

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту ”

Зав. кафедрою СГМ

д.т.н., професор

_____ Микола СВІРЕНЬ

“ ____ ” _____ 20 ____ р.

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

Механізація вирощування ячменю з модернізацією зерноочисної
машини СЗК-25

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-18-ЗСК

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Горобець Іван Іванович

« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 20 ____ р.

Рецензент _____

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти _____

Галузь знань _____

Спеціальність _____

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Микола СВІРЕНЬ

«__» _____ 2021 року

**ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ 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 випускної 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 випускної 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. Аналіз існуючої технології вирощування ячменю з обґрунтуванням її інтенсифікації	7
3. Розробка вдосконаленої технології очищення ярого ячменю та розрахунок оновленої операційно-технологічної карти.....	22
4. Інженерна частина.....	30
5. Охорона праці.....	47
6. Висновок	48
Список використаної літератури	49
Додатки.....	52

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

1. Вступ

Наша держава є надзвичайно потужним виробником сільськогосподарської продукції, зокрема зернових колосових культур, соняшнику, кукурудзи, ріпаку тощо. Зважаючи на велику кількість орних земель, їх родючість, наявність технічного та кадрового забезпечення, існує значний потенціал нарощування обсягів виробництва продукції рослинництва, що має дозволити збільшити загальну рентабельність галузі і наростити експортні можливості агровиробництва держави. Для досягнення вказаних цілей, вітчизняними селекціонерами робляться значні спроби по виведенню і впровадженню у виробництво нових та вдосконалених високоврожайних сортів майже усіх сільськогосподарських культур, що культивуються на території України. Сьогодні є можливості у господарств купувати та вирощувати сорти зернових, які потенційно здатні підвищувати врожайність до 70...100 ц/га. Втім, для отримання таких врожаїв, вкрай необхідно в господарських умовах впроваджувати у виробництво інтенсивні технології вирощування, при цьому використовувати сучасне технічне забезпечення, кваліфікований персонал, ефективно і ретельно планувати і проектувати технологічні процеси, обґрунтовувати та намагатися зменшити затрати на виробництво продукції та реалізовувати ряд інших заходів.

Стратегічно важливим завданням агровиробництва є не лише нарощування обсягу вирощування зерна пшениці, ячменю та інших культур, але й вирощування екологічно чистої продукції з мінімальними затратами та низькою собівартістю, що можна досягти за умов комплексної механізації робіт, які пов'язані з усіма етапами обробітку ґрунту, внесенням добрив, посівом, підживленням, доглядом за посівами, збиранням врожаю і його транспортування та післязбиральної обробки.

					МВЯЗ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		
Розроб.	Горобець						
Перевір.	Леценко						
Реценз.							
Н. Контр.	Осипов						
Затверд.	Свірень						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						5	
					ЦНТУ, гр. АІ-18-ЗСК		

Впровадження інтенсивної технології вирощування продукції рослинництва передбачає реалізацію системи науково обґрунтованих, економічно ефективних та взаємозв'язаних способів, технологічних операцій та прийомів, що мають дозволити, за умов використання високоефективного технічного забезпечення, отримання стабільно високих врожаїв екологічно чистої готової продукції. Варто мати на увазі, що для досягнення стабільних врожаїв інтенсивна технологія має реалізовуватися із врахуванням фізіологічних потреб культурних рослин, їх біологічних та морфологічних особливостей на кожному із етапів розвитку культури, потенційної можливості реалізації біокліматичного потенціалу рослин, можливостей використання засобів хімізації з метою захисту рослин та підвищення їх стійкості і врожайності.

Одним із важливим завершальним етапом технології вирощування зернових культур, зокрема ячменю – є його післязбиральна обробка. Саме ця операція дає змогу вчасно і ефективно виділити із зібраного врожаю домішок різноманітного походження, частково знизити вологість зібраного збіжжя та створити сприятливі умови для подальшого ефективного зберігання зерна. В кінцевому варіанті це дозволить підвищити класність, а отже і вартість зібраного врожаю. Отже, метою даної кваліфікаційної роботи є проаналізувати і вдосконалити існуючу технологію вирощування ячменю в господарських умовах шляхом модернізації зерноочисної машини СЗК-25.

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

2. Огляд існуючої технології вирощування ячменю з обґрунтуванням її вдосконалення

2.1. Загальна характеристика ячменю і його біологічні особливості

Ярий ячмінь (*Hordeum sativum* Jessen підвид *distichum*) (рис. 1) є другою зерновою культурою, після озимої пшениці, за поширенням на полях України. Його популярність пояснюється тим, що ця культура є не лише цінною продовольчою і кормовою, а й технічною культурою. З точки зору кормових цілей найбільш часто із зерна ячменю виготовляють ячмінну і перлову крупи. Оскільки в ярому ячменю є велика кількість тригліцериду і токотриенолу, використання цієї культури в харчових цілях, сприяє зниженню холестерину в крові людини. Під час промислового випікання житнього і пшеничного хліба на комбінатах хлібопродуктів до основного борошна додають 10...15% ячмінного борошна. Із цільної ячмінної муки хліб не печуть, так як ця мука має низьку якість клейковини, через що такий хліб слабoporистий, швидко черствіє і дуже погано підходить. Крім перелічених сфер використання у харчовій промисловості із зерна ячменю часто виготовляють різноманітні за складом естракти солоду, сурогати кави тощо.

Важко переоцінити роль ярого ячменю для пивоваріння. Для цих цілей краще підходять сорти дворядного ячменю із виповненими та однаковими за крупністю зернівками. Для пивоваріння варто використовувати ячмінь із підвищеним рівнем крохмалю – до 60...70%, оптимальною кількістю білка – на рівні 9...12% та вмістом екстрактних речовин – до 78...82%. При вирощуванні пивних сортів ячменю важливою являється низька плівчастість – менше 7...10%, ще одним важливим показником, що дозволяє забезпечити стабільні врожаї таких сортів – висока енергія проростання, яка повинна бути не меншою за 95%.

У якості фуражних цілей використання ярого ячменю обґрунтовано тим, що в 1 кг. зерна міститься 1,2 кормові одиниці та не менше 100 г. перетравного протеїну, що є дуже гарними показниками у порівнянні із

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

іншими сільськогосподарськими культурами. Як корм чи його основний інгредієнт ячмінь можна застосовувати для усіх видів тварин. Найбільш корисним ячмінь є при відгодівлі свиней на бекон, за таких умов ячмінь складає близько 60...70% у загальному вмісті кормосуміші. Як кормова одиниця зерно ячменю містить білку до 9...12%; вуглеводів – до 70...75%, варто зазначити, що зерно ячменю є повноцінним кормом за вмістом амінокислот, зокрема до його складу входять одні із найбільш дефіцитних – триптофан і лізин. Як показують наведені кормові характеристики – властивості ячменю, як кормової сировини, значно перевищують аналогічні показники, що є у пшениці.

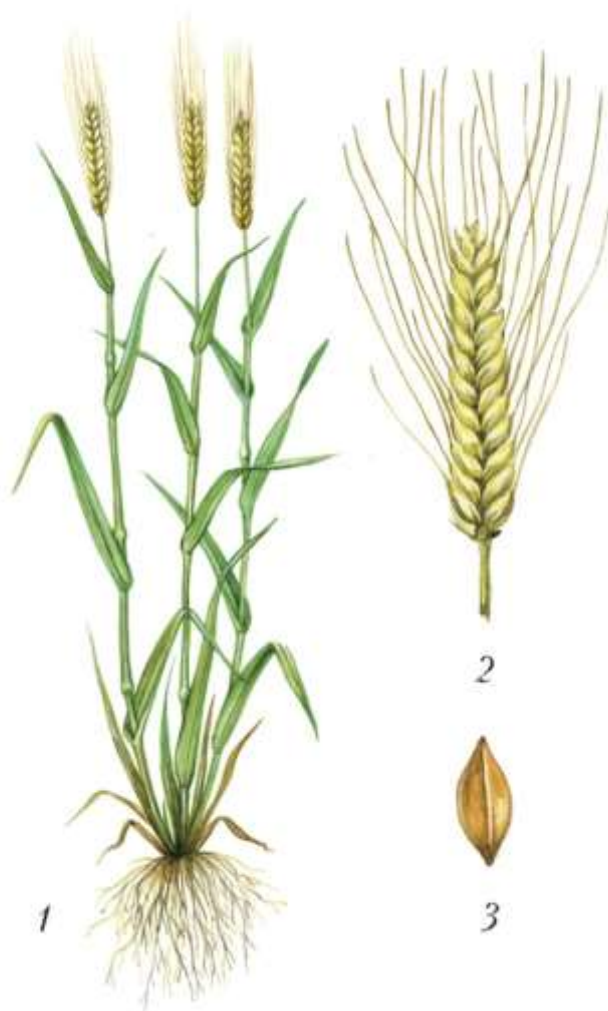


Рис. 1. Загальний вигляд ярого ячменю:

1 – загальний вигляд рослини у фазі наливання зерна; 2 – колосок;

3 – зернівка

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

Безпосередньо ячмінь відноситься до одних із самих давніх сільськогосподарських культур, що вирощуються в світі. Разом із пшеницею його вирощували ще у кам'яному віці, а часом його окультурення вважається X тисячоліття до нашої ери. Найбільш давні розкопки підтверджують, що спочатку ячмінь вирощували на територіях сучасних Туреччини, Ірану, Іраку. В країні Європи ячмінь потрапив із малої Азії і почав вирощуватися у IV...III тисячоліттях до нашої ери, в цей же період його почали вирощувати і на території нашої держави.

Серед світових сільськогосподарських культур вирощування ячменю є дуже важливим, свідченням цього є його посівні площі, які в розрізі світового рослинництва у 2010...2020 рр. складають 70...72 млн. га, або від 9 до 12% загальних посівних площ. Сумарний валовий збір ячменю становив 140...170 млн.т., а середня світова врожайність до цих пір залишається відносно низькою 20...27 ц/га. Серед лідируючих країн-виробників Україна вирощує цю культуру на площі 42% від загальної площі зернових; Білорусь – близько 40%; Німеччина – понад 33%; Росія та Казахстан – близько 30%4 Туреччина – 25% і т.д. За даними Продовольчої та сільськогосподарської організації Об'єднаних Націй (ФАО) – більше 45% загального валового збору ячменю відправляється на промислову переробку, до 10% – використовується для виробництва пива та пивопродуктів, близько 15% потрапляє на харчові цілі та до 16...18% розподіляється на корм худобі.

Слід відмітити, що у світовому виробництві зерна хлібів, виробництво ячменю знаходиться на четвертому місці після вирощування пшениці, рису і кукурудзи. Поряд з цим, в Україні валові збори ячменю знаходяться на другому місці, відразу після пшениці, а часом посівні площі ячменю є більшими за 5 млн. Найчастіше в Україні ячмінь вирощують в Степовій та Лісостеповій зоні, проте високі врожаї при вирощуванні районованих сортів отримують по всіх ґрунтово-кліматичних зонах України. Варто зауважити, що серед першої групи хлібів саме ячмінь можна охарактеризувати найвищими і

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

найбільш стабільними врожаями. Можна констатувати, що середня врожайність ячменю в 2010...2020 рр знаходилася на рівні 21,5...24,2 ц/га, втім є окремі господарства, в яких в цей же час досягалася врожайність на рівні 50...60 ц/га та вище.

Біологічні особливості ярого ячменю

Ярий ячмінь є культурою досить не вимогливою до тепла. Рослина проростає вже при температурі 1...2°C, хоча оптимальною для проростання є температура 15...20°C. Молоді сходи здатні витримувати заморозки до -3...-4°C, а окремі морозостійкі сорти до -6°C. Температура з досягненням якої ячмінь може ефективно формувати генеративні органи становить 10...12°C. Більш сприятливою для швидкого і ефективного розвитку кореневої системи, якісного кушіння і формування продуктивного колосу є помірно теплі температури, що знаходяться в межах 12...20°C. Агрономічно доведено, що найбільш доцільною температурою для оптимального розвитку ячменю та отримання високих врожаїв є температура у вегетаційному періоді рослин в межах 18°C.

Ще більш вагомим фактором, який є перевагою і сприяє поширенню виробництва ячменю в південних та найбільш засушливих регіонах України є дуже висока стійкість ячменю проти високих температур. Ця стійкість є найвищою серед хлібів першої та другої групи. Так ячмінь, під час його вирощування, легко витримує підвищення температури до 38...40°C. За таких умов паростки ячменю не паралізуються протягом 25...35 год, в той час, як для ярої пшениці вже через 10...17 год. спостерігається паралізація продохів, а для вівса, за таких температур ріст повністю паралізується через 5 год.

Вимоги ярого ячменю відносно вологи характеризуються тим, що ця культура є найбільш посухостійкою та її можна охарактеризувати як культуру із високопродуктивною витратою вологи, що потрібна на створення органічної речовини. Поряд з тим на початкових стадіях розвитку у ярого ячменю погано розвинена коренева система, а тому в цій фазі розвитку культури дуже погано

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

переносять посухи. З врахуванням вище наведеного, не рекомендується весною запізнюватися із строками сівби ячменю, адже це неминуче призведе до суттєвого погіршення дружності сходів та буде сприяти сповільненню розвитку рослин на наступних фазах розвитку ячменю. Потрібно мати на увазі, що й надлишок вологи негативно впливає на ріст і розвиток ячменю. Так, перевищення кількості вологи, особливо на ґрунтах, які є багатими на поживні речовини, за умов високих температур призводить до надмірного кущіння, занадто інтенсивного наростання біомаси, що в кінцевому варіанті призводить до вилягання врожаю на корні. Найбільш високі врожаї потенційно можна отримати на ґрунтах із високою вологоутримуючою здатністю, а на ґрунтах, що задовільно чи погано утримують вологу врожаї нижчі.

Якщо порівнювати ярий ячмінь із іншими зерновими культурами, то варто відзначити, що саме ячмінь є найбільш скоростиглою сільськогосподарською культурою, яка досягає за 75 днів.

Коренева система ярого ячменю є слаборозвинена (рис. 1, 1), а тому ця культура дуже добре розвивається на родючих, староорних добре оброблених ґрунтах, які містять достатню кількість поживних речовин у легкодоступному стані. Якщо ж ґрунти, на яких вирощується ярий ячмінь заболочені чи є недостатньо розпушеними, то врожаї різко знижуються. Крім цього, ярий ячмінь погано росте на ґрунтах, у яких підземні води залягають близько до поверхні, легких піщаних ґрунтах, рослини дуже пригнічуються на торфовищах із підвищеною кислотністю (при $pH < 6$), якщо ж у ґрунті спостерігається надмірно кисла реакція середовища $pH\ 3,5$, молоді рослини взагалі не сходять.

Якщо ж в господарстві вирощують пивоварний ячмінь, то для його вирощування найбільш придатними є чорноземи, темно-сірі та сірі лісові ґрунти. Переважна більшість таких сільськогосподарських угідь зосереджена в лісостеповій зоні України. Вирощування ярого ячменю на дерново-карбонатних ґрунтах теж сприяє отриманню високих врожаїв із гарними

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

фракційними характеристиками вирощеного збіжжя. Гірше пристосовані для вирощування ярого ячменю піщані, супіщані та дерново-підзолисті ґрунти Полісся та дерново-підзолисті ґрунти із підвищеною кислотністю на Прикарпатті. Якщо все-ж є необхідність культивувати ярий ячмінь на вказаних ґрунтах для стабільності врожаю варто використовувати біостимулятори росту, а сам технологічний процес вирощування характеризується підвищеною хімізацією.

2.2. Типова технологія вирощування ярого ячменю у господарстві та обґрунтування напрямків вдосконалення

Однією із специфічних ознак ярого ячменю є ярко виражений слабкий розвиток кореневої системи, що у поєднанні із дуже коротким вегетаційним періодом та підвищеними вимогами до обробітку ґрунту робить цю культуру найбільш вимогливою серед усіх зернових культур до попередників. За умов максимально ефективної реалізації технологічних процесів під час реалізації технології вирощування ярого ячменю, які створюють сприятливі умови для росту і розвитку кореневої системи і самої рослини, сіяти ярий ячмінь потрібно на попередньо підготовлених, родючих та чистих від бур'янів ґрунтах.

Сприяє отриманню високих врожаїв ярого ячменю його розміщення на полях після вирощування багаторічних бобових трав, однорічних трав, ріпаку та зернобобових культур. Практично у більшості фермерських господарств перелічені культури є найбільш сприятливими попередниками для озимих зернових, а тому після перелічених попередників найбільш часто озимі зернові і вирощують. Тому для ярого ячменю в господарствах Центральної України найбільш бажаними попередниками є просапні культури, насамперед цукрові буряки, картопля, кукурудза, реалізуючи технологічні процеси вирощування яких прагнуть забезпечити внесення в достатній кількості органічних та мінеральних добрив. Реалізуючи технології вирощування просапних культур, намагаються максимально ефективно проводити міжрядний обробіток, тому, що це дозволяє ефективно знищувати бур'яни і створити сприятливі умови для

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

нагромадження у продуктивному шарі ґрунту легкозасвоюваних поживних речовин.

Протягом останнього часу, на полях багатьох фермерських господарств спостерігається різке зниження кількості органічних добрив, що вносяться під час вирощування усіх без виключення сільськогосподарських культур, в тому числі і просапних. Тому цінність просапних культур, як бажаних попередників для вирощування ярого ячменю поступово знижується. За таких умов, для отримання стабільних і достатніх врожаїв ярого ячменю, після вирощування просапних культур із зниженим вмістом внесення органіки в ґрунт, практикують внесення підвищених норм мінеральних добрив під час вирощування ячменю.

Під час вирощування ярого ячменю не рекомендується його вирощування після вівса чи озимого ячменю. Ця умова продиктована насамперед фітосанітарними причинами. Забороняється вирощувати ярий і озимий ячмінь в безпосередній близькості один біля одного, що пояснюється високою ймовірністю того, що озимий ячмінь є великим джерелом і осередком розповсюдження збудників хвороб і шкідників для ярого ячменю, серед них найпоширенішими є жовта іржа, борошниста роса, біла мушка тощо.

Підготовка ґрунту. Як відмічалось раніше, ярий ячмінь є однією із сільськогосподарських культур, які потребують проводити роботи із підготовки ґрунту під посів із високоякісними показниками. Для вирощування ярого ячменю ґрунт має бути нещільним, структура повинна бути дрібнокомкувата, а бур'янів не повинно бути взагалі. Якщо ж вирощування ярого ячменю відбувається на ущільнених ґрунтах, спостерігається кволість кореневої системи, пожовтіння листя та підсихання стебел, і, як наслідок, зниження загальної продуктивності рослин.

Бажаною операцією першого глибокого обробітку ґрунту під ярий ячмінь є зяблева оранка, незалежно від попередника. Якщо ячмінь вирощують після зернових чи багаторічних трав бажано проведення луцення стерні, так

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

на полях із переважаючою кількістю однорічних бур'янів достатньо одного проходу агрегату, і для лушення використовують дискові лушильники ЛДГ-15, ЛДГ-10 з глибиною роботи 6...8 см. Якщо ж на полі спостерігається сильне забур'янення, варто проводити повторне лушення через 2...3 тижні, для чого найчастіше використовуються агрегати із важкими дисковими боронами БДТ-7, а глибина проведення повторного лушення має бути не меншою 10...12 см. У деяких господарствах замість операцій лушення практикують внесення універсальних гербіцидів типу раундап чи гліфоган, але обов'язково після активного проростання бур'янів. Такі заходи є дуже ефективними на полях, де часто зустрічаються багаторічні бур'яни типу осоту чи пирію.

У випадку, коли попередником для вирощування ярого ячменю була кукурудза, поля доцільно дискувати відразу важкими дисковими боронами БДТ-7, після чого проводити зяблеву оранку на глибину 20...22 см. Якщо поля суттєво забур'янені багаторічними бур'янами потрібно глибину оранки збільшувати до 25...27 см і проводити її в кінці вересня на початку жовтня.

На полях із важкими ґрунтами чи надто перезволоженими або ж до проведення оранки або ж після неї бажано проводити щільювання чи глибоке чизелювання на 40..50 см.

Якщо ярий ячмінь вирощують після картоплі або ж цукрових буряків, після збирання попередника всю площу поля якомога швидше орють на 20...22 см. Якщо поля є легкими за механічним складом, насамперед після вирощування картоплі оранку достатньо замінити поверхневим обробітком.

При вирощуванні ярого ячменю не допускається проведення весняної оранки. Реалізація такої операції сприяє швидкій втраті вологи, також це призводить до запізнення із термінами проведення посівних операцій, і як наслідок, сприяє зменшенню врожайності та різкому зростанню собівартості готової продукції. У випадку, коли з певних причин не вдалося вчасно і

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

ефективно підготувати поле під вирощування ярого ячменю, варто проводити пряму сівбу спеціальними сівалками.

Передпосівний обробіток ґрунту, як і для інших ярих культур, під ярий ячмінь потрібно проводити тільки після повного фізичного досягання ґрунту. З метою збереження вологи, зокрема на полях, які схильні до швидкого пересихання, якомога раніше навесні, ледь ґрунт перестає мазатися практикують закриття вологи, проводячи боронування і шлейфування поля, що бажано робити впоперек до операції оранки. Як і для інших зернових, передпосівний обробіток ґрунту має проводитися на глибину, яка приблизно дорівнює глибині загортання насіння.

Якщо поля, на яких заплановане вирощування ярого ячменю є чистими від рослинних залишок, то для підготовки ґрунту під посів достатньо провести боронування із послідовно з'єднаними важкими, середніми та легкими зубовими боролами. Якщо поверхня поля є більш нерівною, то для її вирівнювання використовують комбіновані агрегати типу РВК-3,6, гарні результати показує використання голчасті борони в поєднанні в одному агрегаті із зубовими боролами і котками. Якщо ж в господарських умовах для підготовки поля під сівбу ярого ячменю застосовують культиватори типу КПС-4, потрібно обов'язково проводити якісне коткування обробленого поля. Найбільш якісно підготувати ґрунт до сівби ярого ячменю можна комбінованими агрегатами типу «Компактор» або ж «Європак». Незалежно від способу передпосівного обробітку ґрунту, виконання всіх операцій поверхневого обробітку потрібно проводити під кутом або ж впоперек до напрямку оранки.

Підготовка насіння та сорти. Для забезпечення високих і стабільних врожаїв ярий ячмінь варто сіяти кондиційним сортовим насінням першої та другої репродукцій. Ресурсозберігаюча технологія вирощування ярого ячменю передбачає в якості посівного матеріалу використання насіння із масою 1000 зернин 40...50 гр., крім цього, обов'язковою умовою є сила росту

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

насіння не менше за 80%. Перед проведенням посіву рекомендується проведення протруювання насіння, оскільки саме протруювання є найбільш дешевим та ефективним заходом для боротьби із хворобами та шкідниками та загалом є надійним і дієвим заходом для комплексного захисту рослин. Для проведення операцій протруювання потрібно використовувати препарати, що є сертифікованими на теренах України. Вибираючи препарат для протруювання варто оцінити спектр його дії, ймовірність та загрозу зараження рослин хворобами, особливості сорту, що вирощується, як насінина, а в подальшому і рослина буде реагувати на препарат, вартість хімікату, його стан для проведення протруювання (розчин, порошок) тощо.

Серед сортів для інтенсивного способу вирощування ярого ячменю потрібно виділити Роланд, Дружба, Гостинець. Напівінтенсивними сортами, які є широко поширеними в Степовій та Лісостеповій зоні України є Прерія, Миронівський 86, Стяг. Для виробництва крупи вирощують наступні сорти: Перелом, Престиж, Фінк.

Система удобрення. Загальна система удобрення під час вирощування ярого ячменю повністю залежить від культури-попередника. При вирощуванні ярого ячменю після просапних культур, які добре удобрювалися, зокрема вносилися органічні добрива з нормами внесення 40...50 т/га та в достатній дозі вносилися комплексні мінеральні добрива, то допускається взагалі не вносити добрива під ярий ячмінь. За таких умов вирощування із забезпеченням якісного догляду та використовуючи якісний посівний матеріал потенційний врожай коливається в межах 40...50 ц/га.

Ярий ячмінь при його вирощуванні відмінно реагує на внесення добрив за умов достатнього зволоження ґрунту і вчасності цього процесу. Часто, при раціональній організації процесу внесення мінеральних добрив спостерігається підвищення загального врожаю на полях до 15...20 ц/га. Варто мати на увазі, що для того, щоб уникнути вилягання ячменю на корні потрібно

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

забезпечити при внесення добрив задане співвідношення між поживними елементами – калію, фосфору та азоту.

Загальноприйнятим фактом є те, що максимальну дозу фосфорних і калійних мінеральних добрив вносять під час реалізації першого обробітку ґрунту. Під час проведення передпосівної культивуації та під час подальшого підживлення рослин при догляді за посівами намагаються внести задану норму азотних добрив.

Сівба ярого ячменю. Для створення максимально сприятливих умов росту і розвитку рослин ярого ячменю необхідно на етапі сівби забезпечити однакові за розміром площі живлення рослин. Найвагомішим недоліком традиційного рядкового способу сівби є дуже висока густота розподілу насіння вздовж рядка. Варто відмітити, що такою критичною відстанню між насінинами ячменю в рядку є 1,4 см. Сіючи ячмінь з нормами 5...6 млн. насінин на гектар відстань між сусідніми насінинами в межах рядків становить 1,1...1,3 см, що відповідно є меншою за критичної, а отже і призводить до загального погіршення умов росту ярого ячменю.

В господарських умовах до цих пір найпоширенішим способом посіву ярого ячменю залишається звичайний рядковий із міжряддям 15 см, який реалізують, переважно зерновими сівалками типу СЗ. За умов реалізації в господарстві ресурсозберігаючих технологій краще сіяти ярий ячмінь вузькорядним способом із міжряддям 7,5 см. Для сівби, за можливості рекомендується використання сівалки СЗЛ-3,6. Глибина сівби ярого ячменю має за сприятливих умов складати 2...4 см. Якщо ж є потреба проводити вирощування ячменю на легких ґрунтах, то глибину сівби збільшують на 1...2 см. Якщо з певних обставин відбулася затримка садіння, та при мілкому загортанні насіння в кінці технологічної операції варто проводити коткування посіву з метою надання більш тісного контакту ґрунтового середовища із насінням та підведення вологи з нижніх горизонтів ґрунту.

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

В базовому господарстві сівбу ярого ячменю проводять традиційним рядковим способом сівалками СЗ-3,6 з міжряддям 15 см. Для зручності вирощування під час садіння потрібно забезпечити створення технологічної колії, для чого перекривають 6-7 та 18-19 висівні апарати під час кожного третього проходу садильного агрегату. Норма садіння встановлюється на рівні 4,5...5,5 млн схожих насінин на кожен гектар площі поля, що становить 180...220 кг/га.

Догляд за посівами. Для догляду за посівами ярого ячменю найбільш ефективною є інтегрована система захисту від бур'янів, хвороб і шкідників. Зважаючи на дуже ранні терміни садіння ярого ячменю повністю знищити на полі бур'ян під час підготовки поля під посів неможливо. Більше того, суттєво збільшується забур'яненість полів, на яких вирощують ячмінь при реалізації безполицевих способів обробітку ґрунту, а тому найбільш дієвим способом захисту посівів ячменю від бур'янів є хімічний спосіб. Для знищення бур'янів рекомендується вносити такі гербіциди: базагран з нормами внесення 2,0...3,0 кг/га; базагран-хіт – норми внесення 2,0...4,0 кг/га; 2М-4Х – із нормами внесення 0,9...1,5 кг/га. Обприскування ярого ячменю потрібно проводити наведеними вище гербіцидами у фазі кушіння рослин. Для боротьби із хворобами ярого ячменю, серед яких найчастіше зустрічаються сажки, коренева гниль, плямистість та ін., додатково до протруювання насіння перед садінням проводять одно- чи дворазове обприскування фунгіцидами такими як байлетон із нормами до 0,6 кг/га чи бампер – із нормами до 0,5 кг/га.

Найдієвішим способом захисту ярого ячменю від шкідників є раціональні агротехнічні прийоми, такі як раціональні сівозміни, ефективний і якісний перший глибокий обробіток, раціональні способи сівби та використання якісного протруєного посівного матеріалу, ефективний підбір сортів та хімікатів тощо. Якщо ж незважаючи на агротехнічні прийоми все ж з'являються такі шкідники, як гесенська та шведська мухи, хлібна п'явиця, черепашка, злакова попелиця тощо варто проводити хімічну обробку, для чого

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

використовують наступні препарати: арріво – 0,2 л/га; Бі-58 – 1,5 л/га: карате – 0,2 л/га та інші.

Якщо існує загроза вилягання посівів, їх обробляють такими препаратами як ретодант із нормою внесення 2 л/га або ж хлормеквадхлорид – 60 г/га.

Під час догляду за посівами ярого ячменю, якщо існує така необхідність, підживлюють посіви азотними добривами.

Збирання врожаю. Збирання ярого ячменю найчастіше проводять методом прямого комбайнування, що є найбільш доцільним способом для низькорослих сортів, на чистих від бур'янів полях та неполеглих хлібах. Цей спосіб реалізується при настанні повної стиглості зерна та вологості ярого ячменю на рівні 15...18%. Для прямого комбайнування застосовують будь-які наявні в господарстві зернозбиральні комбайни, як закордонного, так і вітчизняного виробництва. Для збирання ярого ячменю в базовому господарстві застосовують комбайн ДОН-1500Б з робочою швидкістю 6...7 км/год, при допустимих втратах зерна за жаткою комбайна – не більше 0,5%.

Після обмолоту комбайном зерно ярого ячменю очищають, за потреби додатково сушать до вологості 14...15% і далі закладають на зберігання чи відправляють на подальшу переробку.

2.3. Вдосконалення післязбирального очищення ярого ячменю

Після проведення ретельного аналізу кожного з етапів існуючої у господарстві технології вирощування ярого ячменю, цілком очевидно, що одним із проблемних етапів є післязбиральне очищення ячменю, а раціональна організація цього процесу за умов мінімального травмування зерна та ресурсозбереження дозволити підвищити вартість готового врожаю та знизити собівартість виготовлення продукції. За базовою технологією вирощування ярого ячменю цю культуру на етапі попереднього очищення очищали зерноочисною машиною ОВП-20, яка має задовільні показники за показниками травмування зернівок та відносно низьку продуктивність у

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

перерахунку на питомі витрати електроенергії. Більш доцільна на операціях очищення ярого ячменю використовувати зерноочисну машину СЗК-25, яка є в наявності у господарстві, її продуктивність є дещо вищою за базову зерноочисну машину, а після проведених вдосконалень заплановано підвищити і якість проведення робіт і підвищити загальну ефективність зерноочисної машини.

Зерноочисна машина СЗК-25 є стаціонарною машиною, робочі органи якої приводяться в дію від електродвигуна та достатньо для її обслуговування одного оператора. Технологічні показники машини наступні – зерноочисна машина забезпечує продуктивність до 30 т/год при попередньому очищенні зерна ярого ячменю загальною вологістю до 20% та засміченістю домішками різного походження не більше 25%.

Після прямого комбайнування ярого ячменю, та й під час роздільного способу його збирання, разом із зерновою масою в бункери комбайнів, а далі і на токи господарств зібране збіжжя потрапляє із великою кількістю домішок, які розрізняються за своїми фізико-механічними властивостями і природою походження. Найчастіше у чисте зерно потрапляють зерно та насіння інших сільськогосподарських культур і бур'янів, рослинні рештки, збоїна, полова, частки колосків, комахи, кам'янисті і інші мінеральні включення, металеві домішки тощо. Для отримання високо класного зерна ярого ячменю, як і інших сільськогосподарських культур потрібно якомога швидше, з мінімальними затратами та мінімальним травмуванням зерна і максимально ефективно видалити домішки, знизити загальну вологість зібраного збіжжя, та створити сприятливі умови для подальшої переробки і зберігання.

Продовольче зерно та зерно, яке йде на фуражні цілі очищають від домішок, в той час, як зерно, що використовується в майбутньому як посівний матеріал, окрім очищення від домішок, потребує його сортування за розмірними характеристиками та об'ємною вагою. За встановленим стандартом нормативами вологість продовольчого зерна повинна бути не

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

вищою за 16...19%, при цьому вміст домішок насіння бур'янів має бути не більшим за 5% а кількість зерна інших культур не повинен перевищувати 15%.

Залежно від того, як довго заплановано зберігати зерно ярого ячменю в господарстві та його призначення щодо використання, в господарських умовах проводять попереднє, первинне та вторинне очищення, а для насіннєвого матеріалу ще й сортування.

В розрізі наведеної роботи акцент робиться на реалізацію операції попереднього очищення ярого ячменю в господарських умовах, оскільки ця операція дозволяє суттєво покращити умови зберігання зібраного врожаю та дозволяє уникнути його зігріванню, пліснявінню та втраті продовольчих і посівних кондицій. Під час реалізації операції попереднього очищення слід видалити із загального фракційного складу зібраного врожаю більшу частину легких, крупних та вологовмісних домішок, що дозволяє знизити загальну вологість збіжжя та створює необхідні умови для тимчасового зберігання ярого ячменю і служить підготовчим етапом до проведення первинного очищення зернових сумішей. Після проведення операцій попереднього очищення зерна, загальна кількість домішок повинна зменшитися мінімум на 50% за умови часткового зниження вологості збіжжя.

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

3. Розробка вдосконаленої технології очищення ярого ячменю та розрахунок оновленої операційно-технологічної карти

3.1. Розрахунок операційно-технологічної карти очищення зерна ярого ячменю на току господарства

Після проведення аналізу літературних джерел та досвіду ряду господарств, у якості базової машини для проведення попереднього очищення ярого ячменю в господарських умовах запропоновано використовувати зерноочисну машину СЗК-25, яка є в наявності у господарстві та для її обслуговування достатньо одного оператора. Згідно із інструкцією по експлуатації зерноочисної машини СЗК-25, її номінальна продуктивність на попередньому очищенні зернових повинна становити 25 т/год, а тому всі технологічні розрахунки за вдосконаленою технологічною картою для очищення ярого ячменю будемо проводити саме для цієї паспортної продуктивності.

Машиною, яка використовувалася за базовою технологією (до вдосконалення) була зерноочисна машина ОВП-20, продуктивність якої на току господарства була на рівні 20 т/год. Саме цей показник і був прийнятий для технологічних розрахунків за базовою технологією господарства.

Для знаходження змінної продуктивності зерноочисного агрегату потрібно скористатися наступною формулою:

$$Q_{зм} = Q_{год} \cdot T_{зм},$$

де $Q_{год}$ – годинна продуктивність агрегату на операціях очищення ярого ячменю;

$T_{зм}$ – чистий час тривалості зміни на току під час проведення очисних операцій, $T_{зм} = 7$ год.

Тоді для модернізованої та базової технології маємо наступні значення змінної продуктивності:

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

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

$$Q_{зм}^{\delta} = 20 \cdot 7 = 140 \text{ т/зм.}$$

Враховуючи валовий збір ярого ячменю в господарстві, для проведення його попереднього очищення запропонованими агрегатами, можна знайти дійсний час виконання операцій за базовою та модернізованою технологіями, з врахуванням реальної годинної продуктивності кожного із агрегатів. Тоді маємо:

$$T^м = \frac{B_з}{25} = \frac{824}{25} = 33 \text{ год};$$

$$T^{\delta} = \frac{B_з}{25} = \frac{824}{20} = 41,5 \text{ год.},$$

де $B_з$ – валовий збір ярого ячменю, тобто фактично загальна кількість зернового матеріалу, що потрібно очистити зерноочисними машинами, $B_з = 824 \text{ т.}$

Для визначення сумарної кількості нормо-змін роботи зерноочисного відділення за модернізованою та базовою технологіями варто скористатися наступними співвідношеннями:

$$D^м = \frac{T}{8} = \frac{33}{8} = 4,1.$$

Тоді загальна кількість нормо-змін за модернізованою технологією становить $D^м = 5$ нормо-змін.

$$D^{\delta} = \frac{T^{\delta}}{8} = \frac{41,5}{8} = 5,2.$$

Загальна кількість нормо-змін на очищення ярого ячменю за базовою технологією цього процесу становить $D^{\delta} = 6$ нормо-змін.

Розрахуємо кількість машин. Які потрібні для проведення очищення ячменю за відповідними технологіями з врахуванням рекомендованих агротехнічних термінів виконання операцій. Дані розрахунки будемо проводити за наведеними нижче залежностями:

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

$$n^m = \frac{D}{3 \cdot A_c} = \frac{5}{2 \cdot 3} = 0,83.$$

Округлюємо до найближчого цілого більшого числа і приймаємо для модернізованої технології $n^m = 1$ агрегат.

$$n^{\delta} = \frac{D^{\delta}}{3 \cdot A_c} = \frac{6}{2 \cdot 3} = 1.$$

Для базової технології розрахункова кількість агрегатів становить $n^{\delta} = 1$ агрегат.

У приведених вище розрахункових формулах Z – кількість повних змін у робочому дні під час проведення операцій збирання врожаю, $Z = 2$ зміни; A_c – рекомендовані агротехнічні терміни, за які потрібно виконати операцію попереднього очищення, $A_c = 3$ дні.

Для того, щоб розрахувати потужність, яку має споживати електродвигун під час очищення ярого ячменю потрібно скористатися формулою:

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

де N – загальна сумарна потужність двигуна зерноочисної машини, кВт;

η – коефіцієнт корисної дії, який враховує всі витрати в електродвигуні,

$$\eta = 0,8 \dots 0,94;$$

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

За вищенаведеною формулою розрахуємо спожиту потужність двигуна на очищення ярого ячменю для базової та модернізованої технології

$$N_c^m = \frac{8,5}{0,85 \cdot 0,9} = 11,1 \text{ кВт.};$$

$$N_c^{\delta} = \frac{10,7}{0,85 \cdot 0,9} = 14,0 \text{ кВт.}$$

Для розрахунку сили струму, що споживається з трьохфазної мережі електродвигуном зерноочисної машини існує наступна емпірична формула:

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

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

де N_c – спожита потужність двигуна зерноочисної машини, що розрахована вище, кВт;

U – дійсна напруга електроструму в мережі до якої ввімкнено електродвигун зерноочисної машини, В.

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

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

Розрахуємо витрати праці, що затрачаються на виконання одиниці роботи під час проведення зерноочисних операцій.

$$Z_n^M = \frac{1}{25} = 0,04 \text{ люд.} \times \text{год/т};$$

$$Z_n^{\delta} = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ люд.} \times \text{год/т.}$$

Тоді, витрати праці в людино годинах, що потрібно на проведення всього обсягу зерноочисних робіт під час очищення ярого ячменю за базовою та модернізованою технологіях складає:

$$Z_n^M = B_z \cdot 0,04 = 824 \cdot 0,04 = 33 \text{ люд.} \times \text{год.};$$

$$Z_n^{\delta} = B_z \cdot 0,05 = 824 \cdot 0,05 = 42 \text{ люд.} \times \text{год.}$$

3.2. Підготовка току до роботи зерноочисної машини під час очищення зерна ярого ячменю

Для максимально ефективного використання зерноочисних агрегатів, якісного і повноцінного виконання процесу очищення зерноsumішей потрібно провести правильну підготовку як самого агрегату, так і току чи складу, де технологічний процес буде реалізовано. Підготовка робочого місця до роботи передбачає звільнення току чи площадки, де буде відбуватися очищення зерна від перешкод, які можуть бути додатковими перепонами на шляху руху

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

зерноочисного агрегату, вибір і обґрунтування раціональних напрямків руху, кінематичних режимів та способів руху зерноочисної машини. Під час обґрунтування способів руху насамперед варто враховувати вид робіт, що проводиться, покриття току, довжина прямолінійних участків, наявність чи відсутність схилів тощо. Той спосіб руху зерноочисної машини, що обирається має бути максимально ефективним з точки зору якості проведення процесу, бути максимально енергоефективним за умов комплексного забезпечення агротехнічних вимог.

Керуючись тим фактом, що зерноочисні машини, які використовуються для очищення ярого ячменю, як за базовою так і за модернізованою технологіями, мають працювати на майданчиках, причому як відкритих так і з штучним дахом, а зерно на цих майданчиках розміщується насипом в буртах, то ширина вказаних бортів має бути меншою за ширину захвату машини. Ширина захвату зерноочисних машин визначається довжиною живильних транспортерів в робочому положенні. За перелічених умов роботи найбільш доцільним способом руху зерноочисних агрегатів по току під час операції зерноочистки є гоновий безпетльовий спосіб із безпетльовими поворотами в кінці бортів.

Розрахунок дійсної величини поворотних смуг на току

З врахуванням того, що зерноочисні агрегати по току рухаються гоновим способом, для його реалізації по краях робочих ділянок мають залишатися спеціальні технологічні смуги для проведення холостих заїздів. Дійсна ширина цих смуг залежить від кінематичних параметрів агрегату та виду повороту, що буде реалізовуватися, а з врахуванням виконання безпетльових поворотів в кінці загінки, ширина поворотної смуги розраховується за відомою формулою:

$$E = 1,5 \cdot R_{\min} + L_{\text{м}},$$

де $R_{\min}$ – фактичний мінімальний радіус повороту зерноочисної машини, за інструкцією із експлуатації, $R_{\min} = 3,25$ м.;

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

L_m – дійсна кінематична довжина завантажувача зерна, що працює із зерноочисною машиною, $L_m = 3,72$ м.

Отже, розрахункове значення ширини поворотної смуги дорівнює:

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

Варто пам'ятати, що фактична (дійсна) ширина поворотної смуги має бути обов'язково кратною ширині захвату робочої машини

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – кратність проходу агрегату – найближче ціле більше число;

B_p – дійсна робоча ширина захвату агрегату, м

З врахуванням формули, що наведена вище, можемо записати наступну залежність:

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

Після проведення розрахунків та проведення округлення, маємо фактичну ширину поворотної смуги, яка становить

$$E = 2 \cdot 5 = 10 \text{ м.}$$

Для комплексної оцінки обраного способу руху агрегату в загінці потрібно розрахувати коефіцієнт робочих ходів, який потрібно шукати за формулою:

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

де L_p – робоча довжина загінки, на якій організовано роботу зерноочисної машини, м;

L_x – довжина холостого ходу зерноочисного агрегату, м.

Відомо, що для організованого на току човникового способу руху зерноочисного агрегату значення робочої довжини загінки та довжини холостого ходу дорівнюють:

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

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

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

де l – фактичний виїзд агрегату, м

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

$$L_p = 95 - 2 \cdot 10 = 75 \text{ м};$$

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

де B_{mp} – дійсна ширина між буртами для організації транспортування матеріалу, $B_{mp} = 4,5$ м.

Проведемо наступні розрахунки:

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

Тоді розрахуємо величину холостого ходу зерноочисного агрегату:

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

Отже, розрахункове значення коефіцієнту робочих ходів зерноочисного агрегату дорівнює:

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

Отриманий коефіцієнт на рівні 0,77 доводить, що під час проведення операції очищення ярого ячменю на току господарства із використанням модернізованої технології цього процесу спостерігається високе використання робочого часу, що вказує на ефективну організацію зерноочисних операцій на току господарства за умов дотримання запропонованих режимів роботи.

Обґрунтування показників організації виконання процесу очищення ячменю

Для визначення тривалості одного циклу зерноочисної операції потрібно скористатися залежністю

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

де t_n – час проведення повороту зерноочисного агрегату в кінці загінки,

$$t_n = 3,6 \text{ хв.}$$

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

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

Проведемо розрахунок технічної продуктивності операції зерноочистки за один цикл

$$W_{\text{ц}} = Q \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau,$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу за цикл реалізації операції очищення ячменю, $\tau = 0,86$.

Розрахункове значення технічної продуктивності операції очищення ячменю за один цикл

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

Знайдемо, яку кількість циклів за зміну реалізують на току при очищенні зерна ячменю:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{ц}}}{W_{\text{зм}}};$$

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

Знайдемо витрати за зміну електроенергії при очищенні зерна ярого ячменю:

$$N_{\text{зм}} = N_{\text{с}} \cdot T_{\text{зм}},$$

$$Q_{\text{зм}} = 13,99 \cdot 8,6 = 120,314 \text{ кВт/год)/зміну.}$$

Отже, після проведення відповідних розрахунків є змога заповнити операційну карту на очищення зерна ярого ячменю за модернізованою технологією, яку представлено в графічній частині кваліфікаційної роботи.

Контроль якісних показників виконання операції очищення ячменю

Для оцінки якості роботи зерноочисного відділення господарства необхідно провести оцінку якісного вмісту домішок в зерновому матеріалі після очистки (ефект очистки) та кількості повноцінного зерна, що потрапило у відходи (чіткість сепарації).

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

Після проведення попереднього очищення вміст домішок у порівнянні із вихідним зерновим матеріалом повинен зменшитися не менше ніж на 50%, в той час, як під час проведення первинного очищення, цей самий показник має знизитися не менше ніж на 60%. За таких умов, інший показник якості – втрата повноцінного зерна у відходи при попередньому очищенні не повинен перевищувати 0,2%, а для первинного очищення – чіткість сепарації має бути на рівні 0,5%.

Оцінювати якість роботи зерноочисного відділення можна парусним класифікатором, проводячи сепарацію навісок ячменю через ручний чи механізований решітний класифікатор. Методика оцінки якості роботи зерноочисного відділення шляхом просіювання навіски зерна на парусному класифікаторі наведена в [13].

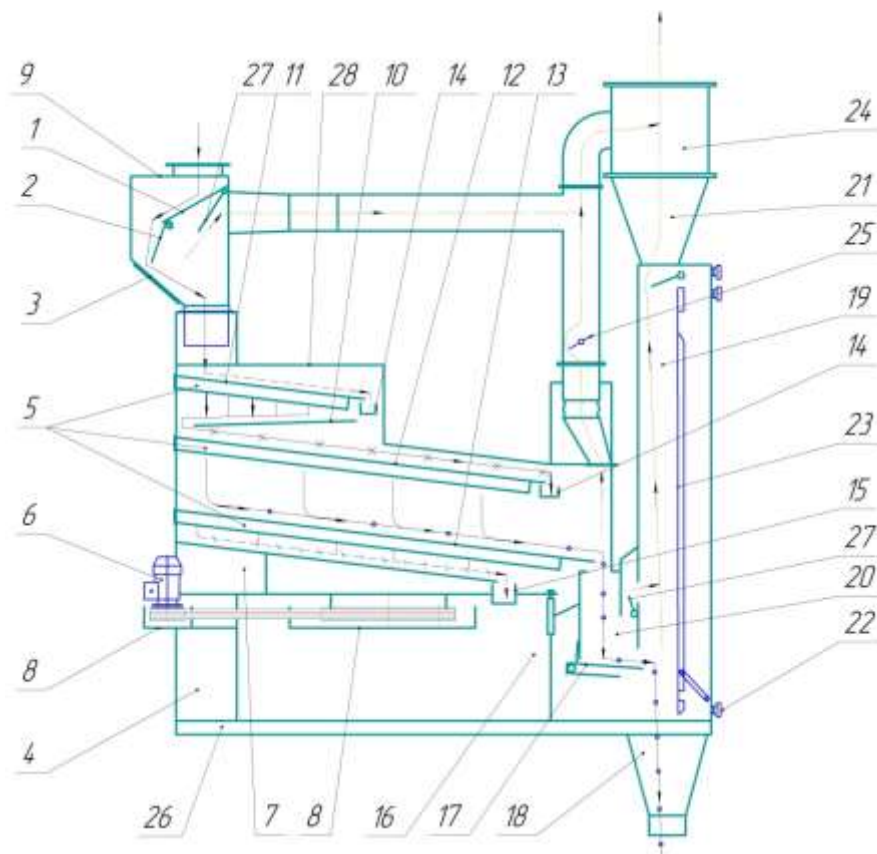
4. Інженерна частина

4.1. Загальна будова і робота зерноочисної машини СЗК-25

Зерноочисна машина СЗК-25 (рис. 2) є складною повітряно-решітною машиною, до складу якої входить решітний і повітряний блок, а якщо є така необхідність, то до всієї машини приєднується і додаткове обладнання – магнітно-аспіраційна камера, калібратор чи приймальник зерна та інш.

Зерноочисна машина СЗК-25 (рис. 2) складається зі станини, кузова із решітними станами, повітряної системи, механізму приводу робочих органів, траверси із балансирними робочими органами тощо. Кузов до станин кріпиться через гнучкі склопластикові підвіси, що виготовляються із однонапрямого склопластику ССО-ВП та мають діаметр 12 мм. Решітні рамки компонуються та встановлюються в кузов за направляючими платинами, що надійно і нерухомо фіксуються за рахунок прижимів. Безпосередньо самі решітні рамки, в середині, розділені поздовжніми і поперечними перетинками на окремі комірки, в яких розміщуються гумові кульки, що виконують роль очисних механізмів для забитих отворів решіт.

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



————— вихідна зернова суміш
 - - - - - грубі домішки
 суміш повітря з легкими домішками
 * * * * * крупні домішки
 ~~~~~ дрібні домішки  
 . . . . . очищене зерно

Рис. 2. Принципова схема 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

На передній стінці решітного кузова встановлено механізм приводу, яким є електродвигун, який через клинопасову передачу обертає шків, на валу якого закріплено дисбалансні вантажі, що в результаті призводить до колового циклічного руху всього решітного стану.

Перед потраплянням на очищення решетами в машині СЗК-25 зерно ярого ячменю спочатку потрапляє в магнітно-аспіраційну камеру 9 (рис. 2), яка розміщена максимально високо вгорі в передній верхній частині кузова. Це дозволяє із зернового матеріалу попередньо видалити металеві домішки та максимально легкі аеродинамічні частки, що і є одним із вагомих найбільш раціональних за послідовністю видалення домішок етапів організації зерноочисних операцій. Як наслідок, після магнітно аспіраційної камери зерно на очищення в решітну частину машини подається вже попередньо підготовленим. На вході зернового матеріалу, що потребує очистки в кузов решітного стану встановлено розподільчий лоток 10, контакт із поверхнею якого забезпечує більш рівномірне розподілення часток зерноsumіші за всією шириною решета.

Станина зерноочисної машини складається із передньої та задньої стійок, які з'єднуються між собою додатковими зв'язками та боковинами. Задня стійка станини є опорною для встановлення на неї патрубку, який потім з'єднується із аспіраційною мережею господарства. Для того, щоб уникнути жорстких ударів кузова об станину, що можуть виникнути при пускові та зупинці зерноочисного агрегату, в задній частині станини встановлюється упор 16 із гумовим амортизатором. Цю ж саму функцію – захист від ударів виконують і два гумові упори, які встановлюються в передній частині машини.

Порядок роботи сепаратора наступний. Зерновий матеріал, що потребує очищення, в нашому випадку – зібране збіжжя ярого ячменю, через приймальний патрубок завантажується у магнітно-аспіраційну камеру, після

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 32   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

проходження якої, рівномірно розподіляється за шириною сепаратора та вводить до секції кузова (решітного стану). Кузов зерноочисної машини, за рахунок механізму приводу здійснює кругові рухи, що забезпечує беззупинний рух матеріалу по решітним станам та сприяє його просіванню або ж сходженню з решіт. Варто відмітити, що в середній частині кузова зерноочисної машини встановлюється спеціальний фартух, який дозволяє запобігти зайвим втратам повноцінного зерна у відходи.

Крупні домішки, які виділилися із загальної маси на першому решеті виводяться із машини в лоток-приймальник крупних домішок, а інший матеріал, що пройшов на цьому решеті на прохід – через сортувальне решето направляється на нижній решітний стан. Дрібні ж домішки є прохідними частками нижньої решітої рами і вони виділяються в лоток-приймальник дрібних домішок, а на схід з цього решета – йде очищене зерно в решітній частині машини. Саме це, очищене від крупних і дрібних домішок зерно направляється на похилий лоток для введення зерна на очистку в пневмосепаруючий канал, за допомогою якого теж відбувається певне розшарування суміші і її введення в зону повітряної сепарації. В пневмосепаруючому каналі відбувається більш ретельне продування часток повітряним потоком та виділення із загальної маси легких домішок та пильових часток, а швидкість повітряного потоку в активній зоні сепарації може змінюватися рухомою стінкою пневмоканалу, що дозволяє регулювати ступінь виділення аеродинаміно легких компонентів.

#### 4.2. Обґрунтування запропонованого вдосконалення зерноочисної машини СЗК-25

Потрібно мати на увазі, що характерною особливістю проведення усіх зерноочисних операцій є те, що більшість робіт із зерноочистки, в тому числі і під час очищення від домішок ярого ячменю, відбувається на потокових лініях, а тому дуже важливо забезпечити високу надійність проведення робіт, задану продуктивність процесу, тому, що існує реальна загроза того, що

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 33   |

зупинка чи відмова (забивання) одного із етапів технологічного процесу призведе до виходу із ладу всієї машини чи лінії зерноочистки.

На наш погляд, однією із вітчизняних машин, що добре себе зарекомендували під час проведення операцій очищення зерна від сторонніх домішок є зерноочисна машина СЗК-25. При порівняно невеликих габаритних розмірах ця зерноочисна машина забезпечує виконання стандартів під час реалізації операцій попереднього і первинного очищення зерна будь-яких сільськогосподарських культур. З врахуванням того, що в дійсних господарських умовах, зазначена машина використовується не лише для очищення зерна ярого ячменю, а й виконує очистку усіх без виключення зернових, що культивуються в господарстві, нею ж очищають і ріпак та соняшник, після проведення певних робіт по її переналаштуванню, а тому часто продуктивності сепаратора СЗК-25 не вистачає для проведення всього комплексу запланованих робіт, що й стало підставою для проведення вдосконалень зерноочисної машини СЗК-25. Під час поліпшення конструкції згаданої зерноочисної машини є можливість проведення вдосконалень як повітряної так і решітної частин.

На першому етапі проведення інтенсифікації процесу роботи зерноочисної машини, враховуючи те, що конструкція рами дозволяє досить легко і без значних змін до функціональної схеми машини збільшити габарити решітного стану до 910×720 мм. Крім того, пропонуємо на решітні стани встановити решета із меншими отворами, що дозволить зменшити навантаження на друге решето та підвищити загальне сумарне навантаження на перше решето і інтенсифікувати його роботу, зберігши при цьому якісні показники зерноочисної операції.

Проведемо розрахунок пропускної здатності решета при очистці ярого ячменю:

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

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 34   |

де  $K_p$  – коефіцієнт, який залежить від культури, що потрібно очистити даною зерноочисною машиною, для ярого ячменю  $K_p = 1$ ;

$F_p$  – загальна корисна площа решета зерноочисної машини,  $\text{м}^2$ ;

$q_p$  – питоме навантаження, яке встановлюється для робочого решета зерноочисної машини, за [14],  $q_p = 1,9$ ;

$\tau_{зм}$  – коефіцієнт, що враховує повноту використання зерноочисної машини під час робочої зміни,  $\tau_{зм} = 0,8$ .

Цілком логічно, що збільшення геометричних розмірів решета буде призводити до збільшення площі його робочої поверхні, а загальну корисну площу решета як до зміни його розмірів так і після потрібно знайти за формулою:

$$F_p = a \cdot b,$$

де  $a$  – довжина решета (більшої сторони вздовж якої матеріали рухається під час очищення),  $\text{мм}$ ;

$b$  – ширина решета,  $\text{мм}$ .

Тоді розраховуємо площу серійного решета

$$F_p^{\sigma} = 910 \cdot 400 = 364000 \text{ мм}^2 = 0,364 \text{ м}^2.$$

Аналогічно знайдемо площу вдосконаленого решета

$$F_p^{\mu} = 910 \cdot 720 = 655200 \text{ мм}^2 = 0,6552 \text{ м}^2.$$

Маючи площу серійного решета і його решту характеристик розрахуємо пропускну здатність решета на серійній машині до вдосконалення:

$$Q_p^{\sigma} = 3,6 \cdot 1 \cdot 0,364 \cdot 1,9 \cdot 0,8 = 1,994 \text{ т/год.}$$

Проведемо аналогічні розрахунки пропускну здатності решета після вдосконалення:

$$Q_p^{\mu} = 3,6 \cdot 1 \cdot 0,6552 \cdot 1,9 \cdot 0,8 = 3,585 \text{ т/год.}$$

Очевидно, що після проведення модернізацій решітного стану пропускну здатність, згідно із проведеними розрахунками збільшилася майже

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

на 80%. За існуючою практикою в зерноочистці при збереженні відповідних якісних показників операції можна збільшити подачу матеріалу на перше (вдосконалене) решето.

З метою підвищення продуктивності всього решітного стану після збільшення розмірів першого решета рекомендується встановити скатну дошку під сортувальне решето. Ця дошка виконує роль рознесення матеріалу між другим і третім решетом і тим самим сприяє зростанню загальної продуктивності всього решітного блоку. Вказані зміни дозволяють підвищити загальний час перебування матеріалу на решеті, що в свою чергу сприяє загальному підвищенню якості очистки.

Зрозуміло, що запропоновані вдосконалення решітної частини призведе до підвищення загальної маси зерноочисної машини СЗК-25, а тому для ефективної роботи сепаратора варто провести розрахунок окремих елементів машини, на які безпосередньо впливає збільшення її загальної маси.

#### 4.3. Розрахунок можливості роботи зерноочисної машини СЗК-25 від автономного вентилятора

У якості автономного джерела повітряного потоку найбільш доцільно використовувати відцентровий вентилятор, який дозволяє створити заданий за рівномірністю повітряний потік та володіє необхідними показниками продуктивності. Для ефективного повітряного очищення розрахуємо необхідні витрати повітря в пневмосепараційному каналі

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

де  $V$  – витрати повітря в пневмосистемі машини, м<sup>3</sup>/год;

$v_a$  – швидкість повітря в активній зоні пневмосепаруючого каналу, м/с.,

для очищення зерна ярого ячменю за попередніми експериментами необхідна швидкість повітря становить  $v_a = 7,9$  м/с;

$S$  – дійсна площа перерізу пневмосепаруючого каналу в зоні очищення зерна, дм<sup>2</sup>.,  $S = 1,65$  дм<sup>2</sup>;

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 36   |

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

Для більш ретельного обґрунтування джерела повітряного потоку потрібно розрахувати повні витрати тиску в пневмосепаруючому каналі

$$p_{\kappa} = (0,1 + 0,00013 \cdot q_{\kappa F}) \cdot v_a^2 + \Delta p_p,$$

де  $p_{\kappa}$  – втрати повного тиску в пневмосепаруючому каналі, кгс/м<sup>2</sup>;

$q_{\kappa F}$  – дійсне завантаження одиниці площі перерізу пневмоканалу, кг/(год×дм<sup>2</sup>);

$\Delta p_p$  – існуючі втрати повного тиску у повітряній системі зерноочисної машини, кгс/м<sup>2</sup>,  $\Delta p_p = 20 \text{ кгс/м}^2$ ;

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

Відповідно до проведеним розрахункам, за знайденими значеннями дійсних витрат повітря та втрат повного тиску у пневмосепаруючому каналі за [15], вибираємо вентилятор серії ВРН №6, який характеризується наступними параметрами:

- коефіцієнт корисної дії, який враховує існуючі втрати по перетіканню повітря через зазор і втрати на тертя елементів вентилятора повітряним потоком,  $\eta_{nm} = 0,4$ ;
- робоча частота обертання вентилятора,  $n = 1000 \text{ об/хв}$ ;
- дійсні витрати повітря вентилятора, що досягаються при номінальній частоті його обертання  $V = 1000 \text{ м}^3/\text{год.}$

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 37   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

#### 4.4. Розрахунок основних параметрів осадового пристрою

Враховуючи існуючі осадові пристрої, що використовуються у зерноочисних машинах, на наш погляд найбільш доцільно з машиною СЗК-25 використовувати осадовий пристрій циклонного типу. Такий пристрій дозволяє ефективно відділити легкі домішки з повітря а для розрахунків основних параметрів жалюзійного інерційного пилоочисника (рис. 3) скористаємося стандартною методикою [14, 15].

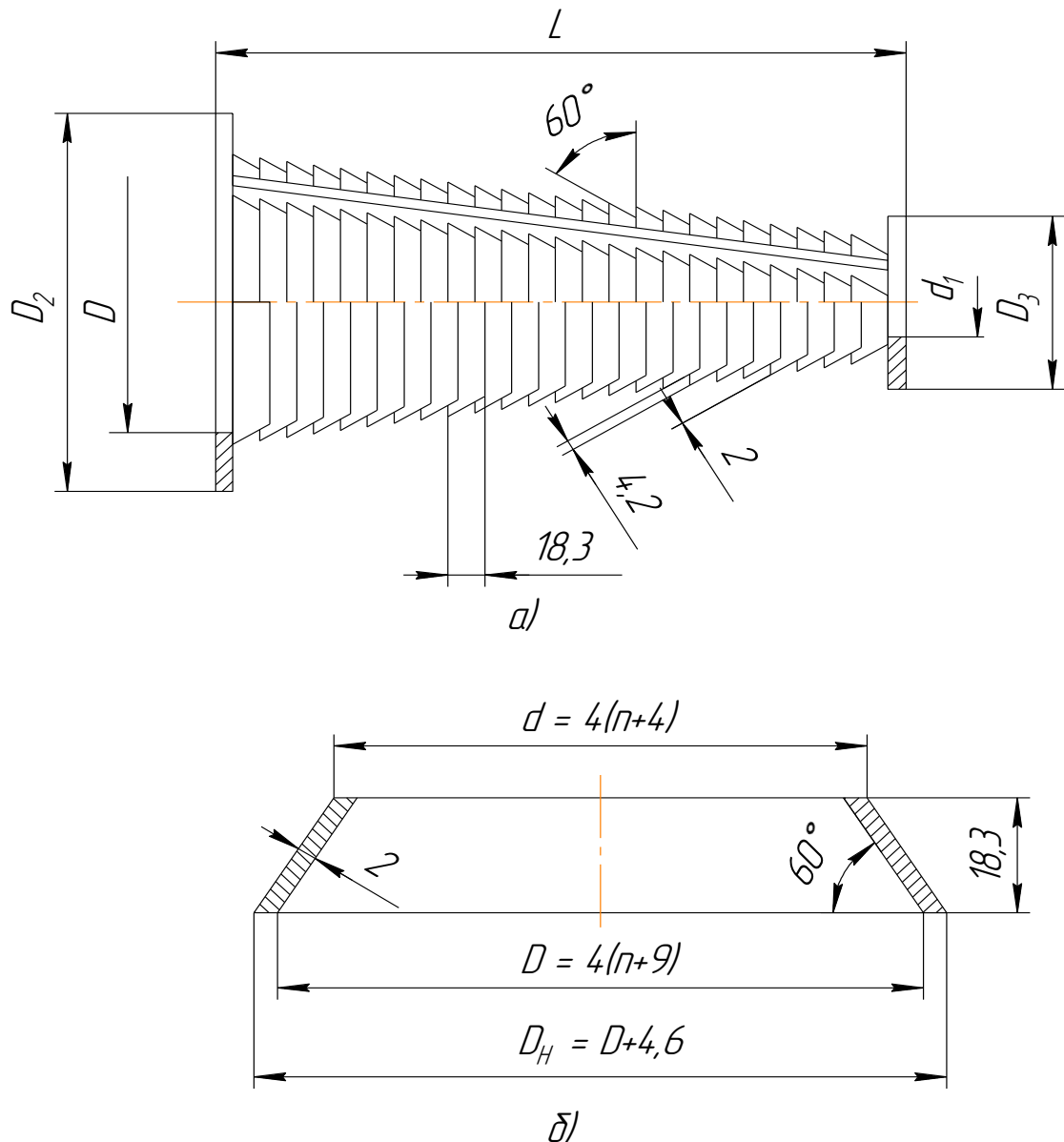


Рис. 3. Загальний вигляд жалюзійного інерційного пилоочисного циклону:  
а) загальний вигляд циклону; б) розміри з'єднувального кільця (на схемі  $n$  – номер кільця)

Загальний опір жалюзійного пилоочисника можна розрахувати за відомою залежністю:

$$p_u = \xi \cdot \frac{\rho_n \cdot v_a^2}{2 \cdot g},$$

де  $\xi$  – коефіцієнт опору пристрою по очищенні повітря, для інерційних пилоочисників, згідно з рекомендаціями [14], приймаємо  $\xi = 2$ ;

$\rho_n$  – розрахункова густина повітря,  $\rho_n = 1,2 \text{ кг/м}^3$ .

Розраховуючи далі, маємо:

$$p_u = 0,123 \cdot v_a^2,$$

підставивши значення, отримаємо:

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

Розрахунковим методом знайдемо потрібний діаметр вхідного отвору пилоочисника, виходячи із заданої продуктивності та швидкості руху повітряного потоку:

$$V = \frac{\pi \cdot D_{ex}^2}{4} \cdot v_{ex},$$

з наведеної вище формули, шляхом проведення перетворень отримаємо:

$$D_{ex} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{V}{v_{ex}}},$$

де  $D_{ex}$  – дійсний діаметр вхідного отвору очисного пристрою, м;

$v_{ex}$  – швидкість повітряного потоку в місті його входження в очисний пристрій (циклон), м/с;

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

За стандартними розмірами пилоочисних пристроїв [14], приймаємо діаметр вхідного отвору  $D_{ex} = 0,135 \text{ м.}$

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 39   |

Після проведених розрахунків пилоочисного пристрою, із табл. 11 [14], вибираємо інерційний жалюзійний очисний пристрій ИП-2-135, що має наступні характеристики:

- діаметр вихідного отвору виведення домішок і пилу  $d_1 = 30$  мм;
- кількість кілець жалюзійного пилевловлювача  $z = 25$  шт;
- діаметр великого фланця (для приєднання до зерноочисної машини)  $D_2 = 181$  мм;
- діаметр малого фланця (для приєднання приймального домішок і пилу),  $D_3 = 81$  мм;
- загальна довжина жалюзійного пилоочисника  $L = 405$  мм;
- номер кілець, що встановлюються в пилоочиснику  $n = 2...26$ .

#### 4.5. Розрахунок на міцність підвіски решітного модуля

Матеріалом, з якого виготовляють підвіски решітного стану є однонапрямний склопластик. Ці підвіски жорстко кріпляться з однієї сторони – до решітного блоку, з іншої – до рами машини. Під час технологічного процесу роботи зерноочисної машини СЗК-25, відбуваються коливання решітних станів, а отже, на підвіски згинальний момент. Для розрахунку працездатності підвіски її розглядаємо як дві балки, що закріплені одним кінцем, причому кожна з цих балок навантажена силою  $P$ , яка діє на половині відстані від точки жорсткого кріплення підвіски (рис. 4)

Цілком очевидно, що ступінь прогинання балки дорівнює  $\frac{1}{2} \cdot A$ , тобто половині амплітуди коливання решітного стану. Тоді загальне рівняння прогинання балки можна записати у вигляді:

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

Після перетворень останнього рівняння та його розв'язку відносно амплітуди маємо:

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

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

де  $A$  – загальна амплітуда коливань решітного стану під час очищення ярого ячменю, м;

$P$  – сила, з якою відбувається згин підвіски решітного стану, Н;

$l$  – довжина підвіски решітного стану між жорсткими кріпленнями, м;

$E$  – модуль пружності, що залежить від матеріалу підвіски решітного стану;

$I = \frac{b \cdot \Delta^3}{12}$  – момент інерції перерізу підвіски решітного стану, м<sup>4</sup>;

$b$  – ширина підвіски решітного стану, м;

$\Delta$  – товщина підвіски решітного стану, м.

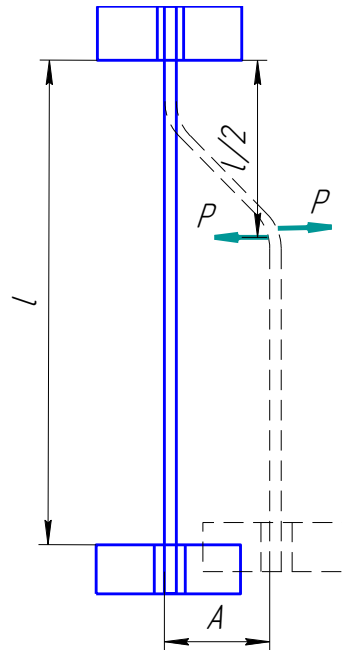


Рис. 4. Схема до розрахунку підвіски кузова решітного стану зерноочисної машини

Загальна умова міцності підвіски решітного стану зерноочисної машини на згин у математичному вигляді можна записати так

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

де  $W = \frac{b \cdot \Delta^2}{6}$  – момент опору підвіски решітного стану, м<sup>3</sup>;

$\sigma_{зг}$  – допустиме напруження згину, що залежить від матеріалу підвіски решітного стану, Па.

Враховуючи приведені вище залежності знаходимо допустиме напруження згину підвіски

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

Варто мати на увазі, що крім згинального моменту на підвіски в будь-якому випадку діють напруження розтягу, що виникають в наслідок дії ваги решітного стану. Відомо, що напруження розтягу чи стискання можна знайти за формулою

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

де  $G$  – сумарна вага решітного стану разом із зерном, що на ньому перебуває під час очищення, Н;

$\beta$  – кут нахилу підвіски решітного стану до вертикалі, град;

$i$  – загальна кількість підвісок, на яких тримається решітний стан, шт.

Тоді сумарні напруження, що діють на підвіску решітного стану

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

Ретельний аналіз вище наведених залежностей дозволяє відмітити, що при збільшенні товщини підвіски решітного стану  $\Delta$ , за умови, що ширина підвіски не змінюється  $b = const$  напруження згину  $\sigma_{зг}$  зменшується, в той час, як напруження розтягу  $\sigma_{pz}$  зростає. Найменші значення сумарних напружень  $\sigma$  досягаються за умови, коли  $\sigma_{зг} = \sigma_{pz}$ , що у символічному виразі записується так

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

Якщо провести розв'язок останнього рівняння відносно товщини підвіски решітного стану  $\Delta$ , отримаємо рівняння

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

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

З конструктивних міркувань та з умови забезпечення необхідної міцності конструкції ширину підвіски приймаємо рівною  $b = 0,04 \dots 0,06$  м.

Після знаходження товщини решітного стану  $\Delta$  варто знайти  $\sigma_{32}$ ,  $\sigma_{p3}$  і  $\sigma$  за закономірностями, що наведені вище. З довідникових джерел [13...15] відомо, що сумарне значення  $\sigma$  не повинно перевищувати:

- для підвісок, що виготовлені із дерева –  $\sigma \leq 8 \cdot 10^5$  Па;
- для підвісок, що виготовлені із сталі –  $\sigma \leq 500 \cdot 10^5$  Па;
- для підвісок, що виготовлені із склопластику –  $\sigma \leq 450 \cdot 10^5$  Па.

Розрахуємо підвіски кузова зерноочисної машини СЗК-25, підвіски решітного стану якої виготовлено із однонапрямого склопластику із їх жорстким кріпленням до рами кузова.

Для знаходження товщини підвіски решітного стану  $\Delta$  приймаємо,  $l = 0,765$  м;  $i = 4$  шт;  $A = 0,009$  м;  $E = 596$  МПа;  $\beta = 0^\circ$ .

Ще однією величиною, що потрібна для розрахунку параметрів підвіски є вага кузова із зерном, що визначається рівнянням:

$$G = P_{nc} + P_z,$$

де  $P_{nc}$  – вага порожнього кузова решітних станів без зерна, що потрапляє на очищення, Н, для машини СЗК-25  $P_{nc} = 6800$  Н;

$P_z$  – вага зерна, що знаходиться на решетах під час процесу очищення, Н.

Відомо, що усереднена товщина ярого ячменю складає  $0,0025$  м, а густина зерне цієї ж культури  $7900$  Н/м [15]. Очевидно, що маючи ці дані можна розрахувати і масу зерна, що перебуває на решетах під час процесу очищення

$$P_z = 3 \cdot m \cdot k \cdot h \cdot \rho_z,$$

де  $m$  – ширина решіт, на яких відбувається очищення,  $m = 0,72$  м;

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 43   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

$k$  – довжина решітного стану в межах зерноочисної машини, виходячи із конструкції машини СЗК-25  $k = 0,91$  м;

$h$  – товщина зернового матеріалу, що рухається по решетах при очищенні,  
 $h = 0,015$  м;

$\rho_z$  – густина зерна ярого ячменю, кг/м<sup>3</sup>.

Після підстановки наведених цифрових значень необхідних величин у наведені формули маємо:

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

$$G = 6800 + 720 = 7520 \text{ Н.}$$

Підставивши розраховані величини у рівняння для розрахунку товщини підвіски решітного стану отримаємо:

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

Можемо знайти сумарні напруження, що діють на підвіску решітних станів

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

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

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

Оскільки розрахункові значення сумарних напружень  $\sigma$  нижче допустимого  $450 \cdot 10^5$  Па., умова міцності виконуються і підвіски є повністю працездатними.

#### 4.6. Силовий розрахунок шпонкового з'єднання

Розрахуємо шпонкове з'єднання, за рахунок якого фіксується ведучий шків приводу решітного стану зерноочисної машини СЗК-25 на валу електродвигуна. Для передачі крутного моменту використовується призматична шпонка причому посадка маточини шків на вал електродвигуна

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 44   |

повинна бути із натягом. Передача обертального моменту відбувається робочими гранями шпонки, на яких виникають напруження зминання  $\sigma_{зм}$ , а ще додатково у поздовжній площині шпонки виникають напруження зрізу  $\tau$ . Під час виготовлення на валу посадочного розміру шпонки, паз виготовляють таким чином, що шпонка була посаджена у вал на половину своєї висоти, за таких умов, напруження зминання  $\sigma_{зм}$  рівномірно розподіляються за висотою і довжиною шпонки (рис. 5).

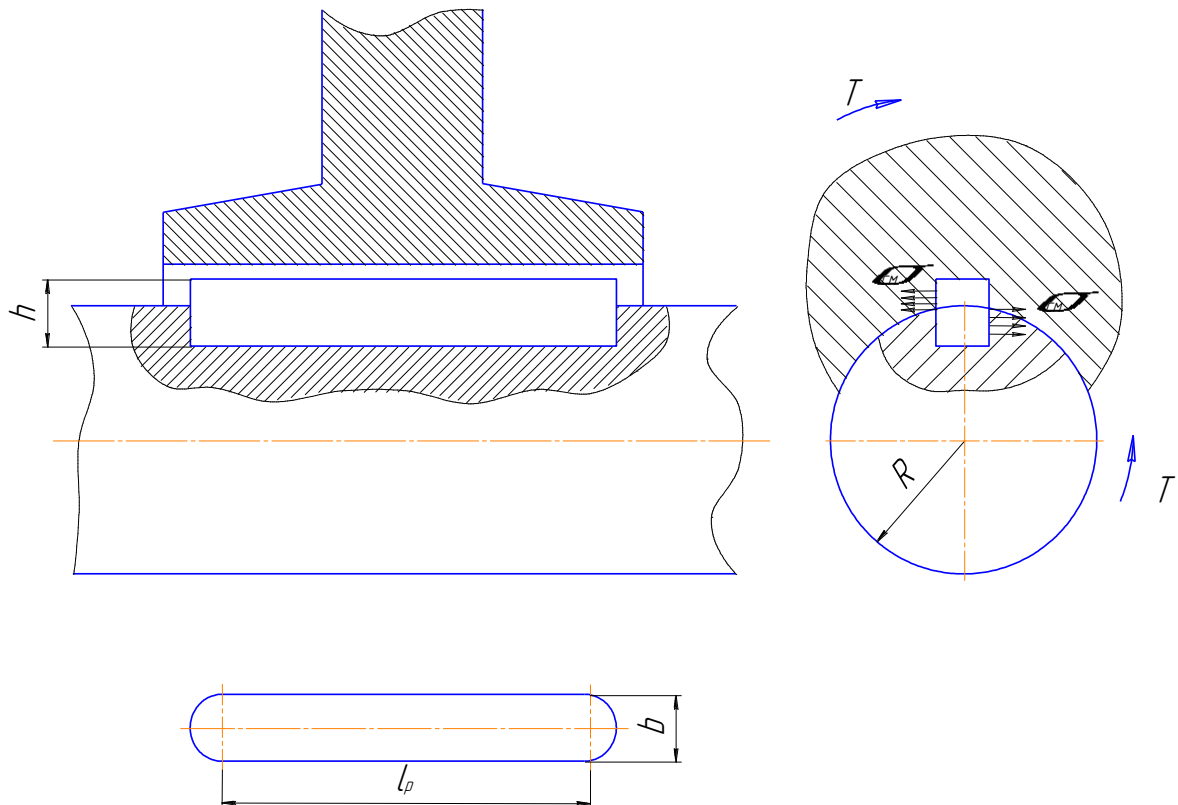


Рис. 5. Схема до розрахунку шпонкового з'єднання фіксації ведучого шківів  
решітного стану

Для проведення розрахунку шпонкового з'єднання умова міцності виглядає наступним чином:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot T}{h \cdot d \cdot l_p} \leq [\sigma_{зм}],$$

де  $T$  – момент, який діє на шпонку, Н×м;

$h$  – фактична висота шпонки, м;

$l_p$  – довжина паза під шпонку на валу (довжина посадочного місця під шпонку), м;

$d$  – діаметр вала електродвигуна, м;

$[\sigma_{зм}]$  – допустиме напруження зминання. За [20] допустиме напруження на зминання для посадки із натягом в маточині, яка виготовлена із чавуну,  $[\sigma_{зм}] = 200$  МПа.

Умова міцності для напружень зрізу має вигляд

$$\tau = \frac{2 \cdot T}{b \cdot d \cdot l_p} \leq [\tau],$$

де  $b$  – ширина шпонки, м.

Варто відмітити, що шпонки мають стандартні розміри, а величини  $b$  і  $h$  (за рис. 5) підібрано таким чином, що для забезпечення міцності під час роботи шпонки достатньо провести перевірку з'єднання за напруженням зминання.

Для передачі крутного моменту від електродвигуна на ведучий шків решітного стану приймаємо стандартну призматичну шпонку ГОСТ 8787-68 [20], що має такі геометричні розміри 6×6×40 мм. Наведено шпонка встановлюється на валу електродвигуна АІР-71В4У3 [20], що має встановлену потужність 0,75 кВт із номінальною частотою обертання  $N = 1500$  об/хв.

Перевіримо умову міцності шпонки, розрахувавши напруження зминання

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 159,1}{0,006 \cdot 0,04 \cdot 0,022} = 120,53 \text{ МПа} \leq 200 \text{ МПа}.$$

Очевидно, що умова міцності виконується, а отже працездатність даного шпонкового з'єднання забезпечена.

Таким чином, під час виконання розділу проведено огляд конструкції та опис необхідних налаштувань зерноочисної машини СЗК-25, виявлені її недоліки та запропоновані напрямки вдосконалення. На етапі вдосконалення конструкції зерноочисної машини збільшено площу решітного стану,

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 46   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

встановлено скатну дошку під перше решето та розраховано і обґрунтовано параметри підвіски. Окремо проведено обґрунтування параметрів пневмосистеми зерноочисної машини СЗК-25, що дозволить інтенсифікувати процес в цілому. Всі необхідні вдосконалення описані, обґрунтовані і розраховані, а працездатність конструкції зерноочисної машини забезпечена.

## 5. Охорона праці

Під час вирощування ярого ячменю в господарських умовах, на усіх без виключення ланках і етапах технологічних операцій, повинні виконуватися загальновідомі вимоги з охорони праці. До робіт допускаються кваліфіковані робітники, що пройшли навчання і перевірку знань з охорони праці в розрізі виникнення шкідливих і небезпечних виробничих факторів, що можуть виникати при роботі з машинами і агрегатами, володіють знаннями відносно можливих загроз і небезпек, що можуть супроводжувати технологічні процеси і виникають при роботі машин та знають правила і умови технічної експлуатації, налагодження та безпечної роботи із засобами механізації.

Безпосередньо при роботі із зерноочисною машиною СЗК-25 на працюючого можуть діяти небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що наведені в Держстандарті ГОСТ 12.0.003-74. Для усунення впливу можливих загроз рекомендується використання спеціальних огорожень та обмежувачів – для уникнення дії на організм працюючого рухомих елементів машин; для боротьби із запиленням робочої зони варто використовувати осадові пристрої, а для захисту органів дихання працюючих – респіраторів; оскільки привід робочих органів здійснюється від електродвигуна потрібно виконувати всі заходи безпеки, що є дійсними для роботи із електроустановками. Машина має бути заземленою, зануленою, всі дроти ізольованими тощо. Експлуатуючи зерноочисну машину СЗК-25 варто приділити увагу для захисту працюючих від шуму та вібрацій тощо.

## 6. Висновок

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

Під час виконання кваліфікаційної роботи проведено аналіз існуючого технологічного процесу вирощування ярого ячменю в умовах базового господарства. Проведено розрахунок технологічного процесу та обґрунтування засобів механізації, які використовуються в процесі виробництва ярого ячменю. В ході виконання відповідних вдосконалень технології рекомендовано проводити очищення ярого ячменю зерноочисною машиною СЗК-25 та запропоновано вдосконалення існуючої технології шляхом проведення очисних операцій запропонованим агрегатом.

В результаті модернізації зерноочисної машини СЗК-25 було збільшено площу решітного стану, встановлено скатну дошку під перше решето та розраховано і обґрунтовано параметри підвіски кузова решітного стану. Окремо проведено обґрунтування параметрів пневмосистеми зерноочисної машини СЗК-25, що дозволить інтенсифікувати процес в цілому та зменшити його енергоємність і забезпечити роботу машини від відцентрового вентилятора.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 48   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

## Список використаної літератури

1. 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.
2. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В.В. Лихочвор. – Львів: НВФ «Українські технології», 2002. – 800 с.
3. Лихочвор В.В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В.В. Лихочвор, В.Ф. Петриченко. – Львів: НВФ «Українські технології», 2006. – 730 с.
4. Лихочвар В.В. Зерновиробництво. / Лихочвар В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. – Львів: Освіта, 2008. – 624 с.
5. Ґрунтозахисна біологічна система землеробства в Україні / За ред. проф. М.К. Шикули. – Оранта, 2000. – 390 с.
6. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
7. 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.
8. Смаглій О.Ф. Агроекологія / О.Ф. Смаглій, А.Т. Кардашов, П.В. Литвак та ін. – К.: «Вища освіта», 2006. – 662 с.
9. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
10. 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.
11. 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.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 49   |

12. Машины для обработки грунта та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
13. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
14. Тиц З.Л. Машины для послеуборочной поточной обработки семян. Теория и расчет машин, технология и автоматизация процессов. / З.Л. Тиц, В.И. Анискин, Г.А. Баснакьян и др.; под. ред. З.Л. Тица. – М.: Машиностроение, 1967. – 447 с.
15. 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.
16. Бурков А.И. Зерноочистительные машины. Конструкция, исследование, расчет и испытание / А.И. Бурков, Н.П. Сычугов – Киров: изд-во НИИСХ Северо-Восток, 2000. – 258 с.
17. Кожуховский И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкция, расчет и проектирование. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1974. – 200 с.
18. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
19. 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.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                | 50   |

20. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х томах. – М.: Машиностроение. Т.1 – 728 с., Т.2 – 559 с., Т.3 – 557 с. 1978, 1980, 1989.
21. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.

|      |      |          |        |      |                |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------|------|
|      |      |          |        |      | МВЯЗ 00.000 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                |      |

# Додатки

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини кваліфікаційної  
роботи на тему:

# **Механізація вирощування ячменю з модернізацією зерноочисної машини СЗК-25**

Виконав: ст. гр. АІ-18-ЗСК Горобець Іван Іванович

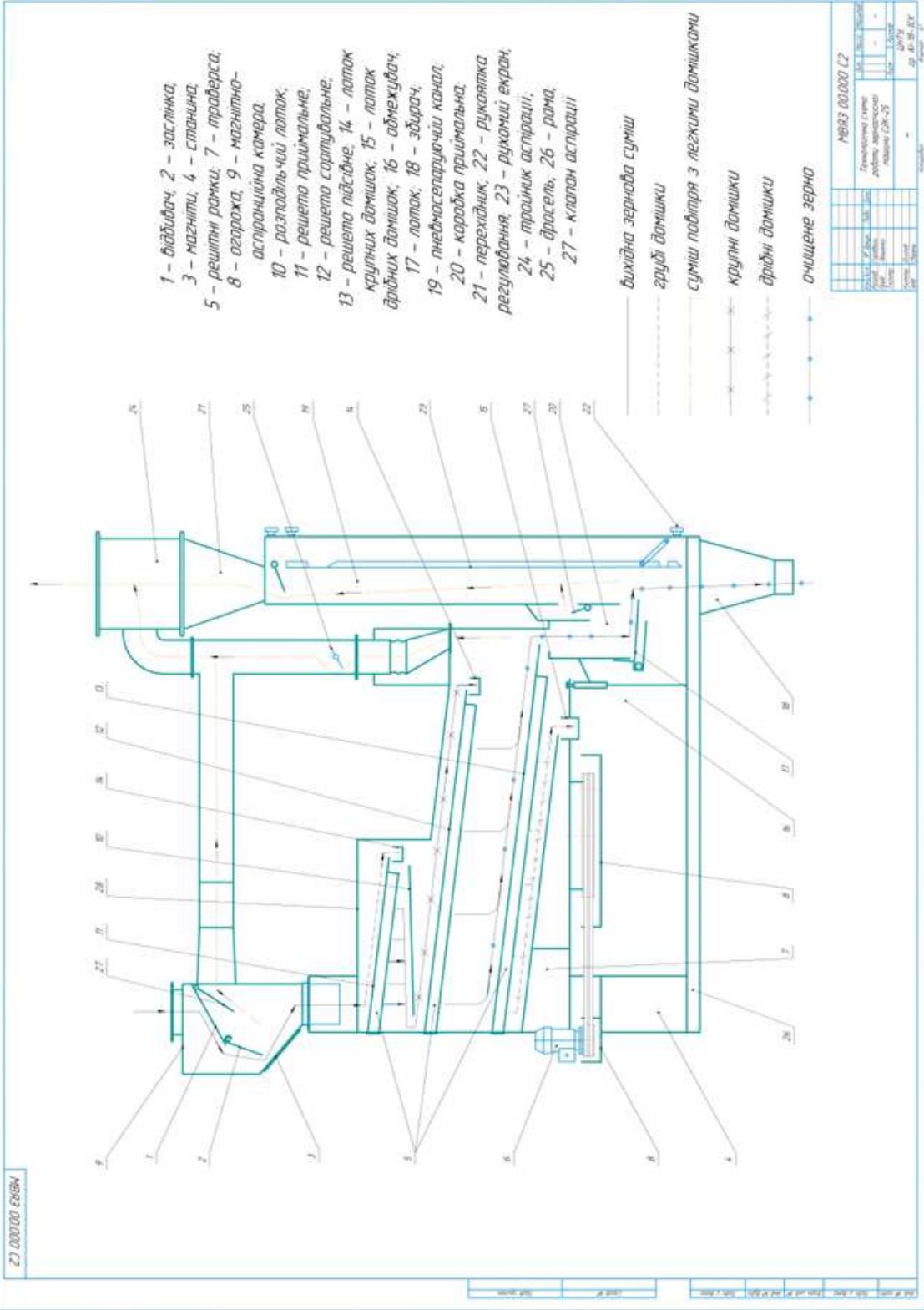
Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2021 р.

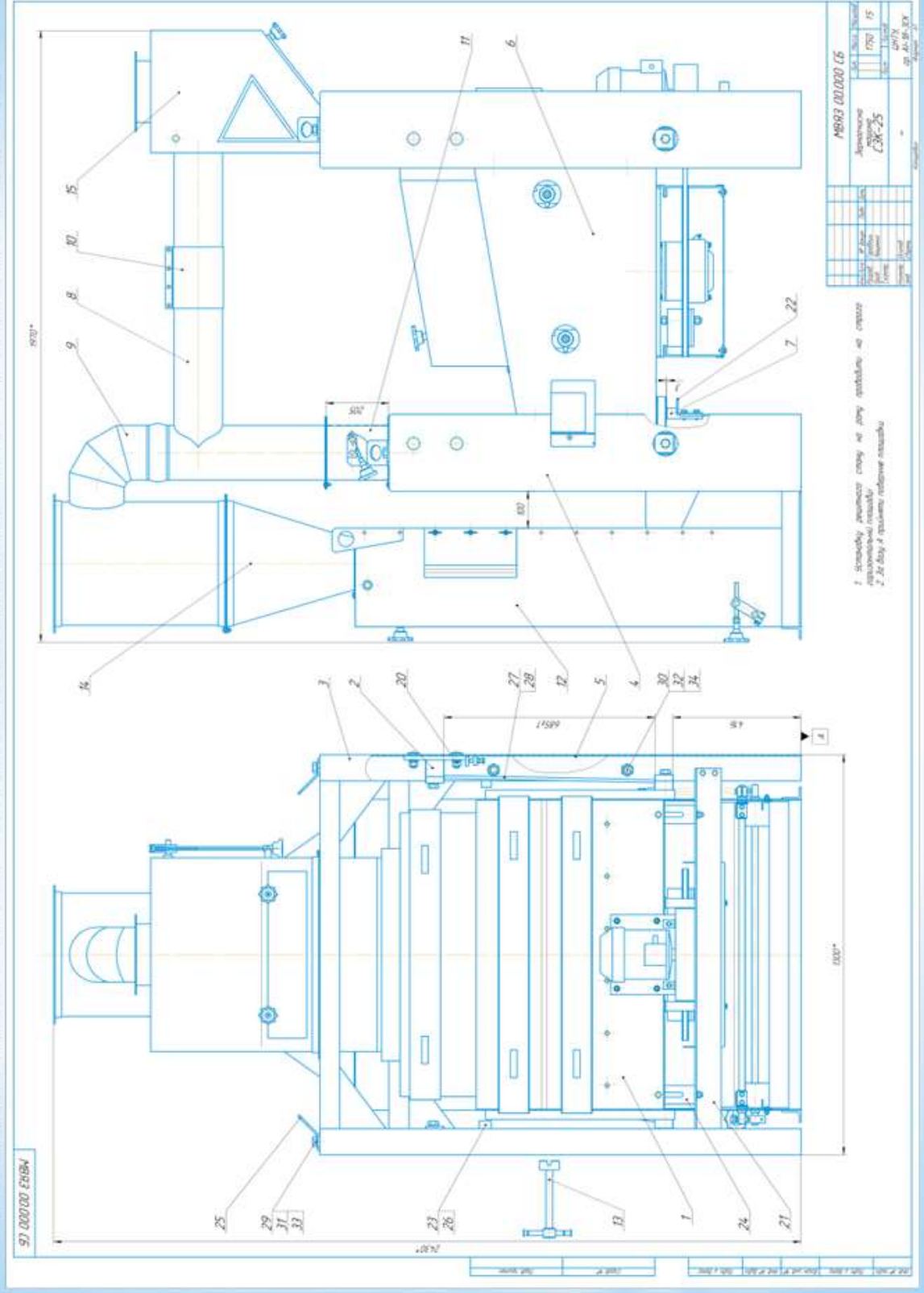
[illegible]



# Технологічна схема зерноочисної машини СЗК-25



Складальне креслення зерноочисної машини СЗК-25



**МБЯЗ 00.010.05**

**Решітний стан**

**МБЯЗ 00.010.05**

**Решітний стан**

1. Сторона стани профільна на ступені  
2. До боку правлять підтримку Г  
3. Сторона ВН стани для опори в діаметрі  
4. У діаметрі електрозварювальна діаметр 100 мм  
5. Сторона для кріплення каруселі зручної очистки стани за місцем  
6. Відстань між кріпленнями легкими після регулювання

| № | Назва                                                          | Матеріал | Кількість | Примітки |
|---|----------------------------------------------------------------|----------|-----------|----------|
| 1 | Сторона стани профільна на ступені                             | Сталь    | 1         |          |
| 2 | До боку правлять підтримку Г                                   | Сталь    | 1         |          |
| 3 | Сторона ВН стани для опори в діаметрі                          | Сталь    | 1         |          |
| 4 | У діаметрі електрозварювальна діаметр 100 мм                   | Сталь    | 1         |          |
| 5 | Сторона для кріплення каруселі зручної очистки стани за місцем | Сталь    | 1         |          |
| 6 | Відстань між кріпленнями легкими після регулювання             | Сталь    | 1         |          |

# Деталювання окремих елементів зерноочисної машини

