

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____Микола СВІРЕНЬ
“ ____ ” _____ 2021 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування сої з модернізацією системи аспірації
зерноочисної машини ОВС-25»

Виконав здобувач вищої освіти __П__ курсу,
групи АІ-20М(1,4)-2
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Мачула Владислав Олександрович
« ____ » _____ 2021 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Дмитро ПЕТРЕНКО
« ____ » _____ 2021 р.
Рецензент _____

Зміст

Номер розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	
2	Технологічна частина	
3	Наукова частина	
4	Охорона праці	
5	Економічна частина	
6	Висновок	
-	Список використаної літератури	
-	Додатки	

[illegible]

1. Вступ

Важливу роль як в сівоземі, так і в якості харчового і кормового ресурсів відіграють бобові культури. Останніми десятиліттями у вітчизняному землеробстві спостерігається зміни видового складу сегменту бобових культур. Так культури, які вважалися основними перейшли в групу дотаційних, а ті, що не мали широкого поширення, навпаки, отримали досить значний ріст районування, зокрема і ті, що не притаманні для аграрного сектору України [1].

Серед бобових культур особливе місце займає соя – обсяги вирощування якої останніми десятиріччями в нашій країні досягають обсягів районування зернових та олійних (соняшнику) культур. Відповідно до статистичних даних, в структурі продуктової групи України виробництво сої досягає майже 30%, що пов'язано з стабільністю її попиту та рівнем врожайності [1, 2]. В структурі бобових культур за середньорічним валовим виробництвом бобових продукція сої складає більше половини, а в розрізі окремих років її попит перевищував дві третини загального продажу [2].

Потенційна прогнозована врожайність більшості сучасних сортів сої становить понад 5,0 т/га, але внаслідок несприятливих кліматичних умов та низького рівня технологічного забезпечення її високий продуктивний потенціал в деякі роки не був реалізований.

З метою зниження дії несприятливих агрокліматичних факторів потрібно виконувати відповідні агротехнічні прийоми з дотриманням агротехнічних строків, що дозволять нівелювати загрози втратити врожай. Агротехнічні прийоми повинні базуватися на відповідних досягненнях науки і досвіду господарств, де запровадженні інноваційні технології.

Метою даної роботи є підвищення ефективності виробництва сої шляхом впровадженні і дотримання інноваційних технологічних прийомів при її вирощуванні і післязбиральній обробці.

					ОВС 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Мачула				Пояснювальна записка	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Петренко							
Н. контр.	Мачок					ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-2		
Затверд.	Свірень							

2. Технологічна частина

2.1. Аналіз інноваційних прийомів вирощування сої

Місце в сівозміні

Соя є вимогливою до чистоти поля від бур'янів, тому її необхідно розміщувати після культур, що забезпечують дану вимогу, крім того повинна залишитись в достатній кількості волога і поживні речовини у ґрунті. За правильного підбору попередника можливо отримати підвищення врожаю сої на 1,5-5,0 ц/га за інших однакових умов [1-4].

Серед кращих попередників сої визнані озимі зернові, оскільки вони збираються в більш ранні терміни, що дозволяє виконати основну підготовку ґрунту в декілька етапів. За умови дотримання відсутності значної забур'яненості полів сою можна розмістити і після кукурудзи, ярих зернових, коренеплодних та овочевих культур. Термін повернення сої на попереднє поле вирощування рекомендовано встановлювати через 3-4 роки [2, 3]. Не рекомендується районувати сою після соняшника, сидеральних та багаторічних бобових трав, а також зернобобових культур.

З метою уникнення ураження спільними шкідник посіви сої слід розміщувати не ближче 500 м від посадок акації, а також посівів зернобобових та бобових культур.

З іншої сторони, соя являється цінним попередником для вирощування інших культур, оскільки її посіви сприяють накопиченню азотних поживних елементів, поліпшенню структури ґрунтів, а також посилюються активність мікроорганізмів та процеси нітрифікації [2, 3].

Система удобрення

При формуванні 1 т зернової частини рослина сої виносить з ґрунту до 40 кг фосфорних та калійних поживних елементів і 70-100 кг азотних, що свідчить про вимогливість сої до мінерального живлення, а також позитивну реакцію на внесення добрив [2-4].

Максимальне засвоєння азоту спостерігається у фазі цвітіння та при формуванні бобів, а калію – впродовж близько 90 днів післясходового періоду [2, 3].

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При плануванні агротехніки вирощування в частині забезпечення поживними елементами необхідно враховувати добре використання соєю післядії органічних і мінеральних добрив, що були внесені під попередники, окрім того, значна частина потреби в азоті (до 70 %) задовольняється внаслідок симбіозу з азотфіксуючими бактеріями та за рахунок поглинання елементів живлення, що містяться в ґрунті у важкодоступних формах [5, 8, 10].

При внесенні мінеральних добрив поліпшуються умови живлення рослин, що сприяє їх інтенсивному росту та розвитку, підвищується урожайність на 3,0-7,5 ц/га, а також вміст протеїну в насінні на 1,0-3,1 % [2, 6, 7].

Відповідно до узагальнених даних наукових досліджень для умов північного Степу, за умов середнього забезпечення ґрунту поживними елементами, орієнтовні норми внесення мінеральних добрив складають N30-40P45-60K35-60 [5]. Дозування добрив уточнюється для кожного господарства з врахуванням вмісту поживних речовин в ґрунті, відповідним удобренням попередника, величиною прогнозованої врожайності. Стартові дози мінеральних добрив найкраще вносити восени під основний обробіток ґрунту.

Подальше внесення основних добрив планують: при посіві в рядки фосфорні добрива, або ж повноцінного мінерального удобрення (N10P10K10) при відсутності стартової дози під основний обробіток, та за умов достатнього зволоження – підживлення (N20P20) у фазі цвітіння.

Для переважної більшості випадків найкращий результат забезпечує сумісне застосування мінеральних та бактеріальних добрив, при якому створюються найбільш сприятливі умови для поєднання в єдине двох біологічних процесів – фотосинтез та біологічна фіксація азоту [6].

Відповідно до багаторічних результатів досліджень інокуляція насіння сої бактеріальними препаратами (як приклад Нітрогін, Ризоторфін тощо) дозволяє отримати підвищення врожаю сої на 2-4 ц/га [7].

Обробіток ґрунту

Основний обробіток

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Залежно від попередника, строків його збирання, системи землеробства, що використовувалась при його вирощуванні, основний обробіток виконується восени після збирання попередника та повинен враховувати тип ґрунту, ступінь засміченості і вологості ґрунту.

Після збирання зернових колосових культур залишається стерньова маса, яку необхідно подрібнити і заробити в ґрунт, для чого використовують лушення стерні. При цьому глибину і кількість проходів обирають залежно від стану ґрунту та засміченості поля. За умов відносно чистих від бур'янів полів передбачається проведення одного неглибокого лушення глибиною 6-8 см дисковими луцильниками, в іншому випадку, особливо при засміченості коренепаростковими бур'янами, необхідно виконувати пошаровий обробіток дисковими луцильниками на глибину 6-8 см з послідуєчим повторним лушенням лемішними луцильниками або ж середньоглибокий обробіток плоскорізами на глибину 10-12, а в деяких випадках на 12-14 см з метою підрізання кореневої системи даного виду бур'янів [2, 3].

При використанні під вирощування сої значно засмічених бур'янами полів, після виконання лушення стерні необхідно перед глибоким обробітком (за 2-3 тижні) внести ґрунтові гербіциди [3, 4].

Для полів, що засмічені кореневищними бур'янами рекомендовано провести подвійне дискування на глибину 10-12 см з використанням важких дискових борін, а через 2-3 тижні – зяблеву оранку глибиною 25-27 см.

Альтернативним видом основного обробітку за умов чистих від бур'янів полів є плоскорізний обробіток на глибину 18-20 см або ж чизелювання на глибину до 45-60 см. При використанні гербіцидних технологій вирощування сої використовують відповідну техніку для внесення гербіцидів, що дозволяє застосовувати мінімальні та нульові (No-Till) системи обробітку ґрунту [2].

Передпосівний обробіток

Навесні, при досягненні ґрунтом фізичної стиглості, необхідно виконати боронування та вирівнювання поверхні поля.

Подальший обробіток обумовлений появою сходів бур'янів, для знищення яких виконують культивацію глибиною 10-12 см з одночасним боронуванням.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Безпосередньо перед посівом проводять другу культивування з боронуванням, дотримуючись глибини загортання насіння [3].

При використанні гербіцидної технології вирощування сої безпосередньо перед передпосівною культивуванням або одразу після посіву необхідно внести ґрунтові гербіциди.

Вибір сорту

На ринку України представлено більше 60 сортів сої як вітчизняної, так і зарубіжної селекції. Зокрема Інститутом с. г. Степу НААН пропонується для Степової та Лісостепоної зони ранньо- та середньостиглі сорти: Медея, Ізумрудна, Ромашка, Ювілейна, Золушка та ін, потенційна врожайність яких складає 35-38 ц/га [9].

Підготовка насіння до посіву

Для посіву необхідно використовувати насіння, що за сортовими і посівними якостями відповідає вимогам Держстандартів. Для посівного матеріалу сої рекомендовано виконати протруювання перед сівбою, а також обробити бактеріальними препаратами типу Ризоторфін, Ризобофіту тощо, що містять додатково мікроелементи і стимулятори росту [2, 3, 6-8]. Витрати робочої рідини та склад бактеріальних препаратів окремо підбирається під умови вирощування, сортові якості та прийняту систему удобрення.

Сівба

Висівати сою необхідно починати при прогріві ґрунту на глибині загортання до 12-14⁰С, в іншому випадку, при сівбі у непрогрітий ґрунт спостерігається ураження насіння хворобами і, як наслідок, зріджені та недружні сходи. При запізненні з посівом знижується польова схожість насіння внаслідок пересихання верхнього шару ґрунту. При сівбі сої, як правило, використовують широкорядний спосіб з шириною міжрядь 45 см, рідше 30 і 60 см. Для господарств, що дотримуються високої культури землеробства з використанням високоефективних гербіцидів, рекомендується застосовувати звичайний рядковий з міжряддям 15 см [8], що сприятиме більш рівномірному розміщенню по площі, поліпшенню їх забезпеченістю вологою, поживними речовинами і світлом. Також такий спосіб посіву дозволить отримати дозрівання посівів на 3-5 днів раніше. порівняно з широкорядними

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

посівами. Для посіву використовують як спеціальні соєві сівалки типу ССН-5,8 Д, або універсальні точного висіву чи овочеві типу СО-4,2, СКОН-4,2 тощо.

При виборі норми висіву сої необхідно керуватися особливостями сорту, ґрунтово-кліматичними умовами вирощування, якістю посівного матеріалу та способом посіву. Рекомендована середня норма висіву для широкорядних посівів в умов північного Степу становить 300-500 тис./га, за умов рядкового посіву найбільш оптимальним є 500-700 тис. штук схожих насінин на гектар [2, 8].

Для посівів сої характерним є винесення сім'ядолі на поверхню під час проростання, тому дуже важливим є забезпечення точності глибини загортання насіння, що рекомендовано встановлювати в межах 3-4 см за умов достатнього зволоження та 4-6 см при пересиханні верхнього шару ґрунту [2, 3].

Догляд за посівами

При вирощуванні сої за безгербіцидною технологією однією з основних операцій по догляду за посівами є боротьба з бур'янами з застосуванням відповідних агротехнічних прийомів, що полягає в прикочуванні посівів вслід за сівбою, боронуванні (до- і післясходовому), виконанні міжрядних культивацій. В цьому випадку необхідно чітко визначити та дотримуватись оптимальних термінів і кількості боронувань та культивацій, що забезпечать мінімальні ушкодження культурних рослин при знищенні максимальної кількості проростків і сходів бур'янів.

Досходове боронування рекомендовано виконувати легкими або середніми бородами в терміни 3-5 днів після посіву, що дозволить знищувати бур'яни у фазі "білої ниточки". Післясходове боронування виконують, коли посіви сої знаходяться у фазі першого справжнього листка [3, 4].

Першу культивацію виконують на глибину 5-6 см з дотриманням ширини захисної зони 8-10 см в терміни 8-12 днів після з'явлення сходів, коли рядки мають чітке позначення. Використовують ультиватори для міжрядного обробітку, оснащені однобічними лапами-бритвами. При другій культивації проводять розпушення міжрядь на глибину 8-10 см в терміни 8-10 днів після проведення першої культивації, але до фази утворення другої-третьої пари справжніх листків. Рекомендовано використовувати міжрядні культиватори, оснащені стрілчастими лапами. Подальше

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проведення міжрядних обробітків залежить від засміченості посівів бур'янами та щільності ґрунту [3, 4].

Крім знищення бур'янів культивація дозволяє одночасно провести підживлення рослин, що необхідно проводити, зокрема і при недостатньому розвитку бульбочкових азотфіксуючих бактерій, що розміщені на корінні рослин [2, 8].

При першому підживленні (прикореновому), яке проводиться в фазі бутонізації, вносять азотно-фосфорні добрива в пропорції N20P20, при другому (позакореновому), що проводиться у фазі утворення зелених бобиків, рекомендовано вносити комплексні добрива (N20P20K20) до яких додають мікроелементи (сірка і молібден), що сприятимуть підвищенню якості зерна. При використанні гербіцидної технології за умов проведення якісної підготовки ґрунту і наявності позитивної дії внесених до сівби ґрунтових гербіцидів, догляд за посівами передбачає проведення одного міжрядного розпушування ґрунту на глибину 5-6 см. В період вегетації за умов появи бур'янів рекомендовано вносити страхові гербіциди [2-4].

При вирощуванні сої небезпеку становлять і можливість пошкодження посівів шкідниками, особливо в період закладення генеративних органів та при формуванні насіння. Для усунення вказаної небезпеки проводиться відповідний контроль за появою і розповсюдженням шкідників та обробка посівів інсектицидами.

Збирання врожаю

При збиранні сої використовують пряме комбайнування зернозбиральними комбайнами з низьким зрізом, що виконують при досягненні фази повної стиглості, коли рослини скинуть листя і вологість масивів сягає 13-14%, а вологість насіння знаходиться в межах 16-18 % і воно легко відокремлюється від стулок бобу, що дозволяє легко вимолочувати масу і майже відсутнє травмується.

При районуванні пізньостиглих сортів сої, а також за умов дощових років при вирощуванні середньостиглих, необхідно проводити десикацію посівів, що регламентується по часу у фазі початку побуріння бобиків нижніх і середніх ярусів.

Зібране насіння необхідно очистити від домішок і, за потреби, виконати підсушування. Чистота матеріалу сої регламентується відповідними стандартами та агро вимогами. Вологість насіння при зберіганні повинна відповідати нормі у 12-14 %.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№	Найменування робіт	Об'єм, га	Обсяг робіт		Склад агрегату		Обслуговувачий персонал					Норма виробитку		Кількість нормозмін	Затрати праці, люд-год		
			у факт. об.	в умов. га	тракторів, об/год	C-2 машини	пропорціїст - машиністи		робітники ручної праці			Норма виробитку	Кількість нормозмін		Механізатори	Інші	
							розряд	кількість	розряд	кількість	розряд						кількість
1	2	3	4	5	6	7	8	9	11	12	15	16	17				
1	Лущення стерні	га	30	5,773	T-150K	БДТ-7	1	V	-	-	29,1	103	8,2			-	
2	Надантаження мінеральних добрив	т	6,9	-	вручну	-	-	-	2	II	8,0	0,86	-			13,8	
3	Транспарпування мінеральних добрив	т	6,9	-	ГАЗ-53	-	1	-	-	-	погод.	2,2	17,6			-	
4	Внесення мінеральних добрив	га	30	3,733	MT3-80	РМГ-4	1	IV	-	-	45,0	0,67	5,3			-	
5	Чизелювання на 30-35 см	га	30	67,12	MT3-90	ЧРР-3	1	VI	-	-	5,9	5,08	40,7			-	
6	Ранньовесняне боронування	га	30	4,648	T-150	C-18 + БЗСС-1	1	V	-	-	85,2	0,35	2,8			-	
7	Транспарпування води і отрутохімкатів	т	12	-	ГАЗ-53	-	1	-	-	-	погод.	0,94	5,6			-	
8	Внесення гербіцидів	га	30	3,938	MT3-80	ОП-2000	1	VI	1	IV	32	0,94	5,6			5,6	
9	Передпосівна культивация	га	30	14,24	T-150K	АГ-6	1	VI	-	-	27,8	1,08	8,6			-	
10	Обробка насіння Ризогуміном	т	3,273	-	вручну	-	-	-	1	IV	5,7	0,57	-			3,4	
11	Надантаження насіння	т	3,273	-	вручну	-	-	-	1	II	4,0	1,00	-			8,0	
12	Транспарпування насіння	т	3,273	-	ГАЗ-53	-	1	-	-	-	погод.	1,00	8,0			-	
13	Сівба	га	30	13,2	MT3-90	Весна-8 (УПС-8)	1	V	1	IV	30,0	1,00	8,0			8,0	
14	Каткування посіву	га	30	6,72	MT3-80	ЗКШ-6	2	IV	-	-	50,0	0,6	9,6			-	
15	Транспарпування води і отрутохімкатів	т	12	-	ГАЗ-53	-	1	-	-	-	погод.	0,94	5,6			-	
16	Внесення гербіцидів	га	30	3,938	MT3-80	ОП-2000	1	VI	1	IV	32,0	0,94	5,6			5,6	
17	Збирання врожаю з подрібненням соломи	га	30	-	Салпа-500	-	1	VI	1	IV	20,0	1,5	12,0			12,0	
18	Транспарпування зерна	т	1020	-	ГАЗ-53	-	1	-	-	-	погод.	1,5	12,0			-	
19	Післязбиральна обробка зернової маси	т	1020	-	ЗАВ-20	-	1	V	3	III	30,0	2,0	16,0	48,0			
	Разом по культурі	-	-	123	-	-	-	-	-	-	-	-	171	104			

Рис. 2.1. Технологічна карта

2.2 Обґрунтування технологічної операції післязбиральної обробки насіння сої.

Складаємо план післязбиральної обробки насіння сої на комплексі ЗАВ-20

Таблиця 3.1 – Початкові відомості про кількісний та якісний стан зерноsumіші

Культура, сорт	Площа (П), га	Планова урожайність (Ур), ц/га	Початкова якість зерноsumіші %		
			Вологість після збирання	Вміст смітної домішки	Вміст зернової домішки
Соя сорту Ромашка	30	34,0	18	6	4

Дані про матеріально-технічне забезпечення та склад МТП по збиранню і післязбиральній обробці наведені в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Матеріально-технічне забезпечення післязбиральної обробки

Обладнання	Операція	Номінальна продуктивність		К-ть наявного обладнання, шт.	Загальнозмінна продуктивність, т/зм.
		т/год.	т/зм.		
1	2	3	4	5	6
Зерноочисна машина ОВС-25	Попереднє очищення	25	500	1	500
Бункери активного вентилування ОБВ- 160	Тимчасова консервація	–	160*	1	160*
Сушарка шахтна СЗШ-16	Сушка	16**	260**	1	260**
Зерноочисна машина «Пектус-Гігант» К547	Первинне очищення	10	100	1	100
Зерноочисна машина СМ-4	Вторинне очищення	4	40	1	40

* – місткість, т.

** – продуктивність, пл. т.

1. Встановимо тривалість збирання сої з заданої площі:

$$T_{зб} = \frac{П}{Ч_к \cdot П_к}$$

де $П$ – площа збирання сої, га;

$Ч_к$ – кількість задіяних на збиранні комбайнів, шт.;

$П_к$ – змінна продуктивність комбайна відповідної марки, га/доб.

$$T_{зб} = \frac{30}{1 \cdot 20} = 1,5 \text{ нормозміни.}$$

2. Знаходимо добове надходження зерноsumіші на післязбиральну обробку, т:

$$M_{вор} = Ч_к \cdot П_к \cdot У_p$$

де $У_p$ – прогнозована урожайність, т/га.

$$M_{вор} = 1 \cdot 20 \cdot 3,4 = 68 \text{ т/доб.}$$

3. Обґрунтуємо необхідну продуктивність зерноочисно-сушильного комплексу, врахувавши при цьому тривалість технологічних операцій, зміну складових зерноsumіші після їх виконання. За результатами необхідно визначити лімітуючу операцію, що визначає добову продуктивність зерноочисно-сушильного комплексу.

Встановлюємо тривалість операції попередньої очистки зернової суміші:

$$T_{овп} = \frac{M_{вор}}{П_{експ}} K_{експ}$$

де $П_{експ}$ – експлуатаційна продуктивність ЗОМ попереднього очищення, т/год.;

$K_{експ}$ – коефіцієнт, що встановлює характер використання робочого часу, $K_{експ} = 0,8$.

Експлуатаційна продуктивність визначається з врахуванням коефіцієнту технологічних особливостей культури (для сої $K_{ек} = 0,72$), коефіцієнтів, що характеризують відповідно вологість і засміченість зернової суміші ($K_в = 1$, $K_з = 0,98$):

$$П_{експ} = П_n \cdot K_{ек} \cdot K_в \cdot K_з$$

де $П_n$ – нормативна продуктивність ЗОМ, т/доб.;

$$П_{експ} = 25 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 0,98 = 17,6 \text{ т/год.}$$

Тоді тривалість операції попередньої очистки:

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{овп} = \frac{68}{17,6} \cdot 0,8 = 3,1 \text{ год.}$$

4. При виконанні очищення зернового матеріалу відбувається видалення домішок та можуть спостерігатися втрати повноцінного насіння у відходах. Вказані чинники визначаються агротехнічними вимогами до зерноочисних машин і, відповідно, при попередньому очищенні мають наступні значення: якість очистки, що характеризує очищення матеріалу від домішок повинна становити не менше 50%, втрати насіння основної культури не повинні перевищувати 2%. Таким чином, встановимо величину загального зменшення ваги зернового матеріалу після операції попереднього очищення, т:

$$M_{нОВС} = M_{\Sigma вор} - \left(M_{дом} \cdot \frac{\%_{ндом}}{100} + M_{зерн} \cdot \frac{\%_{пзерн}}{100} \right),$$

де $M_{\Sigma вор}$ – загальна початкова вага зернової суміші, що підлягає очищенню, т;

$M_{дом}$ – вага домішок, що міститься в початковому зерновому матеріалі, т;

$$M_{дом} = M_{\Sigma вор} \cdot \frac{\%_{дом}}{100} = 68 \cdot \frac{10}{100} = 6,8 \text{ т,}$$

$\%_{дом}$ – відсоток засміченості початкового матеріалу, %;

$M_{зерн}$ – вага насіння сої в початковому матеріалі,

$$M_{зерн} = M_{\Sigma вор} - M_{дом} = 68 - 6,8 = 61,2 \text{ т.};$$

$\%_{пзерн}$ – максимальне значення відсотку втрат насіння основної культури згідно агровиимог, %;

$$M_{нОВС} = 68 - \left(6,8 \cdot \frac{50}{100} + 61,2 \cdot \frac{2}{100} \right) = 63,4 \text{ т.}$$

Встановимо втрати вологості, що відбудуться після операції попереднього очищення

$$B_{нОВС} = B_{вор} - \frac{M_{ндом} \cdot B_{дом}}{M_{нОВС}}$$

де $B_{вор}$ – початкова вологість зерноматеріалу, що надійшов на обробку, %;

$M_{ндом}$ – вага домішок, що залишилися в зерноsumіші після попереднього очищення, т;

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$B_{дом}$ – відносна вологість домішки, %.

$$B_{nOBC} = 18 - \frac{3,4 \cdot 40}{63,4} = 15,8 \text{ \%}.$$

Тривалість операції по просушуванню зернової суміші:

$$T_c = \frac{M_{nOBC}}{\Pi_{нс} \cdot K_{експ}}$$

де $\Pi_{нс}$ – нормативна продуктивність сушарки, т/год;

$K_{експ} = 0,8$ – коефіцієнт, що визначає ефективність використання робочого часу.

$$T_c = \frac{63,4}{4 \cdot 0,8} = 19,8 \text{ год.}$$

Встановлюємо втрату ваги зерноsumіші після сушіння внаслідок втрати вологості:

$$M_{c2} = M_{nOBC} \frac{100 - B_{nOBC}}{100 - B_{суш}}$$

де $B_{суш}$ – вологість, яку необхідно отримати після сушіння, %.

$$M_{c2} = 63,4 \frac{100 - 15,8}{100 - 13} = 61,4 \text{ т.}$$

За аналогією тривалість операції первинного очищення становитиме:

$$T_{по} = \frac{M_{c2}}{\Pi_{експо} \cdot K_{експо}}$$

де $\Pi_{експо}$ – експлуатаційна продуктивність ЗОМ К547 «Петкус-Гігант» при виконанні операції первинного очищення, т/год;

$$\Pi_{експо} = \Pi_{нпо} \cdot K_{ек} \cdot K_{\epsilon} \cdot K_z$$

де $\Pi_{нпо}$ – нормативна продуктивність ЗОМ, т/год;

$K_{ек}$ – коефіцієнт, що характеризує зерноsumіш, $K_{ек} = 0,72$;

K_{ϵ} – коефіцієнт, що характеризує вологість суміші після сушіння, $K_{\epsilon} = 1$;

K_z – коефіцієнт, що враховує засміченість після попереднього очищення, $K_z = 0,92$.

$$\Pi_{експо} = 10 \cdot 0,72 \cdot 1 \cdot 0,92 = 6,6 \text{ т/год.};$$

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$K_{експo}$ – коефіцієнт, що характеризує використання робочого часу операції первинного очищення, $K_{експo} = 0,76$.

$$T_{no} = \frac{61,4}{6,6 \cdot 0,76} = 12,2 \text{ год.}$$

Встановимо втрату ваги зернового матеріалу, що буде мати місце після операції первинного очищення:

$$M_{no} = M_{c2} - \left(M_{ndom} \cdot \frac{\%_{ndom}}{100} + M_{пзерн} \cdot \frac{\%_{позерн}}{100} \right)$$

де M_{ndom} – вага домішок, що залишились після проведення попереднього очищення, т;

$$M_{ndom} = M_{дом} \cdot \frac{\%_{ndom}}{100} = 6,8 \cdot \frac{50}{100} = 3,4 \text{ т.}$$

$\%_{ndom}$ – відсоток домішок, які необхідно видалити після первинного очищення,%;

$M_{пзерн}$ – маса насіння сої в зерноsumіші, що залишилась після операції попереднього очищення,

$$M_{пзерн} = M_{c2} - M_{ndom} = 61,4 - 3,4 = 58,0 \text{ т.};$$

$\%_{позерн}$ – регламентовані втрати насіння при первинному очищенні,%;

Відповідно до агрономог до первинного очищення ефект очищення повинен бути не менше 60,0% та чіткість сепарації не перевищувати 2%. Таким чином:

$$M_{no} = 61,4 - \left(3,4 \cdot \frac{60}{100} + 58 \cdot \frac{2}{100} \right) = 58,2 \text{ т.}$$

Тривалість операції зі вторинного очищення:

$$T_{вт} = \frac{M_{no}}{P_{ексвт} \cdot K_{ексвт}}$$

де $P_{ексвт}$ – експлуатаційна продуктивність ЗОМ МС-4 на операції зі вторинного очищення, т/год;

$$P_{ексвт} = P_{нвт} \cdot K_{ек} \cdot K_{в} \cdot K_{з},$$

$$P_{ексвт} = 4 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,97 = 2,7 \text{ т/год.};$$

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_3 – коефіцієнт, що характеризує вплив на продуктивність ЗОМ засміченості при вторинному очищенні,

$$K_3 = 1 - \frac{M_{\text{дом}} - \left(M_{\text{дом}} \cdot \frac{\%_{\text{подом}}}{100} + M_{\text{подом}} \cdot \frac{\%_{\text{подом}}}{100} \right)}{M_{\text{по}}},$$

$$K_{\text{домет}} = 1 - \frac{6,8 - \left(6,8 \cdot \frac{50}{100} + 3,4 \cdot \frac{60}{100} \right)}{58,2} = 1 - \frac{1,36}{58,2} = 0,97;$$

$$T_{\text{ет}} = \frac{58,2}{2,7 \cdot 0,94} = 22,9 \text{ год.}$$

Вага зерноsumіші сої після операції вторинного очищення:

$$M_{\text{ет}} = M_{\text{по}} - \left(M_{\text{подом}} \cdot \frac{\%_{\text{етдом}}}{100} + M_{\text{позерн}} \cdot \frac{\%_{\text{етзерн}}}{100} \right)$$

де $M_{\text{подом}}$ – вага домішок, що залишилися після операції первинного очищення, т;

$$M_{\text{подом}} = M_{\text{подом}} \cdot \frac{\%_{\text{подом}}}{100} = 3,4 \cdot \frac{60}{100} = 2,04 \text{ т.}$$

$\%_{\text{етдом}}$ – процент видалення домішок, що необхідно забезпечити при вторинному очищенні, %;

$M_{\text{позерн}}$ – вага насіння сої, отримана після первинного очищення,

$$M_{\text{позерн}} = M_{\text{по}} - M_{\text{подом}} = 58,2 - 2,04 = 56,16 \text{ т.};$$

$\%_{\text{позерн}}$ – ліміт втрат насіння сої при первинному очищенні, %;

Відповідно до агровиимог для вторинного очищення виділення домішок повинно становити не менше 80,0%, а втрати насіння не більше 2%. Отже

$$M_{\text{ет}} = 58,2 - \left(2,04 \cdot \frac{80}{100} + 56,16 \cdot \frac{2}{100} \right) = 55,44 \text{ т.}$$

Визначимо якість післязбирального очищення зернового матеріалу сої

$$E = \left(1 - \frac{M_{\text{етдом}}}{M_{\text{дом}}} \right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{0,41}{6,8} \right) \cdot 100 = 94\%,$$

де $M_{\text{етдом}}$ – маса домішок, що залишилась після операції вторинного очищення, т;

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{втдом} = M_{подом} - M_{подом} \cdot \frac{\%_{втдом}}{100} = 2,04 - 2,04 \frac{80}{100} = 0,41 \text{ т.}$$

Таблиця 3.3 – Зведена інформація по технологічному процесу післязбиральної обробки зерноsumіші сої

Операція	Початкова вага зернової суміші, т	Втрата ваги				Маса після обробки, т
		всього		в т.ч. за рахунок		
		%	т	Очищення від домішок	Втрат насіння	
Попередня очистка	68	6,8	4,62	3,4	1,22	63,4
Сушіння	63,4	3,1	2	-	-	61,4*
Первинне очищення	61,4	5,2	3,2	2,04	1,16	58,2
Вторинне очищення	58,2	4,7	2,76	1,64	1,12	55,44

* втрата вологи

Висновки

В розділі проведено аналіз інноваційних прийомів вирощування сої, що дозволило спроектувати технологічний процес вирощування даної культури сорту Ромашка, який дозволить отримати прогнозовану врожайність на рівні 3,4 т/га в умовах північного Степу України.

Проведене обґрунтування технологічного процесу післязбиральної обробки отриманого врожаю на зерноочисно-сушильному комплексі розрахунки, що дозволить підготувати матеріал до довготривалого зберігання та реалізувати на продовольчі потреби. За результатами розрахунків встановлено, що лімітуючою технологічною операцією післязбиральної обробки сої є вторинне очищення. В цілому обґрунтована післязбиральна технологія дозволить отримати ефективність очищення від домішок не менше 94%, що цілком відповідає агротехнічним вимогам.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Наукова частина

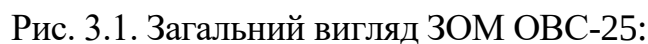
3.1. Обґрунтування модернізації

Зерноочисну машину ОВС-25 використовують при виконанні попередньої та первинної очистки зернових матеріалів зернових, круп'яних, олійних та бобових культур. Машина дозволяє виділити з зернового вороху крупні і дрібні домішки на двох паралельно працюючих решітних станах, а також легкі домішки у аспіраційних каналах. Машина (рис.3.1.) складається з наступних основних робочих органів: завантажуючого пристрою 2, відвантажуючого пристрою 1, відцентрового вентилятора 3, механізмів, що приводять в рух робочі органи 4, механізму коливання решіт 5, аспіраційних каналів 6, механізму підйому живильних пристроїв 7, осадової камери 8, механізму самопересування 9, решітних станів 10 та 12 і їх механізму регулювання 11.

Робочі органи та механізми ЗОМ розміщуються на рамі, що має триколісний хід, та приводяться в роботу за допомогою чотирьох електродвигунів: перший для завантажувального транспортеру, другий – вентилятора, решітних станів, механізму очищення решіт, третій – вивантажувального транспортеру та шнека-розподільника, четвертий – механізму самопересування.

Аспіраційна система зерноочисної машини представляє собою вертикальні повітряні канали (двоканальні), повітряний потік для яких продукується відцентровим вентилятором. Крім зазначеного, до складу аспіраційної системи входять приймальна камера, повітропроводи, жалюзійний інерційний пилевідокремлювач, пневмотранспортер та механізми приводу. Нижня частина приймальної камери містить шнек-розподільник з клапаном, за допомогою якого відбувається регулювання якості завантаження аспірації. Повітряні канали з вхідним отвором вентилятора з'єднані кожухом прямокутного перерізу. Жалюзійний інерційний пилоочисник дозволяє очистити від пилу та сміття відпрацьоване повітря.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Решітна частина ОВС-25 представлена двома однаковими решітними станами, кожний з яких має чотири решета. Решітні стани розміщені один під одним та здійснюють паралельну роботу, але коливаються в різних напрямках для забезпечення балансування машини. До решітної очистки зерновий матеріал потрапляє після проведення повітряної сепарації з відповідних каналів. Решета встановлені відповідно до фракційної схеми: верхніми є ділильні та колосові, нижніми – підсівні.

					ОБС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Подачу зернового матеріалу до аспіраційної системи здійснює завантажувальний транспортер, що складається з розміщеної під кутом норії та двох живильників скребкового типу загальним фронтом роботи 5м.

При виведенні очищеного зерна з машини використовують відвантажуючий пристрій, що дозволяє відвантажити масу як на підтлогу, так і в причеп. Привід відвантажувача змонтований на одному валу зі шнеком-розподільником та приводиться в рух від одного з них електродвигуна.

Механізм самопересування приводиться в рух від електродвигуна через редуктор та механізм передач. Функціонально має призначення переміщувати машину по зерносховищу під час роботи та при переїздах від бунта до бунта.

Аналізуючи роботу зерноочисної машини ОВС-25 встановили, що на сьогоднішній день якість повітряного очищення її системою аспірації не відповідає агротехнічним вимогам, особливо при очищенні різних видів культур, зокрема бобових, та потребує удосконалення.

Тому за мету даної кваліфікаційної роботи прийнято вдосконалення аспіраційної системи зерноочисної машини ОВС-25 для забезпечення підвищення якості очищення зернової суміші від легких домішок при роботі на паспортній продуктивності.

Аналіз досліджень стосовно розділення зерносуміші повітряним потоком [15-21] показав, що підвищити ефективність системи аспірації ОВС-25 можливо шляхом (рис. 3.2):

- забезпечення подачі зернової суміші в ПСК розпушеним шаром зі швидкістю 0,3...0,5 м/с за рахунок завантаження матеріалу активним живильником;
- зменшення можливості травмування зерна лопатками живильника за рахунок виконання їх у вигляді щіток (рис. 3.3);
- зменшення енергетичних витрат на створення повітряного потоку за рахунок застосування замкненої повітряної системи.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

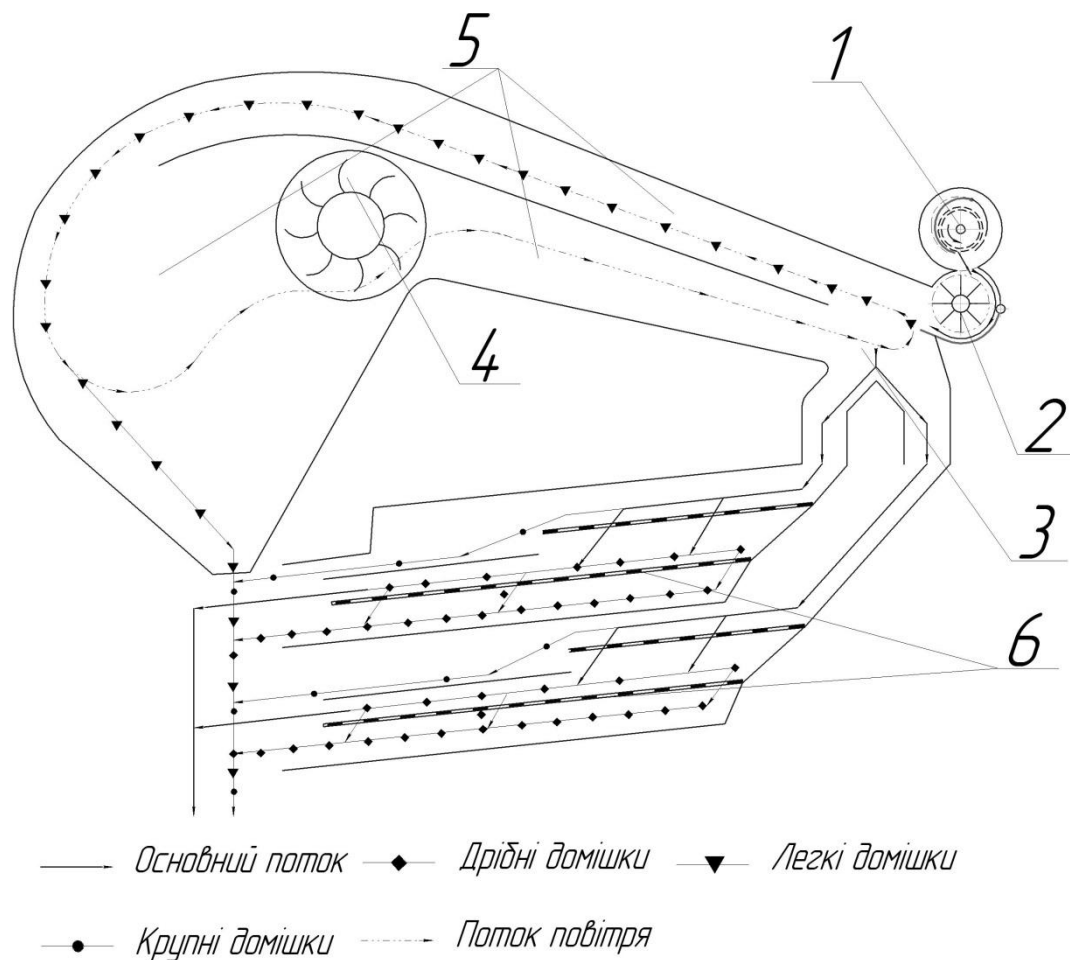


Рис. 3.2. Функціональна схема модернізованої машини ОВС-25:

1 – шнек-розподільник; 2 – активний живильник; 3 – аспіраційні канали; 4 – вентилятор; 5 – замкнена аспіраційна система; 6 – решітні стани.

Робочий процес повітряної сепарації здійснюється наступним чином (рис. 3.2). Зерновий матеріал надходить до шнека-розподільника 1, який створює рівномірний по ширині завантаження потік, що надходить до активного живильника 2 через завантажувальне вікно. Активним живильником забезпечується активне завантаження зернової суміші до повітряного каналу (ПСК) під відповідним кутом та з певним попереднім розпушенням. В ПСК зернова маса продувається повітряним потоком, при цьому легкі домішки спрямовуються до осадової камери, де відбувається їх осадження, а повітря повертається замкненою системою 5 до ПСК для подальшої роботи. Важкі фракції надходять до розподільника та на решітну очистку 6.

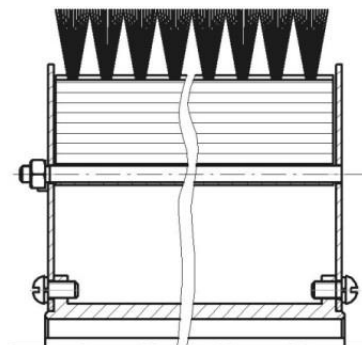
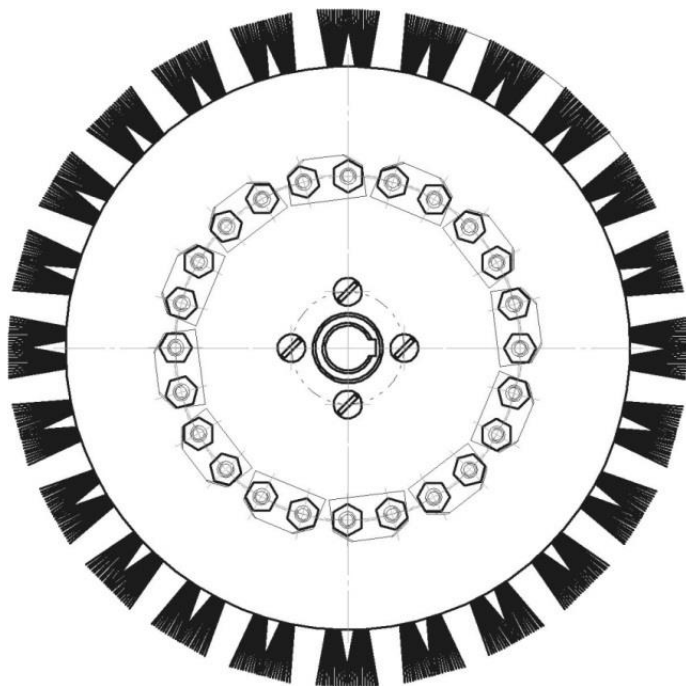


Рис. 3.3 Щітковий живильник

Метою наукових досліджень є підвищення ефективності повітряного розділення зернових сумішей шляхом обґрунтування параметрів запропонованої аспіраційної системи.

Для досягнення вказаної мети поставлено **наступні задачі**:

- дослідити ефективність розділення зернового матеріалу на фракції запропонованою аспіраційною системою.
- визначити енергоємність процесу очищення матеріалу повітряним потоком.

3.2. Дослідження ефективності розділення зернового матеріалу на фракції

При обґрунтуванні раціональних параметрів аспіраційної системи розглянемо систему сил, що будуть діяти на частинки суміші при її переміщенні в повітряному потоці.

Розглянемо схему роботи ПСК розміщеного під кутом, де на зернову суміш діє повітряний потік зі швидкістю V_{cp} під кутом до горизонту β (рис. 3.4), при цьому

зернова суміш вводиться в канал активним живильником під кутом α_0 , маючи початкову швидкість V_0 .

На рис. 3.4 представлена схема сил взаємодії частинки з повітряним потоком, і напрямки дії відносної і абсолютної швидкостей частки стосовно рухомої системи координат ХУ. При цьому, за початок координат прийнято точку потрапляння частинки до повітряного каналу.

Відповідно до другого закону Ньютона:

$$m\bar{a} = \sum_i \bar{F}_i, \quad (3.1)$$

де $\bar{a} = \bar{a}_e + \bar{a}_n$ – значення абсолютного прискорення частинки;

$\bar{a}_e$, $\bar{a}_n$ – відповідно, значення прискорення частинки у відносному та переносному переміщенні;

$\sum_i \bar{F}_i$ – сума сил, що діятимуть на частинку при її переміщенні в повітряному потоці.

На частку масою m (рис.3.4) будуть діяти сила тяжіння $G = m \cdot g$, сила опору повітряного потоку R , яка для турбулентного режиму переміщення повітря визначається з залежності [21-23]:

$$R = k \cdot F \cdot \frac{\rho \cdot V_B^2}{2}, \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт, що характеризує аеродинамічний опір переміщенню;

F – міделев переріз частинки, m^2 ;

ρ – густина повітряного середовища, kg/m^3 ;

V_B – відносна швидкість частки, m/s ;

g – прискорення вільного тяжіння, m/s^2 .

					ОБС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

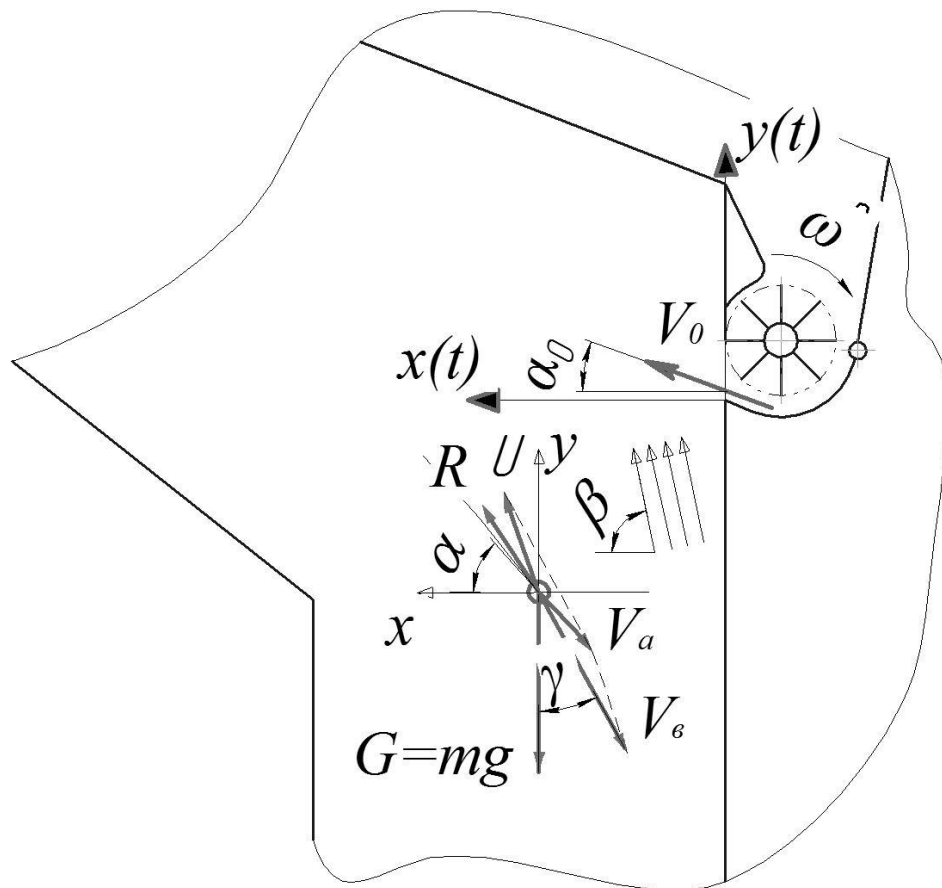


Рис. 3.4. Схема взаємодії повітряного потоку з частинкою зернової суміші

З іншої сторони, при русі частки в повітряному середовищі її опір можливо виразити коефіцієнтом парусності:

$$k_{\Pi} = \frac{kF\rho}{2m}. \quad (3.3)$$

Виразивши з (3.3) значення коефіцієнта парусності, та підставивши його в (3.2), отримаємо

$$R = k_{\Pi} \cdot m \cdot V_B^2. \quad (3.4)$$

Спроектувавши сили на обрані осі OX і OY одержуємо систему диференціальних рівнянь:

$$\begin{cases} m\ddot{x} = -R \sin \gamma; \\ m\ddot{y} = R \cos \gamma - G, \end{cases} \quad (3.5)$$

де γ – кут, що визначає напрям дії сили опору повітряного потоку відносно осі ОУ, град.

Підставивши значення сили опору (3.4), та розписавши силу ваги частки G в системі рівнянь (3.5) та скоротивши останню на m матимемо:

$$\begin{cases} \ddot{x} = -k_{II} V_B^2 \sin \gamma; \\ \ddot{y} = k_{II} V_B^2 \cos \gamma - g, \end{cases} \quad (3.6)$$

Врахувавши значення абсолютної швидкості частинки:

$$\bar{V}_A = \bar{V}_{cp} + \bar{V}_B, \quad (3.7)$$

представимо її в проєкціях на осі координат:

$$\begin{cases} V_A \cos \alpha = -U \cos \beta - V_B \sin \gamma; \\ V_A \sin \alpha = U \sin \beta - V_B \cos \gamma, \end{cases} \quad (3.8)$$

де U – середня швидкість повітряного потоку, м/с;

β – кут, що визначає напрямок дії повітряного потоку в горизонтальній площині, град.

Виразимо відносну швидкість частки з системи рівнянь (3.8):

$$\begin{cases} V_B \sin \gamma = U \cos \beta + V_A \cos \alpha; \\ V_B \cos \gamma = U \sin \beta + V_A \sin \alpha, \end{cases} \quad (3.9)$$

					ОБС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Підставивши отримані значення в систему (3.6), та враховуючи, що $V_A \cos \alpha = \dot{x}$, $V_A \sin \alpha = \dot{y}$ матимемо наступну систему рівнянь:

$$\begin{cases} \ddot{x} + k_{II} V_B \dot{x} = -k_{II} V_B U \cos \beta; \\ \ddot{y} - k_{II} V_B \dot{y} = k_{II} V_B U \sin \beta - g, \end{cases} \quad (3.10)$$

Таким чином, отримали задачу, яку можливо вирішити шляхом розв'язання системи двох неоднорідних диференціальних рівнянь другого порядку за початкових умов:

$$x(0) = 0, \quad \dot{x}(0) = V_{A_0} \cdot \cos \alpha_0, \quad y(0) = 0, \quad \dot{y}(0) = V_{A_0} \cdot \sin \alpha_0. \quad (3.11)$$

Розв'язати кожне з рівнянь можемо шляхом отримання загальних і часткових розв'язків у вигляді [16]:

$$x = x_{zp} + x_{чp}, \quad y = y_{zp} + y_{чp}, \quad (3.12)$$

де $x_{zp} = C_1 + C_2 e^{-k_{II} V_{B_0} t}$, $y_{zp} = C_3 - C_4 e^{-k_{II} V_{B_0} t}$ – відповідно, загальні розв'язки наведених однорідних рівнянь; (C_1, C_2, C_3, C_4) – сталі інтегрування;

$x_{чp} = -U \cos \beta \cdot t$, $y_{чp} = \left(U \cdot \sin \beta - \frac{g}{k_{II} \cdot V_{B_0}} \right) \cdot t$ – довільні часткові розв'язки наведених рівнянь.

Отже, розв'язок системи (3.10) отримаємо у вигляді:

$$\begin{cases} x = C_1 + C_2 e^{-k_{II} V_{B_0} t} - U \cos \beta \cdot t; \\ y = C_3 - C_4 e^{-k_{II} V_{B_0} t} + \left(U \sin \beta - \frac{g}{k_{II} V_{B_0}} \right) \cdot t, \end{cases} \quad (3.13)$$

					ОБС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З наведеної умови знайдемо сталі інтегрування

$$\begin{cases} C_1 + C_2 = 0; \\ -k_{\Pi} V_{B_0} t C_2 - U \cos \beta = V_{A_0} \cos \alpha_0, \end{cases} \quad \begin{cases} C_3 - C_4 = 0; \\ -k_{\Pi} V_{B_0} t C_4 - \frac{g}{k_{\Pi} V_{B_0}} + U \sin \beta = V_{A_0} \sin \alpha_0, \end{cases}$$

або

$$C_1 = \frac{(V_{A_0} \cos \alpha_0 + U \cos \beta)}{k_{\Pi} V_{B_0}}, \quad C_2 = -\frac{(V_{A_0} \cos \alpha_0 + U \cos \beta)}{k_{\Pi} V_{B_0}},$$

$$C_3 = \frac{\left(-\frac{g}{k_{\Pi} V_{B_0}} + U \sin \beta - V_{A_0} \sin \alpha_0 \right)}{k_{\Pi} V_{B_0}}, \quad C_3 = C_4$$

Підставляємо значення сталих C_1, C_2, C_3, C_4 до залежності (3.13) та отримуємо закономірність переміщення часток зерноsumіші в параметричному вигляді:

$$\begin{cases} x = \left(e^{-k_{\Pi} V_{B_0} t} - 1 \right) \left(-V_{A_0} \cos \alpha_0 - U \cos \beta \right) / k_{\Pi} V_{B_0} - \\ - U \cos \beta \cdot t; \\ y = \left(e^{-k_{\Pi} V_{B_0} t} - 1 \right) \left(\frac{g}{k_{\Pi} V_{B_0}} - U \sin \beta + V_{A_0} \sin \alpha_0 \right) / k_{\Pi} V_{B_0} + \\ + \left(U \sin \beta - \frac{g}{k_{\Pi} V_{B_0}} \right) \cdot t, \end{cases} \quad (3.14)$$

де V_{A_0} – значення абсолютної швидкості потрапляння частки до повітряного каналу в початковий момент часу, м/с;

V_{B_0} – значення відносної швидкості частки в момент потрапляння її до повітряного каналу в початковий момент часу, м/с.

					ОБС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносну швидкість частки в момент потрапляння її до повітряного каналу визначимо із векторного рівняння (3.7) і відповідно до теореми косинусів можемо записати:

$$V_{B_0} = \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)}. \quad (3.15)$$

Враховуючи це, виразимо абсолютне переміщення частки в проекціях на осі координат в потоці:

$$\left\{ \begin{aligned} x &= \left(e^{-k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)} \cdot t} - 1 \right) \frac{(-V_{A_0} \cos \alpha_0 - U \cos \beta)}{k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)}} - \\ &\quad - U \cos \beta \cdot t; \\ y &= \left(e^{-k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)} \cdot t} - 1 \right) \times \\ &\quad \times \frac{\left(U \sin \beta - \frac{g}{k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)}} - V_{A_0} \sin \alpha_0 \right)}{k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)}} + \\ &\quad + \left(U \sin \beta - \frac{g}{k_{II} \sqrt{V_{A_0}^2 + U^2 - 2V_{A_0}U \cos(\alpha_0 + \beta)}} \right) \cdot t. \end{aligned} \right. \quad (3.16)$$

Необхідно відзначити, що отримана система рівнянь (3.16) є параметричним рівнянням траєкторії переміщення частки зернової суміші в повітряному потоці та може бути застосована для побудови траєкторії її переміщення при різних значеннях швидкостей витання (коефіцієнтів парусності), та є залежною від початкових умов V_{A_0} , V_{cp} , α_0 , β .

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відповідно до рекомендацій [16, 17, 20-23], серед раціональних умов введення зерноsumіші до повітряного каналу присутні: значення кута введення зерноsumіші $\alpha_0 = 30 - 50^\circ$; кут, що визначає напрям дії повітряного потоку відносно горизонту (осі ОХ) $\beta = 50 - 80^\circ$; значення швидкості повітряного потоку визначається значенням критичної швидкості (швидкості витання) основної фракції зерноsumіші $U = (0,8...0,9)V_{кр}$; швидкість, з якою матеріал вводиться до пневмоканалу $V_{A_0} = 0,2...0,5$ м/с.

Враховуючи наведені початкові умови, виконуємо побудову траєкторій переміщення часток зернової суміші сої при потраплянні до аспіраційного каналу. Значення глибини каналу приймемо відповідно до рекомендацій [17, 21]. На рис. 3.5 представлені результати моделювання траєкторій переміщення зернової суміші сої в повітряному каналі, враховуючи значення коефіцієнтів парусності для різних фракцій зернового матеріалу.

Як бачимо, кожна фракція зернової суміші переміщується за своєю траєкторією, що залежить від її швидкості витання $V_{кр}$ (коефіцієнта парусності k_{Π}). Однак зазначимо, що в загальному зернова суміш характеризується нерівномірним розподіленням часток фракцій з різними коефіцієнтами парусності k_{Π} . Враховуючи результати попередніх досліджень [20], найбільше відповідає природному розподілу параметрів випадкових величин розподіл за нормальним законом (розподіл Гауса) $f_i(k_{\Pi})$ (рис. 3.5)

$$f_i(k_{\Pi}) = \frac{1}{\sigma_{k_{\Pi_i}} \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(k_{\Pi} - \bar{k}_{\Pi_i})^2}{2\sigma_{k_{\Pi_i}}^2}},$$

де $i = 1, 2, 3...n$ – порядковий номер фракції при розділенні суміші.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Згідно даних експериментальних досліджень [20-23], коефіцієнти парусності основного фракційного складу зерноsumіші сої при розділенні повітряним потоком знаходиться в межах:

$0,075 \leq k_{\pi} \leq 0,12$ – основна фракція (насіння сої);

$0,11 \leq k_{\pi} \leq 0,14$ – проміжна фракція (щупле і бите насіння, зернові домішки, тощо;

$0,125 \leq k_{\pi} \leq 0,55$ – легкі домішки.

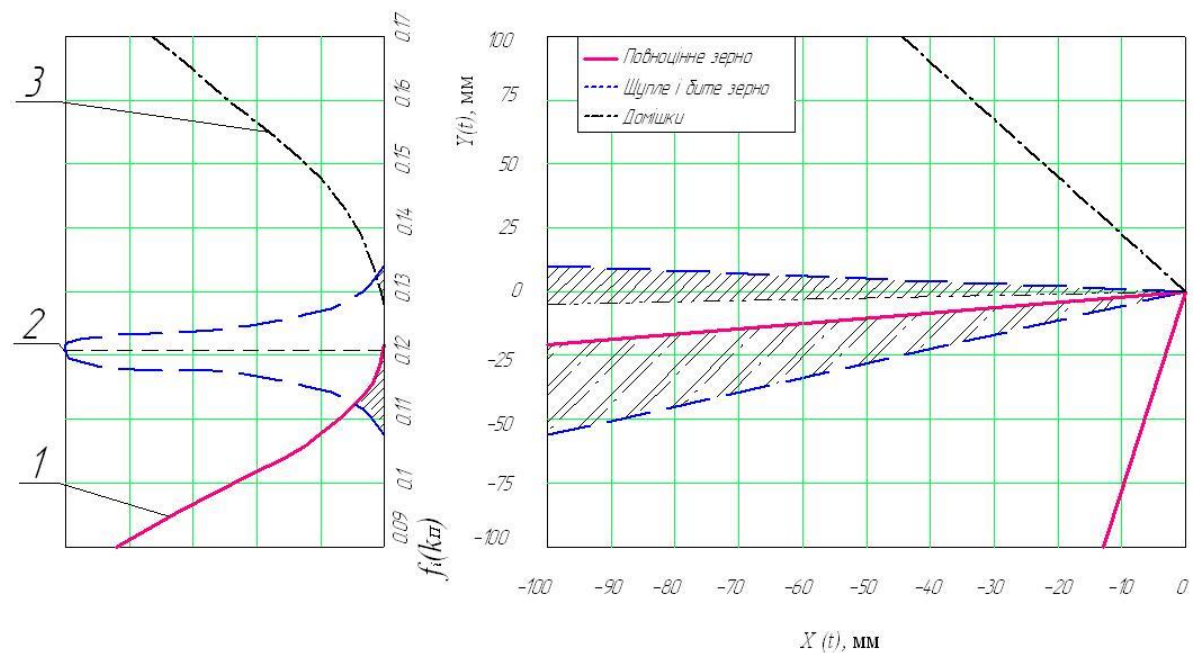


Рис. 3.5. Траєкторії переміщення в повітряному каналі та розподіл часток фракцій зернової суміші відповідно до нормального закону при початкових умовах $\alpha_0 = 50^\circ$, $\beta = 80^\circ$, $V_{cp} = 6$ м/с, $V_{A_0} = 0,35$ м/с:

1 – $f_1(k_n)$ – основна фракція; 2 – $f_2(k_n)$ – проміжна фракція;

3 – $f_3(k_n)$ – легкі домішки

Таким чином, виконавши статистичне моделювання процесу сепарації зернової суміші на фракції (рис.3.5) можемо встановити загальні закономірності розподілу частинок в повітряному каналі залежно від параметрів подачі матеріалу в аспіраційний канал та відповідних параметрів повітряного потоку, що дозволяє

спроектувати аспіраційну систему відповідно до заданих якісних параметрів – ефекту очищення та чіткості сепарації.

3.3. Інженерний розрахунок системи аспірації.

Розрахунок перерізу аспіраційних каналів

Відповідно до рекомендацій [20-23] форму перерізу аспіраційних каналів обираємо прямокутну, кількість каналів – 2.

Застосування активного живильника дозволяє підвищити ефективність роботи пневмосистеми, що має безпосередній вплив на можливість підвищення питомого навантаження на аспіраційні канали з 1240 кг/дм·год [23] до 1285 кг/дм·год.

Визначимо необхідну ширину B аспіраційного каналу за формулою:

$$B = \frac{Q}{q_B \cdot k \cdot i}$$

де Q – продуктивність ЗОМ при первинному очищенні, т/год;

q_B – питоме зернове навантаження одиниці ширини каналу, т/дм·год;

i – кількість аспіраційних каналів, $i=2$;

k – коефіцієнт, що враховує можливість підвищення питомого навантаження за рахунок модернізації,

$$k = \frac{q_B}{q_B'} = \frac{1285}{1240} = 1,03$$

де q_B, q_B' – відповідно, питоме зернове навантаження одиниці ширини каналу після і до модернізації, т/дм·год;

Таким чином, ширина аспіраційного каналу становить:

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B = \frac{25000}{1240 \cdot 1,03 \cdot 2} = 9,78 \text{ дм} = 978 \text{ мм.}$$

В зв'язку з універсальністю машини та можливості роботи за підвищеної вологості та засміченості зернової суміші, необхідно конструктивно збільшити ширину аспіраційних каналів до ширини решітних станів, тому встановимо ширину ПСК $B=1000$ мм.

Глибина аспіраційних каналів визначається за емпіричною залежністю [23]

$$c = \frac{q_B + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta} = \frac{1285 + 1350 \cdot 0,7 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,7} = 286 \text{ мм;}$$

де $\eta=0,6...0,8$ – агротехнічно визначена повнота виділення легких домішок відповідно до призначення очищення.

Тоді питоме навантаження на одиницю площі аспіраційних каналів становитиме

$$q_F = \frac{i \cdot q_B}{c} = \frac{2 \cdot 1285}{2,86} = 898,6 \text{ кг/год} \cdot \text{дм}^2.$$

Необхідний об'єм повітряного потоку, що буде створювати вентилятор в аспіраційних каналах

$$V = 36 \cdot v \cdot B \cdot c \cdot i = 36 \cdot 7,4 \cdot 10 \cdot 2,86 \cdot 2 = 14705 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $v = 0,7...0,9 \cdot v_{кр}$ – необхідна швидкість повітряного потоку в каналах для розділення зерноsumіші сої, м/с;

$v_{кр}$ – критична швидкість витання основної фракції зерноsumіші сої.

$$v = 0,82 \cdot 9 = 6,3 \text{ м/с;}$$

Таким чином, розраховуємо втрати повного тиску в аспіраційних каналах відповідно

$$P_k = (0,1 + 0,00013 \cdot q_F) \cdot v^2 = (0,1 + 0,0013 \cdot 898,6) \cdot 7,4^2 = 69,4 \text{ кг/м}^2.$$

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок осадової камери.

При очищенні повітря від пилу та домішок, що переміщуються з аспіраційних каналів через замкнену систему циркуляції повітряного потоку, використовуємо осадову камеру відцентрового типу (рис.3.6).

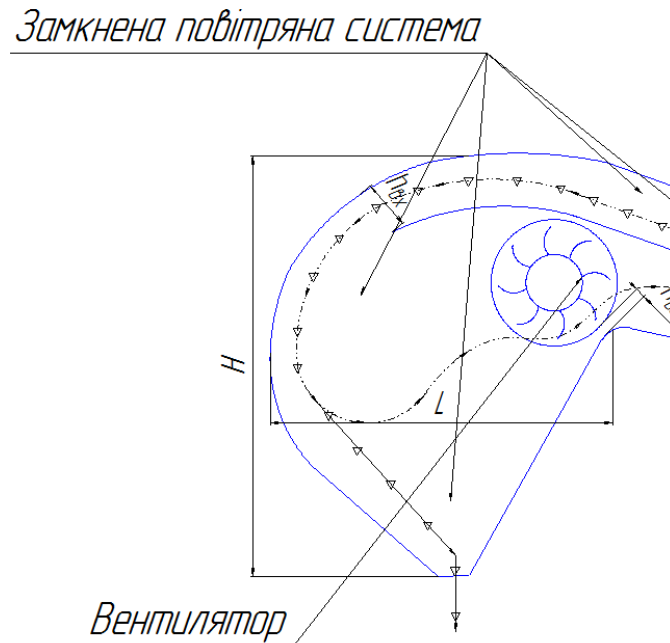


Рис.3.6. Розрахункова схема осадової камери

Форма і розмірні параметри осадової камери вибираємо відповідно до рекомендацій [22], при цьому її ширина співрозмірна ширині аспіраційних каналів: $B_1=B=1000$ мм.

Ефективна робота відцентрової осадової камери забезпечується її довжиною, яка згідно емпіричним даним має залежність

$$L=(5\dots6)c = 5 \cdot 286=1430 \text{ мм},$$

та глибиною, що становить $H=1,2 \cdot L=1,2 \cdot 1430=1716$ мм.

Визначимо втрати тиску повітряної системи осадової камери:

$$P_{mc} = \xi \cdot \frac{\rho_{\Pi} \cdot v_{oc}^2}{2 \cdot g},$$

де ρ_{Π} – щільність повітряного середовища, $\rho_{\Pi} = 1,2$ кг/м³;

v_{oc} – значення швидкості повітряного потоку на вході до осадової камери, м/с;

					ОВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

ξ – коефіцієнт, що визначає опір осадової камери, відповідно для нашого випадку $\xi = 1,4$ [22].

$$P_{мс} = 1,4 \cdot \frac{1,2 \cdot 16^2}{2 \cdot 9,81} = 21,9 \text{ кг/м}^2.$$

Висновки

Аналіз роботи зерноочисної машини ОВС-25 дозволив зробити висновки про можливість підвищення її продуктивності, при дотриманні агротехнічних вимог, за рахунок подачі матеріалу тонким шаром шляхом виконання живильника у вигляді ротора з лопатками.

Завантаження матеріалу до ПСК за допомогою активного живильника у вигляді ротора з лопатками дозволяє отримати потік зернового матеріалу відповідної швидкості і товщини, які б забезпечували більш якісне виділення легких домішок.

При аналізі траєкторій переміщення часток у аспіраційних каналах можна зробити висновок, що для більшості культур повітряним потоком, що діє під кутом до горизонту, можна виділити легкі домішки, при цьому лише незначна їх частина може потрапити до основної фракції повноцінного зерна. Траєкторія переміщення проміжної фракції частково збігається з траєкторією переміщення повноцінного зерна та легкої фракції. Тому, в залежності від вимог до ефективності очищення, при вказаних початкових умовах, та з врахуванням можливості сепарації різних культур, виникає необхідність додаткового регулювання потоку зернової суміші. Таким чином, аналіз траєкторії переміщення часток зернової суміші дозволяє визначити конструктивні параметри модернізованої аспіраційної системи.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

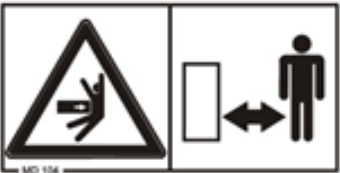
4. Охорона праці

За конструктивним виконанням та здійсненням функціонального призначення модернізована зерноочисна машина відповідає вимогам стандарту ДСТУ2189-93 з урахуванням загальних вимог безпеки згідно з НПА ОП 01.41-1.01-01; пожежної безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ IEC 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005. та «Загальних правил пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва».

Відповідно до вимог стандартів з охорони праці на зерноочисній машині представлені попереджувальні знаки, що позначають небезпечні зони та повинні застерігати від наявної небезпеки. Попереджувальні знаки містять два поля: перше поле містить застережувальний символ, що має вигляд трикутника з візуалізацією небезпеки, друге поле містить візуальну інформацію стосовно запобігання небезпеці.

Основні попереджувальні знаки з охорони праці, що розміщені на зерноочисній машині

Попереджувальний знак	Номер попереджувального знака і пояснення до нього
1	2
	Знак CE вказує на те, що зерноочисна машина відповідає вимогам директиви ЄС 89/392/EEG до таких машин.
	MD078. Небезпека затискання пальців або кистів рук рухомими деталями! Може викликати важкі травми пальців і кистів рук аж до втрати цих частин тіла. Може виникнути під час роботи вентилятора зерноочисної машини.
	MD 081. Небезпека стиснення всього тіла в результаті падіння зерноочисної машини.

	MD094. Небезпека дії електричного струму в результаті необережного дотику під час виконання робіт на зерноочисній машині в зоні дії повітряної лінії електропередач.
	MD100. Позначаються точки для кріплення вантажозахоплювальних пристроїв при навантаженні зерноочисної машини.
	MD114. Позначення точок змащування!
	MD075. Не наближайтесь до елементів вентилятора, які обертаються! Не торкайтесь до рухомих частин машини! Чекайте їх повної зупинки!
	MD076. Небезпека внаслідок затягування або захвату пасами приводу вентилятора! Заподіює важкі травми кистів і рук. Не відкривайте та не знімайте захисні огороження пасової передачі приводу вентилятора поки працює двигун.
	MD079. Небезпека через частинки, які вилітають з великою швидкістю під час очищення повітряним потоком! Не допускайте людей в небезпечну зону!
	MD082. Можливість падіння людей! Викликає важкі ушкодження всього тіла. Забороняється знаходитися на зерноочисній машині під час роботи.
	MD104. Небезпека удару або защемлення всього тулуба при знаходженні в зоні руху рухомих частин зерноочисної машини!
	MD150. Захисний пристрій приводу вентилятора не відкривати і не знімати.

5. Економічна частина

В процесі модернізації зерноочисної машини ОВС-25 до її конструкції були внесені зміни: стандартна аспіраційна система замінена на замкнену, що дозволило зменшити енергетичні витрати при розділенні зерноsumіші за аеродинамічними властивостями; за рахунок введення матеріалу в зону пневмосепарації з допомогою активного живильника вдалося підвищити ефективність розділення зерноsumіші повітряним потоком. Шляхом обґрунтування параметрів модернізованої системи аспірації вдалося забезпечити зменшення витрат часу на налаштування машини на 15 хвилин у робочу зміну. Зміни, внесені в параметри пневмосистеми дозволяють скоротити енергоємність процесу та потужність встановленого електродвигуна.

Показники, що характеризують техніко-економічний рівень базової та модернізованої машин

№ п/ п	Показник	Один. вимір.	Умовні позн.	Машина	
				базова	модерніз.
1	Тип машини			самопересувна	
2	Оптова ціна машини	грн.	C_{on}	147450	
3	Собівартість виготовлення машини	грн.	C	117960	
4	Вартість покупних виробів у собівартості машини	грн.	C_n	65050	54070
5	Маса машини	кг	M	1915	1897
6	Маса покупних виробів	кг	M_n	711	680
7	Продуктивність машини нормативна при первинному очищенні	т/год	P_q	20	25
8	Потужність електродвигуна	кВт	P_o	9,5	9,1
9	Коефіцієнти використання часу зміни: - робочого експлуатаційного		$K_{вр}$ $K_{ек}$	0,68 0,63	
10	Прогнозований випуск машин за рік	шт.	H_{cp}		400

					ОВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

№ п/ п	Показник	Один. вимір.	Умовні позн.	Машина	
				базова	модерніз.
11	Кількість деталей в машині	шт.	H_z	1500	1483
12	Кількість найменувань деталей в машині всього, в т.ч.: - оригінальних - стандартних	шт.	D_z	619	611
			D_{op}	232	224
			D_{cm}	147	162
13	Кількість найменувань деталей, які розроблені в процесі модернізації	шт.	H_{op}		36

Як бачимо із розрахунків (Додаток 1), і виробник і споживач після впровадження модернізованої машини у виробництво та експлуатацію можуть отримати прогнозований позитивний економічний ефект, що підтверджує ефективність проведених досліджень та інженерних розробок, які виконані в кваліфікаційній роботі. Тому наведені в роботі пропозиції стосовно удосконалення зерноочисної машини ОВС-25 доцільно рекомендувати для впровадження у виробництво.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновки

Метою кваліфікаційної роботи було підвищення ефективності вирощування сої шляхом обґрунтування технологічного процесу очищення зернового матеріалу після збирання за рахунок модернізації аспіраційної системи зерноочисної машини ОВС-25.

В технологічній частині було проведено аналітичний огляд систем і технологій, що використовуються при вирощуванні сої, розроблено технологічну карту на вирощування даної культури, яка дозволить отримати прогнозований врожай на рівні 34 ц/га. За рахунок обґрунтування процесу післязбиральної обробки вороху сої вдалося забезпечити безперебійну роботу зерноочисно-сушильного комплексу з доведенням зерносматеріалу до необхідних кондицій.

Відповідно до поставленої мети в науковій частині було поставлено задачі досліджень та запропоновані технічні рішення для досягнення підвищення ефективності повітряного очищення системою аспірації зерноочисної машини ОВС-25. Головною особливістю технічного рішення є завантаження матеріалу до пневмоканалів за допомогою активного живильника у вигляді ротора з лопатками, що дозволило отримати потік зернової суміші при введенні відповідної швидкості, напряду і товщини, які забезпечують більш якісне розділення зернової суміші на фракції. Також запропоновано зменшити можливе травмування зерна лопатками живильника шляхом виготовлення їх еластичними.

Аналітично проаналізовано траєкторії переміщення часток зернової суміші у повітряному потоці аспіраційних каналів, що дозволило шляхом імітаційного моделювання визначити конструктивні параметри модернізованої пневмосистеми для забезпечення максимальної якості розділення зерносуміші на фракції за аеродинамічними властивостями.

З метою зменшення енергоємності та металоємності, а також забезпечення максимальної функціональності модернізованої зерноочисної машини проведені технологічні і енергетичні розрахунки її вузлів і деталей, виконана перевірка на міцність деталей, які розроблені в процесі проектування, Що дозволило розробити відповідну конструкторську документації на її виготовлення.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструктивне виконання зерноочисної машини та здійснення нею функціонального призначення відповідає вимогам стандарту ДСТУ2189-93 з урахуванням загальних вимог безпеки згідно з НПА ОП 01.41-1.01-01; пожежної безпеки згідно з ДСТУ ISO 6309:2007, ДСТУ ІЕС 80416-1:2005, ДСТУ ISO 3864-1:2005. та «Загальних правил пожежної безпеки для об'єктів сільськогосподарського виробництва».

В результаті проведення техніко-економічного порівняння базової та модернізованої машини ОВС-25 було обґрунтовано доцільність застосування запропонованих технічних рішень при удосконаленні зерноочисної машини та впровадженні її у виробництво та експлуатацію. Встановлено, що запропоновані технічні рішення та конструкторські проробки дозволять одержати позитивний економічний ефект, що дозволяє рекомендувати модернізовану машину до впровадження.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Про перспективні види бобових в Україні. Джерело: <http://SuperAgronom.com>: Алла Гусарова. <https://agropro.club/articles/pro-perspektivni-vidi-bobovih-v-ukrayini/>
2. Соя (Glycine max (L.) Merr.) / В. В. Кириченко, С. С. Рябуха, Л. Н. Кобизєва, О. О. Посилаєва, П. В. Чернищенко : монографія / НААН, Інститут рослинництва ім. В. Я. Юр'єва . – Х., 2016. – 400 с. <https://yuriev.com.ua/assets/files/knigi/soya-monografiya-7.pdf>
3. Заболотний Г.М., Мазур В.А., Циганська О.І., Дідур І. М., Циганський В.І., Панцирева Г.В. Агробіологічні основи вирощування сої та шляхи максимальної реалізації її продуктивності. Монографія. ТОВ «ТВОРИ». 2020. 276 с. <http://socrates.vsau.org/repository/getfile.php/27706.pdf>
4. «2016: Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України» / Матеріали міжнародної наукової конференції / 11—12 серпня 2016 р. – Вінниця: Діло, 2016. – 176 с. http://fri.vin.ua/download_materials/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84_2016/%D0%A2%D0%95%D0%97%D0%98.pdf
5. Shepilova T., Petrenko D., Skrynnik I., Karpushyn S., Leshchenko S. Soybean productivity depending on fertilizers in the northern steppe of Ukraine. Research on Crops. Vol. 21, Issue: 1, 2020, 65-69. DOI : 10.31830/2348-7542.2020.010 (Scopus)
Режим доступу: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:rcr&volume=21&issue=1&article=010>
6. Shepilova T., Mostipan M., Petrenko D., Vasylykovska K. (2020) The influence of sowing time and micro-fertilizers on soybean productivity in the northern steppe of Ukraine. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 26(4). 787-792. (Scopus). Режим доступу: <https://www.agrojournal.org/26/04-12.pdf>
7. Шепілова Т. П. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої / Т. П. Шепілова // Сільськогосподарська мікробіологія. - 2011. - Вип. 13. - С. 117-123. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smik_2011_13_12.
8. Шепілова Т.П. Вплив регуляторів росту на продуктивність сої в умовах північного Степу України // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – № 3. – 2019. – С. 80-84. DOI: <https://doi.org/10.31210/visnyk2019.03.10>
9. Соя. Каталог продукції Інституту сільського господарства Степу НААН. http://www.agronauka.com.ua/products?page=shop.browse&category_id=6
10. Шепілова Т. П. Ткаліч І. Д. Вплив способів сівби, норм висіву і бактеріальних препаратів на формування бульбочкових бактерій і урожайність сої. Посібник українського хлібороба : наук.-практ. щорічник Інституту рослинництва ім. В. Я.

					ОБС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/7797/1/Shepilova_2009.pdf

11. Машиновикористання в рослинництві : метод. рекомендації до виконання практ. робіт : для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавр спец. 201 – "Агрономія" освітньо-професійна програма "Агрономія" / [уклад. : П. Г. Лузан, І. М. Осипов, О. Р. Лузан] ; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобудування. – Кропивницький : ЦНТУ, 2021. – 65 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10821>.
12. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / [уклад. : В. М. Сало, Д. І. Петренко, С. М. Лещенко, О. М. Васильковський] ; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9197>.
13. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» : для студ. спец. 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. ; [уклад. В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко та ін.]. – Кропивницький : ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8095>.
14. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / [уклад. : О. М. Васильковський, Д. І. Петренко, К. В. Васильковська, С. М. Лещенко, С. М. Мороз] ; М-во освіти і науки України, Центральнoукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 40 с. URL: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10501>
15. Котов Б. І. Тенденції розвитку конструкцій машин та обладнання для очищення і сортування зерно матеріалів / Б. І. Котов, С. П. Степаненко, М. Г. Пастушенко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин : Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград. – 2003. – Вип. 33. – С. 53-61.
16. Васильковський О. М. Підвищення ефективності повітряного очищення зерна / О. М. Васильковський, Д. І. Петренко // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Вип. 35. – Кіровоград : КНТУ, 2005. – С. 286–288.
17. Лещенко С.М. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Гончаров // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 18. – Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. – С. 230-234.
18. Лузан П.Г., Васильковський О.М. Нові конструкції решіткових сепараторів. – Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 27. – 1999. – С. 123-127.
 19. Васильковський О.М., Васильковський М.І., Осипов І.М. Обґрунтування конструктивних параметрів інерційного прямооточного сепаратора зерна. - Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 29, 1999.
 20. Pneumatic conveying characteristics of seeds in a vertical ascending airstream / M. Kroulik, A. Rybka, J. Hula, I. Honzík // Research in Agricultural Engineering (2016). 62(2). P. 56-63. DOI: 10.17221/32/2014-RAE.
 21. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasylykovskyi, O.M., Petrenko, D.I. Analytical assessment of the pneumatic separation quality in the process of grain multilayer feeding, 2017, INMATEH - Agricultural Engineering, 53(3), pp. 65-70. URL: http://www.inmateh.eu/INMATEH_3_2017/INMATEH-Agricultural_Engineering_53_2017.pdf.
 22. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. М.: Машиностроение, 1974. – 200с.
 23. Гладков Н.Г. Зерноочистительные машины. – 2-е изд. Перераб. и доп.- М.: Машгиз, 1961 г.- 368с.
 24. Корнеев Г.В. Транспортеры и элеваторы сельскохозяйственного назначения. – М.: Машгиз, 1961. – 263 с.
 25. Нелюбов А.И., Ветров Е.Ф. Пневмосепарирующие системы сельскохозяйственных машин. – М.: Машиностроение, 1977 – 190 с.
 26. Киркач Н.Ф., Баласанян Р.А. Расчет и проектирование деталей машин. – Харьков.: Основа 1991. – 275с
 27. Цілінський В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілінський. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.
 28. Охорона праці у сільському господарстві. – ТОВ «ТЕХ МЕДІА ГРУП», 2019 р. URL: https://techmedia.com.ua/sites/default/files/online_version/ECO_SX/files/assets/basic-html/toc.html.
 29. Єрмаков О.Ю., Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
 30. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Оцінка техніко-економічного рівня модернізованої машини

Для визначення впливу виконаних у конструкторській частині проекту розробок на техніко-економічний рівень базової машини визначимо величини основних абсолютних та відносних показників, які його характеризують:

Визначаємо коефіцієнт уніфікації

$$K_d = \frac{D_3 - D_{op}}{D_3}$$

де D_3 – загальна кількість найменувань деталей у машині за винятком метизів;

D_{op} – кількість найменувань оригінальних деталей.

$$K_{yb} = \frac{619 - 232}{619} = 0,63 \qquad K_{ym} = \frac{611 - 224}{611} = 0,63$$

Відносний показник рівня уніфікації конструкції

$$V_{ku} = K_{um} / K_{yb} = 0,63 / 0,63 = 1,0$$

Коефіцієнт стандартизації продукції

$$K_{st} = D_{st} / D_3;$$

де D_{st} – кількість найменувань стандартних деталей в машині

$$K_{stb} = 147 / 619 = 0,24 \qquad K_{stm} = 162 / 611 = 0,27$$

Відносний показний рівня стандартизації конструкції

$$V_{st} = K_{stm} / K_{stb} = 0,27 / 0,24 = 1,13$$

Коефіцієнт конструктивної повторюваності

$$K_{kp} = N_3 / D_3$$

де N_3 – загальна кількість деталей в машині,

$$K_{kpb} = 1500 / 619 = 2,42 \qquad K_{kpm} = 1483 / 611 = 2,43$$

Відносний показник рівня конструктивної повторюваності:

$$V_{np} = K_{kpm} / K_{kpb} = 2,43 / 2,42 = 1,0$$

Собівартість модернізованої машини

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$C_M = \frac{C_6 - C_{п6}}{M_6 - M_{п6}} \cdot (M_M - M_{пM}) + C_{пM},$$

де C_6 – собівартість виготовлення базової машини;

$C_{п6}$ та $C_{пM}$ – ціна покупних виробів у собівартості базової модернізованої машини;

M_6 та M_M – маса базової та модернізованої машини;

$M_{п6}$ та $M_{пM}$ – маса покупних виробів базової та модернізованої машини;

$$C_M = \frac{117960 - 65050}{1915 - 711} \cdot (1897 - 680) + 54070 = 107551 \text{ грн.}$$

Продуктивність машини за 1 годину експлуатаційного та змінного часу:

$$Пек = По \cdot Кек$$

$$Пзм = По \cdot Кер$$

Коефіцієнт використання робочого та експлуатаційного часу зміни для модернізованої машини

$$K_{екм} = \frac{T_{ек6} + \frac{T_{то} + T_{лп}}{60}}{T_{зм}} \quad K_{врм} = \frac{T_{вр} + \frac{T_{то}}{60}}{T_{зм}}$$

де $T_{ек6}$ - кількість годин експлуатаційного часу базової машини у зміну;

$T_{зм}$ – тривалість робочої зміни, год;

$T_{лп}, T_{то}$ - кількість хвилин у робочу зміну, на яку скорочуються витрати часу відповідно, на ліквідування поламок та деформацій та технічне обслуговування в результаті модернізації базової машини.

$$K_{врм} = \frac{6,8 + \frac{15}{60}}{10} = 0,71$$

$$K_{екм} = \frac{6,3 + \frac{15}{60}}{10} = 0,66$$

Продуктивність машини за 1 годину робочого та експлуатаційного часу

де $По$ – продуктивність машини за 1 годину основного часу,

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\text{Пек.б}=20\cdot0,63=12,6 \text{ т/год}$$

$$\text{Пек.м}=25\cdot0,66=16,5 \text{ т/год}$$

$$\text{Пзм.б}=20\cdot0,68=13,6 \text{ т/год}$$

$$\text{Пзм.м}=25\cdot0,71=17,75 \text{ т/год}$$

Питома собівартість машини

$$C_{\text{п}}=C/\text{Пек}$$

де C – собівартість машини.

$$C_{\text{пб}}=117960/12,6=9362 \text{ грн/т/год}$$

$$C_{\text{пм}}=107551/16,5=6518 \text{ грн/т/год}$$

Відносний показник рівня питомої собівартості

$$V_{\text{сп}}=C_{\text{пб}}/C_{\text{пм}}=6187/5863=1,05$$

Питома матеріаломісткість машини

$$M_{\text{п}}=M/\text{Пек};$$

де M – маса “сухої”, тобто незавантаженої машини;

$$M_{\text{пб}}=1915/12,6=152 \text{ кг/т/год}$$

$$M_{\text{пм}}=1897/16,5=115 \text{ кг/т/г}$$

Відносний показник рівня питомої матеріалоємкості:

$$V_{\text{мп}}=M_{\text{пб}}/M_{\text{пм}}=152/143=1,06$$

Узагальнений показник техніко-економічного рівня – модернізованої машини

$$U_{\text{тр}}=\sum_i^m a_i \cdot \beta_{gi}$$

де β_{gi} – величина i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

M - кількість відносних показників, приймаючих до розрахунків;

a_i – коефіцієнт вагомості i -го відносного показника техніко-економічного рівня;

$$U_{\text{тр}}=1,0\cdot0,1+1,13\cdot0,05+1,0\cdot0,05+1,05\cdot0,45+1,06\cdot0,35=1,1$$

Якщо величина узагальненого показника більше одиниці, то це свідчить про те, що внесені конструктивні зміни підвищують техніко-економічний рівень базової машини та її конкурентоспроможності.

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення економічної ефективності модернізованої машини.

Визначення витрат на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$Вп = Нф \cdot Т_{кон} \cdot З_{сг} \cdot (1 + \beta / 100) \cdot (1 + П_{св} / 100)$$

де Нф – кількість найменувань оригінальних деталей, які розроблюються в процесі модернізації.

Так сумарна трудомісткість розробки конструкторської документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (90-140 годин);

Зсг – середньогодинна заробітна плата конструкторів;

Вс – відрахування на соціальне страхування та в спеціальні фонди;

Псв – процент попередних витрат (200-300%).

$$Вп = 36 \cdot 100 \cdot 18,5 \cdot (1 + 38 / 100) \cdot (1 + 200 / 100) = 275724 \text{ грн.}$$

Витрати на розробку технології виготовлення модернізованої машини:

$$Вт = Н_{ор} \cdot Т_{т} \cdot З_{сг} \cdot (1 + В_{с} / 100) \cdot (1 + П_{св} / 100),$$

де Тт – сумарна трудомісткість розробки технологічної документації, яка припадає на одне найменування оригінальної деталі (60-80 год),

$$Вт = 36 \cdot 60 \cdot 18,5 \cdot (1 + 38 / 100) \cdot (1 + 200 / 100) = 165434 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення технологічного оснащення, необхідного для виробництва модернізованої машини.

$$В_{осн} = Н_{ор} \cdot \sum_{i=1}^k К_{гто}(i) \cdot К_{ксм}(i) \cdot Ц_{об}(i),$$

де к – кількість груп оснащення;

Ктос(i)- коефіцієнт технологічного оснащення, по i-й групі оснащення;

Кксм(i) – кількість комплектів i-ої групи оснащення;

Цос(i) – ціна одиниці оснащення i-ої групи

$$В_{осн} = 36 \cdot (0,35 \cdot 2 \cdot 3800 + 0,6 \cdot 2580 + 0,8 \cdot 3 \cdot 90 + 0,1 \cdot 3 \cdot 35) = 159639 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідного зразка

$$В_{уз} = (1,2 \div 1,3) \cdot С_{м} = 1,2 \cdot 107551 = 129061 \text{ грн.}$$

Витрати на виготовлення дослідної партії

					ОВС 00.000 ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

$$\text{Вдп}=(1,1-1,2) \cdot \text{См} \cdot \text{Нм}=1,2 \cdot 107551 \cdot 2=258122 \text{ грн.}$$

де Нм – кількість машин у дослідній партії (2-8 шт).

Інші витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини:

$$\text{Інв}=\text{Кін}/100 \cdot \sum_{1}^5 \beta_{(i)}$$

де Кін-% на інші витрати на освоєння виробництва до суми п'яти попередніх статей витрат (15-20%).

$$\text{Інв}=10/100 (275724+165434+159639+129061+258122)= 98798 \text{ грн.}$$

Сума витрат на проектування та освоєння виробництва

$$\text{Восв}=275724+165434+159639+12+061+258122+98798 = 1086778 \text{ грн.}$$

Питомі витрати на проектування та освоєння виробництва модернізованої машини

$$\text{Впос}=\text{Восв}/\text{Нсв}$$

де Нсв – середньорічна програма випуску модернізованої машини

$$\text{Впос}=1086778/400=2717 \text{ грн}$$

Оптову ціну модернізованої визначаємо за формулою:

$$\text{Ц}_{\text{опм}}=\text{Ц}_{\text{опб}} \cdot \frac{\text{П}_{\text{екм}}}{\text{П}_{\text{екб}}} \cdot \text{К}_{\text{р}}$$

де К_р – коефіцієнт розподілу економічного ефекту між споживачем та виробником модернізованої машини

$$\text{Ц}_{\text{опм}}=147450 \cdot \frac{16,5}{12,6} \cdot 0,97 = 187297 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект заводу виробника від впровадження модернізованої машини у виробництво:

$$\text{Ерв}=(\text{Ц}_{\text{опм}}-\text{См})-(\text{Ц}_{\text{спб}}-\text{Сб})-\text{Впос} \cdot \text{Ен},$$

де Ен – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних витрат

$$\text{Ерв}=(187297-107551)-(147450-117960)-2717 \cdot 0,16= 49821 \text{ грн.}$$

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення річного економічного ефекту споживача модернізованої машини.

Визначення експлуатаційних витрат, які припадають на одиницю роботи порівнювальних машин.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу

$$З_{П} = \frac{\sum_{i=1}^k P_{сб}(i) \cdot P_{тв}(i)}{П_з}$$

Де $P_{сб}(i)$ – кількість робітників, виконуючих роботу i -го розряду;

$P_{тв}(i)$ – годинна тарифна ставка i -го розряду роботи;

K – кількість розрядів робіт, які виконують робітники

$$З_{Пб} = \frac{1 \cdot 26,5}{13,6} = 1,95 \text{ грн/т} \qquad З_{Пн} = \frac{1 \cdot 26,5}{17,7} = 1,49 \text{ грн/т}$$

Витрати на амортизацію та ремонт машини

$$В_{ам} = K_{п} \cdot Ц_{оп} \cdot (Н_а + Н_р) / (100 \cdot P_{ек} \cdot P_з)$$

де $K_{п}$ – коефіцієнт переведу оптових цін у балансову вартість (1,3-1,5);

$Н_а$, $Н_р$ – норма щорічних амортизаційних відрахувань на реновацію машини, та на ремонт;

$P_з$ – річне завантаження;

$$В_{ам.б}^{ам} = \frac{1,3 \cdot 147450 \cdot (15 + 7)}{100 \cdot 12,6 \cdot 250} = 13,39 \text{ грн/т}$$

$$В_{ам.м}^{ам} = \frac{1,3 \cdot 187297 \cdot (15 + 7)}{100 \cdot 16,5 \cdot 250} = 12,98 \text{ грн/т}$$

$$\text{Витрати на електроенергію } В_{п} = \frac{В_{пд} \cdot Ц_e}{П_{зм} \cdot K_{кд} \cdot K_{км}}$$

де $В_{пд}$ – встановлена потужність електродвигунів, кВт;

$Ц_e$ – ціна 1 квт-год електроенергії, грн;

$K_{кд}$ та $K_{км}$ – коефіцієнт використання дії електродвигунів (0,85) та мережі (0,96-0,98)

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$B_{\text{пб}} = \frac{9,5 \cdot 1,68}{13,6 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 1,44 \text{ грн/т}$$

$$B_{\text{пм}} = \frac{9,1 \cdot 1,68}{17,7 \cdot 0,85 \cdot 0,96} = 1,06 \text{ грн/т}$$

Витрати на збереження

$$B_z = \frac{\sum H_{3(i)}}{\text{Пек}}$$

де H_3 – норматив витрат, які припадають на 1 годину збереження

$$B_{z\text{б}} = \frac{1,6}{12,6} = 0,13 \text{ грн/т}$$

$$B_{z\text{м}} = \frac{1,6}{16,5} = 0,09 \text{ грн/т}$$

Визначення суми експлуатаційних витрат, які припадають на роботи порівнювальних машин

$$E_{\text{вб}}^{\text{п}} = 1,95 + 13,39 + 1,44 + 0,13 = 16,91 \text{ грн/т}$$

$$E_{\text{вм}} = 1,49 + 12,98 + 1,06 + 0,09 = 15,62 \text{ грн/т}$$

Визначаються питомі капітальні витрати на одиницю виробленої продукції або роботи зрівнювальних машин:

$$\text{Пкв} = (1/\text{Пек}) \cdot (\text{Бам}/\text{Рзм})$$

де Бам – балансова вартість машини;

Рам, Рзм – нормативне річне завантаження машини.

$$\text{Пкв}_{\text{б}} = \frac{1}{12,6} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 147450}{250} \right) = 60,85 \text{ грн/т}$$

$$\text{Пкв}_{\text{м}} = \frac{1}{16,5} \cdot \left(\frac{1,3 \cdot 187297}{250} \right) = 59,03 \text{ грн/т}$$

Річний економічний ефект споживача модернізованої машини.

$$E_{\text{р.сп}} = [(16,91 + 0,16 \cdot 60,85) - (15,62 + 0,16 \cdot 59,03)] \cdot 16,5 \cdot 250 = 6522,45 \text{ грн.}$$

					ОВС 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перв. примен.	Справ. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание						
						Документація								
		A1			ОВС 011.070 СБ	Складальне креслення								
						Складальні одиниці								
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Инв. №	1	ОВС 011.070.010	Щітка	44							
				10	ОВС 011.040	Опора	1							
				12	ОВС 011.080	Опора	1							
								Деталі						
				A3	2	ОВС 011.070.402	Диск	2						
				A2	3	ОВС 011.070.603	Вал	1						
					4	ОВС 011.070.602	Вісь	24						
					9	ОВС 011.070.403	Диск	1						
				A3	11	ОВС 011.070.111	Шків	1						
Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Инв. №											
								Стандартні вироби						
					5		Гвинт М6-6g-12 ГОСТ 1491-80	8						
					6		Шайба 6 Л ГОСТ 6402-70	8						
					7		Гайка М6 ГОСТ 15526-70	24						
					8		Шайба 2.6 ГОСТ 13463-77	12						
Инв. № подл.	Подп.	Исх.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ОВС 011.070							
							Разраб.	Мачула			ЖИВИЛЬНИК	Лит.	Лист	Листов
							Пров.	Петренко						1
							Н.контр.	Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-20М(1,4)-2		
							Утв.	Свірень			Копировал			Формат

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування сої з
модернізацією системи аспірації
зерноочисної машини ОВС-25»

Виконав здобувач вищої освіти
групи АІ-20М(1,4)-2
МАЧУЛА Владислав Олександрович

Керівник проекту
Дмитро ПЕТРЕНКО

Перед. примеч.

Справ. №

Подп. и дата

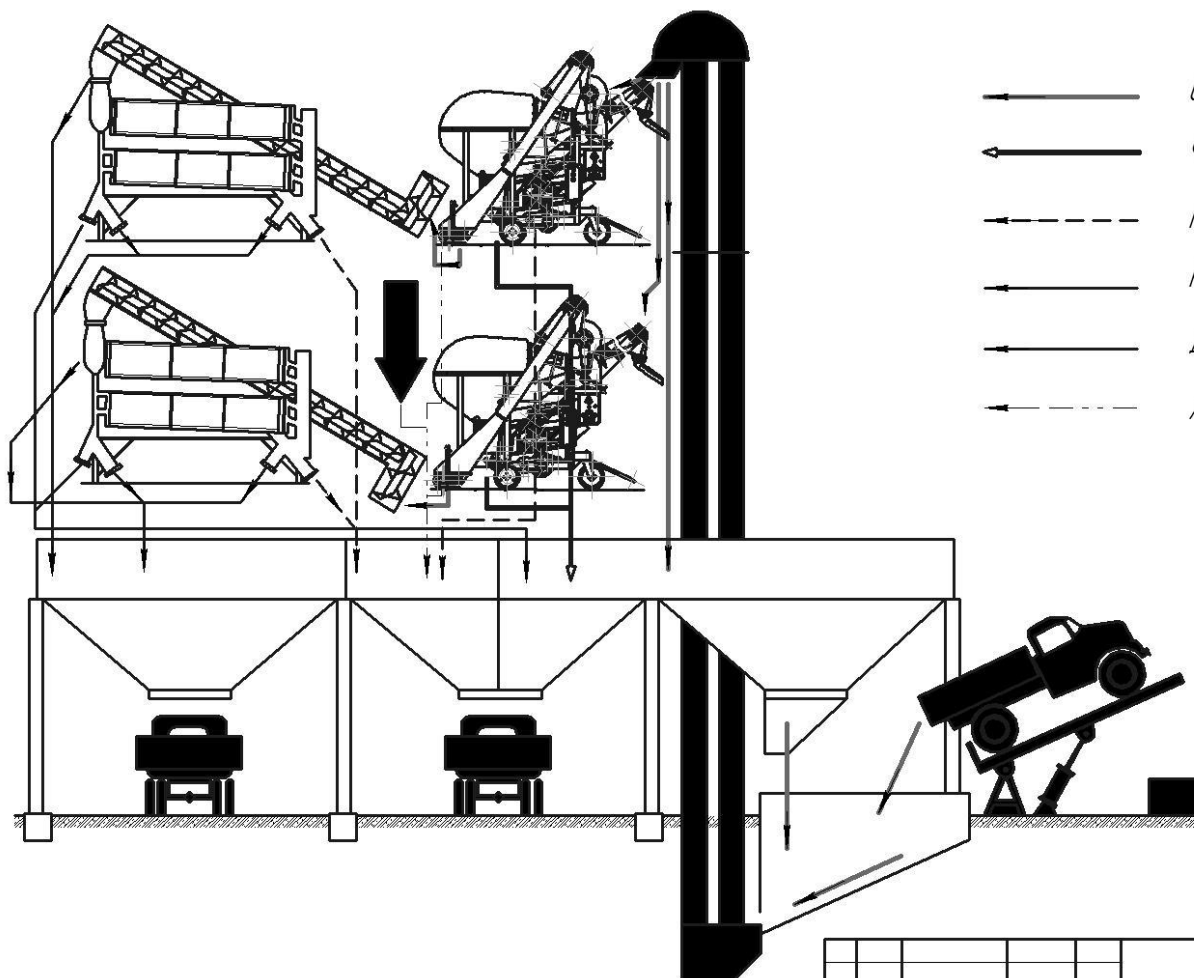
Инв. № оцел.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

ОВС 00.000 ТЧ



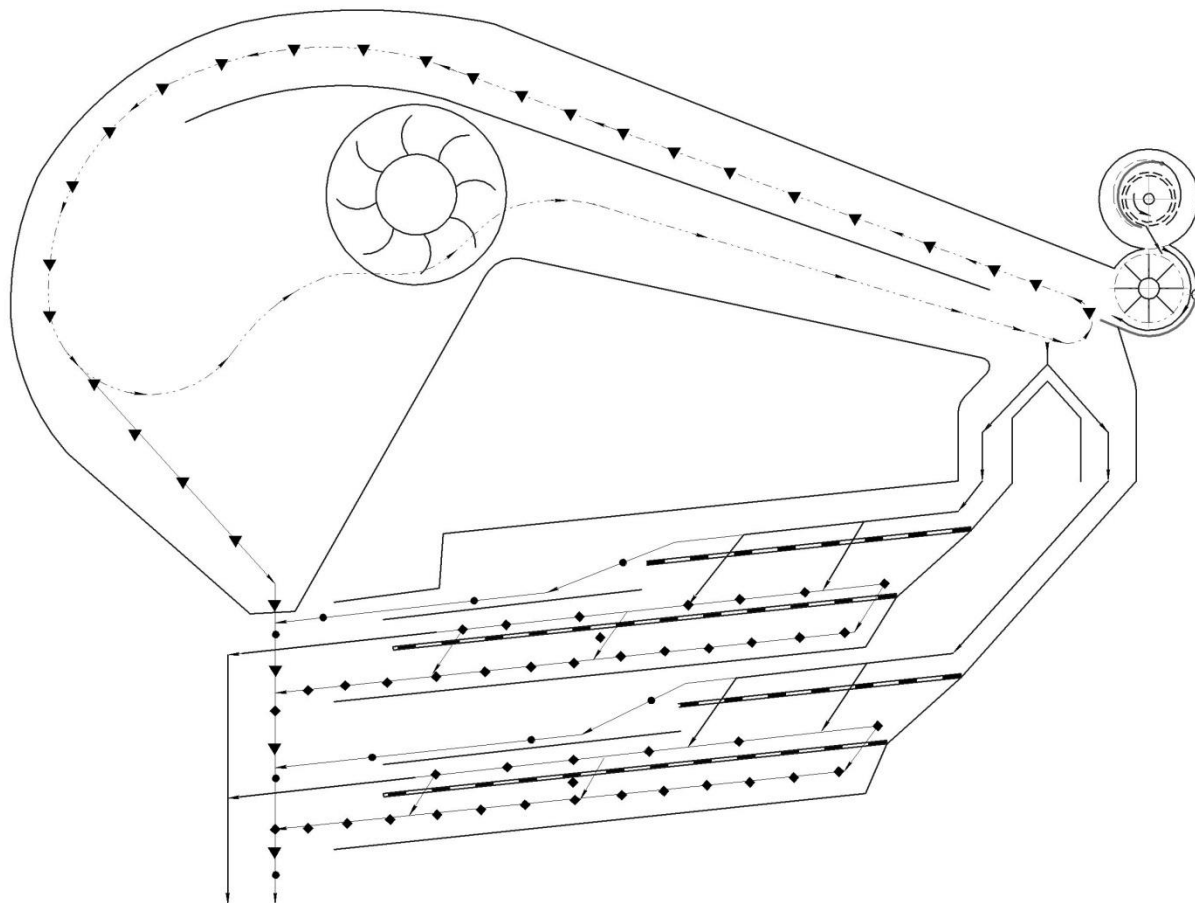
- ← Оброблюємий зерновий матеріал
- ← Фуражне зерно (II сорт)
- ← Мілкі дімішки
- ← Короткі дімішки
- ← Довгі дімішки
- ← Легкі та крупні дімішки

ОВС 00.000 ТЧ						Лист			Масса			Масштаб		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Схема комплексу ЗАВ-20				-		-			
Разраб.	Мачула					Лист								
Пров.	Петренко					Листов								
Т.контр.														
Н.контр.	Мачок				-	ЦНТУ,			г.р. АІ-20М(14)-2					
Утв.	Свірень					Формат			А3					

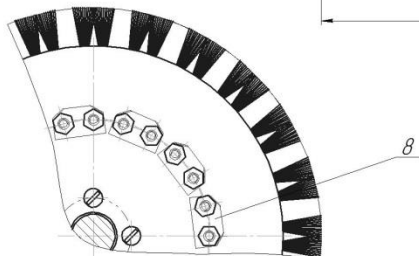
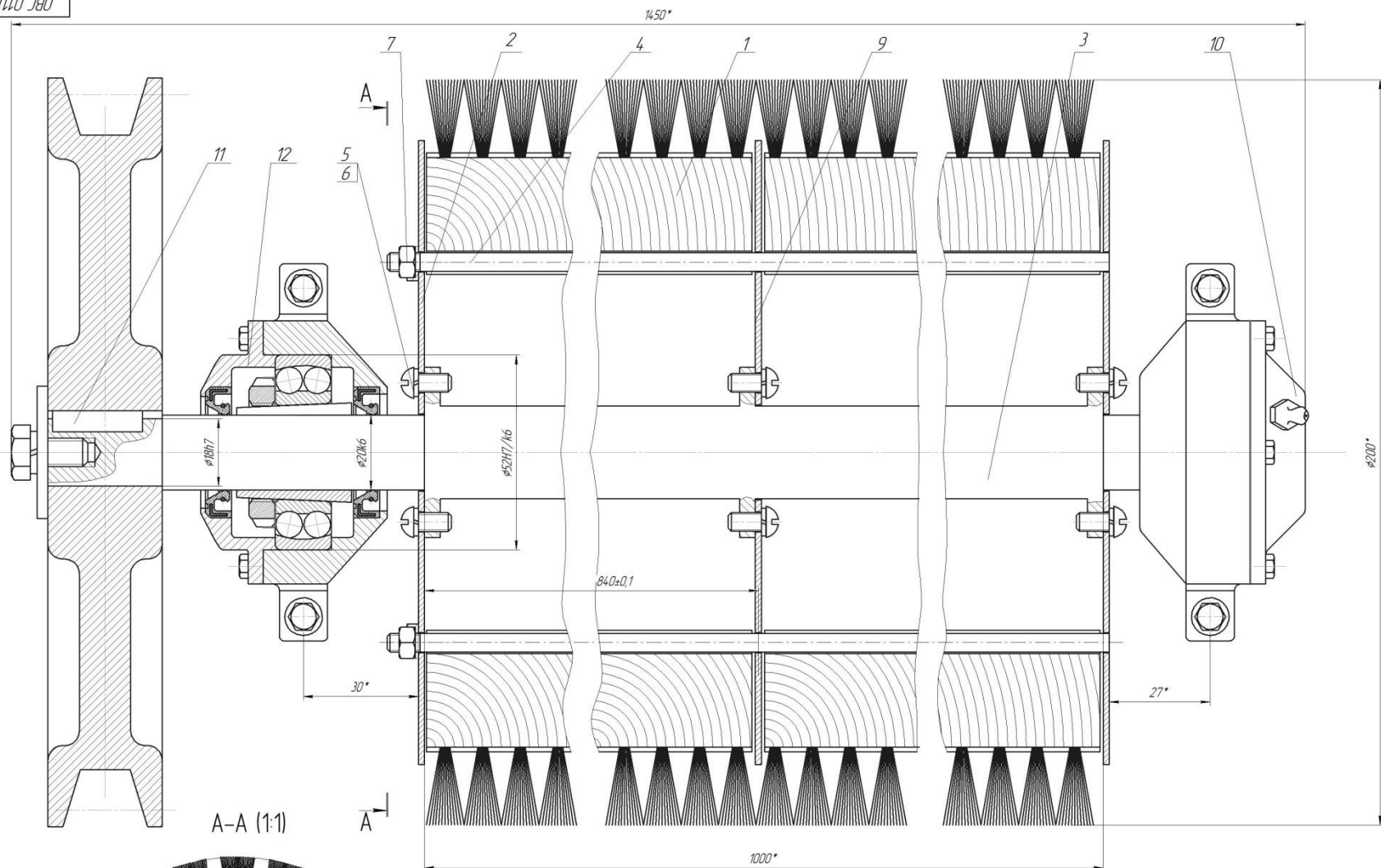
Копировав

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Основний потік
- Крупні дімішки
- Легкі дімішки
- Дрібні дімішки
- Потік повітря



0BC 00.000 C2									
Діа. Мір.	М. Діагн.	Ліва.	Піра.	Діагн.	Зерноочисна машина				
Розроб.	Місця	-			0BC-25				
Діагн.	Ліва	-			ЦНТУ				
Г. кін.	Г. кін.	-			зр. АІ-20М1(4)-2				
М. кін.	М. кін.	-			Формат А1				



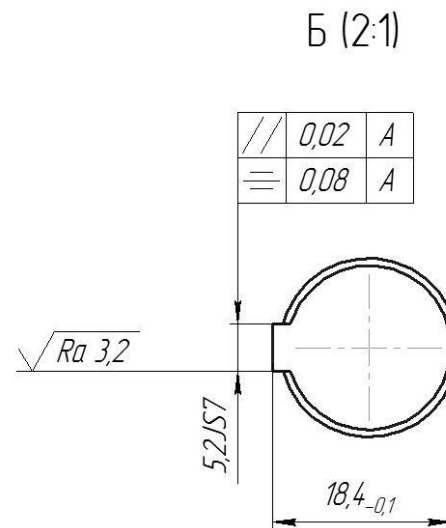
1. Крутний момент затягування деталей поз. 5 та 7 10...11 Нм.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: $\pm \frac{17}{2}$.
3. *Розміри для довідок.

[illegible]

[illegible]

Формат А3

✓ Ra 12,5 (✓)



1. *Розмір для довідок.
2. Невказані граничні відхилення розмірів: отворів – Н14, валів – h14, інших – $\pm \frac{IT14}{2}$.
3. Невказані радіуси заокруглень до R1 мм.

						ОВС 011.070.111			
Изн.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Шків	Лит.	Масса	Максимум	
Разрад.		Мачула						2,86	1:1
Проб.		Петренко							
Т.контр.						Лист	Листов	1	
Н.контр.		Мачок			СЧ 15 ГОСТ 14.12-85	ЦНТУ			
Утв.		Свірень				зр. АІ-20М(1,4)-2			

Копировал

Формат А3