

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

КУЗЬМИЧ ВЛАДИСЛАВ СЕРГІЙОВИЧ

УДК 631.5

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Удосконалення технології збирання зернових культур з
модернізацією пристосування домолоту колосового вороху
комбайна Acros-530**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання
ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело
_____ Кузьмич В.С.

Керівник роботи

Міненко С.В.

к.т.н., доцент

АНОТАЦІЯ

Кузьмич Владислав Сергійович. Удосконалення технології збирання зернових культур з модернізацією пристосування домолоту колосового вороху комбайна Acros-530. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

В роботі на основі аналізу існуючих технологій збирання зернових культур, зроблено висновок, що найбільш прийнятним є комбайновий спосіб збирання зернових культур, особливо спосіб роздільного комбайнування, оскільки він має ряд суттєвих переваг.

В кваліфікаційній роботі за результатами огляду технічних засобів збирання зернових злакових культур як базову машину прийнято комбайн Acros-530 з жаткою PowerStream. Обґрунтовано схему модернізації молотильно-сепаруючого пристрою комбайна. Дане рішення дозволить знизити недомолот насіння з 2,5% до нормативних 1,5%.

Розроблено операційно-технологічну карту збирання озимої пшениці на насіння та визначено основні експлуатаційні показники роботи комбайна:

- робоча швидкість 5,6 км/год;
- масова витрата палива 10,2 кг/га;
- продуктивність агрегату 2,4 га/год.
- розроблено заходи щодо безпеки та екологічності запланованих заходів.

Додаткові капіталовкладення в модернізацію комбайна окупляться менш як за один сезон.

Ключові слова: збирання, обмолот, комбайн, жатка, модернізація, сепаруючий пристрій.

ANNOTATION

Kuzmych Vladyslav Serhiyovych. Improvement of grain harvesting technology with modernization of the Acros-530 combine harvester spike heap chisel attachment. – Qualification work on the rights of the manuscript.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2023.

Based on the analysis of existing grain harvesting technologies, it is concluded that the most acceptable method of harvesting grain crops is the combine harvesting method, especially the method of separate harvesting, as it has a number of significant advantages.

In the qualification work, based on the results of the review of technical means of harvesting cereal crops, the Acros-530 combine harvester with the PowerStream header was used as the basic machine. The scheme of modernization of the combine's threshing and separating device is substantiated. This solution will reduce seed underthreshing from 2.5% to the standard 1.5%.

An operational and technological map for harvesting winter wheat for seed was developed and the main operational indicators of the combine were determined:

- operating speed 5.6 km/h
- mass fuel consumption 10.2 kg/ha;
- productivity of the unit 2.4 ha/h.
- safety and environmental measures have been developed for the planned activities.

Additional investments in the modernization of the combine will pay off in less than one season.

Keywords: harvesting, threshing, combine harvester, reaper, modernization, separating device.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР.....	7
РОЗДІЛ 2. МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РОБОТИ КОМБАЙНА ACROS-530.....	17
РОЗДІЛ 2. РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА НАСІННЯ.....	26
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	45

ВСТУП

Актуальність дослідження. Зернові колосові культури для підприємств агропромислового комплексу входять до числа основних сільськогосподарських культур.

Якість насінневого матеріалу багато в чому залежить від збиральних машин: їх технічного стану та рівня.

За даними різних джерел, сучасні зернозбиральні комбайни прибирають зернові культури з дробленням зерна до 6 % та мікроушкодженнями в межах 36...60 %. Відповідно до агротехнічних вимог дроблення зерна не повинно перевищувати 2 %. Для насінневого зерна, на відміну продовольчого зерна, рівень дроблення зерна грає дуже велику роль. Від цього параметра багато в чому залежать посівні та продуктивні якості насіння. Таким чином, проблема зниження механічних пошкоджень зерна при збиранні є актуальною. Крім того, рівень недомолота насіння зернових колосових культур за агротехнічними вимогами становить 2,5 %, а на практиці він може бути вдвічі-втричі більшим.

Мета роботи – модернізація молотильно-сепаруючого пристрою зернозбирального комбайна Acros-530 для збирання зернових колосових культур на насіння.

Для реалізації поставленої мети у роботі необхідно вирішити такі **завдання**:

- Обґрунтувати схему модернізації молотильно-сепаруючого пристрою комбайна;
- Розробити операційно-технологічну карту.

Об'єкт дослідження: технологічний процес збирання зернових культур комбайновим способом.

Предмет дослідження: залежність якості обмолоту і сепарування зернових культур від конструктивних особливостей молотильно-сепаруючого пристрою комбайна.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Міненко С. В., Кузьмич В.С. Модернізація та технологічний процес роботи комбайна ACROS-530. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 69-72.

2. Міненко С.В., Кузьмич В.С. Аналіз технологій збирання зернових колосових культур. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для підприємств АПК представляє розроблена конструкція молотильно-сепаруючого пристрою комбайна.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 18 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 47 сторінок комп'ютерного тексту, містить 32 рисунки та 2 таблиці.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР

В даний час накопичено великий досвід збирання зернових культур за різними технологіями. Той чи інший спосіб вибирають виходячи з погодно-кліматичних умов, виду культури, та стану хлібостою, а насамперед, виходячи з наявного парку машин.

Технологічні схеми збирання врожаю зернових культур передбачають велику різноманітність технічних засобів, технологічних операцій та прийомів збирання. Залежно від способу скошування стебел та їх обмолоту розрізняють: пряме та роздільне комбайнування, за трифазною технологією (безвідходною), а залежно від способу збирання не зернової частини врожаю – копнувальне, потокове та підбір з валків.

1.1 Комбайнові способи збирання

Для прямого комбайнування використовують комбайн, обладнаний хедером. У процесі роботи агрегат скошує хлібостій, обмолочує та виділяє зерно. При цьому воно надходить до бункеру комбайна, а не зернова частина виводиться з молотилки. Це найуніверсальніший спосіб збирання зернових, ряду зернобобових культур та насінників трав.

Пряме комбайнування розпочинають у фазі повної зрілості зерна. Виняток становить прибирання при прокосах та обкосах полів. Розрізняють суцільне та вибіркоче комбайнування, при цьому вибирають насамперед ділянки ранніх посівів, а так само розташовані на пагорбах, тобто рано-дозріваючі поля.

У міру дозрівання зернових переходять на суцільне комбайнування, насамперед низькорослих (заввишки менше 0,5 м), зріджених (до поверхневої щільності 300 шт/м) та неполегких хлібів, а також у тому випадку, якщо скошування хлібостою у валки неприпустимо (наприклад при дощовій, сирій погоді).

Основні умови для прямого комбайнування - культури, що забираються, повинні бути сухими, рівномірно дозрілими, неполеглими, а так само мало засміченими.

При роздільному комбайнуванні прибирають хліба в кінці фази воскової стиглості при вологості зерна не більше 35%, скошують рядковими жниварками у валки, потім підбирають валки зернозбиральними комбайнами, обладнаними підбирачами. Нині до 55...60% площ прибирають у такий спосіб.

Окремим способом прибирають засмічені, нерівномірно дозрілі ділянки, а також хліба, що легко запиляються, наприклад озимий ячмінь. Тільки роздільним способом прибирають поля, схильні до небезпеки поїдання комахами. Не рекомендується застосування роздільного збирання при врожайності пшениці менше 10 ц/га, ячменю - 15 ц/га, а також при густоті стебел менше 250 рослин на 1 м і висоті стебел 55...60 см. Окремим способом доцільно прибирати засмічені хліба стебел більше 60 см, навіть при густоті культурних рослин менше 250 шт/м, оскільки стерня бур'янів допомагає підтримувати валок.

При роздільному збиранні високоврожайних хлібів залишають стерню заввишки 15...20 см, щоб валки, що лежали на ній, не прогиналися, не торкалися землі і добре провітрювалися.

Підбирають валки з боку колосу, укладають їх упоперек напрямки рядків, щоб уникнути провалювання маси на землю через рядки стерні.

При достатній кількості збиральної техніки роздільний спосіб збирання дозволяє різко скоротити тривалість збирання та забезпечити її високу якість на полях із будь-яким агробіологічним станом хлібів.

1.2. Поточно-індустріальні методи збирання

Нові потоково-індустріальні способи збирання передбачають значне скорочення кількості польових операцій та спрощення машин із перенесенням виконання складних прочісів обробки хлібної маси на стаціонарні або напівстаціонарні пункти. В даний час економічно обґрунтовано та підкріплено

конструктивними розробками кілька варіантів агропромислових технологій збирання зернових для різних умов.

Трифазний спосіб збирання зернових служить основою інших варіантів індустріально-потоккових технологій збирання всього біологічного врожаю і включає наступні операції: скошування маси у валки, підбір валків підбирачем-подрібнювачем (ущільнювачем), збір подрібненої (ущільненої) маси в транспортні ємності, для обробки та отримання кондиційного зерна. Солому і статі переробляють залежно від потреб господарства у різних видах кормів чи закладення зберігання.

Привезену хлібну масу відразу обробляють на сепараторі або спочатку отруюють на сушіння зниження вологості до 20...25%. Підсушування дозволяє прибирати хліб практично незалежно від погодних умов, що знижує втрати зерна, збільшує його валовий збір. З поля вивозять всю скошену масу та звільняють його для подальших робіт.

Збирання зернових у Нечорноземній зоні з підсушуванням маси на стаціонарі перед обмолотом. Урожай зернових з поля прибирають силосними або кормозбиральними комбайнами типу КСС-2,6 або КСК-100 і привозять на стаціонарний пункт автомобілями зі збільшеним об'ємом кузова або транспортним засобом на базі ППТ-100 в агрегаті з трактором класу 3. При несприятливих умовах масу обробляють розташованими комбайнами. Доставлену на стаціонарний пункт подрібнену хлібну масу підсушують до необхідного стану.

Індустріальна безвідходна технологія збирання зернових. Урожай з поля видаляють польовим подрібнювачем і перевозять у візках типу ПТС в агрегаті з трактором класу 1,4, дозуючи масу за допомогою серійного живильника дозатора. Потім підсушують її на двох сушильно-сепаруючих лініях повітрям та обмолочують двома комбайнами.

Полову направляють у половосховище, а соломку в скирдоформував.

Збирання зернових за схемою "Невейка". Відділення зерна від незернової частини, подачу його в зерноочисний комплекс типу ЗАВ-40, а статуру на лінію брикетування або гранулювання; підбір валків соломи та доставку її до місць зберігання та скиртування.

На відміну від "Невейки" за технологією, розробленою НДІМЕСГ, солону подрібнюють і розкидають по полю. Купу, зібраний польовою машиною, переробляють на стаціонарній універсальній лінії. Обробляють купу за новим методом сепарації - при низькошвидкісних повітряних потоках. В результаті підвищується якість сепарації як зернових культур, так і дрібнонасінних трав. Купи важкообмолочувальних культур проходить через спеціальне тертувальний-домолочиваючий пристрій.

Збирання зернових з обробкою маси на краю поля. Технологія передбачає такі операції: скошування або підбір валків зернових жнивваркою-стогоутворювачем з одночасним завантаженням хлібної маси в ємність; трактором перевозять ємності із зібраним урожаєм край поля і укладають їх у ряд завершених стогів; обмолот маси мобільною молотаркою високої продуктивності; перевезення зерна здійснюють автотранспортними засобами підвищеної вантажопідйомності; скиртування соломи [6,7].

Узагальнений досвід застосування індустріально-потокових ліній у господарствах показав, що за рахунок застосування легших польових машин для збирання всієї маси врожаю з поля підвищується водопроникність ґрунтів та покращується їх родючість, знижуються втрати зерна в полі в 1,5.. 2,0 рази . Краще вирішуються проблеми отримання грубих кормів, а також завдання транспортного забезпечення. Спрощується вирішення кадрового питання.

Разом з тим ефективність цих способів збирання знижується зі збільшенням радіусу перевезення врожаю з поля та залежно від узгодження роботи польових машин, транспорту, стаціонарного обладнання тощо.

Аналіз багаторічних даних показує, що застосування цих технологій виправдане переважно там, де комбайни працюють незадовільно.

1.3. Збирання незернової частини врожаю

При прямому або роздільному комбайнуванні використовують різні способи збирання незернової частини врожаю - соломи та статі.

Спосіб збирання незернової частини врожаю визначає комплектацію комбайна, організацію збиральних робіт та основні техніко-економічні показники збирального процесу.

Копенная технологія заснована на використанні зернозбирального комбайна з копнювачем та різних соломозбиральних засобів [7,8]. Технологія включає дві основні схеми прибирання. За першою схемою солому разом із статевою збирають у копнювач комбайна, вивантажують копи на полі, збирають їх штовхаючою волокушою ВНК-11 у стог, або стягують тросово-рамковою волокушою ВТУ-10 в агрегаті з двома тракторами класу 3 до місця скиртування. -0,8 в агрегаті із трактором класу 1,4. Цю схему застосовують для збирання сухих і не змішаних копін на сухих ґрунтах з рівним рельєфом при дальності перевезень не більше 3 км.

У зонах з підвищеною вологістю з малими розмірами полів, де неможливо використовувати волокуші для збирання соломи, використовують навісні копновози КНУ-11 та КУН-10, які відвозять копи на край поля та укладають їх біля основи скирт. Далі скиртують навантажувачем ПФ-0,8.

Основною перевагою комплексу машин з використанням тросово-рамкової волокуші ВТУ-10 є те, що він дозволяє в напружений період прибирання швидко і з невеликими витратами праці та засобів прибрати солому з поля. Проте вказаний комплекс машин має і суттєві недоліки. Застосування копнителя знижує змінну продуктивність комбайна на 10... 12% і підвищуються втрати зерна на 10...40% при заповненні копнювача на 75... 100%.

Незадовільна форма та невелика маса копін (150...200 кг), а також їхня розкиданість по полю не відповідає вимогам поточної технології збирання. При стягуванні втрати соломи досягають 35% і більше, при цьому значна частина статі (75% і більше) губиться в полі. Крім того, солома при стягуванні

забруднюється землею на 25...30%, що не дозволяє її ефективно використовувати на корм худобі. При копнуванні вологої соломи не забезпечується її сушіння, а скиртування вологої соломи призводить до її псування. Для виконання копінної технології господарству потрібно мати великий набір машин.

Комплекс машин із застосуванням копновозів, володіючи рядом недоліків, властивих копнувальній технології, дозволяє разом з тим більш якісно прибирати соломі і статі, забезпечувати більш високу придатність її до згодовування худобі.

Щоб забезпечити потокову технологію збирання незернової частини урожаю на комбайнах встановлюють навісні пристрої ПУН-5 для комбайна "Нива" та ПКН-1500 для комбайна Дон-1500Б [9]. При збиранні незернової частини врожаю цей пристрій використовується для наступних технологічних схем:

- збір подрібненої соломи та підлоги в візки з подальшим транспортуванням маси до місця складування;
- збір соломи та підлоги в причеплений до комбайна візок, що використовується як копнювач великої ємності;
- збір підлоги в візки, укладання соломи у валок;
- збір підлоги в змінні візки та рівномірне розкидання соломи по поверхні поля на ширину захвату жнивarki;
- соломі укладають у валок, поверх якого лягає підлога;
- подрібнену соломі разом із статевою розкидають на ширину 9-10м.

Порівняно з копнувальною технологією, потокова технологія дозволяє зменшити втрати (до 12...18%) і гарну якість одночасно збирати врожай зерна, соломи та підлоги, звільняє поля для подальших робіт. Вивіз із пів насіння бур'янів підвищує загальну культуру землеробства. Подрібнена соломі має підвищену сипкість і має велику щільність (у 2...3 рази), що полегшує транспортування.

Недоліками є зниження змінної продуктивності комбайна із пристроями на 20...25%.

Для організації безперебійної роботи агрегатів необхідна велика кількість тракторів класу 1,4 та два-три візки на один комбайн. Валкова технологія заснована на застосуванні зернозбиральних комбайнів з валкоутворювачами та різних соломозбиральних машин для підбору валків. Для виконання валкової технології використовують чотири комплекси машин за наступної організації робіт [3,7]:

1. Солому з валків, залишених після проходу комбайна пресують у прямокутні тюки преспідбирачем ПС-1,6, потім їх підбирають підбирачем тюків ГУТ-2,5 і встановлюють на полі в штабелі, які відвозять до місця зберігання штабелевоз ТШН-2,5.

2. Валки підбирають рулонним пресом ПРТ-1,6. Рулони залишають у полі, а потім їх вантажать навантажувачем-стогометачем ПФ-0,8 і перевозять до місця зберігання.

3. Валки соломи підбирають підбирачем стогоутворювачем СПТ-60 і утворюють стоги, які вивантажують на поле, а потім підбирають ввозять край поля стоговозом СП-60, де довершують їх стогометателем ПФ-0,8.

4. Солому підбирають підбирачем-ущільнювачем ПВ-6,0 в агрегаті з візком 2ПТС-4М у великі копиці, які скиртують скирдувальним агрегатом УСА-10 і двома навантажувачами стогометачем ПФ-0,8.

Перевагою валкової технології є підвищена маневреність збирального агрегату внаслідок використання спрощеної конструкції комбайна. Це дозволяє підвищити його ефективність на 15.. .20%, а так само розділити по часу операції зі збирання зерна та соломи. Крім того, при валковій технології можлива ефективніша організація групового використання зернозбиральних комбайнів з великовантажними автомобілями та організація вивантаження зерна з бункера комбайна на ходу агрегату.

У той самий час валкова технологія має низку істотних недоліків. При підборі валків соломи майже повністю втрачається полова, а насіння бур'янів разом з нею розсіюється по полю.

Невисока продуктивність машин для підбору соломи викликає підвищену потребу колісних тракторів класу 1,4. Застосування технології обмежене в зонах, схильних до вітрової ерозії на площах з низькою врожайністю незернової частини і в зонах з сильною зволоженістю соломи.

Висновки по розділу

Аналізуючи існуючі технології збирання зернових культур, приходимо до висновку, що найбільш прийнятним є комбайновий спосіб збирання зернових культур, особливо спосіб роздільного комбайнування, оскільки він має такі переваги:

При скошуванні хлібів у валки у фазі воскової стиглості зерно міцно тримається в колосі і менше обсіпається, ніж при збиранні у фазі повної стиглості, хлібна маса, що просохла у валках, краще обмолочується, ніж вологіша при прямому комбайнуванні. Отже, роздільний спосіб дозволяє скоротити втрати зерна та збільшити пропускну спроможність комбайнів.

При роздільному збиранні скошування хлібів жниварками залежно від зональних умов та погоди починається на 4-5 днів раніше, ніж пряме комбайнування, а підбір та обмолот валків проводиться на 2-5-й день після скошування, що дає можливість прискорити закінчення збирання.

Збільшення продуктивності машин на збиранні хлібів роздільним способом, порівняно з прямим комбайнуванням, дозволяє значно скоротити загальну тривалість збиральних робіт зі збільшенням періоду сприятливого для збирання.

При роздільному збиранні обмолочене зерно виходить з комбайна, як правило, сухішим і чистішим, ніж після прямого комбайнування, завдяки чому на післязбиральну обробку витрачається менше праці та коштів.

При роздільному збиранні солома і підлога виходять із комбайна досить сухими і можуть негайно скидатися. Поле звільняється від соломи та статі раніше, ніж за прямого комбайнування, і можуть своєчасно виконуватись наступні роботи, пов'язані з підготовкою поля під урожай наступного року.

Незважаючи на ці переваги, роздільне прибирання не повинно витіснити пряме комбайнування.

На прямому збиранні комбайн може добре і високопродуктивно працювати в тому випадку, якщо хліб повністю зрілий, сухий і незасмічений. Збирати хліб прямим комбайнуванням після настання повної зрілості потрібно в найкоротші терміни; в іншому випадку можливі втрати, які зростають з кожним днем прибирання.

Якщо хліб дозріває швидко і одночасно, то його найвигідніше прибирати прямим комбайнуванням.

Аналізуючи існуючі технології збирання зернових культур, приходимо до висновку, найбільш прийнятним є роздільний спосіб.

При оцінці якості насіння встановлено, що дроблення їх при збиранні становить від 2 до 20%, таке велике дроблення неприпустимо при збиранні зернових культур для отримання насіннєвого матеріалу.

Підвищене дроблення насіння у серійного комбайна пояснюється тим, що з колосового шнека разом із необмолоченими колоссями подається на повторний обмолот та частину насіння.

При пророщуванні насіння, взятого з бункерів комбайнів «NewHollandCS 6090», «Acros-530» та з бункеру стаціонару, встановлено, що насіння з бункерів комбайнів дає 15...25 % слаборозвинених проростків (наслідок мікроушкоджень насіння), тоді як у насіння, взятого на стаціонарі після блоку сепарації цей показник становив 5...7 %. При роздільному збиранні та обмолоті комбайном «Acros-530» було отримано насіння другого класу, а при обмолоті на стаціонарі першого.

Як варіант вирішення цієї проблеми пропонується використання різних домолочуваних пристроїв для виділення більшої частини насіння при комбайнуванні.

РОЗДІЛ 2

МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС РОБОТИ КОМБАЙНА ACROS-530

Для домолоту колосків служать основне МСУ і автономний колосодомолочувальний пристрій (АКДУ). Ворох, домолочуваний основним МСУ, подається до молотильному барабану колосовим шнеком, елеватором і розподільним шнеком. Можлива подача в зони між барабаном і приймальним або відбійним бітером, а також в площині вертикального діаметра барабана. В аксіально-роторних пристроях купа надходить у західну або молотильно-сепаруючу зони.

У процесі домолота колосків основним МСУ не потрібен спеціальний домолочувальний пристрій. Ворох, рівномірно розподіляється по ширині молотилки. При цьому не знижуються надійність робочого процесу та простої комбайна через забивання МСУ. Однак у такої системи домолота існує низка недоліків:

- барабан або ротор неінтенсивно домолочує колосся (вимолот зерна близько (50...60%) через змішування їх з масою основного соломистого вороху;
- частина зерна, що надходить у домолочуваний пристрій, відкидається на соломотряс повітрям потоком від барабана і бітера і потрапляє у верхні шари соломи, через що зростають втрати вільного зерна в соломі;
- багато (до 25%) вільного зерна, що повторно викидається на барабан, дробиться.

Вимолот зерна автономним КДУ вище, ніж в основних МСУ. АКДУ не впливають на втрати зерна в соломі, і їх легко переобладнати для збирання різних культур. Однак повторна та одностороння подачі вороху на очищення призводять до її перевантаження та додаткових втрат зерна.

Розробляють пристрої, які не лише домолочують колосся, а й виділяють (сепарують) зерно із колосового вороху. Зерно і дрібні домішки подаються на решета, а соломиста маса вороху виводиться шнеком КДУ з молотилки.

Слід зазначити, що решета і подовжувач уловлюють лише частину (40...70%) недомолочених колосків. Решта маси сходить разом з м'якіною. За підвищеної подачі на решета характерна велика (до 0,5%) частка втрати зерна. З метою усунення цього недоліку в роботі комбайнів необхідно, щоб зерно виділялося в межах пальцевої решітки і весь соломистий оберемок прямував на домолот у КДУ.

АКДУ встановлюють над транспортною дошкою або верхнім решетом, і воно включає ротор, що обертається з білами або лопатями і нерухомі деки. Подане шнеками і елеватором, захоплюється ротором і протягується в простір між білами і декою. Колосся домолочується від удару бил (лопатеї) і перетирання під час руху декою.

Для збирання різних культур ротор та деку видозмінюють: укорочують лопаті при обмолоті круп'яних культур; ставлять терочні колодки замість деки АКДУ для кращого витирання насіння трав та люпину; замінюють зубчасту деку гладким щитом з метою зниження дроблення зерна, що легко травмується. У більшості комбайнів АКДУ мають у своєму розпорядженні збоку молотилки. Його ширина до 5 разів менша, ніж ширина молотилки.

Вимолот зерна автономним АКДУ вище, ніж в основних МСУ.

АКДУ не впливають на втрати зерна в соломі, і їх легко переобладнати для збирання різних культур. Однак повторна та одностороння подачі вороху на очищення призводять до її перевантаження та додаткових втрат зерна в м'якіні.

Розробляють пристрої, які не лише домолочують колосся, а й виділяють (сепарують) зерно із колосового вороху. Зерно та дрібні домішки подаються на решета, а соломиста маса вороху виводиться шнеком АКДУ з молотилки.

Слід зазначити, що решета і подовжувач вловлюють лише частину (40...70%) недомолочених колосків. Решта маси сходить. За підвищеної подачі

на решета характерна велика (до 0,5%) частка втрати зерна. З метою усунення цього недоліку в роботі комбайнів необхідно, щоб зерно виділялося в межах пальцевої решітки і весь соломистий оберемок прямував на домолот в АКДУ.

Патентний пошук за пристроями для доопрацювання колосового купу проводився на різних сайтах.

Молотилка включає молотильний барабан з декою та відбійний бітер з решіткою, що сепарує. За відбійним бітером розташований соломотряс. Під декою молотильного барабана розміщено встановлений на підвісках стресовий стан. За переднім решетом стресового стану розташовано домолочувальне пристрій, що складається з верхнього і нижнього вальців. Довжина вальців дорівнює ширині молотильно-сепаруючого пристрою. Нижній валець домолочувального пристрою розміщено над основним дифуззором вентилятора. Додатковий дифуззор вентилятора спрямовує повітря на решето стресу. Молотарка забезпечує домолот колосків та відділення зерна до надходження вороху на основне очищення, що дозволяє збільшити пропускну здатність молотарки та знизити втрати зерна.

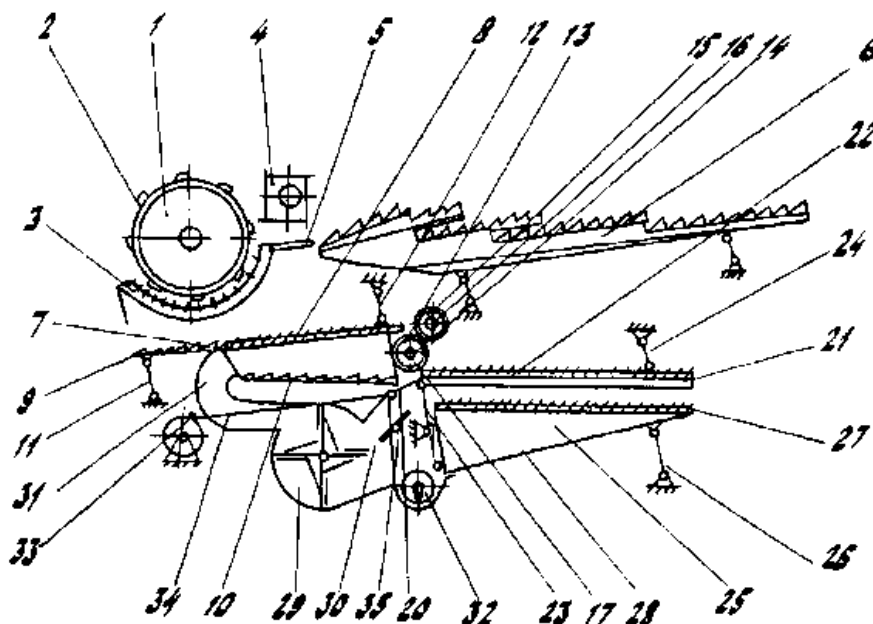


Рис. 2.1. Схема влаштування доопрацювання колосового вороху в зернозбиральному комбайні

Сепаратор вороха, що включає корпус з боковинами з розміщеними всередині нього металевим пристроєм, пневмоінерційною камерою, повітровою системою, шлюзовим затвором, вітрорешітним очищенням з транспортною дошкою, що коливаються в горизонтальній площині, верхнім і нижнім решітками, що підрешітним вентилятором, сепаратора аксіально-роторним домолочиваючим пристроєм, що містить корпус з вхідним і вихідним отворами, розміщену на ньому приймальну камеру, бильний барабан, причому, довжина корпусу домолочувача дорівнює ширині корпусу сепаратора, а вхідний отвір корпусу домолочувача виконано нижче горизонтальної осі/ 3 його довжини від вхідного отвору, жорстко закріпленим на нижньому решітці і розташованим до нього похило напрямником вороху, виконаним у вигляді лотка, закріпленої на зовнішній стороні боковини корпусу сепаратора і з'єднаної з повітровою системою повітряною колонкою, що містить приймач, розміщений в нижній частині колонки, корпусом домолочувача і з роздільним решетом, і регулювальний клапан, розміщений у місці з'єднання колонки з воздуховодом.

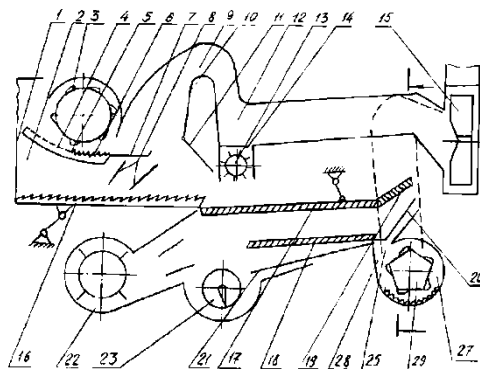


Рис. 2.2. Схема влаштування доопрацювання колосового вороху в зернозбиральному комбайні: 1 – корпус, 2 – боковини, 3 – бильний барабан, 4 – двосекційне підбарабання, з сітчастими 5 і 6 поверхнями, 7 – розділові ґрати, 8 – напрямники повітряного потоку, 9 – пневмоінерційна камера, 10 – обмежена задня стінка, 11 – фартух; лотковий напрямник вороху, 21 – скатна дошка, 22 – підрешітний вентилятор, 23 – зерновий шнек, 24 – корпус аксіально-роторного

домолочуючого пристрою, 25 – вхідний і 26 – вихідні отвори, 27 – горизонтальна вісь корпусу аксіально-роторного вихідний отвір, 28 – приймальна камера, 29 – закритий п'ятигранний бильний барабан.

Схеми пристроїв доопрацювання колосового вороху, які встановлюються на такі комбайни як Нива, Acros-530, Єнісей-1200, представлені на аркушах.

На підставі проведеного аналізу пристроїв для доопрацювання колосового вороху ми пропонуємо власну конструкцію глуху ступінчасту деку, що містить, і барабан робоча поверхня якого утворена бичами, впритул встановленими один до одного. В результаті маса, що обмолочується, відчуває в основному не ударний вплив, а перетирає, що істотно знижує дроблення зерна.

2.2 Конструктивні розрахунки

Всі інженерні розрахунки проведені нами в комплексі програм КОМПАС 3D V19 - системі автоматизованого розрахунку та проектування в машинобудуванні та будівництві, російська розробка, адресована інженерам та конструкторам, зайнятим конструюванням нового та модернізацією існуючого механічного обладнання.

Основне завдання, яке вирішується системою КОМПАС-3D V19 - моделювання виробів з метою суттєвого скорочення періоду проектування та якнайшвидшого їх запуску у виробництво. Ці цілі досягаються завдяки можливостям:

- швидкого отримання конструкторської та технологічної документації, необхідної для випуску виробів (складальних креслень, специфікацій, деталювань і т.д.),
- передачі геометрії виробів у розрахункові пакети,
- передачі геометрії в пакети розробки програм для обладнання з ЧПУ,
- Створення додаткових зображень виробів (наприклад, для складання каталогів, створення ілюстрацій до технічної документації тощо).

Основні компоненти КОМПАС-3D V19 – власне система тривимірного твердотільного моделювання, креслярсько-графічний редактор та модуль проектування специфікацій.

Система тривимірного твердотільного моделювання призначена для створення тривимірних асоціативних моделей окремих деталей та складальних одиниць, що містять як оригінальні, так і стандартизовані конструктивні елементи.

Параметрична технологія дозволяє швидко отримувати моделі типових виробів на основі спроектованого прототипу. Численні сервісні функції полегшують вирішення допоміжних завдань проектування та обслуговування виробництва.

Крісла-графічний редактор (КОМПАС-Графік) призначений для автоматизації проектно-конструкторських робіт у різних галузях діяльності. Він може успішно використовуватися в машинобудуванні, архітектурі, будівництві, складанні планів та схем - скрізь, де необхідно розробляти та випускати креслярську та текстову документацію.

Спільно з будь-яким компонентом Компас-3D V19 може використовуватися модуль проектування специфікацій, що дозволяє випускати різноманітні специфікації, відомості та інші табличні документи.

Документ-специфікація може бути асоціативно пов'язаний із складальним кресленням (одним або декількома його листами) та тривимірною моделлю складання.

При розробці функцій та інтерфейсу КОМПАС-3D V12 враховувалися прийоми роботи, притаманні машинобудівному проектуванню.

2.3 Розрахунок валу

Навантаження прикладені з урахуванням роботи валу зі стандартними бичами. Розрахункова схема валу наведена на рисунку 2.3, а результати розрахунків на рис. 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10 і 2.11.

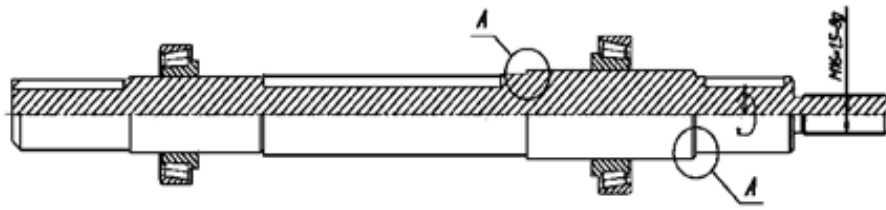


Рис.2.3. Розрахункова схема валу

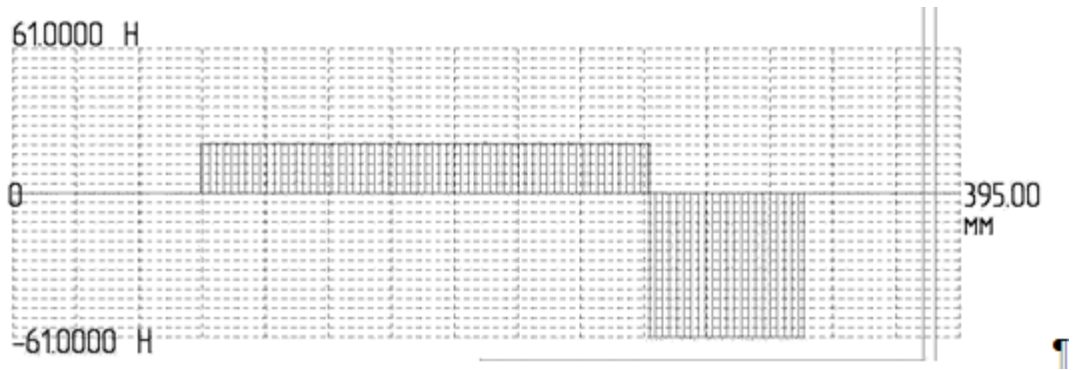


Рис. 2.4. Графік радіальних сил у вертикальній площині



Рис. 2.5. Графік крутних моментів



Рис. 2.6. Графік еквівалентної напруги

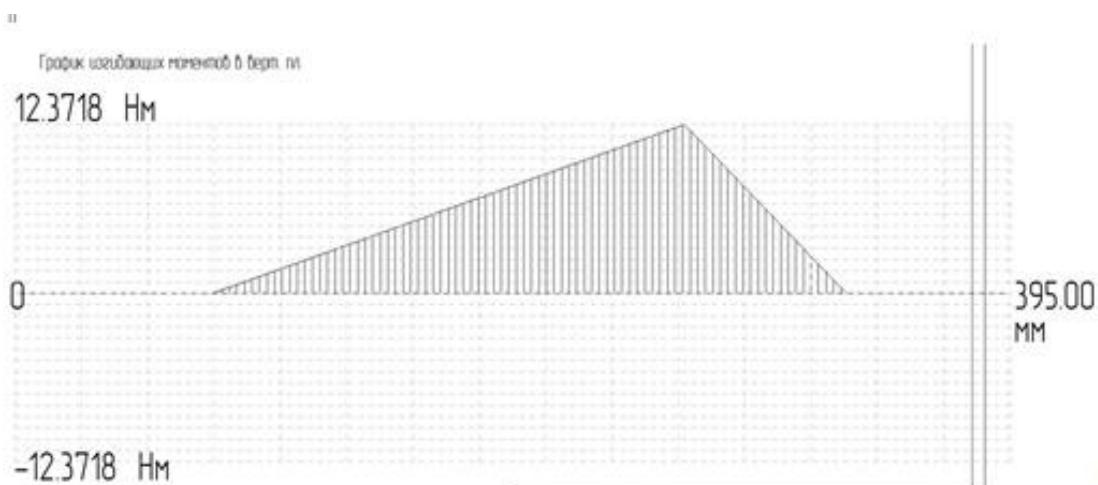


Рис. 2.7. График згинальних моментів у вертикальній площині



Рис. 2.8. График дотичних напруг



Рис. 2.9 – График коефіцієнта запасу міцності валу



Рис. 2.10. График прогину валу у вертикальній площині



Рис. 2.11. Графік відносних кутів закручування перерізу валу

Висновки по розділу

За результатами огляду технічних засобів збирання зернових злакових культур як базову машину прийнято комбайн Acros-530 з жаткою PowerStream.

Обґрунтовано схему модернізації молотильно-сепаруючого пристрою комбайна.

Це рішення дозволить знизити недомолот насіння з 2,5% до нормативних 1,5%.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ НА НАСІННЯ

3.1 Характеристика умов роботи

Характеристика умов роботи збирального агрегату представлена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристика умов роботи збирального агрегату на збиранні пшениці озимої на насіння

Показник	Значення показника
Сільськогосподарська робота	Збирання озимої пшениці на насіння
Марка комбайна	Acros-530
Марка жатки	Power Stream
Довжина гону $L_{уч}$, м	1800
Ширина ділянки $S_{уч}$, м	8500
Урожайність, т/га	5,5

3.2 Агротехнічні вимоги

Рівномірно дозрілі, а також зріджені посіви з густотою стеблостою менше трьохсот рослин на 1 м^2 , низькорослі з підсівом трав і затяжних дощів прибирають прямим комбайнуванням. При знаходженні зерна на початку повної стиглості, коли вологість зерна вбирається у 25% - починають збирання.

Встановлюють висоту зрізу залежно від густоти та висоти стеблостою. Якщо в господарстві солому використовують для потреб тваринництва, то висота стерні при прямому комбайнуванні повинна бути до 10 см при висоті стеблостою до 70 см, до 15 см - при висоті стеблостою до 90 см, до 18 см - при висоті стеблостою понад 90 см.

У полеглих трав висота зрізу має бути 8-12 см. Огріхи при косовиці не допускаються.

При прямому комбайнуванні копи соломи вивантажувати на загін рівними рядами, паралельними короткій стороні загону, не допускаючи втрат соломи по полю.

Допустимі сумарні втрати насіння при прямому комбайнуванні – до 2,9 %, дроблення насіння – до 2 %, недомолот насіння – 1,5 %, засміченість бункерного зерна – до 3 % [10].

3.3 Вибір складу та режиму роботи комбайна, підготовка його до роботи

Максимальна швидкість, обмежена пропускною спроможністю комбайна визначається за формулою

$$V_{p \max} \leq \frac{36q}{B\beta H}, \quad (3.1)$$

де $V_{p \max}$ – максимальна швидкість руху комбайна, обмежена пропускною спроможністю, км/год;

q – пропускна спроможність машини, $q = 8,9$ кг/с;

B – конструктивна ширина жатки, $B = 6,0$ м;

H – урожайність, $H = 5,5$ т/га.

β - коефіцієнт використання ширини захвату, $\beta = 0,94$.

$$V_{p \max} \leq \frac{36 \cdot 8,9}{6,0 \cdot 0,94 \cdot 5,5} = 10,3 \text{ км/год.}$$

Виходячи з практичних умов роботи комбайнів у полі приймаємо

$$V_{p \max} = 5,6 \text{ км/год.}$$

Підготовка жнивarki до роботи полягає в наступному.

Збирають різальний апарат та регулюють. Вкладиші пальців повинні бути в одній площині. Допускається рихтування пальців за допомогою труби, одягненої на кінець пальця або ударом молотка. Болти кріплення пальців необхідно затягнути вщерть.

Зазори між сегментами і вкладишами повинні бути в межах: у передній частині – до 0,8 мм, а задньої – 0,3...1,5 мм. Якщо зазор у задній частині сегмента став менше 0,3 мм, то між косинцем пальцевого бруса та пластиною тертя встановлюється регулювальна прокладка.

Зазор між притиском та сегментом не повинен перевищувати 0,5 мм. Зазори регулюються підгинанням шкарпетки притиску.

Збіг середніх ліній сегментів та пальців досягається регулюванням довжини шатуна.

Сферичні з'єднання механізму приводу ножа повинні бути достатньо затягнуті, щоб працював без стуку і не перегрівалися щічки.

При правильному регулюванні ріжучого апарату ніж у пальцевому брусі повинен переміщатися від руки.

Ріжучий апарат має спокійно працювати без стуків. Зміною довжини шатунів регулюють крайні положення кривошипу. Робочі поверхні пальцевих вкладишів повинні бути в одній площині. Кінці сегментів і пальцевих вкладишів у передній частині повинні прилягати один до одного або мати проміжок до 0,8 мм, а в задній частині 0,3...1,0 мм. Зазор регулюють прокладками, між притиском і сегментом проміжок не повинен перевищувати 0,5 мм, його регулюють підгинанням носка притиску.

Основні регулювання молотарки. Налаштування робочих органів молотілки проводиться в залежності від культур, що прибираються, і стану агрофону.

Якщо під час роботи виявлено:

- недомолот в соломі - слід зменшити зазори в молотильному пристрої. Якщо цього недостатньо, збільшити оберти барабанів, не допускаючи підвищеного дроблення зерна;
- дроблене зерно – необхідно зменшити обороти барабанів. Якщо цього недостатньо – збільшити зазори в молотильному пристрої, не допускаючи при цьому підвищеного недомолота;
- подрібнене зерно в бункері і одночасно недомолочені колосся в

- соломі та статі - потрібно перевірити рівномірність зазорів в молотильному апараті по довжині планок підбарабань;
- втрати вільним зерном за соломотрясом під час роботи на сухій масі - слід зменшити ступінь перебивання соломи. Для цього дещо збільшити зазор у молотильному пристрої, не допускаючи при цьому недомолота в соломі.

Регулювання зазорів зміною довжин тяг підвіски проводиться при повністю висунутому штоку гідроциліндра.

Налаштування більного молотильного апарату. У процесі роботи потрібно регулювати зазор між бичами барабана і декою під час переходу зі збирання однієї культури або зміни погодних умов. Необхідний контроль лише незмінності встановлених значень зазорів - 10 мм на вході та 5 мм на виході молотильного апарату. Дані значення зазорів встановлені на заводі та відповідають верхньому положенню важеля управління декою на секторі. У разі порушення проміжків необхідно відновити їх зазначені значення.

Встановлюють зазор між декою та барабаном 16 мм між бичем та першою планкою основної деки, а на виході – 7 мм. Регулюють зазор з обох боків молотарки.

Після роботи молотильного апарату під навантаженням зазори перевіряють, оскільки можуть збільшуватися. У процесі роботи зазори змінюються залежно від культури і вологості маси в межах: на вході – 18...48 мм, на передній планці основної деки – 14...46 мм і на вході 2...42 мм.

Частота обертання барабана повинна бути в межах 830...850 хв⁻¹ і встановлюється з робочого місця комбайнера.

3.4 Підготовка поля

Всі подальші розрахунки за операційною технологією вестимемо відповідно до рекомендацій кафедри експлуатації МТП державного аграрного університету.

Підготовка поля до збирання передбачає:

- поліпшення путівців і під'їзних шляхів;

- вибір напрямку та способу руху збиральних агрегатів;
- підготовку поворотних смуг;
- розбивку полів на загони;
- проведення прокосів між загонами та бічних обкосів;
- виконання протипожежних оранок між загонами.

За 15 днів до початку збирання намічають під'їзди до поля, грейдером вирівнюються всі путівці до комбайнів. Не пізніше, ніж за 10 днів до початку збирання оглядають поля та оцінюють умови збирання. Великі перешкоди, які неможливо усунути, обкошують таким чином, щоб вони не заважали роботі машин.

Напрямок руху збиральних машин повинен збігатися з напрямком оранки, що сприяє роботі на підвищених швидкостях. При прямому комбайнуванні найкращі умови для роботи комбайнера створюються, якщо вітер дме збоку.

Основний спосіб руху комбайнів – з розширенням прокосів, який застосовується на полях прямокутної форми з довжиною перегонів понад 500м. Прокоси виконують між суміжними загонами фронтальними жниварками PowerStream-6.

Поля розмічають до початку роботи комбайнів-прокосчиків у відповідності з обраним напрямком і способом руху жнивного агрегату. Для розмітки застосовують дерев'яні вішки заввишки 2,5...3,0 м. Відстань між вішками по довжині гону повинна бути такою, щоб механізатор міг добре бачити одночасно не менше двох вішок. На рівних полях з довгими гонами відстань між вішками близько 300 м-коду.

Поворотні смуги готують тільки у випадках, коли немає можливості виконувати розвороти за межами поля.

Бічні обкоси виконують двома проходами жниварки PowerStream-6. Причому перший прохід - під час руху проти годинникової стрілки на низькому зрізі. Протилежні пропаски між загонами роблять двома проходами орного агрегату з п'ятикорпусним плугом ПЛН-5-35.

Знайдемо робочу ширину захоплення жнивarki за виразом

$$B_p = B_k \beta. \quad (3.2)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

B_k -конструктивна ширина, м;

β – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату,

$$\beta = 0,94.$$

$$B_p = 6 \cdot 0,94 = 5,64 \text{ м.}$$

Приймаємо спосіб руху комбайна із розширенням прокосів.

Визначимо радіус повороту агрегату

$$R = 0,9B_k$$

$$R = 0,9 \cdot 6 = 5,4 \text{ м.}$$

Мінімальна ширина поворотної смуги становитиме

$$E_{\min} = 3R + e, \quad (3.3)$$

де E_{\min} – Мінімальна ширина поворотної смуги, м;

e – довжина виїзду агрегату, м.м.

У момент розвороту робочі органи жнивarki переводяться в транспортне положення. Довжина виїзду "e" дорівнює кінематичній довжині жнивarki $l_k = 9,2$ м.

$$E_{\min} = 3 \cdot 5,4 + 9,2 = 25,4 \text{ м}$$

Ширина поворотної смуги вибирається такою, щоб її значення було не менше E_{\min} і кратної робочої ширини захоплення жнивarki комбайна прокоса. Отримане розрахункове значення E_{\min} повинно наводитися відповідно до робочої ширини захвату.

$$n = \frac{E_{\min}}{B_p} = \frac{25,4}{5,64} = 4,5 \approx 5.$$

Фактична ширина поворотної смуги

$$E = 5 \times 5,4 = 27,0 \text{ м.}$$

Визначимо робочу довжину гону

$$L_p = L_{yч} - 2E, \quad (3.4)$$

де L_p - Робоча довжина гону, м;

$L_{yч}$ – довжина ділянки, м.кв.

$$L_p = 1800 - 2 \cdot 27 = 1746 \text{ м.}$$

Розрахуємо оптимальну ширину загону для роботи комбайна Acros-530 способом руху із розширенням прокосів.

$$C_{opt} = \sqrt{2B_p L_p + 16R^2}, \quad (3.5)$$

де C_{opt} - оптимальна ширина загону, м.

$$C_{opt} = \sqrt{2 \cdot 5,64 \cdot 1800 + 16 \cdot (5,4)^2} = 144 \text{ м.}$$

Справжнє (уточнене) значення ширини C загону має бути не менше C_{opt} кратною подвійної ширини проходу жниварки PowerStream-6. Тому отримане при розрахунку значення C_{opt} необхідно розділити значення подвоєної ширини захоплення $2B_p$, результат округлити до цілого числа у бік збільшення, позначивши його через $n_{кр}$. Число проходів $n_{кр}$ складе

$$n_{кр} = \frac{C_{opt}}{2B_p} = \frac{144}{2 \cdot 5,64} = 12,76 \approx 12,8.$$

Фактична ширина загону для роботи комбайна Acros-530

$$C = 12,8 \cdot 2 \cdot 5,64 = 144,4 \text{ м.}$$

Число загонів, для ділянки шириною 8500 м, складе

$$n_z = \frac{8500}{144,4} = 58$$

тобто, виходить п'ятдесят вісім загонів шириною 144,4 м, а останній загін матиме ширину 125 м.

Довжина холостого ходу комбайна l_x при розвороті.

$$l_x = 0,5C + 2,5R + 2e, \quad (3.6)$$

де l_x - Довжина холостого ходу при розвороті, м.

$$l_x = 0,5 \cdot 144,4 + 2,5 \cdot 5,4 + 2 \cdot 9,2 = 104 \text{ м}$$

Знайдемо коефіцієнт робочих ходів за формулою

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + 1_x}, \quad (3.7)$$

$$\varphi = \frac{1746}{1746 + 104} = 0,94.$$

Визначимо шлях, що проходить комбайном для наповнення бункера

$$L = \frac{10^4 V \rho}{B_p H}, \quad (3.8)$$

де L – шлях заповнення бункера комбайна, м;

V – об'єм бункера комбайна, m^3 ; $V = 9 m^3$;

ρ – густина матеріалу, kg/m^3 , для озимої пшениці $\rho = 820 kg/m^3$;

H – врожайність, $kg/га$.

$$L = \frac{10^4 \cdot 9 \cdot 820}{5,64 \cdot 5500} = 2379 \text{ м.}$$

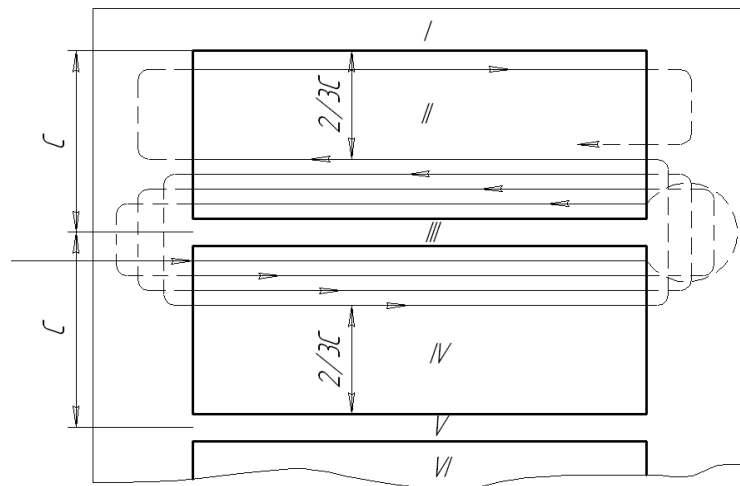


Рис. 3.1. Загінний спосіб руху комбайна з розширенням прокосів: I – обкос бічний; II – 1-й загін; III – прокіс; IV – 2-й загін, V - прокос; VI – 3-й загін; C - ширина загону.

3.5 Робота агрегату у загоні

Заїхавши на загін, підготовлений до скошування у валки, регулюють робочі органи агрегату відповідно до характеристики хлібостою.

Окружна швидкість планок мотовила повинна бути більшою за поступальну швидкість жнивarki в 1,2...2,0 рази. По висоті мотовило встановлюють так, щоб планки захоплювали стебла по їхньому центру ваги або трохи вище, але не вдарили по колосках. При збиранні багатоярусних трав його встановлюють по висоті нижніх стебел, а щоб високі не перевалювалися через планки, їх поширюють. Щоб покращити подачу стебел до ножа, мотовило виносять вперед відносного ріжучого апарату – на 60...70 мм.

Регулювання жнивarki PowerStream-6. Знявши транспортні болти, піднімають жнивarkу та ставлять гвинтові опори, встановлюють необхідну висоту зрізу.

Регулювання зазору між витками шнека та платформою жнивarki здійснюється за рахунок переміщення болтів кріплення корпусів підшипникових опор шнека по пазах.

Зовнішнє стебловідведення має відводити стебла від боковини, а внутрішній – подавати їх до мотовила.

Жниварним агрегатом заїжджають на лінію першого проходу відзначеного вішками. Встановлюють швидкісний режим руху відповідно до характеристики стеблестою. Проїхавши 20-25 м зупиняють агрегат і перевіряють якість скошування хлібної маси: висоту зрізу, ширину захвату, втрати за жнивarkою. При високій якості скошування, відсутності втрат і рівної поверхні поля застосовують підвищений швидкісний режим руху.

Під час прямого комбайнування слід зробити налаштування комбайна Ascot-530 в залежності від характеристики хлібостою та умов роботи.

У жниварці постійно контролювати справність та правильність регулювання ріжучого апарату. У процесі роботи проводити коригування в залежності від якості збирання. Зазори між спіралями шнека, його пальцями та днищем

встановлювати в залежності від урожайності. При врожайності до 3,0 т/га та співвідношенні зерна до соломи 1:1 ці зазори повинні становити 15...20 мм. При збиранні високоврожайних та довгостеблових злаків зазори повинні становити 30...35 мм. При збиранні низькорослих і зріджених трав їх зменшують до 6-8 мм.

При висоті стеблостою 60 ... 90 см граблини мотовила кріпити вертикально, а планки - в середньому положенні. При висоті стеблостою більше 100 см і густих трав граблини мотовила нахилити на 15° вперед, а при полеглих – планки встановити у верхньому положенні з нахилом граблин назад на 13..30°.

Регулювання молотильного апарату комбайна Acros-530 починають з установки середньої частоти обертання барабана, що рекомендується для культури, що обмолочується, і її стану. При обмолот зернових частота обертання першого барабана повинна становити 830 ... 850 хв-1. Зазори: на вході в барабан 20...21 мм, на виході - 4...5 мм [2].

Молотильні зазори необхідно регулювати по тому самому бичу з обох боків молотилки, для чого цей бич накернують з торця і надалі по ньому контролюють зазор. Перевіряють ступінчастим чи універсальним щупом, а частоту обертання молотильного апарату – за тахометром.

Після кожної зміни регулювання молотильного апарату перевірити якості обмолоту промацуванням 50 колосків у соломі взятих у різних місцях копиці. Обмолот можна вважати задовільним, якщо в колосках, що перевіряються, знайдеться не більше двох-трьох зерен.

При збиранні вологих або сильно засмічених трав зазори зменшують.

Якщо при збиранні вологого, засміченого і важко обмолочуваного стеблом регулюванням молотильних зазорів не вдається домогтися задовільного обмолоту, то збільшують частоту обертання барабана.

Ступінь очищення зернового вороху після соломотрясу змінюється повітряним потоком і величиною відкриття жалюзі решіт.

При регулюванні комбайна Acros-530 встановлюють максимальну частоту обертання вентилятора. Відкривають жалюзі верхнього ґрату на 10...14 мм, а

нижнього – на 7...10 мм. Відбивний щиток опустити в нижнє положення, встановити мінімальний нахил подовжувача. Після цього проїжджають 50...100 м зупиняють комбайн та перевіряють роботу вентилятора. Коли зерно виноситься о пів на половину, то заслінку прикривають до повного припинення виносу.

Якщо при нормальній роботі вентилятора і відсутності втрат зерна в бункері бур'янів, а сходження в колосовий шнек невеликий, то зменшують розчин жалюзі обох решіт до отримання необхідної чистоти. При отриманні втрат вільним та незмолоченим зерном збільшують кут нахилу подовжувача та відкривають його жалюзі. При цьому купа, що рухається по решеті, не повинна накопичуватися товстим шаром біля основи подовжувача.

Якщо в колосовий шнек надходить велика кількість легких соломистих домішок, то піднімають відбивний щиток. При великому сході зерна в шнек і хорошій чистоті його в бункері піднімають задній кінець нижнього решета.

Періодично оглядають і очищають поверхню стресової дошки і решіт від налиплих бур'янів і остюків, підтягують підвіски гуркоту і стежать за справністю механізму регулювання жалюзі решіт і подовжувача гуркоту.

При першому пробному проході вибирають швидкісний режим роботи комбайна щонайменше втрат при максимальній продуктивності.

Проїхавши 50...100 м, комбайн зупиняють та перевіряють якість його роботи. Якщо втрати вищі за допустимі, швидкість руху зменшують. При необхідності проводять додаткове регулювання молотильного апарату та очищення.

Визначимо час циклу, який включає тривалість двох робочих ходів, двох холостих ходів та технологічної зупинки комбайна.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + t_{\text{х}} + t_{\text{оц}} , \quad (3.9)$$

де $t_{\text{ц}}$ – час циклу, год;

$t_{\text{р}}$ – час на робочий хід, год;

$t_{\text{х}}$ – час на холостий перебіг агрегату, год;

$t_{\text{оц}}$ – витрати часу на технологічні зупинки агрегату, що припадають на один цикл роботи, год;

$$t_{\text{оц}} = \frac{2t_{\text{ос}}}{n_{\text{пр}}}, \quad (3.10)$$

де $t_{\text{ос}}$ - тривалість зупинки комбайна для вивантаження зерна з бункера, год;
 $n_{\text{пр}}$ – кількість робочих проходів від вивантаження до вивантаження бункера.

Число робочих проходів знайдемо за формулою

$$n_{\text{пр}} = \frac{10^4 V \rho \lambda}{H B_p L_p}, \quad (3.11)$$

де λ - коефіцієнт використання технологічної ємності, $\lambda = 0,90 \dots 0,95$;

H – урожайність озимої пшениці, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату, м;

L_p – робоча довжина гону, м.м.

$$n_{\text{пр}} = \frac{10^4 \cdot 9 \cdot 820 \cdot 0,93}{5500 \cdot 5,64 \cdot 1746} = 1,27.$$

Час вивантаження бункера становить $t_{\text{ос}} = 0,072$ год.

$$t_{\text{оц}} = \frac{2 \cdot 0,072}{1,27} = 0,11 \text{ год.}$$

Час роботи за цикл визначається за формулою

$$t_p = \frac{2L_p}{V_p}, \quad (3.12)$$

$$t_p = \frac{2 \cdot 1,746}{5,6} = 0,62 \text{ год.}$$

Час за неодружені розвороти комбайна за цикл

$$t_x = \frac{2\ell_x}{V_x}, \quad (3.13)$$

де V_x - швидкість при неодруженому розвороті комбайна, км/год, $V_x = 5,0$ км/год.

$$t_x = \frac{2 \cdot 0,1024}{5} = 0,04096 \text{ ч.}$$

Час циклу комбайна становитиме

$$t_{\text{ц}} = 0,62 + 0,04096 + 0,11 = 0,77 \text{ ч.}$$

Число циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{ЕТО}} - T_{\text{фіз}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.14)$$

де $n_{\text{ц}}$ – число циклів за зміну;

$T_{\text{см}}$ – нормальний час зміни, год, $T_{\text{см}} = 7$ год;

$T_{\text{ЕТО}}$ – час на ЕТО комбайна, $T_{\text{ЕТО}} = 0,32$ год;

$T_{\text{фіз}}$ – витрати часу на фізіологічні потреби комбайнера, год,

$T_{\text{фіз}} = 0,25 \dots 0,30$ год

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - 0,32 - 0,28}{0,77} = 8,3$$

Тривалість робочого часу агрегату за зміну

$$T_p = t_p n_{\text{ц}}, \quad (3.15)$$

де T_p – тривалість робочого часу агрегату за зміну, год.

$$T_p = 0,62 \cdot 8,3 = 5 \text{ год.}$$

Витрати часу на здійснення холостих розворотів протягом зміни

$$T_x = t_x n_{\text{ц}}, \quad (3.16)$$

де t_x – час на неодружені розвороти, год.

$$T_x = 0,04096 \cdot 8,3 = 0,34 \text{ год.}$$

Витрати часу на технічне обслуговування протягом зміни

$$T_{\text{тех}} = t_{\text{оц}} n_{\text{ц}}, \quad (3.17)$$

де $T_{\text{тех}}$ – витрати часу на технічне обслуговування, год.

$$T_{\text{тех}} = 0,11 \cdot 8,3 = 0,91 \text{ год.}$$

Справжній час зміни

$$T_{\text{см д}} = T_p + T_x + T_{\text{тех}} + T_{\text{ЕТО}} + T_{\text{фіз}}, \quad (3.18)$$

де $T_{см д}$ – час зміни дійсне, год.

$$T_{см д} = 5 + 0,34 + 0,91 + 0,32 + 0,28 = 6,8 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни розрахуємо за формулою

$$\tau = \frac{T_p}{T_{см д}}, \quad (3.19)$$

$$\tau = \frac{5}{6,8} = 0,73.$$

Визначимо продуктивність агрегату за одну годину часу зміни

$$W = 0,1 B_p V_p \tau, \quad (3.20)$$

де W – продуктивність агрегату за одну годину часу зміни, га/год.

$$W = 0,1 \cdot 5,64 \cdot 5,6 \cdot 0,77 = 2,4 \text{ га/год.}$$

Розрахуємо продуктивність агрегату за зміну

$$W_{см} = W T_{зм}, \quad (3.21)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/див.

$$W_{зм} = 2,43 \cdot 7 = 16,8 \text{ га/см.}$$

Визначимо масову витрату палива на одиницю виконаної роботи

$$g_{га} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_{см}}, \quad (3.22)$$

де $g_{га}$ – масова витрата палива, кг/га;

G_p, G_x, G_o – значення масової витрати палива, відповідно до робочого ходу, холостому ході та під час зупинок з працюючим двигуном, кг/год, $G_p = 39,7$ кг/год; $G_x = 8,7$ кг/год; $G_o = 3,1$ кг/год.

T_o – тривалість зупинок агрегату з працюючим двигуном, год.

$$T_o = T_{тех} + T_{физ} + 0,5 \cdot T_{ЕТО}$$

$$T_o = 0,91 + 0,28 + 0,5 \cdot 0,32 = 1,35 \text{ год}$$

$$g_{га} = \frac{39,7 \cdot 5 + 8,7 \cdot 0,34 + 3,1 \cdot 1,35}{16,8} = 12,2 \text{ кг/год}$$

Визначимо витрати на одиницю виконаної роботи

$$H_o = \frac{m_M + m_B}{W}, \quad (3.24)$$

де H_o – витрати робочого дня на одиницю виконаної роботи, чол-ч/га

m_M – число механізаторів, чол;

m_B - кількість допоміжних робочих обслуговуючих агрегату, чол.

$$H_o = \frac{1}{2,4} = 0,41 \text{ люд-год/га.}$$

Таблиця 3.2 – Техніко-економічні показники роботи модернізованого комбайна Acros-530 на збиранні пшениці озимої

Показники	Значення показника
Продуктивність комбайна за годину змінного часу W , га/год	2,4
Продуктивність комбайна за зміну W_{cm} , га/см	16,8
Масова витрата палива на одиницю виконаної роботи $g_{га}$, кг/га	12,2
Витрати робочого дня на одиницю виконаної роботи H_o , люд-год/га	0,41

3.6 Контроль якості збирання

Якість збирання пшениці озимої на насіння оцінюється за величиною допущених втрат зерна. За світловий день необхідно зробити не менше трьох повних вимірів.

Загальні втрати зерна за комбайном з копнювачем при прямому комбайнуванні визначають як суму втрат зерна за жнивваркою та молотилкою. Чистоту бункерного зерна оцінюють візуально, за сприятливої погоди можна керуватися такими ознаками: задовільно – немає колосків та колосків, є незначна домішка підлоги. Це відповідає засміченості зерна лише на 3 %. За несприятливих умов збирання засміченість зерна буває вищою.

Для оцінки якості збирання визначають відсоток подрібнених зерен. Для цього з бункера беруть пробу зерна об'ємом біля сірникової коробки. Зерно сортують на ціле та пошкоджене. Дроблені частки переводять у цілі зерна. Для цього кількість подрібнених частинок ділять на дві або три (залежно від

переважання половинок або третьої частини) і на загальну кількість в пробі зерен. Для оцінки дроблення у відсотках результат множать на 100. Якщо встановлені допуски на дроблення зерна перевищені втричі і вище, роботу бракують повністю.

Для визначення втрат недомолотом за молотилкою з різних місць по довжині 5 м валка соломи беруть 50 вимолочених колосків, а зерна, що знаходяться в них, обмолочують вручну і перераховують. Потім визначають втрати зерна 1 м².

Для визначення втрат вільного зерна невитрусом за молотилкою беруть склянкою (200 мл) або середньою жменею пробу з трьох рівнів статі: зверху, у середині та внизу. Перед взяттям проби солону, що знаходиться над нею, кілька разів струшують, домагаючись, щоб вільне зерно, що затримувалося в соломі, пішло в підлогу. Із проби виділяють зерно. За кількістю зерен визначають втрати зерна на 1 м² у статі та соломі від невитрусу використовуючи довідкові таблиці.

Для визначення втрат зерна за комбайном з подрібнювачем відкривають люк корпусу подрібнювача і на режимі роботи, що встановився, проїжджають 100...120 м, щоб подрібнена солома вклалася на стерню.

Визначивши втрати зерна за комбайном встановлюють сумарні втрати у відсотках довідкових таблиць.

Якщо кількість втрачених зерен перевищує допустиму з оцінкою в три бали, то комбайн зупиняють для виявлення та усунення причин шлюбу.

Роботу бракують незалежно від оцінки за іншими показниками, якщо встановлений крайній допуск втрат зерна перевищує 2% допустимий.

3.7 Охорона праці та навколишнього середовища

До роботи на комбайні допускаються особи не молодші 18 років, які не мають медичних протипоказань, знають пристрої механіки, правила експлуатації та пройшли інструктаж з техніки безпеки.

Категорично забороняється: заводити комбайн буксируванням або скочуванням з гори; передавати управління комбайном стороннім особам; перебувати попереду ріжучого апарату під час роботи комбайна; предметами; розташовуватися на відпочинок у копицях, на валках, у комбайна та під ним, а також на узбіччях польових доріг, поблизу працюючих агрегатів.

Складні збиральні машини повинні бути забезпечені вогнегасником та іншими засобами пожежогасіння, обладнані іскрогасниками.

Паливо, що спалахнуло, і мастильні матеріали гасити вогнегасником, закидати землею, піском.

Не можна заправляти паливний бак комбайна при двигуні.

Комбайни мають бути обладнані двосторонньою сигналізацією. Під час рушання з місця необхідно подати звуковий сигнал.

Не допускати протоки на землю палива та олії. Очищати різальний апарат, решета, стресову дошку гуркоту, молотильний барабан та інші робочі органи тільки при заглушеному двигуні комбайна за допомогою призначених для цих цілей різаків, чистиків та щіток, що додаються до комбайна.

Забороняється: перебувати на похилій камері під час приєднання до неї корпусу жнивarki; перебувати між молотилкою та похилою камерою під час їх з'єднання.

Бункер комбайна слід розвантажувати плавно над кузовом транспортного засобу та на рівній ділянці дороги.

Висновки по розділу

Розроблено операційно-технологічну карту збирання озимої пшениці на насіння та визначено основні експлуатаційні показники роботи комбайна:

- робоча швидкість 5,6 км/год;
- масова витрата палива 10,2 кг/га;
- продуктивність агрегату 2,4 га/год.

- розроблено заходи щодо безпеки та екологічності запланованих заходів;
- здійснено розрахунок економічної ефективності використання модернізованого комбайна Acros-530. Додаткові капіталовкладення в модернізацію комбайна окупляться менш як за один сезон.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На підставі аналізу матеріально-технічної бази аграрних підприємств нами було визначено завдання, що підлягають вирішенню у цьому дипломному проєкті. Поставлені завдання повністю виконані.

В роботі на основі аналізу існуючих технологій збирання зернових культур, зроблено висновок, що найбільш прийнятним є комбайновий спосіб збирання зернових культур, особливо спосіб роздільного комбайнування, оскільки він має ряд суттєвих переваг.

В кваліфікаційній роботі за результатами огляду технічних засобів збирання зернових злакових культур як базову машину прийнято комбайн Acros-530 з жаткою PowerStream. Обґрунтовано схему модернізації молотильно-сепаруючого пристрою комбайна. Дане рішення дозволить знизити недомолот насіння з 2,5% до нормативних 1,5%.

Розроблено операційно-технологічну карту збирання озимої пшениці на насіння та визначено основні експлуатаційні показники роботи комбайна:

- робоча швидкість 5,6 км/год;
- масова витрата палива 10,2 кг/га;
- продуктивність агрегату 2,4 га/год.
- розроблено заходи щодо безпеки та екологічності запланованих заходів.

Додаткові капіталовкладення в модернізацію комбайна окупляться менш як за один сезон.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук В. В., Насонов В. А., Кюрчев В. М., Надикто В. Т. Розроблення і впровадження в агропромислове виробництво комплексів технічних засобів для вирощування зернових та інших культур за енерго-, ресурсоощадними технологіями: монографія. Київ. Аграрна наука. 2016. 368 с.
2. Анілович В. Я., Грінченко О. С., Литвиненко В. Л. Надійність машин в завданнях та прикладах: монографія. Харків: Око. 2001. 320 с.
3. Антощенков Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів: монографія. Харків. ХНТУСГ. 2017. 244 с. 128.
4. Антощенков Р. В. Динаміка та енергоефективність багатоелементних сільськогосподарських агрегатів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: 05.05.11. Харків, 2018. 40 с.
5. Артёмов М. П. Динамічна стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11. Харків, 2014. 41 с.
6. Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського нац. техн. університету сільського господарства. Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві. Харків. 2015. Вип. 158. С. 252–262.
7. Аулін В. В. Проблеми підвищення експлуатаційної надійності та можливості удосконалення стратегій технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2015. Вип. 28. С. 126–131.
8. Деревянко Д. А. Механіко-технологічне обґрунтування процесів зниження травмування насіння зернових культур технічними засобами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11. Тернопіль, 2018. 47 с.

9. Дерев'янюк Д. А. Синтез конструкцій високопродуктивних самохідних зернозбиральних комбайнів. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv, Ukraine. 2020. Vol. 11. No 2. 131-136.

10. Домуши Д. А., Игнатов В. Д., Енакиев Ю. И. Эксплуатационное обеспечение работоспособности зерноуборочных комбайнов Дон-1500 на уборке зерновых культур. *Аграрний вісник Причорномор'я: технічні науки*. Одеса. 2004. № 24. С. 138–145.

11. Домуши Д. П., Тарасенко А. Ю., Дімов Д. Д. Забезпечення надійності зернозбиральних комбайнів обґрунтуванням потреби в запасних частинах. *Аграрний вісник Причорномор'я: технічні науки*. Одеса. 2009. № 48. С. 187–190.

12. Домуши Д. П. Методи обґрунтування оптимальної тривалості збирання урожаю зернових культур. *Аграрний вісник Причорномор'я: технічні науки*. Одеса. 2014. № 74. С. 64–68.

13. Зубко В. М. Прилади, обладнання та системи оцінки якості проведення збирання зернових культур. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка*. Харків. 2019. Вип. 199. С. 109–121.

14. Калініченко Д. Ю. Сучасний стан зернозбирального парку України в контексті машиновикористання. Інноваційне забезпечення виробництва органічної продукції в АПК. VII Міжнародна наукова конференція в рамках роботи XXXI Міжнародної агропромислової виставки «АГРО 2019»: збірник тез. м. Київ, Україна, 04-07 червня 2019 року. Київ. 2019. С. 92.

15. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Аналітичні моделі параметрів технічного контролю зернозбиральних комбайнів. Наукові доповіді Національного університету біоресурсів і природокористування України [електронне видання]. Київ. 2019. Вип. 6 (83). 13 с.

16. Калініченко Д. Ю., Роговський І. Л. Аналітичні моделі режимів технічного контролю зернозбиральних комбайнів. Наукові доповіді

Національного університету біоресурсів і природокористування України [електронне видання]. Київ. 2019. Вип. 5 (82). 18 с.

17. Міненко С. В., Кузьмич В.С. Модернізація та технологічний процес роботи комбайна ACROS-530. *Наукові читання–2023: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики*. 19 квітня 2023 р. Житомир : Поліський національний університет, 2023. Т. 3. С. 69-72.

18. Міненко С.В., Кузьмич В.С. Аналіз технологій збирання зернових колосових культур. *Збірник матеріалів ІХ Міжнародної науково-практичної конференції „Інноваційні технології в АПК”*. 7-8 червня 2023 року, м. Луцьк. С.