

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Інтенсивна технологія вирощування сої з вдосконаленням
зерноочисного відділення»

Виконав здобувач вищої освіти __IV__ курсу,
групи АІ-20-ЗСК
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Олейніченко Дмитро Леонідович
« ____ » _____ 20__ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Володимир ОНОПА
« ____ » _____ 20__ р.
Рецензент _____
_____ Микола МОРОЗ

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти _____
Галузь знань _____
Спеціальність _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	5
2. Оцінка базової технології вирощування сої, пропозиції по її вдосконаленню	6
3. Обґрунтування технологічного процесу післязбиральної обробки сої.....	24
4. Інженерна частина.....	34
5. Охорона праці	47
6. Висновок	49
Список використаної літератури	50
Додатки.....	52

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						4
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Кіровоградщина є одним із найбільших аграрних регіонів нашої держави, тому є зрозумілим, що загальний розвиток регіону напрямую пов'язаний із функціонуванням і розвитком рослинництва. Велика кількість фермерських господарств на своїх полях вирощують зернові-колосові, технічні та інші сільськогосподарські культури. Протягом достатньо тривалого періоду набули значної актуальності для вирощування цілий ряд олійних культур, серед яких можна виділити соняшник, соя, ріпак тощо. Така актуальність культивування цих культур пов'язана зі збільшенням попиту на готовий врожай та в переважній кількості випадків стабільною закупівельною ціною. Однак відомо, що бездумне збільшення обсягів посівів окремих культур та їх примусове введення в сівозміну, чи й взагалі перехід на вирощування однієї чи кількох культур призводять до втрати врожаїв, виснаження ґрунтів, засміченості полів карантинними бур'янами та й загалом до системної втрати родючості ґрунту. Тому сьогодні на етапі проектування технологій вирощування продукції рослинництва потрібно забезпечувати не тільки науково обґрунтовану сівозміну, а й поступово впроваджувати енерго- і ресурсоощадні технології.

При впровадженні у виробництво сої виникає цілий комплекс проблем із очищенням зібраного збіжжя, через те, що під час приймання зібраного врожаю на токи господарств, пункти подальшої переробки і зберігання сої при недостатньому чи несвоєчасному очищенні вона швидко псується і може повністю втратити харчову та насіннєву придатність.

Таким чином в розрізі проведеної роботи робиться спроба інтенсифікувати технологію вирощування сої з вдосконаленням зерноочисного відділення.

					ВСЗО 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Олейніченко			Пояснювальна записка		
Перевір.		Онопа					
Реценз.							
Н. Контр.		Мачок					
Затверд.		Леценко					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						5	
					ЦНТУ, гр. АІ-20-Зск		

2. Оцінка базової технології вирощування сої, пропозиції по її вдосконаленню

2.1. Характеристика сої її властивості та народногосподарське значення

Соя – це важлива продовольча, лікарська, кормова культура, нарощування обсягів виробництва якої є актуальним стратегічним завданням. Ця культура набула не абиякої популярності серед фермерів в тому числі і через розширення сфери використання у споживачів. Сьогодні вона стала дуже популярною в якості сировини для виготовлення продуктів харчування, які багаті на білок, широко використовується у виробництві продукції оліє екстрактної галузі, медицині, кормовиробництві, виробництві альтернативних джерел пального та у виробництві іншого великого переліку продуктів переробної і харчової промисловості. Серед іншої продукції рослинництва лише сою використовують у якості сировини і інгредієнтів для більше ніж 200 різних продуктів та деяких інших виробів харчової галузі. Доведено, що ця культура в світі є найбільш поширеним джерелом олії і рослинного білка [2]. Що є цілком логічним підтвердженням доцільності вдосконалення технологій вирощування сої на кожному із етапів виробництва цієї важливої сільськогосподарської культури.

Соя поширилася світом із Кореї, Китаю, Індонезії. Відомо, що на початку минулого століття у перелічених країнах вироблялося близько 85-90% цієї культури. Поступово посіви сої поширилися майже на весь світ, де можливо займатися рослинництвом і ця культура почала дуже активно завойовувати інтерес споживачів та попит на агроринку готової продукції. За існуючими даними в теперішній період сою вирощують у різних об'ємах у понад 80 країнах на різних континентах. Статистичні дані доводять, що сучасні посіви сої щорічно перевищують 60 млн. га. Такі площі вирощування цієї культури в сумі перевищують 5% орних угідь світу, а середня врожайність цієї культури є трохи більшою за 20 ц/га. Лідеруючі позиції по виробництву

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

сої вже протягом тривалого часу утримують Сполучені Штати Америки. У цій країні щорічно збирають сої більше ніж 55 мільйонів тон.

Приблизно у 90-х роках ХХ століття соя стала активно вирощуватися на полях України. Поступово сумарна площа угідь, на яких в нашій державі вирощується ця культура стрімко зросла з 42,3 тисяч гектар в 1999 році до позначки близько 235 тисяч гектар у 2009 році. Варто відмітити, що нажаль середня врожайність сої за статистикою є досить низькою і в більшості випадків не перевищує 13-14 ц/га. Такі показники врожайності сої приблизно на 25% є нижчими за світові показники. Це черговий раз доводить, що в господарських умовах нашої держави часто реалізують недосконалу технологію вирощування цієї культури, а окремі етапи робіт ще й характеризуються низькою культурою землеробства.

Серед основних біологічних властивостей сої можна відмітити, що вона характеризується широким діапазоном висоти рослин, а саме від 40 до 100 см. В більшості сортів сої при наведених висотах рослини на кожному кущі може рости 3...8 стручків цієї культури. На рис. 1 наведено вигляд сої та її морфологічні та біологічні ознаки. Однією із особливостей сої, що визначають підвищені вимоги до підготовки і вирівнювання поверхні поля перед вирощуванням цієї рослини є те, що дуже часто нижні боби сої розміщуються дуже близько до поверхні поля на відстані, що не перевищує 6...12 см. У випадку, коли поверхня поля була підготовлена недостатньо якісно, при збиранні врожаю втрати повноцінного насіння будуть різко зростати.

Рослина соя або ж *Glycine hispida* є класичною бобовою культурою. З точки зору її агрофізичних особливостей соя є добрим попередником для широкого спектру інших сільськогосподарських культур. Під час вирощування сої на полях господарств вдається поліпшити фізичні властивості ґрунту, частково створити сприятливі умови для очищення полів від деяких бур'янів, покращити режим живлення наступних рослин сівозміни,

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

інтенсифікувати накопичення вологи в підорному горизонті та ін. Агрономи і дослідники відмічають, що соя є однією із тих культур, при вирощуванні яких на кореневій системі формуються бульбашкові бактерії, які здатні насичувати ґрунтове середовище азотом, виділеного із повітря. Цей азот після збирання врожаю і обробітку ґрунту залишається в ньому в зручній формі для засвоєння рослинами в наступні періоди їх вирощування. Загалом, вирощуючи сою на кожному гектарі площі продуктивної ріллі залишається така кількість поживних речовин як після внесення в ґрунт до 15 т/га органічних добрив. Саме це і є природнім фактором для потенційного підвищення врожаю наступних культур сівозміни. Наприклад при вирощуванні після сої зернових культур забезпечується підвищення врожайності на 4...5 ц/га [2...5].

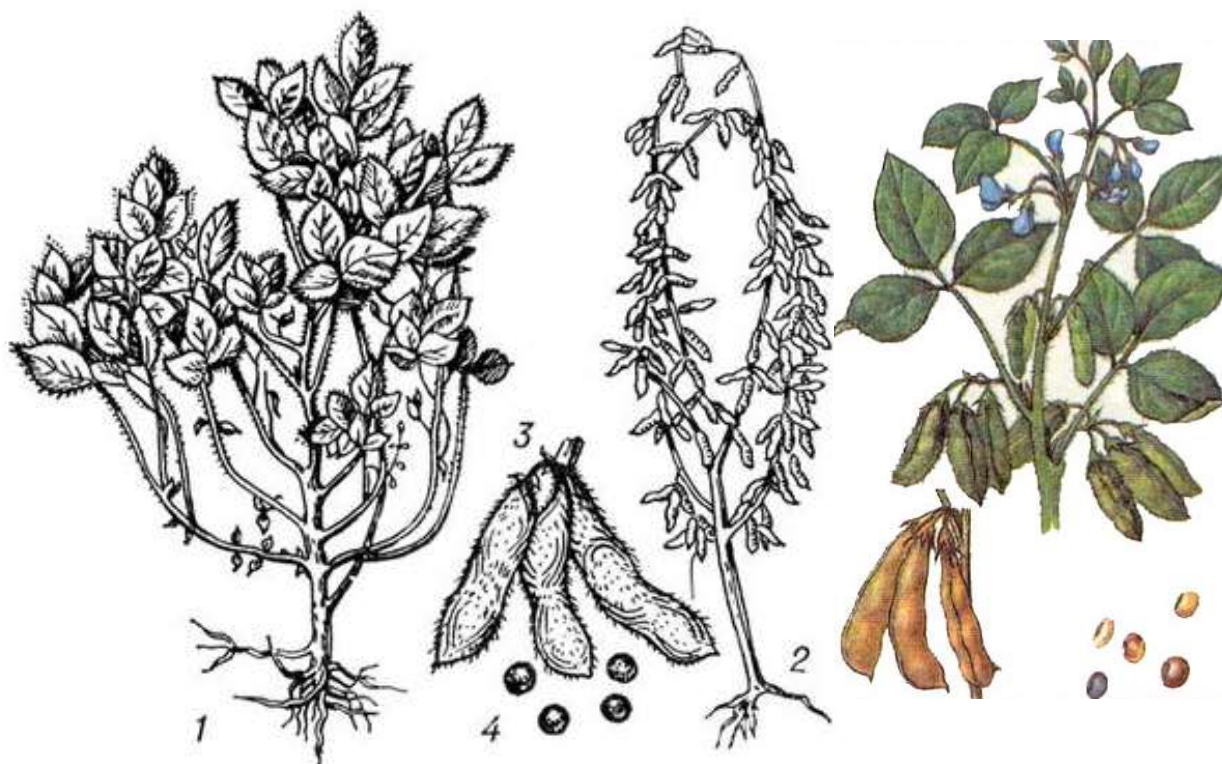


Рис. 1. Біологічні та морфологічні особливості сої:

- 1 – загальний вигляд куща сої; 2 – вигляд рослини після дозрівання бобів сої;
3 – стручки (боби) сої; 4 – насіння (зернівки) сої

У якості сільськогосподарської культури, соя є дуже вимогливою до температури повітря, що є більш ніж актуальним у фазі цвітіння рослини та в

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

період формування бобів. Відомо, що найбільш придатною температурою для вирощування цієї культури є діапазон від +20°C до +24°C. Якщо ж температура повітря знижується нижче +14°C, то ріст сої майже повністю зупиняється. З іншої сторони, соя порівняно легко у порівнянні із іншими культурами переносить недостачу вологи. Останнє не відноситься до фінішного етапу дозрівання, коли волога дуже потрібна для формування повноцінних бобів і росту достатньої кількості відносно крупного для цієї культури насіння.



Рис. 2. Загальний вигляд поля, на якому вирощується соя та зібраного врожаю

Важливим етапом проектування технології вирощування сої є підбір та адаптація до конкретних умови вирощування сорту. Відомо, що продуктивна та ефективна селекційна робота дозволила сьогодні отримати широкий спектр сортів сої, які за своїм потенціалом здатні закласти високі врожаї у всіх без виключення ґрунтово-кліматичних зонах нашої держави. Залежно від тривалості процесу вегетації соя з точки зору часу дозрівання ділиться на такі чотири групи – *ультраскоростигла*, найпоширеніші сорти Устя, Ганнушка, Медея, Єлена; *дуже скоростигла*, в нас культивуються Романтика, Альтаїр,

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Васильківська, Ізумрудна; *скоростигла*, це такі сорти як Одеська 150, Волна, Аванс, Берегиня, Приморська та *середньостигла* – Агат, Успіх, Буркурія, Феміда, Сонячна [4].

В дійсних умовах нашої області віддають перевагу вирощуванню скоростиглих та дуже скоростиглих сортів. Саме вирощування таких сортів дає змогу досягати стабільних врожаїв навіть за не дуже сприятливих умов виробництва, наприклад таких як заморозки, засухи, вітри на завершальній фазі дозрівання та ін. Так, в умовах господарства в якому проводилася переддипломна практика вирощувалася соя сортів Одеська 150, Альтаїр, Ізумрудна, а потенційна врожайність цих сортів сої, за інформацією наданою насіннєвими господарствами знаходиться на рівні 25...30 ц/га. Для того, щоб максимально повно розкрити генетичний потенціал наведених сортів сої, потрібно якісно розробити та комплексно реалізувати технологічний процес вирощування за умови повної механізації окремих етапів технологій, максимально використовувати сучасну техніку та вірно комплектувати машинно-тракторні агрегати, ретельно підходити до вибору і внесення засобів агрохімії, вчасно проводити операції тощо. Досвід ряду передових господарств доводить, що найбільшу ефективність вирощування сої можна досягти при її вирощуванні за семипільною сівозміною на площі не меншій за 150...200 га. У господарстві, що є базою практики, протягом останнього періоду сою вирощували на площі 250...275 га, що створює комплекс сприятливих умов для реалізації інтенсивної технології вирощування цієї культури та дозволяє забезпечити зниження собівартості готового врожаю.

Для розширення уявлення про інші ознаки і фізико-механічні властивості сої як сільськогосподарської культури наведена інформація в таблиці 1.

Соя є культурою, яка придатна для вирощування на всіх ґрунтах, що зустрічаються в Україні крім солончаків. Проте найбільше свій потенціал ця

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

рослина розкриває при її вирощуванні на сірих лісових ґрунтах та класичних чорноземах [6].

Таблиця 1

Культура	Розміри насіння, мм						Швидкість витання, м/с		Питома вага, г/см ³	
	Товщина		Ширина		Довжина					
	від	до	від	до	від	до	від	до	від	до
Соя <u>Glicine hispida</u>	4,0	7,0	4,5	8,0	5,0	10,5	9,0	20,2	1,05	1,3
Культура	Насипна вага, т/м ³		Абсолютна вага 1000 шт, г		Коефіцієнт тертя ковзання		Форма насіння			
					Внутрішнє тертя					
	від	до	від	до	від	до			від	до
Соя <u>Glicine hispida</u>	0,72	0,88	30	520	0,73		0,05	0,26	<u>Кулевидна</u> , овальна, до подовжено- бруньковидної	

Варто відмітити, що дійсні ґрунтово-кліматичні умови Кіровоградщини є найбільш сприятливими на теренах нашої держави для вирощування сої. Досить позитивним моментом цього регіону для вирощування сої є те, що навіть у достатньо засушливі роки внутрішньоґрунтової вологи цілком достатньо для отримання врожаю. Проте відмічається, що перезволожені і тяжкі ґрунти є непридатними для вирощування цієї рослини а піщані ґрунти із недостатньою кількістю води є малопридатними для отримання стабільних врожаїв сої.

2.2. Базова технологія вирощування сої в господарстві

Місце культури в сівозміні

Найсприятливішими для вирощування сої є поля, які є не засміченими бур'янами, іншими падалішніми чи багаторічними культурними рослинами. З метою забезпечення стабільних і високих врожаїв сої в системі сівозмін її найкраще вирощувати після зернових культур, причому як ярих так і озимих, картоплі, кукурудзи, в тому числі і кукурудзи на зелений корм, цукрових буряків та всіх інших однорічних кормових культур. Недопустимими попередниками для сої є бобові культури, соняшник. Бобові культури є

					ВСЗО 00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						11

небажаними попередниками через те, що вони мають із соєю більшість ідентичних хвороб, шкідників та карантинних бур'янів.

Після вирощування сої в орному горизонті ґрунтового середовища накопичується до 60...80 кг/га чистого азоту як і після ряду інших бобових культур. Саме накопичення в ґрунті азоту робить сою дуже бажаним попередником в сівозміні для вирощування більшості зернових культур, овочевих, технічних та майже всіх кормових культур.

Є суттєве обмеження під час планування сівозміни разом із соєю. Так, для того щоб скоротилася ймовірність пошкодження сої великою кількістю карантинних шкідників, цю культуру потрібно вирощувати на відстані, що є більшою за 500 м. від полів на яких вирощують інші бобові культури, багаторічні трави та лісопосадок у яких велика кількість акації. Вирощування в господарстві сої дозволяє в сівозміну не включати чорного чи зеленого пару. Крім того, як зазначалося вище, результатом вирощування сої є те, що на полі після збирання цієї культури залишається скільки поживних речовин, скільки можна отримати після внесення органічних добрив із нормою 15...20 т/га, що робить цю сільськогосподарську культуру безперечним лідером по насиченню ґрунту органікою.

Організація удобрення сої

Соя це сільськогосподарська культура, яка дуже вимоглива до умов мінерального живлення. Саме ця вимогливість сої до живлення викликає потребу у ефективному внесенні добрив під час реалізації технологічного процесу вирощування. На організацію схеми удобрення впливає технологічне забезпечення операцій, загальна культура землеробства в господарстві, реальний стан ґрунту в розрізі наявності та кількості поживних речовин в доступному стані для рослин в орному горизонті поля.

Для того, щоб могло сформуватися біля центнера готового зерна сої під час її вирощування з ґрунтового середовища рослини забирають біля 7,5...10,0 кг азоту, не менше 7,0...8,0 кг кальцію, близько 5,0...5,5 кг магнію, 4,0...4,5 кг

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сірки, до 4,5 кг калію та фосфору і цілий ряд інших мікроелементів, наприклад залізо, цинк, молібден, мідь, бор та ін. [3]. Якщо ж в ґрунтовому середовищі окремі речовини знаходяться в недостатній кількості чи взагалі відсутні то практикують внесення дефіцитних речовин або ж локальний обробіток цими речовинами насінневого матеріалу. Такі заходи дозволяють підвищити загальну ефективність вирощування сої, створюють умови для формування стабільних врожаїв та ще й додатково поліпшують якісні показники зібраного збіжжя, наприклад розміри насіння сої, кількість насінин в бобу рослини, висота розміщення бобів на рослині, хімічний склад готового збіжжя та ін.

Під час внесення ретельно обґрунтованих і розрахованих доз мінеральних добрив під час проведення основного обробітку ґрунту створюються умови для підвищення врожайності сої в середньому до 5 ц/га. Якщо ж понаднормовано вносити більшу кількість азотистих добрив підвищення врожайності не спостерігається, а рослини сої стають більш сприятливими до полеглості, що в кінцевому випадку навіть при достатній врожайності ускладнює збирання цієї культури. Внесення мінеральних добрив під сою поверхневим способом проводять розкидачами добрив, такими як МВУ-8Б, МВУ-16, МВУ-12, РУ-1000, МВД-900, РДУ-3,0 та подібними за конструкцією або ж машинами імпортного виробництва, найпоширеніші фірм «KUHN», «AMAZONE», «John Deere Agricultural Equipment», «Frontier Equipment», «SIPMA», «GASPARDO», «CASE» і багатьма іншими.

Якщо поле із різних причин не було удобрене восени, мінеральні добрива слід внести весною до проведення посівних робіт. Практикують і припосівне внесення добрив за умови заробки хімікатів на глибину 10...12 см та з нормами $N_{20}P_{30}$ чи P_{30} . Для проведення означених способів удобрення найкраще застосовувати комплексні добрива на кшталт суперфосфату, нітроамофосу, амофосу та ін. [8].

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Основний обробіток ґрунту при вирощуванні сої

Підготовка ґрунту під вирощування сої є аналогічною і найбільш близькою до підготовки ґрунту під вирощування соняшника.

Загальна система підготовки ґрунту під посів сої передбачає послідовне виконання такого комплексу операцій: лушення стерні попередника, полицева оранка із обертанням скиби, глибина обробітку 23...25 см, культивація, за потреби і кількарарова, що б дозволила максимально вирівняти денну поверхню поля.

З метою проведення лушення стерні в господарських умовах використовують дискові лушильники типу ЛДГ, які під сою лушать ґрунт на глибину 6...8 см. Якщо для лушення стерні використовують важкі дискові борони, що можуть бути вітчизняного виробництва, наприклад БДТ-7,0А, БДВ-10 або ж дискатори, то глибина лушення має бути збільшена до 10...12 см [5].

Основний обробіток ґрунту у вигляді полицевої оранки під вирощування сої після зернових колосових потрібно робити на глибину не менше 25...27 см, якщо ж вирощують сою після кукурудзи, глибина оранки має більшою і знаходитися в діапазоні до 30 см. Щоб якісно зорати ґрунт використовують класичні плуги загальною призначення, такі як ПЛН-5-35, ПЛН-6-35, ПЛН-8-40, та аналогічні, що в більшості випадків агрегатуються з енергетичними засобами ХТЗ-17021, Т-150К, «Massey Ferguson МФ-8400», «John Deere-8400» тощо. Крім перелічених часто використовуються і оборотні плуги вітчизняного виробництва, наприклад ППО-8-40, ППО-7-40, ППО-5-40. Якщо ж на поверхні поля знаходиться дуже велика кількість рослинності, найкраще використовувати ярусні плуги, такі як ПНЯ-6-42, ПНЯ-4-42 чи подібні за конструкцією.

При основному обробітку у вигляді оранки відхилення середньої глибини від заданої не має перевищувати ± 1 см. Вирізана скиба повинна бути повністю обернена, що дозволяє досягти заробки рослинних решток і добрив,

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

що внесені розкидним способом на рівні 98%. Швидкісні режими роботи скомплектованих орних агрегатів мають відповідати швидкостям від 7 до 10 км/год.

Передпосівний обробіток при вирощуванні сої

Як вже зазначалося раніше, врожайність сої має прямий зв'язок із якістю реалізації передпосівного обробітку ґрунту. Ці операції мають створювати дрібнокомкувату структуру ґрунту на поверхні поля та рівномірну задану глибину обробітку, що є достатньою умовою забезпечення сприятливих умов для формування високого врожаю. Під час проведення робіт по підготовці ґрунту під посів у весняний період мають бути комплексно виконані агрозавдання, що дозволить високоякісно посіяти сою та заложити вихідні умови для збирання врожаю із мінімальними втратами.

Культивацію зябу чи першу культивацію поля проводять на глибину не менше 6 до 8 см. Другу, передпосівну культивацію проводять з глибиною обробки 8...10 см. Проводячи передпосівну культивацію культиватор обов'язково агрегують зубовими боронами, що дозволяє суттєво поліпшити вирівнювання поверхні поля. При операціях культивації відхилення середньої глибини обробітку від заданої має знаходитися в діапазоні ± 1 см. Після проведення поверхневого обробітку поле повинно бути вирівняним. Допустима висота гребенів чи глибина западин ± 4 см, за умови повного підрізання бур'янів. Якщо перед культивацією або разом із нею вносилися добрива, то вони мають бути повністю заробленими із допустимим винесенням хімікатів на поверхню не більше 2%. Згідно із чинними агрозавданнями при проведенні культивації не повинні нижні вологі горизонти ґрунту виноситися на поверхню. Це дозволяє знизити втрати вологості із поверхні поля та створити максимально сприятливі умови для реалізації наступних технологічних процесів.

При проведенні поверхневого обробітку під посіви сої намагаються виконувати роботи на підвищених швидкостях, які можуть досягати до 9

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

км/год. Такий швидкісний режим роботи дозволяє ефективніше заробити зрізані бур'яни та поліпшити вирівнювання поверхні поля. Для передпосівної культивуації поля під посів сої найчастіше використовують класичні культиватори КШУ-4, КПСП-4, КПС-4М, КГ-8, КШУ-12, КПУ-400, КШУ-8, КШ-3,6М або ж інші аналогічної конструкції та набору робочих органів. Останнім часом досить часто для поверхневого обробітку рекомендується застосовувати передпосівні агрегати комбінованого типу АПК-6, АКГ-6 та подібні. Дуже ефективним технічним засобом для поверхневого обробітку є багатофункціональні багатоопераційні агрегати «Європак».

За наявності технічної можливості у господарстві найкраще готувати ґрунт під посів саме такими агрегатами. Адже відомо, що під час використання багатоопераційних агрегатів можна до трьох разів зменшити кількість проходів МТА по полю, значно знизити сумарні енерговитрати на передпосівну підготовку ґрунту (до 35%) і суттєво знизити ризики поверхневої втрати вологи ґрунтом.

Застосування гербіцидів при вирощуванні сої

Один із важливих агротехнічних прийомів, який слід реалізувати під час реалізації технологічного процесу вирощування сої це операції по внесенню гербіцидів. Саме цей вид робіт забезпечує найбільш ефективну боротьбу із бур'янами в посівах за допомогою засобів агрохімії та створює сприятливі умови для підвищення загального врожаю сої. Разом із цим варто розуміти, що під час застосування гербіцидів створюються сприятливі умови для накопичення у готовому врожаю шкідливих речовин, окрім цього відбувається і перенасичення засобами агрохімії і ґрунтового середовища. Забруднення хімічними сполуками насіння сої різко погіршує показники її органічної чистоти, знижує попит на таку продукцію на ринку і ускладнює чи навіть і унеможлиблює реалізацію забрудненої сої за кордон. У тому випадку, коли господарство намагається забезпечити вирощування органічно чистої сої, потрібно віддавати перевагу агротехнічним методам боротьби із

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

бур'янами. До таких методів відносять проведення боронування легкими зубовими боронами до її сходів та після появи сходів, проведення класичного міжрядного обробітку, а якщо в цьому є нагальна потреба, то ще й проводять ручне прополювання рядків рослин сої. Остання із перелічених операцій різко підвищує собівартість виробленої продукції.

За умови, коли бур'ян на посівах сої росте дуже активно або ж проведення агротехнічних заходів боротьби із бур'янами є ускладненим та й для скорочення витрат на вирощування продукції і підвищення її конкурентоздатності в господарствах борються із бур'янами вносячи гербіциди. Гербіциди вносять під час проведення передпосівного обробітку ґрунту або ж ці роботи суміщають із посівом. Останнім часом проводять і внесення гербіцидів вже після появи сходів, для чого використовують рух агрегатів по технологічним коліям.

Вирощуючи сою у господарських умовах актуальними для боротьби із бур'янами є такі гербіциди: Раундап, Вілкан, Ураган із нормами їх внесення в діапазоні 4...4,5 л/га; Харнес екстра із нормами внесення 1,5...3,0 л/га та деякі інші. Варто зазначити, що перелічені хімікати дозволяють знищити близько 95% бур'янів на полі із соєю. Для внесення гербіцидів використовуються штангові оприскувачі, такі як ОП-2000-2-01, ОСШ-2500, ОСШ-2000, ОПШ-15, ОНШ-600, ОСШ-600 та інші подібного призначення. За останні роки суттєво розширилося використання для внесення гербіцидів імпортованих широкозахватних агрегатів, серед яких лідирують такі виробники як «Bomet», «Case», «Amazon», «John Deere» та ряд інших.

Більшість обприскувачів вітчизняного виробництва працюють із тракторами тягового класу 1,4. Якщо сою в господарстві вирощують із міжряддям 15 см тоді для проведення операцій догляду за посівами, в тому числі і обприскування формують технологічні колії. Колія майже всіх обприскувачів виробництва нашої держави складає 1400 мм. Виходячи з чого на посівних агрегатах потрібно перекрити деякі висівні апарати, що дозволить

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

зформувати задану технологічну колію, до того ж потрібно ще й на задні колеса трактора встановити вузькі шини.

Під час вирощування сої проводячи обприскування посівів гербіцидами потрібно ретельно дотримуватись розрахованих та рекомендованих виробниками засобів агрохімії витрат, які в більшості випадків дорівнюють 200...250 л/га. Важливо проводячи обробіток не допускати огріхів, так само і перекриття суміжних проходів. Для того, щоб не допускати пропусків обробітку і перекриття на більш старих обприскувачах, які не працюють за технологіями точного землеробства, застосовують для відмітки проходу пінні маркери. Регламентується відхилення норми витрат гербіцидів при обприскуванні, що має бути в діапазоні значень $\pm 10\%$. При проведенні операцій внесення гербіцидів регламентується і розподіл робочої рідини за шириною захвату агрегату, і цей показник не повинен бути більшим за 25%. Проводити обприскування можна лише за умови, що швидкість вітру не перевищує 5 м/с. Швидкість руху обприскувача в полі має бути максимально рівномірною і знаходитися в діапазоні 8...10 км/год.

Проведення операцій сівби сої в господарстві

Однією із відповідальних операцій, що визначає можливість отримання врожаю є сівба сої із чітким дотриманням потрібних норм висіву, глибини і рівномірності загортання насіння та відстані між насінинами в рядку. Наша держава займає лідируючі позиції в Європі за кількістю виведених сортів сої, сьогодні їх на полях господарств вирощується до 62, причому вегетаційний період різних сортів коливається в широкому діапазоні 70...130 днів [6].

Скоростиглість сої впливає і на потенційну врожайність цієї культури, так середньостиглі сорти мають врожайність на рівні 30...38 ц/га, в той час, як ранньостиглі – 25...28 ц/га, а врожайність скоростиглих сортів сої не перевищує 18...23 ц/га. Доведено, що в господарських умовах бажано вирощувати два-три сорти сої, причому ці сорти мають бути різної скоростиглості. Це дасть змогу створити сприятливі умови для збору

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

стабільного врожаю за будь-яких обставин та ще й дозволяє суттєво зменшити навантаження на господарство у період збирання врожаю [8].

Щоб на належному рівні посіяти сою має використовуватися очищений посівний матеріал першого класу і тільки першої, в крайньому випадку другої репродукції. Насіння має використовуватися районованих сортів, а показники його посівної придатності такі: схожість насіння – не менше 90%; чистота насіння – на рівні 98%; середня вага 1000 зернин сої має перебувати у діапазоні 130...170 грам. Крім цього, посівний матеріал сої має бути приблизно однакового розміру, що дозволяє створити близькі умови для дозування кожної насінини дозуючими апаратами сівалок та ще й наблизити показники сили росту і енергії проростання до ідентичних значень.

В процесі підготовки насіння сої за пару тижнів до сівби посівний матеріал має бути оброблений Вітаваксом чи Фундазолом, норма обробітку в межах 3 л/т. Крім цього безпосередньо в день сівби сою протруюють бульбашковими бактеріями, Нітрагіном або ж соєвим Ризотофіном із концентрацією таких речовин не більше 10 л/т. Ці заходи по підготовці насіння сої до сівби забезпечують зростання загальної врожайності до 2...3 ц/га.

Проводити посів сої краще після того, як ґрунт достатньо прогрівается на глибину заробки насіння, що переважно досягається тоді, коли середньодобова температура на опускається нижче 12...14°C. Такий температурний режим на Кіровоградщині буває кінці квітня або ж в першій декаді травня. Сіяти починають із найбільш пізньостиглих сортів, які вирощуються в господарських умовах та намагаються забезпечити такі умови, за яких операція посіву буде проведена в межах одного поля максимально швидко.

На теренах України сою звичайно сіють широкорядним способом, забезпечуючи при цьому міжряддя 700 або 450 мм. Варто пам'ятати, що для високорослих пізньостиглих сортів сої вирощування проводять із міжряддям 700 мм, тоді як ранньостиглі і низькорослі сорти краще вирощувати із

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

міжряддям 450 мм. Тоді, коли поле якісно підготовлене під посів і добре очищеним від бур'янів можна вирощувати сою і з міжряддям 150 мм.

Під час посіву значно впливає на майбутній врожай і глибина заробки насіння сої та рівномірність цієї глибини робочими органами сівалки. Якщо на полі достатня волога поверхневого шару ґрунту, то глибина розміщення насіння повинна знаходитися на глибині 2,5...4 см. За умови відносно високого пересихання ґрунту на етапі посіву, глибину заробки насіння сої потрібно збільшити до 5...6 см. Додатково наголошується, що для того, щоб отримати високу рівномірність сходження рослин по площі поля посівні роботи повинні проводитися якомога швидше, а в межах одного поля не перевищувати один два дні.

Для посіву сої, в залежності від міжряддям з яким цю культуру заплановано вирощувати, найчастіше використовують вітчизняні сівалки такі як СУПН-8, УПС-12, ССН-5,8Д, СПС-12, СПС-24, СО-4,2, СЗ-3,6А, СЗ-5,4 тощо. Поступово розширюється для сої використання посівної техніки закордонних виробників, серед них «John Deere», «Great Plains», «KINZE», «MULTICORN» та ряд інших. Якщо на етапі посіву сої ґрунт є недостатньо зволуженим, потрібно разом із посівом проводити прикочування поверхні поля.

Після проведення посівних робіт до проростання рослин при вирощуванні сої потрібно внести ґрунтові гербіциди, наприклад Харнес із нормою 1,5...2,0 л/га, Трефлан480 із нормою внесення 2...5 л/га або ж подібні за спектром дії до перелічених препаратів. Якщо забур'яненість полів достатньо висока і є потреба ефективно поборотися із дводольними бур'янами краще застосувати препарати на кшталт Гезагарда з нормою 3...5 кг/га або ж Зенкера із нормою 0,5...1,4 л/га.

Посівні агрегати для посіву сої до роботи готують на вирівняних майданчиках бажано із твердим покриттям. Під час проведення таких підготовчих операцій проводять регулювання норми висіву та глибини

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

загортання насіння сої. Розрахована норма висіву сої має бути забезпечена повністю, а допустиме відхилення норми висіву від заданої знаходиться в діапазоні $\pm 3\%$. За чинними вимогами глибина загортання насіння сої не має бути більшою за ± 1 см по відношенню до заданої. Крім цього, відхилення ширини міжрядь рослин повинно бути ± 1 см, а суміжних міжрядь між проходами сівалок допускається до ± 3 см.

Догляд за посівами сої

Операції по догляду за посівами сої включають заходи по боротьбі з бур'янами, проведення агротехнічних прийомів по збереженню вологості ґрунту, що включає як мінімум руйнування поверхневої ґрунтової кірки та заходи із внесення засобів агрохімії з метою підживлення посівів сої під час її росту та боротьби із хворобами і шкідниками. Доведено, що найбільш доцільно на полях господарств на етапі боротьби із бур'янами використовувати комбіновані методи, що поєднують хімічний та агротехнічний способи.

Для проведення досходового боронування посівів сої використовують середні зубові борони БЗСС-1,0. Такі борони за допомогою щіпок комплектуються у широкозахватні агрегати. Ці операції варто проводити через декілька днів після посіву. Призначення цих операцій крім руйнування поверхневої кірки – додаткове вирівнювання поверхні поля та знищення бур'янів на стадії їх проростання (у стані «білої нитки»). Під час проведення досходового боронування швидкість руху агрегату по полю не повинна перевищувати 6 км/год, за умови що пошкодження сходів рослин сої не більше 1%.

За потреби проводять і післясходове боронування посівів сої за чинними агро вимогами при проведенні таких операцій повинно знищуватися не менше 90% бур'янів, за умови, що пошкодження рослин сої не перевищує 10%. Для наведених робіт найкраще використовувати легкі зубові борони, такі як ЗОР-0,7 або ж пружинні борони типу БПУ-0,8. Швидкість проведення

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

післясходового боронування посівів є меншою і має знаходитися в межах 4,5...5 км/год. Якщо при проведенні післясходового боронування застосовують пружинні борони БПУ, то вдається забезпечити знищення біля 95% бур'янів, тоді як пошкодження повноцінної сої є не більшим за 5,5%.

Під час вегетаційного періоду сої реалізують кількаразову культивуацію міжрядь. Для таких операцій найкраще використовувати традиційні просапні культиватори КРН-4,2, КРН-5,6, КРН-8,4, КОР-4,2, УСМК-5,4, УСМК-8,1, КОН-2,8, КОН-4,2 та інші подібні агрегати. Під час першої міжрядної культивуації посівів сої операції проводять на глибину 5...6 см, якщо ж проводять міжрядний обробіток вдруге, глибину розпушення в міжрядді збільшують до 7...8 см.

Збирання врожаю сої

При вирощуванні сої, як і більшості інших сільськогосподарських культур, найбільш складним, енергоємним та відповідальним етапом технології є кінцева операція – збирання врожаю. Це пов'язане із суттєвою нерівномірністю дозрівання сої в часі, що призводить до високого пошкодження повноцінного зерна сої при його обмолоті через те, що в не повністю дозрілому стані соя схильна до інтенсивного травмування. Технологія збирання сої не допускає можливості реалізації двофазної технології збирання, що пояснюється повною неможливістю підібрати і обмолотити валок сої без суттєвих втрат, оскільки боби відразу розлускаються навіть при мінімальному дотику до них робочих органів збиральних машин. Ще одним фактором, що суттєво ускладнює етап збирання врожаю сої є низьке розміщення бобів сої над поверхнею поля.

Починати операції збирання сої слід тоді, коли вона повністю достигла, а вологість не перевищує 13...15%. Крім вологості є й інші ознаки дозрівання сої – серед основних інтенсивне осипання листя рослини, яскраво виражена зміна кольору бобів, починає легко відділятися зернівка сої від боба, явно виражене зниження міцності стовбура рослин та ін. Якщо на етапі дозрівання

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

цієї культури мають місце несприятливі погодні умови та необхідно забезпечити проведення десикацію посівів, це дозволяє суттєво знизити вологість рослин, інтенсифікувати досягнення стиглості та на кілька днів наблизити терміни можливого початку збирання врожаю. Операцію десикації потрібно проводити зокрема при сильних дощах і туманах та за умови, що вологість дорівнює 40...45%.

Сою збирають способом прямого комбайнування, при цьому використовуються любі наявні у господарстві комбайнами вітчизняного виробництва, хоча варто віддавати перевагу зернозбиральним комбайнам імпорного виробництва. Сьогодні для збирання сої досить широко використовуються комбайни «Славутич», «Дон-1500», «Вектор» та ряд імпортих машин, переважно фірм «John Deere», «CLAAS», «New Holland», «CASE», «Massey Ferguson», «SAMPO».

З метою мінімалізації втрат врожаю при збиранні сої потрібно забезпечити максимально низьке зрізання рослин, що має бути на рівні 4...6 см. Це пояснюється тим, що на відстані від поверхні поля у 5 см на стеблі рослин росте близько 1,8% врожаю, а на висоті від поверхні поля 9 см цей показник складає 10% [8]. Виходячи з цього різальні апарати комбайнів потрібно опускати в мінімально можливе положення. В саме низьке положення потрібно встановити і копіювальні башмаки жатки комбайна. На імпортих комбайнах при збиранні сої копіювання поверхні поля слід здійснювати автоматично, що виконується за допомогою гідросистеми та сенсорних датчиків. Лише забезпечення дуже низького зрізання рослин при збиранні забезпечує зниження втрат врожаю на цьому етапі.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Обґрунтування технологічного процесу післязбиральної обробки сої

3.1. Існуюча технологія післязбиральної обробки насіння сої в господарстві

Після проведення збирання сою способом прямого комбайнування необхідно якнайшвидше очистити зібране збіжжя від битого, щуплого, пошкодженого насіння, необмолочених чи не повністю обмолочених бобів, насіння інших культур та бур'янів, інших рослинних залишків. Варто пам'ятати, що у випадку, якщо зібране насіння сої є надто перезволоженим, потрібно в стиснуті терміни досушити сою та знизити вологість зібраного врожаю до 12...14%. Після проведення очисних операцій повноцінного зерна у суміші зібраного збіжжя повинно бути не менше 95%. Регламентується і кількість насіння інших сільськогосподарських культур та бур'янів, сумарна кількість яких не має перевищувати 5 шт/кг. При проведенні післязбирального очищення сої втрати повноцінного зерна у відходи не має перевищувати 2% під час очищення продовольчого насіння сої та до 10% при очищенні посівного матеріалу. Варто зазначити, що подрібнення зернівок сої робочими органами і елементами зерноочисних машин допускається до 2%.

В господарських умовах фермерських господарств нашої держави післязбиральне очищення сої здійснюється зерноочисними агрегатами та окремими зерноочисними машинами загального чи спеціального призначення. Якщо операції очищення зерна сої потрібно сумістити із операціями сушіння зібраного збіжжя, в такому випадку використовуються агрегати типу ЗАВ-50, ЗАВ-40, ЗАВ-20, «Нива»-25, КЗСУ-50, КЗСУ-25, КЗС-40, ЗВС-20А. Якщо операції реалізують на токах господарств відразу після збирання та при проведенні очищення відносно невеликих партій збіжжя варто використовувати зерноочисні машини АСХ-5, АСХ-2,5, ОВП-20А, ОЗП-20, ОРП-20, ОС-4,5 та інші.

При сушінні насіння сої зерносушильним обладнанням потрібно обережно підходити до вибору режимів сушіння. Це пояснюється тим, що оболонка зернівок сої висихає на порядок швидше ядра, а при подальшому

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сушінні має місце пошкодження поверхні зернівки та повна загибель ендосперму. Якщо вологість зерна сої складає 25...30% то температура активного теплоносія, для уникнення вище наведених температурних пошкоджень, повинна бути в межах 30°C, якщо ж вологість сої дорівнює 16...18%, за таких умов теплоносієм потрібно прогріти приблизно до 40°C, якщо ж на операціях сушіння сої використовувати вищі температури агентів сушіння, то врожай буде пошкоджено, що доводить заборону використання під час сушіння сої вищих температур за зазначені. Один пропуск матеріалу сої крізь сушарку забезпечує сумарне зниження вологості сої не більше ніж на 4%, за умови, що витримування сої між проходами крізь робочі органи сушарок має бути не меншою за 5 годин. Для сушіння сої найкраще підходять шахтні зерносушарки СУШ-16, СУШ-8, ЖСП-30, ДС-10 та інші подібні. Добре для означених операцій підходять і пересувні сушильні агрегати, наприклад СЗПБ-2,4, СЗСБ-8.

Досить добре при роботі із соєю показали себе бункери активного вентилявання зерна, а тому при їх наявності у господарстві для того щоб розмістити очищену сою найкраще підходять БВ-25, БВ-12,5, ОБВ-160, ОБВ-100 тощо. Після проведення зерноочисних та сушильних операцій сою потрібно зберігати із вологістю на рівні 12...14%, причому зберігати її можна насипом, за умови, що товщина шару насіння не перевищує 1,5 м. Іноді практикують зберігання сої в окремих мішках, які потрібно складувати висотою, що не перевищує 2,5 м.

3.2. Визначення основних показників очищення сої в господарстві

Відомо, що технологічний процес післязбирального очищення сої, як і інших сільськогосподарських культур, повинна проводитися в стиснуті терміни, а продуктивність зерноочисного обладнання має узгоджуватися із показниками продуктивності зернозбиральних комбайнів, якими врожай збирають. Так як в базовому фермерському господарстві в поточні роки сою збирали з поля зернозбиральним комбайном ДОН-1500Б можна розрахувати

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за відомою залежністю продуктивність такого зернозбирального агрегату на означеній операції за [10]:

$$W_{\kappa} = 0,01 \cdot B_{\text{жс}} \cdot V_{\kappa} \cdot A \cdot \tau_0,$$

де $B_{\text{жс}}$ – конструктивна ширина захвату жатки комбайна, для ДОН-1500Б

$$B_{\text{жс}} = 6 \text{ м};$$

V_{κ} – середня робоча швидкість зернозбирального комбайна в полі під час збирання конкретної культури, для розрахунків під час збирання сої приймаємо $V_{\kappa} = 8,5$ км/год;

A – врожайність сої в господарстві, $A = 2,15$ т/га;

τ_0 – значення коефіцієнту технологічного обслуговування комбайна, що дорівнює:

$$\tau_0 = \frac{t_0}{(t_0 + t_p)},$$

t_0 – час роботи комбайна в полі (чистої роботи), під час збирання врожаю

$$t_0 = 16 \text{ год};$$

t_p – час, протягом якого відбувається розвантаження зібраної сої,

$$t_p = 1,4 \text{ год}$$

Після підстановок конкретних числових даних отримаємо:

$$\tau_0 = \frac{16}{16 + 1,4} = \frac{16}{17,4} = 0,919.$$

В свою чергу продуктивність зернозбирального агрегату під час збирання сої становить

$$W_{\kappa} = 0,01 \cdot 6 \cdot 8,5 \cdot 2,15 \cdot 0,919 = 1,0 \text{ т/год.}$$

Слід врахувати те, що в базовому господарстві на збиранні врожаю сої задіюють відразу два зернозбиральні комбайни ДОН-1500Б, а отже загальна продуктивність збирання сої при її комбайнуванні двома агрегатами дорівнює $W = 2 \times W_{\kappa} = 2 \times 1 = 2$ т/год. Це доводить, що найбільш доцільно для

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення прямоточності процесів проводити зерноочисні операції машиною із мінімальною годинною продуктивністю $Q_{\text{год}} = 2$ т/год.

Розрахуємо змінну продуктивність зерноочисної машини за відомою залежністю

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}},$$

де $Q_{\text{год}}$ – годинна продуктивність зерноочисної машини на етапі очищення нею сої, т/год;

$T_{\text{зм}}$ – час тривання зміни роботи під час проведення зерноочисних операцій, год.

Підставивши дані у останнє рівняння маємо:

$$Q_{\text{зм}} = 2 \cdot 7 = 14 \text{ т/зм.}$$

Знайдемо час, що необхідно затратити фермерському господарству для того щоб очистити весь обсяг зібраної сої. Враховуючи середню врожайність сої в господарстві і обсяги посівів можемо розрахувати загальний збір:

$$B_{\text{з}} = A \cdot S_{\text{п}},$$

де $S_{\text{п}}$ – площа полів в господарстві, на яких в поточному році вирощується соя, $S_{\text{п}} = 185$ га.

Тоді загальний збір сої дорівнює:

$$B_{\text{з}} = 2,15 \cdot 185 = 397,75 \text{ т.}$$

Отже, загальний час, який витрачається в господарстві на очищення сої дорівнює:

$$T = \frac{B_{\text{з}}}{Q_{\text{год}}} = \frac{397,75}{2} = 198,88 \text{ год} \approx 199 \text{ год.}$$

Можемо розрахувати і сумарну кількість нормо-змін, що потрібні для проведення очищення всього зібраного збіжжя сої

$$D = \frac{T}{7} = \frac{199}{7} = 28,4 = 28 \text{ нормо-змін.}$$

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Враховуючи виробничу необхідність в період проведення збирання врожаю тік має працювати в дві зміни. З цих міркувань розрахований час очистки зібраного врожаю сої в господарстві складає 14 днів. Очевидно, що ці терміни проведення робіт із попереднього очищення збіжжя повністю вкладаються в чинні вимоги, адже регламентовані терміни проведення зерноочисних операцій не мають перевищувати 10...15 днів [7].

Знайдемо розрахункову чисельність зерноочисних машин обґрунтованої вище продуктивності, що потрібні для очищення всього обсягу насіння сої за залежністю:

$$n = \frac{D}{3 \cdot A_c},$$

де D – необхідна кількість нормо-змін для очищення конкретної культури у господарстві, нормо-змін;

3 – загальна кількість робочих змін на току під час проведення зерноочисних операцій сої, $3 = 2$ зміни;

A_c – загальні агротехнічні терміни проведення зерноочисних операцій із очищення всього врожаю сої, $A_c = 15$ днів.

$$n = \frac{28}{2 \cdot 15} = 0,93, \text{ отже достатньо однієї зерноочисної машини.}$$

Розрахуємо мінімальну потужність електродвигуна, яку повинна споживати зерноочисна машина із мережі при роботі цієї машини обраної продуктивності за формулою:

$$N_c = \frac{N}{\eta \cdot \cos \varphi},$$

де N_c – потужність, що споживає електродвигун зерноочисної машини із мережі, за інструкцією по експлуатації інерційного сепаратора $N_c = 1,1$ кВт;

η – нормативний коефіцієнт корисної дії електродвигуна, для зерноочисних машин загального призначення $\eta = 0,8...0,94$;

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$\cos \varphi$ – встановлений коефіцієнт потужності електродвигуна ЗОМ,
 $\cos \varphi = 0,8 \dots 0,9$.

$$N_c = \frac{1,1}{0,9 \cdot 0,85} = 1,44 \text{ кВт.}$$

Розрахуємо силу струму, яку має споживати електродвигун зерноочисної машини із трьохфазної мережі змінного струму за відомою залежністю [9]

$$I = 1000 \cdot \frac{N_c}{U \cdot \sqrt{3}},$$

де N_c – знайдена вище потужність, що її споживає двигун зерноочисної машини із мережі, кВт;

U – напруга в тій мережі із якої живиться електродвигун зерноочисної машини, В.

Після підстановки даних отримаємо:

$$I = 1000 \cdot \frac{1,44}{380 \cdot \sqrt{3}} = 2,19 \text{ А.}$$

Розрахуємо витрати праці на виконання одиниці роботи по проведенню очисних операцій із соєю, маємо

$$Z_n^o = \frac{1}{2} = 0,5 \text{ люд.-год./т.}$$

Після проведених розрахунків можемо розрахувати заплановані витрати праці на очищення всього зібраного врожаю сої в господарстві. Це можна провести за такою формулою:

$$Z_n = B_z \cdot Z_n^o.$$

Підставимо у останню формулу знайдені раніше значення, отримаємо витрати праці на очищення всього зібраного врожаю сої

$$Z_n = 397,75 \cdot 0,5 = 198,88 \text{ людино годин.}$$

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3. Підготовка зерноочисної машини до роботи та оцінка якості проведених операцій

Зерноочисна машина прямооточного типу ІПС, яку планується використовувати в базовому господарстві для очищення насіння сої є стаціонарним агрегатом, а повітряний потік в цій машині циркулює за замкненою схемою циркуляції повітряного потоку. Отже, при експлуатації такого прямооточного сепаратора слід додатково використовувати завантажувач, який може бути ковшового, шнекового чи будь-якого іншого типу.

Ще до початку роботи інерційної машини в господарських умовах слід провести деякі підготовчі операції, серед яких:

- провести перевірку фізичної наявності, їх фізичного стану і придатності до проведення зерноочисних операцій необхідних інструментів, додаткових пристроїв і інших приладів, що можуть використовуватися під час здійснення технологічного процесу очищення сої;
- усунути будь-які перешкоди, що можуть ускладнити перебіг проведення операції виділення домішок із зерна сої, створити такі умови роботи, при яких відомі перешкоди для перебігу технологічного процесу не будуть виникати у майбутньому;
- здійснити перевірку дійсного технічного стану сільськогосподарських агрегатів, що задіяні в проведенні зерноочисних робіт;
- комплексно провести передбачене інструкцією із експлуатації щозмінне технічне обслуговування та технологічне налаштування зерноочисного обладнання.

Для виконання вимог відносно створення безпечних умов роботи із зерноочисним обладнанням на етапі очищення насіння сої варто перевірити наступне:

- справність і наявність занулення і заземлення зерноочисної машини прямооточного типу;

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- наявність існуючих пошкоджень електричного обладнання, такого як вимикачів, дротів, звукової і світлової сигналізації, щитка керування сепаратором тощо;
- оцінити технічний стан всіх механізмів прямоочної зерноочисної машини, що обертаються, такі як механізм приводу, перевірити наявність та справність захисних огорожень, кожухів на цих механізмах;
- наявність, технічний стан і комплектність передбачених засобів пожежогасіння та інших протипожежних засобів.

Після проведення перевірки повноти комплектності зерноочисної машини прямоочного типу і стану та наявності всього потрібного додаткового обладнання запускають в роботу агрегат та проводять пробну очистку насіння сої. Під час цього пробного очищення зібраного врожаю проводять контроль якісних показників і стабільності та режимів роботи зерноочисної машини. За результатами цього пробного очищення сої оцінюють якісні показники роботи та за потреби проводять додаткові корегуючі регулювання.

Серед якісних показників роботи зерноочисного обладнання найбільш вагомим є ефект очищення насіння сої, чіткість сепарації і кількість повноцінного зерна сої, що травмувалося під час проходження через робочі органи і співдотику із конструктивними елементами зерноочисної машини.

Для того, щоб визначити ефект очищення та чіткість сепарації при очищенні сої в господарстві слід провести виділення компонентів зерноsumіші та виділених домішок за класичною методикою на парусному класифікаторі [11]. Після проведення оцінки якості роботи можна скористатися відомими залежностями для розрахунку фізичного значення показників якості:

$$\varepsilon = \frac{П - В}{Д} \cdot 100\% ;$$

$$z = \frac{В}{П} \cdot 100\% ,$$

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де Π – вагова кількість легкої компоненти, що виділена із суміші сої потоком повітря, кг;

$\mathcal{D}$ – початкова кількість (за вагою) вихідних домішок у зібраному врожаю сої, кг;

B – загальна вага повноцінного насіння сої, що виділилося повітряним потоком у відходи, кг.

За чинними вимогами ефективність очищення насіння сої для попереднього очищення має бути в районі 70%, за умови, що чіткість сепарації не перевищує 5% [12].

Фізичне травмування насіння сої, що проявляється у вигляді ушкодження оболонки чи самого ендосперму насінини контролюють візуальними методами. Для проведення візуальної оцінки на практиці найчастіше використовують різні оптичні пристосування, наприклад мікроскоп або хоча б лупу. Варто зазначити, що механічні пошкодження врожаю в результаті проходження крізь робочі органи зерноочисної машини прямооточного типу не допускається.

3.4. Розробка вдосконаленої технологічної карти вирощування сої в господарських умовах

Керуючись наведеною вище інформацією та використовуючи наведені міркування і розрахунки внесені окремі зміни в базову технологічну карту вирощування сої. Вдосконалену технологічну карту, що рекомендується використовувати у базовому господарстві зведено до таблиці 2.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2

Вдосконалена технологічна карта вирощування сої в умовах господарства

№ п/п	Найменування операції	Склад агрегату	
		трактор	машина
1	2	3	4
Основний обробіток ґрунту			
1	Лущення стерні	Т-150К	ЛДГ-15
2	Навантажування мін. добрив.	ЮМЗ-6Л	ПГ-0,3
3	Внесення мін. добрив.	Т-150К	МВУ-100
4	Глибока оранка	Т-150К	ПЛН-5-35
5	Боронування зябу	Т-150К	СГ-21 БЗСС-1,0
Передпосівний обробіток ґрунту та сівба			
6	Культивація зябу	Т-150К	С-11У КПСІ-4
7	Передпосівна культивация	Т-150К	АКГ-6
8	Транспортування води	ЮМЗ-6Л	ВР-3М
9	Внесення гербіцидів	МТЗ-82	ОП-2000-2-01
10	Сівба інокульованого насіння, 100 кг/га	МТЗ-80	ССТ-12В
Догляд за посівами			
11	Боронування сходів поперек сівби	Т-150К	СГ-21, БЗСС-1,0
12	Внесення страхових гербіцидів (при потребі)	МТЗ-82	ОП-2000-2-01
13	Рихлення міжрядь	МТЗ-80	УСМК-5,4
Збирання врожаю та попереднє очищення			
14	Пряме комбайнування		Дон-1500Б
15	Транспортування зерна		КАМАЗ-5510
16	Післязбиральне очищення		ПС-2

Отже, при виконанні даного розділу кваліфікаційної роботи комплексно проведено аналіз значимості сої як сільськогосподарської культури та існуючої типової технології її вирощування у господарстві із переліком необхідного технічного забезпечення. Сконцентровано увагу на етапі післязбирального очищення цієї культури та розроблено вдосконалену технологічну карту із врахуванням проведених розрахунків.

4. Інженерна частина

4.1. Опис зерноочисного обладнання

Для проведення очищення насіння сої в господарстві використовується зерноочисна машина інерційного типу. Такий прямоточний сепаратор ПС-2 є стаціонарною машиною, яка складається із передньої та задньої рамок, до яких фіксуються передня та задні стінки зерноочисної машини. Ці стінки з'єднані між собою системою кожухів, формуючи при цьому між стінками пневмосистему зерноочисної машини. У цьому просторі між стінками прямоточного сепаратора виконано похилі площини для подачі насіння сої до пневмосепаруючих каналів, пруткове підсівне решето, осадові камери, ежектор, лотки для виведення виділених домішок із зібраного врожаю тощо.

Крім перелічених конструктивних елементів між стінками зерноочисної машини на осях закріплюються заслінки, верхній та нижній сектори та ряд клапанів, які слугують перешкодами для виведення отриманих домішок самоплином під час очищення насіння сої. Внизу передньої стінки прямоточного сепаратора монтується люк для доступу до внутрішніх елементів зерноочисної машини.

Між стінками машини внизу повітряно-решітного модуля, під нижнім відсікачем встановлюється щіточний барабан. Цей барабан є комбінованим робочим органом, що виконує ряд функцій, серед яких – створення потоку повітря у пневмосистемі, пересування за рахунок контакту із щіткам

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зернового матеріалу сої по прутковому підсівному решету і вивантаження очищеної сої із машини використовуючи сили інерції.

Привід щітчного барабану здійснюється від електродвигуна, що встановлюється на рамці в задній частині прямоточного сепаратора. Ця рамка приєднується до верхньої полиці стояка заднього саме на валу цього електродвигуна встановлюється щітчний барабан. З протилежної сторони підведення насіння сої на очищення в районі пруткового підсівного решета виконується за дотичною порожнинний канал, який служить для відвантаження очищеної сої із прямоточного сепаратора використовуючи інерційні сили. Нижче пруткового підсівного решета монтується лоток для збору дрібних домішок, що виділилися на решітній частині зерноочисної машини. Загальна принципова схема прямоточної зерноочисної машини наведена на рис. 3.

Працює зерноочисна машина прямоточного типу таким чином. Насіння сої після того, як завантажується на очищення в приймальний бункер 1 після відкриття регулювальної заслінки 2 очищується від крупних домішок на решеті 3. Після цього зерновий матеріал сої потрапляє в бункер-накопичувач 4. В цьому бункері соя може накопичуватися і після відкриття важелем 5 регулювальної заслінки 7 зерновий матеріал вводиться на очищення в похилий пневмосепаруючий канал у якому легкі домішки виводяться до верхнього лотка легких домішок 14. Насіння сої, що очистилося від легких домішок в похилому каналі першого очищення за рахунок напрямника 13 спрямовується до другого пневмосепаруючого каналу.

Для регулювання повноти виділення легких домішок повітряним потоком служать регулювальні заслінки 11, які керуються оператором вручну. Для того, щоб був створений повітряний потік, який є джерелом розділення в пневмосистемі прямоточної зерноочисної машини, щітки щітчного барабану 18, обертаються із певною швидкістю. Цей же щітчний барабан, окрім створення повітряного потоку, забезпечує захоплення вже очищеного від

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

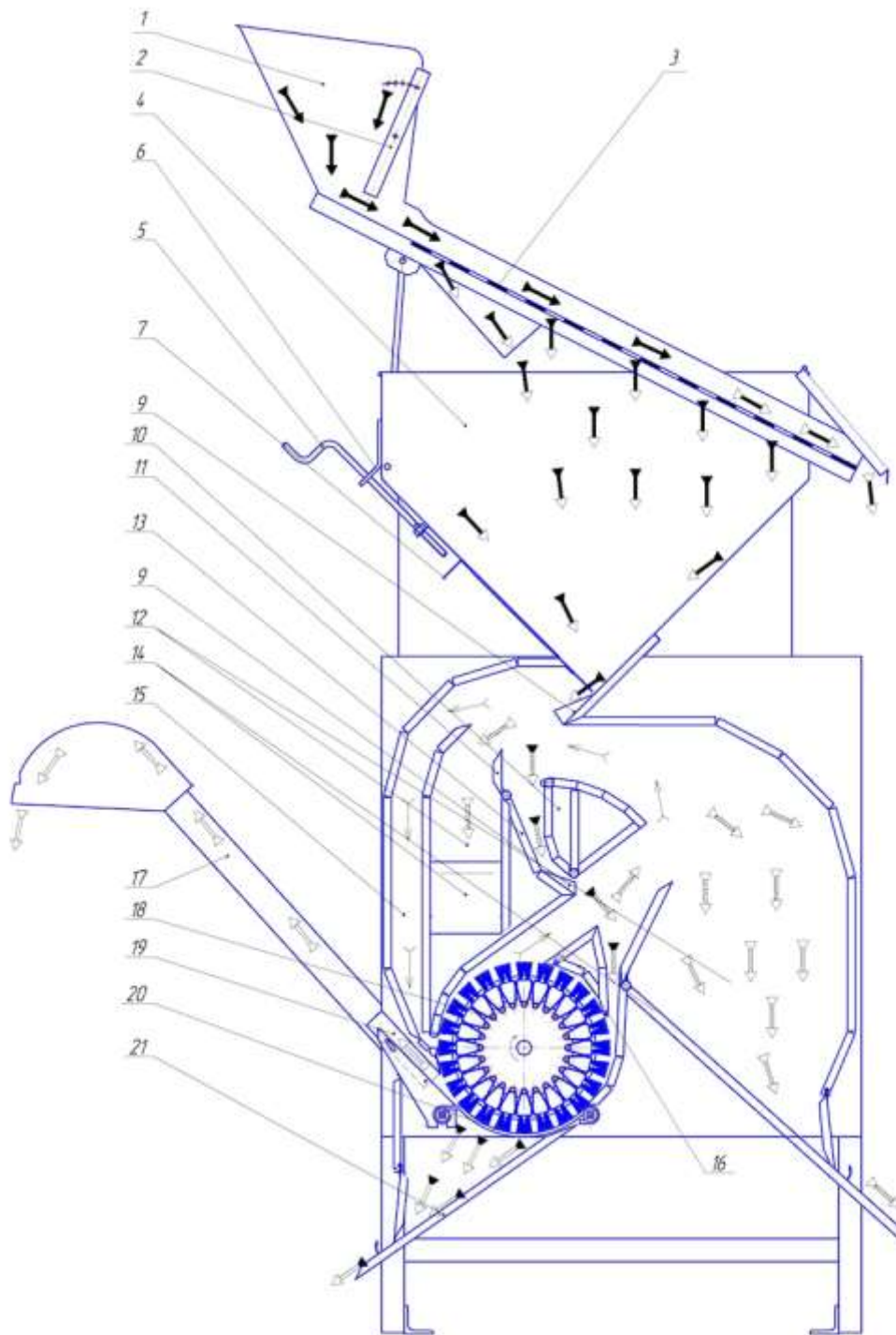


Рис. 3. Принципова схема прямооточної зерноочисної машини ППС-2:
 1 – приймальний бункер; 2 – регулювальна заслінка; 3 – решето крупних
 домішок; 4 – накопичувальний бункер; 5 – важіль; 6 – регулювальна
 заслінка; 7 – заслінка; 8 – багатоструменевий ділильник;
 9 – похилий повітряний канал; 10 – верхній сектор; 11 – заслінка;
 12 – осадові камери легких домішок; 13 – напрямник; 14 – лотки виводу
 легких домішок; 15 – реперкуляційний канал ежектора; 16 – нижній сектор
 17 – відвантажувач; 18 – піточний барабан; 19 – канал виведення
 очищеного зерна; 20 – пруткове решето; 21 – лоток дрібних домішок

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВСЗО 00.000 ПЗ

Арк.

36

легких домішок насіння сої, транспортування повноцінного насіння по прутковому підсівному решету 20, що дає змогу очистити зернову суміш від дрібних домішок на цьому решету та використовуючи інерційні сили забезпечує відвантаження сої у рукав відвантажувач 17. При русі сої по підсівному решеті 20, дрібні частки виділяються крізь отвори цього решета і направляються в лоток 21. Повітряна сепарація циркулює за замкненим циклом, що забезпечує рециркуляційний канал 15 та ежектор. Така схема дозволяє замкнути повітряний потік в середині пневмосистеми.

Загальна продуктивність прямоочної зерноочисної машини регулюється заслінкою 7. На відміну від серійної ЗОМ зерновий матеріал сої безпосередньо перед його введенням в активну зону очищення повітряним потоком розділяється на окремі струмені багатоструменевим ділильником 8. Це пристосування дозволяє пасивно розділити зерновий потік сої на окремі струмені, при введенні яких на очищення суттєво поліпшується процес виділення домішок та знижується ймовірність негативного перерозподілу поля швидкостей робочого повітряного потоку. Всі домішки, які виділилися зерноочисною машиною за допомогою лотків і приймальників після відкриття відповідних заслінок видаляються із прямоочного зерноочисного агрегату.

Запропонована для попереднього очищення насіння сої прямоочна зерноочисна машина загалом призначена для проведення попереднього і первинного очищення усіх без виключення зернових, більшості технічних та круп'яних культур. Варто відмітити, що особливістю такої прямоочної зерноочисної машини є те, що разом із очищенням сільськогосподарське зерно і насіння, в даному випадку насіння сої може завантажуватися у мішки або ж спрямовуватися у необхідні ємності.

4.2. Технологічні розрахунки прямоочної зерноочисної машини

Зерноочисна машина прямоочного типу ІПС очищує насіння сої послідовно в першому та другому пневмосепаруючому каналу, причому це все відбувається в межах пневмосепаруючої системи машини замкненого типу.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відомо, що на основі рівняння нерозривності потоку та збереження енергії можна стверджувати, що загальні витрати повітря W є однаковими по будь-якому перерізі, в замкненій пневмосистемі прямоочної машини, що описується рівнянням [13]:

$$W_1 = W_2 = \dots = W_n = W.$$

Якщо витрати повітря виразити через площу перерізу пневмосистеми в конкретній зоні і швидкість повітряного потоку останнє рівняння набуде такого вигляду:

$$S_1 \cdot V_{n1} = S_2 \cdot V_{n2} = \dots = S_n \cdot V_{nn} = S \cdot V_n,$$

де $W_1; W_2; W_n; W$ – значення витрат повітря по конкретним робочим перерізам, м³/год;

S – площа поперечного перерізу в конкретній зоні пневмосистеми зерноочисної машини, м²;

V_n – значення швидкості повітряного потоку в кожному із обраних перерізів, м/с.

Варто відмітити, що для подальших розрахунків прийняли, що W це витрати повітря в районі вихідного вікна щіточного барабану, W_1 це витрати повітря в першому пневмосепаруючому каналі а W_2 відповідно витрати повітря в другому пневмосепаруючому каналі.

З тією метою, щоб створити необхідні умови для якісної роботи першого пневмосепаруючого каналу потрібно, щоб в ньому відбувалося виділення легких домішок повітряним потоком, що рухається в цьому каналі зі швидкістю

$$V_{n1} = 0,7 \cdot V_{vit},$$

де V_{vit} – фактичне значення швидкості витання, для насіння сої, за інформацією, що наведена в таблиці 1 ця швидкість становить $V_{vit} = 16$ м/с.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тоді швидкість повітряного потоку в першому пневмосепаруючому каналі дорівнює

$$V_{n1} = 0,7 \cdot 16 = 11,2 \text{ м/с.}$$

Для другого пневмосепаруючого каналу прямооточної зерноочисної машини із замкненим циклом циркуляції повітряного потоку швидкість повітряного потоку в робочому перерізі дорівнює:

$$V_{n2} = 0,9 \cdot V_{\text{вст}}.$$

Що в числовому значенні становить:

$$V_{n2} = 0,9 \cdot 16 = 14,4 \text{ м/с.}$$

Так як повітряна система прямооточної зерноочисної машини під час очищення сої працює в парі з решітною очисткою приймаємо, що ширина першого та другого пневмосепаруючого каналу відповідає ширині пруткового підсівного решета і дорівнює $B = 100 \text{ мм}$.

В свою чергу відомо [12], що глибина пневмосепаруючого каналу зерноочисних машин може бути розрахована використовуючи відому емпіричну залежність, що має вигляд:

$$C = \frac{q_b + 1350 \cdot \eta - 1135}{22,7 - 27 \cdot \eta},$$

де q_b – значення питомого зернового навантаження на пневмосепаруючий канал зерноочисної машини, $\text{кг/дм} \cdot \text{год}$;

η – значення повноти розділення компонентів насіння сої, оскільки соя проходить попереднє очищення, то $\eta = 0,6 \dots 0,7$.

Розрахуємо питоме зернове навантаження насіння сої на одиницю ширини пневмосепаруючого каналу за формулою [13]:

$$q_b = \frac{Q}{B \cdot i} = \frac{2000}{1 \cdot 2} = 1000 \text{ кг/дм} \cdot \text{год},$$

де Q – встановлена годинна продуктивність зерноочисної машини при очищенні сої, кг/год ;

B – ширина пневмосепаруючого каналу в зоні очищення сої, дм ;

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

i – сумарна кількість послідовних пневмосепаруючих каналів в пневмосистемі прямої зерноочисної машини, шт.

Згідно із експериментальними даними та рекомендаціями [10, 11, 12] значення максимального питомого зернового навантаження для пневмосистем зерноочисних машин загального призначення не має бути більшим за 1500 кг/дм³·год. Таким чином, проведені розрахунки підтверджують працездатність пневмосистеми прямої зерноочисної машини при повітряному очищенні нею насіння сої.

Із врахуванням приведених вище параметрів, можемо знайти розрахункове значення глибини пневмосепаруючого каналу зерноочисної машини

$$C = \frac{1000 + 1350 \cdot 0,7 - 1135}{22,7 - 27 \cdot 0,7} = 213 \text{ мм.}$$

Збільшуємо отримане значення глибини пневмоканалу та конструктивно приймаємо, що глибина $C = 215$ мм.

Крім цього, конструктивно виконуємо задню стінку пневмосепаруючого каналу другого очищення регульованою, що дозволить змінювати глибину активної зони пневмоканалу в певних межах i , відповідно дозволить регулювати якість виділення легких домішок та за рахунок збільшення діапазону швидкостей повітряного потоку розширити сфери використання такої прямої зерноочисної машини на інші сільськогосподарські культури.

Після визначення робочої швидкості потоку повітря та розрахунку основних розмірів і параметрів пневмосепаруючої системи можемо знайти дійсні витрати повітряного потоку за формулою:

$$W_1 = 3600 \cdot B \cdot C \cdot V_{n1};$$

$$W_1 = 3600 \cdot 0,1 \cdot 0,215 \cdot 11,2 = 866,88 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Враховуючи наведені вище закони збереження енергії та нерозривності повітряного потоку в межах пневмосистеми прямої зерноочисної

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

машини розрахуємо параметри пневмосепаруючого каналу другого очищення, враховуючи необхідну робочу швидкість повітряного потоку в ньому на рівні $V_{n2} = 14,4$ м/с.

Очевидно, що можна записати:

$$W_1 = W_2 = S_1 \cdot V_1 = S_2 \cdot V_2 = 3600 \cdot B_1 \cdot C_1 \cdot V_1 = 3600 \cdot B_2 \cdot C_2 \cdot V_2.$$

Таким чином є справедливою залежність витрат від параметрів і режимів роботи пневмосепаруючого каналу другої очистки у вигляді:

$$W_1 = 3600 \cdot B_2 \cdot C_2 \cdot V_{n2}.$$

Остання формула дозволяє визначити глибину другого пневмосепаруючого каналу

$$C_2 = \frac{W_1}{3600 \cdot B_2 \cdot V_2} = \frac{866,88}{3600 \cdot 0,1 \cdot 14,4} = \frac{866,88}{5184} = 0,167 \text{ м} \approx 170 \text{ мм}.$$

Таким чином, проведені розрахунки дозволяють обґрунтувати параметри і режими роботи замкненої пневмосистеми прямооточної зерноочисної машини при очищенні насіння сої. Раціональними параметрами пневмосистеми є:

- параметри пневмосепаруючого каналу першого очищення $0,1 \text{ м} \times 0,215 \text{ м}$;
- параметри пневмосепаруючого каналу другого очищення – $0,1 \text{ м} \times 0,17 \text{ м}$;
- значення дійсного питомого зернового навантаження на одиницю довжини каналу при очищенні насіння сої – $1000 \text{ кг/дм} \cdot \text{год}$;
- дійсні витрати повітряного потоку через пневмосистему прямооточної зерноочисної машини – $866,88 \text{ м}^3/\text{год}$;
- швидкість повітряного потоку в робочому перерізі першого пневмосепаруючого каналу $V_{n1} = 11,2 \text{ м/с}$;
- швидкість повітряного потоку в робочому перерізі другого пневмосепаруючого каналу $V_{n2} = 14,4 \text{ м/с}$;
- повнота виділення домішок із вихідної суміші насіння сої – не менше $0,7$.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3. Технологічні розрахунки щітчного барабану

Повітряний потік в інерційній зерноочисній машині типу ПС створює багатофункціональний робочий орган – щітчний барабан (рис. 3.3). Цей робочий орган крім функції створення потоку повітря забезпечує рух насіння сої по прутковому підсівному решеті та очищення цієї сої від дрібних домішок на решеті. З рештою щітчний барабан захоплює очищену сою своїми щітками та за рахунок інерційних сил відвантажують очищене насіння із зерноочисної машини.

Як джерело потоку повітря у пневмосистемі щітчний вентилятор має створювати заданий повітряний потік як за показниками його витрат так і за швидкісними показниками. Щоб визначити сумарну масу повітря, яке буде витіснятися щітками барабану можна використати відому залежність [13]:

$$m_n = \gamma \cdot S_{\text{лп}} \cdot i \cdot V_{\text{л}},$$

де γ – щільність повітряного потоку, що циркулює в пневмосистемі зерноочисної машини, $\gamma = 1,2 \text{ кг/м}^3$;

$S_{\text{лп}}$ – площа лобової частини кожної щітки барабану, м^2 ;

i – безпосередня кількість щіток на барабані, що створюють повітряний потік, шт;

$V_{\text{л}}$ – швидкість руху (лінійна швидкість) лобової площини кожної щітки при обертанні барабану, м/с .

Щоб визначити основні параметри щітки барабану (рис. 4), зокрема площу кожної щітки можна використати елементарну залежність для визначення площі:

$$S_{\text{лп}} = a \cdot b,$$

де a – фактична довжина щітки барабану, яка є рівною довжині щітчного барабану, м

$$a = B = 0,1 \text{ м.}$$

b – висота щіток барабану, яка задається умовою роботи пруткового підсівного решета, і за [14], раціональні значення цього параметру $b = 0,05$ м.

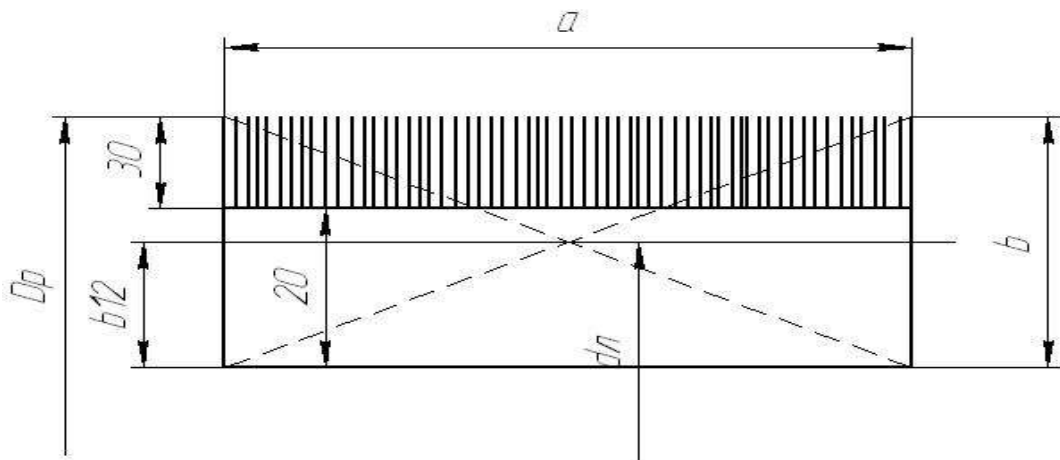


Рис. 4. Схема до визначення параметрів щіток барабану

Виходячи із наведених параметрів щіток, площа лобової частини кожної щітки становить:

$$S_{лн} = 0,1 \cdot 0,05 = 0,005 \text{ м}^2.$$

Для того, щоб визначитися із кількістю щіток варто врахувати не тільки структуру повітряного потоку, а й безперервну і стійку роботу пруткового підсівного решета та вивантаження очищеної сої із прямооточної зерноочисної машини. Проведені попередні дослідження [14] дозволяють встановити, що для рівномірної роботи даного робочого органу у всіх його якостях потрібно щоб на барабані було встановлено 24 щітки.

Щоб оцінити швидкість повітряного потоку, який створюється щітками барабану потрібно спочатку розрахувати частоту обертання барабану. Це можемо зробити таким чином:

$$\omega_p = \frac{\pi \cdot n_p}{30} = \frac{3,14 \cdot 1400}{30} = 146,5 \text{ рад/с.}$$

Знайдемо розрахункове значення радіусу лобової площини щітки барабану (рис.) за формулою:

$$r_{л} = \frac{d_{л}}{2} = \frac{1}{2} \cdot (D_p - b) = \frac{1}{2} \cdot (0,25 - 0,05) = 0,1 \text{ м.}$$

Виходячи з цього, лінійна швидкість щіток барабану дорівнює:

$$V_l = \omega_p \cdot r_l = 146,5 \cdot 0,1 = 14,65 \text{ м/с.}$$

Проведені розрахунки дозволяють визначити масу повітря, яку буде створювати щіточний барабан

$$m_n = 1,2 \cdot 0,005 \cdot 24 \cdot 14,65 = 2,11 \text{ кг.}$$

Щоб щіточний барабан працював в усталеному режимі і створював рівномірний повітряний потік проведемо розрахунок показника кінематичного режиму цього робочого органу за формулою [15]

$$K = \frac{\omega^2 \cdot R_p}{g} = \frac{146,5^2 \cdot 0,125}{9,81} = 273,5.$$

Швидкість повітряного потоку, з якою кожна щітка барабану буде його створювати є пропорційною до лінійної швидкості щіток. Це можна описати залежністю

$$V_{пов} = \xi \cdot V_l,$$

де ξ – коефіцієнт пропорційності, що має прямий взаємозв'язок із показником кінематичного режиму барабану та фактичної кількості щіток на цьому робочому органі.

Відомо [16, 17], що для показника кінематичного режиму щіточного барабану, який дорівнює $K = 273,5$ та при загальній кількості щіток на барабані 24 штуки, описаний вище коефіцієнт пропорційності дорівнює $\xi = 0,93$. Враховуючи ц маємо:

$$V_{пов} = 0,94 \cdot 14,65 = 13,77 \text{ м/с}$$

Отже, проведені розрахунки і обґрунтування дозволяють стверджувати, що щіточний барабан діаметром 250 мм, який працює 24 щітками із частотою обертання 1400 об/хв створює повітряний потік достатньої рівномірності із швидкістю його руху у вихідному вікні на рівні 13,77 м/с. Така швидкість потоку є достатньою для розділення повітряним потоком насіння сої, а щітки, що мають висоту 50 мм та довжину 100 мм є працездатними у якості основних елементів щіточного барабану.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.4. Енергетичний розрахунок прямоочної зерноочисної машини

Для того, щоб розрахувати потужність яку потрібно затратити для забезпечення роботи щітчного барабану можна використати залежність:

$$N = N_1 + N_2,$$

де N_1 – потужність двигуна, яку потрібно витратити для того, щоб створити повітряний потік заданої характеристики і додатково витрачається на подолання опорів (шкідливих), кВт;

N_2 – та потужність, що витрачається на пересування насіння сої по підсівному решеті та вивантаження очищеної сої за рахунок інерційних сил із прямоочної зерноочисної машини, кВт.

Для визначення першої складової потужності можна скористатися рівнянням:

$$N_1 = A \cdot \omega + B \cdot \omega^3,$$

де $A \cdot \omega$ – складова, яка визначає потужність необхідну для подолання опорів системи (шкідливих);

$B \cdot \omega^3$ – складова, що визначає потужність яку потрібно затратити для створення повітряного потоку необхідної характеристики.

Розрахуємо коефіцієнт A , використовуючи відому формулу:

$$A = R \cdot \psi \cdot \rho,$$

де R – приведена сума реакцій в опорах, Н;

ψ – значення коефіцієнту тертя;

ρ – радіус цапфи робочого органу, м.

Враховуючи те, що щітчний барабан працює на опорах із підшипниками кочення, за [18] можна прийняти $\rho \cdot \psi = 0,00015$ м., а сума реакцій в опорах із достатньою точністю для розрахунків приймемо $R = 400$ Н.

Тоді шуканий коефіцієнт дорівнює:

$$A = 0,00015 \cdot 400 = 0,06 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для розрахунку коефіцієнту B потрібно скористатися формулою:

$$B = \frac{\gamma_{II} \cdot F \cdot i \cdot \varepsilon^2 \cdot r_{II}^3}{2g} = \frac{1,2 \cdot 0,055 \cdot 24 \cdot 0,58^2 \cdot 0,1^3}{2 \cdot 9,81} = 2,7 \cdot 10^{-5}.$$

Враховуючи знайдені коефіцієнти розрахуємо потужність, яка витрачається на створення повітряного потоку

$$N = 0,06 \cdot 146,5 + 2,7 \cdot 10^{-5} \cdot 146,5^3 = 94 \text{ Вт}$$

Та потужність N_2 , що затрачається для руху насіння сої по прутковому підсівному решеті та відвантаження сої після очищення із зерноочисної машини була визначена під час дослідження роботи подібних машин експериментальними методами [14...16]. Доведено, що для пневмосистеми замкнутого типу в якій $B = 100$ мм, при питомому зерновому навантаженні матеріалу на рівні $q = 1000$ кг/дм³·год і показнику кінематичного режиму щітчного барабану $K = 273,5$ потрібна потужність для руху зерна по решету і його відвантаження $N_2 = 830$ Вт.

Таким чином, сумарна потужність, яка дозволяє забезпечити роботу щітчного барабану дорівнює:

$$N = N_1 + N_2 = 94 + 830 = 924 \text{ Вт} = 0,924 \text{ кВт}.$$

Так як комбінований робочий орган щітчний барабан встановлюється на валу електродвигуна додаткова потужність на механізми приводу не витрачається. Для приведення в дію щітчного барабану доцільно використовувати трифазний асинхронний двигун. Зважаючи на необхідність роботи прямої зерноочисної машини в агресивному середовищі і за умов підвищеної вологості краще застосовувати електродвигун обдуваного закритого виконання. Розрахувавши потрібну споживану потужність можемо обрати за характеристиками [18] електродвигун серії 4А, а саме – 4А80В4У3. Цей електродвигун має наступні характеристики: встановлена потужність $N_{дв} = 1,1$ кВт, асинхронна частота обертання обраного двигуна $n_c = 1500$ об/хв. Враховуючи ковзання в двигуні, що дорівнює $S = 3\%$, дійсна

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

номінальна частота обертання електродвигуна механізму приводу щітчного барабану $n_H = 1420$ об/хв.

Таким чином, при виконанні розрахунків і певних обґрунтувань визначені основні конструктивні та технологічні параметри прямоочної зерноочисної машини, яка в базовому господарстві задіяна на технологічних операціях попереднього очищення, зокрема попереднього очищення насіння сої. Визначені особливості роботи і основні параметри комбінованого робочого органу щітчного барабану, описано принцип його роботи, визначені швидкісні робочі параметри замкненої пневмосистеми зерноочисної машини прямоочного типу і проведено вибір електродвигуна виходячи із потрібної потужності, що забезпечить працездатність зерноочисної машини.

5. Охорона праці

Небезпечні та шкідливі чинники, які можуть з певною періодичністю виникати під час експлуатації на току чи в складі господарства зерноочисної машини прямоочного типу наступні.

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники фізичної природи:

- ті частини і механізми зерноочисного обладнання, що рухаються та обертаються (щітчний барабан, решітна частина, завантажувальні механізми тощо);
- вищий за нормативний рівень запилення чи загазовування повітря робочої зони;
- вища за нормативну температура оточуючого повітря в робочій зоні, підвищена чи знижена вологість;
- підвищений рівень вібрації, шуму місці оператора зерноочисної машини;
- небезпечна напруга в електричній мережі зерноочисного обладнання, як правило на ця напруга дорівнює 380/220 В;
- недостача освітлення робочої зони (природнього чи штучного).

Небезпечні та шкідливі виробничі чинники хімічної природи:

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- загальнотоксичні чинники, що можуть діяти через контакт подразника із шкірою, так під час ремонту та обслуговування зерноочисного обладнання використовуються різноманітні оливи, солідол, розчинники тощо.

Для захисту працюючих від шкідливої дії пилу, персонал, який працює із зерноочисною машиною чи її обслуговує повинен бути забезпеченим засобами індивідуального захисту. Це такі засоби, що захищають від запилення, наприклад респіратори У-2К, ТУ 1622 або хоча б марлеві пов'язки. Ті приміщення де використовується прямоточна зерноочисна машина мають бути обладнаними потужною та працюючою системою вентиляції.

Для того, щоб забезпечити зниження шуму на зерноочисній машині прямоточного типу потрібно виконати наступне:

- в робочих органах машини та її окремих конструктивних елементах загальне зниження шуму може бути досягнуте через проведення змащення, а також проводити встановлення елементів, які є джерелами шуму на спеціальні шумопоглинаючі пружинні прокладки;
- робоча зона зерноочисної машини з рівнем шуму 80 дБа і більше повинна позначатися знаками небезпеки.

В комплекті із прямоточною зерноочисною машиною передбачаються таблички із надписами «Обслуговування і ремонт виконувати при відключених рубильниках», «Відкрито», «Закрито» та ін.

На кожуху щітчного барабану, електродвигуну приводу яскравою фарбою наносяться стрілки, що вказують напрямок обертання цих елементів.

Для створення сприятливих умов під час очищення приймальних камер від відходів очистки на машині встановлюються спеціальні люки, доступ до яких є зручним і які легко відкриваються.

Електричний блок керування має бути встановленим в зручному місці, та конструктивно має бути передбачений захисний пристрій аварійного відімкнення прямоточної зерноочисної машини у випадку поломки.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

6. Висновок

Під час виконання кваліфікаційної роботи бакалавра комплексно проаналізовано процес виробництва сої в господарських умовах. Проведені розрахунки окремих етапів технологічного процесу та оцінено технічне забезпечення всіх етапів технології виробництва сої. Підтверджена доцільність швидкого і ефективного проведення очищення сої на токах господарств. Для цього найкраще використовувати зерноочисні машини загального призначення, наприклад такі зерноочисні машини нового типу із прямооточною замкненою пневмосистемою типу ІПС.

В ході виконання інженерної частини роботи проведені розрахунки і певні обґрунтування, які дозволяють визначити основні конструктивні та технологічні параметри прямооточної зерноочисної машини. Визначені особливості роботи і основні параметри комбінованого робочого органу щітчного барабану, описано принцип його роботи, визначені швидкісні робочі параметри замкненої пневмосистеми зерноочисної машини прямооточного типу і проведено вибір електродвигуна виходячи із потрібної потужності, що забезпечить працездатність зерноочисної машини.

Проаналізовані шкідливі і небезпечні чинники, що можуть супроводжувати процес очищення сої вдосконаленою зерноочисною машиною прямооточного типу та окреслені окремі заходи, які дозволяють усунути наявні загрози.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 58 с.
2. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
3. Складові технології вирощування сої: навчальний посібник / Господаренко Г., Бахмат О., Прокопчук І. та ін. – Умань, 2019. – 208 с.
4. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
5. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
6. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
7. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.
8. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – Київ : Аграрна наука, 2012. – 416 с.
9. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
10. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
11. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

12. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
13. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
14. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / за ред. Черновола М.І. – К.; Фенікс, 2007. – 432 с.
15. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.]; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
16. Розробка нової конструкції пневморешітної зерноочисної машини. Том. 1. Обґрунтування параметрів транспортера-сепаратора. Монографія / В.М. Сало, С.М. Мороз, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, Д.І. Петренко – Кіровоград: Видавець Лисенко В.Ф., 2014 – 108 с.
17. Васильковський М.І. Обґрунтування основних параметрів замкненої двохступеневої пневмосепаруючої системи ЗОМ / М.І. Васильковський, О.М. Васильковський, С.М. Лещенко // Вісник Харківського національного технічного університету ім. П. Василенка. – Харків, 2007. – Вип. 59 – С. 177–186.
18. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник. – К.: Вища школа, 1993. – 556 с.
19. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.
20. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

					ВСЗО 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини кваліфікаційної
роботи бакалавра на тему:

Інтенсивна технологія вирощування сої з вдосконаленням зерноочисного відділення

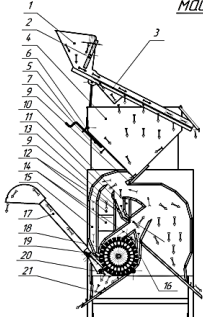
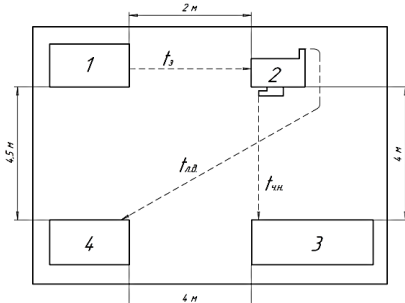
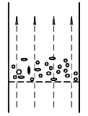
Виконав: ст.гр. АІ-20-ЗСК Олейніченко Дмитро Леонідович

Керівник роботи: доц. Володимир ОНОПА

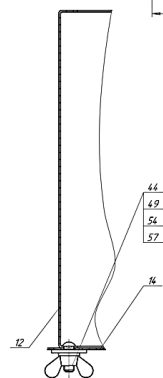
Кропивницький, 2023 р.

Операційно-технологічна карта на повітряно-решітне очищення сої

ВСЗО 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Прямоточна зерноочисна машина: довжина 30М - 0,65 м, висота 30М - 1,2 м. Підготовка 30М до роботи: 1. Привести цозмінний ТО сепаратора, 2. Перевернути стон механізму приводу, 3. Перевернути спадність заземлення та надійність кріплення бугзлів сепаратора	Функціональна схема прямоточної зерноочисної машини  1 - приймальний бункер, 2 - результуюча заслінка, 3 - решето крупних донщиків, 4 - накопичувальний бункер, 5 - вахлик, 6 - результуюча заслінка, 7 - заслінка, 8 - двогострокутний вильник, 9 - лоток для підпоріткового каналу, 10 - верхній сектор, 11 - заслінка, 12 - осадки камери легких донщиків, 13 - напірничок, 14 - лоток відводу легких донщиків, 15 - рециркуляційний канал ежектора, 16 - нижній сектор, 17 - відвантажувач, 18 - лопатковий ротор, 19 - канал відводу очищеного зерна, 20 - пружкова решето, 21 - лоток дрібних донщиків → зерновий матеріал → крупні доншки → вихід очищеного від крупних донщиків → легкі доншки → вихід очищеного від легких донщиків → дрібні доншки → очищене зерно → підпорітний потік
Агротехнічні вимоги	1. Соя повинна відповідати вимогам ГОСТ 10467-76. 2. Вологість повинна становити 11-14 %. 3. Вміст легких донщиків у матеріалі не повинен перевищувати 2,5% 4. Вміст повноцінного зерна сої у відходах не повинен перевищувати 0,2%	
План робочого місця	Показники організації процесу: 1. Продуктивність за цикл - до 25 т 2. Тривалість циклу - 30 хв. 3. Зміна продуктивності агрегату - 14 т 4. Кількість циклів за зміну - 14. 5. Витрати електроенергії - 1,1 кВт. 6. Витрати електроенергії за зміну - 7,7 кВт. 7. Обслуговуючий персонал - 1 чол. 8. Час на завантаження сепаратора $t_{\text{з}}=7$ с; 9. Час на складування чистого насіння сої: $t_{\text{ч}}=9$ с; 10. Час на складування легких донщиків $t_{\text{л}}=12$ с.	Схема робочого місця  1 - майданчик для складання матеріалу; 2 - прямоточна зерноочисна машина ПТС-2; 3 - майданчик для складання очищеної сої; 4 - майданчик для складання легких донщиків.
Контроль за якістю	Перевірку якості сепарації проводити на парусному класификаторі. Показники якості: 1. Чистота зерна 70 %; 2. Чіткість сепарації 2 %; 3. Пошкодження оболонок зерна сої не допускається.	Схема парусного класификатора 

[illegible]



						ВЗ30 00.000 СБ			
Год выпуска	М. выдана	Год	Лист	Подбитно-резиновая зерноочистная машина ИТС-2			Лист	Масса	Мощность
1987	1987						87	12	
Место хранения	Место хранения						Лист	№	Лист
1987	1987								
Место хранения	Место хранения			—			ИТС		
1987	1987						зр. А1-20-3СХ		
				Копировать			Формат А1		

Деталювання окремих елементів зерноочисної машини

