Соєвий шрот і технологія його виробництва	15
2.2.2	Метод екстракції	15
2.2.3	Метод екструзії сої	18
2.2.4	Соєве борошно і крупа	21
2.3	Огляд технічних засобів для переробки сої	21
2.4	Огляд технології виготовлення соєвого молока	26
2.5	Огляд методів для отримання соєвого молока	30
3.	Удосконалення технологічного процесу зберігання та переробки сої в господарстві	33
4.1	Післязбиральна обробка насіння сої	33
4.1.1	Загальні організаційні заходи	34
4.1.2	Очищення зерна сої	34
4.2	Активне вентилявання та сушіння зерна сої	34
4.2.1	Розрахунок системи активного вентилявання	35
4.3	Вентиляційна камера	38
4.4	Розробка технологічної карти	39

<i>ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ</i>				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
<i>Розроб.</i>		<i>Драпатий М.В.</i>		
<i>Перевір.</i>		<i>Борис М.М.</i>		
<i>Реценз.</i>				
<i>Н. Контр.</i>		<i>Луцянюк М.В.</i>		
<i>Затверд.</i>		<i>Мартинюк А.В.</i>		
Удосконалення технологічного процесу та розробка установки для отримання соєвого молока у фермерському господарстві «Макалюк» Кам'янець-Подільського району Хмельницької області				
		Літ.	Арк.	Акрушів
			5	
<i>ХНУ, гр.АІ-19-2</i>				

5.	Розробка конструктивного пристосування	41
5.1	Обґрунтування технологічної схеми установки	41
5.2	Будова і принцип роботи	41
5.3	Технологічний і конструктивний розрахунок	44
5.3.1	Розрахунок пальця рухомого диску на міцність	44
5.3.2	Технологічний та енергетичний розрахунок дисмембратора	46
5.4	Кінематичні розрахунки	48
5.5	Розрахунок клинопасової передачі	50
5.5.1	Попередній розрахунок вала	53
5.5.2	Уточнений розрахунок вала	54
6.	Економічне обґрунтування проекту	57
6.1	Розрахунок собівартості зберігання	58
6.2	Розрахунок собівартості переробки сої	59
	Висновки та пропозиції	64
	Список використаної літератури	65
	Додатки	68

					<i>ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ВСТУП

У раціоні харчування людини жири рослинного походження повинні становити близько 50% загальної кількості жирів, необхідних для організму.

Найкраще цю потребу може задовольнити соя, особливу цінність якої являють різні фізіологічно активні речовини - фосфатиди, стирини та жиророзчинні вітаміни А, D, Е і К. Крім цього, соя вміщує біологічно активну лінолеву кислоту, дуже необхідну для повноцінного харчування людини і тварини.

При переробці насіння сої як побічний продукт одержують шрот залежно від способу переробки, вихід яких становить майже третину ваги насіння. Як відомо, ці продукти являють собою цінний концентрований корм для тварин, бо містять до 36% перетравного протеїну, близько 20% вуглеводів та 5 – 6% жиру.

У господарствах північної частини Лісостепу, де сою не планують до посіву, її теж сіють, бо переконались у тому, що навіть незначні добавки шроту до раціону годівлі молочних корів позитивно впливають на підвищення надоїв молока.

Обмолочене під час збирання насіння теж використовують як корм для тварин.

Якщо сою збирають своєчасно або дещо раніше, тобто тоді, коли вологість насіння становить не менш як 70%, насіння сушать разом з кукурудзою або з добавками гички чи інших багатих на цукор компонентів.

Соя – це високо врожайна і високо дохідна культура.

									Арк.
									7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Географічне розташування господарства і кліматичні умови.

ФГ «Макалюк» розташоване на відстані 53 км від районного центру міста Кам'янець - Подільський. Господарство в обласному розташуванні знаходиться в центральній частині Хмельницької області.

Зв'язок господарства з пунктом здачі сировини та районним центром здійснюється завдяки дорогам з твердим покриттям.

Територія Кам'янець - Подільського району знаходиться в зоні Лісостепу, і землі господарства розміщуються на території Лісостепової зони.

Згідно кліматичного районування територія господарства відноситься до зони нестійкого зволоження.

Для даного району характерні довгий теплий період із значною кількістю опадів з яких саме більше випадає в червні – 150...160 мм, та короткою відносно теплою зимою з порівняно невеликою кількістю опадів і нестійким сніговим покривом, а в загальному середньорічна кількість опадів становить 650...690 мм. Коефіцієнт зволоженості 2,2. Тривалість періоду з середньодобовими температурами повітря більше +10⁰С складає до 160 днів. Початок весняного періоду є дата переходу середньодобової температури повітря через 0⁰С .

Весна починається з другої половини березня і триває близько двох місяців. Починаючи з березня помічається інтенсивне підвищення денної температури. Перехід добової температури повітря через +5⁰С – час посіву ранніх зернових, перша половина квітня (10 – 12). Перехід середньодобової температури через +5⁰С восени (закінчення вегетаційного періоду) кінець жовтня (26 – 28). Останні заморозки весною, в повітрі в кінці квітня на початку травня (28 – 04). Перехід до літа проходить з встановленням теплої погоди і припинення нічних заморозків, при переході середньодобової температури через +15⁰С (перша декада травня). Перші заморозки в повітрі спостерігаються в першій декаді жовтня. Перехід середньодобової температури через –5⁰С

									Арк.
									8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

спостерігається в середині грудня це вважають початком зими. Закінчується зима в кінці другої декади лютого. Снігові покриви становлять 15...20 см, але він нерівномірний і залежить від рельєфу місцевості, тримається 70 – 75 днів.

Для даного регіону характерне переважання західного вітру в теплий період, та північно-західного вітру в холодну пору року.

Ґрунтовий покрив в господарстві в основному складається з чорноземів підзолистих.

Таким чином кліматичні умови території господарства сприятливі для вирощування сільськогосподарських культур.

1.2 Аналіз загальногосподарської діяльності

Загальна площа земельних угідь господарства складає 947 га.

Зараз в господарстві склалась наступна структура земельних угідь, яка наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Структура земельних угідь

Назва угідь	Площа	
	га	%
Загальна земельна площа	947	100
Всього сільськогосподарських угідь	921	97,25
з них: рілі	813	88,3
пасовищ	48	5,2
сінокосів	60	6,5

Зробивши аналіз даної таблиці бачимо, що площа сільськогосподарських угідь складає 97,2 % від загальної площі, та 88,3% загальної площі в господарстві відводиться під ріллю.

Основним напрямком спеціалізації господарства є рослинництво з розвинутим тваринництвом.

Структура посівних площ в господарстві наведена у таблиці 1.2.

З таблиці 1.2 видно, що провідними культурами в господарстві є озима пшениця, ячмінь, столові буряки, кукурудза на силос та зелений корм. Не змінились площі посіву багаторічних трав.

									Арк.
									9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Таблиця 1.2 - Структура посівних площ в гектарах

Назва	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Зернові всього	555,65	538	557
в т. ч. озимі:	255,65	250	272
озима пшениця	215,65	210	237
озиме жито	40	40	40
в т. ч. ярі:	300	288	285
яра пшениця	80	88	85
Ячмінь	170	200	160
Кукурудза на зерно	70	60,35	75
Овочі в т. ч.	110	130,65	120
Столові буряки	30	30	25
Картопля	60	70	60
Соя	150	100	140
Однорічні трави	81,35	48,35	60
Багаторічні трави	100	100	100

В таблиці 1.3 приведено урожайність основних сільськогосподарських культур, та столових буряків. З даної таблиці можна зробити висновок що урожайність основних сільськогосподарських культур змінюється з роками, це в основному залежить від погодно-кліматичних умов.

Зменшення собівартості продукції збільшує розміри грошових надходжень, дає можливість знизити закупівельні і здавальні ціни і тим самим зменшити затрати держави на заготівлю сільськогосподарських продуктів.

Таблиця 1.3 - Динаміка урожайності основних сільськогосподарських культур, ц/га

Назва культур	Роки		
	2019	2020	2021
Озима пшениця	43,2	53,9	48,5
Столові буряки	315,7	302,1	319,2
Соя	230,1	255,6	262,2

Собівартість окремих видів продукції рослинництва, що виробляється у господарстві розглянемо в таблиці 1.4.

З таблиці 1.6 можна зробити аналіз, що господарство добре забезпечене тракторами. Але можна зробити висновок, що тракторний парк за останні роки зовсім не поповнюється, а навпаки зменшується.

Таблиця 1.7 - Наявність комбайнів

Марка комбайна	Кількість, шт		
	2019 рік	2020 рік	2021 рік
Зернозбиральні:			
John Deere STS 9760	1	2	2
John Deere 1450 CWS	1	1	1
John Deere WW 550	1	1	1

З таблиці 1.7 можна зробити висновки, що кількість комбайнів за останні три роки зростає.

Отже, можна зробити висновок, що господарство займається виробництвом продукції рослинництва. Для виконання всіх робіт воно забезпечено технікою дуже добре, але й вартість робіт зростає.

2. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ СОЇ

2.1 Характеристика сої як перспективного компоненту заміників молочних кормів

Соя має широке застосування в народному господарстві. З її насіння виготовляється харчове борошно і молоко для харчування населення, лузгу, шрот – для згодовування тваринам. Крім того, при видаленні олії з сої в якості побічного продукту отримують фосфатиди, які використовують в складі ЗЦМ для молодняка.

Зерно сої складається: 1 - 35-45 % сирого протеїну, 2 - 15-21 % сирого жиру, 3 - 3-6 % сирі клітковини, 4 - 4,7-5,3 % сирі золи, 5 – 18 % розчинні вуглеводи.

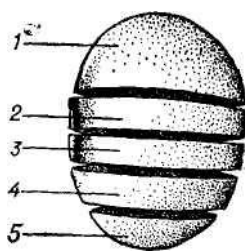


Рисунок 2.1 - Основний склад сої.

Білок сої за біологічною цінністю найбільш близький до білків тваринного походження і має високий рівень незамінних амінокислот. Особливо багата соя лізином, триптофаном, аргініном, гістидіном, валіном та іншими амінокислотами. Крім того, в сої є мікроелементи – марганець, залізо, кобальт, мідь. Її зерно багате вітаміном В₁, рибофлавіном, альфа-токоферолом, холіном та вітаміном К.[2]

Соя має добрі технологічні властивості. Її білок розчинний на 75-80 %, вуглеводи легко гідролізуються, а жири, які мають високий рівень дефіцитних жирних кислот, легко засвоюються організмом людини та тварини. Крім того, соєвий білок здатний створювати чудову емульсію в водному розчині. Жир

									Арк.
									13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

легко гомогенізується до маленьких частинок (0,5 – 1 мкм), а вуглеводи при відповідній обробці швидко розпадаються на прості цукри, що добре розчиняються у воді. Завдяки таким специфічним властивостям сою давно використовують для отримання харчового і кормового соєвого молока.

Разом з тим, розробка і використання заміників на основі сої стримується через наявність в ній антихарчових речовин. Це інгібітори трипсину, сапонін, гейтрогени, що викликають порушення функцій органів травлення, що блокують дію ферменту підшлункової залози – трипсину. Всі антихарчові речовини сої білкової природи, що обумовлює способи обробки з метою їх аанактивації. Ефективними способами інактивації антихарчових речовин є теплова і хімічна дія на соєве зерно або муку.

Такі специфічні властивості поживних речовин сої необхідно враховувати при розробці технології приготування з неї часткових заміників харчових та кормових продуктів.

2.2 Огляд технологій переробки сої

Історично існувало чотири головних способи промислової переробки сої: гідравлічне пресування — застосовували в обмеженій кількості під час другої світової війни і тепер його практично не застосовують; шнекове пресування — до другої світової війни в основному сою пресували шнековими пресами безперервної дії; метод екстракції — в практику увійшов з кінця сорокових років, широко використовують і тепер; метод екструзії — соя проходить через екструдер під високим тиском і при високій температурі.

Тривалий час при промисловій технології переробки одержували соєву олію і шрот. При екстракції вихід олії збільшується на 20—30 % , а вартість переробки сої лише незначно перевищує вартість віджиму на шнековому пресі. Правильно вироблений соєвий шрот або соєве борошно є одним з найкращих і найбільш поширених джерел білка і незамінних амінокислот, особливо в кормах для тварин. Соєве борошно все більше використовують як джерело рослинного харчового білка.[2]

						ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			14

2.2.1 Соєвий шрот і технологія його виробництва

Дійсно, ніякий інший продукт не може зрівнятися з соєвим шротом за вмістом протеїну і амінокислот, високими харчовими і кормовими якостями, впливом на економіку виробництва, не тільки сої, а й рослинництва в цілому. Соєвий шрот, що використовується на корм тваринам, є головним продуктом від переробки сої. Він найбільш глибоко вивчений, повноцінний, функціонально активний і універсальний для всіх видів домашніх тварин і птиці, як високобілковий інгредієнт. У світі створена потужна соєва індустрія для переробки врожаю сої. Важливо, що в загальному світовому виробництві шротів соєвий шрот займає 58% (рис. 2.2):

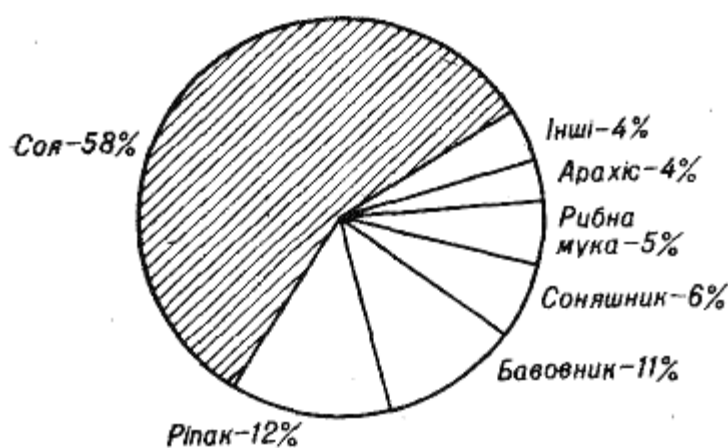


Рисунок 2.2 - Структура світового виробництва шротів у 1991 р.

2.2.2 Метод екстракції

На великих сучасних олієекстракційних заводах сою переробляють і одержують соєвий шрот і соєву олію. У США — головній країні індустріального виробництва і переробки сої — вперше соєву макуху одержали в 1915 р. методом шнекового пресування. Під час переробки із зерна сої одержують два продукти: рослинну олію, на яку припадає одна п'ята частина її маси і соєвий шрот — чотири п'ятих. Із кожних 100 кг зерна сої одержують 70 кг соєвого шроту і 18 кг олії. При цьому на заводах спочатку сою очищають, в результаті чого видаляються частини стебел,

домішки, пісок, пил, а за допомогою магнітного сепаратора — металеві предмети та ін. Після цього в два етапи насіння подрібнюють механічно.

Зерно проходить між рифленими валиками і подрібнюється на 4 – 8 частин, яке по тім проходить через спарені валки з гладенькою поверхнею і розплющується до плоских пластинок товщиною 0,25 мм. Ці пластівці досягають пластичності за рахунок обробки при помірному нагріванні, причому невелика щільність полегшує доступ розчинника в клітину і наступну екстракцію олії.

У вигляді розчинника використовують гексан, який представляє собою вузьку фракцію низькокип'ячих вуглеводів, що сублімується при температурі від 60 до 70 °С; він є інертною хімічною речовиною, не викликає змін у рослинній олії і шроті. Цей розчинник здатний так поглинати олію, як цукор воду, після чого розчин виводиться із олієвмісних клітин, стікає з пластинок і називається місцелла. На початку впровадження екстракційної технології застосовували переривчастий процес. За сучасною технологією екстракції олії практикується безперервний процес розчинення і вимивання.

Для прискорення процесу екстрагування проводять при температурі близько 50 °С. Якщо раніше використовували вертикальну систему подачі зерна сої, то тепер поширена система з горизонтальним напрямом його руху. Шар пластинок завжди розміщується на поверхні, що фільтрується, з яких стікає місцелла.

Для підвищення ефективності процесу екстракції пластинки сої і розчинник спрямовують один одному назустріч. В екстракторі шар пластинок повинен багаторазово омиватися рідиною, в разі утворення недоступних місць утруднюється витягання олії.

При цьому в одному варіанті пластинки перешаровуються під час падіння з верхнього ланцюгового сита на нижнє, в другому варіанті — установка має круглу форму і пластинки повертаються по колу навколо вертикальної сої. Найважливішою ознакою ефективності всіх сучасних установок є не тільки оптимальне видалення олії, а й висока концентрація

									Арк.
									16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Цінність цієї технології у тому, що вона значно підвищує кормову цінність шроту на початковому етапі, незалежно від наявності захисних речовин і ферментів, наприклад, трипсин — інгібіторів гемаглютининів, липаз і уреаз. Якщо в насінні сої вони виконують природну захисну функцію, то наявність їх у соєвому шроті, який використовують на корм, вже небажана.

Під час переробки вміст вологи в масі змінюється декілька разів, її кількість при видаленні олії підвищується до 15%. При тостуванні частина пару конденсується. Залишкова волога видаляється в трубчастих сушарках шляхом подачі сухого гарячого повітря. Одержане тепло виводиться через вентиляційні охолоджувальні колодязі, в які вбирається зустрічний потік холодного повітря, а шрот — охолоджується до температури зберігання. Шрот сої, який ; пройшов такий обробіток, містить 44 % сирого протеїну ,і готовий для використання на корм або його можна готувати для харчових цілей.

В останні роки значно підвищився попит на концентровані корми з високим вмістом білка і енергії, що відповідає бажанню тваринників досягти найвищої продуктивності тварин при найменшій витраті кормів. Враховуючи це, олієекстракційні заводи виробляють високобілковий соєвий шрот, а також очищений соєвий шрот, який вже містить більше протеїну. Виробництво більш концентрованого шроту досягається шляхом видалення дуже тонкої насінневої оболонки сої у процесі додаткового обробітку в млинарних установках, коли вона відділяється від сім'ядолей, а потім видаляється повітряним потоком.

Однак, при цьому можна змінювати вміст клітковини у відповідних межах, бо безпосередньо в ядрі сої і зародку також міститься клітковина, яку вже неможливо видалити механічним шляхом. Середній вміст сирого протеїну в такому високобілковому шроті становить 48—49 %, завдяки чому він став популярним і цінним білковим кормом, який особливо широко використовують при вирощуванні бройлерів, курей-несучок, свиней та інших тварин.[3]

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

2.2.3 Метод екструзії сої

Екструзія — це порівняно нова технологія, яка складається з пропускання гранульованого продукту через маленький отвір за допомогою тиску, що створюється гвинтом, який обертається з великою швидкістю всередині циліндричного барабану. У результаті цього процесу стінки клітин розриваються, збільшуючи засвоюваність поживних речовин. Важливо, що трипсинові інгібітори, уразу та геммаглютеніни, які негативно впливають на травлення, можна зменшити до допустимих рівнів за допомогою теплової обробки в процесі екструзії. Повножирова соя після екструзії — це соя, що пройшла теплову обробку, до неї нічого не додається і не видаляється, вона лише стає більш доступною і корисною.

Процес триває менше 30 с, але за цей період кінцева температура в останній камері труби екструдера повинна бути 140—145 °С, а вміст вологи в продукті—12%. Цієї температури достатньо, щоб змінити природні властивості антипоживних факторів, але так як найвища температура утримується лише 5—8 с, кількість амінокислот не зменшується. Тиск під час цього процесу утримується на рівні 35—40 ат, і коли повножирова соя залишає трубу екструдера, раптове зниження тиску викликає швидке збільшення в об'ємі сої і дальший розрив стінок клітин, що поліпшує засвоюваність поживних речовин.

Процес екструзії значно змінює фізичні та хімічні властивості сирої сої. Серед найбільш цікавих факторів для: фермерів і спеціалістів, які займаються відгодівлею тварин, такі: цінний кормовий інгредієнт з високим вмістом енергії і білка; значне поліпшення засвоєння поживних речовин; руйнування антипоживних факторів, зокрема антитрипсинових, глюкозинолатів, госіполу та ін.; стерилізація заразних бактерій, деяких видів плісені та грибів; знищення неприємно запаху і смаку; зміни у структурі продукту, що дає змогу надавати йому певної форми; рухливий матеріал, ідеальний для всіх видів кормів; засвоєння білка подібно до екстрагованого борошна сої (90 %); високий вміст олії, висока її якість і засвоюваність; високий рівень незамінних

									Арк.
									19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Метод екструзії почали використовувати у виробництві пластмас ще з 40-х років, а у виробництві кормів для тварин його вперше використали у 70-і роки. У 80-і роки процес екструзії почали широко застосовувати у тваринництві завдяки випуску нового покоління дешевих екструдерів. Їх конструкція постійно поліпшується і найновіші моделі здатні переробляти кілька тонн сої за годину.[3]

2.2.4 Соєве борошно і крупа

Одержане в 40-х роках соєве борошно представляє найпростішу форму соєвого протеїну. Процес виробництва соєвого борошна дуже простий і не потребує значних затрат (соєві знежирені пластівці розмелюють і просіюють). Соя має високий вміст олігоцукрів, розчинних вуглеводів, що надають борошну специфічного присмаку, який більшість людей розглядає як небажаний, а в деякого викликає розлад травлення. Соєве борошно виробляють у значних обсягах, застосовують у кондитерських виробках, продуктах для домашніх тварин, а також там, де наявність присмаку не є проблемою.

Соєве знежирене борошно використовують як корм для бджіл; ферментовану поживну речовину – для вичинки шкіри; клітковину – в будівельному розчині та цементі, а соєву олію разом з лецитином – у покритті каструль і сковорідок, шпалер, виготовлені сумішшю для полірування та відливання металу.[3]

2.3 Огляд технічних засобів для переробки сої

Для переробки сою ретельно очищають, сортують за кольором і формою, після чого сою подрібнюють на борошно, крупу, пластівці і т.д. Для здійснення цих операцій існують безліч машин і пристосувань.

При виробництві муки процес подрібнення зерна сої і проміжних продуктів являється одним із головних тому, що в значній мірі впливає на вихід і якість готової продукції. Подрібнення зерна – одна з найбільш енергомістких

									Арк.
									21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

операцій. Технологічні прийоми і машини, які застосовуються для подрібнення, в значній степені визначають техніко-економічні показники підприємства.

Вальцевий станок ЗМ2 двохсекційний з автоматичним регулюванням продуктивності призначений для подрібнення зерна і проміжних продуктів розмелу.

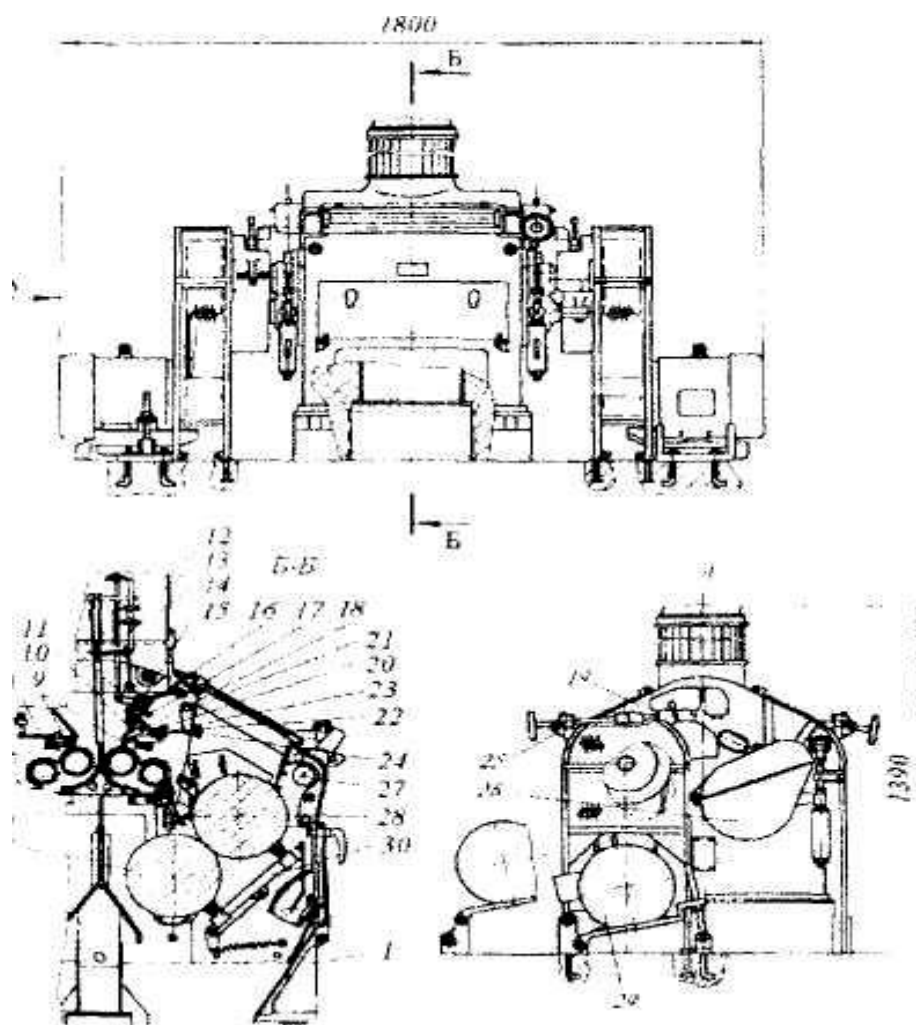


Рисунок 2.6 - Вальцевий станок ЗМ2.

Станок включає станину 1; вальці 3 і 28; розподільчий 4 і дозуючий 5 валики; аспіраційний пристрій 2; важелі 6, 11, 15, 23; гвинти 7, 17, 24; планку 8; секторну заслінку 9; пружини 10, 22; подаючу трубу 12; датчики 13 і 14; механізм грубого привалу 19; механізм 25 настроювання і вирівнювання рухомого вальця; міжвальцеву передачу 26; ексцентричний вал 27 і електродвигун 29.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ

Арк.

22

Дисковий подрібнювач з горизонтальними дисками типу 306 фірми „Хайденау” (Німеччина) (рис. 2.7) призначена для подрібнення продукції як в кондитерському, так і в промисловому виробництві.[3]

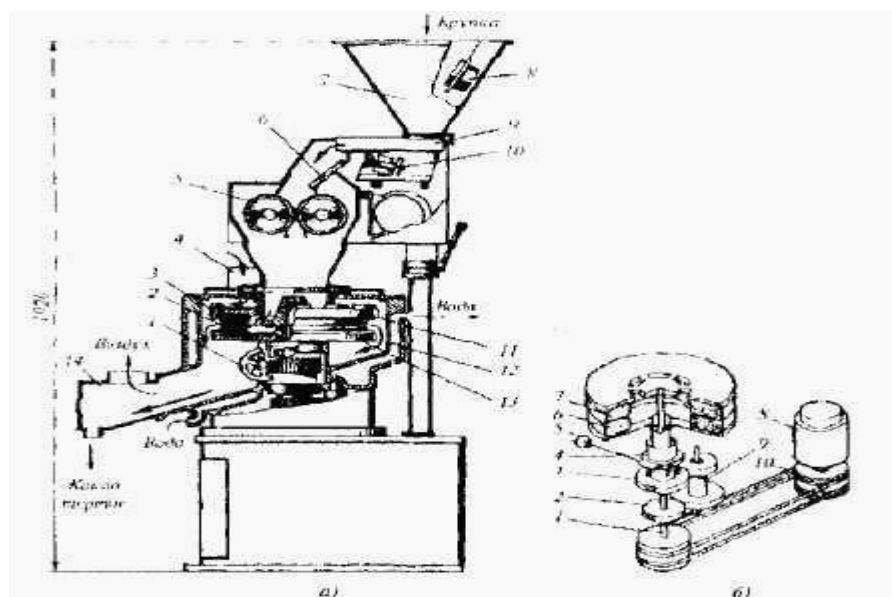


Рисунок 2.7 - Дисковий подрібнювач типу 306.

а – загальний вигляд; б – структурна схема.

Продукт подрібнення поступає в бункер 7, який обладнаний вимірником 8 наявності крупки в бункері. При пониженому рівні крупки вимірник відключає машину, припиняючи роботу дисків без продукту. З бункера крупка поступає на лоток 9 з електромагнітним вібратором 10. з лотка крупка зсипається на плиту 6 з магнітами, де затримуються металеві домішки. Потім крупа попадає на валки 5. вони подрібнюють велику фракцію крупки і рівномірно подають крупу через отвір верхнього диска 11 в зону більш тонкого подрібнення.

Проходячи через зазор і подрібнюючись, крупа перетворюється в напіврідку масу. Маса рівномірно виходить з зазорів по всій зовнішній кромці диска, так як центробіжне прискорення в багато разів більше вільного падіння.

Маса стікає із стінок охолоджуваного корпусу 12 і по каналу 14 виводиться з машини.[3]

Технічна характеристика подрібнювача типу 306

Продуктивність, кг/год

600...1200

						ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			23

Споживана потужність, кВт	55
Габаритні розміри, мм	1600x1050x1920
Маса машини, кг	1800

В дисембраторі МАП-800 подрібнювальний продукт через конічний отвір 1 кришки 2 поступає разом з повітрям в простір між дисками 5 і 7.

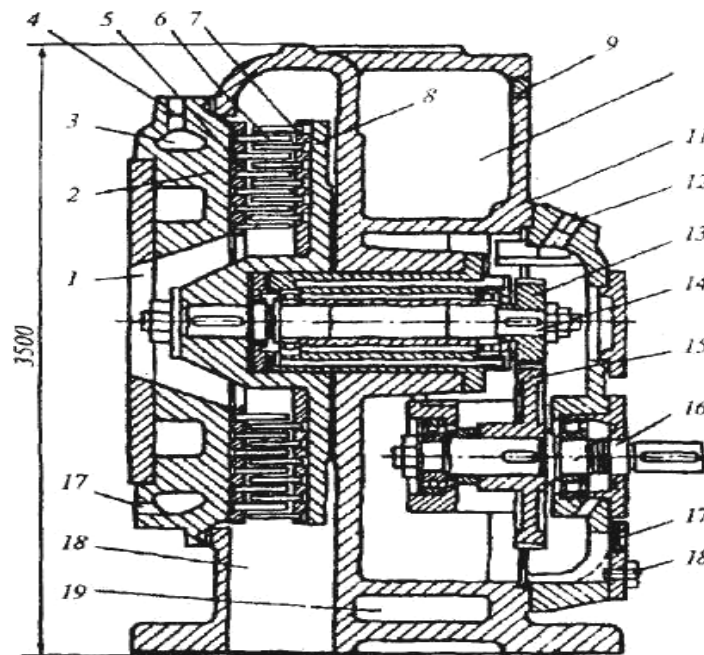


Рисунок 2.8 - Дисембратор МАП-800

На дисках по концентричним колам закріплені штифти 6, і штифти одного диска розміщуються в кільцевому просторі іншого диска. Диск 5 прикріплений до кришки 2. диск 7 привертнутий до планшайби 8, яка сидить на шпонці на валу 14. Частота обертання вала 6000 об/хв внаслідок наявності одноступінчатого редуктора із зубчатих коліс 13 і 15. Зубчате колесо 15 сидить на приводному валу 16 і має частоту обертання 3000 об/хв. При подрібненні виділяється велика кількість тепла, яке може погіршити якість продукту і навіть викликати його загорання. Тому кришка 2 і корпус 11 штифтової мельниці мають ніші 3 і 10, в які через отвори 19 і 21 подається холодна вода. Відводиться вода через отвори 4 і 9. машинне масло для змащування мультиплікатора і підшипників заливається через патрубок 12, а зливається

									Арк.
									24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

через отвір з пробкою 18. над пробкою розташоване оглядове вікно.[3]

Технічна характеристика штифтової мельниці МАП-800

Продуктивність, кг/год	800
Температура продукту на виході, °С	110
Температура охолодної рідини, °С	10
Потужність двигунів, кВт	60
Маса, кг	3500.

Плющильна установка А1-КПК призначена для плющення круп і зернобобових після їх варіння і підсушки.

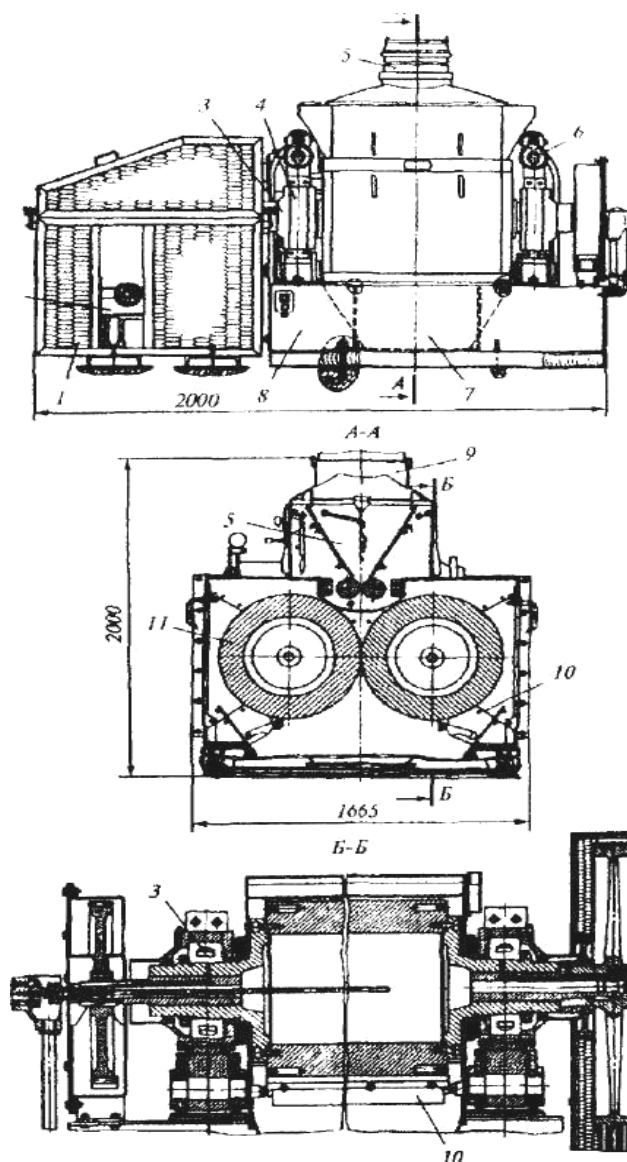


Рисунок 2.9 - Плющильна установка А1-КПК

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ

Арк.

25

Технічна характеристика плющильної установки А1-КПК

Продуктивність, кг/год	1500
Товщина пластівців, мм	0,3...1,5
Розміри валків, мм	
діаметр	490
довжина	800
Потужність електродвигуна, кВт	18,5
Розхід води на охолодження, м ³ /год	0,6
Тиск мастила в гідроприводі вальця, Мпа	10
Габаритні розміри, мм	2000x1665x2000
Маса, кг	4500.

Установка складається із станини 8, двох плющильних вальців 11, підшипникових вузлів 3, приводу вальців 2, міжвальцевої передачі, пристрою 5 подачі вихідного продукту, пристрою автоматичного регулювання подачі вихідного продукту, пристрою 6 прижиму і розведення вальців, механізму настройки вальців на паралельність, очисників вальців 10, пристрою охолодження вальців, віброопор 4, огороження привода 1, подаючої труби 9, сигналізатора рівня вихідного продукту, системи управління прижимом і розведення вальців, бункера 7 для збору плющеного продукту.[3]

2.4 Огляд технології виготовлення соєвого молока

За сучасною технологією соєві боби (зерно), що надходять на переробку, спочатку просіюють для видалення пошкоджених зерен і сторонніх матеріалів, а після цього його обробляють. Соєва олія витягується з пластівців за допомогою розчинника (гексану) в одній із протитечійних систем різних типів. Після того, як знежирені пластівці виходять з екстрактора, залишковий розчинник видаляється після нагрівання і вакууму.

Продукти із соєвих білків поділяють на три основні групи, які різняться одна від другої за вмістом білка від 44 до 90 % (рис.).

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

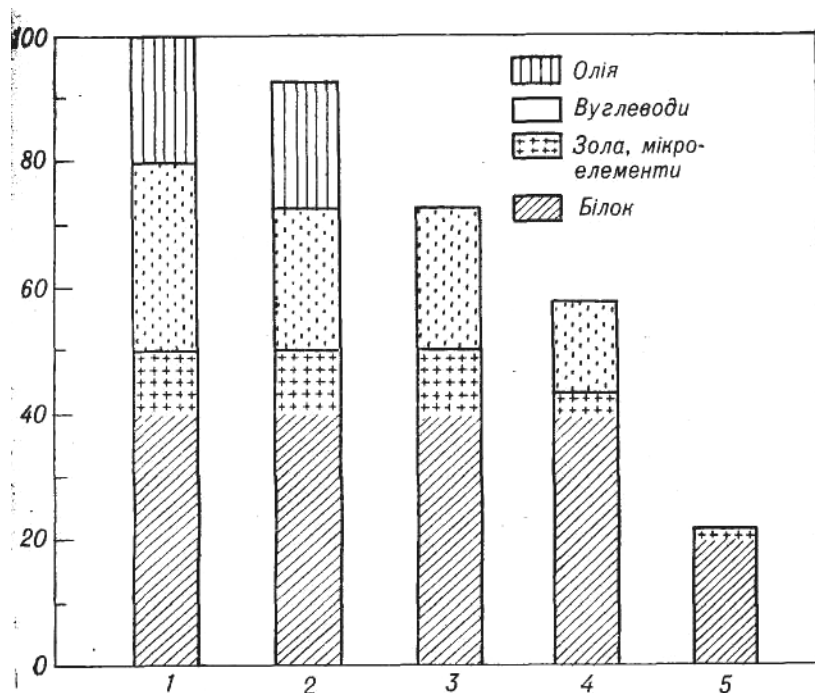


Рисунок 2.10 Орієнтовний склад сої (суха речовина) та деяких похідних продуктів:

1 - соя; 2 - необезжирене борошно; 3 – знежирене борошно;
4 – концентрати; 5 – ізоляти.

Ці білкові продукти виробляють із знежирених пластівців. До цих трьох груп належать: соєве борошно і крупа; соєвий білковий концентрат і соєвий білковий ізолят. Крім цих трьох груп, існують також особливі продукти, виробництво яких оснований на традиційній східній технології, вихідним матеріалом для яких є цілі соєві боби або її зерно.[2]

Соевий білок використовують при виготовленні великої групи харчових продуктів, які виробляє промисловість багатьох країн і характеризуються вони великою різноманітністю, властивостями і способами виробництва, серед них аналоги молока, сири, кисломолочні вироби, молочні пасти, креми, вершки, відбілювачі для кофе, молочних консервів, харчових концентратів, морозива, сумішей для дитячого харчування та ін. Вони у роздрібній торгівлі коштують у 2 рази менше традиційних виробів, краще зберігаються. З медикобіологічних особливостей нові форми молочної продукції мають більше варіювання складу, легко встановлюються з врахуванням вимог

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

білка, таких, як, наприклад, відбілювач для кофе, молочні десерти, збиті вершки та ін. Функціональні властивості соєвих білкових ізолятів дають змогу замінити ними білки молока в більшості подібних продуктів. Для того, щоб не знизити функціональні властивості білка, при їх видаленні не бажано використовувати органічні розчинники для екстракції ліпідів. Отож, у цьому випадку перевагу має застосування водних екстрагуючих середовищ. У зв'язку з цим швидко розвивається виробництво нових видів ізолятів і концентратів білка, в тому числі із використанням водної екстракції білка і ліпідів, поряд з удосконаленням і розширенням промислового виробництва аналогів молочних продуктів на основі соєвих бобів за традиційною технологією.

У зв'язку з цим зупинимося на традиційних допромислових способах виробництва аналогів молочних продуктів, які найбільш широко використовують у домашніх умовах і на малих підприємствах Східної і Південно-Східної Азії. Спосіб одержання соєвого молока було відкрито в Китаї близько 2500 років тому і набув поширення в Китаї, Японії, Кореї та інших країнах Східної Азії. Одночасно китайський філософ Ван Нанцзе виявив спосіб одержання соєвого сиру, який також дуже поширився в інших країнах Азії.

Соєві боби очищають від домішок, грудочок землі, зіпсованих, запліснявілих бобів, промивають чистою водою і замочують у двократній за масою, або трикратній за об'ємом кількості води. В тропічних умовах уже через декілька годин може починатися ферментація бобів і їх прокисання. Для запобігання ферментації і прискорення набубнявіння сою замочують при 50—60 °С. Насіння, що набубнявіло, подрібнюють у восьмикратній кількості води для одержання тонкої суспензії, для чого частіше використовують жорнова, при чому чим тонший помел сої, тим вище ступінь виділення білка, ліпідів та інших нутрієнтів. Екстракт фільтрують через тканевий фільтр і одержують соєве молоко. Твердий залишок містить ще близько 15 % білка, його пропарюють і використовують для одержання

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

харчових продуктів, додають до супів або використовують на корм. Соєве молоко кип'ятять близько 30 хв або ж після фільтрування. Це необхідно для поліпшення смаку і запаху, а також для підвищення засвоєння продукту.

Підприємство по виробництву соєвого молока в Мексичі випускає близько 5 тис. л за зміну. За цією технологією до водного екстракту компонентів соєвого борошна додають рослинну олію, сахарозу, стабілізатори (карбоксіметилцеллюлозу, моно- і дігліцериди), нагрівають протягом 30 хв при 90 °С, гомогенізують, охолоджують до 5 °С, додають барвники, ароматизатори (ванілін, шоколадний і полуничний) і упаковують по 0,25—1 л. Соєве молоко містить 3—3,5 % білка і близько 5 % жиру, має високі органолептичні властивості, слабкий соєвий смак і запах, його вартість близько 80 % вартості коров'ячого молока. Морозиво, виготовлене на основі соєвого молока, на 50 % дешевше.

Соєвий білок може замінювати білки молока у випічках та інших харчових продуктах, при цьому соєвий білковий концентрат, соєвий білковий ізолят, знежирене соєве борошно або їх суміші з білками молочної сироватки поліпшують функціональні властивості, якість, а також біологічну цінність випечених виробів.

Тепер уже не тільки в країнах Азії, а й у США, Бразилії, Німеччині, Італії, Канаді та інших, підвищується інтерес до використання продуктів із сої у домашніх умовах. Існують, наприклад, в Америці кулінарні книги, в яких можна знайти рецепти та інструкції по приготуванню зеленої і сухої сої, соєвого борошна, крупи та інших продуктів. [2]

2.5 Огляд методів отримання соєвого молока

Соєвим молоком зазвичай називають суспензію соєвого білка в воді, стійку при температурі кипіння, що може утворювати піну. Для кормових цілей краще використовувати молоко, приготоване з цільних бобів або шроту, що значно здешевлює продукт. Однак відомі технології приготування такого молока

									Арк.
									30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

трудомістки і малоефективні. Причому, якість отриманого продукту невисока, а більша частина поживних речовин сої залишається в шроті.

Розроблена і впроваджена технологія в господарстві „Україна” Кілійського району Одеської області викорінює ряд недоліків традиційних способів отримання соєвого молока. Вона здійснюється наступним чином. Сою, попередньо очищену від механічних домішок і насіння бурянів, промиту у воді, подають в резервуар для замочування. В якості такого резервуару можна використовувати виноградний стікач. Зерно в ньому замочують водою при температурі 18 – 20 °С, в кількості 2 – 3 об'ємів. Через 8 – 10 годин відпрацьовану воду зливають, а набувнявілу сою рівномірними подають в емульсор ПСМ-6. в емульсорі, під дією швидкохідного ножа (5000 об/хв), соя змішується з водою і продавлюється центробіжним тиском через мілкі отвори сітки, розміщеної в нижній частині емульсора по всьому периметру. Загальне співвідношення сої і води, включаючи ввібрану воду при замочуванні зерна, повинна становити 1:9 – 1:10.

Отримане таким чином молоко поступає в вану, звідки його перекачують в 3 варочних котла ємкістю 2 т кожний. Молоко в котлах підлягають дії пари на протязі 1 – 1,5 години. При цьому, його доводять до кипіння і кип'ятять на протязі 0,5 – 0,6 години. Під впливом нагрівання до температури кипіння інгібітори трипсину на 60 – 85 % знищуються, а інші антипоживні речовини інактивуються майже повністю. Готове молоко перекачують в зовнішній бак-охолоджувач. В ньому відбувається охолодження продукту до температури 45 – 50 °С. Після цього в соєве молоко додають необхідні мікроелементи і вітаміни, ретельно перемішують їх змішувальним механізмом, який встановлений в баці. Продуктивність всієї установки складає 6 – 8 т молока за зміну (7 годин).

Технологічний процес приготування заміників із сої з використанням диспергатора значно спрощується в порівнянні з іншими технологіями. Диспергатор можна встановити на будь-якій товарній фермі, в кормоцеху при наявності пароутворюючого котла, що забезпечує тиск пари 0,4 – 0,6 атм.

									Арк.
									31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

3 УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЗБЕРІГАННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ СОЇ В ГОСПОДАРСТВІ

3.1 Післязбиральна обробка насіння сої

3.1.1 Загальні організаційні заходи

Для забезпечення стійкого зберігання зерна і зменшення втрат його (як за кількістю, так і за якістю) проводять певну технологічну підготовку зернових мас до тривалого зберігання. Воно полягає у підготовці току і сховищ до приймання зерна нового врожаю, правильному визначенні якості зерна, яке надходить з поля від комбайнів, організація його очищення, сушіння чи охолодження, та боротьбі з шкідниками і хворобами, контроль за якістю проведення технологічних процесів та зберігання.

Необхідна матеріально-технічна база для доброякісного проведення післязбиральної обробки зернової мас - тік, сховища, авто ваги, комплекс машин для очищення, сушіння та активного вентилявання зерна, ремонтна майстерня, проти пожежні засоби тощо.

До початку надходження на зерноочисний пункт зернових мас очищують склади, ремонтують техніку, проводять профілактичні заходи боротьби з комірними шкідниками, перевіряють наявність тріщин у дошках засік, підлозі та стінах.

Тік повинен мати як закриті, так і відкриті частини. Останню влаштовують з нахилом 5 – 8° для забезпечення стоку дощової води. Розмір її залежить від кількості зернової маси, що надійде на тік (на 1 т зерна треба 1 – 1,5 м² току). Автоваги встановлюють на підвищеному місці, використовуючи ватерпас. Проти пожежні засоби розміщують у зручному для їх використання місці. Призначають також вагарів та завідуючого током, який організує

приймання, після збиральну обробку, формування партій зерна для продажу, проведення якісного та кількісного обліку зернових мас.

3.1.2 Очищення зерна сої

Зернову масу, яка містить зернові та смітні домішки, очищують відразу від

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

після її надходження на тік. Тому ворохоочисників і машин для первинної обробки зерна має бути стільки, щоб їхня годинна продуктивність дорівнювала або була більшою за годину продуктивність комбайнів на зберіганні врожаю. Більш пізнє очищення завдає непоправної шкоди насінню чи зерну будь-якого цільового призначення, особливо якщо зернова маса не суха або в масі сухого зерна є вологі компоненти. Така зернова маса швидко втрачає схожість уже в перші години її зберігання. Особливо часто втрачається якість зернової маси, яка надійшла на тік після обмолоту скошеного хліба на поворотах перед роздільним збиранням зернових культур, бо має вологість 30% і більше.

Насіння сої сушать, зважують і відправляють на склад для зберігання до початку подальшого очищення. Після очищення насіння сої розділяють на дві фракції. У першій крупній фракції насіння коротких домішок не міститься, тому в трієрах його не обробляють. Другу фракцію обробляють в трієрах машини СМ-4 з діаметром отворів у барабанах 8,7 – 9 мм. Вологість насіння сої, за якої воно добре зберігається, становить 10 – 12 %.

Особливістю післязбиральної обробки насіння сої та інших олійних культур є те, що їх збирають або в середині літа, або наприкінці літа, коли значно збільшується кількість опадів. У вологому насінні олійних культур самозігрівання відбувається швидше, ніж у насінні зернових, оскільки при окисленні олії виділяється більше теплоти, ніж при окисленні крохмалю.

На збереженість насіння олійних культур впливає також вміст у воросі битого насіння, яке швидко пліснявіє, в нього пошкоджується зародок, розкладається олія, і воно стає гірким. Тому при очищенні сої насамперед необхідно видалити недозріле й бите насіння.

3.2 Активне вентилявання та сушіння зерна сої

Для активного вентилявання зерна використовують вентиляційне обладнання підлогової сушарки. Активне вентилявання використовують з профілактичною метою або для охолодження насипів їх проморожування, сушіння, ліквідації самозігрівання. Режим його залежить від подачі повітря

									ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

його температури та вологості, тривалості продування, товщини зернового шару.

Профілактичне вентилування застосовують для збагачення киснем повітря між зернового простору при питомій подачі повітря 30...50 м³/т за годину.

Вентилування для охолодження зерна проводять при температурі повітря +10°C і нижче при питомій подачі повітря 50...80 м³/т за годину.

Вентилування для проморожування зерна використовується при різних температурах збирання сої і мінусовій навколишній температурі. Процес обміну речовин і дихання в проморожених насипах знижується до мінімуму, внаслідок чого сапрофітні мікроорганізми не розмножуються і частково гинуть.

Для визначення можливості вентилування насіння сої слід використовувати спеціальні складені таблиці. Вентилують повітрям підігрітим до 60°C. Підвищені температури повітря прискорюють процес сушіння, однак це приводить до нерівномірного видалення вологи з товщини шару та пересушування нижніх і зволоження верхніх ділянок насипу. Сухе і зріле насіння сої час зберігання за низьких температур передуває у стані спокою, а при підвищені вологості і температури переходить у стан інтенсивної життєдіяльності. Тому насіння сої необхідно зберігати при вологості 7% і температурі не вище 10°C. При вологості 8% і температурі 20°C воно може зберігатись 1,5 місяця, при 10°C – 4,5 місяці, при 1°C – понад 6 місяців.[5]

3.2.1 Розрахунок системи активного вентилування

Для активного вентилування, а також сушіння зерна сої використовуємо центральний секційний кондиціонер Кд – 10, який виробляється харківським заводом „Кондиціонер”.

Для зберігання та сушіння сої використовуємо існуючу в господарстві підлогову сушарку. Яку ділимо на засіки, що дозволяють подавати теплоносій окремо в кожен засік, залежно від вологості насіння соняшнику в даному засіку. Схема розміщення повітрепроводу зображена на рисунку 3.2.

									Арк.
									35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Оскільки даний кондеціонер агрегується з винтеляторними агрегаторами Ц 4-70, необхідно підібрати тип вентилятора. Для цього потрібно знайти втрати тиску в системі повітропроводів.

Знаходимо втрати тиску в системі, які складаються з втрат тиску тертя $h_{тр}$ і місцевого втрат тиску $h_{місц}$, кПа [5]

$$\Delta p = R \beta_{ш} L + Z + p_{уст}, \quad (3.1)$$

де $R = 0,0016$ кПа – питома втрата тиску повітропроводу (9, с. 135);

$\beta_{ш} = 1,06$ – коефіцієнт, враховуючий фактичну шорсткість стінок повітропроводу в залежності від швидкості повітря, при шорсткості листової сталі 0,1 мм і швидкості 6 м/с приймаємо;

L – довжина повітропроводу;

Z – місцеві втрати тиску;

$p_{уст}$ – втрати тиску при проході через обладнання.

Довжина повітропроводу, м;

$$L = 2(L_1 + L_2) = 8 \times L_3 + 2 \times L_4 + L_5, \quad (3.2)$$

де $L_1 = 1,5$ м – довжина вертикального повітропроводу;

$L_2 = 3,75$ м – довжина горизонтального повітропроводу від кондиціонера до клапанів;

$L_3 = 2,58$ м - довжина горизонтального повітропроводу між клапанами;

$L_4 = 0,5$ м – довжина повітропроводу до повороту;

$L_5 = 6,56$ м – довжина повітропроводу через коридор,

$$L = 2(1,5 + 3,75) + 8 \times 2,58 + 2 \times 0,5 + 6,56 = 38,7 \text{ м.}$$

Місцеві втрати тиску, кПа:

$$Z = \sum \zeta \times p_{\partial}, \quad (3.3)$$

де $\sum \zeta$ – сума коефіцієнтів місцевих втрат тисків;

									Арк.
									36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

$p_0 = 0,28$ кПа – динамічний тиск повітря по номограмі [6]

Сума коефіцієнтів місцевих втрат тисків:

$$\zeta = 4\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3 + 2\zeta_4, \quad (3.4)$$

де ζ_1 – коефіцієнт місцевого тиску при зміні напрямлення, $\zeta_1 = 0,25$ (9, с. 128);

$\zeta_2 = 0,08$ – коефіцієнт місцевого тиску при переході від вентилятора до повітропроводу [6];

$\zeta_3 = 0,73$ – коефіцієнт місцевого тиску при переході від повітропроводу до кондиціонера [6];

$\zeta_4 = 0,25$ – коефіцієнт місцевого тиску при зміні напрямлення при вході в камеру [6],

$$\zeta = 4 \times 0,25 + 0,08 + 0,73 + 2 \times 0,25 = 2,31.$$

Звідси

$$Z = 2,31 \times 0,28 = 0,647 \text{ кПа.}$$

Втрати тиску при проході через обладнання, кПа

$$p_{уст} = p_k + 11 p_p, \quad (3.5)$$

де p_k – втрати тиску при проході через кондиціонер;

$p_p = 0,02$ кПа – втрати тиску при проходжені через повітряний клапан повітропроводів.

$$p_k = p_z + p_o + 2 p_{кл}, \quad (3.6)$$

де $p_z = 0,12$ кПа – втрати тиску при проходженні через зрошувальну камеру;

$p_o = 0,31$ кПа – втрати тиску при проходженні через охолоджувач;

$p_{кл} = 0,02$ кПа – втрати тиску при проходженні через повітряний клапан,

									Арк.
									37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

$$p_k = 0,12 + 0,31 + 2 \times 0,02 = 0,47 \text{ кПа.}$$

Звідси

$$p_{уст} = 0,47 + 11 \times 0,02 = 0,69 \text{ кПа.}$$

Тоді

$$\Delta p = 0,0016 \times 1,06 \times 38,7 + 0,647 + 0,69 = 157,3 \text{ кПа.}$$

Знаходимо тиск, який потрібно створювати вентилятором, кПа:

$$p_e = k \Delta p, \quad (3.7),$$

де $k=1,1$ - коефіцієнт неврахованих втрат тиску,

$$p_e = 1,1 \times 157,3 = 173 \text{ кПа.}$$

На основі знайдених значень втрат тиску $p_v = 1,4$ кПа і $V_{кам} = 4590$ м³/год вибираємо тип вентиляторної установки і тип двигуна [7]. Приймаємо винтиляторну установку Ц4-70 А4 095-3, з двигуном 4А100SA2 потужністю 5,5 кВт і частотою обертання 2880 хв⁻¹.

3.3 Вентиляційна камера

Вентиляційна камера – це приміщення для розміщення вентиляційного обладнання.

Приміщення для вентиляційного обладнання повинно задовольняти вимоги вибухо- і пожежонебезпеки, які пред'являються до виробничих і інших будівель, які вони обслуговують. Висоту приміщення для вентиляційного обладнання слід приймати не менше ніж на 0,8 м вище висоти обладнання, але не менше 1,9 м від підлоги до низу конструкції перекриття в місцях проходу обслуговуючого персоналу. Ширину проходу між виступаючими частинами обладнання, а також між обладнанням і стінами або колонами слід передбачити не менше 0,7 м.

Обладнання приточних вентиляційних систем встановлюють на рівні підлоги першого поверху в вентиляційних камерах. Такий варіант розміщення

									Арк.
									38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

найбільш зручний для виконання монтажних робіт, зменшує трасування повітропроводів. Але при цьому варіанті камери займають виробничу площу.

В нашому випадку розміри вентиляційної камери повністю відповідають вимогам; висота від підлоги до низу перекриття становить 6 м.[7]

3.4 Розробка технологічної карти

В технологічній карті приводяться терміни проведення робіт, об'єм робіт, марки машин, показники їх роботи та інші. Технологічна карта потрібна також для підрахунку техніко-економічних показників проекту, затрат праці, витрат енергії та пального. Слід відмітити особливості робіт по столових коренеплодів. Одні з них проводяться протягом всієї зміни, інші можуть виконуватись на протязі менше декількох годин. Тому при складанні технологічної карти необхідно враховувати усі особливості. Технологічна карта приведена в додатках.

Вибір технологічних операцій здійснено згідно технології післязбиральної доробки і зберігання с.-г. продукції. Вони включають в себе операції санітарно-гігієнічної обробки приміщення, вантажно-розвантажувальні роботи, підготовка до зберігання, зберігання і зняття із зберігання.

Операція регулювання і підготовки до реалізації взаємопов'язані, тому що виконуються одними і тими ж машинами. Якщо продукція готується до реалізації, а саме, підвищується її температура до 10...12⁰С, то в цей час не виконуються операції по регулюванню режиму зберігання. Отже, всі витрати при підготовці до реалізації і враховані в операції регулювання режиму зберігання.

Об'єми робіт та їх одиниці виміру відповідають загальному об'єму робіт.

Так в операціях:

1, 2,3 – це загальна кількість вантажу, яку необхідно перевезти;

4, 5 – операції по підготовці до зберігання;

6-11– операції по підготовці до зберігання, режиму зберігання його регулювання, підготовка до реалізації, об'єм їх відповідає загальному об'єму

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

сої, яка буде зберігатися.

Календарні терміни проведення робіт відповідають по операціях:

1-5 – початку і кінцю роботи обладнання для переробки сої;

7-9 – терміни, які вимагає технологія переробки і зберігання сої;

10-13 – терміни визначаються попитом на продукцію.

Марку машини або агрегатів вибираємо з наявних в господарстві, або з каталогів.

Продуктивність машини за одну годину вибираємо з технічних характеристик або норм виробітку.

Продуктивність агрегату або машини за зміну відповідає для основної машини її дійсної продуктивності, для машини, яка забезпечує роботу основної визначається об'ємом робіт необхідним для забезпечення технічного процесу.

Кількість змін і днів роботи залежить від періоду роботи, продуктивності і кількості машин.

Необхідна кількість машин та годин їх роботи протягом зміни та кількість змін і днів роботи визначається виконанням всього об'єму робіт.

Потужність приводу вибирається з технічної характеристики. Витрати енергії визначаємо в залежності від потужності машини і тривалості їх роботи. Витрати пального визначаються тривалістю роботи і погодинною витратою пального.

Необхідна кількість машин визначається термінами їх роботи і продуктивністю.

Необхідна кількість основних і допоміжних працівників залежить від кількості машин і кількості їх обслуговуючого персоналу.

Затрати робочого часу визначаються кількістю годин роботи машини і кількістю обслуговуючого персоналу.

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

4 РОЗРОБКА КОНСТРУКТИВНОГО ПРИСТОСУВАННЯ

4.1 Обґрунтування технологічної схеми установки

Для отримання соєвого молока існують багато методів і пристосувань. Досить вдало скомпоновані операції в розробленій установці для виробництва соєвого молока. На установці виконуються технологічні операції замочування сої, подрібнення і одержання соєвого молока.

Основні параметри установки виробництва соєвого молока: частота обертання вала приводу пристрою подрібнення; температура пастеризації; об'єм ємності замочування; тиск пари в пароводяній сорочці пристрою одержання соєвого молока. Частота обертання привідного вала становить 5610 об/хв.

Тиск пари в пароводяній сорочці пристрою одержання соєвого молока знаходиться в межах 0,05 – 0,4 кг/см².

На установці передбачено три режими роботи, які дозволяють раціонально завантажувати пристрої установки відповідно до тиску у пристрої одержання соєвого молока, завантаження ємності замочування.

4.2 Будова і принцип роботи

Установка складається з ємності замочування. Пристрою подрібнення й пристрою одержання соєвого молока. Промите насіння сої завантажують вручну в ємність замочування. Кількість насіння сої, що замочують, не повинне перевищувати 25кг, а співвідношення їх до води 1:3. Ємність заповнюють водою відкриттям вентиля ВІЗ при закритому ВН4. Час замочування не менш 12 годин. Після закінчення часу замочування відкриттям вентиля ВН7 вода зливається в систему зливу.

Вручну підводять пристрій подрібнення під горловину клапана пристрою замочування. Вручну відкривається заслінка ВН1і замочені соєве насіння надходить у прийомну конусну вирву пристрою подрібнювання. Сюди ж подається вода відкриттям вентиля ВНЗ, ВН1 при закритому ВНЗ.

										ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							41

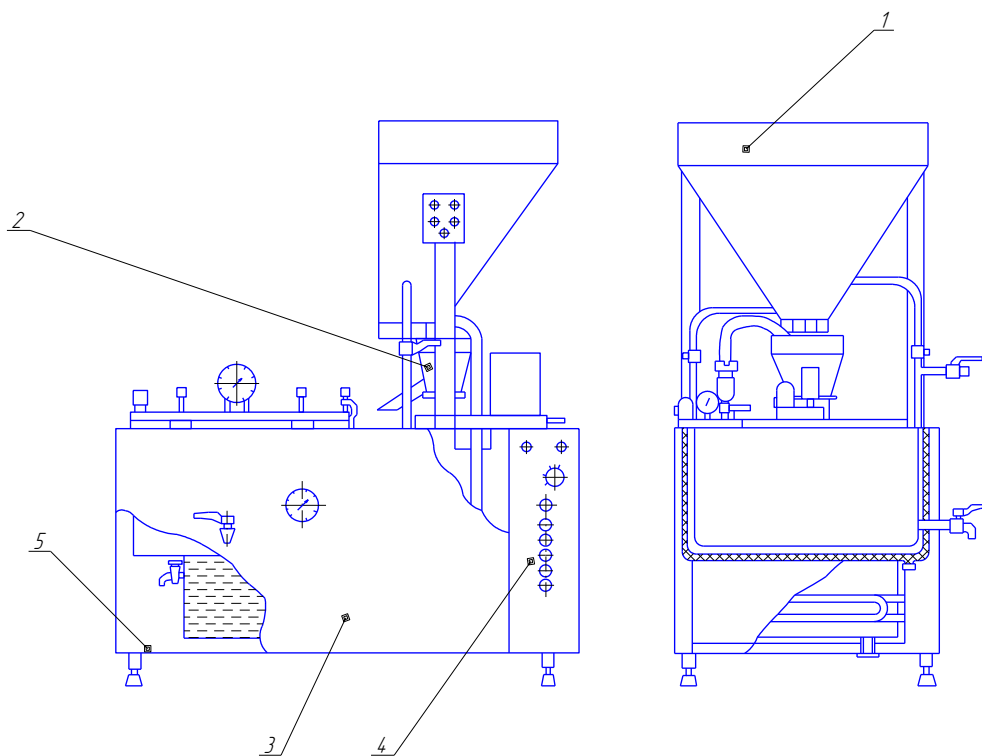


Рисунок 4.1 - Схема установки для отримання соєвого молока:

1 – ємкість замочування; 2 – пристрій подрібнення; 3 – пристрій одержання соєвого молока; 4 – панель керування; 5 – рама.

Включається електродвигун пристрою подрібнення відповідною кнопкою панелі керування. При цьому обертання через клинопасову передачу й вал передається на насадку. При обертанні насадки гвинтові поверхні лопат захвачують сою з водою, і в зоні між ребристою внутрішньою поверхнею кришки й зовнішньою поверхнею лопат відбувається попереднє дроблення насіння сої. Далі насіння сої спрямовується до ребристої внутрішньої поверхні статора, де відбувається подальше дроблення сої за рахунок багаторазового зіткнення в зустрічних потоках. При обертанні ротора відбувається багаторазове високою частотою перекриття пазів, сходження й розбіжність його кромки із краями статора - при цьому відбувається процес розчинення білка водорозчинних речовин сої у воді, а так само дроблення нових часток сої. Далі, суспензія що утворилася через похилий патрубок пристрою подрібнення надходить у ємність пристрою одержання соєвого молока.

									Арк.
									42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

4.3 Технологічний і конструктивний розрахунок

4.3.1 Розрахунок пальця рухомого диску на міцність

При розрахунку палець рухомого диску можна розглядати як консольну балку, навантажену зусиллям від подрібнення продукту P_p і відцентрової сили P_u .

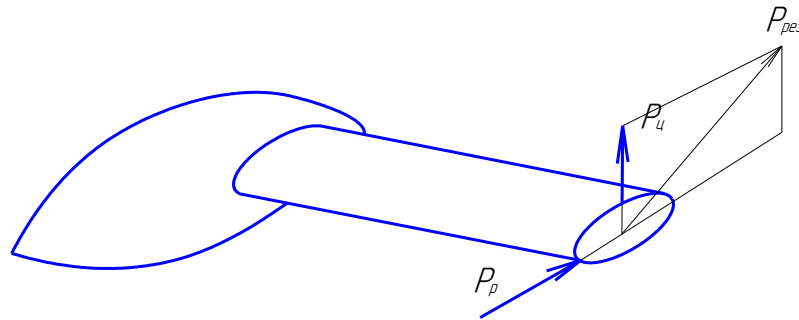


Рисунок 4.2 - Схема розрахунку пальця на міцність.

Величина сили P_p встановлена при технологічному розрахунку на основі аналізу споживання потужності аналогічними існуючими машинами.

Осьова сила розраховується за формулою[1]

$$P_u = m \omega^2 r, \quad (4.1)$$

де m – маса пальця, кг, $m=0,15$ кг;

ω - кутова швидкість диска, рад/с, $\omega=2,03$ рад/с;

r – радіус кола, на якому розміщені пальці, м, $r=0,15$.

При підстановці $P_u=0,1$.

Згинаючий момент від осьової сили[1]

$$M_u = 0,5 m \omega^2 r l, \quad (4.2)$$

де l – довжина пальця, м, $l=0,12$ м

$$M_u = 0,5 \times 0,15 \times 2,03^2 \times 0,15 = 0,04 \text{ Нм}$$

									Арк.
									44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Згинаючий момент від робочого навантаження

$$M_p = P_p l, \quad (4.3)$$

$$M_p = 0,1 * 0,04 = 0,004 \text{ Нм}$$

Результуючий згинаючий момент [1]

$$M_{\text{н}} = \sqrt{(M_{\text{ц}}^2 + M_p^2)}, \quad (4.4)$$

$$M_{\text{н}} = \sqrt{(0,04^2 + 0,004^2)} = 0,04 \text{ Нм}$$

Напруження згину [1]

$$\sigma = 32 M_{\text{н}} / (\pi d^3), \quad (4.5)$$

де d – діаметр пальця.

$$\sigma = (32 * 0,04) / (3,14 * 0,02^3) = 21,3$$

Напруження зрізу [1]

$$\tau = 4 \sqrt{((P_y^2 + P_p^2) / (\pi d^2))}, \quad (4.6)$$

$$\tau = 4 \sqrt{((0,1^2 + 0,1^2) / (3,14 * 0,02^2))} = 15,9$$

Еквівалентне напруження згідно третьої теорії міцності [1]

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{(\sigma^2 + 4 \tau^2)}, \quad (4.7)$$

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{(21,3^2 + 4 * 15,9^2)} = 38,27$$

Запас міцності пальця визначається з відношення [1]

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \sigma_T / \sigma_{\text{екв}}, \quad (4.8)$$

де σ_T – межа текучості. Повинно бути перевірена наступна умова $n \geq [n]$.

$$n = 38,27 / 8,4 = 4,6$$

4.3.2 Технологічний та енергетичний розрахунок дисембратора

В штифтовому подрібнювачі корисна енергія подрібнення перетворюється в тепло, кількість якого (в Вт) розраховується за формулою[1]

$$Q = (\sqrt{3}) IU \cos \varphi \eta_o, \quad (4.9)$$

де I – сила струму, А;

U – напруга, В;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності;

η_o – загальний коефіцієнт корисної дії електродвигуна і приводного пристрою.

$$Q = 2422 \text{ Вт}$$

Тепло, що утворюється при подрібненні нагріває продукт і повітря.

Тепловий баланс без врахування втрат в навколишнє середовище має вигляд:

$$PcT_1 + G_o c_o T_o + Q = PcT_2 + G_o c_o T_2, \quad (4.10)$$

де P – продуктивність подрібнювального пристрою, кг/с;

c – питома теплоємність продукту, Дж/(кг*К);

G_o – кількість повітря, що подається, кг/с;

c_o – питома теплоємність повітря, Дж/(кг*К);

T_1 - початкова температура продукту, °С;

T_o – температура повітря, °С;

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Q – кількість тепла, яке утворюється при подрібненні, Вт;

T_2 – кінцева температура продукту і повітря, °С.

Кількість повітря, що подається

$$G_6 = P / \mu, \quad (4.11)$$

де μ - концентрація суміші, кг/кг ($\mu = 0,35 \dots 0,45$).

Після підстановки $G_6 = 10$

Використовуючи рівняння теплового балансу, можна знайти температуру нагрівання продукту і порівняти її з допустимою:

$$T_2 = PcT_1 + G_6c_6T_6 + Q / Pc + G_6c_6, \quad (4.12)$$

Після підстановки $T_2 = 50,1$ °С.

Продуктивність подрібнювального пристрою

$$P = 1800 \pi a k_1^2 k_2 \varphi \rho D^2 \delta \omega, \quad (4.13)$$

де a – кількість паралельно працюючих зазорів;

$k_1 = d_1 / d_2$ (d_1 - внутрішній діаметр корундової накладки, d_2 – її зовнішній діаметр), $k_1 = 0,7$;

k_2 – дослідний коефіцієнт, що показує яку частину складає швидкість продукту в радіальному напрямку від колової швидкості $0,5 D$ від осі обертання, $k_2 = 0,01$;

φ - коефіцієнт заповнення щілини, $\varphi = 0,7 \dots 0,8$;

ρ - насипна густина продукту, кг/м³;

D – зовнішній діаметр диска, м;

δ - зазор між дисками, м;

ω - кутова швидкість диска, рад/с.

Після підстановки $P = 0,8$ кг/с

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

4.4 Кінематичні розрахунки

Розрахунок будемо проводити для клинопасової передачі.

Вихідні дані для розрахунку:

- $F_t = 3000$ Н – пружна сила на валу;
- $\omega = 10$ рад/с – кутова швидкість вала;
- $D = 0,30$ м – середній діаметр вала;
- $t = 10000$ год – строк служби приводу.

Визначаємо крутильний момент на валу [14]:

$$T = F_t \times D / 2 = 3000 \times 0,3 / 2 = 450 \text{ Нм}, \quad (4.15)$$

Визначаємо потужність, яка необхідна для виконання технологічного процесу[14]:

$$P = T \times \omega = 450 \times 10 = 4500 \text{ Вт} = 4,5 \text{ кВт}, \quad (4.16)$$

Визначаємо потрібну потужність електродвигуна за формулою[14]:

$$P_{\text{дв}} = P / \eta_{\text{заг}}, \quad (4.17)$$

де $\eta_{\text{заг}}$ – загальний ККД привода, який визначається так[14]:

$$\eta_{\text{заг}} = \eta_1 \times \eta_2, \quad (4.18)$$

$\eta_1 = 0,99 \dots 0,995$ – ККД підшипників кочення вала;

$\eta_2 = 0,92 \dots 0,940$ – ККД клинопасової передачі.

Для розрахунку приймаємо менші значення ККД елементів привода, тоді загальний ККД привода буде[14]:

$$\eta_{\text{заг}} = 0,99 \times 0,92 = 0,91,$$

а потрібна потужність двигуна

$$P_{\text{дв}} = 4,5 / 0,91 = 4,94 \text{ кВт}.$$

Беремо двигун з номінальною потужністю $P_{\text{ном}} = 4,85$ кВт, який буде перевантажений на[14]:

$$\lambda = P_{\text{ном}} - P_{\text{дв}} / P_{\text{ном}} = 4,85 - 4,94 / 4,94 = 0,01\%, \quad (4.19)$$

						ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			48

Перевантаження становить $\lambda = 0,01 \%$.

Визначаємо потрібну кутову швидкість обертання електродвигуна, для цього використаємо залежність:

$$\omega_{\text{двмін}} = i_{\text{загмін}} \times \omega; \quad \omega_{\text{двмак}} = i_{\text{загмак}} \times \omega, \quad (4.20)$$

Мінімальні і максимальні загальні передаточні відношення відповідно рівні:

$$i_{\text{загмін}} = i_{\text{лпмін}} = 3; \quad i_{\text{загмак}} = i_{\text{лпмак}} = 5, \quad (4.21)$$

де $i_{\text{лпмін}}$, $i_{\text{лпмак}}$ – відповідно мінімальне і максимальне передаточне число клинопасової передачі.

Мінімальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна становить:

$$\omega_{\text{двмін}} = 3 \times 10 = 30 \text{ рад/с.}$$

Максимальна кутова швидкість обертання вала електродвигуна :

$$\omega_{\text{двмак}} = 5 \times 10 = 50 \text{ рад/с.}$$

Беремо двигун АІР804, який має потужність $P_{\text{ном}} = 4,85$ кВт; частоту обертання ротора $n_{\text{двном}} = 2805$ об/хв і кутову швидкість $\omega_{\text{двном}} = 80$ рад/с.

4.5 Розрахунок клинопасової передачі

Випишемо з попередніх розрахунків: передаточне число ступіні $U = 1,9$, потужність $N_1 = 4,8$ кВт, крутний момент на ведучому шківі $M_1 = 65$ Н·м, частоту його обертання $n_1 = 2805$ хв⁻¹.

Вибираємо переріз клинового паса в залежності від крутного моменту на ведучому шківі по таблиці [14]. Приймаємо переріз паса - А.

Визначаємо діаметр малого шківа по таблиці [14]. Для підвищення довговічності паса бажано приймати діаметр малого шківа на 1...2 розміри більше по стандартному ряду. Приймаємо діаметр малого шківа $d_1 = 100$ мм.

Визначаємо діаметр більшого шківа як добуток стандартного діаметра малого шківа на передаточне відношення передачі. Отримане значення закругляємо до найближчого стандартного по ГОСТ 17383-73.

									Арк.
									49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

$$d_2 = d_1 \cdot U = 100 \cdot 1,9 = 190 \text{ мм.}$$

Приймаємо $d_2 = 180 \text{ мм.}$

Уточнюємо фактичне передаточне відношення з урахуванням ковзування паса (с.62). Відхилення не повинно перевищувати 3 % .

$$U_\phi = \frac{d_2}{d_1 \cdot (1 - \varepsilon)} = 0,18; \text{ де } \varepsilon = 0,015 - \text{ коефіцієнт ковзання.}$$

$$\Delta U = \left| \frac{U_\phi - U}{U_\phi} \right| \cdot 100\% = 2\% < \Delta U = 3\% , \text{ що допустимо.}$$

Визначаємо міжосьову відстань передачі [14]:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h = 0,55 \cdot (100 + 180) + 14 = 168 \text{ мм;}$$

$$a_{\max} = 2 \cdot (d_1 + d_2) = 2 \cdot (100 + 180) = 560 \text{ мм,}$$

де $h = 14 \text{ мм}$ висота профілю переріза паса.

Приймаємо $a = 380 \text{ мм.}$

Визначаємо розрахункову довжину паса [14]:

$$L_p = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4 \cdot a} = 1260 \text{ мм}$$

Отримане значення округлюємо по ГОСТ $L = 1250 \text{ мм.}$

Уточнюємо міжосьову відстань :

$$a = 0,25 \cdot \left[L - \pi \cdot d_{cp} + \sqrt{(L - \pi \cdot d_{cp})^2 - 2 \cdot (d_2 - d_1)^2} \right] = 380 \text{ мм.}$$

де $d_{cp} = 0,5 \cdot (d_1 + d_2) = 0,5 \cdot (100 + 180) = 140 \text{ мм.}$

									Арк.
									50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Визначаємо кут обхвату пасом малого шківa і порівнюємо його з допустимим значенням. Кут повинен бути не менше ніж 120 градусів.

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60 \cdot \frac{d_2 - d_1}{a} = 180^\circ - 60 \cdot (180 - 100) / 380 = 167^\circ > [\alpha] = 120^\circ$$

Тягова здатність передачі в межах допустимого.

Визначаємо колову швидкість передачі :

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} = 14,682 \text{ м/с.}$$

Перевіряємо пас на довговічність по числу пробігів. Число пробігів порівнюємо з максимально допустимим:

$$\lambda = \frac{V}{L} = 0,02 \text{ с}^{-1} < [\lambda] = 10 \text{ с}^{-1} \quad (20 \text{ с}^{-1}).$$

Довговічність паса достатня.

Визначаємо колову силу в передачі. Потужність підставляємо в Вт :

$$P_t = \frac{N_1}{V} = 4800 / 1250 = 4 \text{ Н.}$$

Інтерполюючи , визначаємо величину колового зусилля на один пас вибраного перерізу: $p_o = 3 \text{ Н.}$

Визначаємо коректуючі коефіцієнти довжини C_L , кута обхвату C_α , та режиму роботи C_p [14]

$$C_L = 0,3 \cdot \frac{L}{L_o} + 0,7 = 0,3 \cdot 0,9 + 0,7 = 0,97, \text{ де } L_o = 1260 \text{ мм.}$$

$$C_\alpha = 1 - 0,003 \cdot (180 - \alpha_1) = 1 - 0,003 \cdot (180 - 167) = 0,961.$$

$$C_p = 0,865 \text{ (2. с.63).}$$

						ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			51

Визначаємо необхідну кількість пасів [14].

$$z = \frac{P_t}{P_o \cdot C_L \cdot C_p \cdot C_\alpha} = 1,6.$$

Приймаємо $z = 2$.

Визначаємо зусилля в пасовій передачі:

Зусилля попереднього натягу паса , прийнявши напруження від попереднього натягу $\sigma_o = 1,6 \text{ Н/мм}^2$.

$$S_o = \sigma_o \cdot F = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ Н ,}$$

де $F = 30 \text{ мм}^2$ – площа переріза паса .

Зусилля у ведучій вітці паса:

$$S_1 = S_o + \frac{P_t}{2 \cdot z} = 9 \text{ Н.}$$

Зусилля у веденій вітці паса :

$$S_2 = S_o - \frac{P_t}{2 \cdot z} = 8 \text{ Н.}$$

Зусилля які діють на вали (1. с.66):

$$Q = 2 \cdot S_o \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 12 \text{ Н.}$$

Визначаємо розміри шківів (1. с.76) для паса типу - А: $c = 186 \text{ мм}$; $e = 15 \text{ мм}$; $t = 12 \text{ мм}$; $s = 13 \text{ мм}$.

Кут профілю канавки - 34° .

4.5.1 Попередній розрахунок вала

Попередній розрахунок проводимо на кручення по допустимих

									Арк.
									52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

напруженнях.

Діаметр вихідного кінця вала при допустимому напруженні $[\tau]=25$ МПа

$$d = \sqrt{\frac{16T_{\kappa}}{\pi \cdot [\tau_{\kappa}]}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 35 \cdot 10^3}{3,14 \cdot 25}} = 21,4 \text{ мм} \quad (4.22)$$

Приймаємо $d=22$ мм.

Діаметр ступеней під шків клино-пасової передачі приймаємо $d=24$ мм.

Діаметр ступеней під підшипники приймаємо $d=30$ і 35 мм.

Діаметр середньої частини вала приймаємо $d=38$ мм.

Довжину вихідного кінця вала визначаємо з умови розміщення на ньому веденого шківа та можливістю його компонування із шківом приводу. Довжину наступної ступіні визначаємо з умови розміщення на ній веденого шківа. Розмір ступеней під підшипники приймаємо враховуючи розміри підшипникових вузлів. Довжину середньої частини вала приймаємо виходячи із конструкції гідропоної установки.

Перевірка міцності шпонкового з'єднання

Розрахунок шпонкового з'єднання проводимо виходячи з умови міцності при зминанні, $\sigma \leq [\sigma]=100$ Мпа [14]

$$\sigma = \frac{2T}{d \cdot l_{\text{роб.}} \cdot (n-t)} \leq [\sigma] \quad (4.23)$$

$$\sigma = \frac{2 \cdot 35}{0,022 \cdot 0,018 \cdot (6-3,5)} \leq [\sigma]$$

Умова міцності виконується.

4.5.2 Уточнений розрахунок вала

Приймаємо, що нормальні напруження від згину змінюються по симетричному циклу, а дотичні від кручення - по від нульовому (пульсуючому).

									Арк.
									53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Уточнений розрахунок полягає у визначенні коефіцієнтів запасу міцності s для небезпечних перерізів і порівнянні їх з необхідними (допустимими) значеннями $[s]$. Міцність забезпечена при $s > [s] = 2,5$.

Будемо проводити розрахунок для найбільш небезпечного перерізу валу.

Матеріал валу - сталь 45, термічна обробка - покращення.

По табл.3.3 (1. с. 34) при діаметрі заготовки до 90 мм середнє значення $\sigma_B = 780$ МПа. Границя витривалості при симетричному циклі згину [14]

$$\sigma_{-1} \approx 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 780 = 335 \text{ МПа.}$$

Границя витривалості при симетричному циклі дотичних напружень [14]

$$\tau_{-1} = 0,58 \cdot \sigma_{-1} = 0,58 \cdot 335 = 193 \text{ МПа.}$$

Переріз Б-Б. Тут діє сумарний згинальний момент $M_{зг} = 32,27$ Н·м, крутний момент $M_2 = 35$ Н·м. Концентрація напружень обумовлена наявністю шпонкової канавки.

Інтерполюючи маємо $k_\sigma = 1,9$; $k_\tau = 1,9$; $\varepsilon_\sigma = 0,92$; $\varepsilon_\tau = 0,86$.

Осьовий момент опору перерізу згину :

$$W = \frac{\pi \cdot d^3}{32} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} = \frac{3,14 \cdot 22^3}{32} - \frac{18 \cdot 6 \cdot (22 - 6)^2}{2 \cdot 22} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3. \quad (4.24)$$

Амплітуда нормальних напружень згину [14]

$$\sigma_v = \sigma_{\max} = \frac{M_{зг}}{W} = \frac{32,27}{1,944 \cdot 10^3} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ МПа.} \quad (4.25)$$

Середнє напруження $\sigma_m = 0$.

Коефіцієнт запасу міцності по нормальних напруженнях [14]

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

$$s_{\sigma} = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_{\sigma}}{\varepsilon_{\sigma} \cdot \beta} \cdot \sigma_v + \Psi_{\sigma} \cdot \sigma_m} = \frac{335}{\frac{1,9}{0,92 \cdot 0,94} \cdot 1,65 \cdot 10^{-3}} = 9185 \quad (4.26)$$

Полярний момент опору крученню [14]

$$W_k = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{b \cdot t_1 \cdot (d - t_1)^2}{2 \cdot d} \quad (4.27)$$

$$W_k = \frac{3,14 \cdot 22^3}{16} - \frac{18 \cdot 6_1 \cdot (22 - 6)^2}{2 \cdot 22} = 1,944 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Амплітуда і середнє напруження від нульового циклу дотичних напружень

$$\tau_v = \tau_m = \frac{M_1}{2 \cdot W_k} = \tau_v = \tau_m = \frac{35}{2 \cdot 1,944 \cdot 10^3} = 9,002 \cdot 10^3 \text{ МПа} . \quad (4.28)$$

Коефіцієнт запасу міцності по дотичних напруженнях [14]

$$s_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau}}{\varepsilon_{\tau} \cdot \beta} \cdot \tau_v + \Psi_{\tau} \cdot \tau_m} = \frac{193}{\frac{1,9}{0,83 \cdot 0,9} \cdot 9 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 9 \cdot 10^{-3}} = 7,045 \quad (4.29)$$

Коефіцієнти $\beta = 0,9$ (1. с. 162); $\Psi_{\tau} = 0,1$ (1. с. 166).

Результуючий коефіцієнт запасу міцності [14]

$$s = \frac{s_{\sigma} \cdot s_{\tau}}{\sqrt{s_{\sigma}^2 + s_{\tau}^2}} = \frac{9185 \cdot 7,045}{\sqrt{9185^2 + 7,045^2}} = 7,045 > [s] = 2,5. \quad (4.30)$$

Вал задовольняє умовам міцності.

									Арк.
									55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТУ

5.1 Розрахунок собівартості зберігання

Вартість зберігання насіння сої, грн[4]

$$C_{зб} = C_{нзн} + C_{утр} + C_{зв}, \quad (5.1)$$

де $C_{нзн}$ - повна заробітна плата виробничих працівників; $C_{утр}$ - вартість утримання основних виробничих фондів;

$C_{зв}$ - загальновиробничі накладні витрати. Повна заробітна плата виробничих працівників, грн [4,]:

$$C_{нзн} = C_{зн} + C_{доп.зн} + C_{вицр}, \quad (5.2)$$

де $C_{зн}$ - основна заробітна плата виробничих працівників;

$C_{доп.зн}$ - додаткова заробітна плата працівників;

$C_{вицр}$ - відрахування від заробітної плати.

Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання і переробки сої на основі технологічної карти наведена в таблиці 6.1.

Додаткова заробітна плата працівників, грн:

$$C_{доп.зн} = K_{доп.зн} \times C_{зн}, \quad (5.3)$$

де $K_{доп.зн} = 0,08$ - коефіцієнт додаткової заробітної плати для галузі переробки продукції рослинництва,

$$C_{доп.зн} = 35430 \times 0,08 = 2834,4 \text{ грн.}$$

Відрахування від заробітної плати, грн:

$$C_{вицр} = 0,35 (C_{пр} + C_{д}), \quad (5.4)$$

$$C_{вицр} = 0,35 \times (35430 + 2834,4) = 13392 \text{ грн.}$$

									Арк.
									56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Таблиця 5.1 - Основна заробітна плата працівників сховища за сезон зберігання

Виробничі працівники	Витрата робочого часу, грн	Тарифна ставка, грн./год	Основна заробітна плата, грн
Водій електронавантажувача	350	22	7700
Оператор вент. установки	870	25	21750
Підсобні	460	13	5980
Разом	1650		35430

Звідси

$$C_{нзн} = 35430 + 2834,4 + 13392 = 51657 \text{ грн.}$$

Вартість утримання основних виробничих фондів $C_{утр}$ (табл. 6.2) складається із витрат на амортизацію будівлі та обладнання, ремонт будівлі та обладнання, силову витрату електроенергії, витрату електроенергії на освітлення, витрати на воду для виробничих і побутових потреб та охорону праці

Загальновиробничі накладні витрати, грн:

$$C_{зв} = k_{зв} \times C_{нзн}, \quad (5.5)$$

$k_{зв} = 0,8$ - коефіцієнт відрахувань загальновиробничих накладних витрат,

$$C_{зв} = 0,8 \times 35430 = 28344 \text{ грн}$$

Звідси

$$C_{зб} = 35430 + 135500 + 2834,4 = 173764,4 \text{ грн}$$

Вартість зберігання сої буде становити 173764,4 гривні.

									Арк.
									57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

Таблиця 5.2 - Вартість утримання основних виробничих фондів

Назва статей витрат	Річні витрати, грн.
Амортизація будівлі	33750
Амортизація обладнання	28500
Ремонт будівлі	20250
Ремонт обладнання	9500
Силова витрата електроенергія	21500
Витрата енергії на освітлення і вентиляцію	3600
Вода для виробничих і побутових потреб	9800
Охорона праці	8600
Загальна сума	135500

5.2 Розрахунок собівартості переробки сої

Визначаємо об'єм продукції що переробляється

$$Q_c = P \times Y, \quad (5.6)$$

де P – площа посіву сої, $P=130$ га;

Y – урожайність сої, $Y=1,4$ т.

$$Q_c = 130 \times 1,4 = 182 \text{ т}$$

Об'єм виробленої продукції

$$Q = Q_c \times B, \quad (5.7)$$

де B – вміст протеїну, $B=0,43$ (43 %).

$$Q = 182 \times 0,43 = 78260 \text{ кг.}$$

Визначаємо річний фонд робочого часу установки виробництва соєвого

						ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			58

МОЛОКА

$$T_{p\phi} = n_{3m} \times T_{3m}, \quad (5.8)$$

де n_{3m} – кількість робочих змін роботи установки протягом року,
 $n_{3m}=180$;

T_{3m} – тривалість зміни, $T_{3m}=7$ год.

$$T_{p\phi} = 180 \times 7 = 1260 \text{ години}$$

Визначаємо річну витрату електроенергії

$$E_{el} = T_{p\phi} \times E_{год}, \quad (5.9)$$

де E – годинне споживання електроенергії технологічною лінією

$$E = 32,8 \text{ кВт/год}$$

$$E_{el} = 1260 \times 32,8 = 41328 \text{ кВт/год}$$

Капіталовкладення або вартість установки виробництва соєвого молока і
вентиляторної установки

$$K = 156000 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

Розрахунок експлуатаційних витрат.

Амортизаційні відрахування і відрахування на поточний ремонт і
технічне обслуговування

$$A = K \times A_m, \quad (5.11)$$

де A_m – нормативний коефіцієнт амортизаційних відрахувань $A_m = 0,05$

$$A = 156000 \times 0,05 = 7800 \text{ грн.}$$

Вартість електроенергії

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{ел} = E_{ел} \times Ц_{ел}, \text{ грн.} \quad (5.12)$$

де $Ц_{ел}$ – вартість однієї кіловат-години електроенергії, $Ц_{ел}=1,67$ грн

$$B_{ел} = 41328 \times 1,67 = 15704 \text{ грн.}$$

Оплата праці обслуговуючого персоналу

$$O_n = T_{рф} \times (\sum P_{pn} \times t_n + n_{pI} \times t_{nI}) \times K_n, \quad (5.13)$$

де P_{pn} – кількість працівників n-ої трифної ставки

t_n – тарифна ставка n-го розряду;

K_n – коефіцієнт нарахувань, $K_n=0,55$;

$n_{pII} = 2$ працівники;

$n_{pIV} = 1$ працівників;

$n_{pII} = 1$ працівники;

$t_n^{II} = 44,5$ грн.

$t_n^V = 55,1$ грн.

$t_{nII} = 28,4$ грн.

$$O_n = 1260 \times 1 \times 45,0 \times 0,55 = 31185 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат

$$E_в = A + B_{ел} + O_n + C_{зб}, \quad (5.14)$$

$$E_в = 7800 + 157040 + 31185 + 173764,4 = 379789 \text{ грн.}$$

Визначаємо розмір приведених витрат

$$П_B = E_B + E_n \times K, \quad (5.15)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт капіталовкладень, $E_n=0,15$ грн.

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$П_B = 379489 + 0,15 \times 156000 = 402889 \text{ грн.}$$

Визначаємо собівартість одиниці продукції

$$C_n = C_c + П_B / Q, \quad (5.16)$$

де C_c – вартість сировини необхідної для виготовлення одиниці продукції; приймаємо $C_c = 14$ грн.

$$C_n = 14 + 402889 / 7826 = 19,14 \text{ грн.}$$

Визначаємо прибуток від реалізації одиниці продукції

$$П = Ц - C_n, \quad (5.17)$$

де $Ц$ – мінімальна реалізаційна ціна одиниці продукції: $Ц = 20,4$ грн

$$П = 20,4 - 19,14 = 1,26 \text{ грн.}$$

Визначаємо валовий дохід від реалізації продукції

$$D = П \times Q, \quad (5.18)$$

$$D = 1,26 \times 78260 = 98608 \text{ грн.}$$

Визначаємо термін окупності капіталовкладень

$$T_o = K / D_{\text{років}}, \quad (5.19)$$

$$T_o = 156000 / 98608 = 1,58 \text{ року,}$$

Термін окупності капіталовкладень 1,58 року.

									Арк.
									61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ				

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

Для переробки сої найкращий варіант – це застосування установки виробництва соєвого молока, яка дає змогу забезпечити тваринництво повноцінною кормовою базою.

Застосування установки виробництва соєвого молока дозволить підвищити роль сої як кормового елемента для тварин, що позитивно вплине на конкурентоспроможність продукції тваринництва на ринку збуту.

В господарстві є можливість зберігати сою і переробляти її на соєве молоко. При цьому є можливість збувати вироблену продукцію іншим господарствам, що мають тваринницький напрям в господарюванні.

Як результат - є можливість економічно обґрунтувати впроваджену технологію в кормовому виробництві.

До того ж, продукти, що залишились після переробки сої згодуються іншим тваринам, що робить дану технологію майже безвідходною. І окупність обладнання при даній технології переробки сої становить лише 1,58 року.

					ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Кам'янець – Подільський : Абетка, 2008. – 120 с. – Гриф Мін. аграрної політики України (№ 18-128-13/744 від 08.05.08р.).

22. Теорія та розрахунок машин для тваринництва: Підручник для студ. вищ. навч. закл. / Б.П. Шабельник, М.М. Троянов, І.Г. Бойко, О.В. Нанка, А.І. Дзюба, В.І. Грідасов, О.П. Скорик, О.І. Фісяченко, С.І. Овсянніков; За ред. І.Г. Бойка. - Х., 2002. - 212 с. -(ХДТУСГ).

23. Технічний сервіс машин у тваринництві: Підручник / О.А. Науменко, В.Д. Войтюк, М.І. Денисенко та ін.; За ред. О.А. Науменка, В.Д. Войтюка. – Київ- Харків: НАУ (ХДТУСГ), 2007 – с. 35, 39-40.

					<i>ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

ДОДАТКИ

					<i>ДПАІ 22.04.00. 00. 000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66