Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., професор
_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ
“___“ _____2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Механізація вирощування ячменю з удосконаленням зерноочисної машини СЗК-25»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-22мб-1
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Люлька Максим Володимирович
«____»_____2025 р.

Керівник роботи
доцент, канд. техн. наук
_____ Володимир ОНОПА
«____»_____2025 р.

Рецензент
доцент, канд. техн. наук
_____ Тимофій РУДЕНКО
«____»_____2025 р.

м. Кропивницький

ЗМІСТ

1. Вступ 5
2. Аналіз існуючої технології вирощування ячменю з обґрунтуванням її інтенсифікації 7
3. Операційна технологія післязбирального очищення ячменю 22
4. Інженерна частина 33
5. Охорона праці 49
6. Висновок 52
Список використаної літератури 53
Додатки 55

1. ВСТУП

Україна займає провідне місце серед виробників сільськогосподарської продукції, зокрема зернових колосових культур, соняшнику, кукурудзи, ріпаку та інших. Завдяки великій площі родючих орних земель, а також наявності сучасної техніки і кваліфікованих фахівців, наша країна має суттєвий потенціал для подальшого зростання обсягів рослинницької продукції. Це, у свою чергу, сприятиме підвищенню рентабельності галузі та розширенню експортних можливостей аграрного сектору.

Для реалізації цього потенціалу вітчизняні науково-дослідні установи активно працюють над створенням і впровадженням високопродуктивних та вдосконалених сортів сільськогосподарських культур, які здатні забезпечити врожайність на рівні 70–100 ц/га. Однак, досягнення таких результатів можливе лише за умови впровадження в господарствах інтенсивних технологій вирощування, використання високопродуктивної техніки, залучення кваліфікованого персоналу, а також оптимізації та точного планування технологічних процесів. Крім того, важливим є зниження витрат на виробництво продукції та впровадження заходів, спрямованих на підвищення ефективності виробництва.

Ключовою метою розвитку аграрного сектору є не лише збільшення виробництва зерна пшениці, ячменю та інших культур, а й отримання якісної та екологічно безпечної продукції з мінімальними витратами. Досягти цього можливо шляхом комплексної механізації усіх технологічних етапів: обробітку ґрунту, внесення добрив, посіву, догляду за посівами, збирання врожаю, його транспортування та післязбиральної обробки.

Запровадження інтенсивної технології у вирощуванні продукції рослинництва передбачає впровадження комплексу науково обґрунтованих, економічно доцільних і взаємопов’язаних методів, технологічних процесів та

агроприйомів. Їх реалізація, за умов застосування сучасного та високоефективного технічного оснащення, дає змогу досягти стабільно високої врожайності сільськогосподарських культур із забезпеченням екологічної чистоти кінцевої продукції. При цьому важливо враховувати біологічні, морфологічні та фізіологічні особливості культур на всіх стадіях їх розвитку, а також потенціал біокліматичних умов регіону та можливості використання засобів хімічного захисту і живлення рослин для забезпечення їх продуктивності та стійкості.

Однією з ключових завершальних ланок у технологічному процесі вирощування зернових культур, зокрема ячменю, виступає стадія післязбиральної обробки. Цей етап забезпечує оперативне та якісне видалення домішок з отриманого врожаю, часткове зменшення вологості збіжжя, що є важливою умовою для тривалого та безпечного зберігання зерна. У результаті це сприяє покращенню якісних характеристик врожаю, підвищенню його товарної цінності та ринкової привабливості.

Отже, основною метою даної кваліфікаційної роботи є проведення аналізу та удосконалення технології вирощування ячменю в умовах господарства з модернізацію зерноочисного агрегату СЗК-25.

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ З ОБҐРУНТУВАННЯМ ЇЇ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ

2.1. Характеристика сільськогосподарської культури ячмінь, її біологічні особливості

Ярий ячмінь (Hordeum sativum Jessen, підвид distichum) (рис. 1) посідає друге місце серед зернових культур за площею посівів в Україні, поступаючись лише озимій пшениці. Така висока популярність культури пояснюється її універсальністю – ячмінь є цінною сировиною для продовольчого, кормового та технічного використання. У харчовій промисловості з нього переважно виготовляють ячмінну та перлову крупи. Завдяки високому вмісту тригліцеридів і токотрієнолів, вживання зерна ярого ячменю позитивно впливає на зниження рівня холестерину в крові.

У виробництві хлібобулочних виробів, зокрема житньо-пшеничного хліба, ячмінне борошно додають у кількості 10–15% до основного борошна. Цільнозернове ячмінне борошно рідко використовується самостійно через низьку якість клейковини, що призводить до недостатньої пористості хліба та його швидкого черствіння. Окрім цього, ячмінь використовується для виготовлення солодових екстрактів, замінників кави та інших продуктів харчування.

Окрему цінність ячмінь має для пивоварної галузі. Найбільш придатними вважаються дворядні сорти з вирівняними за розміром та щільністю зернами. Для якісної сировини важливе дотримання таких показників: вміст крохмалю – 60–70%, білка – в межах 9–12%, екстрактивних речовин – до 78–82%. Також критичне значення має низький рівень плівчастості (не більше 7–10%) та висока енергія проростання насіння – не нижче 95%, що забезпечує стабільність урожайності та якість кінцевої продукції.

Ярий ячмінь має значення і як кормова культура. Один кілограм зерна містить приблизно 1,2 кормових одиниці та понад 100 г перетравного

протеїну, що робить його дуже ефективним порівняно з іншими зерновими. Завдяки високій поживній цінності, ячмінь широко використовується у раціонах тварин різних видів. Зокрема, він надзвичайно ефективний при відгодівлі свиней на бекон, де його частка у складі кормової суміші може досягати 60–70%.

Щодо хімічного складу, зерно ячменю містить 9–12% білка та до 70–75% вуглеводів. Важливо відзначити, що ячмінь є збалансованим за амінокислотним складом кормом, у тому числі містить такі незамінні амінокислоти, як триптофан і лізин, які є дефіцитними в багатьох інших кормах. Таким чином, за кормовими характеристиками ячмінь значно перевершує навіть пшеницю.

Ячмінь є однією з найстаріших культур, що вирощуються людством ще з прадавніх часів. Археологічні свідчення підтверджують, що його вирощування, поряд із пшеницею, велося ще в кам'яну добу. Процес одомашнення ячменю датується приблизно X тисячоліттям до н. е., а першими регіонами його культивації були території сучасних Ірану, Іраку та Туреччини. Поширення ячменю в Європі відбулося з Малої Азії, де вже у IV–III тисячоліттях до нашої ери ця культура почала активно вирощуватись, зокрема й на українських землях.

У глобальному сільському господарстві ячмінь посідає важливе місце, що підтверджується масштабами його посівних площ. Так, у період 2010–2020 років у світі під цією культурою щорічно перебувало від 70 до 72 мільйонів гектарів, що становить приблизно 9–12% загального обсягу посівів. Валовий збір за цей період коливався в межах 140–170 мільйонів тонн, однак середня врожайність залишалася помірною – близько 20–27 центнерів з гектара. До провідних країн за обсягами вирощування ячменю належать Україна (понад 42% площі зернових культур), Білорусь (близько 40%), Німеччина (понад 33%), а також Казахстан і Туреччина, де ця культура займає від 25 до 30% площ зернового посівів.

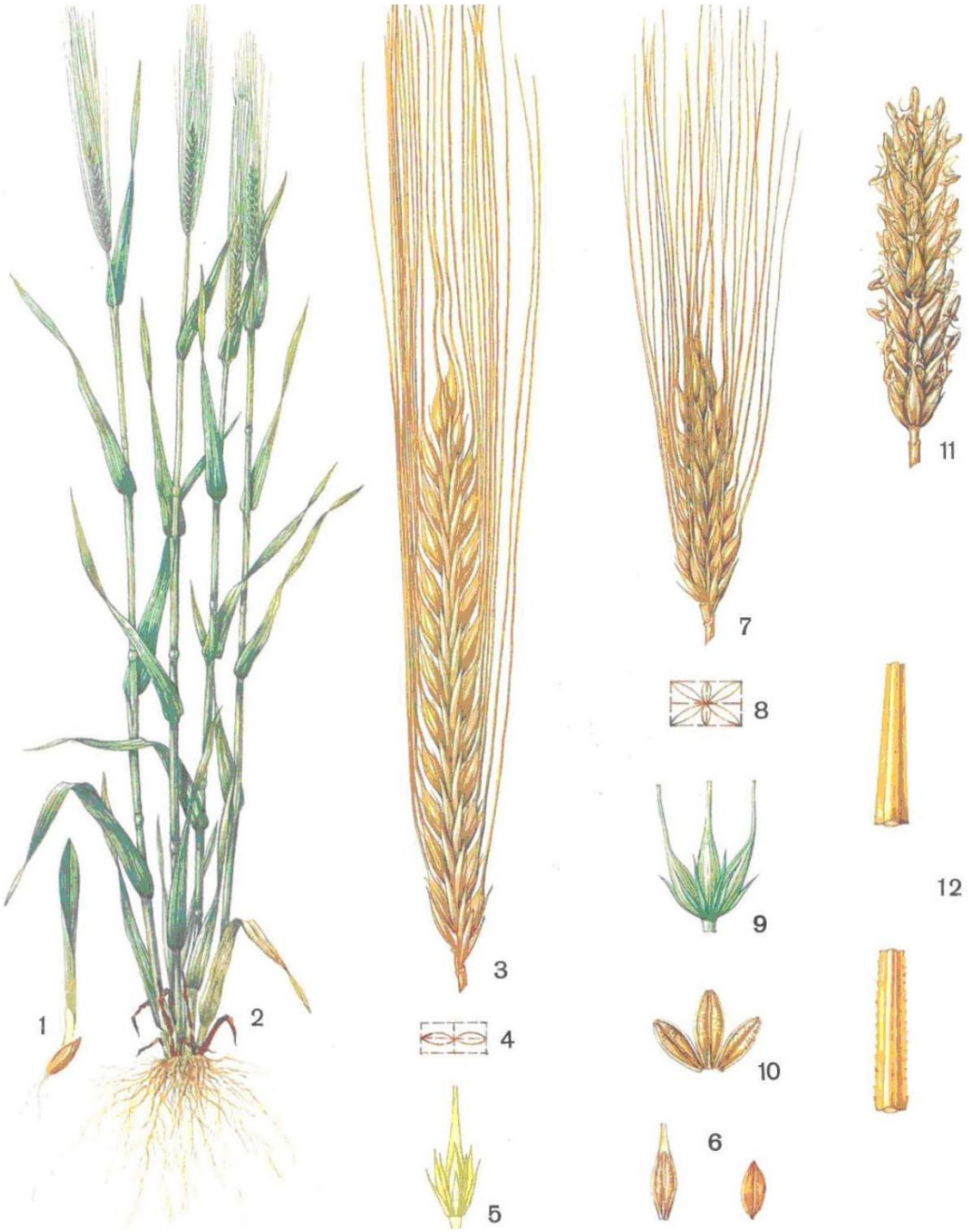

Рис. 1. Сільськогосподарська культура ячмінь:

1 – рослини ячменю у фазі сходження; 2 – рослини ячменю у фазі наливання зерна; 3, 4 – колосок ячменю дворядного та відповідно схема його поперечного перерізу; 5 – колоски ячменю дворядного на уступі стрижня; 6 – зернівка ячменю дворядного у плівці та гола; 7, 8 – колоски ячменю багаторядного та відповідно його поперечний розріз; 9 – колоски багаторядного ячменюна уступі стрижня; 10 – зернівки ячменю багаторядного; 11 – колосок фуражного ячменю; 12 – частина остюка ячменю

Згідно з даними ФАО (Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН), приблизно 45% світового врожаю ячменю спрямовується на переробку в промисловості, близько 10% використовується у пивоварінні, до 15% – для харчових потреб, а ще 16–18% – як корм для сільськогосподарських тварин.

У загальній структурі виробництва зернових культур ячмінь посідає четверту позицію після пшениці, рису та кукурудзи. Водночас, в Україні він є другою за значенням зерновою культурою після озимої пшениці, і нерідко площі під його вирощуванням перевищують 5 мільйонів гектарів. Основними регіонами культивації ячменю в Україні є Степ та Лісостеп, проте завдяки використанню районованих сортів високі врожаї досягаються також в інших агрокліматичних зонах. З-поміж усіх культур групи хлібів ячмінь відзначається стабільною врожайністю. Середній показник урожайності в Україні протягом 2010–2020 років становив 21,5–24,2 ц/га, хоча в окремих господарствах фіксувались показники понад 50–60 ц/га.

Морфо-біологічні властивості ячменю

Ярий ячмінь належить до культур, які не потребують значної кількості тепла для проростання. Насіння здатне проростати вже при температурі +1…+2 °C, однак найбільш сприятливою температурою для цього процесу є +15…+20 °C. Молоді паростки можуть переносити короткочасні заморозки до -3…-4 °C, а деякі морозостійкі сорти здатні витримувати зниження температури до -6 °C. Початок формування генеративних органів відбувається при середньодобовій температурі близько +10…+12 °C. Для формування продуктивного колосу, розвитку кореневої системи та інтенсивного кущіння найсприятливішими є помірно теплі умови – в межах +12…+20 °C. Дослідження показали, що оптимальна температура протягом вегетаційного періоду для забезпечення високої продуктивності ярого ячменю становить близько +18 °C.

Суттєвою перевагою ярого ячменю є його стійкість до високих температур, що зумовлює ефективне вирощування в південних регіонах країни, зокрема в зонах ризикованого землеробства. Серед злакових культур першої та другої групи саме ячмінь найкраще переносить спеку – його рослини здатні витримувати температуру до +38…+40 °C. У таких умовах паростки залишаються життєздатними протягом 25–35 годин, тоді як яра пшениця демонструє порушення роботи паростків вже через 10–17 годин, а овес припиняє ріст через 5 годин спеки.

Стосовно забезпечення вологою, ярий ячмінь є однією з найбільш посухостійких культур. Йому притаманна висока ефективність використання води на створення біомаси. Водночас, на ранніх фазах росту культура вразлива до нестачі вологи через слабо розвинену кореневу систему, що обумовлює необхідність своєчасного проведення сівби. Затримка зі строками сівби навесні може призвести до нерівномірної появи сходів і уповільнення росту в подальших фазах органогенезу.

Варто враховувати, що надлишок вологи також негативно впливає на розвиток рослин. У вологих ґрунтах, особливо за умов високих температур, надмірне кущіння та інтенсивне накопичення біомаси можуть спричинити вилягання посівів. Найкращі результати урожайності досягаються на ґрунтах з високою здатністю утримувати вологу. На ґрунтах із низькою вологозатримуючою здатністю урожайність помітно знижується.

Серед зернових культур ярий ячмінь вирізняється найкоротшим вегетаційним періодом, дозріваючи в середньому протягом 75 діб, що робить його однією з найбільш скоростиглих сільськогосподарських культур.

Коренева система ячменю ярого типу розвинена слабо (рис. 1), тому найкраще ця культура росте на родючих, структурованих, добре окультурених ґрунтах, де поживні елементи знаходяться у формі, легко доступній для рослин. На ґрунтах із надмірною вологістю, недостатньо аерованих або ущільнених, рівень урожайності значно знижується. Негативно впливають на

ріст і розвиток ячменю ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод, легкі піщані ґрунти, а також торфовища із підвищеним рівнем кислотності (pH нижче 6,0). У разі надмірної кислотності середовища (pH близько 3,5) насіння взагалі може не проростати.

Під час вирощування пивоварних сортів ячменю найвищі результати досягаються на чорноземах, темно-сірих і сірих лісових ґрунтах, які переважають у лісостеповій зоні України. Також добрі показники урожайності й якості зерна спостерігаються на дерново-карбонатних ґрунтах. Натомість менш придатними для цієї культури залишаються супіщані, піщані та дерново-підзолисті ґрунти Полісся, а також ґрунти Прикарпаття з підвищеною кислотністю.

У випадку, коли є необхідність вирощувати ярий ячмінь на малопридатних або кислих ґрунтах, доцільним є використання біостимуляторів росту, а також впровадження інтенсивніших методів хімічного догляду за посівами для забезпечення стабільної врожайності.

2.2. Існуюча технологія вирощування ячменю в базовому господарстві, напрямки її інтенсифікації

Однією з характерних особливостей ярого ячменю є слабо розвинена коренева система. У поєднанні з коротким періодом вегетації та високими вимогами до якості обробітку ґрунту це робить культуру особливо чутливою до вибору попередника. Для забезпечення нормального росту і розвитку цієї культури необхідно сіяти її на добре підготовлених, родючих і чистих від бур’янів ділянках, де агротехнічні заходи спрямовані на створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи та самої рослини.

Високі показники врожайності ярого ячменю досягаються за умов його розміщення після таких попередників, як багаторічні та однорічні бобові трави, зернобобові культури, ріпак. Водночас, оскільки ці культури часто використовують як попередники для озимих зернових, у багатьох господарствах Центрального регіону ярий ячмінь вирощують після просапних

культур – кукурудзи, картоплі, цукрових буряків. Ці культури характеризуються інтенсивною агротехнікою, що включає внесення органічних і мінеральних добрив, а також міжрядну обробку, яка дозволяє ефективно боротися з бур'янами й створювати запаси поживних речовин у ґрунті.

Проте останніми роками спостерігається тенденція до скорочення обсягів внесення органічних добрив у сільському господарстві, що негативно впливає на родючість ґрунтів навіть під просапними культурами. У зв'язку з цим, для досягнення високих і стабільних урожаїв ярого ячменю після таких культур необхідне внесення підвищених норм мінеральних добрив.

З агротехнічної та фітосанітарної точок зору не рекомендується вирощувати ярий ячмінь після вівса або озимого ячменю. Це зумовлено підвищеним ризиком зараження рослин хворобами та шкідниками. Озимий ячмінь, зокрема, може бути джерелом патогенів, що уражають ярий ячмінь, таких як борошниста роса, жовта іржа, біла мушка тощо. З цієї причини також небажано розміщувати ці дві культури поруч у межах одного сівозмінного поля.

Операції підготовки ґрунту

Як уже зазначалося раніше, ярий ячмінь належить до таких культур, які висувають підвищені вимоги до якості передпосівного обробітку ґрунту. Оптимальними умовами для вирощування цієї культури є пухкий, дрібногрудкуватий ґрунт із мінімальним забур'яненням. За наявності ущільненого ґрунтового горизонту відбувається пригнічення розвитку кореневої системи, спостерігається пожовтіння листя, підсихання пагонів і, як результат, зниження врожайності.

Основною і бажаною агротехнічною операцією глибокого обробітку ґрунту під ярий ячмінь є зяблева оранка, яка рекомендована незалежно від типу попередника. У разі вирощування ячменю після зернових або багаторічних трав варто провести попереднє лущення стерні. Якщо на полі

переважають однорічні бур’яни, зазвичай достатньо одного проходу агрегату. Для цього доцільно використовувати дискові лущильники типу ЛДГ-10 або ЛДГ-15 із глибиною обробітку 6–8 см.

У разі інтенсивного засмічення поля рекомендується через 2–3 тижні після першого лущення виконати повторне – за допомогою важких дискових борін, наприклад БДТ-7, із заглибленням не менше 10–12 см. У деяких господарствах, замість лущення, застосовують суцільне внесення гербіцидів на основі гліфосату (раундап, гліфоган), але лише після масового проростання бур’янів. Такий підхід є особливо ефективним проти багаторічних бур’янів, як-от осот або пирій.

Якщо попередником ячменю була кукурудза, то рекомендовано розпочати обробіток із дискування важкими боронами типу БДТ-7, а потім провести зяблеву оранку на глибину 20–22 см. За умови високого рівня забур’янення багаторічною рослинністю, оранку слід проводити на більшу глибину до 25–27 см і виконати цю операцію в останній декаді вересня або на початку жовтня.

На ділянках із важкими за механічним складом ґрунтами або при підвищеному зволоженні доцільним є застосування щілювання або глибокого чизелювання на глибину 40–50 см – як до, так і після проведення основної оранки.

У разі вирощування ярого ячменю після таких культур, як картопля або цукрові буряки, доцільно якомога швидше після збирання попередника провести зяблеву оранку на глибину 20–22 см. Якщо ж ґрунти мають легкий механічний склад, особливо після картоплі, оранку іноді можна замінити поверхневим обробітком.

Здійснення весняної оранки під ярий ячмінь категорично не рекомендується, оскільки це провокує інтенсивне випаровування вологи з орного шару, затягує строки сівби і, як наслідок, знижує урожайність та підвищує собівартість зерна. Якщо з якихось причин в осінній період не

вдалося провести підготовку ґрунту, альтернативним варіантом може бути застосування технології прямої сівби з використанням спеціалізованих сівалок.

Передпосівний обробіток ґрунту слід починати лише після досягнення повної фізичної стиглості ґрунту. Щоб зберегти вологу, особливо на ґрунтах, схильних до швидкого пересихання, одразу після зникнення підвищеної липкості ґрунту навесні проводять боронування і шлейфування. Ці операції виконують, як правило, упоперек до напрямку оранки. Глибина передпосівного обробітку повинна відповідати глибині загортання насіння.

У випадку, коли поле не має значної кількості післяжнивних решток, обробку можна обмежити лише боронуванням за допомогою важких, середніх і легких зубових борін, з'єднаних у послідовний агрегат. Якщо ж поле нерівне, для його вирівнювання доцільно застосовувати комбіновані знаряддя типу РВК-3,6. Хороші результати також дає використання голчастих борін у поєднанні із зубовими та котками в складі одного агрегату. При використанні культиваторів, таких як КПС-4, обов’язковим є подальше коткування для покращення стану ґрунтового ложа.

Найвищу якість передпосівної підготовки забезпечують комбіновані агрегати типу «Компактор» або «Європак». Незалежно від обраного способу поверхневої підготовки ґрунту, усі технологічні операції слід виконувати під певним кутом або упоперек до напрямку основного обробітку – зяблевої оранки.

Підготовка посівного матеріалу та вибір сорту ячменю

Для отримання стабільно високих врожаїв ярого ячменю доцільно використовувати сортове насіння першої або другої репродукції, що відповідає вимогам якості. За технологією ресурсозбереження до посіву допускається насіннєвий матеріал з масою 1000 зернин у межах 40–50 грамів, а також обов’язковою умовою є висока енергія проростання – не нижче 80%. Перед сівбою насіння обов’язково обробляють протруйниками, що є

ефективним і доступним методом боротьби з патогенами та шкідниками, забезпечуючи комплексний захист рослин на початкових етапах вегетації. Застосовувані препарати повинні бути дозволені до використання на території України та мати відповідну сертифікацію.

Під час вибору протруйника необхідно враховувати спектр його дії, потенційні ризики зараження культур, специфіку сорту, який вирощується, реакцію насіння та сходів на дію препарату, а також його форму (порошкоподібна, рідка тощо) та економічну доцільність.

Серед сортів ярого ячменю, придатних для вирощування за інтенсивною технологією, можна виокремити такі як: Дружба, Роланд та Гостинець. У Степовій та Лісостеповій зонах України широко використовують напівінтенсивні сорти, серед яких варто назвати Стяг, Миронівський 86 і Прерію. З метою виробництва крупи в господарствах вирощують такі сорти, як Фінк, Перелом і Престиж.

Використання засобів агрохімії під час вирощування ячменю

Система удобрення при вирощуванні ярого ячменю безпосередньо залежить від попередньої культури. Якщо попередниками були просапні культури, яким вносилися значні дози добрив – зокрема органічні у кількості 40–50 т/га та достатня кількість мінеральних комплексних добрив – подальше удобрення під ячмінь може не проводитись. За належного догляду за посівами та використання високоякісного насіння, урожайність у такому випадку може досягати 40–50 центнерів з гектара.

Ярий ячмінь позитивно реагує на внесення добрив, особливо за умов достатнього зволоження ґрунту та дотримання строків їх внесення. При ефективному застосуванні мінеральних добрив урожайність може зрости на 15–20 ц/га. Проте важливо дотримуватись збалансованого співвідношення між азотом, фосфором і калієм, щоб уникнути вилягання рослин.

Фосфорні та калійні добрива зазвичай вносять на етапі основного обробітку ґрунту, що забезпечує їх доступність рослинам у початковий період

вегетації. У той час як азотні добрива найчастіше застосовують під час передпосівної культивації або в процесі догляду за посівами шляхом підживлення.

Посів ячменю в господарстві

Для забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку ярого ячменю необхідно ще на етапі висіву створити рівномірне живлення для кожної окремої рослини. Одним із головних недоліків традиційного рядкового методу сівби є надмірна щільність насіння в межах одного рядка. Критичною вважається відстань між зернами в межах 1,4 см. За норми висіву 5–6 млн насінин на гектар ця відстань зазвичай становить 1,1–1,3 см, що є меншою за допустиму. У результаті рослини конкурують між собою за ресурси, що погіршує умови їх розвитку та призводить до втрат врожаю вже нак цьому етапі технологічного процесу вирощування.

На практиці в більшості господарств досі використовується звичайний рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см, який виконується переважно зерновими сівалками типу СЗ. У випадку впровадження ресурсозберігаючих технологій доцільно застосовувати вузькорядний спосіб із шириною міжряддя 7,5 см. Для цього рекомендується використовувати сівалки типу СЗЛ-3,6. Оптимальна глибина загортання насіння становить 2–4 см за сприятливих умов, тоді як на легких ґрунтах її можна збільшити на 1–2 см. Якщо висів відбувається з запізненням або під час роботи на недостатньо зволоженому ґрунті, рекомендується провести післяпосівне коткування для забезпечення щільнішого контакту між ґрунтом і насінням та покращення доступу вологи з нижніх шарів.

У базовому господарстві сівба ярого ячменю здійснюється за класичною технологією, використовуючи сівалки СЗ-3,6 з міжряддям 15 см. Для полегшення механізованого догляду в процесі висіву формуються технологічні колії, що забезпечується відключенням висівних апаратів 6–7 та

18–19 на кожному третьому проході агрегату. Середня норма висіву складає 4,5–5,5 млн схожих зернин ячменю на гектар, що еквівалентно 180–220 кг/га.

Операції догляду за посівами ячменю в господарстві

Для забезпечення ефективного догляду за посівами ярого ячменю доцільно застосовувати інтегровану систему захисту культур від шкідників, хвороб та бур'янів. Через те, що сівба ярого ячменю здійснюється дуже рано, повністю очистити поле від бур'янів у передпосівний період практично неможливо. Ситуація ускладнюється при застосуванні безполицевих методів обробітку ґрунту, що сприяє інтенсивному росту бур'янів. У зв'язку з цим основним способом боротьби із засміченням посівів ячменю є використання гербіцидів. Серед ефективних препаратів варто відзначити: «Базагран» у дозуванні 2,0–3,0 кг/га, «Базагран-хіт» – 2,0–4,0 кг/га, а також 2М-4Х у нормі 0,9–1,5 кг/га. Обробку гербіцидами доцільно здійснювати у фазі кущіння ячменю.

Щодо захисту рослин від хвороб, серед яких переважають сажкові інфекції, коренева гниль, плямистості, до основних заходів належить передпосівне протруювання насіння. Крім того, для додаткового захисту проводять обприскування посівів фунгіцидами. До ефективних препаратів відносять «Байлетон» (до 0,6 кг/га) та «Бампер» (до 0,5 кг/га), які використовуються одно- або дворазово.

Найрезультативнішим методом боротьби зі шкідниками є впровадження комплексу агротехнічних заходів, таких як дотримання сівозмін, якісний основний обробіток ґрунту, правильний спосіб посіву, використання здорового посівного матеріалу, стійких сортів та оптимально підібраних засобів захисту. Якщо ж попри дотримання агротехніки з'являються шкідники – зокрема гессенська та шведська мухи, злакові попелиці, черепашка, хлібна п'явиця тоді необхідно застосовувати інсектициди. Рекомендовані препарати: «Бі-58» – 1,5 л/га, «Арріво» – 0,2 л/га, «Карате» – 0,2 л/га тощо.

У випадках, коли існує ризик вилягання посівів, застосовують регулятори росту, зокрема «Ретардант» у дозі 2 л/га або «Хлормекват-хлорид» – 60 г/га. Крім того, якщо під час вегетаційного періоду виникає така потреба, проводиться додаткове підживлення посівів ячменю азотними добривами.

Операції збирання врожаю ячменю

Збирання врожаю ярого ячменю зазвичай здійснюється прямим комбайнуванням, що є найоптимальнішим варіантом для короткостеблових сортів за умови чистих від бур'янів посівів та відсутності вилягання рослин. Такий метод застосовується на стадії повної стиглості зерна, коли його вологість становить близько 15–18%. Для прямого збирання можна використовувати будь-які наявні в господарстві зернозбиральні машини як імпортного, так і вітчизняного виробництва.

У базовому господарстві для проведення збирання ярого ячменю застосовується зернозбиральний комбайн ДОН-1500Б, який працює з середньою швидкістю 6–7 км/год. При цьому втрати повноцінного зерна ячменю за жаткою не повинні перевищувати 0,5%.

Після обмолоту отримане зерно проходить очистку, а за необхідності – додаткову сушку до оптимального рівня вологості 14–15%. Далі зерно ячменю або відправляється на зберігання, або спрямовується на подальше використання в переробці.

2.3. Заходи по інтенсифікації операцій післязбирального очищення ячменю

Після детального аналізу всіх етапів впровадженої в господарстві технології вирощування ярого ячменю було виявлено, що одним із найпроблемніших моментів є процес післязбирального очищення зерна. Ефективна організація цього етапу виробництва ячменю, що забезпечує мінімальне травмування зернівок і раціональне використання ресурсів,

дозволяє суттєво підвищити товарну цінність врожаю та зменшити собівартість вирощеної продукції.

Згідно з прийнятою технологічною схемою в базовому господарстві, на стадії первинного очищення зерна використовувалася машина ОВП-20. Вона має задовільні показники за рівнем пошкодження зерна, проте характеризується відносно невисокою продуктивністю та не найкращими показниками енергоефективності. Альтернативним та більш ефективним рішенням у цьому випадку є застосування зерноочисної машини СЗК-25, яка вже є в наявності у базовому господарстві. Зазначений вище зерноочисний агрегат забезпечує вищу продуктивність порівняно із зерноочисною машиною ОВП-20, а після запланованих удосконалень очікується покращення якості очищення та загальної ефективності її експлуатації.

СЗК-25 – це стаціонарна зерноочисна машина, яка працює від електродвигуна. Для її обслуговування достатньо одного працівника. Машина здатна здійснювати попереднє очищення зерна ячменю із загальною вологістю до 20% і засміченістю не більше 25%, за таких умов роботи забезпечується продуктивність агрегату до 30 тонн на годину.

Після проведення збирання врожаю зернових прямим або роздільним способом комбайнування, разом із зерновою масою в бункери комбайнів, а потім і на тік господарств, надходить значна кількість домішок різного походження і в різному стані. До основних сторонніх домішок, що містяться у зібраному воросі зернових культур належать: насіння бур'янів, залишки інших культур, солома, полова, частинки колосків, мінеральні включення (каміння, пісок), металеві частинки, а також різноманітні шкідники.

Для отримання якісного ячменю, придатного до зберігання та подальшої переробки, необхідно оперативно провести очищення зерна від сміттєвих домішок, зменшити вологість зібраного збіжжя до нормативного рівня та забезпечити ощадливі умови обробки, що зменшують загальне пошкодження зібраних зернівок.

Зерно, призначене для продовольчих чи фуражних цілей, підлягає очищенню від різноманітних домішок. Якщо ж зерно планується використовувати як посівний матеріал, то окрім очищення, його необхідно додатково калібрувати за розмірами та об'ємною масою. Відповідно до чинних нормативних документів, вологість продовольчого зерна не повинна перевищувати 16–19%, допустимий вміст насіння бур'янів становить до 5%, а зерна інших культур – не більше 15%.

У господарствах, залежно від строків зберігання та подальшого використання врожаю ярого ячменю, здійснюють різні етапи очищення збіжжя: попереднє, первинне, вторинне, а у випадку підготовки посівного матеріалу – проводять ще й сортування.

У межах даної роботи особлива увага приділяється саме попередньому очищенню зерна ярого ячменю в умовах базового господарства. Ця технологічна операція має важливе значення, адже вона сприяє поліпшенню умов зберігання врожаю, запобігає його самозігріванню, розвитку плісняви та втраті продовольчих або посівних властивостей. Під час попереднього очищення видаляється основна маса домішок – зокрема легких, великих за розміром та таких, що містять надлишкову вологу. Це дозволяє зменшити загальну вологість зернової маси й створює належні умови для її тимчасового зберігання всього зібраного врожаю. Також це є підготовчим етапом перед основним очищенням зернових сумішей. У результаті якісного попереднього очищення кількість сторонніх домішок повинна зменшитися щонайменше на 50%, а вологість – знизитися до прийнятного для тривалого зберігання рівня.

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ПІСЛЯЗБИРАЛЬНОГО ОЧИЩЕННЯ ЯЧМЕНЮ

3.1. Розрахунок операційно-технологічної карти на очищення ячменю в умовах господарства

Після огляду стану зерноочисної техніки, аналізу літературних джерел та вивчення досвіду ряду господарств, в тому числі і сусідніх, було обрано зерноочисну машину СЗК-25 як основний засіб для попереднього очищення ячменю в умовах базового господарства. Вона є доступною в даному господарстві і для її обслуговування достатньо одного оператора. Відповідно до інструкції з експлуатації та інших технічних даних зерноочисної машини СЗК-25, її номінальна продуктивність на етапі попереднього очищення ячменю складає близько 25 т/год. Виходячи з чого всі технологічні розрахунки, згідно з удосконаленою технологічною картою для очищення ячменю, будуть виконані з урахуванням саме цієї нормативної продуктивності зерноочисного обладнання.

За базовою технологією вирощування ячменю для післязбирального очищення врожаю використовувалася зерноочисна машина ОВП-20, продуктивність якої на току господарства не перевищувала 20 т/год. Цей показник був взятий за основу для проведення технологічних розрахунків за базовою технологією для її порівняння із модернізованою.

З метою встановлення змінної продуктивності зерноочисної машини буде використана відома залежність:

$$Q_{зм} = Q_{год} \cdot T_{зм},$$

де $Q_{год}$ – продуктивність зерноочисного агрегату за годину роботи при очищенні ячменю, т/год;

$T_{зм}$ – дійсна тривалість зміни під час проведення операцій післязбирального очищення зібраного збіжжя, $T_{зм} = 7$ год.

Враховуючи наведену вище формулу, розрахуємо змінну продуктивність для зерноочисних агрегатів, що працюють за базовою та модернізованою технологіями відповідно:

$$Q_{зм}^{б} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ т/зм;}$$

$$Q_{зм}^{м} = 25 \cdot 7 = 175 \text{ т/зм.}$$

З урахуванням валового збору ярого ячменю в умовах базового господарства, з метою здійснення попереднього очищення зібраного врожаю за допомогою запропонованих зерноочисних агрегатів можна розрахувати фактичний час виконання всього обсягу робіт за базовою та модернізованою технологіями. Під час зазначених розрахунків варто прийняти до уваги реальну годинну продуктивність конкретного зернозбирального агрегату. Враховуючи зазначену інформацію, отримаємо:

$$T^{б} = \frac{B_з}{20} = \frac{950}{20} = 47{,}5 \text{ год.;}$$

$$T^{м} = \frac{B_з}{25} = \frac{950}{25} = 38 \text{ год,}$$

де $B_з$ – дійсний врожай ярого ячменю (валовий збір), що визначає дійсний обсяг зібраного збіжжя, яке потрібно очистити від домішок використовуючи зерноочисне обладнання, $B_з = 950$ т.

З метою розрахунку відповідно потрібної кількості нормозмін роботи зерноочисної машини на цьому етапі робіт за базовою технологією господарства отримаємо:

$$Д^{б} = \frac{T^{б}}{8} = \frac{47{,}5}{8} = 5{,}94.$$

Округлимо до найближчого більшого числа і отримаємо сумарну кількість нормозмін роботи для очищення зерна за базовою технологією $Д^{б} = 6$ нормо-змін.

Аналогічним чином розрахуємо заплановану кількість нормозмін роботи за модернізованою технологією, маємо:

$$Д^{м} = \frac{T^{м}}{8} = \frac{38}{8} = 4,75 .$$

Теж провівши округлення, отримаємо необхідну кількість нормозмін за модернізованою технологією $Д^{м} = 5$ нормо-змін.

Визначимо загальну кількість зерноочисних агрегатів, які повинні бути задіяні в господарстві на операціях попереднього післязбирального очищення врожаю, враховуючи рекомендовані терміни реалізації зазначених робіт. Для розрахунку необхідної кількості агрегатів скористаємося відомими залежностями:

$$n^{б} = \frac{Д^{б}}{З \cdot A_{c}} = \frac{6}{2 \cdot 3} = 1 .$$

Отже, приймемо для базової технології господарства достатню кількість зерноочисних машин $n^{б} = 1$ агрегат.

Таким же чином знайдемо потрібну кількість зерноочисних машин при роботі за модернізованою технологією, отримаємо:

$$n^{м} = \frac{Д}{З \cdot A_{c}} = \frac{5}{2 \cdot 3} = 0,83 .$$

Теж для проведення зерноочисних операцій за модернізованою технологією достатньо $n^{м} = 1$ агрегат.

Варто відмітити, що у вище розрахованих формулах входять такі величини:

- $З$ – загальна кількість змін роботи за день виконання робіт по попередньому очищенню зерна, прийнято, як і для більшості господарств України $З = 2$ зміни;
- A_{c} – рекомендована агротехнічна тривалість проведення операцій післязбирального очищення врожаю, зазвичай цей показник дорівнює $A_{c} = 3$ дні.

З метою визначення величини потужності електродвигуна, яку споживає агрегат під час післязбирального очищення ячменю використаємо рівняння:

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

де N – встановлена номінальна потужність двигуна прийнятої до роботи зерноочисної машини, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії електродвигуна зерноочисного обладнання, що враховує наявні втрати, для розрахунків за [12] приймемо $\eta = 0,8...0,94$;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт, що визначає потужність електродвигуна, приймемо $\cos\varphi = 0,8...0,9$.

Використовуючи наведену вище залежність знайдемо величину спожитої потужності електродвигуна на етапі післязбирального очищення ячменю відповідно для обох технологій:

$$N^{б}_{c} = \frac{10,7}{0,85 \cdot 0,9} = 14,0 \text{ кВт};$$

$$N^{м}_{c} = \frac{8,5}{0,85 \cdot 0,9} = 11,1 \text{ кВт}.$$

З ціллю визначення сили струму, яка споживатиметься із електромережі трифазним двигуном зерноочисного обладнання використаємо відоме співвідношення [10]:

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

де N_c – потужність електродвигуна, яка споживається ним на даній операції (спожита потужність), що визначена за попередньою формулою, кВт;

U – напруга струму в тій мережі, живлення від якої отримує електродвигун зерноочисного обладнання, В.

Підставивши цифрові значення, розрахуємо силу струму для обох технологій очищення зібраного ячменю, маємо:

$$I^{б} = 1000 \cdot \frac{14}{380 \cdot \sqrt{3}} = 21,26 \text{ А};$$

$$I^{м} = 1000 \cdot \frac{11,1}{380 \cdot \sqrt{3}} = 16,86 \text{ А}.$$

Проведемо розрахунок витрат праці, які будуть мати місце під час попереднього очищення зібраного врожаю ячменю за обома технологіями його очищення:

$$З^{б}_{п} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ люд.×год/т};$$

$$З^{м}_{п} = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ люд.×год/т}.$$

Враховуючи проведені розрахунки, визначимо загальні витрати праці, що потрібні для очищення всього зібраного врожаю ячменю. У символьному та числовому вигляді це має вигляд:

$$\sum З^{б}_{п} = B_{з} \cdot 0,05 = 950 \cdot 0,05 = 47,5 \text{ люд.×год};$$

$$\sum З^{м}_{п} = B_{з} \cdot 0,04 = 950 \cdot 0,04 = 38 \text{ люд.×год}.$$

Таким чином, в ході проведених розрахунків і обґрунтувань визначені основні характеристики процесу післязбирального очищення ячменю, які дозволяють провести побудову операційної карти зазначеного процесу, що виконано в графічній частині роботи. Подальші розрахунки будуть проводитися для зерноочисного агрегату, що забезпечуватиме реалізацію модернізованої технології післязбирального очищення ячменю.

Підготовка до проведення зерноочисних операцій току господарства

Для досягнення максимальної ефективності при використанні зерноочисних машин та забезпечення високої якості процесу очищення зерносумішей необхідно належно підготувати як сам агрегат, так і приміщення, де буде здійснюватися очищення, зокрема тік господарства або

ж склад. На етапі підготовки робочої зони забезпечується усунення всіх перешкод, які можуть стати додатковими бар'єрами на шляху руху агрегату, а також проводиться вибір оптимальних напрямків руху, кінематичних режимів і методів переміщення зерноочисних агрегатів і обладнання. Визначаючи методи руху, слід враховувати тип виконуваних робіт, особливості покриття току, довжину прямолінійних ділянок, наявність схилів та інші фактори що можуть впливати на стійкість агрегату чи перебіг технологічного процесу очищення. Обраний метод руху має бути максимально ефективним з точки зору якості роботи, а також енергоефективним за умови дотримання агротехнічних вимог до означених робіт.

Беручи до уваги, що зерноочисні машини для очищення ярого ячменю, як у базовій, так і у модернізованій технології, працюють на майданчиках з відкритими або частково накритими дахами, і зерно розміщується на цих майданчиках в буртах, важливо, щоб ширина буртів була меншою за ширину захвату зерноочисних машин. Ширина захвату машин залежить від дійсної довжини живильних механізмів, у більшості випадків – транспортерів, які перебувають у робочому положенні. Отже, враховуючи це найбільш бажаним способом руху зерноочисних агрегатів при виконання попереднього очищення ячменю є прямолінійний безпетльовий з безпетльовими поворотами, які слід проводити в кінці буртів зібраного врожаю.

Визначення основних кінематичних характеристик зерноочисного обладнання

Для ефективної роботи зерноочисних агрегатів, які рухаються по току гоновим способом, необхідно передбачити спеціальні технологічні смуги. Вони розміщуються по краях робочих ділянок і використовуються для холостих заїздів обладнання. Ключовими факторами, що впливають на дійсну ширину цих смуг, є кінематичні характеристики агрегату та обраний тип повороту. При цьому, для безпетльових поворотів, що виконуються

наприкінці загінки, розрахунок ширини поворотної смуги здійснюється відповідно до стандартної формули:

$$E = 1,5 \cdot R_{\min} + L_м,$$

де $R_{\min}$ – величина мінімального радіусу повороту зерноочисної машини, для агрегату СЗК-25 приймемо $R_{\min} = 3,25$ м.;

$L_м$ – фактична кінематична довжина завантажувача, який працює в парі із зерноочисним обладнанням, $L_м = 3,72$ м.

Таким чином, підставивши наведені дані визначимо розрахункове значення поворотної смуги, яка становить:

$$E = 1,5 \cdot 3,25 + 3,72 = 8,61 \text{ м.}$$

За традиційним підходом, врахуємо, що дійсна ширина поворотної смуги обов'язково повинна відповідати кратній кількості ширин захвату зерноочисного обладнання, що у символьному вигляді записується так:

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – кратна кількість проходів агрегату, яка обирається як найближче більше число;

B_p – робоча ширина захвату зерноочисного агрегату, м.

Таким чином, враховуючи наведену останню формулу є правомірним такий вираз:

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{8,61}{5} = 1,72.$$

Отже, провівши округлення кратність проходів до найближчого більшого цілого числа проведемо уточнення ширини поворотної смуги, маємо:

$$E = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м.}$$

З метою проведення повноцінної оцінки рекомендованого способу руху зерноочисного обладнання в господарстві маємо визначити значення

коефіцієнту кратності його робочих ходів. Для цього скористаємося відомою формулою:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

де L_p – довжина загінки, на якій працює зерноочисне обладнання, м;

L_x – значення довжини холостого ходу зерноочисного агрегату, м.

Значення робочої довжини загінки та довжини холостого ходу для зерноочисного агрегату, що рухається на току базового господарства човниковим способом, становлять:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 1{,}14 \cdot R_{\min} + X + 2 \cdot l,$$

де l – виїзд зерноочисного агрегату під час його роботи в загінці, м.

$$l = 0{,}5 L_м = 0{,}5 \cdot 3{,}72 = 1{,}86 \text{ м.}$$

Після підстановки цифрових значень, отримаємо:

$$L_p = 95 - 2 \cdot 10 = 75.$$

В свою чергу,

$$X = 2 \cdot B_p \cdot B_{mp},$$

де B_{mp} – фактична відстань між буртами ячменю, яка забезпечуються на току для безперешкодного транспортування збіжжя, $B_{mp} = 4{,}5$ м.

Отже, розрахуємо:

$$X = 2 \cdot 5 + 4{,}5 = 14{,}5 \text{ м.}$$

Після проведених обґрунтувань можемо знайти значення холостого ходу агрегату, яке становить:

$$L_x = 1{,}14 \cdot 3{,}25 + 14{,}5 + 2 \cdot 1{,}86 = 21{,}93 \text{ м.}$$

Таким чином, враховуючи розрахунки, коефіцієнт робочих ходів агрегату під час його роботи складає:

$$K_p = \frac{75}{75 + 21{,}93} = 0{,}77.$$

Високе використання робочого часу під час очищення ярого ячменю на току господарства, із застосуванням модернізованої технології, підтверджується коефіцієнтом 0,77. Це значення прямо вказує на ефективну організацію зерноочисних операцій за умови дотримання запропонованих робочих режимів.

Розрахунок показників організації технології попереднього очищення ячменю

З метою розрахунку тривалості циклу зерноочисних робіт в господарстві слід скористатися відомою емпіричною формулою:

$$T_ц = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n,$$

де t_n – тривалість часу проведення розвертання агрегату на току в кінці загінки, приймемо $t_n = 3,6$ хв.

Після підстановки цифрових значень, маємо:

$$T_ц = \frac{12 \cdot 75}{10^2 \cdot 0,014} + 2 \cdot 3,6 = 650,05 \text{ хв} \approx 10,83 \text{ год.}$$

Визначимо технічну продуктивність зерноочисного агрегату за цикл роботи, скориставшись для цього формулою:

$$W_ц = Q \cdot T_ц \cdot \tau,$$

де τ – коефіцієнт ефективності використання робочого часу на етапі проведення післязбирального очищення ячменю, приймемо $\tau = 0,86$.

Враховуючи наведені дані, у цифровому вираженні технічна продуктивність за цикл дорівнює:

$$W_ц = 25 \cdot 10,83 \cdot 0,86 = 231,845 \text{ т/цикл.}$$

Визначимо кількість циклів, що реалізується за зміну роботи під час післязбирального очищення ячменю. Отримаємо:

$$n_ц = \frac{W_ц}{W_{зм}}.$$

Підставивши значення, маємо:

$$n_ц = \frac{231,845}{200} = 1,16 \text{ циклів/зміну.}$$

Далі можемо розрахувати енерговитрати, які витрачаються за зміну роботи на етапі очищення врожаю ячменю. Для цього використаємо залежність:

$$N_{зм} = N_c \cdot T_{зм}.$$

Після підстановки цифрових значень, маємо змінні витрати енергії:

$$N_{зм} = 11,1 \cdot 7,0 = 77,7 \text{ (кВт/год)/зміну}$$

Операційна карта очищення зерна ярого ячменю, розроблена із застосуванням модернізованої технології, може бути заповнена після виконання відповідних розрахунків. Ця карта представлена у графічній частині кваліфікаційної роботи.

Оцінка якості виконання операцій післязбирального очищення ячменю

Для визначення ефективності функціонування зерноочисного відділення агропідприємства, важливо оцінити два ключові параметри: ефект очистки (якісний вміст домішок у зерновому матеріалі після обробки) та чіткість сепарації (кількість повноцінного зерна, що потрапило у відходи під час проведення зерноочисних операцій).

Після попереднього очищення передбачається зменшення вмісту домішок у зерні щонайменше на 50% порівняно з вихідним матеріалом. Водночас, для первинного очищення цей показник має становити не менше 60%. За цих умов, інший якісний критерій – втрата повноцінного зерна у відходи – не повинен перевищувати 0,2% для попереднього очищення. Для первинного очищення чіткість сепарації має бути на рівні 0,5%.

Оцінка якості роботи зерноочисного відділення може бути виконана за допомогою парусного класифікатора, проводячи сепарацію зразків ячменю через ручний або механізований решітний класифікатор. Детальна методика оцінки якості роботи зерноочисного відділення шляхом просіювання зерна на парусному класифікаторі описана у джерелі [13].

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Конструктивні особливості, технологічний процес роботи зерноочисної машини СЗК-25

Зерноочисна машина СЗК-25 (рис. 2) призначена для очищення зерна та насіння сільськогосподарських культур, а сам агрегат працює використовуючи як решітний, так і повітряний блоки. Залежно від виробничих потреб, до зазначеної зерноочисної машини можна приєднати додаткові компоненти, зокрема магнітно-аспіраційну камеру, калібратор або пристрій для приймання зерна тощо.

Конструкція зерноочисного агрегату СЗК-25 є секційною та включає станину, кузов з решітними секціями, повітряну систему, приводний механізм для приведення в дію всіх робочих органів та траверсу з балансирами. Кузов монтується до станин за допомогою еластичних склопластикових підвісів (діаметром 12 мм, виготовлених з однонаправленого склопластику ССО-ВП). Решітні рамки розташовуються в кузові по направляючих пластинах, які надійно фіксуються за допомогою спеціальних прижимів. Важливою особливістю є розподіл внутрішнього простору решітних рамок поздовжніми та поперечними перегородками на окремі комірки, куди поміщаються гумові кульки. Ці кульки виконують функцію очищення отворів решіт від забивання рештками насіння, зерна чи домішками.

На передній панелі решітного кузова зерноочисної машини розташований приводний механізм, що складається з електродвигуна та механізму передач. Через клинопасову передачу електродвигун 6 (рис. 2) обертає шків, на валу якого закріплені дисбалансні вантажі. Їхнє обертання надає всьому решітному стану 5 циклічний коловий рух, необхідний для ефективного просіювання прохідних часток та руху іншого матеріалу на схід із решіт.

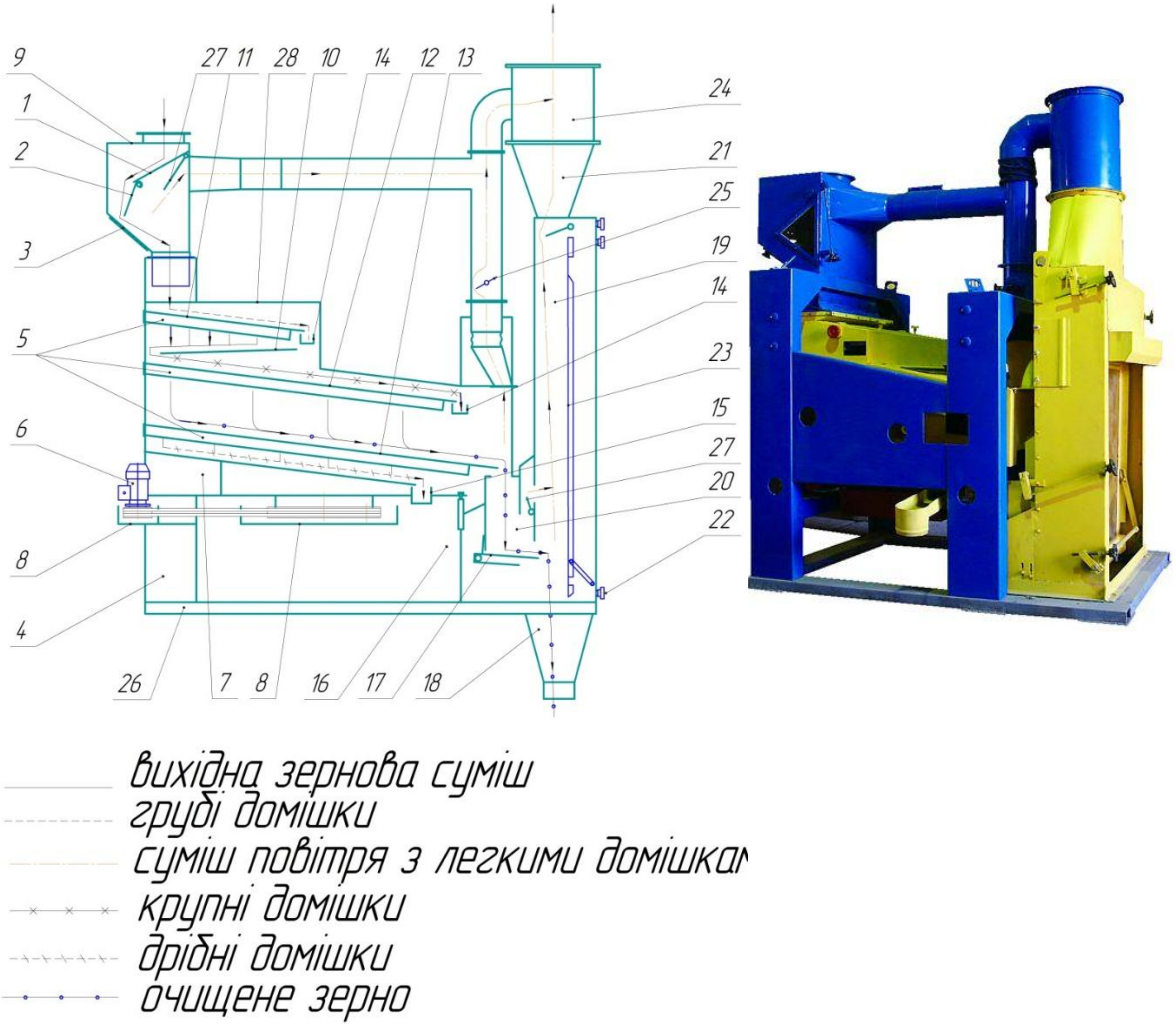

Рис. 2. Функціональна схема та загальний вигляд зерноочисної машини СЗК-25

1 – відбивач; 2 – заслінка; 3 – магнітні утримувачі металевих включень; 4 – станина; 5 – решітні стани; 6 – електродвигун; 7 – траверса; 8 – захисна огорожа (кожух); 9 – магнітно-аспіраційна камера; 10 – лоток розподільчий; 11 – решето приймальне; 12 – решето сортувальне; 13 – підвісне решето; 14 – лоток-приймальник крупних домішок; 15 – лоток-приймальник дрібних домішок; 16 – упор; 17 – похилий лоток для введення зерна на очистку в пневмоканал; 18 – приймальний патрубок очищеного матеріалу; 19 – пневмосепаруючий канал; 20 – напрямник зерна; 21 – перехідник-звужувач; 22 – регулювальна ручка; 23 – рухома стінка пневмоканалу; 24 – трійник аспіраційної системи; 25 – дросельна заслінка; 26 – нижня рамка; 27 – перший аспіраційний (пневмосепаруючий) канал

Перед тим як потрапити на решітну очистку, зерно ярого ячменю в машині СЗК-25 спочатку надходить до магнітно-аспіраційної камери 9 (рис. 2). Ця камера розміщена у верхній передній частині кузова агрегату, що дозволяє їй ефективно видаляти металеві домішки та максимально легкі аеродинамічні частинки. Така послідовність є одним із найраціональніших етапів організації зерноочисних операцій, оскільки вона забезпечує подачу попередньо підготовленого зернового матеріалу до решітної частини машини. На вході до решітного стану встановлено розподільчий лоток 10. Контакт зерносуміші з його поверхнею сприяє більш рівномірному розподіленню частинок по всій ширині решета.

Станина зерноочисної машини включає передню та задню стійки, з'єднані між собою додатковими елементами та боковинами. Задня стійка слугує опорою для патрубка, що підключається до аспіраційної мережі господарства. Щоб запобігти жорстким ударам кузова об станину, які можуть виникнути під час запуску або зупинки агрегату, у задній частині станини передбачений упор 16 із гумовим амортизатором. Аналогічну захисну функцію виконують також два гумові упори, встановлені у передній частині зерноочисного агрегату.

Послідовність роботи сепаратора така: зібраний ярий ячмінь (зерновий матеріал, що потребує очищення) завантажується через приймальний патрубок у магнітно-аспіраційну камеру. Після проходження цієї камери зерно рівномірно розподіляється по ширині зерноочисного агрегату і подається до решітного стану (секції кузова). Завдяки механізму приводу, кузов агрегату здійснює циклічні кругові рухи, що і створює умови для безперервного переміщення матеріалу по решітним станам, під час чого відбувається або ж просівання часток або ж сходження матеріалу із решіт. Важливо зазначити, що у середині кузова монтується спеціальний фартух, призначений для мінімізації втрат повноцінного зерна у відходи під час його очищення зерноочисним агрегатом.

Великі домішки, виділені на першому решеті, виводяться за межі агрегату у приймальник великих домішок 14. Матеріал, що пройшов крізь перше решето, спрямовується через сортувальне решето на нижній решітний стан. Дрібні домішки є прохідними частинками нижньої решітної рами та відводяться у лоток-приймальник дрібних домішок 15. Очищене від великих та дрібних домішок зерно (що зійшло з нижнього решета) подається на похилий лоток. Звідти воно надходить до пневмосепаруючого каналу, де відбувається подальше розшарування суміші та її введення у зону повітряної сепарації. У пневмосепаруючому каналі здійснюється продування частинок зерносуміші повітряним потоком, що забезпечує виділення легких домішок та пилу використовуючи різницю у аеродинамічних властивостях основаного зерна та домішок. Швидкість повітряного потоку в активній зоні сепарації може регулюватися за допомогою рухомої стінки пневмоканалу 23, що дозволяє регулювати ступінь виділення домішок повітряним потоком.

4.2. Обґрунтування напрямків вдосконалення зерноочисного агрегату СЗК-25

Варто зазначити, що специфікою виконання зерноочисних операцій є їх реалізація, здебільшого, в рамках потокових ліній. Це особливо актуально для очищення врожаю ячменю від домішок, оскільки в подібних умовах критично важливо забезпечити стабільну роботу обладнання, заданий рівень продуктивності та високу надійність функціонування. Вихід з ладу одного з елементів технологічної схеми, зокрема через засмічення або зупинку, може призвести до зупинки всієї зерноочисної лінії.

Серед вітчизняного обладнання, що продемонструвало ефективність у процесах очистки зерна, позитивно зарекомендувала себе зерноочисна машина типу СЗК-25. При відносно компактних розмірах вона здатна забезпечувати високоякісне виконання як попереднього, так і первинного очищення зібраного збіжжя всіх зернових культур. З урахуванням умов функціонування в аграрному підприємстві, СЗК-25 застосовується не лише

для очищення ячменю, але й інших культур, таких як пшениця, овес, ріпак та соняшник, після проведення відповідного технічного переналаштування зерноочисного агрегату. Через широкий спектр використання зазначеного зерноочисного обладнання часто виникає ситуація, коли наявна продуктивність машини є недостатньою для своєчасного виконання повного комплексу робіт. Це й стало передумовою для удосконалення конструкції зерноочисного агрегату СЗК-25.

У ході модернізації передбачено покращення як повітряної, так і решітної систем. На першому етапі оптимізації, з огляду на конструктивні можливості рами, доцільним є збільшення габаритів решітного стану до розмірів 910×720 мм без порушення загальної функціональної схеми машини. Додатково пропонується встановлення решіт із меншими отворами, що сприятиме зниженню навантаження на нижній ярус і підвищенню ефективності роботи верхнього, що в цілому дозволить інтенсифікувати процес сепарації без втрати якості очищення.

Надалі буде здійснено інженерний розрахунок пропускної здатності решета при очищенні зерна ярого ячменю. Для цього скористаємося відомою залежністю:

$$Q_p = 3,6 \cdot K_p \cdot F_p \cdot q_p \cdot \tau_{зм},$$

де K_p – коефіцієнт, що враховує культуру, яку потрібно очистити зерноочисним агрегатом, для розрахунків при очищенні ячменю приймемо $K_p = 1$;

F_p – сумарна площа решета зерноочисного агрегату (корисна площа), м^2;

q_p – питоме зернове навантаження, що припадає на решето зерноочисного агрегату, згідно із даними [14], для решіт $q_p = 1,9$;

$\tau_{зм}$ – коефіцієнт, який дозволяє оцінити повноту використання агрегату під час робочої зміни, $\tau_{зм} = 0,8$.

Є підтвердженим фактом, що фізичне збільшення площі решета, що супроводжується збільшенням його геометричних розмірів. Отже, сумарну корисну площу решета як агрегату із серійними його розмірами так і після збільшення габаритів решітного стану можна розрахувати використовуючи відому формулу:

$$F_p = a \cdot b,$$

де a – робоча довжина решета, тобто розміри більшої сторони робочої поверхні решета вздовж якої при очищенні відбувається рух зернового матеріалу, мм;

b – робоча ширина решета зерноочисної машини, мм.

Наведена формула дозволяє розрахувати дійсну робочу площу серійного решета зерноочисної машини до її вдосконалення, отримаємо:

$$F^{б}_{р} = 910 \cdot 400 = 364000 \text{ мм}^2 = 0{,}364 \text{ м}^2.$$

За цією ж формулою розрахуємо робочу площу решета після вдосконалення зерноочисного агрегату, маємо:

$$F^{м}_{р} = 910 \cdot 720 = 655200 \text{ мм}^2 = 0{,}6552 \text{ м}^2.$$

Таким чином, після розрахунку площі серійного решета можемо визначити його пропускну здатність при роботі зерноочисної машини на зерні ячменю. Можемо записати:

$$Q^{б}_{р} = 3{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}364 \cdot 1{,}9 \cdot 0{,}8 = 1{,}994 \text{ т/год.}$$

Таким же чином розрахуємо пропускну здатність решета зерноочисної машини після зміни його розмірів, отримаємо:

$$Q^{м}_{р} = 3{,}6 \cdot 1 \cdot 0{,}6552 \cdot 1{,}9 \cdot 0{,}8 = 3{,}585 \text{ т/год.}$$

Результати проведених розрахунків свідчать про те, що модернізація решітного стану дозволила суттєво підвищити його пропускну здатність – приблизно на 80%. Такий приріст дає змогу, з урахуванням дотримання належної якості очищення, збільшити обсяг подачі зернового матеріалу на

перше, вдосконалене решето, що відповідає загальноприйнятій практиці у сфері зерноочистки.

Для забезпечення подальшого зростання продуктивності решітного очищення після збільшення габаритів першого решета доцільно встановити додаткову скатну дошку під сортувальне решето. Такий елемент виконує функцію рівномірного розподілу зернової маси між другим і третім решетами, що дозволяє покращити умови для ефективного розділення зернового матеріалу. Це, своєю чергою, сприяє збільшенню тривалості контакту зерна з поверхнею решіт, що позитивно впливає на загальну якість сепарації.

Разом з тим, реалізація описаних удосконалень у конструкції решітної частини призводить до збільшення загальної маси зерноочисної машини СЗК-25. У зв'язку з цим виникає необхідність у проведенні інженерних розрахунків стосовно навантаження на окремі конструктивні елементи зерноочисної машини, які підлягають додатковому навантаженню внаслідок збільшеної сумарної ваги агрегату.

4.3. Розрахунки окремих конструктивних елементів зерноочисної машини

Обґрунтування параметрів вентилятора для забезпечення автономної роботи агрегату

Як джерело повітряного потоку для зерноочисної машини СЗК-25 найкраще підходить вентилятор відцентрового типу, що може забезпечити рівномірний повітряний потік із мінімальною його пульсацією та заданими витратами. Щоб вірно обрати вентилятор слід виходити із витрат повітряного потоку, які потрібно забезпечити для ефективної роботи пневмосепараційного каналу. Цей розрахунок проведемо за відомою формулою:

$$V = 36 \cdot \upsilon_a \cdot S,$$

де V – величина дійсних витрат повітряного потоку, що слід забезпечити для роботи зерноочисного агрегату, м^3/год;

υ_a – робоча швидкість повітряного потоку в активній зоні пневмосепаруючого каналу, враховуючи необхідність проводити очищення зерна ячменю, враховуючи експериментальні дані та літературні джерела [8…12] приймемо $\upsilon_a = 7,9$ м/с;

S –фактична площа перерізу пневмоканала в робочій зоні очищення зерна повітряним потоком, враховуючи розміри зерноочисної машини, $S = 1,65$ дм^2.

Підставивши цифрові значення отримаємо:

$$V = 36 \cdot 7,9 \cdot 1,65 = 470 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Щоб більш точно обґрунтувати параметри вентилятора зерноочисної машини проведемо розрахунок повних витрат тиску, що має джерело повітряного потоку забезпечувати для роботи пневмосперауючого каналу. Для цього скористаємося відомою формулою:

$$p_к = (0,1 + 0,00013 \cdot q_{кF}) \cdot \upsilon_a^2 + \Delta p_p,$$

де $p_к$ – дійсні витрати тиску в пневмоканалі (повні витрати), кгс/м^2;

$q_{кF}$ – робоче навантаження, яке припадає на одиницю площі пневмосепаруючого каналу, кг/(год×дм^2);

Δp_p – повні витрати тиску у пневмосистемі зерноочисного агрегату, для розрахунків приймемо $\Delta p_p = 20$ кгс/м^2;

Підставивши цифрові значення у вище наведену формулу і отримаємо:

$$p_к = (0,1 + 0,00013 \cdot 1544) \cdot 7,9^2 + 2 \cdot 20 = 58 \text{ кгс/м}^2.$$

На основі проведених розрахунків та встановлених значень фактичної витрати повітря і втрат повного тиску в пневмосепаруючому каналі (відповідно до даних [15]), було обґрунтовано вибір вентилятора серії ВРН №6. Цей вентилятор має наступні технічні характеристики:

- ККД, який враховує втрати повітря через зазори, а також втрати, спричинені тертям рухомих частин вентилятора об повітряний потік $\eta_{пт} = 0,4$;

- номінальна частота обертання робочого колеса вентилятора становить $n = 1000$ об/хв;
- фактична витрата повітря при роботі вентилятора на його номінальній частоті обертання досягає $V = 1000$ м³/год.

Обґрунтування параметрів осадового пристрою

З урахуванням аналізу конструкцій осадових пристроїв, які застосовуються в сучасних зерноочисних агрегатах, доцільним є використання з машиною СЗК-25 саме осадового пристрою типу циклон. Цей тип обладнання забезпечує ефективне видалення легких фракцій і пилу із повітряного потоку. Для визначення основних розрахункових параметрів жалюзійного інерційного пилоуловлювача (рис. 3) застосуємо типову методику, описану в джерелах [14, 15].

Для визначення сумарного опору пилоочисного пристрою такого типу скористаємося відомою формулою:

$$p_ц = \xi \cdot \frac{\rho_п \cdot \upsilon_a^2}{2 \cdot g},$$

де ξ – дійсний коефіцієнт опору пилоочисного пристрою ЗОМ, враховуючи, що в даному агрегаті використовується жалюзійний інерційний циклон, за [14] для нього приймемо коефіцієнт опору $\xi = 2$;

$\rho_п$ – густина робочого середовища, у випадку роботи пневмосистеми ЗОМ – повітря, для розрахунків приймемо $\rho_п = 1,2$ кг/м^3.

Проводячи розрахунки пилоочисного пристрою далі можемо записати:

$$p_ц = 0,123 \cdot \upsilon_a^2.$$

Якщо в останню формулу підставити знайдені вище цифрові значення, отримаємо:

$$p_ц = 0,123 \cdot 20^2 = 49,2 \text{ кгс/м}^2.$$

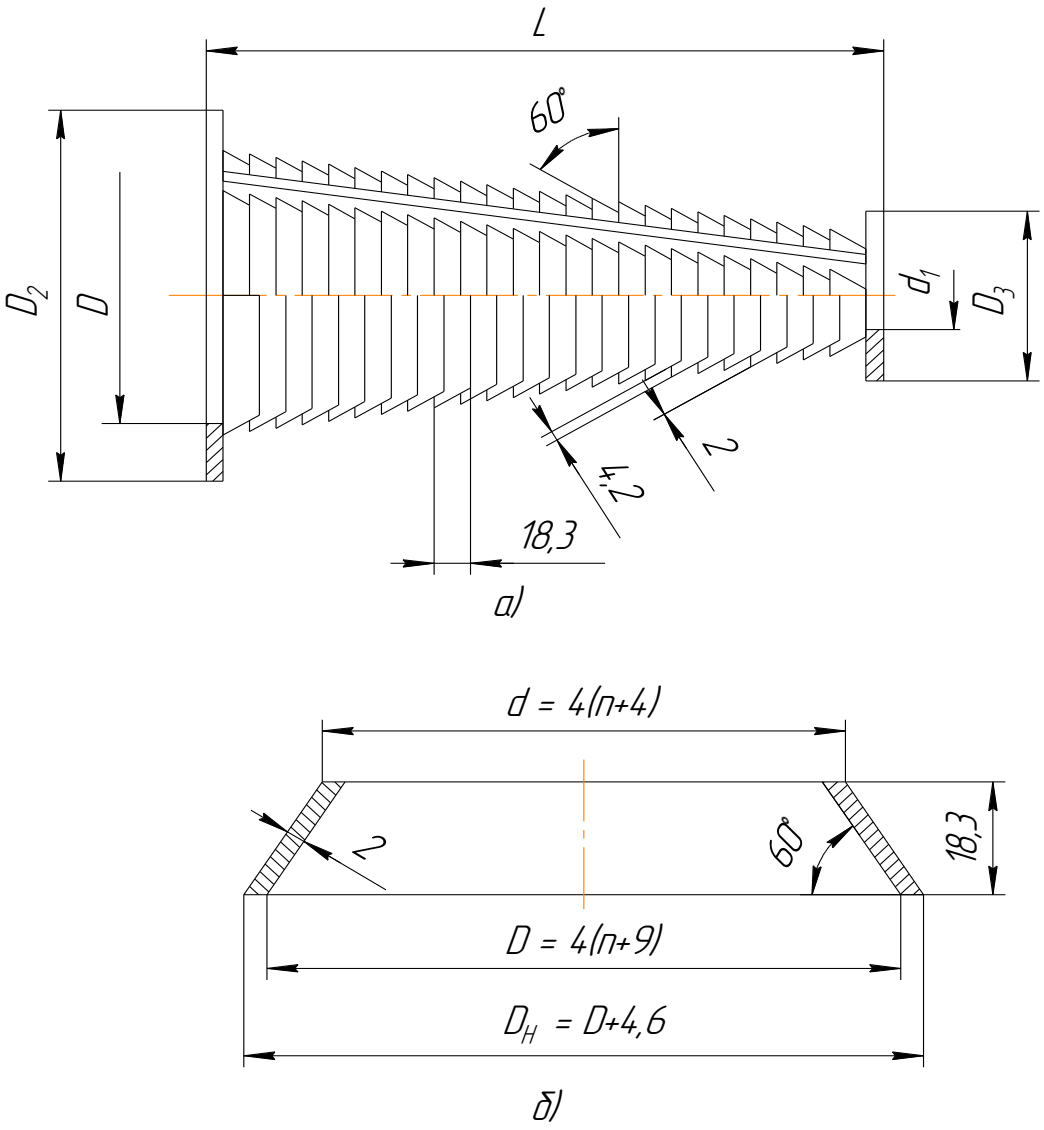

Рис. 3. Принципова схема жалюзійного інерційного циклону зерноочисного обладнання

Наступний етап – використовуючи метод розрахунків знайдемо необхідний діаметр вхідного отвору пилоочисного пристрою керуючись швидкістю повітряного потоку та заданою продуктивністю, маємо:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{вх}^2}{4} \cdot \upsilon_{вх} .$$

Використовуючи останнє рівняння можемо визначити діаметр вхідного отвору пилоосадового пристрою у символьному вигляді, маємо:

$$D_{вх} = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{V}{\upsilon_{вх}}} ,$$

де $\upsilon_{вх}$ – вхідна швидкість потоку повітря в місці потрапляння цього повітря до циклону, м/с.

Після підстановки даних отримаємо:

$$D_{вх} = 1{,}13 \cdot \sqrt{\frac{0{,}27}{20}} = 0{,}131 \text{ м.}$$

Керуючись стандартними розмірами осадових пристроїв циклонного типу [14], оберемо циклон, який має діаметр вхідного отвору $D_{вх} = 0{,}135$ м.

Отже, в результаті проведених розрахунків керуючись відомими даними [14] для ефективної роботи зерноочисної машини СЗК-25 слід встановлювати очисний пристрій жалюзійного типу ИП-2-135 із наступними параметрами:

- сумарна довжина жалюзійного циклона – $L = 405$ мм;
- діаметр отвору, через який відбувається виведення пилу і домішок із циклона після їх осадження $d_1 = 30$ мм;\
- діаметр фланця в зоні під'єднання циклона до зерноочисного агрегату, $D_2 = 181$ мм;
- діаметр фланця циклона в зоні його приєднання до приймального механізму домішок, $D_3 = 81$ мм;
- дійсне число кілець на робочій поверхні жалюзійного циклона, $z = 25$ шт;
- номер кілець, які монтуються на жалюзійному пиловловлювачі – $n = 2...26$.

Розрахунок підвіски решітних станів зерноочисної машини на міцність

Підвіски решітного стану виготовляються із однонапрямленого склопластику, що забезпечує необхідну жорсткість і пружність. Конструктивно вони жорстко закріплюються: з одного боку – до рами зерноочисної машини, з іншого – до решітного блоку. У процесі

функціонування машини СЗК-25 решітні стани зазнають періодичних коливань, внаслідок чого на підвіски діє згинальний момент.

Для оцінки міцності та надійності роботи підвісок їх умовно моделюють як пару консольних балок – кожна з яких жорстко закріплена з одного кінця та піддається навантаженню силою P, прикладеною на пів відстані від точки кріплення цієї підвіски (рис. 4).

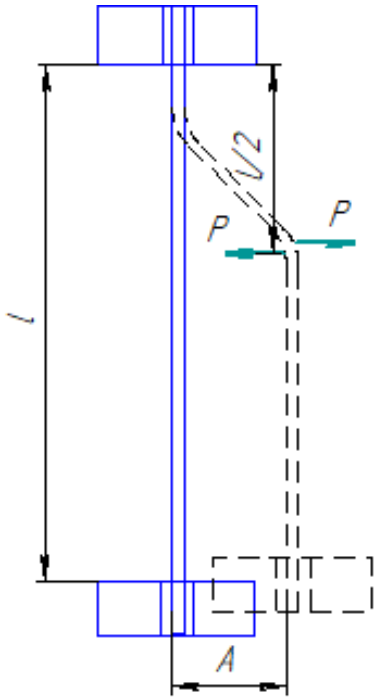

Рис. 4. Розрахункова схема підвіски кріплення решітного кузова зерноочисного агрегату СЗК-25

Очевидно, що величина прогину балки буде дорівнювати половині амплітуди коливального руху решітного блоку або $\frac{1}{2} \cdot A$. Тоді загальне рівняння для визначення прогину консольної балки може бути записане наступним чином:

$$\frac{A}{2} = \frac{P \cdot (l/2)^2}{3 \cdot E \cdot I}.$$

Якщо наведене вище рівняння у символьному вигляді розв’язати відносно амплітуди, отримаємо:

$$A = \frac{P \cdot l^2}{12 \cdot E \cdot I},$$

де A – амплітуда решітного стану зерноочисної машини, м;

P – сила згину підвіски решіт зерноочисного агрегату, Н;

l – довжина підвіски решіт між його жорсткими кріпленнями, м;

E – модуль пружності, що фактично має прямопропорційну залежність від матеріалу з якого виготовлено підвіски решіт;

I – момент інерції, що виникає в перерізі підвіски решіт, м^4.

Момент інерції перерізу підвіски решітного стану можна визначити скориставшись відомим рівнянням:

$$I = \frac{b \cdot \Delta^3}{12},$$

де b – дійсна ширина підвіски решіт зерноочисного агрегату, м;

Δ – товщина підвіски решіт машини, м.

Якщо скористатися загальними положеннями опору матеріалів, то умова міцності підвіски решіт зерноочисної машини у символьному вигляді може бути записана наступними чином:

$$P \cdot l = 2 \cdot W \cdot \sigma_{зг},$$

де W – величина моменту опору підвіски решіт, м^3. ЇЇ можна фізично розрахувати, скориставшись рівнянням $W = \frac{b \cdot \Delta^2}{6}$;

$\sigma_{зг}$ – напруження згину (допустиме), що фактично визначається матеріалом із якого ці підвіски виготовлені, Па.

Із врахуванням представлених раніше залежностей, використовуючи відому формулу, можемо знайти допустиме напруження згину підвіски решіт, яка має вигляд:

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot A \cdot E}{l^2} \cdot \Delta.$$

Варто зазначити, що до згинального моменту при роботі підвіски решіт ще й діє напруження розтягу, яке є функцією ваги всієї конструкції решітного

стану зерноочисної машини. За традиційним підходом напруження розтягу знаходиться використовуючи формулу:

$$\sigma_{рз} = \frac{G \cdot \cos\beta}{i \cdot b \cdot \Delta},$$

де G – загальна вага решіт із зерном ячменю, яке перебуває в решітному кузові під час технологічного процесу очищення врожаю, Н;

β – кут із яким нахилена підвіска решета, град;

i – сумарна кількість підвісок, якими фіксуються решета, од.

Крім цього, відомо, що загальні напруження, які діють на підвіску решета дорівнюють:

$$\sigma = \sigma_{зг} + \sigma_{рз}.$$

Аналіз наведених вище рівнянь і обґрунтувань дозволяє підтвердити, що коли має місце збільшення товщини підвіски решета Δ при незмінній ширині підвіски $b = const$, буде спостерігатися зменшення напруження згину $\sigma_{зг}$ за цих же умов напруження розтягу $\sigma_{рз}$ буде зростати. Крім цього, можна констатувати, що найменші сумарні напруження σ будуть мати місце коли справджуватиметься наступна умова $\sigma_{зг} = \sigma_{рз}$, що враховуючи попередні рівності можна записати у вигляді формули:

$$\frac{3 \cdot A \cdot E}{l^2} \cdot \Delta = \frac{G \cdot \cos\beta}{i \cdot b \cdot \Delta}.$$

Розв1язавши останнє рівняння відносно товщини підвіски решета маємо:

$$\Delta = l \cdot \sqrt{\frac{G \cdot \cos\beta}{3 \cdot A \cdot i \cdot b \cdot E}}.$$

Виходячи із умови забезпечення міцності та конструктивно приймемо ширину підвіски решета, яка становить $b = 0{,}04...0{,}06$ м.

Керуючись даними, які представлені в [13-15] маємо прийняти, що сумарні напруження на підвіску решета не мають бути більшими за:

- для підвісок решіт, що виготовляються із сталі сумарне напруження $\sigma \le 500 \cdot 10^5$ Па;
- для підвісок, матеріалом виготовлення яких є дерево – сумарне напруження $\sigma \le 8 \cdot 10^5$ Па;
- для підвісок решіт, матеріалом виготовлення яких є склопластик – сумарне напруження $\sigma \le 450 \cdot 10^5$ Па.

Далі проведемо розрахунок підвіски решіт зерноочисного агрегату СЗК-25, які виготовляються із склопластику та мають жорстке кріплення до рами машини. У подальших розрахунках підвіски решета скористаємося такими даними: $i = 4$ од; $\beta = 0°$; $l = 0,765$ м; $E = 596$ МПа та $A = 0,009$ м.

Крім перелічених даних, для визначення параметрів підвіски решітного стану маємо знайти вагу кузова із зерном, що можемо розрахувати використовуючи формулу:

$$G = P_{пс} + P_з,$$

де $P_{пс}$ – вага решітного кузова зерноочисної машини СЗК-25 без зерна, користуючись даними завода-виробника [12], вага решітного кузова без навантаження складає $P_{пс} = 6800$ Н;

$P_з$ – сумарна вага ячменю, яке перебуває під час очищення на решетах, Н.

Якщо скористатися тим, що середня товщина зернівок ячменю становить 0,0025 м, за умови, що густина зерна ячменю складає 7900 Н/м, за даними , наведеними у [15]. Тоді можемо скористатися відомою формулою для визначення маси ячменю, що знаходиться на решетах під час очищення в зерноочисній машині, що має вигляд:

$$P_з = 3 \cdot m \cdot k \cdot h \cdot \rho_з,$$

де m – геометрична ширина решета зерноочисної машини СЗК-25, $m = 0,72$ м;

k – робоча довжина решета зерноочисної машини, виходячи із конструктивних особливостей після проведення вдосконалення приймаємо, $k = 0,91$ м;

h – товщина, з якою насіння ячменю рухається під час очищення по решету, $h = 0,015$ м;

$\rho_з$ – густина зібраного врожаю ячменю, кг/м^3.

Проведемо розв'язок вище наведених формул підставивши описані цифрові значення, отримаємо:

$$P_з = 3 \cdot 0,72 \cdot 0,91 \cdot 0,015 \cdot 7900 = 72 \text{ кг};$$

$$G = 6800 + 720 = 7520 \text{ Н}.$$

Після підстановки знайдених значень у формулу для визначення параметрів підвіски решіт, отримаємо:

$$\Delta = 0,765 \cdot \sqrt{\frac{7520 \cdot 1}{3 \cdot 0,009 \cdot 4 \cdot 4 \cdot 596 \cdot 10^6}} = 0,0041 \text{ м}.$$

Тоді, відповідно напруження, які діють на підвіску решіт під час роботи зерноочисної машини СЗК-25 дорівнюють:

$$\sigma_{зг} = \frac{3 \cdot 0,0041 \cdot 0,009 \cdot 596 \cdot 10^6}{0,765^2} = 11,27 \cdot 10^4 \text{ Па};$$

$$\sigma_{рз} = \frac{7520}{4 \cdot 0,04 \cdot 0,0041} = 11,43 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

$$\sigma = 1,127 \cdot 10^5 + 114,3 \cdot 10^5 = 115,43 \cdot 10^5 \text{ Па} < 450 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

Враховуючи те, що знайдені напруження підвіски решітного стану є меншими за допустимі, які складають $450 \cdot 10^5$ Па., відбувається виконання умови міцності. Це підтверджує роботоздатність підвіски решітного стану та правильність підбору основних параметрів і режимів роботи.

Короткі висновки за розділом

У результаті виконання даного розділу проведено всебічний аналіз конструкції зерноочисної машини СЗК-25, зосереджено увагу на особливостях її функціонування, а також надано опис необхідних налаштувань для забезпечення стабільної та якісної роботи в умовах сільськогосподарського виробництва. Встановлено основні технічні недоліки машини, що обмежують її продуктивність і ефективність, зокрема недостатню площу решітного стану та нераціональну роботу повітряного потоку на етапі пневмосепарації зернових сумішей.

Для усунення виявлених проблем було запропоновано низку технічних рішень, серед яких – збільшення площі решітного блоку, встановлення скатної дошки під перше решето для покращення розподілу зернового матеріалу, а також проведено обґрунтовані розрахунки навантажень на підвіски решітного стану. Окремо розглянуто й проведено удосконалення пневмосистеми, зокрема визначено раціональні параметри повітряного потоку для забезпечення якісного видалення аеродинамічно легких домішок.

Таким чином, усі запропоновані модернізації конструктивно обґрунтовані, базуються на інженерних розрахунках і спрямовані на підвищення продуктивності та надійності зерноочисної машини СЗК-25 при очищенні ячменю та інших сільськогосподарських культур.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Загальні положення охорони праці при вирощуванні ячменю

Забезпечення безпечних умов праці під час механізованого вирощування ячменю та експлуатації удосконаленої зерноочисної машини СЗК-25 є одним із головних напрямів дотримання законодавства України у сфері охорони праці. Усі види робіт, пов'язані з підготовкою ґрунту, сівбою, доглядом за посівами, збиранням урожаю, його транспортуванням, очищенням та тимчасовим зберіганням, повинні виконуватись відповідно до норм безпеки праці, санітарно-гігієнічних вимог, протипожежних заходів та екологічних стандартів.

Основними законодавчими актами, що регламентують питання охорони праці в агропромисловому секторі, є: Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю, «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві», ДСТУ, технічні регламенти безпечної експлуатації сільськогосподарської техніки та обладнання.

Під час усіх етапів агровиробництва відповідальність за створення безпечних умов праці покладається на керівника господарства та інженера з охорони праці. Працівники, задіяні у процесах, повинні пройти інструктажі з техніки безпеки, ознайомлення з небезпечними факторами і правилами поводження з технікою, а також медичні огляди перед початком сезону.

5.2. Шкідливі і небезпечні виробничі фактори

Під час виконання операцій післязбирального очищення зерна та при обслуговуванні зерноочисної машини СЗК-25 працівники можуть наражатися на дію таких шкідливих і небезпечних факторів:

Фізичні фактори: підвищений рівень шуму та вібрації від сільськогосподарських машин; механічні травми внаслідок роботи рухомих частин агрегатів; підвищений або знижений рівень температур в робочій зоні; високий рівень запиленості повітря під час очистки зерна тощо.

Хімічні фактори: контакт із паливно-мастильними матеріалами, гербіцидами, пестицидами (при підготовці поля), а також продуктами згоряння двигунів внутрішнього згоряння.

Біологічні фактори: контакт із збудниками алергічних реакцій (пилок, спори пліснявих грибів у зерні); укуси комах.

Психофізіологічні фактори: підвищене нервове та зорове навантаження при керуванні технікою; монотонність праці, фізичне перевантаження.

5.3. Засоби індивідуального захисту

Для запобігання негативному впливу зазначених факторів працівники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). До таких засобів належать:

Захисний одяг (брюки, куртка з вогнетривкого та пилонепроникного матеріалу).

Респіратори або маски – для захисту органів дихання від пилу, особливо під час роботи із зерноочисною машиною.

Протишумні навушники або беруші – для зниження впливу шуму від техніки.

Захисні рукавички – при роботі з механізмами, змащенням, під час обслуговування вузлів СЗК-25.

Захисне взуття – з нековзною підошвою та металевим носком.

Захисні окуляри – при роботі з дробильними, обертовими елементами, при очищенні машин.

5.4 Вимоги до безпечної експлуатації зерноочисної машини СЗК-25

Експлуатація удосконаленої зерноочисної машини СЗК-25 повинна здійснюватися з дотриманням наступних правил:

- Машина повинна бути технічно справною, всі захисні кожухи мають бути встановлені.

- Перед початком роботи оператор повинен оглянути обладнання, перевірити наявність заземлення, справність електродвигуна, вентилятора, решіт та інших робочих елементів.
- Заборонено виконання регулювальних або ремонтних робіт на машині при ввімкненому електроживленні.
- Подача зернової маси повинна здійснюватися рівномірно, без перевантажень, що може спричинити заклинювання або вихід із ладу механізмів.
- Під час очищення зерна заборонено знаходитися поблизу обертових частин машини без засобів індивідуального захисту.
- При виникненні сторонніх шумів або вібрацій, роботу необхідно зупинити і провести діагностику.

5.5. Пожежна безпека

Зерноочисні машини, такі як СЗК-25, працюють із запиленими матеріалами, що можуть спричинити підвищення пожежонебезпеки. Основними джерелами пожежі можуть бути перегрів електродвигуна, замикання в електропроводці, іскри, які потрапляють у зону високої запиленості, або залишки ПММ на вузлах машини.

Основні заходи пожежної безпеки:

Обладнання має бути забезпечене засобами первинного пожежогасіння (вогнегасники ВП-5, ВП-10).

Приміщення зерноочисного цеху повинне бути обладнане витяжною вентиляцією.

Заборонено курити або використовувати відкритий вогонь поблизу зерноочисної лінії.

Електромережа повинна мати автоматичні вимикачі та бути перевірена на наявність коротких замикань.

Щодня після завершення роботи необхідно проводити прибирання залишків зерна та пилу.

6. ВИСНОВОК

У процесі виконання кваліфікаційної роботи було всебічно проаналізовано технологію вирощування ярого ячменю в умовах базового господарства, зокрема проведено оцінку існуючих методів механізації виробничого процесу. Здійснено детальний аналіз технологічного процесу вирощування культури з урахуванням агротехнічних вимог, специфіки ґрунтово-кліматичних умов регіону та матеріально-технічної бази господарства. На основі зібраних даних обґрунтовано доцільність використання певних технічних засобів на окремих етапах вирощування ярого ячменю, особливу увагу при цьому було приділено процесам післязбиральної доробки врожаю.

У якості одного з головних напрямів підвищення ефективності виробництва було запропоновано впровадження вдосконаленої зерноочисної машини СЗК-25, яка здатна забезпечити якісне очищення зерна з мінімальними втратами та зниженим енергоспоживанням. У рамках розробки технічного вдосконалення було запропоновано низку конструктивних змін: зокрема, збільшено площу решітного стану для поліпшення пропускної здатності, встановлено скатну дошку під перше решето з метою рівномірного розподілу матеріалу, а також проведено розрахунок і технічне обґрунтування параметрів підвісок решітного стану.

Окремим напрямом дослідження стало удосконалення пневмосистеми зерноочисної машини. Проведено аналіз повітряного потоку та обґрунтовано параметри системи, що дало змогу забезпечити стабільну роботу машини з використанням відцентрового вентилятора, зменшити енерговитрати та підвищити загальну ефективність очистки.

Усі запропоновані технічні рішення були підтверджені розрахунками й відповідають вимогам експлуатаційної надійності. В результаті виконаної роботи можна зробити висновок про реальну можливість підвищення ефективності механізованих процесів вирощування ярого ячменю за рахунок удосконалення зерноочисної техніки.

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. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. − К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
4. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
5. Лихочвар В.В. Зерновиробництво. / Лихочвар В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. – Львів: Освіта, 2008. – 624 с.
6. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шикули. – Оранта, 2000. – 390 с.
7. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
8. Паламарчук В.Д. Еколого-біологічні та технологічні принципи вирощування польових культур: Навчальний посібник / В.Д. Паламарчук, О.В. Климчук, І.С. Поліщук та ін. – Вінниця, 2010. – 680 с.
9. Смаглій О.Ф. Агроекологія / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. – К.: «Вища освіта», 2006. – 662 с.
10. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
11. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін..: За ред.. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.

12. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. − К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
13. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини / Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 3. Машини та обладнання для переробки зерна та насіння / Сисолін П.В., Петренко М.М., Свірень М.О.; За ред. М.І. Черновола. – К.: Фенікс, 2007. – 432 с.
14. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
15. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник – К.: Вища освіта, 2013. – 535 с
16. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
17. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
18. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку/ За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
19. Войналович О.В. Охорона праці в сільському господарстві. / О.В. Войналович, Є.І. Марчишина, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2018. – 691 с.\
20. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

ДОДАТКИ