

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

**«Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням та
вдосконаленням зернозбирального комбайна»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи AI-22МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Радзіховський Олександр Васильович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Вадим БРЕДИХІН

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти магістр
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	7
3. Наукова частина	40
4. Охорона праці	62
5. Економічна частина	64
6. Висновок	66
Список використаної літератури	67
Додатки.....	70

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Ситуація, що склалася у нашій країні не впливала суттєво на розвиток аграрного виробництва, а початок війни, загрози безпеці людей та значні руйнації лише довели потребу забезпечення продовольчої безпеки і доцільність роботи над інтенсифікацією вирощування рослинницької продукції і збільшення продуктивності всіх процесів.

Україна завжди була аграрною державою, та й сьогодні наша держава посідає лідируючі світові позиції з вирощування ряду сільськогосподарських культур. Головне місце у аграрному виробництві місцевих агрогосподарств посідає вирощування озимих зернових. Озимі культури, це досить цінні культури для сівозміни, вирощування їх характеризується стабільністю, а отже передбачуваністю і високими врожайами. Озимі зернові на світовому ринку аграрної продукції завжди користуються попитом і мають високу вартість.

Особливо важливою операцією при вирощуванні таких культур, зокрема озимої пшениці, є процес збирання врожаю, який в господарських умовах проводять за допомогою прямого комбайнування. Слід відзначити, що доволі часто такі питання як обмолот, транспортування, очистка і відвантаження зібраного зерна вирішені досконало, в той час, як етап збору чи переробки незернової частки урожаю залишається майже без уваги, а в старих комбайнах етапу збирання приділено дуже мало уваги. Тому під час проведення прямого комбайнування застарілими зернозбиральними агрегатами фермери вимушені послідовно проводити додаткові операції із подрібнення та розподілу по поверхні поля незернової частини врожаю.

Виходячи з наведеного вище очевидно, що питання підвищення інтенсивності роботи обладнання комбайнів, а саме обладнання для подрібнення незернової частини врожаю, є актуальним і в ході виконання даної роботи намагаємося вирішити окреслене коло проблем.

					МВОП 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Пояснювальна записка		
Розроб.	Радзіховський						
Перевір.	Лещенко						
Реценз.							
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Лещенко						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						6	
					ЦНТУ, гр. АІ22МЗ(1,4)		

2. Технологічна частина

2.1. Господарське значення озимої пшениці та особливості цієї культури

Один з найбільш поживних, найцінніших та найпоширеніших злаків, що вирощується майже усіх частинах світу, де є можливість здійснювати обробіток ґрунту і вирощування сільськогосподарських культур є озима пшениця. Слід відзначити, що популярність та поширеність цієї культури має безпосередній зв'язок із її прекрасними харчовими властивостями, дуже гарною поживною цінністю, вмістом великого розмаїття мікроелементів, корисних речовин і вітамінів які добре впливають на якість функціонування та повноцінність здорового організму людини.

Озима пшениця, за класичною класифікацією це злакова однорічна культура, є цінною культурою в будь-якій сівозміні та повинна обов'язково висіватися під кінець осені до часу коли настають холоди. В зернівці озимої пшениці комплексно поєднано великий спектр мікроелементів, вітамінів та ряд поживних речовин, при чому всі ці елементи у озимій пшениці містяться у такому вигляді, в якому організм людини має дуже легкий доступ до них. Під час вживання у різному вигляді продукції із озимої пшениці майже повністю покривається потреба людського організму у білках, жирах, крохмалю і деяких вітамінах, серед них вітаміни В, Е, РР та ін.

Одною з найвагоміших особливостей вирощування такої культури як озима пшениця є той факт, що в сільськогосподарському виробництві, так само як і в промисловості, користуються попитом не лише самі зернівки а і те що є другорядним продуктом після вирощування або переробки, наприклад полова, солома, збоїна, висівка, дерть тощо. Якщо вести мову про солому, то це матеріал є дуже гарним підстилковим матеріалом для тварин, тоді як висівки і зерновідходи використовуються для корму худобі. Також відомо, що з дерті та висівок добре готувати легкі та повноцінні раціони харчування для птахівництва і тваринництва, ці ж побічні продукти виробництва озимої пшениці є незамінними інгредієнтами з яких готують поживні концорма та

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

комбіорма. Новомодна практика широкого впровадження органічного виробництва дала підґрунтя для того, щоб почати виготовляти предмети побуту, прикраси, предмети інтер'єру, кошики, коврові покриття, шльпки і тому подібне із звичайної соломи озимої пшениці. Процес пошуку альтернативних джерел енергії продемонстрував, що те все, що залишається від рослини після обмолоту зернівки озимої пшениці можна використовувати у виробництві пілетів, горючих гранул а також ці ж речовинами є матеріалом, що використовується для виготовлення біодизеля і біогазу.

Підчас вирощування такої культури як пшениця варто розуміти та мати на увазі той факт, що існує суттєва відмінність між ярою та озимою формами цієї культури, при чому ця відмінність не полягає лише у термінах її висіву або збору, але й у властивості зібраного врожаю. Фермери, що вирощують озиму пшеницю відмічають, що їй притаманна стабільно висока врожайність, саме зерно має в собі на багато більше білку, ніж зерно ярої пшениці. До того ж озима пшениця має більш якісні і тверді зернівки, які високо цінуються у виробництві хліба, макарон, хлібопродуктів і, разом з тим, іншої продукції харчової промисловості. Але ряд виробників озимої пшениці разом із позитивом відзначають, що вирощування цієї культури супроводжується і цілим спектром деяких негативних моментів, серед яких можна виділити високу схильність озимої пшениці до засмічення посівів карантинними бур'янами та заражень і рослин і зернівок хворобами. Досить часто, в разі не сприятливої зими, коли морози змінюються відлигами, після розтавання снігу і перетворення його у вологу, яка вбирається у землю, настає період сильного промерзання пшениці без снігового покриву, за таких умов часто відбувається загибель посівів аж до необхідності проведення пересівання поля іншою ярою сільськогосподарською культурою.

Ботанічні характеристики озимої пшениці (рис. 1). Вона є культурою родини тонконогових (Poaceae) і роду Triticum. Широке розповсюдження на полях господарств мають два види цієї культури – пшениця м'яка (Triticum

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

aestivum) та пшениця тверда (*Triticum durum*). Озима пшениця це трав'яна злакова однорічна рослина, яка має висіватись на полі наприкінці осені. До приходу морозів повинен сформуватися стабільний рослинний покрив рослин, який після зими має відновити повноцінну вегетацію після того, як досягається створення сприятливих ґрунтових і кліматичних умов по весні. Озима пшениця може потенційно може вирости до довжини стебла 150 см, а її дозрівання та час збирання настає значно раніше, ніж у ярих культур. Будова стебла пшениці являє собою порожнисту тонкостінну соломинку, товщина і довжина якої залежить від сорту самої культури. Забарвлення соломи озимої пшениці перебуває широкому діапазоні кольорів від фіолетового до яскраво-жовтого. Листя озимої пшениці є звичайними плоскими лінійними і мають ширину від 3 до 20 мм, та ростуть на рослинах знизу вгору. Рослини характеризуються мичкуватою кореневою системою із добре вираженим бічним розгалуженням кореневищ (рис. 1).



Рис. 1. Загальні характеристики рослини озима пшениця

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

Під час росту зерна формують суцвіття, які в свою чергу формують колос класичний по своїй структурі із розміщенням зерен у два ряди. Взагалі як озиму, так і яру пшеницю висівають з метою отримання зерна. Кожна зернина пшениці вкрита міцною оболонкою, на якій є заглиблення у вигляді повздожньої борізки. Кожна зернина пшениці кріпиться до колоска завдяки лузгочкам. Озима пшениця, а саме її зерно може мати різне забарвлення, від брудно червоного до майже білого, може відрізнятись умовами вирощування і сортовими характеристиками.

Незалежно від сорту пшениці, зерно поділяють на дві категорії – тверде і м'яке. Зерно твердої пшениці вміщує у собі велику кількість клейковини і разом з тим не значну кількість крохмалю, що робить цю категорію пшениці кращою сировиною для макаронних виробів та виробництва різних хлібів. У свою чергу зерно м'якої пшениці – навпаки вміщує у себе велику кількість крохмалю і малу кількість клейковини, що забезпечує використання такої пшениці як сировини для борошна найбільш тонкого помелу та використання його у подальшому як інгредієнту для випічки і цілого ряду різноманітних кондитерських виробів.

Слід зазначити, що така культура як озима пшениця є тою сільськогосподарською культурою, яка потребує забезпечення достатньо жорстких умов для її пророщування. За для отримання стабільного і якомога вищого врожаю, за ускладнених умов вирощування, слід дотримуватися кожного етапу технології посіву, вирощування та збору озимої пшениці. Озима пшениця є вибагливою культурою до складу ґрунту, а найліпшими ґрунтами для її вирощування є ґрунти без бур'янів, родючі і гарно оброблені ґрунти з дотриманням усіх норм і вимог. За тривалий час вирощування озимої пшениці фахівцями було доведено те, що найбільші та стабільні врожаї цієї культури завжди вдавалося отримувати на якісно оброблених родючих чорноземах, які мають бути не перезволоженими і не пересушеними, всебічно підготовленими до сівби та вирощування як на

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

стадії поверхневого обробітку ґрунту так і на стадіях удобрення. При необхідності вирощують озиму пшеницю на інших типах ґрунтів. Гарних результатів вирощування цієї культури досягають на слаболісolistих, середньосуглинкових або сірих лісових ґрунтах. Для вирощування озимої пшениці несприятливі низинні та заболочені ділянки, де вирощування пшениці призводить до перезволоження рослин і різкого зниження врожаю.

Під час вирощування озимої пшениці існує низка температурних вимог, яких необхідно дотримуватися. Хоча озима пшениця і здатна давати сходи при температурі від $+1^{\circ}\text{C}$, але все ж за таких температур процес росту відбуватиметься дуже повільно і нормальний режим росту зможе відновитися тільки після достатнього прогрівання поверхні поля. Температурою якої буде достатньо для росту культури є $+15^{\circ}\text{C}$, але при цьому і вологість має бути на належному рівні. Саме в таких умовах пшениця ефективно проростає і розвивається, а її проростання на поверхні поля відбувається вже через тиждень після висіву.

Слід відзначити, що озима пшениця – це така культура, яка не любить і часто не виживає через великий перепад нічних і денних температур, і найбільш загрозливим є такий перепад на початковому етапі вегетації рослин восени та після відновлення активної фази росту. Процес укорінення рослин можливий лише після підвищення температури навколишнього середовища до $+10^{\circ}\text{C}$ і вища, а кожне наступне зниження температури нижче зазначеної забезпечує уповільнення укорінення. Значний дефіцит вологи в ґрунті також призводить до погіршення процесу укорінення і росту рослин. Тому загальна вологість ґрунту також є впливовим фактором, що впливає на розвиток цієї культури та її врожайність, тому доведено, що лише за польової вологості від 70% до 75% можуть досягатися оптимальні врожаї.

Урожайність такої культури як озима пшениця та якість зібраного зерна залежить від умов, технології, ефективності та своєчасності виконання кожного етапу технологічного процесу вирощування пшениці. Завдяки

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

інформації наведеній вище можна чітко відзначити, що найвищі і стабільні врожаї вдається досягнути за м'яких кліматичних умов оточуючого середовища, на родючих чорноземах які до того ж повинні бути добре оброблені та підготовлені, вони повинні містити всі необхідні поживні речовини і вологу в достатніх кількостях. Вирощування озимої пшениці на полях з деякими аномаліями по типу зниження температури навколишнього середовища нижче -18°C у поєднанні з систематичною відсутністю снігового покриву не допускається через вимерзання посівів і їх подальшу повну загибель.

Озима пшениця, підчас росту проходить декілька етапів, які під виглядом окремих стадій розвитку колоса показані на схемі ортогенезу озимої пшениці (рис. 2). Кожен з етапів має у собі окремі та яскраво виражені особливості та ознаки, які можуть дати нам змогу провести комплекс оцінювання ефективності культивуації такої культури як озима пшениця виходячи з візуальних ознак рослин. На кінцевий результат у вигляді здорового і високого врожаю безпосередньо впливає ефективний та повноцінний розвиток рослин озимої пшениці.

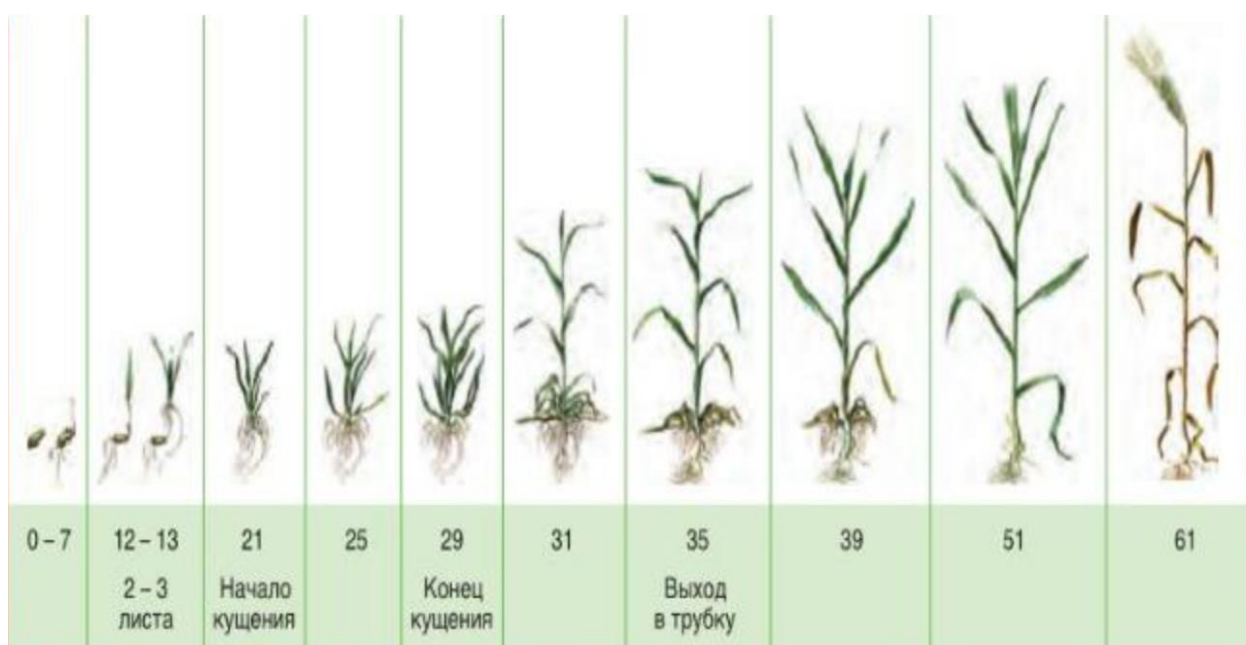


Рис. 2. Етапи ортогенезу культури озима пшениця

Перший етап росту пшениці характеризується появою сходів і формування 2-х або 3-х лисків. У більшості сортів на цей етап генетично відведено від 18 до 21 дня, протягом нього повинна відбутись поява перших сходів перед тим як на полі з'явиться сніговий покрив. Коли молоду рослину накриває сніг, зростання пшениці призупиняється і починається так званий ефект зимової сплячки рослини. Якщо озима пшениця не повністю встигла сформувати сходи, до настання опадів у вигляді снігу а сніжним покривом накривається рослина із кількома листочками, то етап сходження може відновитися ранньою весною, відразу після встановлення стабільного і сприятливого температурного режиму навколишнього повітря і землі.

Другий, не менш відповідальний етап ортогенезу є етап куціння пшениці. Під час цього етапу рослина вже починає формувати якісний і повноцінний кущ, цей етап характеризується початком і кінцем куціння конкретної рослини.

Третім етапом називають вихід рослини озимої пшениці в трубочку, що супроводжується появами на рослинах перших вузлів під час цієї фази їх росту. Етап виходу в трубку найчастіше безпосередньо пов'язаний із процесом відновлення розвитку рослини на весні і наступає приблизно вже через місяць після повноцінного весняного поновлення вегетації. Етап колосіння озимої пшениці візуально відзначається появою на стеблі культури колосків, які фактично закладають майбутній потенційний врожай зернових. Далі йде етап цвітіння який характеризується тим, що вже сформовані колоски починають цвісти, ця фаза здебільшого проходить через 4...6 днів після того, на стеблах озимої пшениці з'являються колоски. Загалом тривалість етапу цвітіння визначають в межах 6...7 днів, причому візуально колосок починає цвісти з низу і продовжується цей процес вже на кінчику сформованого колоска. Наступний етап дозрівання озимої пшениці характеризується закінченням формування зернівок і поєднується із поступовою втратою вологи цими зернівками. Для того щоб рослини озимої

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

пшениці досягли етапу молочної стиглості відводиться близько двох тижнів, далі відбувається плавний перехід у фазу воскової стиглості культури і в кінці – до повної стиглості. Етап повної стиглості озимої пшениці характеризується відносно твердими на дотик зернівками із вологістю зерна приблизно 18...20%.

Тож в результаті аналізу, що наведений вище представлені окремі ботанічні, біологічні особливості такої стратегічно важливої для аграрної галузі культури як озима пшениця, наведено більшість умов, які висувуються перед фермерами для ефективного вирощування пшениці, також проаналізовано можливості потенційного використання як основного врожаю цієї культури так і незернової частини врожаю. Цілком очевидно, що на врожай і якість отриманого зерна найбільший вплив має вірна організація кожного з етапів технології вирощування, що у поєднанні із сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами дозволяє отримувати високі показники. Для аналізу існуючої технології в господарстві та пошуку напрямків поліпшення технології з ціллю досягнення економічної ефективності вирощування озимої пшениці наведемо перелік основних операцій із аналізом технічного забезпечення кожного виду робіт.

2.2. Базова технологія вирощування озимої пшениці та напрямки її інтенсифікації

Аналізуючи статистичні дані вирощування культур по роках, можна підтвердити, що саме озима пшениця є однією із найбільш масово вирощуваних культур конкретного господарства, а щорічні її посіви коливаються в межах ± 300 га, що становить до 25% загальної посівної площі орних угідь. Зважаючи на організацію у господарстві п'ятипільної сівозміни, саме ця культура застосовується для часткового відновлення та підтримання родючості ґрунту.

Вихідними даними для проектування технологічного процесу вирощування озимої пшениці, як і кожного окремого етапу загальної

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

технології є агротехнологічні вимоги. Очевидно, що в господарстві прагнуть реалізувати ощадні технології вирощування продукції агровиробництва, а тому намагаються застосовувати найбільш енергонасичені сільськогосподарські агрегати на найбільш енергозатратних операціях та використовувати дрібні засоби механізації на операціях де це є можливим. Це підтверджує, що комплектуванню агрегатів, ефективній організації роботи в полі приділяється достатня увага. Під час обґрунтування і підбору найбільш доцільних засобів механізації для конкретних робіт прагнуть забезпечити високу потоковість процесів, проводять максимально повне узгодження показників продуктивності, швидкості і оперативності суміжних із даною (поточною) операцією.

Існуюча у господарстві базова технологія вирощування озимої пшениці, що реалізується протягом досить тривалого періоду часу є фактично типовою для регіону і наведена нижче.

Операції луцення стерні

Початковим етапом технології вирощування озимої пшениці є луцення стерні тієї культури, що була попередником. Для реалізації цих робіт в господарстві використовують дисковий луцильник ЛДГ-10А, що працює в агрегаті із трактором Т-150К. Виконуючи операції луцення потрібно виконати базові агротехнічні вимоги до означених робіт, а саме – можливий час між закінченням операції збирання попередника і початком луцення не має бути більшим за 24 години; відхилення глибини луцення агрегатом від встановленої має знаходитися в межах $\pm 1,5$ см.; при луценні дисковим луцильником рослини бур'янів мають зрізатися повністю, а залишок стерні попередньої культури на поверхні поля має не бути більшим за 4%; реальна висота гребенів та глибина западин після проходження дискового луцильника має знаходитися в діапазоні ± 4 см; при роботі агрегату повинне забезпечуватися перекриття проходів на рівні 15 см із

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

недопущенням огріхів і необроблених ділянок поля. Робоча швидкість дискового лушпильника має не перевищувати 2,8 м/с.

Операція основного обробітку ґрунту

Під більшість сільськогосподарських культур, які вирощуються в господарських умовах, основний обробіток ґрунту реалізують у вигляді відвальної оранки, ця ж тенденція є дійсною і для вирощування озимої пшениці. Основним агрегатом для оранки є енергетичний засіб Т-150К у поєднанні із плугом ПЛН-5-35. Реалізуючи оранку намагаються забезпечити наступні основні агротехнічні вимоги: поверхня поля, на якому заплановано вирощування, після оранки має бути вирівняним без глибоких борозен і високих гребенів; пропуски і огріхи не допускаються; в результаті операції оранки всі рослинні рештки, насіння бур'янів, органічні добрива та ін. мають бути закриті ґрунтом повністю на встановлену глибину; глибина обробітку кожним корпусом орного агрегату має відповідати заданій по всій ширині захвату орного агрегату та для вирощування такої культури як озимої пшениці має бути в межах 25...27 см.; дійсне значення допустимого відхилення отриманої глибини оранки від виставленої може знаходитися в межах ± 2 см. Агротехнічно допустима швидкість основного обробітку у вигляді оранки даного скомпонованого агрегату не може бути більше 7 км/год. Крім того, під час проведення оранки на одному полі весь обсяг робіт потрібно провести за кілька днів, а реалізуючи класичну полицеву оранку в межах одного господарства слід увесь основний обробіток ґрунту завершити за 15 діб.

Операції поверхневого обробітку ґрунту

Поверхневий обробіток ґрунту під час підготовки до посіву озимої пшениці реалізують у вигляді культивації, яку намагаються проводити комбінованими агрегатами з метою комплексної підготовки ґрунту під посів за мінімальну кількість проходів засобів механізації по полю. Для цього в

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

господарстві комплектують агрегат у складі двох культиваторів КПС-4, які з допомогою універсальної зчіпки СП-11 навішуються до енергетичного засобу ДТ-75М. З метою поліпшення вирівнювання поверхні поля до культиваторів КПС-4 на задню навіску додатково встановлюють по вісім зубових борін БЗСС-1.0. При проведенні в полі суцільної культивації швидкість проведення операцій дорівнює 5...8 км/год, за умови повного виконання агротехнічних вимог до подібних робіт. В межах одного поля операції суцільного поверхневого обробітку повинні бути завершені за 3 робочих дні.

Посів озимої пшениці в господарстві

Посів озимої пшениці в господарстві проводять найбільш традиційним агрегатом – енергетичним засобом МТЗ-80 та зерною сівалкою СЗ-3,6А. При повному виконанні агротехнічних вимог до посіву зернових, допустима швидкість руху такого посівного агрегату не повинна бути більшою за 11 км/год. Проводячи посівні роботи в господарстві вирівнюють добре поверхню поля шлейф-боронами, а якщо обробіток ґрунту проводився безпосередньо перед посівом, то реалізують прикочування посівів, для покращення контакту зернівок із частками ґрунту. Для прикочування посівів озимої пшениці у господарстві використовують кільчасто-шпорові чи кільчасто-зубчасті котки. З ціллю створення умов, які сприяють високій дружності сходів посівні операції на одному полі варто провести якнайшвидше, а загальна тривалість подібних робіт за сприятливих умов не має бути більшою за сім робочих днів.

Операції підживлення посівів озимої пшениці

Сьогодні не існує господарств, у якому б не проводили підживлення посівів озимих культур. Це пов'язано із рядом причин, серед яких виділяються кліматичні зміни, висока ймовірність зараженості посівів великою кількістю хвороб і шкідників, відносно низькою якістю посівного

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

матеріалу та ін. Саме для усунення перелічених проблем, створення сприятливих умов росту і розвитку культурних рослин і забезпечують підживлення озимої пшениці під час її вегетації на полі. Ці операції є уже відповідальним етапом технології, якому в базовому господарстві відводиться найбільш значима роль.

Під час проведення підживлення озимої пшениці відбувається стимуляція рослин та забезпечується інтенсифікація вегетації рослин весною після потепління. Загалом підживлення дозволяє вирішити питання забезпеченням молодих рослин достатньою кількістю поживних речовин, яких не вистачає для якісного розвитку і росту. Під час підживлення посіви озимої пшениці обробляються засобами агрохімії, що вирішують проблему боротьби із шкідниками та проводять профілактику хвороб рослин і зерна. Для проведення підживлення посівів пшениці в господарстві використовується агрегат у складі відцентрового розкидача добрив МВУ-0,5 та трактора МТЗ-80.

З метою вірної організації операції підживлення посівів озимої пшениці потрібно за стандартною методикою для кожного конкретного поля розрахувати норми внесення та режими роботи агрегату. Для цього потрібно повністю та комплексно врахувати стан молодих посівів озимої пшениці, агрохімічний склад, наявність хвороб та шкідників, стан поля та ґрунту тощо. Варто під час підживлення посівів максимально дотримуватися заданих норм, а відхилення дійсних норм внесення хімікатів від запланованих повинно перебувати в межах $\pm 5\%$. Скомплектовані в господарстві агрегати, що використовуються для підживлення озимих мають забезпечувати точні норми внесення засобів агрохімії в діапазоні 50...300 кг/га із кроком ± 25 кг/га.

При наведених операціях підживлення посівів висуваються досить жорсткі вимоги щодо рівномірності розподілу по полю азотних добрив. Передбачено, що при ширині захвату агрегату 10,8 м, дійсна нерівномірність

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

внесення добрив за шириною захвату має бути не більшою за 15%, в той час як за напрямком ходу агрегату ця нерівномірність має бути не більше 10%. Швидкість скомплектованого агрегату по підживленню озимих не перевищує 4,5 км/год.

Операції боронування посівів озимої пшениці

Боронування посівів озимої пшениці проводять для того, щоб заробити в ґрунт засоби агрохімії, які можуть бути розкиданими по поверхні поля. Ще одним, і найчастіше головним завданням цієї операції є руйнування поверхневої кірки, яка утворюється в наслідок опадів, а руйнування цієї кірки дозволяє зруйнувати капіляри та знизити поверхневе випаровування вологи. Цю операцію в господарстві проводять агрегатом у складі енергетичного засобу ДТ-75М, до якого з допомогою зчіпки СГ-21 комплектують допустиму кількість легких зубових борін БЗСС-1,0. Під час проведення цієї технологічної операції скомплектованим агрегатом потрібно дотримуватися швидкості на рівні 11,5 км/год. За таких швидкостей боронування пшениці забезпечується мінімальне травмування повноцінних рослин.

При боронуванні озимих маємо забезпечити перекриття проходів на 10...15 см. Потрібно не допускати під час боронування огріхів та інших пропусків. Крім наведеного слід правильно вибрати напрямок руху боронувального агрегату в полі, який має відбуватися перпендикулярно до посіяних рядів пшениці.

Операції збирання озимої пшениці

Збирання озимої пшениці в господарстві, в більшості випадків проводять методом прямого комбайнування, що проводять на етапі воскової стиглості зерна пшениці. Реалізують збирання врожаю зернозбиральним комбайном класичної схеми обмолоту ДОН-1500Б. Під час прямого комбайнування пшениці регулюють висоту зрізання стебел рослин, яка залежить від висоти самих колосків, густини хлібів та їх полеглихості і деяких

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

інших факторів. Відомо, що діапазон регулювання висоти зрізання стебел озимої пшениці має знаходитися на рівні 13...35 см. за умови, що в господарстві розвивається тваринництво, то висоту зрізання хлібів зменшують до 10 см., аналогічну висоту зрізання забезпечують, якщо доводиться збирати низькорослої хліби, висота таких рослин під час дозрівання складає приблизно 70 см. За умови, коли доводиться збирати полегли хліби чи звалені в різні сторони рослини висота зрізання колосків встановлюється на рівні 8...12 см.

Існують значні проблеми в техніці якою проводять пряме комбайнування у господарстві із збиранням та обробкою незернової частини врожаю. Так, за існуючими технологічними картами соломі після обмолоту зерна копнують чи скиртують і залишають на поверхні поля. Закордонні зернозбиральні агрегати дозволяють подрібнювати незернову частину врожаю із подальшим розподіленням подрібнених часток по поверхні поля.

Швидкість зернозбирального комбайна, з якою збирають озиму пшеницю дорівнює 6...7 км/год. За такої швидкості втрати зерна за жаткою комбайна не перевищує 0,5%.

Післязбиральне очищення зібраного врожаю

Післязбиральне очищення проводиться з ціллю створення сприятливих умови для зберігання зібраного зерна, адже наявні у зерні пшениці після прямого комбайнування різні за походженням домішки часто приводять до зниження класу готового врожаю та й загалом до повного псування і гниття зерна. Для проведення очисних операцій зі зібраним врожаєм озимої пшениці в господарстві використовують очисник вороха самопересувний ОВС-25. Цей агрегат може працювати на току господарства чи на складі із встановленою продуктивністю до 25 т/год за умови, що вологість зібраного зернового матеріалу не перевищує 20%. За таких початкових умов роботи зерноочисного агрегату засміченість початкового зерна пшениці домішками не може бути більшою 20%. Привід усіх робочих

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

органів зерноочисної машини ОВС-25 здійснюється від трифазного електродвигуна через механізми передач, а будова і управління реалізовані таким чином, що з нею працює один оператор.

Зерно, що вирощувалося для продовольчих потреб людей повинно очищатися від домішок різного походження, а допустимий вміст сторонніх домішок такого зерна на може бути більшим 5%. Для ефективного зберігання регламентується і вологість, яка має знаходитися в діапазоні значень 16...19%. Якщо ж у господарстві очищують посівний матеріал пшениці, то зерно додатково сортується за фракційним складом та питомою вагою.

2.3. Заходи із вдосконалення базової технології вирощування озимої пшениці

Ретельний аналіз існуючого технологічного процесу вирощування озимої пшениці на полях господарства дозволяє виділити проблемні і сильні сторони реалізованої комплексної технології цієї культури. Очевидно, що до однієї із слабких ланок відноситься робота в господарстві під час збору врожаю із незерновою його частиною, адже існуючі зернозбиральні агрегати із класичним перебігом процесу обмолоту збіжжя старих років випуску, що до цих пір часто використовуються на практиці, не адаптовані до виконання операцій із соломною, збоїною, половиною. Ця проблема вимагає реалізації додаткових робіт, щоб провести подрібнення або ж збиранню із поверхні поля відходів виробництва озимої пшениці. Таким чином, в ході виконання даної роботи спробуємо вдосконалити технологію вирощування озимої пшениці за рахунок дослідження і вдосконалення технічних засобів для подрібнення незернової частини врожаю класичного зернозбирального комбайна.

Розрахунок параметрів комбайна з метою розробки операційної карти збирання врожаю озимої пшениці

Наведемо вихідні дані зернозбирального комбайна та початкові умови роботи, на базі яких проводилися технологічні розрахунки:

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

- загальна площа поля для вирощування озимої пшениці – $F = 100$ га;
- запланована врожайність зерна пшениці – $h_z = 3,5$ т/га;
- значення середньої довжини поля зі пшеницею – $L = 1000$ м;
- коефіцієнт збирання незернової частини врожаю пшениці – $\partial_2 = 0,75$;
- фактична нерівність поверхні поля, на якому культивується озима пшениця – $\alpha_{cp} = 3^\circ$; $\alpha_{max} = 9^\circ$;

Зернозбиральний агрегат у базовому господарстві працює на етапі прямого комбайнування озимої пшениці в складі одного зернозбирального комбайна ДОН-1500Б та пристосування для подрібнення і розподілу по поверхні незернової частини врожаю.

Для вибору швидкісних режимів зернозбирального комбайну при збирання озимої пшениці варто врахувати ряд факторів, серед яких виділимо наступні:

- дійсні агротехнічні вимоги до операції прямого комбайнування зернових культур;
- паспортна пропускна здатність молотильного апарату зернозбирального комбайна;
- фактичні технічні та експлуатаційні показники двигуна, що встановлюється на зернозбиральний комбайн;
- вихідні характеристики пристосування для роботи із незерною частиною врожаю, серед яких пропускна здатність, кількість та будова подрібнюючих елементів, конструктивні особливості тощо.

Зведена технічна характеристика зернозбирального агрегату ДОН-1500Б, яка отримана із довідникових значень [8, 9, 10, 19] наведена у вигляді таблиці 1.

Згідно із дійсними сьогодні агротехнічними вимогами, що висуваються до збирання зернових культур розрахункова робоча швидкість агрегату на етапі операції прямого комбайнування має знаходитися на рівні $V_p = 0,8...2,8$ м/с.

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

Таблиця 1

Зведені основні характеристики зернозбирального комбайна ДОН-1500Б

Параметри	Одиниці виміру	Значення
1	2	3
Значення робочих швидкостей руху зернозбирального комбайна (до):		
- I діапазон	км/год.	5
- II діапазон	км/год.	10
- III діапазон (транспортний)	км/год.	20
Розрахункова вага зернозбирального комбайна, яка припадає на ведучий міст агрегату	кН.	125
Ємкість бункера	л	6000
Швидкість обертання барабану	об/хв	від 450 до 900
Продуктивність молотарки	кг/с	8...9
Марка двигуна комбайна		ЯМЗ-238
Номінальна потужність двигуна	кВт.	173
Експлуатаційна потужність двигуна	кВт.	165,6

Розрахуємо максимально допустиму швидкість роботи комбайна $V_{p\max}^{\partial}$, яка є похідною від максимальної пропускної здатності молотарки та може визначитися із рівняння:

$$V_{p\max}^{\partial} = \frac{10 \cdot g_n}{B_p \cdot H_{\partial}},$$

де g_n – паспортна пропускна здатності молотильного апарату комбайна, кг/с;

B_p – робоча ширина захвату жатної частини зернозбирального комбайна, м;

H_{∂} – запланована врожайність пшениці в господарстві, т/га.

Згідно із наведеними показниками в таблиці 1 та [8, 9, 10, 19] паспортна пропускна здатність молотильної частини зернозбирального комбайна дорівнює $g_n = 8...9$ кг/с. Ця пропускна здатність приймається

враховуючи коефіцієнт завантаження молотарки зернозбирального комбайна, що за [19] дорівнює $k = 0,97$.

Знайдемо розрахункове значення ширини захвату жатної частини агрегату для збирання зернових враховуючи потрібні перекриття проходів зернозбирального агрегату по полю :

$$B_p = 0,9 \cdot B_k,$$

де B_k – ширина захвату жатної частини зернозбирального комбайна, для розрахунків агрегат ДОН-1500Б має ширину захвату жатки $B_k = 8,6$ м.

Підставимо дані маємо:

$$B_p = 0,9 \cdot 8,6 = 7,7 \text{ м.}$$

Знайдемо розрахункове значення потенційно отриманого врожаю незернової частини озимої пшениці в господарстві за відомою залежністю:

$$H_o = h_3(1 + d_2),$$

де h_3 – запланована врожайність на даному полі зерна озимої пшениці,

$$h_3 = 3,8 \text{ т/га};$$

d_2 – доля незернової частини врожаю, що знаходиться в залежності від загальної врожайності пшениці, $d_2 = 0,7$.

Після підстановки наведених даних отримали

$$H_o = 3,8(1 + 0,7) = 6,46 \text{ т/га.}$$

Розраховані вище значення підставимо до виразу для розрахунку максимально допустимої швидкості роботи зернозбирального комбайна, маємо

$$V_{p \max}^o = \frac{10 \cdot 8,5}{7,7 \cdot 6,46} = \frac{85}{49,742} = 1,7 \text{ м/с} = 6,12 \text{ км/год.}$$

Варто наголосити, що на етапі вибору робочої швидкості зернозбирального комбайну обов'язково враховується дійсний рельєф місцевості, фактична врожайність озимої пшениці та співвідношення зернової-незернової частини, фізико-механічних властивостей всього

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

вищого врожаю, ряд зовнішніх умов під час проведення операції тощо. Таким чином, враховуючи існуючі практичні рекомендації при збиранні зернових колосових аналогічними агрегатами [8, 19] максимально допустима швидкість прямого комбайнування перебуває на I діапазоні швидкостей (за табл. 1), яка близька до 5 км/год.

З врахуванням дійсної потужності двигуна, що встановлюється на зернозбиральний комбайн, його номінального завантаження проведемо оцінку можливості агрегату виконувати збір врожаю із максимальною швидкістю збирання $V_{p\max}^{\partial}$. Такий розрахунок можна провести, використовуючи відому залежність [10]

$$N_{ep} = \frac{R_a \cdot V_{p\max}^{\partial}}{\eta_{mp} \cdot \eta_{\partial}} + \frac{N_{вом}}{\eta_{вом}},$$

де N_{ep} – значення сумарно потужності, що виражається на роботу усіх без виключення робочих органів агрегату та робочого переміщення зернозбирального комбайна по поверхні поля, кВт.;

R_a – розрахункові показники опору зернозбирального агрегату, кН.;

η_{mp} – встановлений коефіцієнт корисної дії трансмісії комбайна;

$N_{вом}$ – номінальна потужність на привід усіх робочих органів зернозбирального агрегату, кВт.;

$\eta_{вом}$ – коефіцієнт корисної дії, який передається до робочих органів ВВП зернозбирального комбайна.

Проведемо визначення розрахункового опору, що виникає під час роботи зернозбирального комбайна, для чого скористаємося залежністю

$$R_a = G_m \cdot (f_{об} + \sin \alpha),$$

де G_m – вага зернозбирального комбайна, з включенням ваги усіх додаткових пристосувань, які задіяні на операції прямого комбайнування та включно ваги зібраного збіжжя у бункер агрегату, кН.;

$f_{об}$ – коефіцієнт опору перекошування рушіїв комбайна по поверхні поля;

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

α – кута підймання зернозбирального комбайна на полі, де вирощується озима пшениця.

Користуючись довідниковими даними [10...12] загальна вага зернозбирального комбайна ДОН-1500Б під час роботи агрегату із жаткою шириною захвату 8,6 м станове $G_k = 134$ кН. Якщо додатково з зернозбиральним комбайном працює ще й причіп, у який відбувається збирання незернової частини врожаю, маємо врахувати ще й вагу цього причепа, яка дорівнює $G_m = 20$ кН. Враховуючи наведене, зчіпна вага зернозбирального агрегату $G_{c\alpha}$ за умови, коли бункер цього агрегату повністю завантажений зібраним збіжжям розраховується за нерівністю

$$G_{c\alpha} \leq 0,7 \cdot G_k + G_m.$$

Тоді, враховуючи останню нерівність можемо визначити загальну зчіпну вагу зернозбирального агрегату для прямого комбайнування озимої пшениці

$$G_{c\alpha} = 0,7 \cdot 134 + 20 = 113,8 \text{ кН.}$$

Очевидно, що дійсний опір переміщення зернозбирального агрегату під час збирання врожаю є випадковою величиною. Цей опір залежить від різних факторів, серед найбільш впливових виділяється повнота заповнення технологічних ємностей і бункерів; дійсний агрофон поля по якому збирається врожай, за [9], $f = 0,08...0,15$; зміна рельєфу поля, в конкретному випадку – кут підймання агрегату, який дорівнює – $\alpha = 0...3...8^\circ$.

Для розрахунку опору зернозбирального агрегату разом із причепом скористаємося наступним рівнянням:

$$R_a = G_{c\kappa} (f_{\kappa} + \sin \alpha) + (G_T (f_T + \sin \alpha)),$$

де $G_{c\kappa} \cdot G_T = G_{c\alpha}$ – зчіпна вага зернозбирального комбайна та причепа для збирання незернової частини, що разом визначають дійсну зчіпну вагу зернозбирального агрегату, кН;

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

f_{κ} і f_T – значення коефіцієнту опору перекочування по полю зернозбирального комбайна та причепу із незерновою частиною;

α – кут нахилу поля, на який агрегат має здійснити робочий хід під час проведення збирання озимої пшениці, град.

Отже, проведемо розрахунки і визначимо, що за умови якщо кут нахилу $\alpha < 0^\circ$ а фактичний нахил поверхні поля $\alpha = 0...1^\circ$ будемо мати:

$$R_{a_o} = 113,8(0,08 + 0) + 20(0,08 + 0) = 9,1 + 1,6 = 10,7 \text{ кН};$$

За такою ж методикою знайдемо якщо кут $\alpha = 3^\circ$, при цьому не враховуємо коефіцієнт використання зчіпної ваги агрегату, який виникає під час руху комбайна на підйом. Отримаємо:

$$R_{a_3o} = 113,8(0,08 + 0,13) + 20(0,08 + 0,13) = 23,9 + 4,2 = 28,1 \text{ кН}.$$

Щоб комплексно врахувати коефіцієнт використання зчіпної ваги зернозбирального агрегату, що залежить насамперед від нахилу поля, можна скористатися залежністю

$$\varphi_a = \frac{R_{a(\kappa+m)}}{G_{c\varphi(a)}} = \frac{P_{f\kappa}}{G_{c\varphi_\kappa}} + \frac{P_{a_\kappa}}{G_{c\varphi_\kappa}} + \frac{P_{fT}}{G_{c\varphi_T}} + \frac{P_{a_T}}{G_{c\varphi_T}},$$

за умови, що останнє рівняння показали через функцію кутів маємо

$$\varphi_a = f_{\kappa} + \varphi_{a_\kappa} + f_m + \varphi_{a_m}.$$

Оскільки коефіцієнти агрофону поля знаходиться в межах $f_a = 0,08...0,15$, та значення кута підймання зернозбирального агрегату є рівним $\varphi_{a_a} = 0,03...0,14$ можемо визначити значення коефіцієнту використання зчіпної ваги зернозбирального комбайна, які знайдені для різних кутів роботи агрегату на підйом α

$$\alpha = 0^\circ, \varphi_{a_o} = 0,08 + 0,03 = 0,11 \text{ – коли } f_a = 0,08;$$

$$\alpha = 3^\circ, \varphi_{a_3o} = 0,08 + 0,07 = 0,15 \text{ – коли } f_a = 0,08;$$

$$\alpha = 8^\circ, \varphi_{a_8o} = 0,08 + 0,14 = 0,22 \text{ – коли } f_a = 0,08.$$

$$\alpha = 0^\circ, \varphi_{a_o} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ – коли } f_a = 0,15;$$

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

$$\alpha = 3^\circ, \varphi_{a_3o} = 0,15 + 0,07 = 0,22 \text{ – коли } f_a = 0,15;$$

$$\alpha = 8^\circ, \varphi_{a_8o} = 0,15 + 0,14 = 0,29 \text{ – коли } f_a = 0,15.$$

Доведено, що опір зернозбирального агрегату, як і інших агрегатів при їх роботі в полі змінюється. На зміну опору впливає ряд факторів, серед яких і просідання шин в ґрунті в міру завантаження ємностей і стабільність швидкості руху під час операції збирання зернових. За даними [12] для розрахунків прийняли, що $\Delta P = 104 \text{ кг/см}^2 \approx 10,2 \text{ МПа}$; $\tau = 91 \text{ кг/см}^2$.

Розрахуємо опір зернозбирального агрегату R_a , з врахуванням того, що $\alpha = 0 \dots 8^\circ$ а $f_a = 0,08 \dots 0,15$:

за умови, що $f_a = 0,08$, розрахункові значення опорів становлять

$$R_{a_0} = 113,8(0,08 + 0,03) + 20(0,08 + 0,03) = 12,52 + 2,2 = 14,72 \text{ кН.};$$

$$R_{a_3} = 113,8(0,08 + 0,07) + 20(0,08 + 0,07) = 17,07 + 3 = 20,07 \text{ кН.};$$

$$R_{a_8} = 113,8(0,08 + 0,14) + 20(0,08 + 0,14) = 25,04 + 4,4 = 29,44 \text{ кН.}$$

за умови, що $f_a = 0,15$, розрахункові значення опорів становлять

$$R_{a_0} = 113,8(0,15 + 0,03) + 20(0,15 + 0,03) = 20,48 + 3,6 = 24,08 \text{ кН.};$$

$$R_{a_3} = 113,8(0,15 + 0,07) + 20(0,15 + 0,07) = 25,04 + 4,4 = 29,44 \text{ кН.};$$

$$R_{a_8} = 113,8(0,15 + 0,14) + 20(0,15 + 0,14) = 33 + 5,8 = 38,8 \text{ кН.}$$

Розрахуємо опір зернозбирального агрегату R_a , який працює за умови завантаження бункерів, при цьому не враховуємо просідання у ґрунт рушіїв для наведених вище кутів підймання агрегату на полі

$$R_{a_0} = 113,8(0,15 + 0) + 20(0,15 + 0) = 17,07 + 3 = 20,07 \text{ кН.};$$

$$R_{a_3} = 113,8(0,15 + 0,05) + 20(0,15 + 0,05) = 22,76 + 4 = 26,76 \text{ кН.};$$

$$R_{a_8} = 113,8(0,15 + 0,13) + 20(0,15 + 0,13) = 31,86 + 5,6 = 37,46 \text{ кН.}$$

З метою пошуку значень η_{mp} , η_{δ} , $\eta_{вом}$ використаємо довідникові дані [20, 21], що дозволяє отримати:

$$\eta_{mp} = 0,70; \eta_{\delta} = 0,965; 0,931; 0,860; \eta_{вом} = 0,93,$$

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

Враховуючи те, що $\eta_{\delta} = 1 - \frac{\delta}{100\%}$, за умови $\alpha = 0 \sim \delta = 3,5\%$; за умови

$\alpha = 3 \sim \delta = 7\%$; за умови $\alpha = 8 \sim \delta = 14\%$; тоді враховуючи наведене $\eta_{\delta_0} = 0,965$; $\eta_{\delta_3} = 0,931$; $\eta_{\delta_8} = 0,860$.

Знайдемо загальну потужність контрприводу. Ця потужність фактично і є потужністю, яку отримаємо на ВВП, а визначити її можна за формулою:

$$N_{\text{вoм}} = N_{\text{y}\delta_0} \cdot g_{\delta} + N_{\text{y}\delta_{\text{из}}} \cdot g_c + N_{\text{вoм}_\delta} + N_{\text{вoм}_x},$$

де $N_{\text{y}\delta_0}$ – питомі енерговитрати на процес прямого комбайнування пшениці, кВт·с/кг;

$N_{\text{y}\delta_{\text{из}}}$ – питомі енерговитрати на роботу із незерновою частиною врожаю, кВт·с/кг;

$N_{\text{вoм}_\delta}$ – витрати потужності під час обертання ВВП зернозбирального комбайна в холосту, кВт.;

g_c – пропускна здатність подрібнювача соломи комбайна, кг/с;

g_{δ} – пропускна здатність молотильного механізму зернозбирального комбайна, кг/с.

За даними, які представлені в [9]: $N_{\text{y}\delta_0} = 7,2$ кВт·с/кг; $g_{\delta} = 7,6$ кг/с; $N_{\text{y}\delta_{\text{из}}} = 7,2$ кВт·с/кг; $g_c = 2,8$ кг/с; $N_{\text{вoм}_x} = 10$ кВт; $N_{\text{вoм}_\delta} = 3,4$ кВт.

Отже, сумарна потужність контрприводу складає

$$N_{\text{вoм}} = 7,2 \cdot 7,6 + 7,2 \cdot 2,8 + 10 + 3,4 = 54,72 + 20,16 + 10 + 3,4 = 88,28 \text{ кВт.}$$

Значить кінцеві розрахункові затрати потужності при прямому комбайнуванні зерна агрегатом ДОН-1500Б озимої пшениці із одночасним подрібненням та розкиданням по поверхні поля рослинних решток становить:

$$\text{враховуючи, що } \alpha = 0^\circ, N_{e_p} = \frac{10,7 \cdot 1,35}{0,7 \cdot 0,965} + \frac{88,28}{0,930} = \frac{14,445}{0,6755} + 94,92 = 116,3 \text{ кВт;}$$

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

враховуючи, що $\alpha = 3^\circ$, $N_{ep} = \frac{16,52 \cdot 1,27}{0,7 \cdot 0,93} + \frac{88,28}{0,930} = \frac{20,98}{0,651} + 99,92 = 133,7$ кВт;

враховуючи, що $\alpha = 8^\circ$, $N_{ep} = \frac{38,1 \cdot 1,19}{0,7 \cdot 0,86} + \frac{88,28}{0,930} = \frac{45,34}{0,602} + 94,92 = 170,24$ кВт.

Наведені вище розрахунки проведені із врахуванням того, що постійно має забезпечуватися стійке завантаження молотильного механізму, що загалом забезпечує стабілізацію режимів роботи основних елементів і систем зернозбирального агрегату.

Під час прямого комбайнування озимої пшениці агрегат витрачає потужність, яка знаходиться в діапазоні тієї потужності, що є експлуатаційною для двигуна комбайна. Оскільки на комбайні ДОН-1500Б встановлюється двигун ЯМЗ-238 можемо записати [17]:

якщо $\alpha = 0^\circ$, $N_{ep} \leq N_s$, $116,3 \leq 176$ кВт;

якщо $\alpha = 3^\circ$, $N_{ep} \leq N_s$, $133,7 \leq 176$ кВт;

якщо $\alpha = 8^\circ$, $N_{ep} \leq N_s$, $170,24 \leq 176$ кВт.

Враховуючи те, що швидкість роботи зернозбирального комбайна на I швидкості на етапі прямого комбайнування зернових дорівнює 5 км/год. = 1,39 м/с. Знайдемо фактичну робоча швидкість збирального агрегату, яка за різних умов роботи може бути знайдена із використанням залежності:

$$V_\phi = \eta_m \cdot V_p,$$

підставивши значення для різних умов роботи агрегату маємо:

за умови, що $\alpha = 0^\circ$, $V_\phi = 0,97 \cdot 1,39 \approx 1,35$ м/с;

за умови, що $\alpha = 3^\circ$, $V_\phi = 0,91 \cdot 1,39 \approx 1,27$ м/с;

за умови, що $\alpha = 8^\circ$, $V_\phi = 0,86 \cdot 1,39 \approx 1,19$ м/с.

Розрахуємо експлуатаційні показники роботи збирального агрегату при прямому комбайнуванні цим агрегатом озимої пшениці. Знайдемо максимальну продуктивність, що може досягатися на операції збирання

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

хлібів, якщо агрегат працює на допустимій робочій швидкості, що зробимо за залежністю:

$$W_{\text{мех}} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p^g \cdot \tau,$$

де τ – коефіцієнт використання часу робочої зміни,

$$\tau = \frac{T_p}{T_{\text{змін}}},$$

T_p – час роботи збирального агрегату при прямому комбайнуванні, год.;

$T_{\text{змін}}$ – тривалість змінної роботи, під час збирання врожаю в господарстві, тривалість зміни дорівнює $T_{\text{змін}} = 8,5$ год.

Розрахунковий час чистої роботи збирального агрегату на етапі збирання зернових шукають за наступним відомим виразом [9]:

$$T_p = \frac{2 \cdot L_p}{60 \cdot V_p} \cdot n_{\text{ч}},$$

де L_p – довжина поля на якому збирається озима пшениця, м

$$L_p = L_y - 2E,$$

L_y – значення довжини гонів на полі із пшеницею, м;

$2E$ – подвійне значення ширини поворотної смуги збирального агрегату, м.

За загальноприйнятою формулою [14, 15, 16] знайдемо розрахункове значення ширини поворотної смуги, що здійснимо за формулою:

$$E = 1,1 \cdot R_{\text{мін}} + 0,5 \cdot d_k + l_k,$$

де $R_{\text{мін}}$ – значення мінімального радіусу повороту комбайна із причепом в полі, $R_{\text{мін}} = 4,81$ м;

d_k – кінематична ширина захвату зернозбирального агрегату, $d_k = 4,5$ м;

l_k – кінематична довжина зернозбирального комбайна, для ДОН-1500Б – $l_k = 6$ м.

Після підстановки наведених даних маємо:

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

$$E = 1,1 \cdot 4,81 + 0,5 \cdot 4,5 + 6,0 = 13,55 \text{ м.}$$

Таким чином, враховуючи приведені розрахунки порахуємо усереднену довжину гону поля на тій ділянці, де відбувається збирання озимої пшениці

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 13,55 = 972,9 \approx 972 \text{ м.}$$

Прийmemo довжину гонів на полі із озимою пшеницею $L_p = 972 \text{ м.}$

Щоб провести розрахунок кількості циклів, які відбуваються за зміну роботи агрегату на етапі збирання врожаю використаємо залежність:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{нз}} - T_{\text{обс}} - T_{\text{отл}}}{t_{\text{ц}}},$$

де $T_{\text{нз}}$ – час, який потрібне для підготовчо-заклучних робіт зернозбирального комбайна, хв.;

$T_{\text{обс}}$ – час, який витрачається на організаційно-технологічне обслуговування комбайна під час роботи в загінці, хв.;

$T_{\text{отл}}$ – час, що витрачається на відпочинок і регламентовані перерви, хв.

Для знаходження часу підготовчо-заклучних робіт, на етапі проведення збирання хлібів скористаємося рівнянням

$$T_{\text{нз}} = T_{\text{ето}} + T_{\text{пт}} + T_{\text{пн}} + T_{\text{зк}},$$

де $T_{\text{ето}}$ – час, який потрібен на щоденне Т.О. збирального агрегату, хв.;

$T_{\text{пт}}$ – час підготовки комбайна до переїзду, хв.;

$T_{\text{пн}}$ – час, що затрачає механізатор для отримання наряду на роботу і здачі готової роботи, хв.;

$T_{\text{зк}}$ – час, який витрачається на обслуговування комбайна після завершення операції збирання озимої пшениці, хв.

Скориставшись відомими даними [5] можемо для розрахунків прийняти такі значення: $T_{\text{ето}} = 60 \text{ хв.}; T_{\text{пт}} = 3 \text{ хв.}; T_{\text{пн}} = 4 \text{ хв.}; T_{\text{зк}} = 16 \text{ хв.}$

Таким чином, сумарне тривання робіт, які затрачаються на підготовку агрегату та по закінченні збирання зернових становить:

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

$$T_{nz} = 60 + 3 + 4 + 16 = 83 \text{ хв.}$$

За довідниковими даними прийmemo і час, який потрібен для організаційно-технічного обслуговування комбайна при його роботі в загінці, за даними, наведеними в [5] цей час дорівнює $T_{обс} = 25 \text{ хв.}$

Знайдемо тривалість робочого циклу при збиранні комбайном пшениці за формулою:

$$t_u = \frac{2 \cdot L_p}{60 \cdot V_p^g} + \frac{2 \cdot L_x}{60 \cdot V_{xx}} + t_{оц},$$

де t_u – тривалість циклу роботи збирального агрегату, хв.;

L_x – довжина холостого ходу комбайна (без скошування зернових) при його роботі в полі, м;

V_{xx} – швидкість руху збирального агрегату під час холостих ходів, $V_{xx} = 1,35 \text{ м/с.};$

$t_{оц}$ – час, який витрачається на зупинки збирального агрегату, його технологічне обслуговування протягом всього робочого циклу, хв.

Щоб розрахувати фактичне розрахункове значення довжини холостих проходів збирального агрегату в полі скористаємося відомим виразом

$$L_x = 2 \cdot R_{\min} \cdot \frac{c}{2} \cdot 2 \cdot l_k,$$

де c – ширина загінки поля, на якому вирощується озима пшениця, м.

$$c = 8 \cdot R_{\min},$$

$$c = 8 \cdot 4,81 = 38,4 \text{ м.}$$

Отже, в цифрах шлях, який потрібно проїхати зернозбиральному агрегату для його повороту рівний:

$$L_x = 2 \cdot 4,81 \cdot \frac{38,4}{2} \cdot 2 \cdot 6 = 48,8 \text{ м.}$$

$L_x = 70 \text{ м}$ – шлях переїзду зернозбирального комбайна із врахуванням середньої ширини загінки.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Проведемо розрахунок часу, що потрібен для проведення зупинок збирального агрегату з метою проведення технічного обслуговування за один робочий цикл. Для цього використаємо відому формулу [12]:

$$t_{oc} = \frac{2 \cdot L_p}{L_{техн}} \cdot t_{oc},$$

де L_p – знайдена вище довжина гону поля, на якому вирощується пшениця, м;

$L_{техн}$ – довжина шляху збирального комбайну, за який бункер комбайна повністю заповниться зібраним збіжжям, м;

t_{oc} – час який витрачається на проведення технологічної зупинки збирального агрегату, хв.

Тоді запас робочого ходу комбайна до повного заповнення бункера обмолоченим зерном дорівнює:

$$L_{техн.} = \frac{V \cdot \gamma \cdot \lambda \cdot 10^4}{g \cdot B_p},$$

де V – об'єм бункера для обмолоченого врожаю комбайна, м³;

γ – фактичне значення насипної обмолоченого зерна, в конкретному прикладі зерна озимої пшениці, т/м³;

λ – коефіцієнт, який відображає ступінь заповнення бункера зерна агрегату;

g – середня врожайність зернових на конкретному полі, т/га.

Аналогічно, як і вище для отримання деяких значень скористаємося довідниковими даними. Так, за [23, 25] можемо прийняти: $g = 3,5$ т/га; $V = 6$ м³; $\gamma = 0,85$ т/м³; $\lambda = 0,91$.

Розрахуємо запас робочого ходу комбайна враховуючи проведені вище обґрунтування

$$L_{техн} = \frac{6 \cdot 0,85 \cdot 0,91 \cdot 10^4}{3,5 \cdot 9,0} = 1521 \text{ м.}$$

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

За умови, коли на полі відбувається збирання незернової частини врожаю у причіп, розрахуємо запас ходу збирального агрегату враховуючи заповнення причепа 2ПТС-4-887А. Це проведемо за формулою:

$$L_{техн_n} = \frac{V_T \cdot \gamma_e \cdot \lambda \cdot 10^4}{0,191 \cdot g_c \cdot B_p},$$

де V_T – об’єм причепа для збору незернової частини врожаю, для 2ПТС-4-887А, $V_T = 45 \text{ м}^3$;

γ_e – насипна вага рослинних решток озимої пшениці, які потрапляють у причіп, $\gamma_e = 0,04 \text{ т/м}^3$;

λ – коефіцієнту заповнення причепа незерновою частиною врожаю, для 2ПТС-4-887А – $\lambda = 0,804$;

g_c – загальна врожайність подрібненої незернової частини врожаю озимої пшениці, для розрахунків приймемо $g_c = 2,69 \text{ т/га}$.

$$L_{техн_n} = \frac{45 \cdot 0,04 \cdot 0,804 \cdot 10^4}{0,191 \cdot 2,69 \cdot 9} = 3244 \text{ м.}$$

Для заміни заповненого рослинними рештками причепа реалізують заміну причепів. Для цього використовується механізм автозчіпки, що відбувається на ходу без зупинки агрегату під час переїзду збиральним агрегатом поворотної смуги.

$$L_{техн_n} = L_p = \frac{3244}{972} = 3,3 \text{ робочих хода зернозбирального агрегату.}$$

Отже, враховуючи коефіцієнт заповнення бункерів збирального агрегату та необхідність забезпечення певного запасу такого заповнення можемо прийняти 3 робочих ходи скомплектованого зернозбирального агрегату.

Розрахуємо час, який витрачається на проведення технологічної зупинки збирального агрегату за формулою:

$$t_{oc} = \frac{V \cdot \gamma \cdot \lambda}{0,06 \cdot W_{ин}},$$

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

де $W_{\text{шн}}$ – паспортна продуктивність шнеку-вивантажувача врожаю із бункера комбайна ДОН-1500Б, за даними, які представлені в [16], продуктивність шнека становить $W_{\text{шн}} = 25$ кг/с.

$$t_{oc} = \frac{6 \cdot 0,6 \cdot 0,79}{0,06} = 1,58 \text{ хв.}$$

Розрахуємо час, що витрачається на зупинки комбайна для проведення технологічного обслуговування агрегату протягом одного циклу роботи. Для цього використаємо відоме рівняння:

$$t_{oc} = \frac{2 \cdot 972 \cdot 1,58}{2382} = 1,2 \text{ хв.}$$

де $2382 \text{ м} = \frac{(1521 + 3244)}{2}$ – значення довжини ходу збирального агрегату між розвантаженням зібраного в бункер врожаю зерна та зібраних в причеп подрібнених рослинних решток озимої пшениці.

Тривалість циклу роботи агрегату при прямому комбайнуванні озимої пшениці становить:

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 972,9}{60 \cdot 1,35} + \frac{2 \cdot 40,8}{60 \cdot 1,35} + 1,2 = 26,2 \text{ хв.}$$

Розрахуємо кількість циклів роботи збирального агрегату з врахуванням дійсної тривалості зміни під час збирання врожаю $T_{\text{зм}} = 8,5$ год.:

$$n_{\text{ц}} = \frac{510 - (83 + 25 + 25)}{26,2} = 14,3 \text{ циклів;}$$

Отже чистий робочий час зміни зернозбирального комбайна під час збирання озимої пшениці дорівнює

$$T_p = \frac{2 \cdot 972,9 \cdot 14,3}{60 \cdot 1,27} = 365,1 \text{ хв.}$$

Загальний коефіцієнт ефективності використання часу зміни на етапі прямого комбайнування пшениці складає $\tau = \frac{365,1}{510} = 0,72$.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Розрахуємо технічну продуктивність збирального агрегату в залежності від рельєфу поля

якщо $\alpha = 0^\circ$, отримаємо $W_{tex} = 0,36 \cdot 9 \cdot 1,35 \cdot 0,72 = 3,14$ га/год.;

якщо $\alpha = 3^\circ$, отримаємо $W_{tex} = 0,36 \cdot 9 \cdot 1,27 \cdot 0,72 = 2,96$ га/год.;

якщо $\alpha = 8^\circ$, отримаємо $W_{tex} = 0,36 \cdot 9 \cdot 1,19 \cdot 0,72 = 2,77$ га/год.

Розрахуємо змінну продуктивність зернозбирального агрегату під час прямого комбайнування залежно від рельєфу поля

$$W_{cm} = W_{tex} \cdot T_{cm},$$

якщо $\alpha = 0^\circ$, отримаємо $W_{cm} = 3,14 \cdot 8,5 = 26,69$ га/зміну;

якщо $\alpha = 3^\circ$, отримаємо $W_{cm} = 2,96 \cdot 8,5 = 25,16$ га/зміну;

якщо $\alpha = 8^\circ$, отримаємо $W_{cm} = 2,77 \cdot 8,5 = 23,54$ га/зміну.

За відомою методикою [12, 13] приймемо середню продуктивність зернозбирального агрегату на рівні $W_{cm_{cp}} = 25,1$ га/зміну. Це прийнято на основі того, що усереднена продуктивність агрегату пов'язана із ходовим навантаженням під час скошування і обмолоту врожаю, кутів нахилу поля, та загалом здатна контролюватися фактичним тиском мастила в робочій магістралі гідропривода.

Розрахуємо витрати палива на гектар роботи збирального агрегату за формулою:

$$g_{ga} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{W_{cm_a}},$$

де G_p , G_x , G_o – значення витрат пального збиральним агрегатом при годині роботи комбайна, під час холостого ходу та під час зупинок агрегату із включеним двигуном, що дорівнює $G_p = 48,6$ кг/год.; $G_x = 25,5$ кг/год.; $G_o = 12,5$ кг/год. відповідно;

T_p , T_x , T_o – тривалість роботи агрегату в полі, холостого ходу та зупинок збирального агрегату із включеним двигуном відповідно, год.

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

Розрахунок часу холостого ходу збирального агрегату під час прямого комбайнування пшениці проведемо таким чином:

$$T_x = \frac{2 \cdot L_{x_{\text{общ}}}}{3600 \cdot V_x} \cdot n_{\text{ц}},$$

$$T_x = \frac{2 \cdot (40 + 70)}{3600 \cdot 1,35} \cdot 14,3 = 0,64 \text{ год.}$$

Для розрахунку часу зупинок з метою проведення розвантаження зібраного зерна використаємо формулу:

$$T_o = 0,5T_{\text{ето}} + T_{\text{обс}} + T_{\text{отл}} + T_{\text{то}},$$

де $T_{\text{то}}$ – час розвантаження заповнених бункерів збирального агрегату, год.

$$T_{\text{то}} = \frac{t_{\text{оц}} \cdot n_{\text{ц}}}{60},$$

$$T_{\text{то}} = \frac{1,2 \cdot 14,3}{60} = 0,3 \text{ год.}$$

З врахуванням розрахунків проведених вище, можемо знайти загальну тривалість зупинок збирального агрегату, яка становить:

$$T_o = 0,5 \cdot 1 + 0,42 + 0,42 + 0,30 = 1,64 \text{ год.}$$

Розрахуємо витрати палива на кожен гектар збирання озимої пшениці. Ці витрати теж залежать від змінної продуктивності збирального агрегату та рельєфу поля, на якому збирається озима пшениця

$$\text{якщо } \alpha = 0^\circ, \text{ отримаємо } g_{\text{за}} = \frac{48,6 \cdot 6,1 + 25,5 \cdot 0,64 + 12,5 \cdot 1,64}{26,69} = 12,4 \text{ кг/га;}$$

$$\text{якщо } \alpha = 3^\circ, \text{ отримаємо } g_{\text{за}} = \frac{48,6 \cdot 6,1 + 25,5 \cdot 0,64 + 12,5 \cdot 1,64}{25,16} = 13,3 \text{ кг/га;}$$

$$\text{якщо } \alpha = 8^\circ, \text{ отримаємо } g_{\text{за}} = \frac{48,6 \cdot 6,1 + 25,5 \cdot 0,64 + 12,5 \cdot 1,64}{23,54} = 14,1 \text{ кг/га.}$$

Розрахуємо затрати праці, які мають місце під час операції прямого комбайнування пшениці. Це можна зробити за формулою:

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

$$Z_{mn} = \frac{m + m_g}{W_{mex_a}},$$

де m – чисельність людських ресурсів, що задіяні на забезпеченні роботи зернозбирального комбайна, осіб;

m_g – чисельність допоміжного персоналу, які залучаються до обслуговування зернозбирального агрегату, осіб.

$$\text{якщо } \alpha = 0^\circ, \text{ отримаємо } Z_{mn} = \frac{1+1}{3,14} = 0,63 \text{ люд}\cdot\text{год/га.};$$

$$\text{якщо } \alpha = 3^\circ, \text{ отримаємо } Z_{mn} = \frac{1+1}{2,96} = 0,67 \text{ люд}\cdot\text{год/га.};$$

$$\text{якщо } \alpha = 8^\circ, \text{ отримаємо } Z_{mn} = \frac{1+1}{2,77} = 0,72 \text{ люд}\cdot\text{год/га.}$$

Розрахуємо витрати енергії на процес прямого комбайнування врожаю із врахуванням рельєфу поля. Тоді отримаємо

$$\alpha = \frac{N_{ep_a}}{W_{mex_a}},$$

$$\text{якщо } \alpha = 0^\circ, \text{ отримаємо } \alpha_m = \frac{116,3}{3,14} = 37,04 \text{ кВт}\cdot\text{год/га.};$$

$$\text{якщо } \alpha = 3^\circ, \text{ отримаємо } \alpha_m = \frac{133,7}{2,96} = 45,17 \text{ кВт}\cdot\text{год/га.};$$

$$\text{якщо } \alpha = 8^\circ, \text{ отримаємо } \alpha_m = \frac{170,24}{2,77} = 61,46 \text{ кВт}\cdot\text{год/га.}$$

Розрахуємо загальну продуктивність праці всього обслуговуючого персоналу, який задіяний на роботі збирального агрегату під час прямого комбайнування озимої пшениці

$$П = \frac{W_{mex_a}}{m + m_g},$$

$$\text{якщо } \alpha = 0^\circ, \text{ отримаємо } П = \frac{3,14}{2} = 1,57 \text{ га/люд}\cdot\text{год.};$$

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

якщо $\alpha = 3^\circ$, отримаємо $P = \frac{2,97}{2} = 1,48$ га/люд.·год.;

якщо $\alpha = 8^\circ$, отримаємо $P = \frac{2,77}{2} = 1,38$ га/люд.·год.

Проведені розрахунки дозволяють побудувати повну операційно-технологічну карту збирання озимої пшениці зернозбиральним агрегатом із врахуванням умов роботи та окремих параметрів і режимів роботи класичного зернозбирального комбайна. Розроблена за цими розрахунками операційно-технологічна карта збирання врожаю пшениці наведена в графічній частині роботи.

3. Наукова частина

3.1. Загальна будова агрегату ДОН-1500Б та напрямки його вдосконалення

Зернозбиральний комбайн класичної схеми обмолоту ДОН-1500Б призначено для збирання методом прямого комбайнування та роздільним методом всіх без виключення зернових та круп'яних культур, а після дообладнання цього комбайна спеціальними пристосуваннями його часто використовують для збирання соняшнику, рапсу, кукурудзи, бобових, гречки тощо. Під час роботи в полі на операціях збирання озимої пшениці збиральний агрегат послідовно проводить такі роботи: скошування чи підбирання скошеного раніше та укладеного у валки збіжжя з наступним звуженням потоку та безперервним транспортуванням хлібної маси до молотильного пристрою, обмолочування зерна молотаркою з наступним очищенням обмолоченого зерна від домішок, транспортування зібраного зерна в бункер-накопичувач, виділення і транспортування незернової частини врожаю, копнування рослинних решток в копнувач чи подрібнення незернової частини врожаю із наступним розподіленням та розкиданням її по поверхні поля.

Зернозбиральний комбайн ДОН-1500Б (рис. 3, 4), яким в господарстві до цих пір збирають майже всі зернові, в тому числі і озиму пшеницю є

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

агрегатом із класичною схемою роботи. Такий збиральний агрегат складається із двигуна, трансмісії, жатки, проставки, похилої камери,

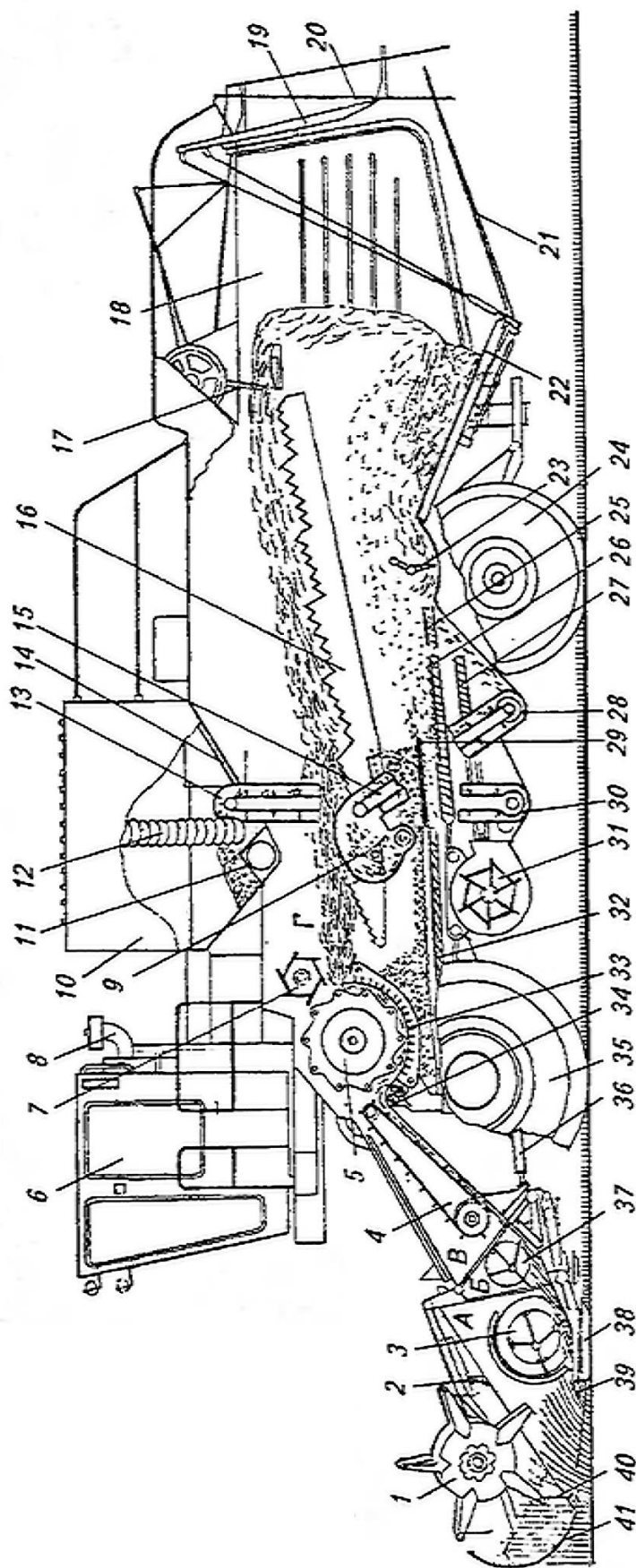


Рис. 3. Функціональна схема комбайна ДОН-1500Б:

жатна частина; Б – проставка; В – похила камера; Г – молотарка;
 моторило; 2, 36 – гідроциліндри; 3 – шнек жатки; 4 – плаваючий транспортер; 5 – молотильний барабан;
 кабіна; 7 – відбійний бітер; 8 – двигун; 9 – домолочуючий пристрій; 10 – бункер; 11 – відвантажувальний
 ж; 12 – завантажувальний шнек; 13 – зерновий елеватор; 14 – віброзбуджувач; 15 – колосовий елеватор;
 – соломотрюс; 17 – соломонабивач; 18 – копнувач; 19 – клапан копнувача; 20 – доводчик; 21 – пальці;
 – днище копнувача; 23 – половонабивач; 24, 35 – колеса; 25 – подовжувач верхнього решета; 26 – верхнє
 решето; 27 – нижнє решето; 28 – колосовий шнек; 29 – пальцева решітка; 30 – зерновий шнек; 31 – вентилятор;
 – транспортна дошка; 33 – підбарання; 34 – каменевловлювач; 37 – бітер проставки; 38 – копіюючі
 імаки; 39 – різальний апарат; 40 – граблини; 41 – подільник



Рис. 4. Загальний вигляд комбайна ДОН-1500Б

молотарки, зернового бункера, ходової системи, гідросистеми, електрообладнання, кабіни та органів керування.

Жатка комбайна ДОН-1500Б (рис. 3) через похилу камеру В встановлюється на раму молотарки Г. Жатка навішується до фронтальної навіски і шарнірно з'єднується з проставкою Б. Це дозволяє жатці в широкому діапазоні здійснювати коливання в просторі як у поздовжній так і у вертикальній площинах. Таке кріплення жатки до проставки, дозволяє під час робочого ходу агрегату в полі ефективно копіювати рельєф, що досягається ще й за рахунок башмаків 38. Це дозволяє забезпечити задану висоту зрізання стебел пшениці сегментно-пальцевим різальним апаратом 39.

На жатці комбайна ДОН-1500Б монтується мотовило 1, шнек 3, подільники 41, сегментно-пальцевий різальний апарат 39 та копіювальні башмаки 38. В проставці комбайна монтують бітер, а у похилій камері комбайна – транспортер хлібної маси 4. Під час роботи комбайна на підбиранні валків, на жатці встановлюють підбирач, демонтуючи попередньо різальний апарат та мотовило.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

До молотарки комбайна ДОН-1500Б входить молотильно-сепаруючий пристрій (МСП). МСП складається з молотильного барабану 5 та підбарабання 33, які працюючи в парі обмолочують подане до молотарки зерно і відділяють його із соломистої маси. Крім перелічених елементів МСП включає відбійний бітер 7, соломотрус 16, транспортну дошку 32, зерновий 30 та колосовий 28 шнеки, зерновий 13 та колосовий 15 елеватори, домолочуючий пристрій 9. Системи збирального агрегату, які очищають зібране збіжжя розміщуються під соломотрусом та складаються із верхнього жалюзійного 26 та нижнього жалюзійного решіт 27, вентилятора 31 і подовжувача решета очистки 25. До кришки молотарки фіксують бункер 13, а в цьому бункері встановлюють шнек 11 для вивантаження зерна та завантажувальний шнек 12.

Комбайн ДОН-1500Б рухається по поверхні поля на пневматичних рушійх привід яких передається на передню вісь 35. Поряд з цим, функцію керування агрегату виконують задні рульові колеса 24. Привід на робочі органи збирального агрегату здійснюється від двигуна 8 дизельного типу. Керує комбайном один комбайнер, використовуючи для цієї мети органи керування, які розміщені в кабіні агрегату, допомагають в ефективному керуванні комбайном допоміжні системи, система автоматичного контролю за процесом, гідросистема та ін.

Працює зернозбиральний комбайн так (рис. 3). Граблини, що виконані на мотовилі 1 підводять масу до сегментного різального апарату 39, цей апарат зрізає стебла і спрямовує їх на платформу. Далі шнек 3 звужує потік хлібної маси до ширини молотарки та направляє скошене збіжжя до бітера проставки 37. Це й механізм подає хлібну масу на плаваючий транспортер 4. За рахунок роботи нижньої ланки плаваючого транспортера 4 зрізана хлібна маса транспортується та спрямовується до молотильного апарату. При обертанні із високою швидкістю барабан молотильний 5 бичами здійснює удар по поданій хлібній масі, це забезпечує розтягування та рух матеріалу,

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

який обмолочується та протягування цієї поданої хлібної маси по підбарабанню 33. Цей процес удару і протягування по підбарабанню забезпечує відділення зерна від незернової частини врожаю.

Після обмолоту зібраний хліб, крім повноцінного зерна озимої пшениці, містить багато домішок. Серед домішок зерно містить частки соломи, збоїну, колоски, насіння інших культур і бур'янів, домішки різного походження, різні включення. При роботі класичного комбайна більша частина цього дрібного зернового вороху проходить крізь отвори підбарабання 33 та далі спрямовується на транспортну дошку 32.

Солома і повноцінне зерно, яке залишилося в цій соломі, і пройшло крізь молотильний барабан 5 скидаються із великою швидкістю молотаркою на відбійний бітер 7. Відбійний бітер 7 сповільнює руху маси та спрямовує соломі із недомолоченим зерном на соломотрус 16. Під час удару бітером по масі із вороху теж відділяється певна частина матеріалу, яка потім переміщуються по встановленій під бітером 7 пальцевій решітці, що загалом забезпечує виділення із соломи і збоїни повноцінного зерна пшениці. Крім цього, бітер 7 є джерелом неперервного руху маси в комбайні та забезпечує відведення хлібної маси після обмолоту від молотильного барабану 5. Крім переліченого бітер 7 дозволяє уникнути намотуванню на молотарку хлібної маси.

Далі до роботи із хлібною масою доєднуються клавіші соломотруса 16. Ці клавіші реалізують кругові циклічні рухи, які забезпечують інтенсивне струшування та перемішування соломи. Зернівки озимої пшениці і інші дрібні включення на цьому етапі перемішування просіваються крізь отвори та по похилому коробу скидаються на транспортну дошку 32. Під час роботи соломотруса гребінки його клавіш сприяють транспортуванню соломи в напрямку виходу цієї соломи із молотарки зернозбирального комбайна.

Зерно, яке просіялося через отвори підбарабання та виділилося на соломотрусі комбайна скидається транспортною дошкою 32 до верхнього

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

жалюзійного решета 26, після просипання крізь отвори цього решета, зерно спрямовується на нижнє жалюзійне решето очистки 27. Рухаючись по цим решетам зерно продувається потоком повітря, яке створює вентилятор 31. Під час цього продування із зерна повітряним потоком виділяються легкі домішки, які цим же потоком транспортуються у копнувач комбайна. Те зерно, яке пройшло на просів через нижнє жалюзійне решето накопичується в жолобі шнека 30, після чого транспортується скребками транспортера елеватора 13 на шнек 12, а цей шнек відвантажує очищене зерно в бункер 10 повноцінного зерна.

При проведенні технологічного процесу збирання озимої пшениці спостерігається обламування певної частини колосків, та їх подача в такому стані на очистку. Ці необмолочені колоски на схід рухаються по верхньому решеті та спрямовуються на подовжувач 25 і просипаючись через отвори потрапляють до жолоба колосового шнека 28. Цей колосовий шнек і спрямовує необмолочені колоски на похилий транспортер 15, який направляє колоски домолочуючий пристрій 9.

Всі крупні домішки, які були в зібраному врожаї та залишилися на подовжувачі разом із легкими домішками спрямовуються на вихід із молотильного пристрою.

Із зернового бункера збирального агрегату обмолочене зерно пшениці вивантажувальним шнеком 11 завантажується в кузов транспортного засобу для його подальшого транспортування в місця зберігання та післязбиральної доробки. Причому розвантаження зернового бункера збирального агрегату може відбуватися як під час проведення робочого ходу так і під час технологічної зупинки агрегату.

Для роботи із незерною частиною врожаю у серійному агрегаті ДОН-1500Б встановлюють гідрофікований копнувач 18, або ж як у конкретному господарстві – механічний подрібнювач соломи. За таких умов зернозбиральний комбайн забезпечує під час комбайнування подрібнення

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

незернової частини врожаю та подальше розподілення подрібненої маси по поверхні поля. Можна забезпечити і збирання подрібненого матеріалу у причіп чи вкладання цієї подрібненої маси валок.

Основні технічні характеристики зернозбирального агрегату ДОН-1500Б зведені до таблиці 2.

Таблиця 2

Основні технічні характеристики комбайна ДОН-1500Б

Показник	Значення
1	2
Загальне маркування комбайна	РСМ-10
Габарити комбайна із стандартною жаткою, що має ширину захвату 6 м:	
- ширина	не більше 9 м
- довжина	до 12 м
- висота	не більше 4,2 м
Дорожній просвіт	370 мм
Ширина колії передніх коліс	2800 мм
Ширина колії задніх коліс	2900 мм
Встановлена конструктивна вага зернозбирального комбайна без жатки	12590 кг
Діапазон робочої швидкості руху комбайна I діапазон	до 5 км/год
Діапазон робочої швидкості руху комбайна II діапазон	до 10 км/год
Діапазон транспортної швидкості комбайна	0...20 км/год
Ширина молотарки комбайна	1500 мм
Тип молотильного барабану	класичний, бильний
Діаметр молотильного барабану	800 мм
Частота обертання молотильного барабану	445...900 об/хв
Механізм, з допомогою якого регулюється частота обертання молотильного барабану	варіатор клинопасовий
Кут охоплення барабану	130°
Сумарна площа підбарабання	1,38 м ²
Загальна площа сепарації збіжжя	6,15 м ²
Сумарна площа решіт	4,74 м ²
Об'єм бункера для врожаю	6 м ³
Швидкість відвантаження очищеного зерна	42 л/секунду
Висота відвантаження зерна з комбайна	2,9 м
Двигун, що встановлюється на комбайн	ЯМЗ-238АК
Максимальна потужність двигуна	173 кВт 235 к.с.

Сьогодні існує явна тенденція, за якої на етапі збирання врожаю намагаються забезпечити повне та максимально ефективне використання незернової частини цього врожаю. Цілком відомо, що найкраще звернути увагу на принципи збирання врожаю, які мають місце у закордонних виробників чи реалізуються на принципах закордонних технологій вирощування. У більшості випадків такі технології та конструкції при збиранні зернових колосових всю незернову частину інтенсивно та якісно подрібнюють до розмірів 3...5 см і рівномірно розподіляється по поверхні поля.

Такі операції дозволяють під час наступних робіт в полі заробити рослинні залишки подрібненого попередника на необхідну глибину чи залишити їх на поверхні поля, і далі застосувати для створення мульчуючого шару. У першому випадку забезпечується перегнивання рослинних решток та часткове відновлення органічного удобрення за рахунок перегнивання соломи, полови, збоїни тощо. У другому випадку – мульчуючий шар виконує роль захисту ґрунту від надмірного випаровування вологи із поверхні ґрунту та теж є стабілізаційним заходом для забезпечення сталого врожаю у наступний період вирощування рослин.

Конструкція комбайнів закордонних виробників доволі непогано вирішує задачі подрібнення незернової частини та її розподілення по поверхні поля, в той час, як комбайн ДОН-1500Б має досить низькопродуктивний і не повністю адаптований до умов роботи подрібнювач соломи. Конструкція такого подрібнювача соломи має бути далі досліджена і вдосконалена. Варто зауважити, що незернова частина врожаю повинна бути оброблена в дуже стиснуті терміни, щоб більшість поживних речовин змогли залишитися безпосередньо в рослинних рештках. Тому подрібнення і заробку в ґрунт рослинних решток озимої пшениці потрібно провести не пізніше ніж через 3 години після збирання.

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

Багаторічна реалізація технології подрібнення і розподілу по поверхні поля незернової частини врожаю озимої пшениці, дозволяє відмітити, що в наступні сівозміни забезпечується зниження витрат добрив до 30%. Загалом це дозволяє певну кількість поживних речовин повернути в ґрунт із перегнившими рештками незернової частини врожаю та ще й дозволяє вирішити питання що робити із невикористаними рослинними рештками.

Таким чином, актуальною задачею сьогодення є дослідження і вдосконалення подрібнювача незернової частини врожаю класичного зернозбирального комбайна ДОН-1500Б з метою забезпечення агровимог до подрібнення, підвищення продуктивності роботи, рівномірності подрібнення та розкидання подрібненого матеріалу по поверхні поля.

З метою інтенсифікації роботи подрібнювача соломи маємо забезпечити подрібнення часток із зменшеним розміром. Виходячи із функціональної схеми комбайна (рис. 3) та принципу роботи агрегату подрібнювач соломи найкраще встановити в задній частині комбайна. Крім того, подрібнювач повинен встановлюватися якомога нижче над поверхнею поля, що знизить ймовірність забивання соломотрусів комбайна та забезпечить можливість суттєвого збільшення довжини саморегулювальної заслінки. Саме це забезпечить стаке завантаження барабану подрібнювача та сприятиме рівномірнішій подачі незернової частини врожаю на подрібнення.

Вдосконалення подрібнювача рослинних решток зернозбирального комбайна ДОН-1500Б

За існуючою схемою роботи зернозбирального комбайна ДОН-1500Б незернова частина врожаю, після виділення із неї зерна в молотильному барабані та очистці на соломотрусу і решетах транспортується до виходу із комбайна через конфузор, який встановлюється у задній частині збирального агрегату. Для того, щоб реалізувати ефективно подрібнення незернової частини врожаю із наступним рівномірним розподіленням цих подрібнених часток по поверхні поля пропонуємо вдосконалену конструкцію

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

подрібнювача соломи. Функціональна схема вдосконаленого подрібнювача наведена на рис. 5.

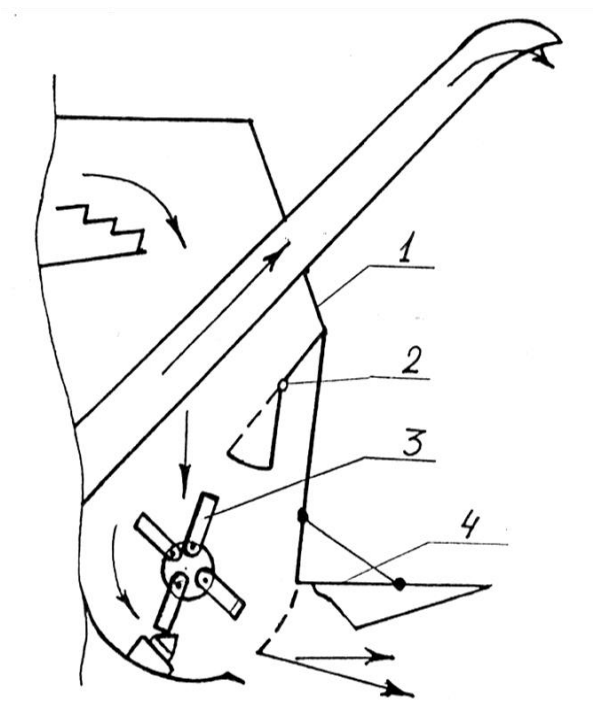


Рис. 5. Схема вдосконаленого подрібнювача незернової частини врожаю комбайна ДОН-1500Б:

1 – задня стінка зернозбирального комбайна; 2 – регулювальна заслінка для зміни інтенсивності потоку незернової частини; 3 – барабан-подрібнювач із збільшеною кількістю молотків; 4 – регулювальний дефлектор

Процес роботи вдосконаленого подрібнювача незернової частини врожаю наступний. Солома, після обмолоту та виділення із неї зерна, після сходу із соломотрусу спрямовується до корпусу 1 (рис. 5), після цього за рахунок власної ваги падає на заслінку 2, що впливає на інтенсивність захоплення соломи молотками барабану-подрібнювача 3. Барабан подрібнювач 3, який порівняно із серійним виготовляється із більшою кількістю молотків, під час обертання кидає соломі на брус із закріпленими протирізальними ножами. Молотки барабану протягують незернову частину крізь зазори між протирізальними ножами подрібнюють соломі та спрямовують подрібнену масу на регулювальний підпружинений дефлектор 4. Цей дефлектор подрібнювача рослинних решток 4 пружиною вирівнює

подрібнену рослинну масу та після встановлення відрегульованого пружиною тиску рослинних решток цей дефлектор відкривається та розсіює подрібнену соломку по поверхні поля із рівномірним винесенням подрібнених решток із комбайна.

Для обґрунтування працездатності вдосконаленого подрібнювача незернової частини врожаю розрахуємо нероз'ємне зварне з'єднання, за рахунок якого забезпечується кріплення регулювальної заслінки, яка в кінцевому використовується для регулювання інтенсивності потоку подрібненої соломистої маси (рис. 6). Цей регулювальний дефлектор кріпиться на тягах, до жорстко закріплених провусин із обох боків корпусу комбайна. Такі зварні з'єднання під час виготовлення здійснюються вручну шляхом ручного напівавтоматичного зварювання електродом. Для цього під час виготовлення подрібнювача незернової частини врожаю найкраще використовувати електрод типу Е-42, за ГОСТ 5264-69. Параметри зварного шва такі: тип шва – тавровий двосторонній; катет зварного шва – $k = 0,006$ м; загальна довжина шва – $l = 0,14$ м. Можна прийняти, що з боку дефлектора прикладається сила яка дорівнює $P = 12$ кН (рис. 6).

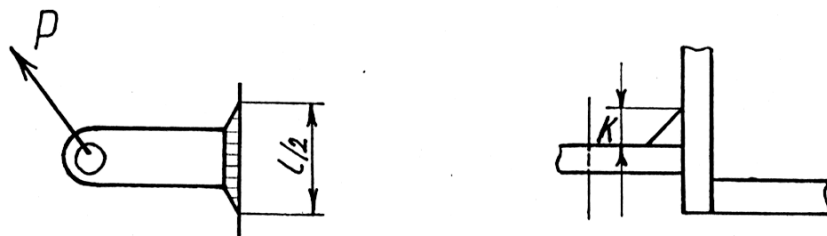


Рис. 6. Схема зварного з'єднання кріплення дефлектора подрібнювача незернової частини врожаю комбайна ДОН-1500Б

Розрахуємо зусилля розтягу, що діє на зварному шві. Це можна провести використавши відому формулу:

$$\varepsilon'_{cp} = \frac{P}{0,7 \cdot k \cdot l},$$

де ε'_{cp} – напруженість нероз'ємного з'єднання (зварного шва) на зрізання, МПа;

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

P – зусилля що діє на елемент кріплення, Н;

k – розмір катету зварного з'єднання (рис. 6), м;

l – сумарна довжина шва, м.

$$\varepsilon'_{cp} = \frac{1200}{0,7 \cdot 0,006 \cdot 0,14} = \frac{1200}{0,000588} = 20,4 \text{ МПа.}$$

Відомо, що для тривалої роботи має виконуватися умова міцності, яка має вигляд:

$$\tau'_{cp} \leq [\tau_{cp}].$$

Пропонуємо всі деталі, що будуть зварюватися виготовляти із матеріалу Ст3, яка має наступні характеристики: $[\sigma_p] = 160$ МПа. Тоді $[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot [\sigma_p] = 0,6 \cdot 160 = 96$ МПа.

Отже, умова міцності для обраного матеріалу цілком виконується.

Наступний етап перевірки забезпечення працездатності вдосконаленого подрібнювача незернової частини врожаю комбайна ДОН-1500Б заключається у перевірці надійності фіксації ножа-подрібнювача. Для цього перевіримо на зрізання вісь, за допомогою якої фіксується ніж подрібнювача (рис. 7). Під час своєї роботи ніж подрібнювача незернової частини врожаю створює силу P , яка провокує виникнення напруженості зрізання та зминання на довжині l . Загальна умова працездатності такого ножа має враховувати необхідність забезпечення міцності змин і на зрізання. Це можна описати наступною нерівністю:

$$\tau'_{cp} \leq [\tau_{cp}]; \quad \tau'_{zm} \leq [\tau_{zm}].$$

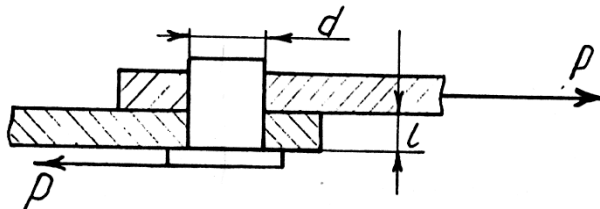


Рис. 7. Схема силового розрахунку осі фіксації ножа подрібнювача

У даному випадку приймемо матеріал для виготовлення осі теж Ст3, яка має такі характеристики: $[\tau'_{cp}] = 50$ МПа, $[\tau'_{cm}] = 135$ МПа.

З метою розрахунку значення напруги на зрізання осі, що виникає при роботі ножа можна використати залежність:

$$\tau'_{cp} = \frac{P}{\left(2 \cdot \frac{\pi \cdot d^2}{4}\right)},$$

де P – значення сили, що діє на точку з'єднання ножа подрібнювача і осі, Н;
 d – фактичний діаметр осі для фіксації ножа-подрібнювача, м.

Після підстановки цифрових значень отримаємо:

$$\tau'_{cp} = \frac{10000}{2 \frac{3,14 \cdot 0,02^2}{4}} = 15,9 \text{ МПа.}$$

Таким чином, отримані розрахунки підтверджують, що умови міцності виконуються, а це значить, що ніж подрібнювач може ефективно працювати із віссю, виготовленої зі Ст3 діаметром 0,02 м.

Барабан подрібнювача рослинних решток комбайна валом встановлюється в підшипникові опори, які забезпечують обертання всього барабану подрібнювача. Ці опори повинні надійно фіксуватися на боковинах комбайна, що здійснимо за допомогою гайки М12. Для закручування таких гайок (рис. 8) варто прикласти зусилля на рівні $P_p = 250$ Н. Для таких робіт використовується стандартний гайковий ключ із плечем $l = 0,2$ м. за таких умов на стержень різьбового з'єднання діятиме осьова сила розтягу F . Закручування гайки буде супроводжуватися виникненням моменту сил тертя в різьбовому з'єднанні T_p . Зазначимо, що цей момент сил тертя діятиме на різьбове з'єднання навіть після повного затягування гайки.

Для розрахунку даного різьбового з'єднання наведемо вихідні дані:

- внутрішній діаметр різьби – $d_p = 0,010$ м;
- середній діаметр опорної поверхні гайки – $d_m = 0,0206$ м;

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

- середній діаметр різьби – $d_2 = 0,011$ м;
- коефіцієнт тертя на торцях гайки – $f = 0,15$;
- кут профілю різьбового з'єднання – $\alpha = 60^\circ$;
- значення зведеного кута тертя в різьбі – $\varphi' = 10^\circ 91'$;
- кут підймання різьби – $\beta = 3^\circ 12'$.

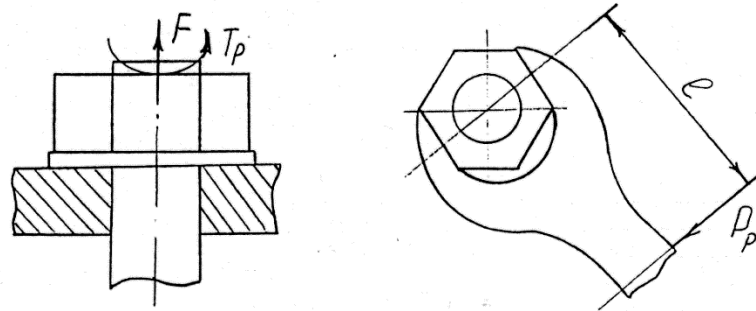


Рис. 8. Розрахункова схема різьбового з'єднання кріплення опор

Умова роботи різьбового з'єднання має вигляд:

$$\sigma_{екв} \leq [\sigma_p],$$

де $[\sigma_p]$ – допустима напруженість розриву, яка безпосередньо пов'язана із границею міцності матеріалу, МПа

$$[\sigma_p] = 0,6 \cdot \sigma_T,$$

σ_T – фактична границя міцності матеріалу, з якої виготовляється конкретна деталь, так як гайка виготовляється із Сталь 40Х, границя міцності дорівнює – $\sigma_T = 784$ МПа.

Тоді допустима напруженість на розрив складає

$$[\sigma_p] = 0,6 \cdot 784 = 470 \text{ МПа.}$$

Для пошуку нормальної напруженості стержня з'єднання використаємо відому формулу:

$$\sigma = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d_p^2},$$

де F – значення сили, виникаючої вздовж осі різьбового з'єднання, Н.

Її можна розрахувати за формулою:

$$F = \frac{M_3}{\frac{d_2}{2} [tg(\beta + \varphi) + f \cdot \frac{d_m}{d_2}]};$$

$$M_3 = P_p \cdot l;$$

$$M_3 = 250 \cdot 0,2 = 50 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$F = \frac{50}{\frac{0,010}{2} [tg(3,72 + 10,91) + 0,15(\frac{0,0206}{0,0110})]} = 18181 \text{ Н}.$$

$$\sigma = \frac{4 \cdot 1818}{3,14 \cdot 0,010^2} = 231 \text{ МПа}.$$

Щоб розрахувати значення дотичного напруження в різьбовому з'єднанні скористаємося залежністю:

$$\tau = \frac{0,5F \cdot d_2 \cdot tg(\beta + \varphi)}{0,2 \cdot d_p^3};$$

Розрахуємо значення дотичного напруження

$$\tau = \frac{0,5 \cdot 18181 \cdot 0,011 \cdot tg(3,72 + 10,91)}{0,2 \cdot 0,01^3} = 131 \text{ МПа}.$$

Тоді відповідно еквівалентне напруження дорівнює:

$$\sigma_{екв} = \sqrt{\sigma^2 + 4\tau^2};$$

$$\sigma_{екв} = \sqrt{231^2 + 4 \cdot 131^2} = 349 \text{ МПа}.$$

За таких умов роботи і обраних матеріалів умова міцності $\sigma_{екв} \leq [\sigma_p]$ у розрахунковому вигляді має такий вигляд $349 \text{ МПа} \leq 470 \text{ МПа}$, та повністю виконується. Отже, матеріали і параметри з'єднання підібрані вірно.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Порядок проведення експериментальних досліджень

Для проведення експериментальних досліджень використовували поля базового господарства, на який проводили пряме комбайнування зернозбиральним комбайном ДОН-1500Б озимої пшениці. Для дослідження ефективності роботи подрібнювача соломи його конструкцію виготовляли такою, що б можна було змінювати конструкцію ножів і відстань між ножами на протирізальному брусі та змінювати частоту обертання подрібнюючого барабану.

Перед початком проведення експерименту проводяться всі стандартні налаштування зернозбирального комбайна ДОН-1500Б та проводиться перевірка ефективності його роботи і лише після цього переходять до проведення експерименту. Для подрібнювача рослинних решток проводять теж ряд регулювань, які опишемо окремо. Основні із них:

- запуск подрібнювача незернової частини врожаю без навантаження, як і решти робочих органів і механізмів зернозбирального агрегату;
- регулювання основних елементів подрібнювача незернової частини, зокрема виставлення протирізального бруса і з потрібною кількістю ножів, закріплення та перевірка надійності фіксації молотків на диску подрібнювача, перевірка плавності обертання барабану подрібнювача незернової частини врожаю, виставлення потрібної частоти обертання подрібнювача тощо;
- проведення пробного проходу збирального агрегату, оцінка якості роботи подрібнювача незернової частини врожаю як зі сторони розміру подрібнених часток так і зв сторони рівномірності розподілу часток по поверхні поля, за потреби проведення додаткових регулювань.

За класичною методикою експериментальних досліджень всі випробування реалізовувалися із повторністю, яка дорівнює 3. Результати експерименту оброблялися за загальноприйнятою методикою планування факторного експерименту. Обробку результатів досліджень по оцінці

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

ефективності роботи подрібнювача незернової частини врожаю реалізували в програмі STATISTICA 12. Отримані та оброблені результати експерименту наведені нижче.

Результати оцінки роботи подрібнювача незернової частини врожаю зернозбирального комбайна

Використовуючи стандартні методи планування багатофакторного експерименту проведемо підбір факторів, які найбільше впливають на процес роботи подрібнювача, встановимо рівні цих факторів та їх інтервали варіювання

- зазор між ножами подрібнювача та протирізальною пластиною, b , мм;
- подача незернової частини врожаю на подрібнення, Q , кг/с;
- частота обертання барабану подрібнювача, n , об/хв.

Фізичні значення цих факторів, та рівні їх варіювання, які і були забезпечені під час проведення експериментів представлені і вигляді таблиці 3.

Таблиця 3

Фактори та рівні їх варіювання

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	<u>Позначення</u>	Верхній (+)	Нижній (-)	
1	Зазор між ножами подрібнювача та протирізальною пластиною b , мм	x_2	44,0	8,0	18
2	Подача незернової частини врожаю на подрібнення, Q кг/с	x_1	5	0,5	2,25
3	Частота обертання барабану подрібнювача n , об/хв.	x_3	1000	200	400

Результати експериментальних досліджень по оцінці якості роботи
подрібнювача незернової частини врожаю комбайна

Побудову матриці планування досліджень проводили в програмі STATISTICA 12. Враховуючи наявність трьох факторів проводили реалізації стандартної статистичної моделі виду $n = 2^3 = 8$. Перебіг операцій моделювання в програмі STATISTICA 12 та вигляд вікон і проведених процедур на комп'ютері наведені на рис. 9.

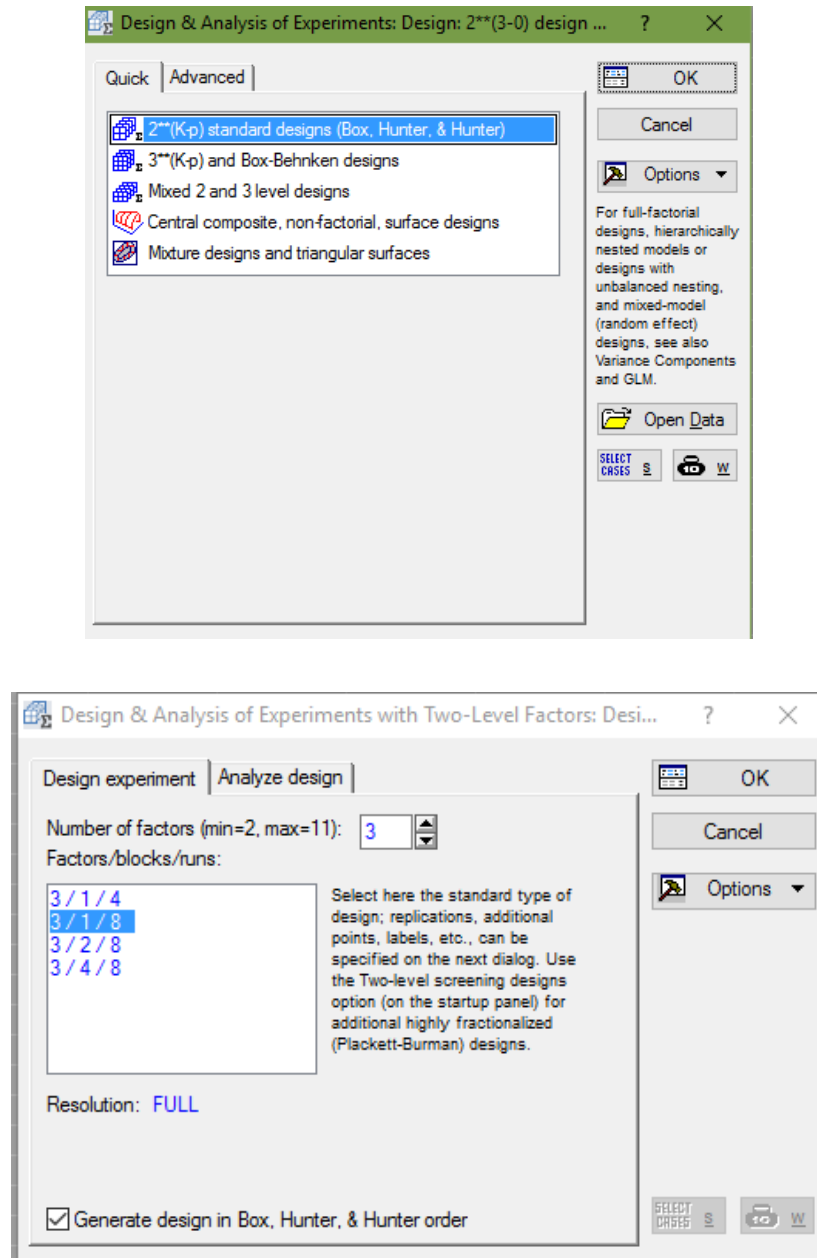


Рис. 9. Вигляд вікон планування експериментальних досліджень в програмі STATISTICA 12

Наступний етап роботи – введення в систему факторів і рівнів їх варіювання, що наведені в таблиці 3. Послідовно проведені дії дозволили отримати класичну матрицю планування досліджень (рис. 10). В наведеній матриці вставимо в крайню колонку середнє значення результатів проведених експериментів, що здійсненні із повторюваністю три рази. У якості критерію оптимізації (Y) приймали якість подрібнення незернової частини врожаю пшениці подрібнювачем. Ця якість подрібнення виражалася відсотком одержання часток заданого чи меншого розміру, при цьому забезпечуються умови відсутності забивань барабану подрібнювача та протирізального бруса рослинними рештками. Результати проведеного експериментального дослідження представлено на рис. 10.

	1	2	3	4
	b, мм	Q, кг/с	n, об/хв	Y
1	8	0,5	200	80
2	44	0,5	200	78
3	8	5	200	70
4	44	5	200	67
5	8	0,5	1000	91
6	44	0,5	1000	87
7	8	5	1000	83
8	44	5	1000	79

Рис. 10. Табличний результат факторного експерименту по оцінці ефективності роботи подрібнювача зернозбирального комбайна

Результати багатфакторного експерименту та оброблена статистична модель скомпільована в таблицю, яка отримана за рахунок автоматичної обробки введених у програмі STATISTICA 12 даних (рис. 11).

Effect Estimates; Var.:Y; R-sqr=,99972; Adj.:99806 (Spreadsheet1) 2**(3-0) design; MS Residual=,125 DV: Y										
Factor	Effect	Std.Err.	t(1)	p	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limt	+95,% Cnf.Limt
Mean/Interc.	79,37500	0,125000	635,0000	0,001003	77,7867	80,96328	79,37500	0,125000	77,78672	80,96328
(1)b, мм	-3,25000	0,250000	-13,0000	0,048875	-6,4266	-0,07345	-1,62500	0,125000	-3,21328	-0,03672
(2)Q, кг/с	-9,25000	0,250000	-37,0000	0,017202	-12,4266	-6,07345	-4,62500	0,125000	-6,21328	-3,03672
(3)n, об/хв	11,25000	0,250000	45,0000	0,014145	8,0734	14,42655	5,62500	0,125000	4,03672	7,21328
1 by 2	-0,25000	0,250000	-1,0000	0,500000	-3,4266	2,92655	-0,12500	0,125000	-1,71328	1,46328
1 by 3	-0,75000	0,250000	-3,0000	0,204833	-3,9266	2,42655	-0,37500	0,125000	-1,96328	1,21328
2 by 3	1,25000	0,250000	5,0000	0,125666	-1,9266	4,42655	0,62500	0,125000	-0,96328	2,21328

Рис. 11. Результат факторного експерименту ефективності роботи подрібнювача незернової частини врожаю

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Обробка поданих результатів експерименту дає змогу записати статистичну модель у звичному цифровому вигляді. Ця статистична модель оцінки якості роботи подрібнювача рослинних решток від факторів, що наведені вище наступна:

$$Y = 79,375 - 1,625x_1 - 4,625x_2 + 5,625x_3 - 0,125x_1x_2 - 0,375x_1x_3 + 0,625x_2x_3$$

Отримане рівняння регресії програма перевірила на відтворюваність і адекватність. Коефіцієнти рівняння регресії за стандартною методикою в STATISTICA 12 програмно перевірені на значимість. Проведені дослідження впливу факторів на ефективність подрібнення рослинних решток дають змогу побудувати графіки попарного впливу факторів на результат, що представлені на рис. 12, 13, 14.

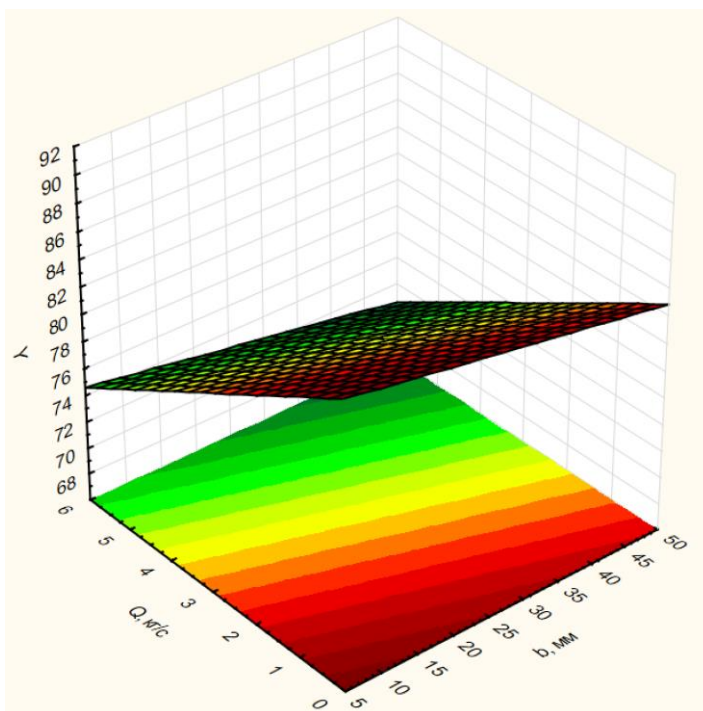


Рис. 12. Графіки попарного впливу зазору між ножами подрібнювача та протиризальною пластиною b і подачі незернової частини врожаю на подрібнення Q на ефективність подрібнення незернової частини врожаю Y

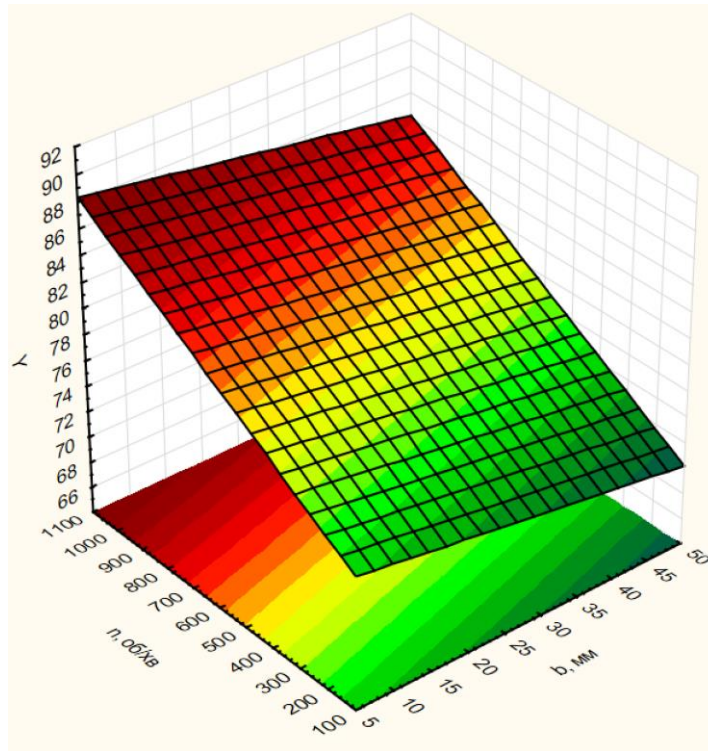


Рис. 13. Графіки попарного впливу зазору між ножами подрібнювача та протиризальною пластиною b і частоти обертання барабану подрібнювача n на ефективність подрібнення незернової частини врожаю Y

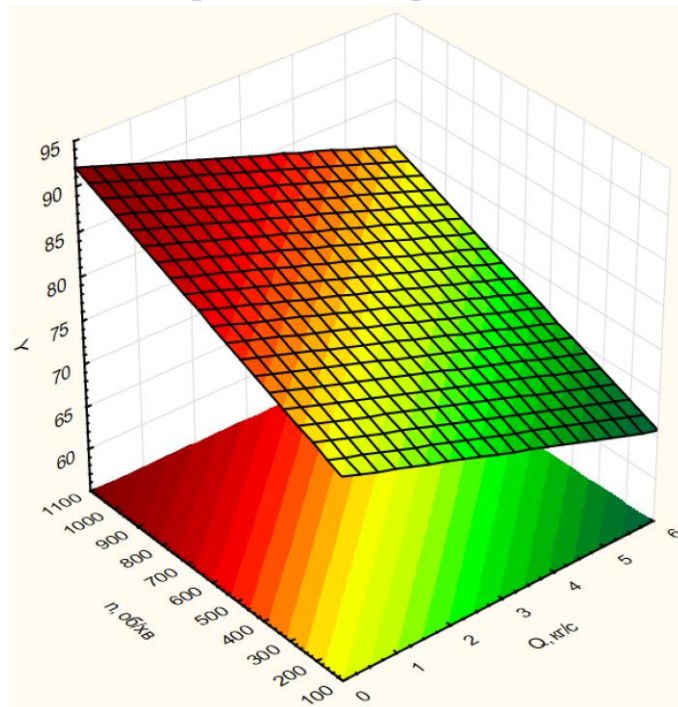


Рис. 14. Графіки попарного впливу подачі незернової частини врожаю на подрібнення Q і частоти барабану подрібнювача n на ефективність подрібнення незернової частини врожаю Y

Аналіз отриманої статистичної моделі та графіків попарного впливу факторів дозволяє дійти до висновку, що найвпливовішими на ефективність подрібнення соломи фактором є частота обертання барабану подрібнювача та подача незернової частини врожаю на подрібнення. Є зрозумілим, що підвищення частоти обертання барабану подрібнювача позитивно впливає на якість процесу. Разом із цим подача незернової частини врожаю на подрібнення має зворотній вплив на критерій оптимізації, адже збільшення подачі матеріалу забезпечує погіршення подрібнення і навіть може привезти до забивання ножів і протирізальної пластини. Отримані результати дозволяють знайти раціональні значення факторів, вони наступні – частота обертання барабану подрібнювача повинна має бути $n = 800 \dots 900$ об/хв, подача незернової частини врожаю на подрібнення, яка пов'язана із необхідністю узгоджуватися із потрібною продуктивністю зернозбирального комбайна становить $Q = 0,9 \dots 1,5$ кг/с.

Досить сильно впливає на подрібнення незернової частини врожаю пшениці зазор між ножами подрібнювача та протирізальною пластиною. Відмічаємо, що на обраному для дослідів діапазоні значень, зменшення цього зазору забезпечує погіршення якості подрібнення соломи, що можна обґрунтувати високою ймовірністю забиванням ножів на барабані та протирізальної пластини за таких умов роботи. Для встановлення раціональних значень зазору виходять із необхідного розміру часток незернової частини врожаю. Рекомендовані значення зазору знаходяться на рівні $b = 20 \dots 25$ мм.

Отже, проведені експерименти дозволили обґрунтувати раціональні значення факторів, які мають вплив на якість подрібнення незернової частини врожаю. Доведено, що при зазорі між ножами барабану та протирізальної пластини $b = 20 \dots 25$ мм., частоті обертання барабану подрібнювача $n = 800 \dots 900$ об/хв та подачі незернової частини $Q = 0,9 \dots 1,5$ кг/с досягається ефективність подрібнення $Y = 90 \dots 94$ %.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

4. Охорона праці

При роботі із комбайном на етапі прямого комбайнування озимої пшениці виділяються наступні шкідливі і небезпечні виробничі чинники:

- велика кількість швидко рухомих частин агрегату, серед них мотовило, молотильний апарат, різальний апарат, вентилятор, транспортери, очистка комбайна тощо;
- наявність частин агрегату і його елементів, що інтенсивно обертаються, до прикладу дизельний двигун, елементи трансмісії, рушії, інші пристосування і механізми;
- вищий за нормативний рівень шуму на робочому місці комбайнера або ж в зоні виконання операції, здебільшого джерелами цього шуму є двигун, механізми, які обертаються із великою швидкістю (молотарка, подрібнювач соломи, вентилятор, соломотрус, тощо);
- підвищений більше норми рівень вібрації в кабіні комбайна та під час обслуговування агрегату, джерелами вібрації можуть бути робочі органи, механізми приводу, силова установка, елементи трансмісії та гідроприводу та ін.;
- висока запиленість та загазованості робочого місця, що може бути як в кабіні комбайна так і в робочій зоні на етапі проведення налаштувань, розвантаження зерна, очищення робочих органів і тощо;
- процес скошування і обмолоту зерна озимої пшениці може відбуватися із наявністю певної кількості шкідливих речовин, серед них виділяються паливно-мастильні матеріали, рідина трансмісії, охолоджуюча рідина, рідина для кондиціювання тощо;
- високий рівень небезпеки виникнення пожеж, через роботу дизельного двигуна і інших механізмів, що супроводжується підвищеними температурами, можливістю пролітання іскор, необхідністю працювати із дуже сухою хлібною масою, короткого

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

замикання в електромережі, підтікання пального та інших займистих речовин тощо;

- ризик ураження робітників струмом під час збирання врожаю, що особливо є гостим під час роботи комбайна близько до високовольтних ліній електропередач, трансформаторів, виникнення статичного струму, ураження блискавкою та ін.;
- високе розміщення робочого місця комбайнера над поверхнею та необхідність проведення налаштувань і регламентного обслуговування агрегату високо над поверхнею ґрунту;
- підвищена кількість гострих окрайків та відкритих елементів конструкцій збирального агрегату, які несуть загрози травмування;
- висока нерівномірність температури, руху повітря, інших параметрів мікроклімату в кабіні агрегату;
- необхідність працювати машині в умовах недостатнього природнього освітлення (рано вранці, пізно ввечері), що вимагає установки штучних освітлювальних приладів, а це не тільки фари, які мають освітлювати робочу зону попереду чи позаду агрегату, але й додаткових підсвіток, що встановлюються в місцях найбільш важливих елементів.

Наведені шкідливі і небезпечні фактори можуть нівелюватися і при вірній організації робіт не завдавати загроз життю і здоров'ю робітників. Це досягається за умови якісного виконання і забезпечення норм та правил техніки безпеки і охорони праці. Такі заходи мають обов'язково виконуватися на етапі збирання врожаю.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

5. Економічна частина

У повній відповідності до завдання на та із узгодженням вдосконалення окремого етапу технологічного процесу вирощування озимої пшениці в господарстві до типової технології внесені певні зміни. Так, запропоновано під час проведення збирання врожаю зернозбиральним агрегатом класичної схеми обмолоту одночасно проводити подрібнення і розкидання незернової частини врожаю, для чого зернозбиральний комбайн ДОН-1500Б обладнали вдосконаленим подрібнювачем. Вихідні дані, за якими оцінювалася економічна доцільність розробок, приймалися із практичних показників господарства, а сама оцінка проводилася за стандартною методикою. Наведені показники зведені до таблиці 4.

Таблиця 4

Вихідні дані розрахунку економічної доцільності впровадження модернізованої технології виробництва озимої пшениці

Показники	Одиниця виміру	Базова ДОН-1500Б із серійним подрібнювачем соломн	Проектна ДОН-1500Б із вдосконаленим подрібнювачем соломн
Обсяг робіт	га.	100	100
Витрати палива	кг/га	8,76	8,96
Норма виробітку	га/год	15,42	16,15
Витрати праці	люд-год/га	0,67	0,54
Ціна	грн	934150	

Економічна доцільність визначалася за типовою методикою [23, 24, 25, 26], результати практичного впровадження поліпшеної технології виробництва озимої пшениці в базовому господарстві з подрібненням незернової частини врожаю вдосконаленим подрібнювачем представлена у вигляді таблиці 5.

Таким чином, запропоновані заходи забезпечують підвищення на 18,6% норм виробітку на операціях збирання врожаю. Ці ж заходи забезпечують зниження собівартості збирання врожаю озимої пшениці до 27%. Реалізація конкретних розробок в умовах господарства дозволяє отримати економію, що складає 31654 грн. на рік. Слід розуміти, що проведена оцінка економічної доцільності вдосконалень повністю не враховує поліпшення родючості ґрунту для вирощування наступної культури сівозміни в наслідок використання органіки, яка надійде у ґрунт разом із незерновою частиною врожаю.

Таблиця 5

Показники економічної доцільності запропонованих вдосконалень

Показник	Технології		Відхилення	
	Базова	Проектна	+/-	%
Площа, га	100	100	-	-
Капітальні вкладення, грн./га	9750,0	10200,0	+450,0	+4,6
Продуктивність комбайна, га/зміну	14,1	17,28	+3,18	+22,5
Витрати комбайном палива, кг/га	7,98	8,75	+0,77	+9,6
Норма виробітку зернозбиральним агрегатом, га/год	14,57	17,28	+2,71	+18,6
Собівартість одиниці роботи по збиранню озимої пшениці, грн./га	1875,78	1370,16	-505,62	-27,0
Річна економія	-	31654,0	-	-

6. Висновок

Отже, під час проведення досліджень проаналізовано важливість та необхідність вирощувати в господарствах такої культури як озима пшениця. Оглянути та вивчено базову технологію вирощування цієї культури, технічне забезпечення кожної ланки технологічного процесу. Окреслено позитивні моменти та негативні моменти, що мають місце під час технологічного процесу вирощування пшениці. Основну увагу сконцентровано на проблемних етапах та напрямки вдосконалення технології. В роботі детально розглядається етап роботи із незерною частиною врожаю озимої пшениці, а саме запропоновано вдосконалити подрібнювача незернової частини врожаю зернозбирального агрегату ДОН-1500Б. Ці вдосконалення забезпечують інтенсифікувати подрібнення рослинних решток та впровадити в базове господарство елементи ґрунтозахисного землеробства.

Під модернізації зернозбирального агрегату запропоновано поліпшену конструкцію подрібнювача незернової частини із підвищеною кількістю молотків та ножів на брусі протирізальному. Ці вдосконалення дозволяють суттєво покращити ступінь та якість подрібнення рослинних решток, які підводяться на подрібнення із більшою товщиною шару матеріалу, спостерігається поліпшення подрібнення відходів виробництва зерна із підвищеною вологістю та повністю виконуються агротехнічні вимоги до необхідного розміру подрібнених решток і рівномірності їх розміщення по поверхні поля. Для підтвердження доцільності впровадження внесених пропозицій проведені потрібні розрахунки і обґрунтування.

В науковій частині на базі методики планування багатофакторного експерименту проведені і оброблені експериментальні дослідження. Встановлено, що якщо зазор між ножами барабану та протирізальної пластини дорівнює $b = 20...25$ мм., частота обертання барабану подрібнювача становить $n = 800...900$ об/хв та подачі незернової частини врожаю на подрібнення знаходиться в діапазоні значень $Q = 0,9...1,5$ кг/с досягається ефективності роботи вдосконаленого подрібнювача $Y = 90...94$ %.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Методичні рекомендації до оформлення випускної кваліфікаційної роботи здобувачів другого (магістерського) освітнього рівня спеціальності 208 «Агроінженерія» / Васильковський О.М., Петренко Д.І., Васильковська К.В., Лещенко С.М., Мороз С.М. Кропивницький: ЦНТУ, 2020. – 38 с.
2. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навчальний посібник / А.О. Рожков, Е.М. Огурцов, А.М. Свиридов та ін.; за ред. А.О. Рожкова. – Х.: Майдан, 2016. – 550 с.
3. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
4. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
5. Сільськогосподарські машини / В.Ю. Комаристов, М.М. Петренко, М.М. Косінов.-К.: Урожай, 1996. – 240 с.
6. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
7. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підручник для студентів вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. виробництва» Кн. 2. Машини для рільництва / Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М.; За ред. Черновола М.І. – Київ, Урожай, 2002. – 364 с.
8. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. 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.
10. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.
11. Кочев В.І., Кушнар'єв А.С., Роговий В.Д. та ін. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машини / За ред. В.І.Кочева. – 2-е видання, перероблене і доповнене – К.: Урожай, 1993. – 264 с.
12. Хайліс Г.А., Коновалюк Д.М. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навч. посібник. – К.: НМК ВО, 1992. – 320 с.
13. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – К.: Кондор, 2007. – 334 с.
14. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / Бондаренко М.Г., Демещук В.А. – К.: Вища школа, 1995. – 237 с.
15. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
16. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навч. посібник / За ред. І.І. Мельника. – К.: Кондор, 2009. – 284 с.
17. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.]; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
18. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: підручник / [Войтюк Д. Г. та ін.]; за ред. С. С. Яцуна. – [2-ге вид., перероб. і допов.]. – Суми: Сумський нац. аграр. ун-т, 2011. – 444 с.
19. Машини для збирання зернових та технічних культур : навч. посіб. / за ред. В. І. Кравчука, Ю. Ф. Мельника. – Дослідницьке : УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 296 с.

					МВОП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

20. Система техніко-технологічного забезпечення виробництва продукції рослинництва / за ред. В. В. Адамчука, М. І. Грицишина. – Київ : Аграрна наука, 2012. – 416 с.
21. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / за ред. В. І. Кравчука, М. І. Грицишина, С. М. Коваля. – Київ: Аграрна наука, 2004. – 396 с.
22. 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.
23. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу: підручник / В. Г. Андрійчук. – К. : КНЕУ, 2013. – 779 с.
24. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.
25. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
26. Шелюк Л.Ю. Організація і планування діяльності аграрних формувань: Підручник. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 324 с.
27. Гандзюк М.П., Желібо Є.П., Халімовський М.О. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003.– 408 с.
28. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник. – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини дипломної роботи
за другим рівнем вищої освіти на тему:

Механізація вирощування озимої пшениці з дослідженням та вдосконаленням зернозбирального комбайна

Виконав: ст. гр. АІ-22МЗ (1,4) Радзіховський Олександр Васильович

Керівник роботи: доц. Сергій Лещенко

Кропивницький, 2024 р.

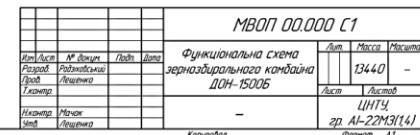
MB07 00.001 T4

Операційно-технологічна карта на збирання озимої пшениці

L – довжина гонів
L_p – робоча довжина загінки
E – ширина поворотної смуги
e – довжина виїзду агрегату,
B_p – ширина захвату агрегату,
dk – кінематична ширина агрегату

[illegible]

Функціональна схема зернозбирального комбайна



MBON 00.050 CB

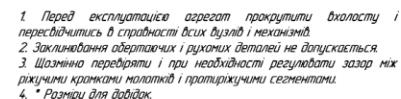
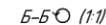
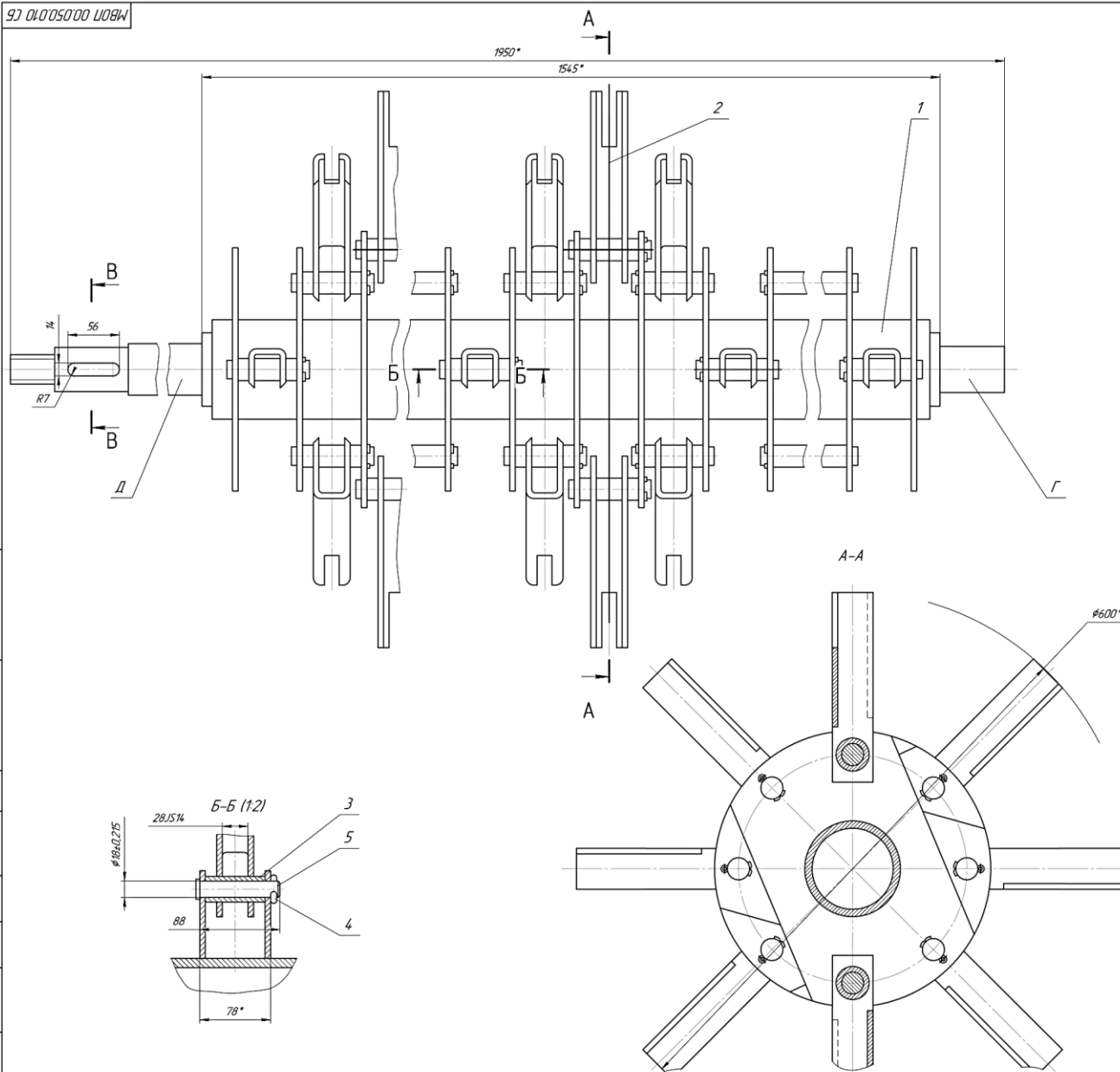


Схема привода вдосконаленого подрізнявача соломи комбайна

[illegible]

Молотковий барабан-подрібнювач незернової частини врожаю



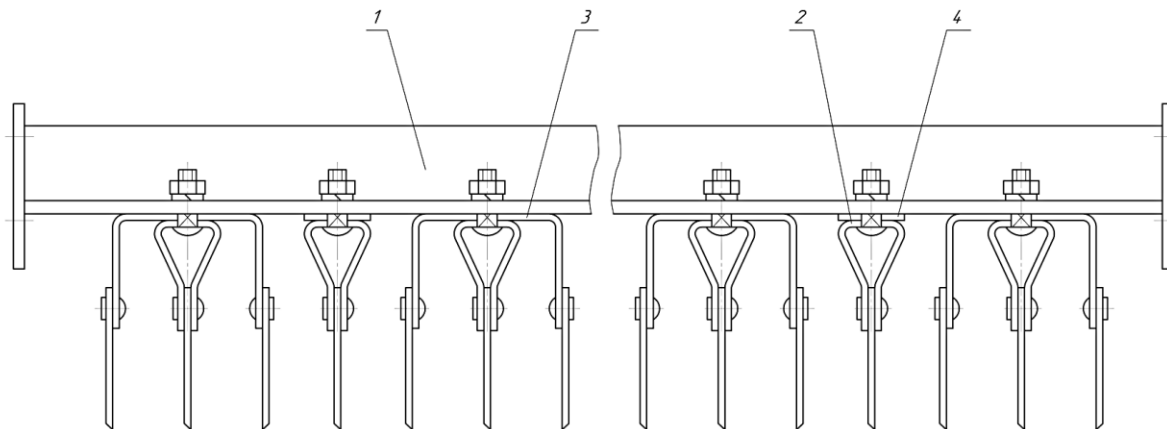
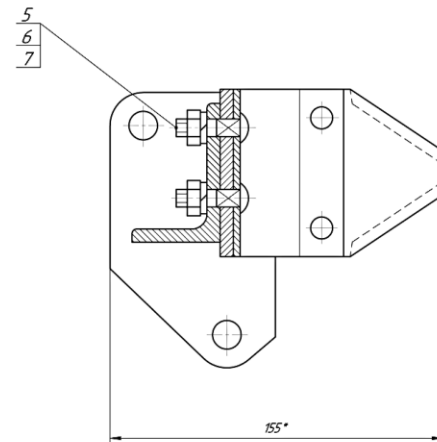
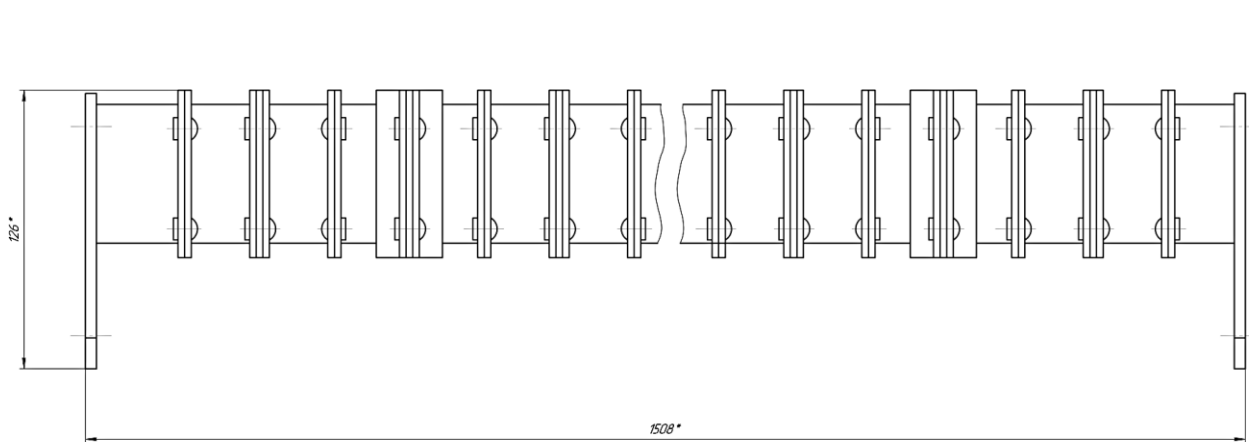
Technical drawing of a shaft cross-section B-B (1/2). The drawing shows a circular shaft with a 45-degree chamfer at the top edge, indicated by the text $\nabla 45^\circ$. A hole is drilled through the shaft, with a diameter of $14D101_{-0.05}^{+0.12}$. The surface finish of the hole is specified as $Ra3.2$. The shaft has a diameter of $\phi 45$. The drawing is labeled B-B (1/2).

1. На складання і в запасні частини кожн поз 2. які встановлюються в діаметрально протилежних точках комплектів дисбалансу папороз. Різниця між ножи в комплекті – не більше 6 г.
2. барабан діаметром дисбалансу. Допустимий дисбаланс – не більше 10 г.м, але не більше 5 г.м в площині В і Г. кожн апар. Балансування проводиться придбаванням пластин в будь-якій зоні Д не порушуючи перевіряючи нахил на осі.
3. На крайніх дисках вала барабана дисбалансувальні пластини не встановлювати.
4. Ножи поз 2 повинні вільно обертається на осiach поз 5.
5. * Розміри для довідок.

					МВОП 00.050.010 СБ		
					Молотковий баранець-подрибнювач незернових частини врожаю		
Акт	Докв	№ докв	Годн	Дату	Акт	Маса	Маса
Розроб	Докв	Розроб	Докв	Дату	85	14	
Господ	Докв	Господ	Докв	Дату	ЦНТУ зр АІ-22М3(14)		
Маса	Докв	Маса	Докв	Дату	Формат А1		
Акт	Докв	Акт	Докв	Дату	Копія		

Брус із протиріжучими ножами

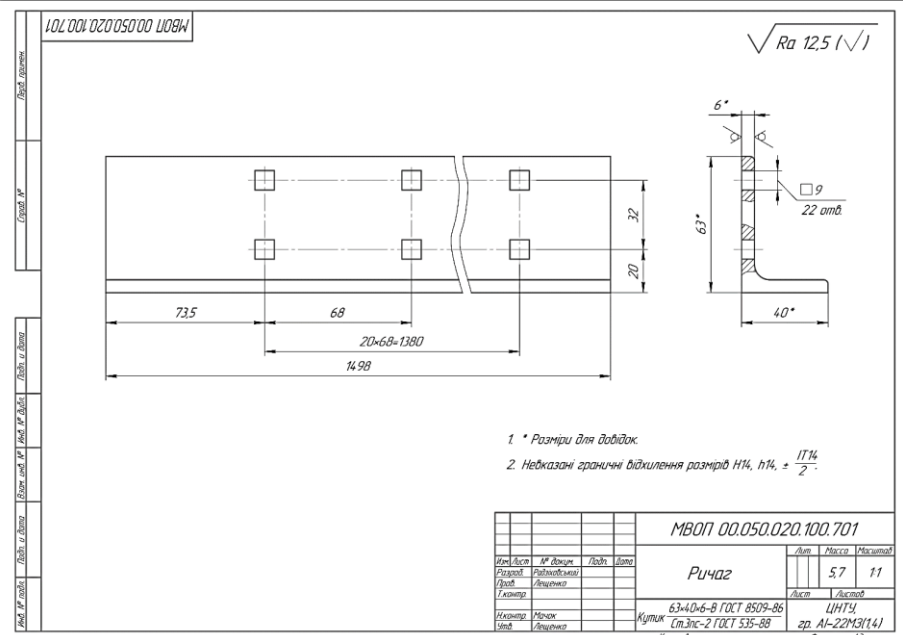
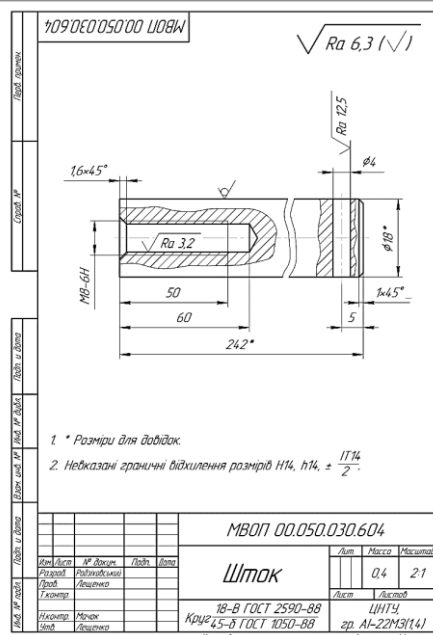
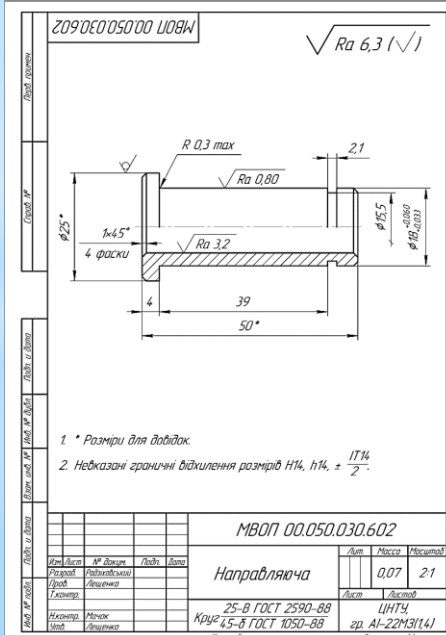
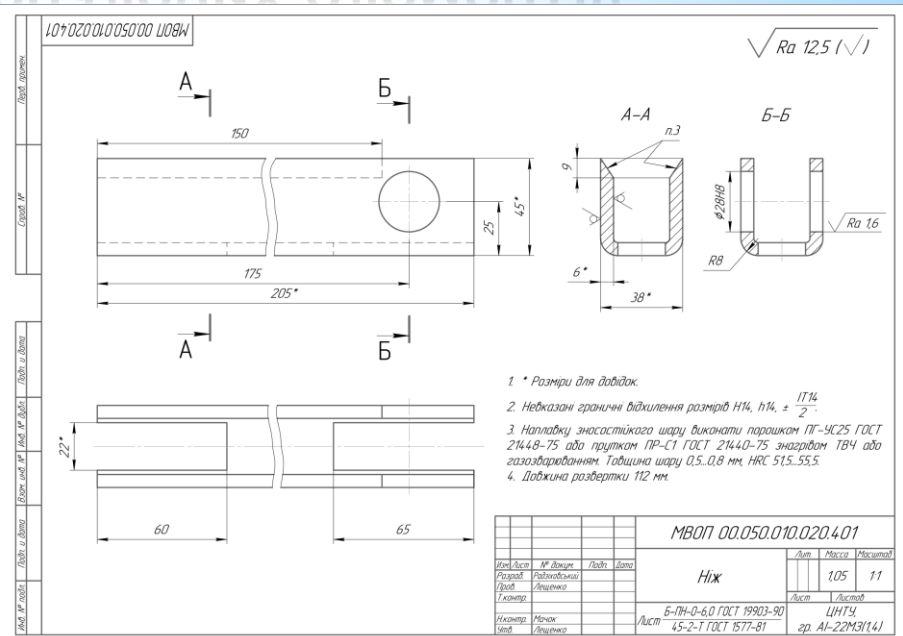
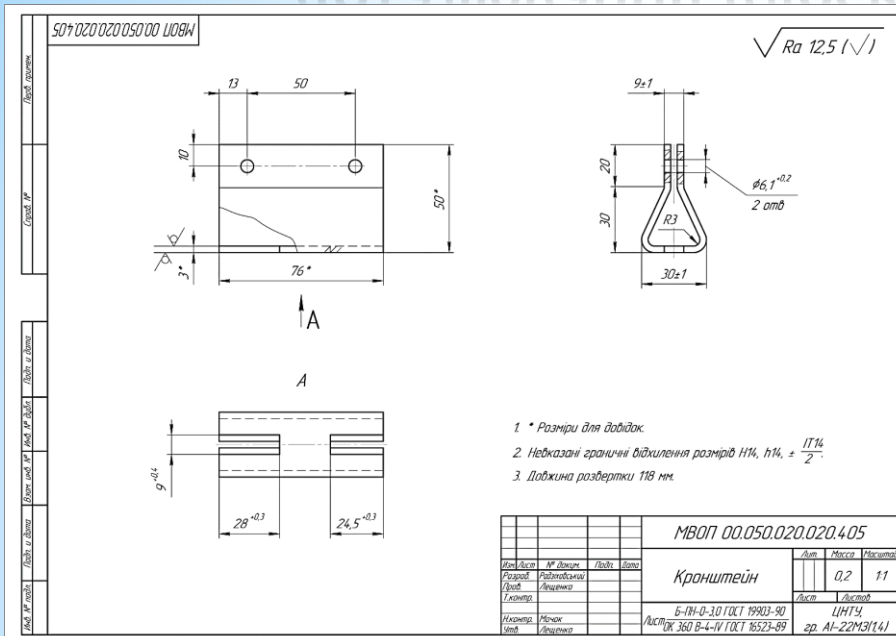
MBOT 00.050.020 CS



1. * Розміри для довідок.

						МВОВ 00.050.020 СБ				
						Бук із протиріччями ножари		Лист	Морськ	Морський
									42	12
								Лист	Листов	
						—		ЦНТУ		
								зр. АІ-22М3(14)		
						Корпусов		Фінанс АІ		

Деталювання вдосконалених елементів



MR07 00001 HY

MR07 00001 HY

MR07 00001 HY

MR07 00001 HY

MR07 00001 HY



MR07 00001 HY

MR07 00001 HY

Дякую за увагу!