Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
Зав. кафедрою СГМ
д.т.н., професор
_____Микола СВІРЕНЬ
“___“ _____2020 р.

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему.

Механізація вирощування сої з обґрунтуванням параметрів зерноочисної машини ПСМ

Виконав здобувач вищої освіти__II___курсу,
групи АІ-19МЗ-1,4
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____Рачкован Катерина Анатоліївна
«____»_____20 р.

Керівник проекту
доцент, канд. техн. наук
_____Дмитро ПЕТРЕНКО
«_____»_____2020 р.
Рецензент _____
_____

Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				Документація загальна		
				Заново розроблена		
А4			МВСПСМ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1	
				Документація по		
				технологічній частині		
				Заново розроблена		
А1			МВСПСМ 00.000 ТЧ	Операційно-технологічна	1	
				карта на попереднє очищення		
				насіння сої		
А1			МВСПСМ 00.000 С2	Зерноочисна машина ПСМ-25	1	
				Документація		
				по складальних одиницях		
				Заново розроблена		
А2			МВСПСМ 09.000 СБ	Колосове решето	1	
				Документація по деталях		
				Заново розроблена		
А4			МВСПСМ 09.601	Вісь	1	

					МВСПСМ 00.000 ВП		
Зм.	Арк	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Рачкован			Відомість проекту	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив		Петренко						
						ЦНТУ, гр. АІ-19МЗ-1,4		
Н. контр.		Осипов						
Затвердив		Свірень						

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
A4			МВСПСМ 09.604	Пруток	1	
A4			МВСПСМ 09.603	Шайба	1	
A4			МВСПСМ 09.602	Шпилька	1	
				Документація з наукової		
				частини		
				Заново розроблена		
A1			МВСПСМ 00.001 НЧ	Аналіз умов введення до ПСК	1	
A1			МВСПСМ 00.002 НЧ	Обгрунтування параметрів	1	
				живильного пристрою		

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	

1. Вступ.

Серед найбільш інвестиційних галузей України – агропромислове виробництво займає одне з провідних місць, зокрема за останній період спостерігається збільшення темпів виробництва та переробки сільськогосподарської продукції, що пов'язано, в першу чергу, з високим потенціалом як наявних земельних ресурсів високої землеробської якості, так і машинобудівної галузі АПК. Зокрема, спостерігаємо зміну в системах землеробства, появу нової агротехніки вирощування, розширення переліку вирощуваних культур, що вимагає і відповідне технічне забезпечення технологічних операції виробництва.

Спостерігаємо поступову переорієнтацію фермерів на використання у своїй діяльності дорадчих служб, аутсорсингових послуг, в тому числі і стосовно виробництва с.-г. культур, що дозволяє використовувати інтенсивні технології вирощування, застосування якісного посівного матеріалу, новітніх досягнень систем точного землеробства та ін.

За останні роки збільшилась і кількість міжнародних виставкових майданчиків, де наряду з зарубіжною технікою достойно представлені і вітчизняні інноваційні зразки сільськогосподарської техніки.

Вказані тенденції в агропромисловому секторі економіки України спричинили переорієнтацію на мультикультурність. Зокрема, можемо спостерігати збільшення об'ємів виробництва бобових культур, що пов'язано з розумінням доцільності вирощування даної групи в якості попередників, що дозволяє після культур, які інтенсивно виносять з ґрунту як поживні елементи, так і вологу, отримати мінімально необхідний агрофон. В зв'язку з цим перед дослідниками постає питання подальшої розробки та апробації технологічних прийомів, а також технічного забезпечення вирощування бобових культур, зокрема і сої, у відповідності до ґрунтових і кліматичних особливостей.

Метою роботи є забезпечення комплексної, економічно обґрунтованої механізації виробничих процесів інтенсивної агротехнології вирощування сої з науковим обґрунтуванням її післязбиральної обробки.

2. Технологічна частина.

2.1. Загальні особливості культури.

Авторами [1] визначені найбільш раціональні природно-кліматичні умови, що сприяють інтенсивному вирощуванню сої, і які в Україні отримали назву «Соєвого поясу». Характерною особливістю такого тлумачення є факт їх збігу з регіонами вирощування однієї з найбільш розповсюджених в Україні культур – кукурудзи, що обумовлено наступними факторами – забезпечення вологісно-термічними та ґрунтовими умовами.

Як зазначають автори [2], потенційна урожайність сої в ґрунтово-кліматичних умовах України може досягати рівня 14-17 т/га, при цьому середня світова урожайність становить 2,3 т/га.

Для сої характерні наступні вимоги до наявності вологи [5, 6]. Соя являється середньостійкою до посухи, характеризується нерівномірними вимоги до вологи в різні періоди вегетації – потребує мінімального споживання у період сходи – початок цвітіння, а при проростанні потребує збільшення споживання вологи на рівні 130-160 % і більше від своєї маси. Післясходовий період характеризується інтенсивним розвитком кореневої системи, при цьому надземна маса розвивається дуже повільно, що супроводжується невеликим випаровуванням вологи в цей час.

Періоди цвітіння і росту бобів являються найбільш відповідальними періодами з точки зору водозабезпечення. Так, нестача вологи в цей період може призвести до пригнічення (з втратою) бутонів, квіток, маса насінин зменшується, що в подальшому впливає на врожайність. Транспіраційний коефіцієнт сої характеризується як високий і становить 520-600 [7].

Протягом всього періоду вегетації сої спостерігається вибагливість культури до тепла, особливо це виявляється в періоди цвітіння та наливу зерна. Проростання насіння розпочинається за температури ґрунту в межах 8-10 °С, при цьому дружні сходи отримують при 15-18 °С [6, 7].

Сою характеризується невибагливістю до типів ґрунту. Так для її вирощування підходять як чорноземи, каштанові і дерново-підзолисті грунти, так і бурі лісні, а також супіски і суглинки [1, 3, 6, 7].

Характерною особливістю сої являється її властивість накопичення ґрунтового азоту в легкодоступній формі, що дозволяє проводити її вирощування на ґрунтах з мінімальним вмістом гумусу, обіднілих на органічну речовину та з підвищеною кислотністю [6, 7, 8].

2.2. Аналіз технологічних особливостей вирощування з розробкою технологічної карти

Розміщення в сівозміні.

Найбільш раціонально вирощувати сою на зерно після культур, технологічні прийоми вирощування яких дозволяють утримувати поля чистими від бур'янів, особливо після збирання врожаю [2, 7, 8]. При цьому, як зазначалося вище, повинна забезпечуватись умова наявності у ґрунті достатньої кількості вологи і поживних речовин.

Серед кращих попередників [2, 3, 7] – озимі зернові, оскільки їх збирання проводять рано і це дозволяє виконати агротехнічні прийоми з підготовки поля до посіву, а саме багаторазові обробітки при основній підготовці ґрунту. В системі п'яти, семи сівозмін в якості попередників також використовують кукурудзу, ярі зернові, картоплю та овочеві культури за дотримання умови залишення чистими від бур'янів полів. В умовах північного Степу сою також використовують за три- чи чотирипільної системи землеробства. Інші бобові та зернобобові культури є поганими попередниками для сої, не рекомендовані також соняшник і суданська трава [2, 3, 7].

Оскільки вирощування сої сприяє накопиченню вільного азоту культура виступає цінним попередником для багатьох культур. Вказана особливість дозволяє поліпшити структуру і родючість ґрунту, посилити активність ґрунтових мікроорганізмів.

Проведений аналіз умов розміщення сої дозволяє вибрати, у відповідності до завдання, попередника – озиму пшеницю.

Система удобрення.

Сою характеризується доброю реакцією на внесення добрив, оскільки відноситься до культур з високими вимогами щодо мін.живлення. Як показали багаторічні дослідження [5, 6], для формування 1 т зерна соя потребує близько 40 кг фосфору та калію, і не менше 70-100 кг азоту.

Характерним для культури є добре використання поживних елементів з органічних і мінеральних добрив, які вносились під попередники. Як підтверджують дослідження [5, 6, 10], соя може задовольняти до 70 % потреби в азоті, оскільки присутній симбіоз з бульбочковими азотфіксуючими бактеріями. Також доведена спроможність культури поглинати важкодоступні елементи живлення, що знаходяться в ґрунті.

Враховуючи умови північного Степу України маємо наступні умови поживності грунту: рівень забезпеченості ґрунту поживними елементами – середній, тому, згідно рекомендацій [5, 6, 10], можемо прийняти норми мінеральних добрив N30P45K60. За необхідності, необхідна доза добрив корелюється для господарства шляхом проведення аналізів на вміст поживних речовин в ґрунті. Міндобрива вносимо восени під «зяблевий» обробіток.

Доцільність спільного застосування мінеральних та бактеріальних добрив, що дозволить отримати найвищий урожай сої шляхом створення умов, що сприятимуть поєднанню двох важливих біологічних процесів – фотосинтезу та біологічної фіксації азоту бульбочковими бактеріями, доведена багаторічними дослідженнями [5, 6, 7, 10].

Так зафіксовано зростання урожаю зерна сої на 2-4 ц/га за рахунок інокуляції насіння сої бактеріальними препаратами (Нітрогін, Ризоторфін (штам 634) та ін.) [5, 6, 11]. Проте, надані рекомендації актуальні за умов дотримання умов для оптимальної азотфіксації – присутня реакція ґрунтового розчину, наявні умови живлення фосфору і калію, забезпечений доступ повітря і вологи, присутні активні штами бактерій, наявні мікроелементи в ґрунті.

Якщо відсутній хоча б один з наведених чинників, що обмежує симбіоз – соя спроможна засвоїти тільки азот з ґрунту та добрив. Упродовж всього періоду вегетації необхідно контролювати стан бульбочок за умов незадовільного стану, які характеризуються погано розвинутими або не сформованими взагалі бульбочками, робиться висновок про недостатню ефективність симбіозу. Це означає, що рослини належно не забезпеченні азотом, тому необхідно провести коректування у вигляді підживлення азотом N30-40 [5, 6, 10, 11].

Обробіток ґрунту.

Технологія основного обробітку ґрунту під сою залежить від попередника і засміченості полів. Серед основних рекомендовано провести лущення стерні після попередника з подальшим безвідвальним глибоким рихленням [12, 13]. Глибину і кількість обробітків ґрунту вибирають залежно від стану ґрунту, наявності підорної підошви, ерозійності ґрунту, засміченості полів. Традиційно лущення виконують на глибину 6-8 см, боронування виконують до 6-8 см, оранку та глибоке рихлення в межах 25-60 см.

На чистому від бур'янів полі достатньо провести одне неглибоке лущення (ЛДГ-10, ЛДГ-20, БДТ-7). В іншому випадку – виконують пошарові обробітки лущильниками та важкими (паровими) плоскорізними культиваторами типу КПШ-9, КПШ-5, КПЕ-3,8 та ін., збільшуючи при цьому пошарову глибину обробітку [14].

На сильно засмічених полях застосовують внесення ґрунтових гербіцидів з одночасним поверхневим обробітком. На полях, засмічених кореневищними бур'янами застосовують комплексну систему обробітку, яка включає подвійний поверхневий обробіток важкими дисковими боронами (БДТ-3, БДТ-7, БДВ-6,5, БДВ-6,2 та ін.), глибокий плужний обробіток на глибину 25-60 см, або грунторозпушувачами чи чизелями.

На чистих від бур'янів полях, особливо в районах, які характеризуються як ерозійно небезпечні, оранку доцільно замінювати глибоким обробітком глибиною 30-60 см чизельними знаряддями [8, 12, 14].

Передпосівний обробіток.

Передпосівний обробіток проводять навесні за досягнення фізичної стиглості ґрунтом. Він передбачає проведення ранньовесняного боронування, яке дозволяє знищити бур’яни, закрити вологу, а також вирівнювання поверхні поля за допомогою волокуш або шлейф-борін типу ШБ-2,5.

Поява сходів бур'янів є сигналом для необхідності проведення культивації на глибину 10-12 см з одночасним боронуванням. В іншому випадку передпосівний обробіток передбачає проведення культивації та одночасне вирівнювання поверхні поля на глибину загортання насіння. Найбільш доцільно використовувати комбіновані агрегати (типу АГ-6), які дозволяють за один прохід агрегату виконати комплекс робіт передпосівного обробітку та забезпечити його високу якість.

«Гербіцидна» технологія при вирощуванні сої передбачає внесення гербіцидів під передпосівну культивацію або ґрунтових після сівби [7, 8].

Вибір сорту.

В Україні, зокрема і в Кропивницькому районі розвинена гарна селекційна робота, зокрема і з сортами сої. В умовах північного Степу та Лісостепу селекціонери рекомендують районувати ранньо- та середньостиглі сорти сої [7]. Фахівцями Інституту сільського господарства Степу НААН виведені та апробовані високопродуктивні сорти сої: Медея, Золушка, Ромашка, Ювілейна та ін. Як підтвердили результати багаторічних досліджень, вказані сорти можуть досягти потенційної врожайності на рівні 3,3-3,5 т/га [9-11].

Підготовка насіння та посів.

Підготовка перед посівом полягає а проведенні протруювання та обробки насіння сої бактеріальними препаратами (типу ризоторфін, екозорф та ін.), в склад яких включені мікроелементи. Часто до бактеріальних препаратів додаються стимулятори росту, якщо цього вимагають грунтово-кліматичні умови.

Авторами [8, 9] відзначається вибагливість сої до тепла при посіві – за сівби в непрогрітий ґрунт зростає ймовірність ураження насіння хворобами, результатом чого, в подальшому, є нерівномірність і зрідженість сходів. Тому рекомендовано сіяти сою при прогріванні ґрунту до температури 12-14^{0}С на

глибині загортання. Натомість при пізніх посівах спостерігається пересихання посівного горизонту, що ймовірно призведе до зниження польової схожості [8, 9].

Найбільш поширеним для сої є використання широкорядного способу сівби при ширині міжрядь 30, 45, 60 см [7]. При цьому, у господарствах, яким притаманна висока культура землеробства або ж використання «гербіцидних» технологій, рекомендовано [6, 9] використовувати звичайний рядковий спосіб посіву, оскільки при цьому спостерігається більш рівномірне розміщення насіння по площі, що дозволяє поліпшити вологозабезпечення та забезпечення більш рівномірного доступу до поживних елементів. Також застосування звичайного рядкового способу дозволяє зменшити кількість обробітків ґрунту. Найбільш розповсюдженими технічними засобами для сівби є універсальні просапні сівалки з пневмомеханічним висівним апаратом, натомість меншого застосування набули спеціальні соєві сівалки.

На норму висіву насіння сої впливають багато факторів, зокрема сорт, грунтово-кліматичні умови, агрофізичний стан ґрунтів, якість посівного матеріалу, спосіб сівби. При широкорядній сівбі в умовах північного Степу, залежно від міжряддя, середню норму висіву встановлюють в межах 600-750 тис. штук на гектар. Для звичайного рядкового способу сівби норма відповідно збільшується на 10-15 % [6, 7, 9].

В залежності від грунтово-кліматичних умов глибина загортання насіння визначається відповідно з умов достатнього водозабезпечення – при достатньому вона рекомендується 3-4 см, при недостатньому глибина загортання збільшується до 4-6 см.

Догляд за посівами.

Найбільш поширені агротехнічні заходи боротьби з бур’янами в умовах «безгербіцидних» технологій це прикочування посівів після сівби, до- та післясходові боронування, проведення міжрядних культивацій.

Досходові боронування мають на меті знищення бур'янів при досягнені ними фази “білої ниточки”, що спостерігається через 3-5 днів після сівби. При досходовому боронуванні рекомендовано використання легких або середніх

борін. При досягненні рослинами сої фази першого справжнього листка проводять післясходові боронування [7], що дозволяє, крім знищення бур'янів, створити сприятливі умови волого- та повітрязабезпечення.

У період 8-12 днів після появи сходів рекомендується провести першу культивацію за допомого культиваторів, що обладнані однобічними лапами-бритвами, за умови, що рядки будуть чітко позначені. Глибину обробки встановлюють в межах 5-6 см. З метою розпушення грунту та створення відповідних грунтових умов, в тому числі і знищення бур'янів, проводять другу міжрядну обробку культиваторами на глибину 8-10 см. Умовами проведення другою міжрядки є поява другої-третьої пари справжніх листків рослин сої, що спостерігається через 8-10 днів після першої обробки. При цьому робочі органи культиватора представлені стрілчастими лапами. В подальшому необхідність та умови проведення міжрядного обробітку залежить від засміченості посівів та необхідності поліпшення повітряно-вологісного режиму.

Крім механічного догляду за посівами, використовують і біологічнохімічний. Так, проводять підживлення сої, якщо спостерігається недостатній розвиток (менше 5 шт.) бульбочкових бактерій на коріннях [7, 8, 11]. В фазі бутонізації виконують перше (прикореневе) підживлення N20P20. У фазі утворення зелених бобів проводять друге (позакореневе) підживлення шляхом внесення N20P20K20 з мікроелементами (сірка і молібден) [5, 7, 8, 10].

При застосуванні «гербіцидної» технології та якщо дотримані умови якісного проведення підготовки поля, внесені ґрунтові гербіциди справляють позитивну дію, догляд за посівами полягає в проведенні одного міжрядного обробітку глибиною 5-6 см. При появі бур'янів в період вегетації, рекомендовано вносити страхові гербіциди.

Як і для інших культур, посіви сої потребують захисту від шкідників і хвороб, для чого застосовують обробку посівів відповідними інсектицидами.

Збирання врожаю.

Збирання сої проводять при досягненні рослинами фази повної стиглості, що супроводжується скиданням листя за вологості 13-14 %. Жниварку при цьому

виставляють на низький зріз. При даних умовах спостерігається легке вимолочування зерна з майже відсутнім травмуванням. За меншої вологості (менше 12%) зростає ймовірність травмування та втрат врожаю.

Збирання сої забезпечують зернові комбайни з переобладнаними жатками, що забезпечують мінімальну (4-6 см) висоту зрізу, використовуючи пряме комбайнування. Частота обертів барабана молотильного барабана повинна становити в межах 500-600 об./хв, що зменшить дроблення насіння.

Післязбиральний обробіток.

Насіння сої при зберіганні повинно відповідати агротехнічним умовам щодо засміченості та вологості. Так чистота насіння повинна становити не менше 98%, а вологість 12-14 %. З метою дотримання вказаних умов використовують очищення від домішок та сушіння на зерноочисно-сушильних комплексах типу ЗАВ, КЗС і ін.

Умови розробки технологічної карти.

У відповідності до завдання на роботу та використовуючи рекомендації [1-14] щодо агротехніки вирощування виконаємо проектування технологічної карти вирощування сої для наступних умов.

Площа поля становить 30 га, за попередник вибрана озима пшениця, сорт сої «Медея» селекції Інституту сільського господарства Степу НААН. Перед посівом проводимо обробку насіння бульбочковими бактеріями «Ризогумін». Система удобрення включає нітроамофоску 16:16:16, аміачну селітру, суперфосфат простий гранульований. Оскільки проектуєма технологія є «гербіцидною», то використовуємо дозволені в Україні гербіциди «Гезагард», «Харнес», «Базагран». Потенційну урожайність за даних грунтово-кліматичних умов прогнозуємо на рівні 2,0 т/га.

У відповідності до методичних рекомендацій [15, 16] проводимо необхідні розрахунки по кожній технологічній операції, після чого заповнюємо відповідні графи технологічної карти (рис. 2.1).

я	Всього насіння, т	3,273	Бактеріалні добрива, кг (Ризогумін)	6,546	Урожайність, ц/га		Валовий збір, ц
ея	Система удобрення, кг		Гербіцид, л (Гезагард 2 л/га)	60			
ениця	- нітроамофоска 16:16:16	60	Гербіцид, л (Харнес 1,5 л/га)	45	зерна	20	600
7	- аміачна селітра	16,5	Гербіцид, л (Базагран 2,5 л/га)	75	соломи		
2,1	- суперфосфат простий гранульований	21					

яг робіт		Склад агрегату		Обслуговуючий персонал						Норма виробітку	Кількість нормазмін	Затрати праці, люд-год		Оплата праці по тарифу на весь обсяг робіт, грн.		Разом витрат на оплату праці, грн.	Пальне			Всього затрат, грн.
	в умов. га	трактори, автомоб.	с.-г. машини	трактористи - машиністи			робітники ручної праці					механізатори	інші	механізатори	інші		кількість, л		Вартість всього, грн.	
				кількість	розряд роботи	Розцінка, грн./га	кількість	розряд роботи	Розцінка, грн./га								на од. роб.	всього		
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	5,773	Т-150К	БДТ-7	1	V	4,20	-	-	-	29,1	1,03	8,2	-	125,9	-	125,9	5,7	171	1744	1870
	-	вручну	-	-	-	-	2	II	8,85	8,0	0,86	-	13,8	-	122,1	122,1	-	-	-	122
	-	ГАЗ-53	-	1	-	6,94	-	-	-	погод.	2,2	17,6	-	122,1	-	122,1	-	-	-	122
	3,733	МТЗ-80	РМГ-4	1	IV	2,36	-	-	-	45,0	0,67	5,3	-	70,9	-	70,9	1,6	48	490	561
	67,12	МТЗ-90	ЧГР-3	1	VI	15,85	-	-	-	5,0	6,0	40,7	-	798,67	-	798,67	14,0	512	9216	10014
	4,648	Т-150	С-18 + БЗСС-1	1	V	1,43	-	-	-	85,2	0,35	2,8	-	43,0	-	43,0	1,3	39	398	441
	-	ГАЗ-53	-	1	-	6,94	-	-	-	погод.	0,94	5,6	-	39,0	-	39,0	-	-	-	39
	3,938	МТЗ-80	ОП-2000	1	VI	3,32	1	IV	1,76	32	0,94	5,6	5,6	99,7	52,7	152,4	1,05	32	321	474
	14,24	Т-150К	АГ-6	1	VI	5,10	-	-	-	27,8	1,08	8,6	-	153,1	-	153,1	7,4	222	2264	2417
	-	вручну	-	-	-	-	1	IV	9,86	5,7	0,57	-	3,4	-	32,3	32,3	-	-	-	32,3
	-	вручну	-	-	-	-	1	II	17,70	4,0	1,00	-	8,0	-	70,8	70,8	-	-	-	71
	-	ГАЗ-53	-	1	-	6,94	-	-	-	погод.	1,00	8,0	-	55,5	-	55,5	-	-	-	56
	13,2	МТЗ-90	УПС-8	1	V	4,07	1	IV	1,87	30,0	1,00	8,0	8,0	122,2	56,2	178,4	15	450	4590	4768
	6,72	МТЗ-80	ЖКШ-6	2	IV	2,13	-	-	-	50,0	0,6	9,6	-	127,7	-	127,7	19	57	581	709

Рисунок 2.1 – Технологічна карта вирощування сої

2.3. Розробка операційно-технологічної карти очистки насіння сої

Агротехнічні вимоги попереднього, первинного, вторинного очищення зерна

1. Насіння сої повинно відповідати ДСТУ 2240-93 [17]. На післязбиральну обробку поступає зернова суміш вологістю не більше 40%, вміст сміттєвої домішки не повинен перевищувати 20 %, зокрема соломистої – не більше 5%.

2. З зернового матеріалу видаляють не менше 50% домішок бур'янів.

3. Після попереднього очищення не повинно бути соломистих домішок (довжина яких складає до 50 мм) більше 0,2%. Вміст вказаних домішок довжиною більше 50 мм не допустимий.

4. Втрати повноцінного зерна у відходах не повинні бути більшими за 0,05% від маси насіння основної культури в початковому матеріалі.

5. На первинне очищення поступає зернова суміш вологістю не більше 18%, вміст сміттєвої домішки не повинен перевищувати 8%.

6. До матеріалу після первинної обробки ставляться вимоги відповідності базисним кондиціям на продовольче зерно. Як виняток – засміченість зернової суміші домішками, видалення яких потребує застосування спеціальних машин.

7. Втрати повноцінного зерна не повинні перевищувати 1,5% для фуражу великих чи легких домішок, а з дрібними домішками – не більше 0,05% від маси повноцінного зерна.

8. На вторинне очищення надходить матеріал вологістю до 18%, при цьому вміст сміттєвої домішки не повинен перевищувати 3%.

9. Після вторинного очищення чистота насіння повинна становити не менше 98 %, при цьому вміст насінин інших культур не повинен перевищувати 1,0%.

10. Втрати насіння сої у відходах легких, великих і дрібних домішок не повинні перевищувати 1,0% від їх маси у початковому матеріалі.

Технологічний розрахунок базової і модернізованої зерноочисної машини

Визначимо надходження зерна сої на тік за добу:

$$m_{вор} = Ч_к \cdot П_р \cdot У_р$$

де $m_{вор}$ – маса вороху сої, що поступає на тік за одну добу, т;

$Ч_к$ – кількість комбайнів, що задіяні в збиранні сої, шт.;

$П_р$ – експлуатаційна продуктивність одного комбайна, га/доб.;

$У_р$ – врожайність культури, т/га.

$$m_{вор} = 1 \cdot 30 \cdot 2,0 = 60 \text{ т/доб.}$$

Проектну продуктивність току за добу будемо визначати враховуючи тривалість технологічних операцій і зміну маси зернової суміші після її очищення.

Визначаємо тривалість попереднього очищення зернової маси

$$t_{овп} = \frac{m_{вор}}{П_е} K_п$$

де $t_{овп}$ – тривалість очищення зернової маси, год.;

$П_е$ – продуктивність ЗОМ попереднього очищення, т/год.;

$K_п$ – коефіцієнт використання робочого часу, $K_п = 0,8$.

Для базової (серійної) машини

$$t_{овп(б)} = \frac{60}{20,58} 0,8 = 2,33 \text{ год.}$$

Для модернізованої машини

$$t_{овп(б)} = \frac{60}{26,75} 0,8 = 1,79 \text{ год.}$$

Експлуатаційна продуктивність базової і модернізованої машин відповідно становитиме:

$$П_е = П_п \cdot К_е \cdot К_1 \cdot К_2$$

де $П_п$ − нормативна продуктивність ЗОМ, т/доб.;

$К_е$ − коефіцієнт, що характеризує технологічні особливості культури, для сої $К_е = 0,7$;

$К_1$ і $К_2$ − відповідно, коефіцієнти, що характеризують вологість і засміченість зернової суміші, для попереднього очищення $К_1 = 1$, $К_2 = 0,98$.

$$П_{е(б)} = 30 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,98 = 20,58 \text{ т/год.}$$

$$П_{е(м)} = 39 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 0,98 = 26,75 \text{ т/год.}$$

При обґрунтуванні нормативної продуктивності модернізованої ЗОМ виходимо з умови, що загальна маса домішок містить 30% легких домішок, які видаляються перед решітною обробкою [17, 18]. Тому нормативна продуктивність модернізованої зерноочисної машини становить

$$П_{п(м)} = 30 + (30 \cdot 0,3) = 39 \text{ т/год.}$$

Знайдемо необхідну кількість зерноочисних машин для попереднього очищення зернової суміші:

$$n = \frac{m_{вор}}{10 \cdot П_е}$$

Кількість ЗОМ однієї марки складає:

– базовий сепаратор

$$n = \frac{60000}{10 \cdot 30000} = 0,2;$$

приймаємо $n = 1$

– проектний сепаратор

$$n = \frac{60000}{10 \cdot 39000} = 0{,}15.$$

приймаємо n = 1.

Визначаємо витрати часу на обробку однієї порції матеріалу:

$$t_ц = \frac{P_м}{П_е},$$

де $P_м$ – маса порції матеріалу, яка знаходиться в оперативному бункері:

$$P_м = \frac{m_{вор} \cdot \tau}{24}$$

де τ – час знаходження матеріалу у бункері (згідно нормативним даним 0,6 год.);

Маса порції матеріалу, що знаходиться в оперативному бункері складає:

$$P_м = \frac{60000 \cdot 0{,}6}{24} = 1500 \text{ кг/год.};$$

Отже час на обробіток порції матеріалу за цикл становить:

– базова ЗОМ

$$t_ц = \frac{1500}{30000} = 0{,}05 \text{ год.};$$

– проектна ЗОМ

$$t_ц = \frac{1500}{39000} = 0{,}038 \text{ год.}$$

Розрахуємо час, необхідний для обслуговування зерноочисної машини:

$$t_{обс} = t_{зав} + t_д + t_{ч.н.}$$

де $t_{зав}$ – час, необхідний для завантаження зерноочисної машини, с;

$t_д$ – час, необхідний для вивантаження домішок, с;

$t_{ч.н.}$ – час, необхідний для вивантаження очищеного насіння, с.

Згідно нормативної інформації час на обслуговування зерноочисної машини становить:

$$t_{обс} = 48 + 16 + 32 = 96 \text{ с.}$$

Знаходимо кількість персоналу для обслуговування машини:

$$K_{пр} = \frac{t_{обс}}{3600 \cdot t_ц};$$

– базова ЗОМ

$$K_{пр} = \frac{96}{3600 \cdot 0,05} = 0,53,$$

приймаємо 1 працівника;

– проектна ЗОМ

$$K_{пр} = \frac{96}{3600 \cdot 0,038} = 0,7,$$

приймаємо 1 працівника.

Визначаємо витрати праці на проведення операції попереднього очищення:

$$T_н = \frac{m_{вор}}{H_в} \cdot t_{зм} \cdot K_{пр}$$

де $m_{вор}$ – обсяг робіт, т;

$H_в$ – норма виробітку за зміну, т/зм;

$t_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

– базова машина

$$T_н = \frac{60}{30} \cdot 10 \cdot 1 = 20 \text{ люд·год.};$$

– проектна машина

$$T_н = \frac{60}{39} \cdot 10 \cdot 1 = 15,3 \text{ люд·год.}$$

Визначимо витрати електроенергії на попередню очистку вороху сої:

$$B_{заг} = B_m \cdot W_p,$$

де B_m – питомі енергетичні витрати на очищення 1 т вороху, кВт:

$$B_m = \frac{N}{Q},$$

N – витрати енергії зерноочисною машиною за 1 год. експлуатаційного часу, кВт/год.;

Q – експлуатаційна продуктивність зерноочисної машини, т/год.;

W_p – обсяг робіт, т.

Визначаємо енергетичні витрати:

- базова машина

$$B_m = \frac{3,7}{30} = 0,123 \text{ кВт/т;}$$

- проектна машина

$$B_m = \frac{5,5}{39} = 0,14 \text{ кВт/т}$$

Енергоємність очищення всієї партії насіння становить:

- базова машина

$$B_{заг} = 0,123 \cdot 60 = 7,38 \text{ кВт;}$$

- проектна машина

$$B_{заг} = 0,14 \cdot 60 = 8,4 \text{ кВт}$$

Енергетичні втрати при використанні модернізованої машини становлять:

$$E = B_{заг(б)} - B_{заг(м)},$$

$$E = 7{,}38 - 8{,}4 = -1{,}02 \text{ кВт.}$$

Як показали технологічні розрахунки при незначних енергетичних втратах отримаємо скорочення часу на виконання операції попереднього очищення і зменшення витрат праці.

Загальні вказівки по контролю якості виконання роботи

Основні показники якості виконання технологічного процесу розділення зерносуміші – чистота насіння та втрати повноцінного насіння у відходи (загальноприйняте означення – чіткість сепарації), а також травмування зерна в процесі сепарації.

Агровимогами регламентовано, що при попередньому очищенні вороху повинні виділитись не менше 50% домішок від їх початкової кількості, при первинному – не менше 60 %. Перевірку чистоти насіння виконують на решітному класифікаторі для крупних і дрібних домішок та на парусному класифікаторі для легких домішок.

Контроль чистоти насіння з використанням парусного класифікатора проводиться за наступною методикою:

1) з зернової суміші після проведення очищення відбирається вибірка згідно стандартної методики [17], яка зважується на вагах;

2) шляхом встановлення відповідної швидкості повітряного потоку виконується розділення вибірки на фракції в аеродинамічній трубі парусного класифікатора;

3) після розділення отримані фракції зважуються і за відповідною методикою проводиться розрахунок вмісту домішок в очищеному матеріалі.

Перевірка чіткості сепарації (втрат насіння основної культури) для фракції легких домішок також проводиться за допомогою парусного класифікатора. Втрати повноцінного зерна у домішках не повинні перевищувати 0,2 %.

Травмування насіння сої перевіряється візуально. Наявність травмувань не допускається.

Перевірка чистоти і чіткості сепарації при розділенні за розмірами виконується за допомогою решітного класифікатора, процес контролю аналогічний наведеному і відрізняється тим, що вибірка розділяється на фракції, проходячи крізь набір решіт, що мають відповідні номери отворів. При цьому решета здійснюють коливальний рух. Отримані фракції на кожному решеті з відповідними розмірами отворів ідентифікуються за типом та зважуються, далі виконують розрахунок і роблять висновки щодо якості процесу очищення.

Недотримання агротехнічних вимог хоча б по одному з елементів якості є підставою для проведення відповідних налагоджень і регулювань ЗОМ.

Висновки

Аналіз результатів використання агротехнічних прийомів при вирощуванні сої, результати і рекомендації науково-дослідних установ [1-14], дозволили розробити технологічну карту вирощування сої в умовах північного Степу України відповідно до поставленого завдання. Зокрема запропоновано виконувати посів сої з міжряддям 15 см, що дозволить оптимізувати зону живлення для кожної рослини. При цьому зроблена спроба підвищення ефективності післязбиральної обробки насіння сої шляхом модернізації зерноочисної машини для попереднього очищення ПСМ-25.

Згідно запропонованим змінам в технологічному процесі вирощування, розроблена операційно-технологічна карта на попередню очистку насіння сої і обґрунтована доцільність модернізації.

3. Наукова частина

3.1. Опис об’єкта розробки.

Зерноочисна машина ПСМ призначена для попереднього та первинного очищення насіння колосових, круп'яних, зернобобових культур, кукурудзи, сорго тощо від домішок за аеродинамічними властивостями.

Сепарація матеріалу відбувається повітряним потоком у вертикальному та похилому повітряних каналах. У вертикальному каналі видаляються легкі домішки, а у похилому – повітря очищається від легких часток та пилу.

Машина (рис. 3.1.) складається з: рами, бункера вороху 1, вертикальних аспіраційних каналів 2, сітки 3, вивантажувального рукава основної фракції 4, похилого аспіраційного каналу (осадова камера) 5, вивантажувального рукава легкої фракції 6 (мертвий відход, полова і інші легкі домішки), механізму регулювання швидкості повітряного потоку 7, вентиляторів 10, які приводяться в дію двома електродвигунами.

Аспірація зерноочисної машини двоканальна, повітряний потік створюється відцентровим вентилятором, напрямок потоку – всмоктуючий. Аспіраційна система має вертикальний канал, де з основного насіннєвого матеріалу виділяються легкі домішки та фуражне зерно і похилий канал – товарне зерно очищається від легких домішок та пилу. Відповідна якість процесу забезпечується подвійним регулюванням: швидкістю повітряного потоку та положенням шибера подільника фуражного зерна і легких домішок.

Повітряні канали з’єднуються кожухом коробчатого виду з вхідним отвором вентилятора. Для очищення відпрацьованого повітря використовуються фільтри з мішковини.

Дослідження роботи зерноочисної машини ПСМ-25 виявили необхідність підвищення ефективності її роботи, зниження металоємності та питомої продуктивності.

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зерноочисної машини ПСМ-25:

1 – бункер вороху; 2 – аспіраційний канал; 3 – сітка; 4 – вивантажувальний рукав основної фракції; 5 – похилий аспіраційний канал (осадова камера); 6 – вивантажувальний пристрій товарного зерна (фураж); 7 – механізм регулювання швидкості повітряного потоку; 8 – рама вентиляторів; 9 – розтруб; 10 – вентилятори.

За мету даної магістерської роботи визначено – підвищити ефективність повітряного розділення зернових матеріалів шляхом дослідження та обґрунтування параметрів аспіраційної системи ЗОМ ПСМ-25.

Об’єкт досліджень – процеси розділення зернових сумішей за аеродинамічними ознаками у аспіраційних каналах зерноочисної машини ПСМ-25.

Предмет досліджень – параметри аспіраційної системи зерноочисної машини ПСМ-25.

Аналіз останніх досліджень і публікацій [18-23] дозволив виявити чинники, що будуть сприяти здійсненню поставленої мети:

- з метою зменшення навантаження на пневмосистему необхідно попередньо видалити крупні домішки, для чого найбільш доцільним є застосування пруткового решета (рис. 3.2) [19, 20];
- підвищити ефективність роботи аспіраційної системи можливо шляхом забезпечення оптимальних умов подачі матеріалу у ПСК [18, 21];
- підвищення функціональності пневмосепаратора можливо досягти шляхом оптимізації параметрів похилого аспіраційного каналу для забезпечення розділення легкої фракції на дві частини – некондиційне (фуражне) зерно та легкі домішки [22, 23].

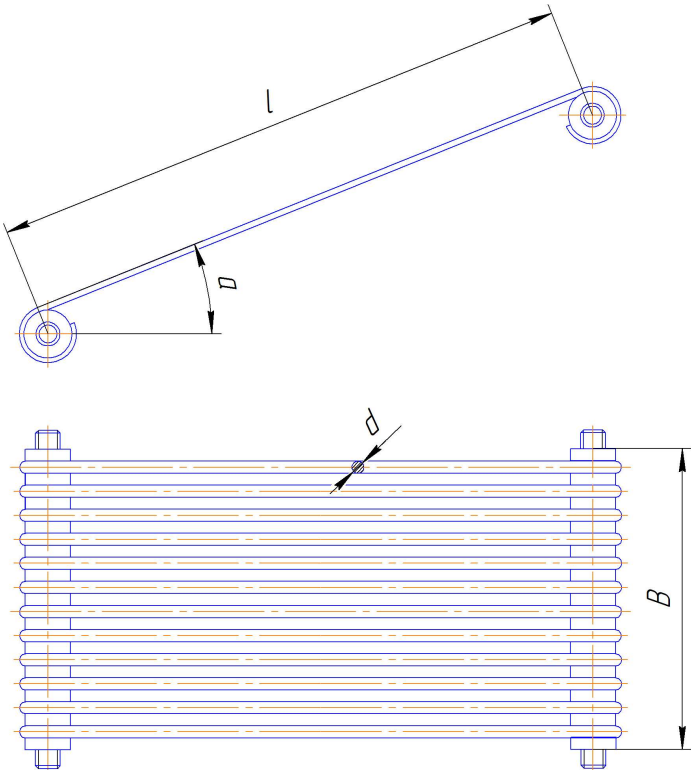


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд пруткового решета [19]

Технологічний процес роботи ЗОМ з запропонованими змінами полягає в наступному (рис. 3.3). Вихідний матеріал завантажується в оперативний бункер 1, звідки поступає на пруткове решето 9, де розділяється на дві фракції за розмірами – крупна фракція (домішки) йде сходом, а проходом крізь отвори решета спрямовують інші фракції. Після решета сходові фракції надходять до направляючої, яка забезпечує необхідні умови завантаження вертикального пневмосортувального каналу (ПСК) 2. У вертикальному ПСК важка фракція переміщується по підтримуючій сітці 3. Легкі фракції під дією повітряного потоку підіймаються догори і направляються до похилого ПСК. З метою забезпечення рівномірного розподілу поля швидкостей повітряного потоку по глибині каналу та стабілізації процесу вертикального сепарування вертикальний канал оснащений бар'єрами 2. Легкі фракції, що надійшли до похилого каналу розподіляються за питомою вагою на два потоки – фуражне зерно та легкі домішки. З осадового пристрою похилого каналу легкі фракції відвантажуються через відповідні пристрої вивантаження клапанного типу, який діє автоматично, закриваючи випускний отвір під дією регульованого вантажу.

Відпрацьоване повітря надходить назовні, проходячи через вентилятори і фільтруючі елементи чи пилоочисники.

Величину подачі вихідного матеріалу, зокрема і продуктивність очисної машини визначають продуктивність лінії очищення насіння або комплексу, де працює ЗОМ, вид оброблюваної культури, ступінь засміченості та вологості зернової суміші. Традиційним для пневмосепараторів є зменшення продуктивності (подачі матеріалу) при збільшенні засміченості та вологості зерносуміші. Перед подачею необхідно закрити всі заслінки, після чого подають живлення на вентилятори. В залежності від технологічних особливостей оброблюваної культури необхідно відрегулювати попередньо положення важелів регулювання швидкості повітряного потоку та подачі. Після перевірки якості контрольного очищення зерносуміші проводять, за необхідності, додаткові регулювання. Так, при виявленні в важкій фракції легких домішок вище

агровимог, збільшують швидкість повітряного потоку важелем механізму регулювання швидкості повітряного потоку, встановлюючи на відповідній відмітці градуйованої шкали.

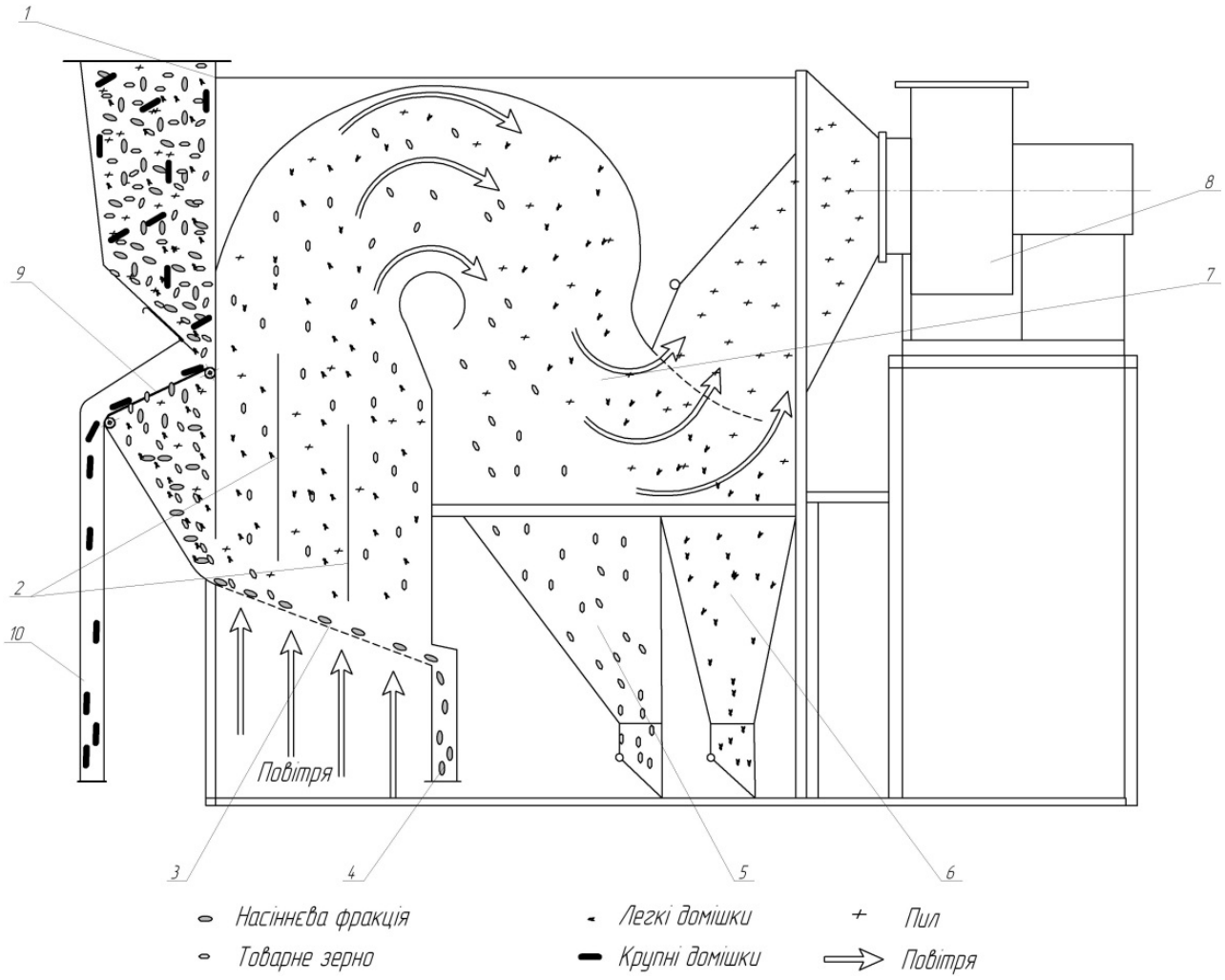


Рисунок 3.3 – Функціональна схема модернізованої машини ПСМ-25:

1 – оперативний бункер; 2 – вертикальний ПСК; 3 – підтримуюча сітка; 4 – відвантажувальний пристрій основної фракції «НАСІННЯ»; 5 – осадова камера фуражного насіння похилого ПСК; 6 – осадова камера легких домішок похилого ПСК; 7 – розтруб; 8 – вентилятори; 9 – пруткове решето; 10 – відвантажувальний рукав крупних домішок.

Якщо в контролі фуражного насіння виявлено повноцінне насіння, відсотковий вміст якого перевищує нормативи, то швидкість повітряного потоку зменшують. Якщо у відхід легких домішок потрапляє багато насіння культури, то

необхідно відрегулювати подільник похилої камери, перемістивши його у відповідне положення.

3.2. Обґрунтування параметрів живильного пристрою вертикального ПСК машини ПСМ-25.

При розділенні зернового матеріалу у вертикальному аспіраційному каналі спостерігається явище перерозподілу швидкостей повітряного потоку по глибині робочої зони ПСК, що негативно впливає на якість розділення зернової суміші, збільшуючи винесення повноцінного зерна у відходи [18, 21].

Як доведено дослідженнями [21, 23], перспективним напрямком вирішення вказаної проблеми являється створення умов, які сприятимуть зменшенню опору зернового матеріалу в місцях його подачі та виведення шляхом створення найбільш оптимальних умов введення в аспіраційний канал, що дозволять вирівняти поле швидкостей повітряного потоку і таким чином будуть сприяти підвищенню якісних показників сепарації.

Доведено [18, 21-23], що визначальними факторами, які мають суттєвий вплив на ефективність процесу сепарації, являються швидкість введення зернового матеріалу до аспіраційного каналу та кут його введення.

Швидкість подачі матеріалу має взаємозв’язок з багатьма факторами, серед визначальних з яких є величина питомого навантаження. Логічним є обернено-пропорційний взаємозв’язок питомої продуктивності ПСК зі швидкістю введення – чим вища швидкість введення, тим більша продуктивність при інших незмінних умовах. Деякими авторами доведено і зменшення опору матеріалу повітряному потоку при збільшенні швидкості введення [22]. В той же час, збільшення швидкості надходження матеріалу до ПСК призводить до погіршення якісних показників сепарації в результаті зменшення часу взаємодії зернової суміші з повітряним потоком [18, 21].

Як підтверджують експериментальні дослідження [21], покращити якість розділення зернового матеріалу, при цьому зменшити втрати повноцінного зерна у відходах можливо, якщо вводити зерносуміш до ПСК горизонтально або за напрямком руху повітряного потоку. Тому, необхідним є обґрунтування величини питомого навантаження на аспіраційний канал та швидкості введення зернової суміші.

Враховуючи вищевикладене, змоделюємо переміщення технологічного потоку зерносуміші у вертикальному каналі ЗОМ, умовно поділивши його на наступні складові:

1. Переміщення прямолінійною ділянкою направляючої поверхні, під час якого створюються оптимальні передумови розділення зернового матеріалу на фракції. Дана складова забезпечує необхідний швидкісний режим матеріалу при введенні до аспіраційного каналу для подачі матеріалу товщиною в один шар (товщиною в одне зерно). Це перший етап переміщення зернового матеріалу після розділення за розмірами на прутковому решеті. Зернова суміш при цьому має початкову швидкість v_0, а прямолінійна ділянка направляючої характеризується довжиною L_p та кутом α до горизонту (рис. 3.4, а). Відповідно, необхідна величина швидкості руху зерносуміші досягається за рахунок обґрунтування параметрів прямолінійної частини гравітаційної направляючої – кута нахилу до горизонту α, мінімальна величина якого обмежується кутом тертя зернової суміші по поверхні направляючої, тобто $\alpha \geq \varphi_{тер}$, та довжини розгінної ділянки L_p;

2. Переміщення дугоподібною поверхнею направляючої гравітаційної кривої на яку зернова суміш потрапляє після прямолінійної ділянки зі швидкістю v_1 (рис. 3.4, б). Дугоподібна поверхня має наступні параметри – радіус r та довжину дуги L_o. Обґрунтування вказаних параметрів дозволить забезпечити необхідну швидкість введення в ПСК v_2, раціональний кут введення та, відповідно, буде визначати питоме завантаження q_{bi} ПСК.

3. Заключним етапом є переміщення матеріалу в ПСК від передньої до задньої стінки, де під дією повітряного потоку відбувається розділення на фракції.

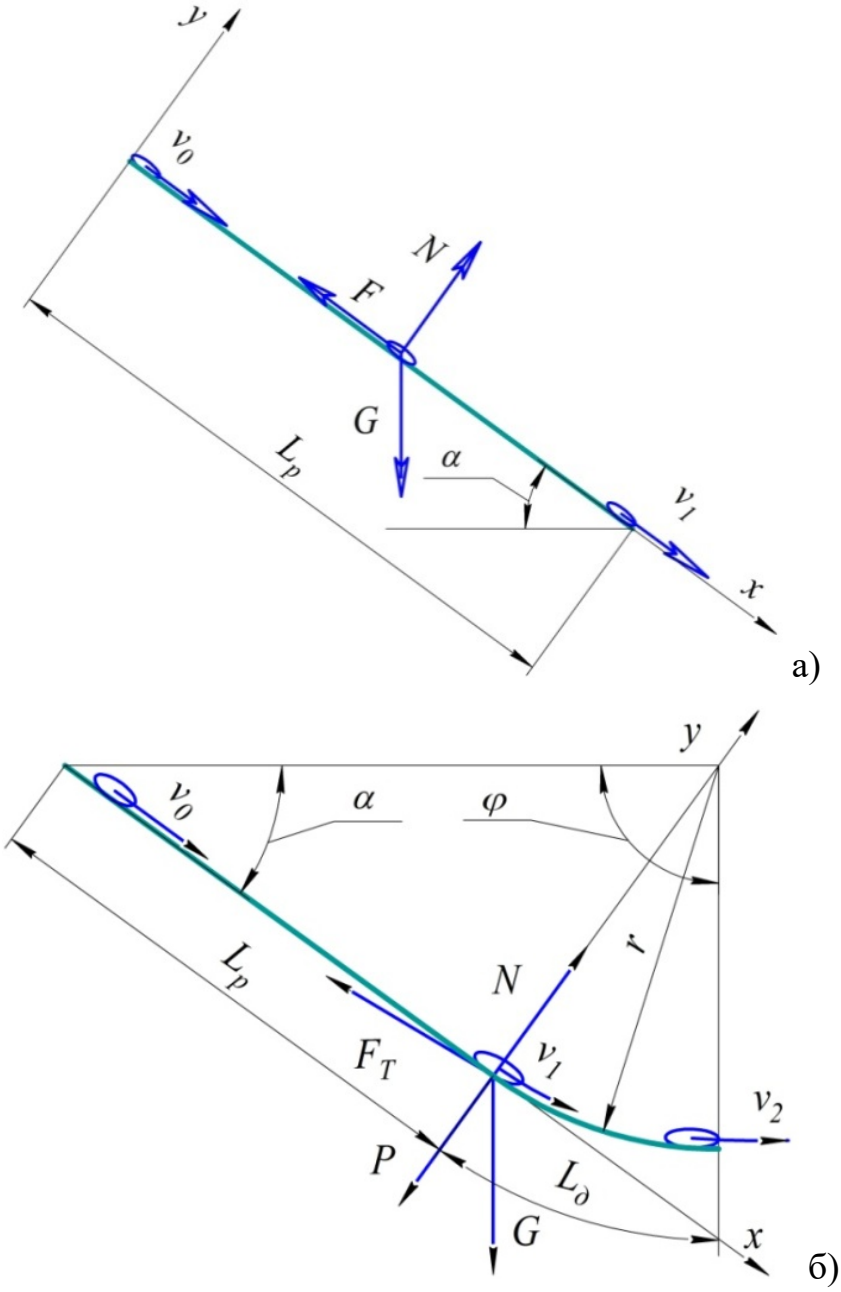


Рисунок 3.4 – Розрахункова схема переміщення частки по направляючій поверхні

Використовуючи методи класичної механіки положимо, що під час переміщення прямолінійною похилою поверхнею на частку зернової суміші діють сила ваги $G = mg$, нормальна сила реакції поверхні N та сила тертя $F = fN$.

Диференційне рівняння руху частки зернової суміші по похилій ділянці гравітаційної направляючої представимо у вигляді:

$$m\frac{dv_1}{dt} = mg\sin\alpha - fmg\cos\alpha$$

де $v_1 = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$ – швидкість переміщення частинки по прямолінійній ділянці; f – коефіцієнт зовнішнього тертя; m – маса частки.

Вирішуємо диференційне рівняння, враховуючи граничні умови $\dot{x} = v_1$ при $t = t_L$ та $x = 0$ при $t = 0$, та знаходимо довжину прямолінійної ділянки направляючої:

$$L_p = g\left(\sin\alpha - f\cos\alpha\right)\frac{(v_1 - v_0)^2}{2g^2(\sin\alpha - f\cos\alpha)^2} + v_0\frac{(v_1 - v_0)}{g(\sin\alpha - f\cos\alpha)}.$$

Спростивши отримане рівняння, матимемо:

$$L_p = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g(\sin\alpha - f\cos\alpha)}$$

З останнього рівняння отримаємо залежність швидкості переміщення зернового матеріалу на довжині L_p похилої прямолінійної ділянки:

$$v_1 = \sqrt{2gL_p\left(\sin\alpha - f\cos\alpha\right)} + v_0$$

Наступний технологічний етап – переміщення зернової суміші по дугоподібній ділянці направляючої живильника (рис.3.4, б).

При потраплянні на вказану ділянку радіусом кривизни r зернова частка має початкову швидкість v_1, при цьому, на неї починають діяти крім сили ваги $G = mg$ і нормальної сили реакції поверхні N, сили інерції $P = \frac{mv^2}{r}$ та, відповідно, сила тертя по поверхні $F_T = fN$.

Диференційне рівняння переміщення частки по дугоподібній ділянці направляючої поверхні живильника матиме вигляд:

$$\frac{dv_2}{dt} = g(\cos\varphi - f\sin\varphi) - f\frac{v_2^2}{r}$$

де v_2 – швидкість руху частки під час переміщення дугоподібною поверхнею живильника;

φ – кут миттєвого розміщення частки на дузі криволінійної поверхні радіусом r.

Вирішення отриманого диференційного рівняння потребує введення наступних перетворень:

$$v_2 = r\frac{d\varphi}{dt} = r\dot{\varphi}; \frac{dv_2}{dt} = r\ddot{\varphi}$$

Відповідно матимемо:

$$\frac{r\ddot{\varphi}}{g} + f\frac{r\dot{\varphi}^2}{g} = \cos\varphi - f\sin\varphi$$

В отриманому диференціальному рівнянні необхідно понизити порядок, для чого проводимо заміну змінної φ на показник кінематичного режиму k, який характеризує взаємозалежність кінематичних параметрів частки та геометричних параметрів поверхні:

$$k = \frac{\dot{\varphi}^2 r}{g}; \frac{dk}{d} = \frac{dk}{dt}\frac{dt}{d} = 2\dot{\varphi}\ddot{\varphi}\frac{r}{g}\frac{1}{\dot{\varphi}} = 2\ddot{\varphi}\frac{r}{g}; \frac{r\ddot{\varphi}}{g} = \frac{\dot{k}}{2}$$

Відповідно, матимемо наступну залежність:

$$\dot{k} + 2fk = 2\left(\cos\varphi - f\sin\varphi\right)$$

Отримана залежність являється лінійним диференціальним рівнянням першого порядку, вирішувати яке будемо відносно функції k. Для цього визначимо граничні умови:

$$k = \frac{\varphi_0^2 r}{g} \text{ при } \varphi = \varphi_0$$

Розв’язок отриманої залежності представляємо у вигляді часткових похідних:

$$k = u\nu,$$

де $u = u(\varphi), \nu = \nu(\varphi)$ – невідомі часткові похідні аргументу φ, тоді

$$\frac{dk}{d\varphi} = \nu\frac{du}{d\varphi} + u\frac{d\nu}{d\varphi}$$

Таким чином отримаємо рівняння з двома частинами:

$$\nu\frac{du}{d\varphi} + u\left(\frac{d\nu}{d\varphi} + 2f\nu\right) = 2\left(\cos\varphi - f\sin\varphi\right)$$

Функцію ν шукаємо, виходячи з умов рівності нулю виразу, який знаходиться в дужках лівої частини залежності:

$$\frac{d\nu}{d\varphi} + 2f\nu = 0 \text{ або } \nu = e^{(-2f\varphi)}.$$

Підставляючи отриманий вираз у вихідне рівняння, отримаємо:

$$\frac{du}{d\varphi} = 2\left(\cos\varphi - f\sin\varphi\right)e^{2f\varphi}.$$

Проінтегрувавши, отримаємо значення аргументу u

$$u = 2\frac{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi}{1+4f^2}e^{2f\varphi} + C_3,$$

де C_3 – стала інтегрування.

Отримані часткові рішення підставляємо у вихідне рівняння

$$k = 2\frac{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi}{1+4f^2} + C_3 e^{-2f\varphi}.$$

Сталу C_3 знаходимо з граничних умов. Маємо:

$$C_3 = \left(\frac{\varphi_0^2 r}{g} - 2\frac{3f\cos\varphi_0 + (1-2f^2)\sin\varphi_0}{1+4f^2}\right)e^{2f\varphi_0}.$$

Підставивши знайдені величини сталих інтегрування та зробивши обернені перетворення, маємо:

$$\frac{\dot{\varphi}^2 r}{g} = 2\frac{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi}{1+4f^2} + \left(\frac{\dot{\varphi}_0^2 r}{g} - 2\frac{3f\cos\varphi_0 + (1-2f^2)\sin\varphi_0}{1+4f^2}\right)e^{-2f(\varphi-\varphi_0)}.$$

Після виконання зворотних замін, отримаємо залежність швидкості частки при русі по криволінійній поверхні:

$$v_2^2 = v_1^2 e^{-2f(\varphi-\varphi_0)} + \frac{2gr}{1+4f^2}\{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi -$$

$$-[3f\cos\varphi_0 + (1-2f^2)\sin\varphi_0]e^{-2f(\varphi-\varphi_0)}\}$$

Враховуючи крайові умови, а саме $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha$, швидкість зерносуміші при введенні до ПСК буде мати значення

$$v_2 = \left\{[2gL_p(\sin\alpha - f\cos\alpha) + v_0^2]\cdot e^{-2f\left(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)} + \frac{2gr}{1+4f^2}\left\{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi -\right.\right.$$

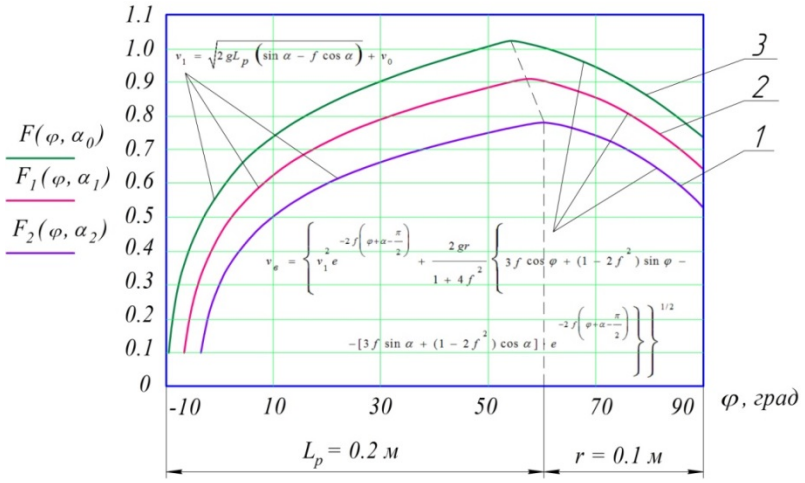
$$\left.\left.-[3f\sin\alpha + (1-2f^2)\cos\alpha]e^{-2f\left(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)}\right\}\right\}^{1/2}.$$

Графічна інтерпретація отриманої залежності швидкості руху зерносуміші по направляючій поверхні живильника (рис. 3.5) дозволяє зробити наступні висновки.

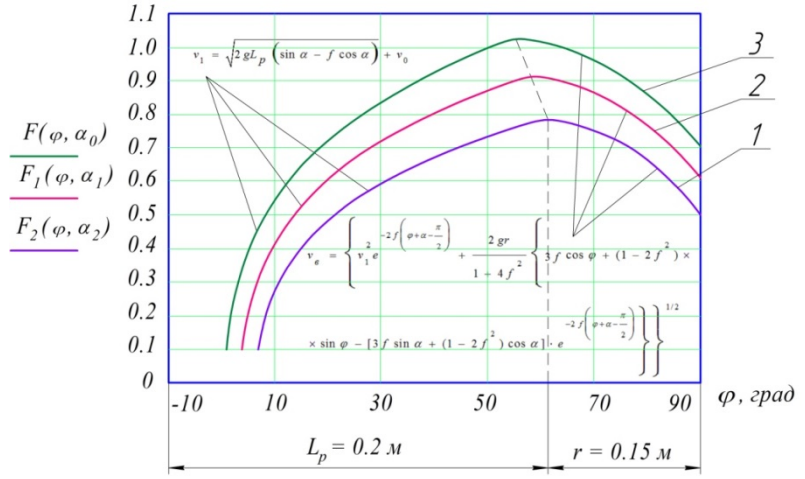
Швидкість часток зерноматеріалу під час переміщення прямолінійною ділянкою зростає параболічно. При збільшенні кута нахилу і довжини похилої ділянки направляючої зростання швидкості відбувається більш динамічно і, відповідно можливо досягти її більшого значення.

Під час переміщення часток дугоподібною ділянкою на них діє відцентрова сила інерції, що збільшує величину сили тертя, а це призводить до збільшення опору переміщенню та відповідно зменшення лінійної швидкості руху. При збільшенні радіусу дуги (рис. 3.5) відбувається зменшення швидкості подачі зернової суміші до ПСК $v_в$, що пояснюється збільшенням шляху переміщення частинок по криволінійній поверхні. І навпаки, менша величина радіуса дуги забезпечує менші втрати швидкості при введенні до ПСК $v_в$ відносно до тієї, яку отримуємо після розгону при переміщенні по прямолінійній ділянці v_1. З іншого боку, величина радіусу дуги криволінійної поверхні має забезпечити формування стабільного, заздалегідь визначеного кута подачі зернової суміші до ПСК.

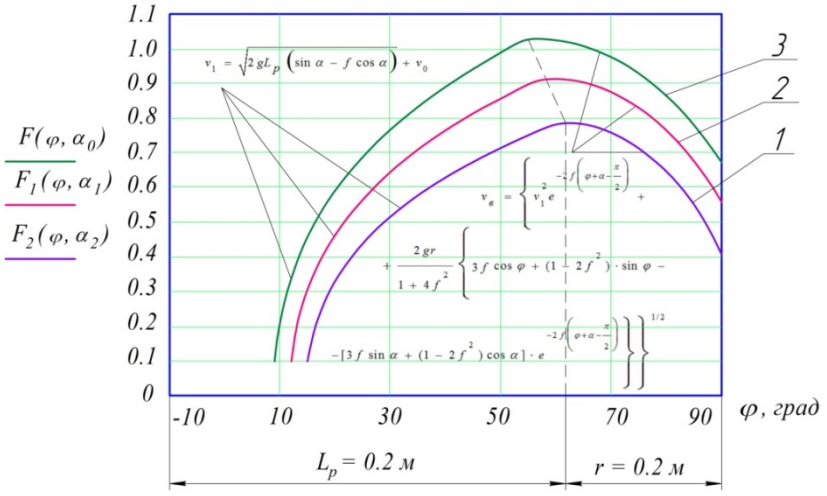
Можемо спостерігати (рис. 3.5), що за наступних умов: кут нахилу прямолінійної ділянки живильника α = 33°, довжина прямолінійної ділянки L_p = 0,2 м, радіус дуги криволінійної ділянки r = 0,2 м – в кінці прямолінійної частини досягається швидкість частки 0,9 м/с, а вже на вході до ПСК всього $v_в$ = 0,55…0,56 м/с.



а)



б)



в)

Рисунок 3.5 – Графіки залежності швидкості переміщення часток зернового матеріалу по гравітаційній направляючій живильника при

1 – α = 30°; 2 – α = 33°; 3 – α = 36°.

Так, для забезпечення горизонтальної подачі зерносуміші до аспіраційного каналу з раціональною швидкістю подачі $v_в$=0,5 м/с, можемо визначити наступні параметри гравітаційної направляючої живильника: довжина прямолінійної ділянки становитиме L_p = 0,2 м при куті нахилу α = 30°, радіус дуги r=0,15 м.

Висновки

Проведений аналіз роботи пневмосистем зерноочисних машин дозволив виділити напрямки вдосконалення зерноочисної машини ПСМ-25. Так встановлено, що одним з факторів, які впливають на процес розділення матеріалу вертикальним повітряним потоком є швидкість, товщина шару та напрям входження суміші у аспіраційний канал. Дослідження переміщення зернового матеріалу по напрямній живильника дозволив встановити наступне.

1. Швидкість введення зернового матеріалу у вертикальний аспіраційний канал є одним з визначальних факторів якісного розділення матеріалу та забезпечується параметрами живильника з комбінованими поверхнями – кутом нахилу розгінної прямолінійної поверхні α, її довжиною L_p та радіусом дуги направляючої r. При цьому, найбільш визначальним є кут нахилу прямолінійної площини живильника α.

2. При збільшенні радіуса дуги криволінійної площини живильника r відбувається зменшення швидкості введення зернової суміші $v_в$, оскільки збільшується шлях переміщення часток по дузі кола поверхні. При незмінних значеннях величин довжини L_p та кута α, спостерігається зменшення кінцевої швидкості на $v_в \approx$ 0,1 м/с. при збільшенні радіуса r від 0,1 до 0,2 м

3. Одношарову подачу матеріалу до вертикального аспіраційного каналу з найбільш раціональною швидкістю введення $v_в$=0,5 м/с забезпечують наступні параметри живильника: довжина прямолінійної поверхні L_p = 0,2 м, при куті α = 30° , радіус дуги криволінійної поверхні r=0,15 м.

4. Охорона праці.

Загальні вимоги охорони праці при експлуатації машини.

1. До роботи з зерноочисною машиною ПСМ-25 мають допуск виключно повнолітні проінструктовані особи.

2. З метою запобігання нещасних випадків та уникнення передчасного виходу з ладу зерноочисної машини необхідно дотримуватись вказаного в Технічному паспорті порядку підготування машини до роботи та її експлуатації.

3. Перед початком експлуатації необхідно візуально впевнитись у відсутності пошкоджень та поломок робочих органів ЗОМ.

4. Якщо завантаження відбувається з буртів, то перед початком роботи переміщують машину до торця бурту і опускають завантажувальний транспортер в робоче положення.

5. Живильники транспортера опускають в горизонтальне положення.

6. Відповідно до схеми підключення електрообладнання з’єднують силовий кабель зерноочисної машини з джерелом електричного струму. Заборонено від’єднувати електричне живлення при наявності пошкоджень дротів чи силових елементів з’єднання.

7. З метою перевірки справності обладнання вмикають електродвигуни завантажувача та приводу вентиляторів і дають пропрацювати вхолосту не менше 1 хвилини. Якщо спостерігається відсутність руху робочих органів, поява сторонніх, не характерних для роботи, шумів або заклинювання, необхідно негайно вимкнути живлення машини і приступити до виявлення несправностей.

8. Експлуатація машини з вимкнутим електродвигуном приводу вентиляторів категорично забороняється!

10. Під час роботи оператору необхідно контролювати процеси заповнення ковшів завантажувача, розміщення створених машиною буртів фуражних домішок та відвантаження очищеного зерна, а також станом фільтруючих елементів пилоочисника.

Технічне обслуговування

Своєчасно і правильно проведене технічне обслуговування (ТО) машини крім забезпечення надійності у експлуатації дозволяє уникнути нещасних випадків.

При технічному обслуговуванні виконують наступні регламентні роботи: контрольно-оглядові, діагностика технічного стану, очищення робочих органів та місць можливого накопичення рослинної маси, змащування контрольних точок, закріплення болтових з'єднань, контрольно-регулювальні роботи.

ТО проводять як при експлуатації, так і зберіганні ЗОМ.

Технічне обслуговування під час експлуатації має наступні види: при експлуатаційній обкатці, змінне (ЗТО), та перше технічне (ТО-1).

Технічне обслуговування під час експлуатаційної обкатки виконують при підготовці машини до безпосереднього виконання роботи, що розділяється на підготовку зерноочисної машини до обкати, безпосередньо обкатку та після обкаточний період.

ЗТО проводиться з регулярністю через кожні 8-10 годин експлуатації після її закінчення, ТО-1 – через 120 годин роботи.

ТО машини під час зберігання проводять при підготовці машини до постановки на зберігання, безпосередньо в період зберігання та при розконсервації.

При технічному обслуговуванні під час зберігання проводиться перевірка стану машини з періодичністю не рідше одного разу в два місяця.

Відхилення проведення ЗТО і ТО-1 від фактично регламентованої періодичності допускається (в ту чи іншу сторону) не більше 20%.

Роботи по встановленню запасних частин на заміну зношених або тих, які вийшли з ладу рекомендується проводити підчас технічного обслуговування або зразу після виходу деталі з ладу.

5. Економічна частина

В процесі модернізації зерноочисної машини ПСМ – 25 в її конструкцію були внесені зміни: 1 – з метою зменшення навантаження на пневмосистему запропоновано видаляти крупні домішки на прутковому решеті перед їх подачею до вертикального аспіраційного каналу; 2 – з метою підвищення якості очищення зернового матеріалу від легких домішок та забезпечення можливості виділення більше ніж двох фракцій сепаратором модернізується повітряна частина. Внесені в параметри пневмосистеми зміни дозволяють підвищити функціональність і продуктивність процесу очищення зернового матеріалу від домішок.

Зважаючи на отримані результати досліджень зерноочисної машини та користуючись рекомендаціями [27-30] проводимо техніко-економічний аналіз внесених змін в технологію післязбиральної обробки насіння сої. Оскільки методика розрахунку є стандартною, то виносимо її в додатки. Результати проведеного аналізу наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1. – Техніко-економічні показники порівнюваних технологій

№ з/п	Показники	Од. вим.	Технологія		Відхилення	
			Базова	Проектна	+/-	%
1	2	3	4	5	6	7
1	Обсяг робіт	т	2500	2500	–	–
2	Ціна	грн.	140450	140601,51	+151,51	+0,11
3	Продуктивність	т/год.	25	32	+2,0	+8,0
4	Питомі енерговитрати (не більше)	кВт·год/т	1,8	1,2	-0,6	-0,33
5	Собівартість на операції очищення	грн.	36845,97	28864,46	-7981,48	-0,22

№ з/п	Показники	Од. вим.	Технологія		Відхилення	
			Базова	Проектна	+/-	%
6	Питома собівартість	грн.	14,74	11,55	-3,19	-0,22
7	Економічний ефект,	грн.	7975,0			
8	Економія витрат	грн.	7952,27			

Отримані результати техніко-економічного дослідження дозволяють констатувати – запропоновані зміни дозволять отримати позитивний економічний ефект від впровадження, що підтверджує необхідність проведення модернізації технологічного процесу післязбиральної обробки та конструкції зерноочисної машини ПСМ-25.

6. Висновки.

Аналіз існуючих технологій виробництва сої дозволив обґрунтувати, відповідно до сучасних досліджень та досвіду її культивування в умовах північного Степу, технологічну карту для умов заданого господарства. Як виявилося, крім вирощування та збирання врожаю сої, необхідним, і не менш важливим етапом її виробництва є післязбиральна обробка. Завдяки проведеному аналізу проведено технологічний розрахунок попередньої обробки насіння сої на комплексі ЗАВ з використанням зерноочисної машини ПСМ-25. Зокрема виявлена необхідність підвищити якість роботи та розширити функціональність зерноочисної машини ПСМ-25.

В процесі виконання магістерської роботи нами запропоновано конструкцію модернізованої пневмосортувальної машини ПСМ-25 для очищення зерна з використанням повітряного потоку. Для зниження навантаження на систему аспірації запропоновано видаляти крупні домішки на прутковому решеті. Сепаратор має двоканальну систему аспірації – вертикальний повітряний канал для очищення посівного матеріалу; похилий для очищення фуражного зерна від легких домішок. Система аспірації включає відцентровий вентилятор, електропривод та пилоочисник.

Запропонована конструкція дозволяє одночасно сортувати матеріал та виділити легкі домішки і пил із зернового матеріалу без суттєвого збільшення габаритних розмірів зерноочисної машини, що веде до зменшення його металоємності й скорочення часу обробки зернового матеріалу, тим самим до збільшення продуктивності очищення.

Проведений аналіз роботи пневмосистеми зерноочисної машини ПСМ-25 дозволив встановити, що одним з факторів, які впливають на процес розділення матеріалу вертикальним повітряним потоком є швидкість, товщина шару та напрям входження суміші у ПСК. Дослідження переміщення зернового матеріалу по поверхні живильника складної конфігурації дозволив встановити наступне.

Швидкість введення зернового матеріалу у вертикальний аспіраційний канал залежить від трьох основних параметрів живильника складної конфігурації: кута нахилу прямолінійної ділянки, де відбувається розгін суміші, її довжини та

радіуса дуги криволінійної поверхні, яка забезпечує необхідний кут введення. Згідно графічної інтерпретації отриманих результатів досліджень виявлено найбільш впливовий фактор згаданого процесу – ним являється кут нахилу розгінної прямої живильника, який обернено пропорційний швидкості переміщення зерносуміші.

При цьому, зміна радіуса дуги криволінійної поверхні призводить до зміни швидкості введення зерноматеріалу в ПСК – при збільшенні радіусу швидкість зменшується, і навпаки. Даний факт пояснюється збільшенням довжини дуги кола, яким відбувається переміщення матеріалу, при цьому завдяки дії відцентрової сили інерції спостерігається гальмування зерносуміші. Так, збільшення радіусу кривизни на 0,1 м призводить до зменшення швидкості введення приблизно на 0,1 м/с.

Зважаючи на отримані результати, рекомендовані параметри завантаження аспіраційного каналу, які забезпечують одношарову подачу зерносуміші, що сприятиме якісній сепарації повітряним потоком, наступні – швидкість введення становить 0,5 м/с, довжина розгінної прямолінійної поверхні живильника 0,2 м, кут її нахилу в межах 30°…33°, радіус дуги криволінійної ділянки 0,15 м.

У розділі Охорона праці шляхом аналізування небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути при експлуатації зерноочисної машини та враховуючи вимоги законодавства, запропоновані безпечні заходи експлуатації розробленої зерноочисної машини, що дозволить зменшити вірогідність шкідливої дії виробничих факторів на працівників, в тому числі внаслідок виникнення поломок.

В економічній частині проведені розрахунки техніко-економічної доцільності впровадження змін в конструкцію зерноочисної машини та у технологічний процес виробництва сої. Отримано позитивний економічний ефект, при цьому маємо додатковий дохід від підвищення якості очищення, що підтверджує можливість та необхідність впровадження запропонованих технологічних рішень у виробництво.

Список використаної літератури

1. Петриченко В. Ф. Виробництво та використання сої в Україні / В. Ф. Петриченко // Вісник аграрної науки. – 2008. – № 3. – С. 24–27.

2. Крючков А. Соя та кукурудза – оптимальна сівозміна чи виснажування грунту? / А. Крючков // Пропозиція. – 2017. – № 7–8. – С. 90–92.

3. Самойленко И. Соя на марше. Преодоление метеорологических и биологических факторов / И. Самойленко // Зерно. – 2016. – № 8. – С. 56–63.

4. Милованов Є. Золоті боби / Є. Милованов, В. Тимченко // Агро Перспектива. – 2005. – № 3. – С. 44–46.

5. Дробітько А. В. Вплив мінеральних добрив на врожай сої в умовах степу / А. В. Дробітько, В. І. Січкар // Вісник аграрної науки. – 1999. – № 9. – С. 72.

6. Панасюк Р. М. Продуктивність сортів сої залежно від удобрення, норм висіву насіння та способів сівби в умовах Західного Лісостепу України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук : спец. 06.01.09 «Рослинництво» / Руслана Миколаївна Панасюк ; ННЦ «Ін-т землеробства НААН України». – Київ, 2011. – 21 с.

7. Бабич А. Продуктивний потенціал сортів сої для регіонів України / А. Бабич, І. Темченко, Л. Білявська // Пропозиція. – 2000. – № 11. – С. 33–35.

8. Горбенко І. О. Вплив технологічних заходів на врожайність сої / І. О. Горбенко, Д. І. Шуль, І. М. Буряк // Наук.-техн. бюл. – 1994. – № 2. – С. 30–32.

9. Т.П. Шепілова, Д.І. Петренко. Вплив способу сівби і норми висіву насіння на ріст і розвиток рослин сої // Вісник Уманського національного університету садівництва, №1, 2017, С. 74-77. URL: http://visnyk-unaus.udau.edu.ua/en/arxv-nomerv/2017/1-2017/vpliv-sposobu-svbi-normi-visvu-nasnnya-na-rst-rozvitok-roslin-so.html.

10. Soybean productivity depending on fertilizers in the northern steppe of Ukraine / Shepilova, T., Petrenko, D., Skrynnik, I., Karpushyn, S., Leshchenko, S. // Research on Crops – 2020, Volume : 21, Issue : 1, pp. 65-69. DOI: 10.31830/2348-7542.2020.010.

11. Вплив добрив та інокуляції насіння на урожайність сої / Т. П. Шепілова // Сільськогосподарська мікробіологія : міжвідомчий тематичний наук. зб.

Інституту сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. – 2011. – Вип. 13. – С. 117–123.

12. Leschenko S. Experimental estimate of the efficiency of basic tilling by chisel equipment in the conditions of soil / Sergey Leschenko, Vasil Salo, Dmitry Petrenko. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Кіровоград, 2014. – Вип. 44. – С. 237-243.

13. Ветохін В.І. Системні та фізико-хімічні основи проектування розпушувачів ґрунту: Автореф. дис. на здобуття ступеня канд. тех. наук: 05.05.11 “Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва” / В.І. Ветохін. Глеваха, 2010. С. 12-15.

14. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив : навчальний посібник / В. М. Сало, С. М. Лещенко, П. Г. Лузан [та ін.]. – Х. : Мачулін, 2016. – 244 с. : іл. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/5475.

15. 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, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. с.-г. машинобуд. – Кропивницький : ЦНТУ, 2019. – 58 с. URL: http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9197.

16. 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, Центральноукраїн. 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.

17. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Сортові та посівні якості. Технічні умови: чинний від 1994-07-01. К.: Держстандарт України, 1994. 73 с.

18. Лещенко С.М. Підвищення ефективності попереднього очищення зернових сумішей / С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, М.І. Васильковський, В.В. Гончаров // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. ст. – Вип. 18. – Луцьк: ред. вид. відділ ЛНТУ, 2009. – С. 230-234.

19. Лузан П.Г. Нові конструкції решіткових сепараторів / П. Г. Лузан, О. М. Васильковський. // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 27. – 1999. – С. 123-127.

20. Обгрунтування конструктивних параметрів інерційного прямоточного сепаратора зерна / О. М. Васильковський, М. І. Васильковський, І. М. Осипов // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. – Вип. 29. – 2001. – С. 234-238.

21. Нестеренко О. В. Дослідження нерівномірності повітряного потоку в пневмосепаруючому каналі при багаторівневому введені зерна / О. В. Нестеренко, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка «Механізація сільськогосподарського виробництва» Випуск 156, 2015 р. – С. 35-42.

22. Бурков А. И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А. И. Бурков, Н. П. Сычугов. – Киров: изд-во НИИСХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.

23. Nesterenko, A.V., Leshchenko, S.M., Vasylkovskyi, 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.

24. О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. – Кіровоград: 2016.- 204 с. URL:

http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf.

25. 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.

26. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві / В.П. Цілинский. – К.: "Урожай", 1991. – 136 с.

27. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу : підручник /. В. Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2013. – 779 с.

28. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

29. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535с.

30. Шелюк Л.Ю. Організація і планування діяльності аграрних формувань: Підручник. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 324

Додатки

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документація		
A2			МВСПСМ 03.000 СБ	Складальне креслення		
				Деталі		
A4		1	МВСПСМ 03.601	Вісь	2	
A4		2	МВСПСМ 03.602	Шпилька	4	
A4		3	МВСПСМ 03.603	Шайба	22	
A4		4	МВСПСМ 03.604	Пруток	6	
		5	МВСПСМ 03.605	Пруток	6	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Рачкован		
Пров.		Петренко		
Н.контр.		Осипов		
Утв.		Свірень		

МВСПСМ 03.000

Колосове решето

Лит.	Лист	Листов
	1	1

ЦНТУ
гр. АІ-19М3-1,4

Копировал

Формат A4

ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:
Механізація вирощування сої з обґрунтуванням параметрів зерноочисної машини ПСМ

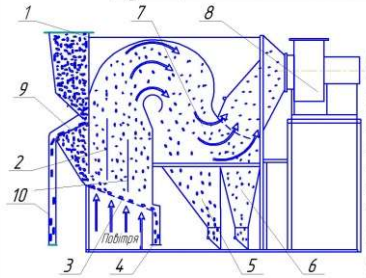
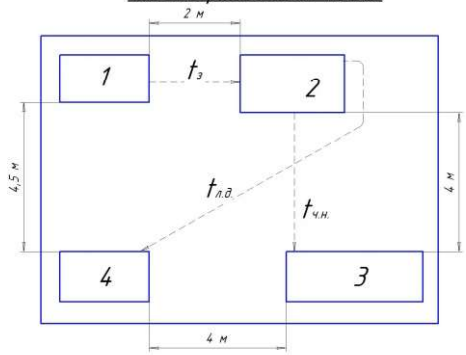
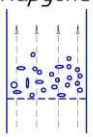
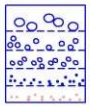
Виконала : ст. гр. АІ-19МЗ-1,4 Катерина РАЧКОВАН

Керівник : доцент Дмитро ПЕТРЕНКО

Кропивницький, 2020

Операційно-технологічна карта на попереднє очищення насіння сої

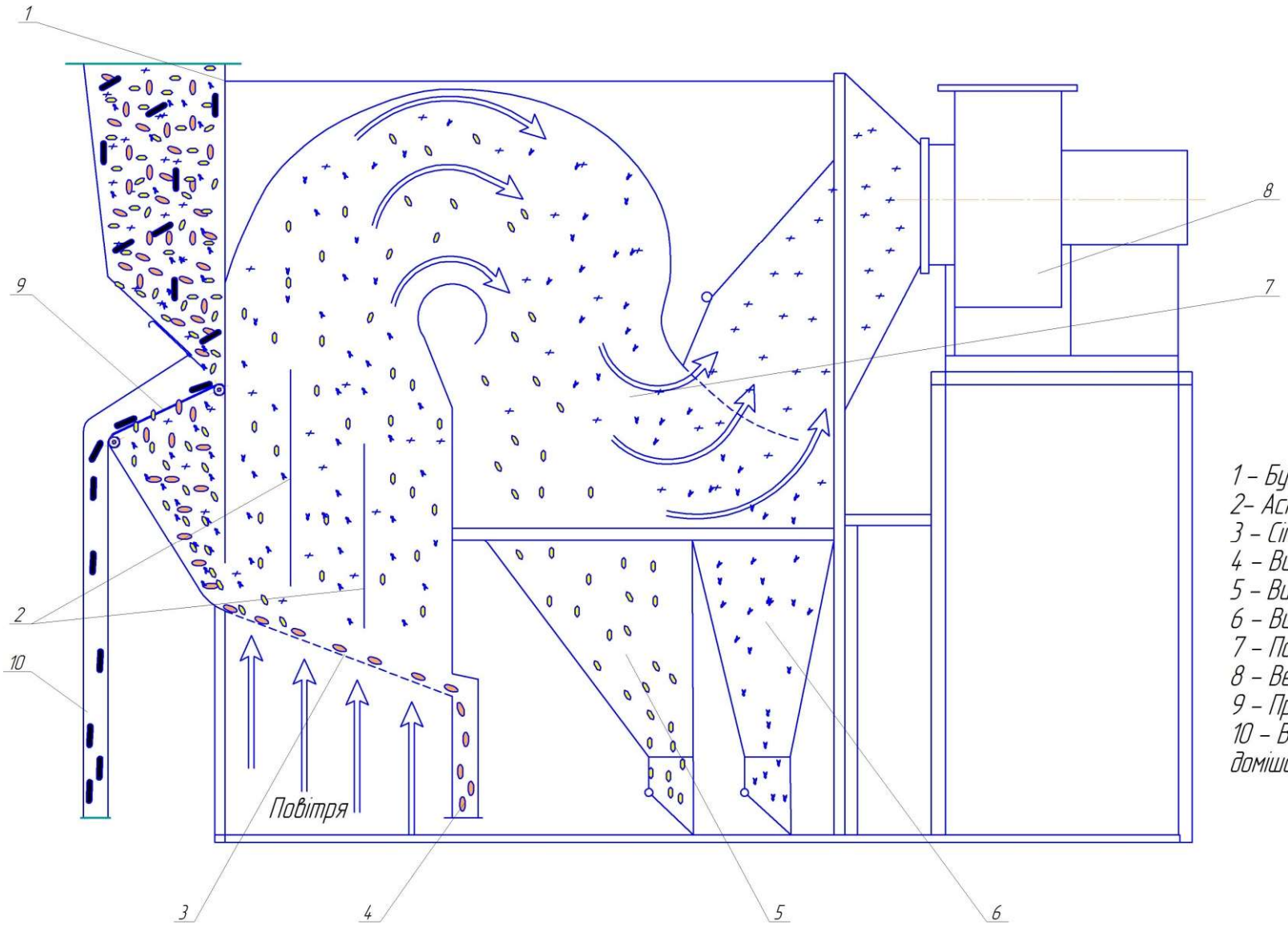
МВСПСМ 00.000 ТЧ

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Склад агрегату і підготовка його до роботи	**Пневматичний стаціонарний сепаратор:** довжина сепаратора – 3,65 м, висота сепаратора – 3,0 м; ширина сепаратора – 4,25 м. Підготовка сепаратора до роботи: 1. Провести щозмінний ТО сепаратора; 2. Впевнитись, що кожух вентилятора закріплений; 3. Перевірити справність заземлення та надійність кріплення вузлів сепаратора	Функціональна схема сепаратора  1 – Бункер 2– Аспіраційний канал 3 – Сітка 4 – Вивідний пристрій очищеного зерна 5 – Вивідний пристрій фуражного зерна 6 – Вивідний пристрій легких домішок 7 – Похилий повітряний канал 8 – Вентилятор 9 – Пруткове решето 10 – Вивідний пристрій крупних домішок Насіннєва фракція Товарне зерно Пил Легкі домішки Крупні домішки Повітря
Агротехнічні вимоги	1. Насіння сої повинно відповідати ДСТУ 2240-93. На післязбиральну обробку поступає зернова суміш вологістю не більше 40%, вміст смітєвої домішки не повинен перевищувати 20 %, зокрема соломистої не більше 5%. 2. З зернового матеріалу видаляють не менше 50% домішок бур'янів. 3. Після попереднього очищення не повинно бути соломистих домішок (довжина яких складає до 50 мм) більше 0,2%. Вміст вказаних домішок довжиною більше 50 мм не допустимий. 4. Втрати повноцінного зерна у відходах не повинні бути більшими за 0,05% від маси насіння основної культури в початковому матеріалі.	
План робочого місця	Показники організації процесу: 1. Продуктивність за цикл – 0,72 т 2. Тривалість циклу – 0,018 год. 3. Змінна продуктивність агрегату – 400 т. 4. Кількість циклів за зміну – 555. 5. Витрати електроенергії – 25 кВт. 6. Витрати електроенергії за зміну – 250 кВт. 7. Обслуговуючий персонал – 1 чол. 8. Час на завантаження сепаратора $t_з$=48 с.; 9. Час на складування чистого насіння: $t_{ч.н.}$=32 с.; 10. Час на вивантаження домішок: $t_{л.д.}$=16 с.	Схема робочого місця  1 – майданчик для складування вороху; 2 – зерноочисна машина; 3 – майданчик для складування чистого насіння; 4 – майданчик для складування домішок.
Контроль за якістю	Перевірку якості сепарації проводити на парусному та решітному класифікаторах. Показники якості: 1. Якість очищення при попередній обробці має становити 50...60 %; 2. Втрати повноцінного зерна у відходах не повинні перевищувати 0,2 %; 3. Обрушеного насіння не допускається.	Схема класифікаторів Парусний  Решітний 

Розр.	М. Лажин	Подп.	Дата	МВСПСМ 00.000 ТЧ	
Керівн.	Гриньов			Операційно-технологічна карта на попереднє очищення насіння сої	Літ. / Арк. / Аркушів: – / – / –
Норм. контр.	Петренко				Лист / Листів
Затв.	–				ЦНТУ гр. АІ-19М3-14
Н. контр.	Ісаєнко				
Норм.	Ковець				

Копіював

Формат А1



1 – Бункер
2– Аспіраційний канал
3 – Сітка
4 – Вивідний пристрій очищеного зерна
5 – Вивідний пристрій фуражного зерна
6 – Вивідний пристрій легких домішок
7 – Похилий повітряний канал
8 – Вентилятор
9 – Пруткове решето
10 – Вивідний пристрій крупних домішок

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

- Насіннєва фракція
- Товарне зерно
- Легкі домішки
- Крупні домішки
- Пил
- Повітря

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВСПСМ 00.000 С2			
Разраб.		Рачкован			Зерноочисна машина ПСМ-25	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петренко					-	-
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.		Осипов			-	ЦНТУ, гр. АІ-19МЗ-1,4		
Утв.		Свірень						

Копировал Формат А1

Мета і об'єкт досліджень

Мета: підвищення ефективності повітряного розділення зернових сумішей шляхом обгрунтування параметрів пневмосистеми зерноочисної машини ПСМ-25.

Об'єкт дослідження: процес розділення зернових сумішей за аеродинамічними ознаками у пневмосистемі зерноочисної машини ПСМ-25.

Предмет досліджень: параметри пневмосистеми зерноочисної машини ПСМ-25.

Аналіз умов введення матеріалу до вертикального ПСК

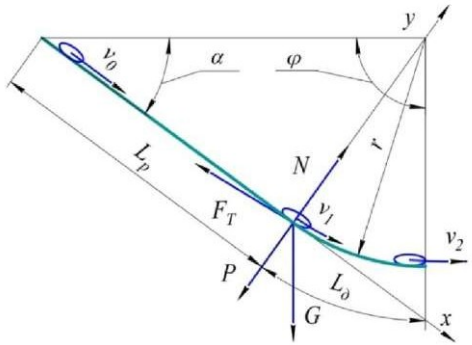


Схема до визначення початкових умов руху частки по направляючій поверхні живильного пристрою

Диференційне рівняння руху частки зернового матеріалу по похилій поверхні лотка запишемо у вигляді:

$$m\frac{dv_1}{dt} = mg\sin\alpha - fmg\cos\alpha \qquad (1)$$

де $v_1 = \frac{dx}{dt} = \dot{x}$ – швидкість руху частки на розгінній ділянці;

f – коефіцієнт тертя; m – маса частки.

Вирішивши рівняння (1) з врахуванням граничних умов знаходимо довжину розгінної ділянки:

$$L_p = \frac{v_1^2 - v_0^2}{2g(\sin\alpha - f\cos\alpha)} \qquad (2)$$

Звідки швидкість руху зернового матеріалу в кінці розгінної прямолінійної ділянки:

$$v_1 = \sqrt{2gL_p\left(\sin\alpha - f\cos\alpha\right)} + v_0 \qquad (3)$$

Диференційне рівняння руху по криволінійній ділянці направляючої поверхні живильного пристрою запишемо у вигляді:

$$\frac{dv_2}{dt} = g(\cos\varphi - f\sin\varphi) - f\frac{v_2^2}{r} \qquad (4)$$

де v_2 – швидкість руху частки на дугоподібній поверхні живильника;

φ – кут, що визначає положення частки на кривій радіусом r.

З урахуванням того, що $\varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \alpha$ та враховуючи рівняння (3), швидкість введення зернової суміші в ПСК знаходиться за виразом:

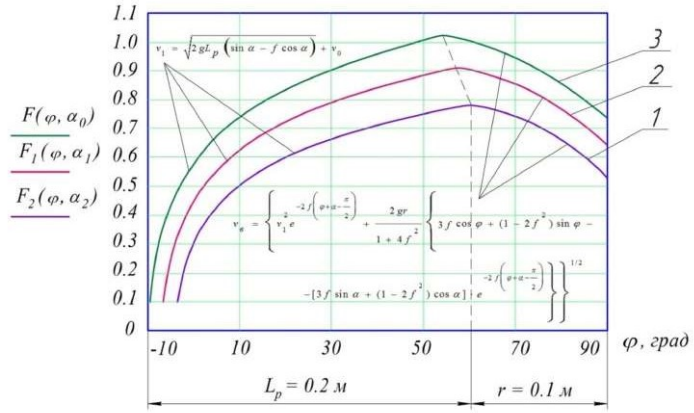
$$v_2 = \left\{[2gL_p(\sin\alpha - f\cos\alpha) + v_0^2]\cdot e^{-2f\left(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)} + \frac{2gr}{1+4f^2}\left\{3f\cos\varphi + (1-2f^2)\sin\varphi - \right.\right. \qquad (5)$$

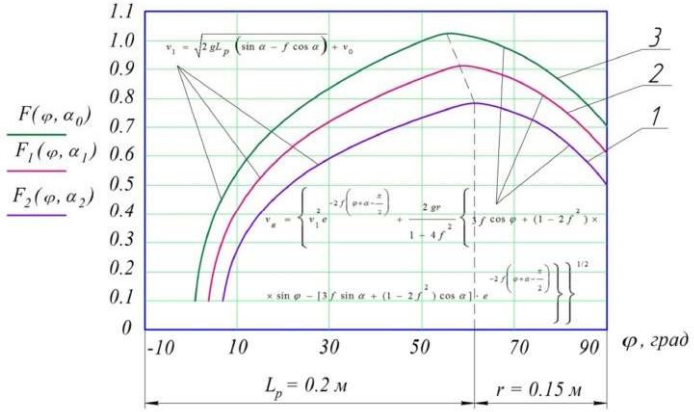
$$\left.\left. -[3f\sin\alpha + (1-2f^2)\cos\alpha]e^{-2f\left(\varphi+\alpha-\frac{\pi}{2}\right)}\right\}\right\}^{1/2}$$

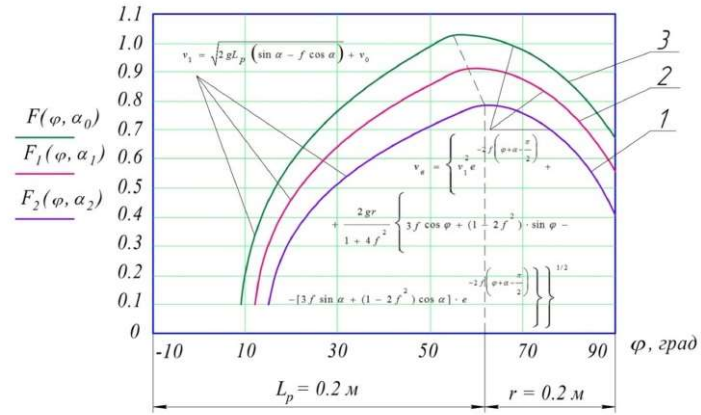
Розр.	Ткачов			МВСПСМ 00.001 НЧ			
Перевір.	Петрович			Аналіз умов введення до ПСК	Літ.	Маса	Масштаб
Н.контр.	Ксьонз			–		–	–
Затв.	Ворона				Лист	Листів	1
					ЦНТУ гр. АІ-19М3-14		

Копіював Формат А1

Обгрунтування параметрів живильного пристрою





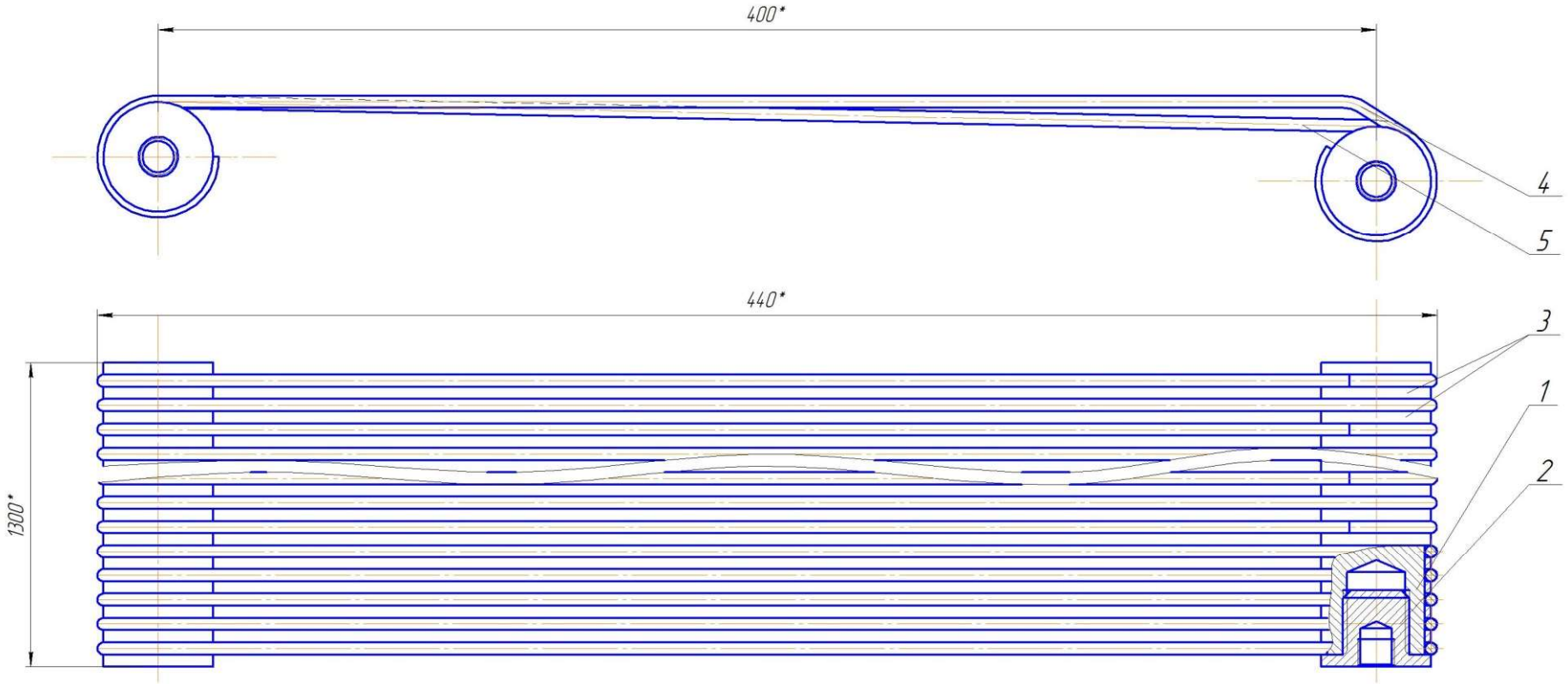


1) $\alpha = 30°$; 2) $\alpha = 33°$; 3) $\alpha = 36°$

Розр.	Ткачов			МВСПСМ 00.002 НЧ			
Перевір.	Петрович			Обгрунтування параметрів живильного пристрою	Літ.	Маса	Масштаб
Н.контр.	Ксьонз			–		–	–
Затв.	Ворона				Лист	Листів	1
					ЦНТУ гр. АІ-19М3-1		

Копіював Формат А1

МВСПСМ 09.000 СБ



1. Невказані граничні відхилення розмірів по IT17/2.
2. Під час складання використовувати калібровані шайби (поз. 3) одного розміру.
3. Деформація прутків (поз. 4, 5) під час складання не допускається. Деформовані прутки дефектувати.
4. Крутний момент затягування деталей (поз. 2) 3,2...4,2 Н м.
5. Офарбовування деталей решета не допускається.
6. Після складання перевірити міжцентрові відстані.
7. *Розміри для довідок

					МВСПСМ 09.000 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Колосове решето	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Рачкован					14,3	1:1
Пров.		Петренко				Лист	Листов 1	
Т.контр.						ЦНТУ, гр. АІ-19МЗ-1,4		
Н.контр.		Осипов			–			
Утв.		Сбірень						

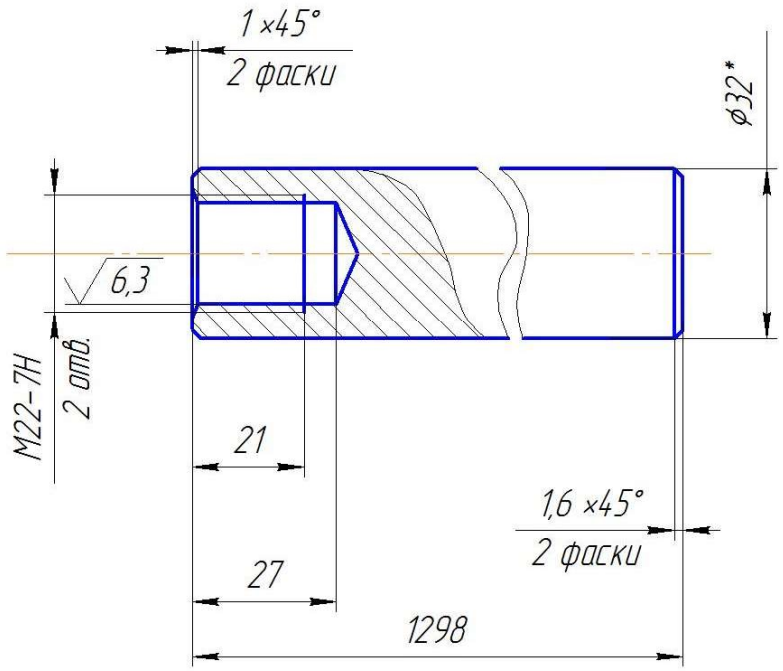
Копировал

Формат А2

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

МВСПСМ 09.601

√12,5 (√)



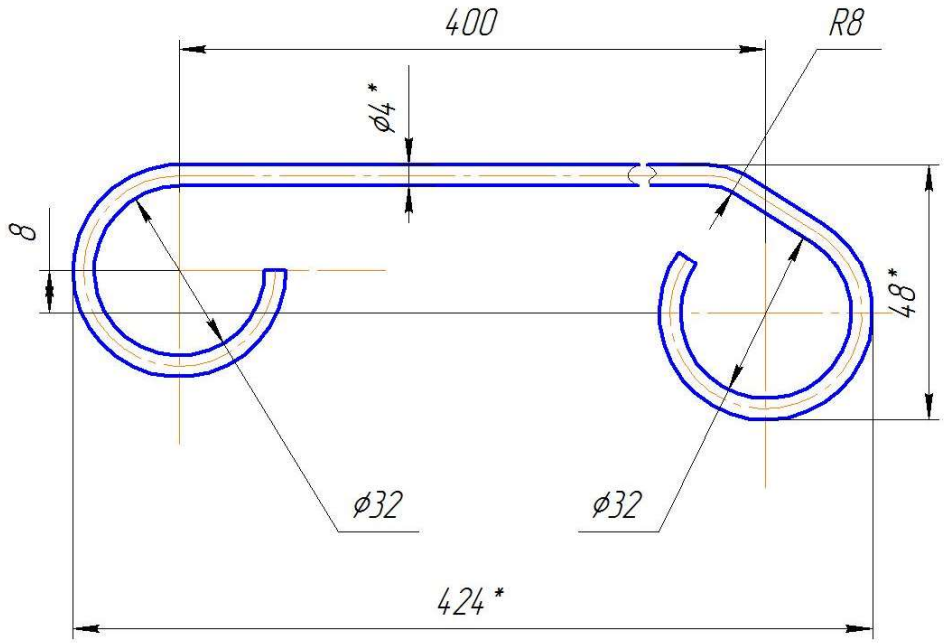
1. Невказані граничні відхилення розмірів: H14, h14, $\pm\frac{IT14}{2}$.
2. *Розмір для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВСПСМ 09.601			
Разраб.		Рачкован			Вісь	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петренко					3,2	1:1
Т.контр.						Лист	Листов 1	
Н.контр.		Осипов			Круг 32-В ГОСТ 2590-88 / Ст3пс3-II ГОСТ 535-88	ЦНТУ, гр. АІ-19М3-1,4		
Утв.		Свірень						

Копировал Формат А4

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

МВСПСМ 09.604



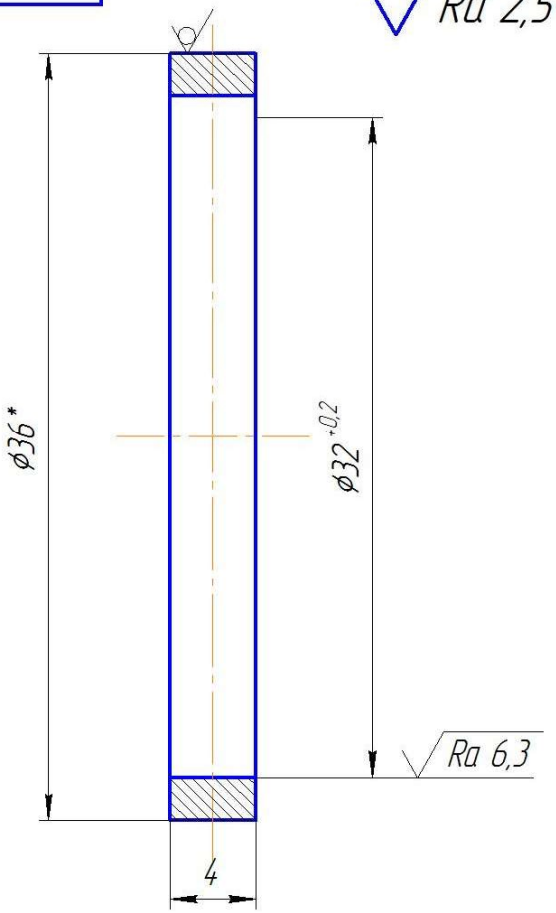
1. Невказані граничні вадхилення розмірів ±IT16/2.
2. * Розмір для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВСПСМ 09.604			
Разраб.		Рачкован			Пруток	Лит.	Масса	Масштаб
Пров.		Петренко					0,18	1:1
Т.контр.						Лист	Листов	
Н.контр.		Осипов			Пруток 4-Х20Н80-Н ГОСТ 12766.1-90	ЦНТУ, гр. АІ-19М3-1,4		
Утв.		Свірень						

Копировал Формат А4

МВСПСМ 09.603

Ra 2,5 (√)



1. Невказані граничні відхилення розмірів ±IT16/2.
2. Гострі кромки притупити.
3. *Розмір для довідок.

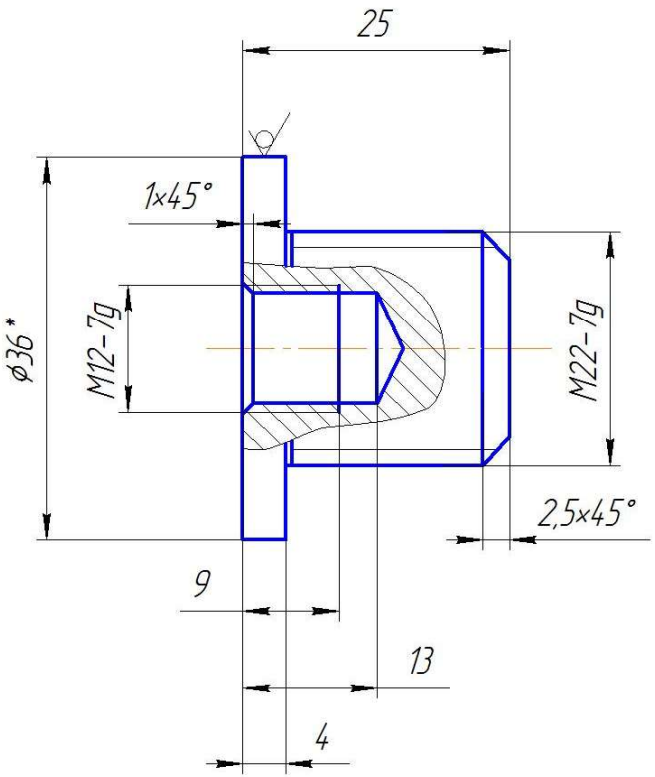
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВСПСМ 09.603		
Разраб.		Рачкован			Шайба	Лит.	Масса 0,004	Масштаб 4:1
Пров.		Петренко				Лист	Листов 1
Т.контр.							
Н.контр.		Осипов			Круг 36 ГОСТ 7417-75 / 45 ГОСТ 1051-73	ЦНТУ, гр. АІ-19М3-1,4	
Утв.		Свірень					

Перв. примен. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Копировал Формат А4

МВСПСМ 09.602

Ra 6,3 (√)



1. Невказані граничні вадхилення розмірів ±IT16/2.

2. * Розмір для довідок.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВСПСМ 09.602		
Разраб.		Рачкован			Шпилька	Лит.	Масса 0,16	Масштаб 2:1
Пров.		Петренко				Лист	Листов 1
Т.контр.							
Н.контр.		Осипов			Круг 36 ГОСТ 7417-75 / 45 ГОСТ 1051-73	ЦНТУ, гр. АІ-19М3-1,4	
Утв.		Свірень					

Копировал Формат А4