

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.352:634

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету
_____ Братішко В.В.
«__» _____ 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ
ПОДРІБНОВАЧА РОСЛИННИХ РЕШТОК В ПРОЦЕСІ ЗБИРАННЯ
ВИСОКОСТЕБЕЛЬНИХ КУЛЬТУР»

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітня програма: Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с _____ В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

_____ Мартишко В.М.

Виконав

_____ Суражський Ю.В.

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка, к.т.н., доцент
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Суражському Юрію Віталійовичу

Спеціальність: 208 Агроінженерія
Освітня програма: Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **«Дослідження параметрів і режимів
роботи подрібнювача рослинних решток в процесі збирання
високостебельних культур»**

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 1 лютого 2021 року

№ 189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 15.11.2021 року.

Вихідні дані до проекту:

- Способи і машин для для утилізації пожнивних решток
- Агротехнічні вимоги до процесу подрібнення рослинних
решток високостебельних культур
- конструкції мульчувачів-подрібнювачів

НУБІП України

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасної техніки засобів для утилізації поживних решток
2. Аналіз наукових досліджень процесу подрібнення рослинних решток та заробки їх в ґрунт
3. Теоретичні і експериментальні дослідження процесу подрібнення рослинних решток
4. Розроблення методики розрахунку і обґрунтування основних параметрів мульчувала-подрібнювача
5. Експериментальні дослідження

НУБІП України

НУБІП України

Дата видачі завдання “ 10 ” лютого 2021 р.
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____ Мартишко В.М.

Завдання прийняв до виконання _____ Суражський Ю.В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: «Дослідження параметрів і режимів роботи подрібнювача рослинних решток в процесі збирання високостебельних культур»

Пояснювальна записка виконана на 62 сторінках машинописного тексту формату А4, що містить 38 формул, 24 таблиці, 26 рисунків. Магістерська робота присвячена обґрунтування схеми та конструктивних параметрів подрібнювача пожнивних решток.

У першому розділі пояснювальної записки обґрунтована тема магістерської роботи, проаналізовано сучасний стан утилізації пожнивних решток.

У другому розділі представлено теоретичні обґрунтування технологічних та конструктивних параметрів подрібнювача пожнивних решток» обґрунтована технологічна схема подрібнювача, наведені теоретичні передумови розробки подрібнювача. На основі проведених досліджень обґрунтовано основні параметри барабана.

У третьому розділі наведена програма і методика еспериментальних досліджень, викладений аналіз, наведені основні результати. Аналіз факторів, що впливають на процес розкладання НЧУ, показав, що прискорити його можна за рахунок підвищення ступеня подрібнення рослинної маси та обробки комплексним біопрепаратом.

У четвертому розділі розраховано економічну ефективність використання подрібнювача пожнивних решток.

Ключові слова: СИСТЕМА ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, КУКУРУДЗА, СОЛЯШНИКИ АГРЕГАТ, ПОЖИВНІ РЕШТКИ, ПОДРІБНЮВАЧ, БІОДЕСТРУКТОРИ, ПОДРІБНЮВАЧ-МУЛЬЧУВАЧ, ЯКІСТЬ ПОДРІБНЕННЯ

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП

1. ОБРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1. Шляхи використання поживних решток після збирання врожаю

1.2. Сучасні технології і техніка для подрібнення рослинних решток

1.3. Способи застосування біодеструкторів

1.4. Обґрунтування теми роботи

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА ПОЖИВНИХ РЕШТОК

2.1. Обґрунтування технологічної схеми комбінованого подрібнювача

2.2. Теоретичні передумови розробки подрібнювача

2.3. Обґрунтування основних параметрів і режимів роботи

2.4. Кінематичний розрахунок

2.5. Розрахунок потужності на привід подрібнювача

2.6. Енергетичний розрахунок агрегату

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ПРИСТРОЇ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

НУБІП України

ВСТУП

Агропромисловий комплекс України – потужний сегмент економіки.

Значну роль у розвитку аграрного напрямку економіки України займають зернові та олійні культури (адже їх продукція дозволяє здійснювати вихід на світові ринки з екологічно чистою сільськогосподарською продукцією).

В Україні площа ріллі зайнята зерновими культурами, кукурудзою на зерно, соняшником і соєю за останні роки становила більше 76% від загальної площі 26,8 млн. га [3]. Валовий збір урожаю зернових, бобових і кукурудзи склав 75,4 млн. тонн, соняшника – 14,5 млн. тонн.

Разом з цим було забезпечено вирощування приблизно такої ж кількості соломи. Вона залишається на поверхні поля і перешкоджає подальшому обробітку ґрунту, тому потребує подальшого реагування.

Найбільш легким, швидким, дешевим, але незаконним і шкідливим способом звільнення поля від соломи є її спалювання. При цьому сильно страждає екологія за рахунок викидання значних обсягів вуглекислого газу і поверхневий найбільш родючий шар ґрунту. Спалювання вбиває ґрунтову мікрофлору на глибину 5см і більше, знищує весь органічний азот і вуглець. Як результат зменшується кількість гумусу і родючість ґрунту загалом.

До розумних прийомів переробки пожнивних решток відноситься збирання соломи з пресуванням та подальшим вивезенням з поля для використання в тваринництві, а також для одержання теплової енергії. Іншими частіше застосовуваними способами є використання соломи як органічного добрива з попереднім подрібненням і загортанням в ґрунт, або використання подрібнених решток як мульчі.

Застосування соломи як органічного добрива вимагає часу, додаткових затрат на подрібнення та перерозподіл решток по поверхні, загортання на

оптимальну глибину внесення додаткових доз мінеральних добрив або посів сидератів. Все це вимагає коштів і багаторічного системного підходу.

Для усунення цих явищ застосовують детоксикацію соломи внесенням мінерального азоту із розрахунку 10-15 кг діючої речовини на 1 т решток, або обробку поля біодеструктором стерні – комплексного за складом і багатфункціонального за дією мікробного препарату.

Мульчування також поліпшує температурний режим, агрофізичний стан ґрунту, агрохімічні та біологічні показники. Крім того, мульчування істотно підвищує ефективність дії мінеральних добрив, особливо в посушливих умовах вирощування.

Урожайність сільськогосподарських культур за таких екстремальних умов лише внаслідок мульчування підвищується на 20–25%.

Таким чином, в даній дипломній роботі об'єктом дослідження є технологічний процес подрібнення рослинних решток високостебельних культур.

Предмет дослідження – комбінований подрібнювач рослинних решток.

Мета магістерської роботи – розробка найбільш раціональної ресурсозберігаючої технології обробітку ґрунту з подрібненням рослинних решток високостебельних культур, обґрунтуванні конструктивних параметрів подрібнювача рослинних решток та умов його застосування.

Завдання дослідження – довести доцільність застосування комбінованого подрібнювача рослинних решток високостебельних культур шляхом теоретичного аналізу та обґрунтування параметрів і режимів його роботи.

Методика досліджень. Аналіз існуючих способів подрібнення рослинних решток під обробіток ґрунту, конструкцій подрібнювачів; механіко-технологічні передумови, теоретичні дослідження та висновки.

НУБІП України

1. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕМИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1. Шляхи використання поживних решток після збирання врожаю

В умовах інтенсифікації виробництва, нагромадження органічної речовини є одним із важливих джерел поновлення запасів поживних речовин. Через значне скорочення виробництва органічних добрив для подолання дефіциту органіки в ґрунті сільськогосподарські виробники використовують рослинні рештки.

Солома – цінне органічне добриво. Протягом багатьох віків солому використовували для підстилання худобі і її годівлі, а також для приготування компостів. Проте найефективнішим виявилось заорювання подрібненої соломи в полі або залишення на поверхні ґрунту у вигляді мульчі. Поверхнева заорюка соломи сприяє більшому, на 15-20 %, виходу новоутворених гумусових речовин і зміні їхнього групового складу порівняно з заорюванням.

Внесення компенсаційної дози азоту підсилює гуміфікацію соломи і сприяє підвищенню в 1,3 рази гуматності новоутворених гумусових речовин. У середньому 1 т соломи містить 5 кг азоту, 2,5 кг фосфорного ангідриду, 8 кг окису калію [1]. Окрім макроелементів, у соломі озимої пшениці міститься багато мікроелементів: сірка, бор, мідь, марганець, молібден, цинк та 42 % целюлози і 25 % лігніну. Такий вміст у соломі лігніну обумовлює подовжений термін її розкладання, протягом якого вона позитивно впливає на агрефізаційні властивості, мікробіологічну діяльність, поживний режим ґрунту. При умові розкладу соломи до ґрунту надходить не тільки певна кількість необхідних рослинам мінеральних сполук, але й багато вуглекислого газу (до 25% від загальної маси соломи). Сполучаючись з водою він утворює вугільну кислоту, яка сприяє переводу у розчинну форму певної кількості поживних елементів

грунту. Солома, відтак, поліпшує повітряний і поживний режими живлення рослин [2].

З огляду на все це, можна сформулювати основні агротехнічні вимоги до внесення рослинних решток в ґрунт як добрива:

- рослинні рештки на добриво варто вносити в першу чергу на збіднених ґрунтах;

- найбільший ефект від рослинних решток отримують за умов загортання їх під основний обробіток ґрунту на полях, де будуть вирощуватися

просапні культури;

- рівномірність розподілу подрібненої рослинних решток (соломи) (бажано, щоб довжина різання була 5-10 см) повинна складати не менше 75% безпосередньо при обмолоті зерна комбайнами;

- після розкидання азотних добрив в дозі 8-10 кг д.р. на 1 т рослинних решток (соломи), поле не пізніше ніж через 7 днів повинно бути оброблене

дисковою бороною на глибину 8-12 см. Це дасть можливість якомога більше мінералізувати соломи та її детоксикації до настання холодів;

- після внесення рослинних решток, ґрунт готується під посів запланованих сільськогосподарських культур відповідно до прийнятих

технологій.

Використання рослинних решток, а зокрема соломи на добриво також має велику екологічну значимість:

- утилізується величезна маса органічної речовини, що мінералізується в ґрунті, елементи продуктів напіврозпаду цілком поглинаються ґрунтовим комплексом;

- солома повторно включається до кругообігу мінерального і органічного живлення для формування нової біомаси рослин і вирощування нового

урожаю;

- рослинні рештки, розкладаючись у ґрунті протягом тривалого часу, не забруднюють його високими концентраціями нітратного азоту, органічним

фосфором і калієм;

- стабільний баланс надходження до ґрунту і витрат елементів живлення рослинами з рослинних решток виключає вимивання рухомих елементів і винос їх з поверхневим стоком у водойми;

- рівномірно розкидана у полі солома в жаркий літній час захищає ґрунт від пересихання і ущільнення;

- внесення рослинних решток в ґрунт сприяє розвитку ґрунтової фауни, що приводить до підвищеної активності бактерій, дощових черв'яків та інших живих організмів, що сприяють поліпшенню агрохімічних і фізичних властивостей ґрунту.

- доведено, що спалювання стерні й інших рослинних решток недопустиме, оскільки це найбільший руйнівний фактор деградації.

1. 2. Сучасні технології і техніка для подрібнення рослинних решток

За останні 20 років кількість органічних добрив, що вносяться у ґрунт в нашій країні, зменшилась приблизно у 7 разів. Тому рослини забирають із ґрунту значно більше поживних речовин, ніж вносяться. В результаті щорічні втрати гумусу з ґрунтів за розрахунками вчених-ґрунтознавців становлять близько 20 млн. тонн. Якщо негайно не запровадити заходи зі збереження гумусу, то чорноземи перетворяться на малородючі землі.

Досвід провідних аграрних країн показує: реальним шляхом зменшення втрат гумусу в ґрунтах і покращення їх родючості, який не потребує великих фінансових витрат, є підвищення ефективності використання поживних решток, що залишаються на полях після збирання урожаю. В цих країнах поживні залишки (стерня, стебла бур'янів, валки соломи) подрібнюються спеціальними машинами - подрібнювачами. Вони не тільки скошують добривом, що підвищує родючість і сприяє розвитку корисної мікрофлори ґрунтів. Після такого подрібнення рослинні рештки надійно покриваються шаром ґрунту, навіть при його обробітку дисковими знаряддями, які зараз широко використовуються нашими хліборобами. Як результат, забезпечується розкладання рослинних залишків і ефективне збагачення ґрунту органікою.

За типом агрегування мульчувачі бувають трьох видів: навісні, напівнавісні та причіпні. Основними робочими органами мульчувачів є ротори, на яких закріплені стаціонарні різці або рухомі молотки. За кількістю та розміщенням роторів мульчувачі бувають одно та багатороторні, з горизонтальним або вертикальним розміщенням роторів.

Перші польові подрібнювачі – розподільовачі стебел рослин і пожнивних решток було створено у ФРН після Другої світової війни. Їх використовували для подрібнення і рівномірного розподілення поверхнею поля рослин-сидератів та пожнивних решток, які залишаються на полях після збирання урожаю сільськогосподарських культур, для органічного удобрення ґрунтів Німеччини, оскільки хімічна промисловість цієї країни була зруйнована війною і мінеральних добрив не виробляла. Це були невеликі за шириною захвату (до 4 м) машини, які агрегувались із тракторами.

Агрегати з мульчувачами здатні рухатися зі швидкістю до 15 км/год. Ротор мульчувача, на якому закріплені ножі або молотки, обертається зі швидкістю до 2000 об./хв. подрібнює будь-яку рослинну масу в зоні своєї дії та івномірно розподіляє її по ширині захвату.

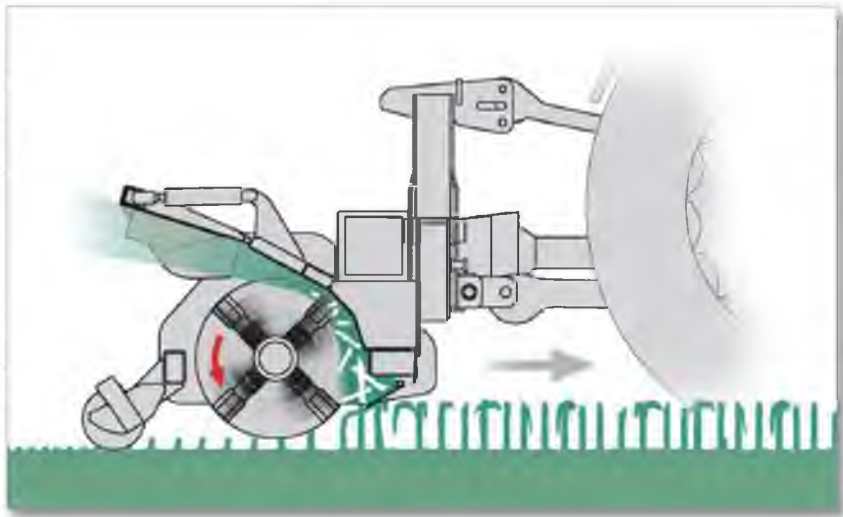
Загальна схема подрібнювача показана на рис. 1.1.

В основному, ротори цієї техніки оснащені універсальними, заточеними з двох боків ножами, які можуть подрібнювати будь-які залишки зернових культур, зокрема, соняшнику та кукурудзи, а також бур'янів та посиви сидератів.

НУБІП України

НУБІП України

НУ
НУ



їни
їни

НУБІП України

Рис. 1.1. Загальна схема подрібнювача поживних решток

НУ



Рис. 1.2. Ножі подрібнювачів

НУБІП України

Робоча ширина мульчаторів залежно від потреб господарства може становити від 1,5 до 9 м і працювати в температурному діапазоні від -50 до +40 С°. Однак при цьому слід знати, що для якісної роботи техніки вологість ґрунту не повинна перевищувати 25%, а його твердість має бути не меншою за 2,0 Мпа.

НУБІП України

На сьогодні на ринку сільськогосподарської техніки України є широкий вибір мульчувачів за прийнятними цінами. Насамперед на ринку техніки для АПК представлені вже традиційні подрібнювачі марки ПН-2,0 і ПН-4,0 виробництва ТОВ НВП «БІЛОЦЕРКІВМАЗ» (Україна), МР-2,7 і МР-5,4 ПАТ «Уманьферммаш» (Україна), RCM5515 компанії Great Plains (США), а також

НУБІП України

модельний ряд Gaspardo CHIARA 200 та Gaspardo TORNADO 230 / 250 / 280 / 310 і Grifone 470 (Італія), KUHN RM (Франція), Vednar (Чехія) та інші.

Найбільш популярними за якістю роботи є мульчувачі з горизонтальним валом, захвату 2-3 м, діаметром ротора до 300 мм і Y- подібними ножами, наприклад ПН-2,0, МР- 2,7, KUHN BK, потужністю на ВВП трактора до 60

кВт. Вони універсальні та ідеально підходять для подрібнення валків соломи, мають кожух дефлекторами, що забезпечують рівномірне розкидання подрібненої маси. Мульчувач рослинних решток МР-2,7 призначений для

подрібнення пожнивних решток (в тому числі грубостеблевих) з одночасним розсіванням подрібненої маси по поверхні ґрунту. Робочий орган ротор з

рухливими ножами. Працює у широкому діапазоні кліматичних умов при різноманітних температурних режимах. Подрібнення залишків, що

залишаються після збору врожаю забезпечує створення органічного добрива.

Рівномірне розподілення по полю – забезпечує доступ органіки до ґрунту на оброблених ділянках. Покращує фізико-хімічні властивості ґрунту.

Мульча, що утворюється при обробці агрегатом, створює додатковий захисний шар. Захищає ґрунт від пересихання та інших негативних впливів.

Насичує землю поживними речовинами без застосування хімічних добрив.

Забезпечує накопичення та збереження вологи у ґрунті.

Мульчувач МР 2,7 – поєднання класичної надійності та сучасної ефективності, конструктивної простоти та зручності використання. Агрегат

подрібнює бур'янові рослини та механічним способом без застосування хімікатів, бореться із шкідниками.

Мульчувач МР 2,7 – агрегат із напівнавісною конструкцією агрегування (рис. 1.3).

Подрібнювачі мають по два опорних колеса, підняттям і опусканням яких регулюється висота установки ротора над землею. За необхідності ножі

мульчатора можуть частково перемішувати подрібнені залишки із ґрунтом.

Перевагою мульчувачів з вертикальними валами є більша ширина захвату, а саме 4,5 і 6 м в порівнянні з машинами попередньої групи при тій

же потужності більш рівномірні розподілу решток, а саме головне настільки точне копіювання рельєфу, що вони можуть обкочувати канави і узбіччя доріг.



Рис. 1.3. Мульчувач рослинних залишків MP-2,7

Вони призначені для подрібнення поживних залишків соняшнику та кукурудзи, великих трав'яних насаджень, чагарників і молодих дерев з діаметром стовбура до 8 см. Досить висока швидкість роботи агрегату гарантує високу продуктивність при низьких затратах (рис. 1.4.).



Рис. 1.4. Мульчувач MZ від Bednar FMT

На мульчувачі Bednar FMT встановлено 3 ротори, які мають частоту обертання в 540 об./хв. Або 1000 об./хв. На кожному з них стоїть 4 ножі, що забезпечує якісне подрібнення рослинних решток.

Ці агрегати також мають високий рівень захисту від механічних пошкоджень і корозії. Так, в основі машини лежить міцна та надійна рама, яка була спеціально створена для проведення сезонних екстремальних навантажень. До того ж, робоча поверхня мульчувача вкрита броньованим

шаром, який захищає її від каміння та корозії. Під час виробництва корпус машини було піддано гарячому цинкуванню, що забезпечило надійний захист мульчувача від корозії. Мульчувач може змінювати кут нахилу бічних крил відносно центральної секції в діапазоні від -20° до $+90^{\circ}$.

Такого типу вітчизняні подрібнювачі поживних решток ПРН-4,5 «Поділля» ТОВ «Красилівмаш» призначений для подрібнювання рослинних решток, які залишилися на поверхні поля після збирання врожаю кукурудза, соняшник, зернових та баштанних культур та рівномірного розподілення їх по поверхні поля (рис. 1.5). Даний агрегат відповідає вимогам екологічно та енергоберігаючих технологій. Подрібнювачі забезпечують оптимальне перетворення рослинних залишків в удобрюючі органічні речовини, ефективне знищення бур'янів і шкідників сільськогосподарських культур.



Рис. 1.5. Подрібнювач рослинних решток ПРН-4,5 «Поділля»

Робоча швидкість машини 8 – 10 км/год, частота обертання ножів – 1000

об/хв. Останнім часом на ринку ґрунтообробних знарядь з'явилися котки, подрібнювачі, наприклад КЗК-6-06 (Умань) (рис. 1.6). Вони успішно використовуються по стерні ріпаку, соняшника і кукурудзи. Найбільшу ефективність котки демонструють на подрібненні крихких стебел соняшника і ріпаку. Призначений каток також для вирівнювання часткового мульчування поверхні поля.



Рис.1.6. Каток-подрібнювач КЗК – 6 –06

Машина має три двохметрові набірні із шести секцій ротаційні котки шириною захвату по 2 метри. На кожній секції закріплено 8 прямих ножів, які входять в ґрунт під певним кутом атаки. Рухаючись на швидкості котки притискають до землі і перерізають крихкі стебла соняшника. На виході з ґрунту ножі захвачують частинки ґрунту і перекидають їх вперед по ходу агрегату присипаючи поживні рештки.

Каток-подрібнювач КЗК-6-06 з мінімальними затратами перегверить поживні залишки, стерню і соломку, в однорідний, ретельно перемішаний зверхніми шарами ґрунту цілющий шар. За осінь і зиму подрібнена зелена маса перегниє і тільки підвищить родючість ґрунту, що позитивно позначиться на майбутньої врожайності.

Аналогічний подрібнювач ПП - 6 - (рис. 1.7.), ідеально підходить для роботи на великих площах для подрібнення рослинних решток кукурузи, соняшнику, стерні зернових, ріпаку, сої та інших рослинних залишків після збору врожаю або високої трави і чагарників на закіннутих, необроблених землях. Завдяки своїй надійності і відмінним технічним характеристикам, ретельному підбору матеріалів і комплектуючих підприємство гарантує довгий термін служби навіть у найважчих умовах роботи.



Рис. 1.7. Подрібноувач ПП - 6

Технічна характеристика: країна-виробник – Україна, вага - 1540 кг, габаритні розміри - 3,45x6x1,0 дм, робоча ширина 6 м, продуктивність 7,2 га / год, робоча швидкість - 12 км / год.

Відмінні особливості:

- за рахунок власних транспортних коліс дозволяє швидко переїжджати з поля на поле і на значні відстані;
- за рахунок оптимальної відстані між ножами подрібноувача 18,5 см. не відбувається забивання ножів ґрунтом;
- за рахунок діаметра котка, який становить 584 мм, а також високою робочою швидкістю 12-20 км/г. збільшується оброблена площа;
- за рахунок надійної і перевіреної рами КЗК - 6 збільшується термін експлуатації і надійність катка.
- за рахунок власної ваги і можливості його обважнення за допомогою води (на ковзанках є пробки для наповнення їх водою), збільшується щільність притягнення до пожнивних решток, після чого залишки подрібноуються до небувалих розмірів, що дає більш швидкий обмін речовин і удобрення;
- надійні підшипникові вузли.

Якщо говорити про більш прагматичну американську технологію, то там комбайн здійснює збирання, а потім спеціалізованим широкозахватним подрібнювачем (мульчером) у підходящий момент подрібнюють соломку. Є два типи мульчувальних агрегатів: із горизонтальною віссю та вертикальною.

У них різні енерговитрати і якість роботи. Загальна схема подрібнювача пожнивних решток показана на рис. 1.1. Ножі подрібнювачів показані на рис. 1.2.

Серед вітчизняних машиновиробників, які випускають агрегати для подрібнення польових решток, відзначити хочу Білоцерківський, Уманський і Красилівський заводи.

На ринку сільськогосподарської техніки України ПРР представлено двома основними групами: з вертикальною та горизонтальною віссю обертання активних робочих органів. В Україні набули поширення ПРР з вертикальною віссю обертання фірм «DAL-BO» (Канада), «Kuhn» (Франція), «Masimo» (Італія) та «MCM8» (Польща). Вітчизняними фахівцями також розроблено ПРР «Білоцерків-МАЗ», ПР-2,6 та інші. Подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання представлено фірмами «Kuhn» (Франція), «Masimo» (Італія), «Rhino» та «John Deer» (США) (табл. 1.1.)

Характеристики подрібнювачів з активними робочими органами

Таблиця 1.1.

№	параметр	од. виміру	Вісь обертання робочого органу					
			горизонтальна			вертикальна		
			модель, виробник					
			M200 Мазкіо	КС 1,5 Кізіно	TK-2,6 Кізіно	TK/220/С 1 Іозкіп	5 150 Зекніє	John Deer
1.	Робоча ширина захвату	м	2,0	4,57	7,62	2,2	4,57	7,98
2.	Робоча швидкість агрегату	км/год	10	10	12	10	10	10
3.	Висота зрізування	мм	25-390	5-457	25-457	40-150	8-381	25-356
4.	Кількість робочих органів	шт.	1	2	2	1	3	5
5.	Кількість ножів на робочому органі	шт.	60	168	272	3	6	10

6.	Робоча частота оберту ВВП трактора	об/хв.	540	1000	1000	540	1000	1000
7.	Частота оберт. роб. органу	об/хв.	2200	2135	2135	960	954	940
8.	Потужність трактора	к.с.	60	120	185	50	65	120
9.	Маса подрібнювача		0	2090	60	0	2000	00

В умовах України найбільшого поширення набувають подрібнювачі з вертикальною віссю обертання активних робочих органів. Даний тип ПРР з шириною захвату до 4 м виготовляють начіпними, а з більшою шириною захвату - причіпними з розкладною конструкцією рамп. Особливої уваги виробники приділяють опорним пристроям ПРР, від чіткості спрацювання яких суттєво змінюватимуться якісні параметри безпідерного різання. На ПРР начіпного типу використовують самоустановні колеса у кількості від одного до чотирьох на кожну секцію. На високопродуктивних ПРР встановлюють гідрофіковані опорні пристрої з функцією копіювання поверхні поля для якісного виконання процесу подрібнення. У якості опорних пристроїв на ПРР фірми «IoSkip» (Бельгія) модель TK/180/C2 використовують лижі, які в наших умовах землеробства не є ефективними [3].

Робочі органи ПРР з вертикальною віссю обертання можна класифікувати за наступними конструктивними особливостями, а саме:

- за типом робочого органу дискові (круглі, трикутні), лопатеві (дво-, три-, чотирилопатеві) та комбіновані з молотками або ножами;
- за способом закріплення робочого органу: жорстко або шарнірно закріплені

Вищевказані конструктивні особливості, кінематичний режим роботи, матеріал та параметри геометрії різальної кромки поділяють ПРР за способом виконання технологічного процесу.

Аналіз запропонованих виробниками сільськогосподарської техніки на ринку подрібнювачів рослинних решток дозволив класифікувати їх наступним чином (рис. 1.8.).

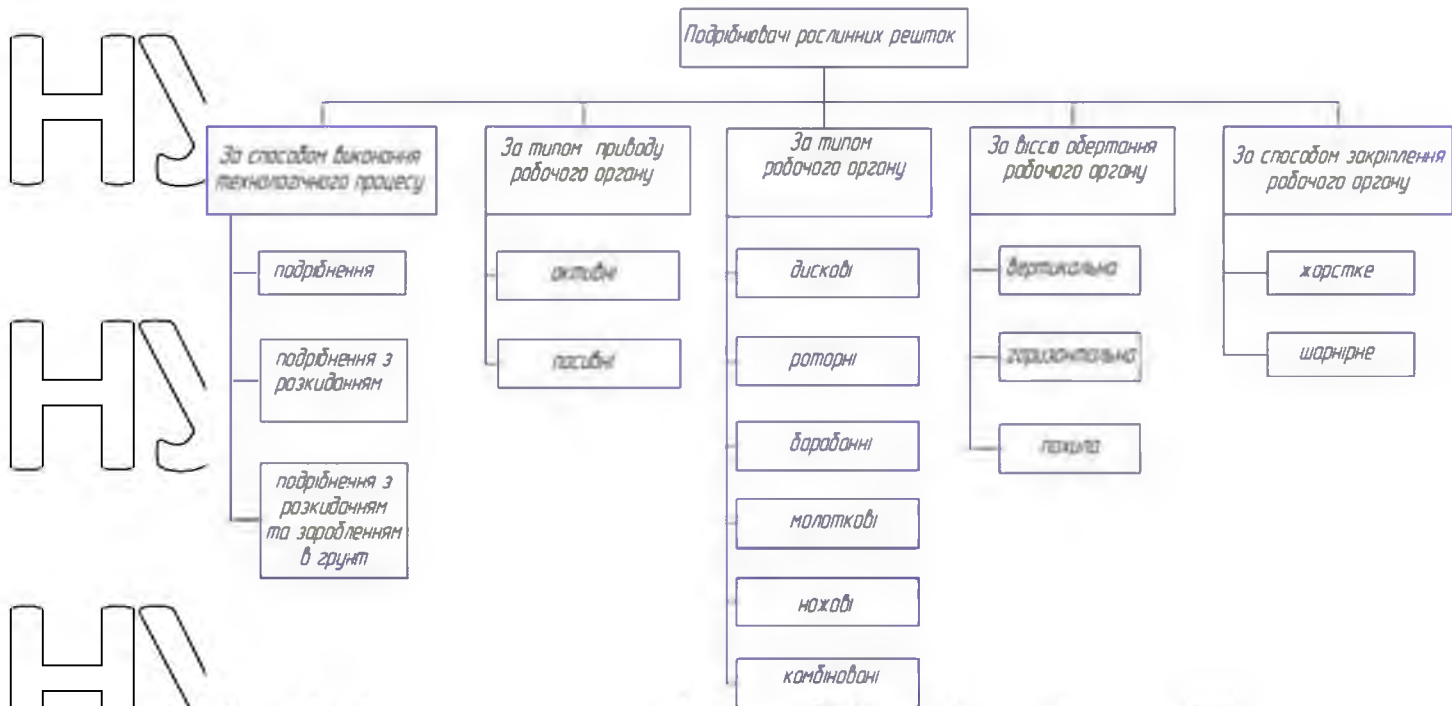


Рис. 1.8. Класифікаційна схема подрібнювачів рослинних решток

Найбільш конструктивно простими у виготовленні та експлуатації є подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання. А особливо ті, що мають у якості робочого органу барабан (циліндр) з ножами. Цей тип ПРР в нашій країні представлено фірмою «БАВ-ВО» (СЕС Канада-США) та багатьма інш. Але їм потрібують глибокого аналізу і удосконалення.

Для досягнення максимального використання власної ваги ПРР з горизонтальною віссю обертання з активними робочими органами без приводу конструкція рами, зчепки та транспортних коліс повинна мати необхідні механізми, які дозволять спрямувати результуючу силу ваги на те лезо ножа.

Встановити раціональну схему розташування, кількість та орієнтацію ножів на барабані.

Особливої уваги потребує встановлення раціональних параметрів леза ножа, що дозволить використовувати принцип «самозагострення» з урахуванням фізико-механічних властивостей частинок ґрунту і рослинних решток при їх взаємодії.

Подрібнювачі зарубіжного виробництва

LEOPARD - універсальний подрібнювач мульчувач фірма – Talex (Польща) рис. 1.9 призначений для подрібнення рослинних залишків для мульчування рослин, зрізання гілок дерев і чагарників, а також є ідеальним для видалення залишків стерні кукурудзи та мульчування на луках і пасовищах.

Машина випускається в трьох варіантах: 2,0 м, 2,5 м, 2,8 м. Машина забезпечує надійну роботу протягом всього терміну експлуатації. Ви можете змінити висоту зрізу за регулюванню підвіскою коліс. Мульчувачі дозволяють отримати бездоганну якість подрібнення завдяки високій частоті оборотів ротора, його великому діаметру, довгим ножам, і їхній великій кількості на одиницю довжини ротора; - оптимізувати перетворення рослинних залишків на поживні речовини; - ефективно знищувати бур'яни і шкідників сільськогосподарських культур; - вибрати робочу ширину, необхідну для високопродуктивної і легкої роботи – зменшених експлуатаційних витрат.

Машина може бути оснащена рухомою гідравлічною рамою, так і без неї. Виробник в Леопард використовує Y-подібні ножі, але є можливість використання інших видів ножів таких як наприклад молотки (крутніше перебиває матеріал). Пристрій живиться від відбору потужності трактора через ВОМ 540 об / хв.



Рис.1.9. Подрібнювач LEOPARD фірма – Talex

НУБІП УкРАЇНИ



Рис. 1.10 Ножі подрібнювача LEOPARD

Для скошування та подрібнення низькорослих багаторічних трав і залишків зернових культур. Фірма „KUNH” виготовляє подрібнювачі RM 240, RM 280, RM 320, RM 400, RM 480 R та RM 610 R. Відмінними технічними ознаками є

конструкційні параметри та маса. Подрібнювач складається з таких основних частин (рис. 1.12.): рами, опорних коліс, механізму навіски, ротора з робочими органами, конічного редуктора, гідросистеми, трансмісійного вала. Рама – зварна просторова

конструкція із штампованих боковин та прокатних профілів, призначена для кріплення вузлів подрібнювача. Привід робочих органів здійснюється від ВВП трактора через трансмісію подрібнювача. До складу трансмісії входить: карданна передача, конічний редуктор, трансмісійний вал та клинопасова передача. Конічний редуктор призначений для передачі крутного моменту.

Ротор з робочими органами складається з вала, до якого кріпляться за допомогою різьбових з'єднань ножі. Висота зрізу встановлюється перестановкою штифтів в отворах механізму кріплення опорних коліс.

Основні елементи гідросистеми – гідроциліндри, маслопроводи та гідроарматура. Гідросистема подрібнювача з'єднується з гідросистемою трактора за допомогою розривних муфт.



Рис. 1.11 Подрібнювач Фірма „KUHN” RM 400

Триточкові навісні мульчувачі сільськогосподарського призначення - від змішаної до високої рослинності соломка, стебла кукурудзи, трава, соняшник, земля під паром, краї поля - надійна машина для інтенсивної роботи - 2 види робочих органів (ковані молоткові, Y-образні універсальні ножі), які спірально змонтовані (8 елементів) - високопродуктивна ремінна передача - редуктор з об'ємною муфтою - закритий і посилений відкриваючийся задній кожух - встановлення висоти поворотним колесом або роликком - гідравлічний січний зсув.

Подрібнювачі від Італійської фірми **MASCHIO GASPARDO** призначені для подрібнення кукурудзяних стебел та рослинних решток з великою кількістю рослинності (рис 1.12.). Подрібнювач рослинних решток має невеликі габаритні розміри, які забезпечують універсальність використання і можливість роботи в виноградниках і садах.

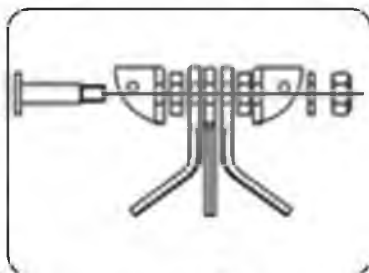


Рис. 1.12. Подрібнювачі Італійської фірми MASCHIO GASPARDO

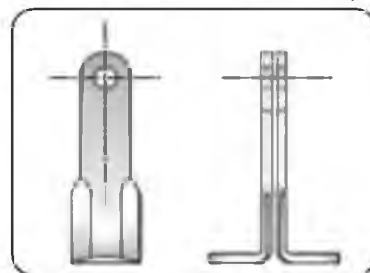
Таблиця 1.2.

Технічна характеристика	Одиниці виміру	CHIARA 200	TORNADO 250	TORNADO 280	TORNADO 310	LEOPARD 320
Робоча ширина	см	205	235	280	310	320
Робочі органи на валу	шт	48	52	56	64	68
Регулювання висоти зрізу	×	колеса	колеса	колеса	колеса	колеса
Маса подрібнювача	кг	736	960	1035	1125	1135
Необхідна потужність трактора	к.с.	55-85	65-90	80-130	90-140	130-160
Обороти ВВП	об/хв	540	540	540	540	1000

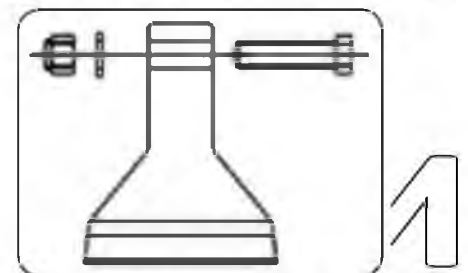
Можливі варіанти комплектації робочих органів



Ножі «05»



Ножі «07»



Молоточки «16»

Використання прийомів мульчування в ресурсозберігаючих технологія має фундаментальне значення. Одним із базових наукових положень при нульовому обробітку є обов'язкове залишення всіх рослинних решток на поверхні і рівномірне їх розміщення на полі. Щоб рослинні рештки

виконувати своє завдання – з ними необхідно цілеспрямовано працювати, тобто ретельно подрібнювати.

Один з основних принципів No-till – це збереження та накопичення рослинних решток на полі.

Рослинні рештки, окрім того, що це джерело органічних добрив, відіграють ще декілька важливих функцій – захищають ґрунт від нагрівання та втрати вологи, запобігають вітровій та водній ерозії, затримують сніг взимку на полях.

Культури, які не вимагають особливого підходу в розподілі решток – це культури, після яких залишається невелика маса рослинних решток та вони швидко мінералізуються. Це соняшник, ріпак, соя, горох, гірчиця, льон та інші культури.

Не дивлячись на значні переваги в заощадженні ресурсів і праці основним вразливим місцем смугової технології є бур'яни. Виникає гостра необхідність внесення гербіцидів. Проте витрати на боротьбу з бур'янами є незначними у порівнянні із загальними витратами на вирощування культури. Крім того, при обробі за традиційними технологіями також вносяться гербіциди проти тих самих видів бур'янів.

Висновки. Оскільки відмова від традиційної технології збирання соломи з поля може дати значний економічний ефект внаслідок скорочення витрат пального і робочого часу на транспортування і скиртування соломи.

Мульчування різноманітними матеріалами накриває відкритий ґрунт і дає можливість досягти таким чином цілого ряду ефектів. Збереження вологи, затримка проростання бур'янів, особливо, однорічних, перешкоджання потрапляння нового насіння бур'янів в ґрунт, зменшення температури в міжряддях, утворення органіки – головні з них.

Використання прийомів мульчування в ресурсозберігаючих технологіях має фундаментальне значення. Вважаємо, що основними правилами управління рослинними рештками є те, що рослинні рештки повинні рівномірно розподілятися по полю.

Це правило виключає валки та купи решток на полі після обмолоту. Такий ефект можна досягти при застосуванні спеціальних машин для переробки пожнивних решток – мульчувачів.

Рослинні рештки – це акумулятор живої сонячної енергії, фіксована в формі сполук вуглецю. Вона повинна піти в ґрунт для життя мікроорганізмів, які передають її рослинам, а ті – людині, тваринам і всьому живому на землі.

1.3. Біодеструктори стерні

Основне призначення біодеструктора – це розкладання рослинних решток (стерні озимих та ярих зернових культур, кукурудзи, соняшнику та зеленої маси сидеральних культур). Використання біодеструктора запобігає утворенню токсичних продуктів при розкладанні рослинних решток.

Завдяки деструктору оздоровлюється ґрунт, зберігається продуктивна волога в ґрунті, накопичується доступний азот, фосфор і калій, покращується структура ґрунту.

При заселенні стерні чи зеленої маси бактеріями деструктора, вони швидко розповсюджуються і не залишають можливості розмножуватись патогенам. Мікроорганізми конкурують за «їжу», продукують речовини, які пригнічують збудників хвороб та ферменти, які перетворюють складні вуглецеві сполуки рослинних решток в доступні для росту сільськогосподарських рослин речовини. Особливості дії та конкурентні переваги:

- спеціально відібрана активна целюлозоруйнуюча грибна мікрофлора препарату швидко заселяє рослинні рештки та, завдяки конкуренції за їжу та місце існування, пригнічує розвиток патогенів,

- швидкість розмноження целюлозоруйнуючої мікрофлори за рахунок живлення рештками забезпечує їх прискорене розкладання;

- бактерії, що входять до складу препарату, підсилюють процес розкладання решток завдяки продукції ферментів широкого спектру дії, органічних кислот, вітамінів;

активна життєдіяльність фосформобілізуючої мікрофлори покращує процес мінералізації нерозчинних мінералів ґрунту: фосфору, калію, інших макро- та мікроелементів;

- підвищується загальна біологічна активність ґрунту;

- системне використання препарату за інструкцією забезпечує бездефіцитний баланс гумусу, покращує агрохімічні та фізичні показники ґрунту);

- збільшується продуктивність сільськогосподарських культур на 10-30%;

- ефект від використання препарату видно вже через місяць.

Найкращий час для внесення деструктора – одразу після збору врожаю, у формі подрібнених поживних решток разом з карбамідом. Останнього слід додати приблизно 10-15 кг на один гектар за норми рідини у 200-300 л. Для

прикладу наведемо використання препарату для 5 гектар поля соняшнику

Приведемо декілька прикладів практичного застосування біодеструктора Екостерн у господарствах України.

Очевидна дія Екостерну на оброблених поживних рештках соняшнику



До обробітку ґрунту

Після обробітку ґрунту

Ефективність застосування біодеструктора Екостерн при вирощуванні с/г культур (2019 -2020 рр.)

Найменування господарства, де проводився дослід	С/г культура		Період внесення Екостерну	Урожайність, ц/га		Прибавка урожаю, ц/га
	Попередник	Культура, що вирощувалася		Контроль	Дослід	
ПОСП «Дружелюбівське», с. Дружелюбівка, Вінницька обл.	Кукурудза	Ячмінь ярий, сорт Командор	осінь	18	21	+3
Вінницька філія ДП «Центр сертифікації та експертизи насіння і садивного матеріалу», с. Велика Бушинка	Кукурудза	Ячмінь ярий, сорт Себастьян	весна	40	42	+2
ТОВ «ЧІМК» с. Халявни, Чернігівська обл.	Кукурудза	Кукурудза гібрид Аякс	осінь	62	65	+3
ПрАТ «Зернопродукт МХП» Катнівська філія, Вінницька обл.	Соняшник	Озима пшениця	осінь	69,93	85,69	+18,76
ПрАТ «АгроRegion» Чернігівська обл., с. Лихолітки	Кукурудза	Озимий овес	осінь	47,18	58,25	+11,07

Таким чином, позитивний вплив біодеструктора на ефективне розкладання рослинних залишків очевидний. Висока концентрація атронсмічно-цінних мікроорганізмів-деструкторів та антагоністів-патогенів, що входять до складу біопрепарату, забезпечує прискорений розвиток цього цінного процесу, пригнічує розвиток фітопатогенних грибів, сприяє активзації ростових процесів, покращує фітосанітарний стан ґрунту та відновлює його родючість.

1.4. Обґрунтування теми роботи

Використання прийсмів мульчування в ресурсозберігаючих технологія має фундаментальне значення. Вважаємо, що основними правилами управління рослинними рештками є те, що рослинні рештки повинні рівномірно розподілятися по полю, бути подрібленими і перемішаними з ґрунтом.

Проаналізувавши найбільш розповсюджені подріонювачі рослинних решток з активними робочими органами, їх конструктивно-експлуатаційні показники виконання технологічного процесу, встановлено шляхи подальшого удосконалення:

– обробіток з інтенсивним подрібненням також винятково важливий в рослинництві за інтенсивними технологіями. Лушпильники і диски не зовсім задовольняють агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту на полях, адже подрібнення рослинних решток при роботі активних органів набагато краща, ніж прості диски;

– найбільш ефективними з точки зору якості виконання технологічного процесу утилізації рослинних решток високостебельних культур (соняшників, кукурудзи), на сьогодні є подрібнювачі з горизонтальною віссю обертання;

– для якісного подрібнення робочі органи подрібнювача повинні обертатися із швидкістю не менше 90 м/с;

– для прискорення розкладання рослинних решток (високостебельних культур, кукурудзи, соняшнику та ін.) бажано біодеструктор який прискорює розкладання рослинних решток і запобігає утворенню токсичних продуктів при їх розкладанні.

2. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОДРІБНЮВАЧА ПОЖИВНИХ РЕШТОК

В системі плоскорізальної обробки можна зменшити втрати ґрунтової вологи шляхом мульчування ґрунту солом'яно. Прийоми подрібнення солом'яно відомі давно, проте поки не знаходять широкого застосування при вирощуванні зернових культур в посушливому землеробстві на півдні України.

Причина такого ставлення, мабуть, не тільки в дефіциті соломи, відсутності потрібної кількості комбайнів з подрібнювачами органічної маси, а й в недооцінці цього важливого і водночас простого заходу. Що ж дає застосування солом'яною мульчі? Надбавка зерна становить 2-3 ц /га.

Солом'яну мульчу доцільніше застосовувати насамперед у парових полях. Тут вона сприятиме не тільки збереженню вологи, накопиченню органічної речовини, поліпшенню фізичних властивостей ґрунту, але й запобіганню ґрунту від вітрової ерозії.

Солом'яну мульчу слід використовувати і в інших полях сівозміни, зокрема після першої та другої культури. У парових полях солома може розкидатися і неподрібною. Розкидання соломи при збиранні колосових культур дає економію грошових коштів, оскільки виключаються витрати на її прибирання і транспортування.

2.1 / Обґрунтування технологічної схеми подрібнювача

Для подрібнення поживних залишків різних сільськогосподарських культур все ширше застосовуються багатоцільові подрібнювачі, такі як:

ІМС-2, 8, R C12, R M 400 та інші.

Подрібнювач ІМС-2, 8 (рис. 3.1), вироблений ВАТ «Агропромтехніка» (Росія), призначений для збирання гички цукрових буряків, кукурузи, подрібнення її і розкидання по полю, подрібнення поживних залишків і рівномірного розподілу подрібненої маси по полю.

Подрібнювач ІМС-2, 8 складається з: рами 1, трансмісії 2, причіпного пристрою 3, ротора 4, опорних коліс 5.

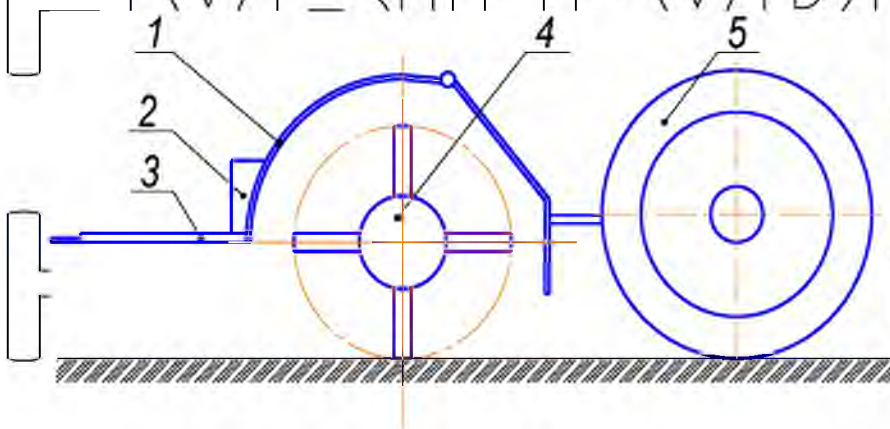


Рис 3.1 Схема подрібнювача ІМС-2, 8

Даний подрібнювач призначений для агрегування з тракторами класу 1-4. У комплект входить змінний вал з ножами для подрібнення соломи.

Привід ротора оснащений двома обгінними муфтами, запобігають скручування валів. Продуктивність ІМС-2,8 становить 2,1 ... 2,3 га / год, робоча швидкість при цьому 6,5 ... 10 / км / ч.

Недоліком даної машини є її низька робоча швидкість, наслідком чого є низька продуктивність.

Подрібнювач R C12 (Рис. 3.2) виробництва RHINO призначений для подрібнення рослинних залишків кукурудзи, пшениці, соняшнику тощо культур. [11]

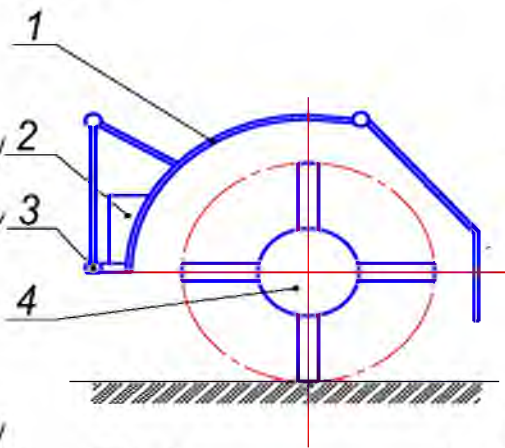


Рис. 3.2 Схема мульчувача RC12

Даний подрібнювач складається з: рами 1, трансмісії 2, навісного пристрою 3, ротора з ножами 4, захисних пластин.

Ця машина в порівнянні з попередньою має більшу високую робочою швидкість, більшу високопродуктивна.

Недоліком R C12 є не універсальність навісного пристрою. Дана конструкція підходить тільки для агрегування з зарубіжними тракторами, крім того вони агрегуються з тракторами потужністю двигуна яких більше 200 л. С.

Розглянемо подрібнювач NK 4801 фірми KUHN (Рис. 3.3).



Рис. 3.3 Схема подрібнювача NK 4801

Подрібнювач NK 4801 призначений для виконання таких самих функцій, що і попередні машини. Дана машина має велику ширину захвату у зв'язку з чим в приводі вала крутний момент передається на обидва кінці робочого валу.

Дана машина має універсальну наважку

Основним недоліком NK 4801 є відсутність пристрою для транспортування, а так само захисні пластини які швидко виходять з ладу.

Зниження наведених витрат при вирощуванні озимої пшениці ,

підвищення врожайності можливе за рахунок включення в технологію подрібнювача і здійснення після його проходу прямої сівби.

У результаті аналізу існуючих технічних функцій встановлено, що

мається широка гамма конструкцій цих машин, але кожній з них властиве раніше зазначені недоліки. Для їх усунення нами пропонується нова конструктивна схема навісного подрібнювача.

2.2 Теоретичні передумови розробки подрібнювача

На основі проведених досліджень обґрунтовано основні параметри барабана та молотків, як забезпечують раціональний режим роботи подрібнювача. Обґрунтовано параметри пальців гребінки-протириза (відстань

між пальцями-протирізами та їх довжина), параметри молоткового барабана, які дозволяють подавати поживні рештки для їх подрібнення на гребінці, а також кінематичні параметри, що забезпечують якісний процес подрібнення.

Аналіз взаємодії молотка з матеріалом дозволив встановити енергетичні показники подрібнення.

У результаті аналізу проведених пошукових досліджень, впливу основних фізико-механічних властивостей на процес подрібнення поживних решток запропоновано схему подрібнювача (рис. 3.4).

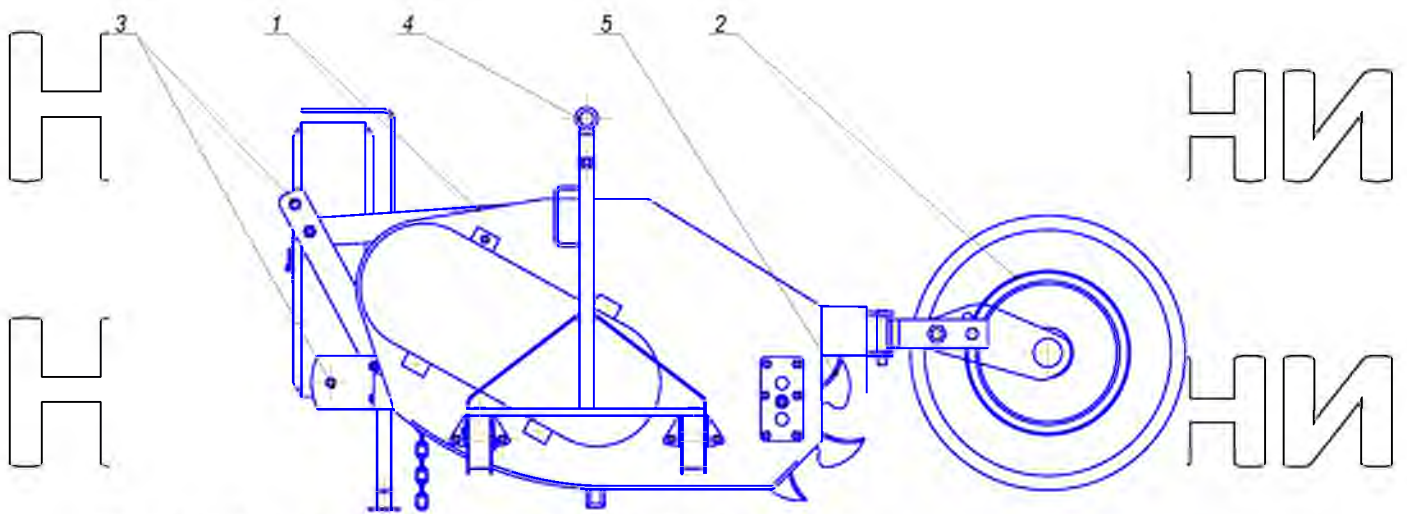


Рис.3.4. Схема удосконаленого подрібнювача

Основні вузли подрібнювача: 1-рама, 2-колісний хід, 3-навісний пристрій, 4-причіпний пристрій, 5-батарея дискова.

Процес роботи подрібнювача включає в себе подрібнення рослинних решток після збирання врожаю, чи на забур'яненних полях. Агрегат заходить у загінку, тракторист вмикає важіль гідророзподільника в положення опускання, щоб опустити навіску. Для підтримки заданої висоти зрізу подрібнювач оснащений двома опорними колесами, одне з яких додатково виконує роль транспортного. Для запобігання вильоту з під ножів інородних предметів на рамі подрібнювача закріплені ланцюга. Подрібнювач повинна навішуватися на навіску трактора так, щоб несучий брус був паралельним до горизенту.

Захисний кожух не повинен торкатися до робочих органів. Ротор подрібнювача оснащений шарнірно закріпленими Y-подібними ножами. Ротор закріплений в боковинах рами за допомогою підшипникових вузлів з самовстановлюючихся підшипниками. Привід ротора здійснюється від ВВП трактора допомогою трансмісії складається з конічного редуктора і пасової передачі. Для запобігання виходу з ладу елементів приводу в момент зупинки ротора привід оснащений обгінною муфтою (типу RL). Частота обертання ротора становить 2000 хв^{-1} .

Ступінь подрібнення стебла λ визначає середню кількість частинок, на які вона поділиться:

$$\lambda = \frac{l_{сер}}{l_u} = M(n) = \frac{2l_{сер}}{\pi} \left(\frac{1}{a} + \frac{1}{b} \right), \quad (3.1)$$

де $l_{сер}$ – середня довжина стебла, м;

l_u – середня довжина частинок стебла після подрібнення відповідно до агровимог:

$$l_u = 0,87l_1 + 0,13l_2, \quad (3.2)$$

де l_1 – середня довжина основної маси частинок, яка не повинна бути більше 0,05 м (87%);

l_2 – середня довжина інших частинок – за довжиною до 0,1 м (13%).

Знайдена з рівняння (3) залежність a від λ при величині b , що відповідає агровимогам, має вид:

$$a = \frac{l_{сер} b}{0,5\pi\lambda l_{сер} - l_{сер}}. \quad (3.3)$$

При обґрунтуванні молоткового барабана розглянуті наступні умови визначення його раціональних параметрів:

- діаметр барабана D_6 повинен забезпечити максимальну довжину робочої траєкторії потоку стебла, який рухається в камері подрібнювача, з метою раціональної орієнтації стебла для подрібнення;

– кінематичні параметри підбирача і подрібнюючого пристрою забезпечують подачу стебла на гребінку протеріз для раціональних умов подрібнення;

– параметри молоткового барабана повинні забезпечити повне подрібнення стебла.

Для забезпечення максимальної довжини робочої траєкторії потоку стебел в камері необхідно дотримання такої умови, при якій вісь молоткового барабана знаходилася на рівні верхньої точки траєкторії пальців підбирача

$$D_6 = 2(D_n - \Delta_1 - \Delta_2), \text{ м} \quad (3.4)$$

де D_n – діаметр підбирача по кінцях його пальців (приймається 0,405 м);
 Δ_1 – заглиблення пальців підбирача в ґрунт для виключення втрат стебел ($\Delta_1 = 0,01$ м);

Δ_2 – проміжок між консольними кінцями молотків у їх нижньому положенні і рівнем поверхні ґрунту ($\Delta_2 = 0,015$ м).

Це забезпечить максимальну величину $D_6 = 0,45$ м і відповідно максимальну траєкторію потоку стебел в камері, а також виключить можливість викидання стебел з камери під час першого контакту молотка з стеблом, що підходить від підбирача.

Аналіз процесу подачі стебел на гребінку протеріз послідовно підбирачем і молотками, дозволив встановити для подрібнюючого пристрою подачу маси стебел у вигляді рівняння:

$$m_6 = \frac{2\pi Vq}{Z_6 \omega_6}, \text{ кг} \quad (3.5)$$

де Z_6 – кількість рядів молотків, спрямованих у вздовж осі барабана, шт;

ω_6 – кутова швидкість молоткового барабана, рад/с;

V – лінійна швидкість руху машини, м/с.

Кількісна подача в штуках стебел на 1 ряд молотків подрібнювача визначиться з урахуванням середньої маси 1 штуки лози $m_{\text{л}}:$

$$G) \frac{m_0}{m_{1c}} = \frac{2\pi Vq}{Z_0 \omega_0 m_{1c}}, \text{ шт.} \quad (3.6)$$

де m_0 — подана маси на один ряд молотків, кг;

Умовою поштучної подачі стебел на гребінку є рівняння:

$$\frac{2\pi Vq}{Z_0 \omega_0 m_{1c}} = 1 \text{ шт.}, \quad (3.7)$$

звідси:

$$\omega_0 = \frac{2\pi Vq}{Z_0 m_{1c}}, \quad (3.8)$$

З урахуванням того, що пропускна здатність подрібнювача визначається, як:

$$Vq = Q, \text{ кг/с.} \quad (3.9)$$

тоді

$$\omega_0 = \frac{2\pi Q}{Z_0 m_{1c}}, \text{ рад/с.} \quad (3.10)$$

Для подрібнювача, що рухається з швидкістю $V = 1,25$ м/с, який має $Z_0 = 4$ шт при агрофоні $q = 2,82$ кг/м, $m_{1c} = 0,035$ кг поштучна, тобто раціональна подача забезпечується при $\omega_0 = 158$ рад/с.

Нааявність розрахованого діаметру молоткового барабану (рівняння 3.4) дозволяє визначити основні геометричні параметри молотка. Для досліджень нами обрано найбільш розповсюджений тип молотка, який має форму прямокуткової пластини з отвором для осі шарнірного кріплення.

Розміри його прийняті на підставі теорії ексцентричного удару, виходячи із умови, що реакція від ударних імпульсів при контакті з стеблом не передається на вісь підвісу молотка. Для суміщення центра коливань молотка з центром удару необхідно виконання умови:

$$\rho^2 = c_m l_m, \text{ м}^2 \quad (3.11)$$

де ρ — радіус інерції молотка відносно осі підвісу;

c_m — відстань від осі підвісу до центра мас молотка, м;

l_m – відстань від осі підвісу до консольного кінця молотка, м

$$l_m = 0,154D_b, \text{ м.} \quad (3.12)$$

Радіус підвісу молотка:

$$r = 0,346D_b, \text{ м.} \quad (3.13)$$

Довжина a_m і ширина b_m молотка, врівноваженого на удар визначаються як:

$$a_m = 0,436D_b; \quad b_m = 0,1D_b. \quad (3.14)$$

Тоді маса молотка:

$$m_m = a_m b_m \delta \gamma, \text{ кг,} \quad (3.15)$$

де δ – товщина пластини молотка, м;
 γ – питома щільність сталі, кг/м³.

Враховуючи міцнісні властивості молотків при ударному навантаженні, його товщина приймається 0,014 м. Маса молотка при визначених параметрах складає $m_m = 0,5$ кг. Момент інерції молотка відносно його центра мас I_c і відносно осі підвісу I_0 дорівнюють:

$$I_c = m_m \rho_c^2, \text{ кг} \times \text{м}^2;$$

$$I_0 = m_m \rho^2, \text{ кг} \times \text{м}^2. \quad (3.16)$$

де ρ_c – радіус інерції молотка відносно центра мас;

ρ – радіус інерції молотка відносно його осі підвісу.

Критичне напруження руйнування зламу стебла, що виникає при найбільшому вигинаючому моменті – посередині між пальцями – протирізами і на самих пальцях визначається як:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{Qa}{6W}, \quad (3.17)$$

де W – осьовий момент опору поперечного перетину стебла, м³;
 M – згинаючий момент, кг×м;
 Q – ударне навантаження молотків, Н.

Під час удару – дуже короткого проміжку часу, стебло зазнає деяку деформацію прогину і відповідне напруження. Енергія молотка перетворюється в енергію деформації прогину і при певному робочому режимі викликає злам.

Динамікою удару враховується коефіцієнт динамічності k_D . Максимальна нормальна динамічна (від удару молотка) напруга в перетині стебла в момент зламу визначається як:

$$\sigma_{D \max} = k_D \sigma_{C \max} \quad (3.18)$$

де $\sigma_{C \max}$ – нормальна статична напруга при зламі стебла, МПа.

Коефіцієнт динамічності визначається з урахуванням того, що при ударі по лозі молотком на її деформацію передається тільки частина енергії і має вид:

$$k_D = 1 + \sqrt{1 + \frac{3k_M m V_M^2 EI}{aW^2 \sigma_{C \max}^2}} \quad (3.20)$$

де k_M – коефіцієнт, що враховує частину енергії, яка передається молотком стеблу;

E – модуль пружності, МПа;

I – осьовий момент інерції у поперечному перетині лози, м⁴.

При відомому $\sigma_{D \max}$ кінетична енергія удару, яка необхідна для руйнування лози визначиться як:

$$T_0 = \frac{\sigma_{D \max}^2 W^2 a}{3EI} \quad (3.21)$$

З урахуванням її відповідних значень отримуємо:

$$T_0 = \frac{\sigma_{C \max}^2 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{3k_M m V_M^2 EI}{aW^2 \sigma_{C \max}^2}}\right) W^2 a}{3EI} \quad (3.22)$$

Враховуючи випадкову можливість потрапляння на гребітку одночасно двох – трьох лоз, можна вважати мінімально допустимі окружну швидкість, з точки зору перебування лози, від 28 до 30 м/с.

Загальна потужність, що споживається подрібнюючим пристроєм, містить наступні складові:

$$N_3 = N_{подр} + N_{тр} + N_{х.х.}, \text{ кВт}, \quad (3.23)$$

де $N_{подр}$, $N_{тр}$, $N_{х.х.}$ – потужність, що споживається на подрібнення, транспортування лози та на холостий хід барабана.

Потужність, що іде на подрібнення, може бути розрахована наступним шляхом. За один оберт молоткового барабану споживана енергія визначається таким чином:

$$T_{1n} = (\lambda_c - 1) T_{0c} Z_b, \quad (3.24)$$

де λ_c – ступінь подрібнення лози середньої довжини;

T_{0c} – кінетична енергія необхідна для подрібнення лози середньої довжини;

Z_b – кількість рядів молотків на барабані.

Потужність, що споживається барабаном при подрібненні лози,

дорівнює:

$$N_{подр} = T_{1n} n = (\lambda_c - 1) \times \frac{\sigma_{D \max}^2 W_c^2 a}{3 E I_c} Z_b n = (\lambda_c - 1) \times \frac{\sigma_{D \max}^2 W_c^2 a}{3 E I_c} Z_b \frac{v_m}{\pi V_b},$$

де n – частота обертання барабана за одиницю часу, c^{-1} ;

W_c і I_c – момент опору, момент інерції поперечного перетину середнього діаметру лози.

Потужність, що споживається на транспортування, пов'язана з передачею додаткової кінетичної енергії стебел під час її руху в робочій камері:

$$N_{тр} = 0,5 Q (V_m^2 - V_{підб}^2), \quad (3.25)$$

де $V_{підб}$ – окружна швидкість підбича, м/с.

Ураховуючи незначну величину окружної швидкості підбирача, приймаємо $V_{\text{підб}} = 0$, тоді:

$$N_{\text{тр}} = 0,5QV_m^2 \quad (3.26)$$

За даними попередніх дослідників, потужність, котра споживається на холостий хід, складає від 35 до 50% від загальної споживаної потужності, і тому загальний баланс має наступний вигляд:

$$N_3 = (\lambda_c - 1)T_{0c} Z_{\sigma} n + 0,5QV_m^2 + 0,42N_3. \quad (3.27)$$

З відповідними перетвореннями отримуємо:

$$N_3 = 1,72[(\lambda_c - 1)T_{0c} Z_{\sigma} n + 0,5QV_m^2]. \quad (3.28)$$

2.3 Обґрунтування основних параметрів і режимів роботи

Вихідні дані.

Подрібнювач для подрібнення рослинних решток

Ширина захвату

$$b = 2,85 \text{ м.}$$

Швидкість агрегату

$$V_a = 10,0 \text{ км/год.}$$

Глибина контакту ножів із ґрунтом

$$h = 1,5 \text{ см.}$$

Питомий опір ґрунту різанню

$$p = 50 \text{ кПа.}$$

Діаметр барабана подрібнювача

Діаметр барабана подрібнювача по кінцях ножів (D) вибирають за умови забезпечення подрібнення рослинних решток та на задану ширину a і заглиблення лише ножів до певної глибини (інші деталі барабана мають проходити над поверхнею поля, і мінімальним зазором).

Діаметр барабана визначаємо із конструктивних міркувань, враховуючи висоту шару рослинних решток, мінімальне заглиблення в ґрунт, довжину ножа, схему кріплення та діаметр вала.

$$D_6 = \Delta_1 + \Delta_2 + \Delta_3, \quad (3.30)$$

де $\Delta_1 = 170$ мм, довжина ножа подрібнювача;

$\Delta_2 = 12$ мм, скоба кріплення ножа подрібнювача;

$\Delta_3 = 220$ мм, діаметр маточини барабана.

$$R = 175 + 12 + 220 = 407 \text{ мм.}$$

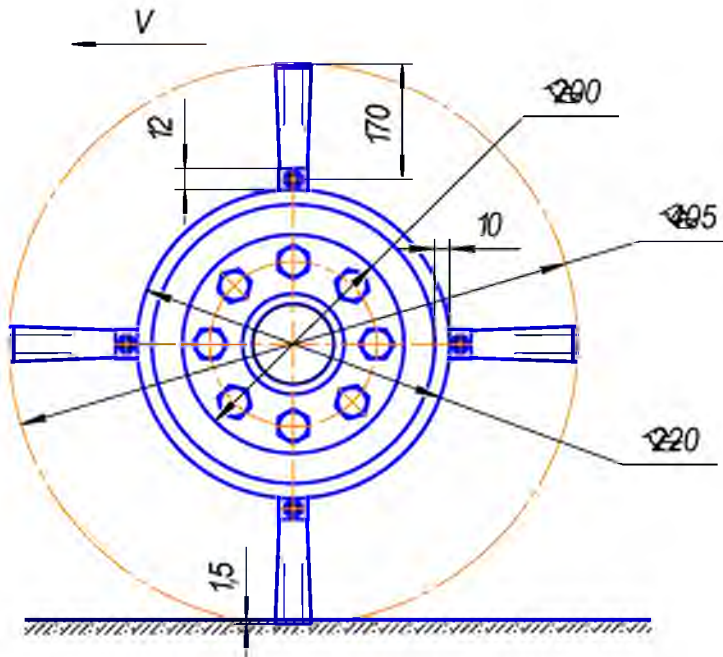


Рис. 3.5. Барабан подрібнювача

Приймаємо $D_6 = 405$ мм.

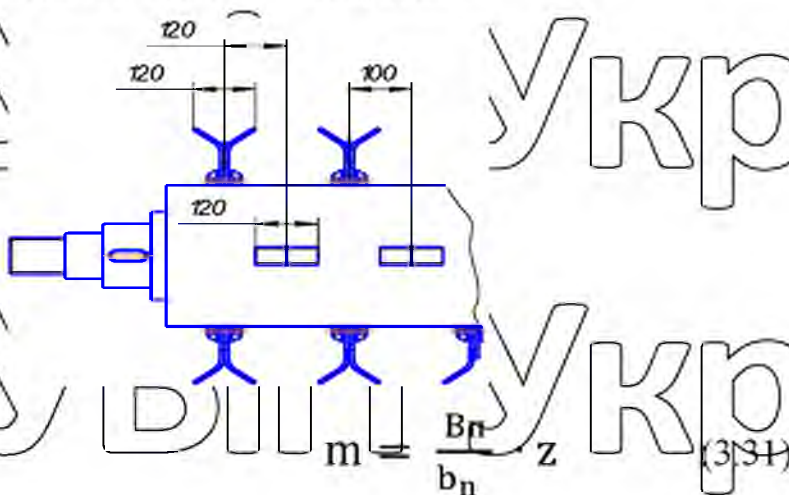
Кількість рядів ножів, закріплених на барабані.

Основні критерії для вибору кількості ножів (z) - це подача і якість подрібнення решток, які задаються відповідними агротехнічними вимогами.

Вибирати z потрібно згідно з рекомендаціями та оглядом конструкцій подрібнювачів [2, 5]. Частіше всього $z = 2; 4$ або 6

Приймаємо $z = 4$

Кількість дисків на барабані.



$m = \frac{2800}{120} \cdot 4 = 96$ (кронштейнів)
 V_p - 2800 мм, довжина барабана;
 b_n - 120 мм, довжина відігнутої кромки ножів.

Колова швидкість та частота обертання барабана.

Враховуючи необхідну швидкість різання рослинних решток $V_p = 50$ м/с,
 та частоту обертання барабана $n = 2025$ об/хв.

$$V_p = \omega \cdot R, \quad (3.34)$$

Кутова швидкість дорівнює:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3.32)$$

$$\omega = \frac{3.14 \cdot 2025}{30} = 209,3 \text{ км/год}$$

$n = 2025$ об/хв., оберти барабана подрібнювача;

Подача на ніж.

$$S = \frac{\pi D_6}{z \lambda}$$

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,405}{4 \cdot 18} = 0,018 \text{ м.};$$

2.4. Кінематичний розрахунок

В кінематичний розрахунок входить вибір кінцевого редуктора.

Для того, щоб вибрати редуктор для подрібнювача, що розробляється, потрібно знати оберти на валу відбору потужності трактора, з яким подрібнювач буде агрегатуватись, та оберти на ведучому валу редуктора роторів.

Приймаємо оберти ВВП 540 об/хв

Приймаємо передаточне число редуктора роторів $i_{рот} = 4$ і знаходимо

частоту обертання ведучого вала за формулою:

$$n_v = n_{рот} \cdot i_{рот}, \quad (3.33)$$

де n_v – частота обертання ведучого вала редуктора роторів, об/хв;

n – частота обертання роторів, об/хв.

Підставивши у формулу (3.3.1) відповідні значення, одержуємо:

$$n_e = 540 \cdot 4 = 2160 \text{ об/хв.}$$

Для трактора Claas Ares 657 $n_{\text{ВВП}} = 540/1000 \text{ об/хв.}$

Виходячи із значення передаточного числа вибираємо стандартний редуктор, який має найблище до розрахункового передаточне число. Редуктор з передаточним числом 4.

2.5. Розрахунок потужності на привід подрібнювача

Щоб знайти потужність N , що реалізується подрібнювачем, потрібно знайти сумарну потужність, яка витрачається на подрібнення $N_{\text{р}}$ та відкидання $N_{\text{в}}$ ґрунту:

$$N = N_{\text{р}} + N_{\text{в}}. \quad (3.35)$$

Потужність на подрібнювач – це потужність, яка використовується ротором на різання рослинних решток. Ця потужність визначається за формулою:

$$N_{\text{р}} = N_{\text{с}} + N_{\text{н}}, \quad (3.36)$$

де $N_{\text{с}}$ – потужність, яка витрачається на рух стояка ножа у ґрунті;

$N_{\text{н}}$ – потужність, яка витрачається на рух носка ножа у ґрунті.

Потужність $N_{\text{с}}$ визначається за формулою:

$$N_{\text{с}} = v_{\text{аб}} p h_{\text{н}} \sin \varepsilon k z, \quad (3.37)$$

де $N_{\text{с}}$ – потужність, яка витрачається на рух стояка ножа у ґрунті, кВт;

$v_{\text{аб}}$ – абсолютна швидкість ножа, м/с;

p – питомий опір різання стебла, кН/м²

$h_{\text{н}}$ – глибина обробітку, м;

$b_{\text{н}}$ – ширина леза ножа, м;

ε – затилковий кут, град;

k – кількість ножів на роторі;

z – кількість роторів.

Абсолютна швидкість ножа $v_{аб}$ протягом обертю змінюється, набуваючи свого максимального 50 м/с та мінімального 40 м/с значення. Тому приймаємо $v_{аб} = 50$ м/с. Значення на перерізанні одного стебла приймаємо $p = 50-200$ Н/м².

Потужність яка витрачається на подрібнення з урахуванням зусилля перерізання одного стебла.

Відомо, що зусилля різання для кукурудзи та $p = 50-200$ Н/м².

Підставивши у формулу (3.4.3) відповідні

значення, одержуємо:

$$N_p = 50 \cdot 100 \cdot 0,01 \cdot 0,06 \cdot \sin 18^\circ \cdot 4 \cdot 1 = 3,7 \text{ кВт}.$$

Потужність N_H визначається за формулою:

$$N_H = v_{аб} p l_n \delta \cos \varepsilon \cdot kz,$$

(3.38)

де N_H – потужність, яка витрачається на рух носка ножів на подрібнення,

кВт;

$v_{аб}$ – абсолютна швидкість ножа, м/с;

p – питомий опір на перерізання, кН/м²

l_n – довжина носка ножа, м;

δ – товщина леза ножа, м;

ε – затилковий кут, град;

k – кількість ножів на роторі;

z – кількість роторів.

Підставивши у формулу (3.4.4) відповідні значення, одержуємо:

$$N_H = 50 \cdot 60 \cdot 0,6 \cdot 0,008 \cdot \cos 18^\circ \cdot 4 \cdot 1 = 17,7 \text{ кВт}.$$

Підставивши у формулу (3.4.2) отримані значення N_c і N_H , одержуємо:

$$N_\phi = 3,7 + 17,7 = 21,4 \text{ кВт}.$$

Потужність на відкидання N_B визначається за формулою:

$$N_B = \frac{\omega F_{шкс} \mu v_{аб}^2 kz}{\pi}, \quad (3.39)$$

де N_B – потужність, яка витрачається на відкидання обмолоту, кВт;

F_{\max} – максимальна площа скиби рослинних решток, м^2 ;

$v_{\text{аб}}$ – абсолютна швидкість ножа, м/с ;

γ – питома вага решток, г/см^3 ;

k – кількість ножів;

z – кількість роторів;

h – глибина обробітку, м ;

ω – кутова швидкість ротора подрібнювача, с^{-1} .

Питома вага рослинних решток лежить у межах 1,1 – 1,6 г/см^3 . Приймаємо

$\gamma = 1,6 \text{ г/см}^3$.

Підставивши у формулу (3.4.5) відповідні значення, одержуємо:

$$N_B = \frac{60 \cdot 0,05 \cdot 1,6 \cdot (0,01 \cdot 50)^2 \cdot 4 \cdot 1}{3,14} = 2,8 \text{ кВт}.$$

Підставивши у формулу (3.4.1) отримані значення N_B і N_{Φ} , одержимо:

$$N = 21,4 + 2,8 \approx 24,2 \text{ кВт}$$

Визначимо потужність $N_{\text{ввл}}$ валу відбору потужності (ВВП) трактора за формулою:

$$N_{\text{ввл}} = \frac{N}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (3.40)$$

де $\eta_{\text{пер}}$ – коефіцієнт корисної дії (ККД) передачі потужності від ВВП трактора до роторів подрібнювача.

Приймаємо $\eta_{\text{пер}} = 0,96$ і одержуємо:

$$N_{\text{ввл}} = \frac{24,2}{0,96} = 25 \text{ кВт}.$$

2.6. Енергетичний розрахунок агрегату

Потужність, яка витрачається на механічні втрати в трансмісії трактора, визначається за формулою:

$$N_{\text{тр}} = (1 - \eta_{\text{тр}}) \cdot N_e, \quad (3.41)$$

де $N_{тр}$ – потужність, яка витрачається на механічні втрати в трансмісії трактора, кВт;

N_e – ефективна потужність двигуна трактора, кВт;

$\eta_{тр}$ – коефіцієнт корисної дії трансмісії трактора.

Подрібнювач буде агрегатуватися з тракторами класу 0,6. Для тракторів цього класу $\eta_{тр} = 0,87-0,92$. Приймемо $\eta_{тр} = 0,9$. Номінальна потужність трактора Claas Argo 657 дорівнює 104 кВт.

Підставивши у формулу (3.5.1) відповідні значення, одержимо:

$$N_{mp} = (1 - 0,9) \cdot 104 = 10,4 \text{ кВт}.$$

Потужність, яка витрачається на рух трактора з начіпним подрібнювачем, визначається за формулою:

$$N_f = (G_{тр} + G_{ф}) \cdot f \cdot v_n, \quad (3.42)$$

де N_f – потужність, яка витрачається на рух трактора з начіпним подрібнювачем, кВт;

$G_{тр}$ – вага трактора, кН;

$G_{ф}$ – вага подрібнювача, кН;

f – коефіцієнт опору кочення;

v_n – швидкість руху подрібнювача, м/с.

Відповідно до паспортних даних, $G_{тр} = 59$ кН, а $G_{ф} = 1,3$ кН. Коефіцієнт опору кочення знаходиться у межах 0,08-0,1. Приймаємо $f = 0,1$.

Підставивши у формулу (3.5.2) відповідні значення, одержимо:

$$N_f = (59 + 1,3) \cdot 0,1 \cdot 1 = 6 \text{ кВт}.$$

Знаходимо потужність, яка витрачається на пробуксовування рушіїв трактора, за формулою:

$$N_{\delta} = N_e \eta_{mp} \delta, \quad (3.43)$$

де N_{δ} – потужність, яка витрачається на пробуксовування рушіїв трактора, кВт;

δ – коефіцієнт буксування.

Коефіцієнт буксування для тракторів з колісною формулою 4к2 становить 0,18.

Підставивши у формулу (3.5.3) відповідні значення, одержимо:

$$N_{\delta} = 59 \cdot 0,8 \cdot 0,18 = 8,4 \text{ кВт}$$

Потужність, яка витрачається на подолання схилів, визначається за формулою:

$$N_{\alpha} = (G_{\text{тр}} + G_{\text{ф}}) \cdot i \cdot v_n, \quad (3.44)$$

де N_{α} – потужність, яка витрачається на подолання схилів, кВт;

$G_{\text{тр}}$ – вага трактора, кН;

$G_{\text{ф}}$ – вага подрібнювача, кН;

i – величина схилу;

v_n – швидкість руху подрібнювача, м/с.

Величина схилу знаходиться у межах 0,01–0,05. Приймаємо $i = 0,05$.

Підставивши у формулу (3.5.4) відповідні значення, одержимо:

$$N_{\alpha} = (59 + 1,3) \cdot 0,02 \cdot 1 = 1,2 \text{ кВт}$$

Потужність на гаку визначають за формулою:

$$N_2 = P_2 v_n, \quad (3.45)$$

де N_2 – потужність на гаку, кВт;

P_2 – зусилля на гаку, кН;

v_n – швидкість руху подрібнювача, м/с.

Зусилля на гаку визначають за формулою:

$$P_2 = B \cdot k_i, \quad (3.46)$$

$$P_2 = 2,8 \cdot 1,2 = 3,36 \text{ кН/м}$$

де P_2 – зусилля на гаку, кН;

B – ширина захвату подрібнювача, м;

k_i – питомий опір переміщення подрібнювача, кН/м.

Питомий опір k_i дорівнює 4 кН/м.

Підставивши у формулу (3.5.5) відповідні значення, одержимо:

$$N_2 = 3,36 \cdot 10 = 33,6 \text{ кВт}$$

Сумарна потужність, необхідна на роботу подрібнюючого агрегату, розраховується за формулою:

$$\Sigma N = N_{\text{ввл}} + N_e + N_{\text{тр}} + N_f + N_k + N_{\text{б}}. \quad (3.47)$$

Підставивши у формулу (7.7) відповідні значення, одержимо:

$$\Sigma N = 25 + 33,6 + 10,4 + 6 + 1,2 + 8,4 = 84,6 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт завантаження двигуна вираховуємо за формулою:

$$k_{\text{зв}} = \frac{\Sigma N}{N_e} \quad (3.48)$$

Підставивши у формулу (3.5.8) відповідні значення, одержимо:

$$k_{\text{зв}} = \frac{84,6}{104} = 0,81$$

Отриманий коефіцієнт завантаження двигуна відповідає загальноприйнятим вимогам.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИПРОБУВАНЬ ПРИСТРОЇ ДЛЯ УТИЛІЗАЦІЇ НЕЗЕРНОВОЇ ЧАСТИНИ ВРОЖАЮ

Під час збирання високостебельних культур виникає необхідність утилізації рослинних решток. Дану проблему вирішують, як правило, шляхом

подрібнення їх на поверхню ґрунту подальшим її зароблянням у ґрунт (мульчування).

Для подрібнення, пожнивних залишків с.г. культур, призначений такий агрегат, як подрібнювач-мульчувач. За його допомогою можна подрібнити і рівномірно розподілити рослинні залишки на поверхні поля, створивши, таким чином, шар мульчі, що зменшуватиме втрати вологи, перешкоджатиме водній та вітровій ерозії ґрунту, а також збільшить надходження у ґрунт органічних речовин.

Основна складність, яка виникає при цьому, полягає в тому, що рослинна маса має тривалий період розкладання з виділенням фенольних сполук, що уповільнюють розвиток рослин, що обумовлює неможливість застосування НЧУ як добриво під озимі культури.

Аналіз факторів, що впливають на процес розкладання НЧУ, показав, що прискорити його можна за рахунок підвищення ступеня подрібнення рослинної маси та обробки комплексним біопрепаратом [4,5]. На основі цього та з метою удосконалення технології збирання НЧУ з використанням її в якості добрива і під озимі культури були проведені дослідження пристроєм для внесення біодеструктора «Екостерн» для прискорення утилізації НЧУ.

Метою досліджень : покращення утилізації пожнивних решток на полі.

Завдання експериментальних досліджень: визначення впливу застосування препаратів на розкладання НЧУ в ґрунті після подрібнення пожнивних решток

Об'єкт та методика досліджень. Для виконання поставленої мети нами було розроблено пристрій для утилізації НЧУ, виконаний на базі серійного подрібнювача пожнивних решток ТОВ НВП «БілоцерківМАЗ» ПН – 2,0.

Даний пристрій дозволяє об'єднати в один процес подрібнення і обробку рослинної маси робочим розчином біодеструктора з подальшим рівномірним розподілом цієї маси по поверхні поля. Розчин готували з розрахунку на 1 га 250 л води, 15 кг аміачної селітри та 1,0 л «Екостерн»

Результати досліджень. В ході теоретичних досліджень в розробленому пристрої були визначені:

- хвилинна витрата біопрепарату

$$Q_v = \frac{V_m \cdot B \cdot Q}{600},$$

де V_m – швидкість руху агрегату, км/год

B – робоча ширина захвату, м

Q – норма витрати ріднини, л/хв.

Для швидкості руху 8 км/год

$$Q_v = \frac{8 \cdot 2 \cdot 30}{600} = 8 \text{ л/хв};$$

- число форсунок

$$n_{\text{форс}} = \frac{B_p}{1,75 \cdot R_k} = 0,1,$$

де B_p – робоча ширина захвату подрібнювача (або довжина барабана), м;

R_k – радіус факела розпилу форсунки, м $n_{\text{форс}} = 5$ шт;

- кут факела розпилу $\alpha = 77,32^\circ$

$$\alpha = 2 \cdot \arctg \frac{R_k}{H_p},$$

де H_p – розрахункова висота розташування форсунок над подрібнювальним барабаном, м;

- годинна витрата форсунки $Q_{\text{ч}} = 0,21 \text{ м}^3 / \text{год}$,

$$Q_{\text{ч}} = \frac{N_{\text{вн.кг}} \cdot W_{\text{ч}} \cdot y_{\text{сер}}}{\Gamma_{\text{форс}}}$$

де $N_{\text{вн.кг}}$ – норма внесення розчину на 1 кг НЧУ, $\text{м}^3 / \text{кг}$;

$W_{\text{ч}}$ – годинна продуктивність агрегату, га / год;

$y_{\text{сер}}$ – середня врожайність НЧУ зібраної ділянки, кг / га.

Експлуатаційні випробування проводилися згідно ГОСТ 527778-2007

післязбирання ярого ячменю на полях ТДВ «Терезіне» Білоцерківського

району. Характеристика ділянки випробувань наведена в таблиці 1.

Таблиця 4. 1.

Характеристика ділянки випробувань

Назва показників	Значення показників
Назва господарства	ТДВ «Терезіне» Білоцерківського району
Дата випробувань	25 липня 2015 року
Тип ґрунту	Чорнозем
Агрофон	Післязбирання ярого ячменю
Густота стеблостою, шт/м ²	584
Середня висота стебел, м	0,5
Висота стерні, м	0,25
Вологість соломи, %	8,22%
Врожайність соломи, т/га	2,12
Середня товщина стебел, м	$2,5 \times 10^{-3}$
Кількість бур'янів, шт/м ²	0,45 (1,5)
Шар гумусу, м	0,182

Збирання проводили за такою технологією: зернозбиральними комбайнами забирали весь біологічний урожай. НЧУ укладалися в валок за комбайном, далі

подрібнювачем солома з валків підбиралася, подрібнювалася і розподілялася по поверхні поля і нароблялася в ґрунт на глибину 10-15 см. В ході випробувань визначалися такі показники, як продуктивність (змінна і година), витрата палива (за зміну, за годину роботи і погектарний), якість подрібнення рослинної маси (процентний вміст частинок середньою довжиною 30-50 мм від загальної маси), вологість подрібненої соломи.

Випробування проводили у порівнянні з серійним подрібнювачем. Результати випробувань наведені в таблиці 2. Аналіз отриманих даних показав, що несуттєве зниження продуктивності пристрою для утилізації НЧУ, у

порівнянні з серійним ПН – 2,0, пов'язано зі збільшенням часу на технологічне обслуговування агрегату, тобто зниженням коефіцієнта використання часу зміни т. Незначне підвищення витрати палива (за зміну на 3,25%) пов'язане зі збільшенням енергоємності процесу подрібнення при підвищенні вологості подрібнюваної маси.

Експлуатаційні показники Таблиця 4. 2

Показники	МТЗ-82 + ПН – 2,0 + пристрій	МТЗ-82 + ПН – 2,0
Змінна продуктивність, га/зм	24,15	24,85
Годинна продуктивність, га/год	3,45	3,55
Витрати палива за змінну, кг/зм	61,58	59,64
Годинна витрати палива, кг/год	0,78	0,73
Погектарна витрата палива, кг/га	2,7	2,6
Вміст частинок середньої довжини 30-50 мм в подрібненій масі, %	51	23
Вологість подрібненої маси, %	25,34	6,12

Спостерігається поліпшення якості подрібнення. Так, процентний вміст частинок середньою довжиною 30-50 мм від загальної маси після проходу розробленого пристрою збільшилася на 28% після проведення випробувань на прибраному ділянці був закладений досвід, метою якого було визначити можливість застосування НЧУ як добриво під озимі культури і застосування якої машини (розроблена або серійна) ефективніше в даній технології. Досвід полягав у тому, що ділянка (на якому проводилися випробування) розділили на дві рівні частини: на одній НЧУ забиралася розробленою машиною, а на іншій - серійною. Далі закладали рослинну масу в ґрунт на глибину 10-15 см.

Після чого з періодичністю раз на чотири дні з кожної частини досвідченого ділянки бралася проба рослинного матеріалу (з триразової повторністю) для визначення стадії процесу його розкладання]. Визначалися зольність (за ГОСТ 26714-85) і вміст сухої речовини (за ГОСТ 26713-85) [4]. На рис.1 показаний

графік швидкості розкладання рослинної маси, прибраної розробленим пристроєм і серійною машиною.

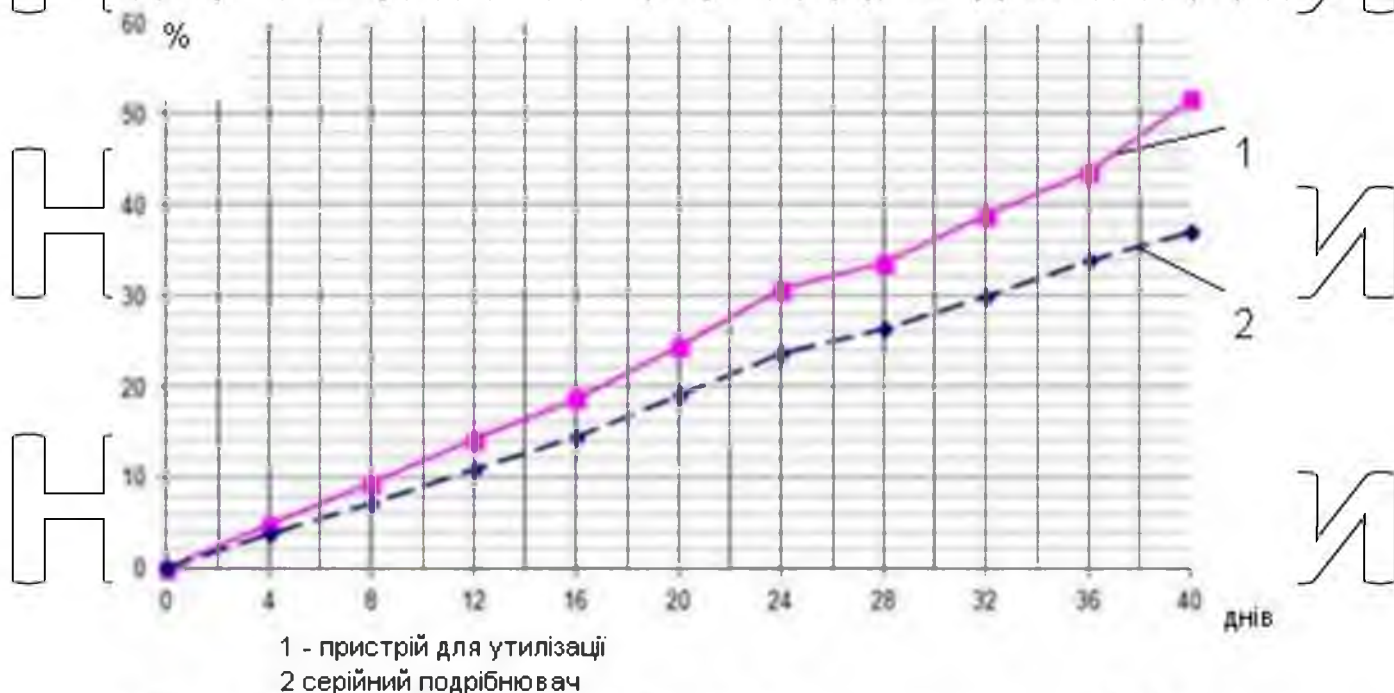


Рис. 4.1. Залежність відсотків розкладених поживних решток від кількості днів («швидкості розкладання рослинної маси»)

Як видно з рис. 4.1, вже через 38 днів НЧУ, оброблена розробленим пристроєм, розкладалася на 50%, а серійною машиною на 37,4%. Такий ефект досягається за рахунок кращого засвоєння робочого розчину гумінового препарату рослинною масою, так як її обробка відбувається в процесі подрібнення.

4. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

Оцінку економічного ефекту від використання модернізованого подрібнювача проведемо в порівнянні приведених затрат серійної та модернізованої конструкції машин з урахуванням комплексу техніко-

експлуатаційних та економічних показників, таких як: продуктивність агрегату, чисельність обслуговуючого персоналу, витрати пального, балансова вартість трактора та сільськогосподарських машин в агрегаті, експлуатаційні витрати з розрахунку на одиницю роботи, питомі капіталовкладення, а також приведені витрати.

Так, експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегаті при виконанні технологічної операції з розрахунку на одиницю роботи будемо визначати за формулою:

$$S = Z + G + T_p + A, \quad (5.1)$$

де: Z - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуваннями, грн; G - вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; T_p - витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування, грн; A - амортизаційні відрахування, грн.

Підставимо значення у формулу (5.1) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

для серійної машини:

$$S_c = 3,39 + 908,15 + 3017 + 12355 = 16283,54 \text{ грн/га}$$

для модернізованої:

$$S_m = 2,38 + 955,85 + 2235,53 + 13000 = 16193,76 \text{ грн/га}$$

Показники, які входять до складу формули (6.1), будемо визначати в наступному порядку.

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно-тракторний агрегат:

$$Z = \frac{Z_M \cdot N \cdot K_M + Z_P \cdot N_P \cdot K_P}{W_3}, \quad (5.2)$$

де: Z_M та Z_P - тарифна ставка за зміну, відповідно, механізаторам та іншим робітникам, грн; (додаток Б-В); N та N_P - відповідно, кількість механізаторів та інших робітників, чол. (додаток А); K_M та K_P - коефіцієнт додаткової оплати праці, відповідно, механізаторам та іншим робітникам (за даними господарства);

W_3 - змінна норма виробітку, га (додаток А).

Підставимо значення у формулу (5.2) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$3c = \frac{71 \cdot 1 \cdot 1,2}{25,13} = 3,39 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої машини:

$$3m = \frac{71 \cdot 1 \cdot 1,2}{25,7} = 2,38 \text{ гр/га}$$

При цьому оплата праці визначається виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої законодавчо. Дану заробітну плату повинні одержувати працівники, зайняті на ручних роботах в рослинництві, що виконують роботу за першим тарифним розрядом. Для визначення тарифних ставок інших розрядів використовуються міжрозрядні коефіцієнти. Додаткова оплата праці встановлюється залежно від фінансового стану підприємств. Нарахування на фонд оплати праці (пенсійне забезпечення, соціальне страхування, страхування від нещасного випадку на виробництві та інші заходи) встановлюються в розмірі 37,2% (для сільськогосподарських

товаровиробників, що не є платниками фіксованого сільськогосподарського податку).

Вартість паливно-мастильних матеріалів, витрачених на одиницю роботи машинно-тракторного агрегату визначаємо як:

(5.3)

де: q - витрати пального на одиницю роботи на даній операції, кг/га;
(відповідно до даних технологічної карти)

C - комплексна ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів, грн/кг (відповідно до ринкових умов).

Підставимо значення у формулу (5.3) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$Gc = 3,45 \cdot 15 = 51,75 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої машини:

$$G_m = 4,25 \cdot 15 = 63,75 \text{ гр/га}$$

Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату в розрахунок на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$T_p = \frac{1}{100 \times W} \left(\frac{B_m \times \chi_m}{T_m} + \frac{B_M \times N_M \times \chi_M}{T_M} \right); \quad (5.4)$$

де: B_T, B_M - балансова вартість відповідно трактора і сільськогосподарської машини, грн. Визначається множенням балансової ціни трактора і машини на коефіцієнт 1,1; χ_T, χ_M - норма відрахувань на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування відповідно для трактора - (6,0%-14,5%), с.-г. машини - (10,0%-14,0%); N_M - кількість сільськогосподарських машин в агрегаті; W - продуктивність агрегату за 1 годину змінного часу, га/год; T_T, T_M - річна зайнятість відповідно трактора і с.-г. машини, год.

Підставимо значення у формулу (6.4) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$T_{pc} = \frac{1}{100 \cdot 2} \left(\frac{640000 \cdot 7,0}{27,85} + \frac{48200 \cdot 1 \cdot 12}{27,85} \right) = 908,15 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої машини:

$$T_{pm} = \frac{1}{100 \cdot 2,7} \left(\frac{640000 \cdot 7,0}{19,60} + \frac{48200 \cdot 1 \cdot 12}{19,60} \right) = 955,85,20 \text{ гр/га}$$

Амортизаційні відрахування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату:

$$T_p = \frac{1}{100 \times W} \left(\frac{B_m \times a_m}{T_m} + \frac{B_M \times N_M \times a_M}{T_M} \right); \quad (5.5)$$

де: a_T, a_M, a_M - норма амортизаційних відрахувань по трактору - (17,5%-19,5%), зчіпці - 14,2%, с.-г. машині - (12,5%-14,2%).

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до тривалості використання основних засобів на вирощуванні окремої культури, їх балансової вартості та нормативів відрахувань. Згідно з діючим в Україні податковим законодавством норми амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних засобів на початок звітного

періоду у таких розмірах: для першої групи - 5%, для другої групи - 25% та для третьої групи - 15%.

Підставимо значення у формулу (5.5) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$A_{рс} = \frac{1}{100 \cdot 2} \left(\frac{640000 \cdot 17,5}{27,85} + \frac{48200 \cdot 13}{27,85} \right) = 3017 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої машини:

$$A_{рм} = \frac{1}{100 \cdot 2,7} \left(\frac{640000 \cdot 17,5}{19,60} + \frac{48200 \cdot 13}{19,60} \right) = 2235,53 \text{ гр/га}$$

Після виконання розрахунків за формулами 5.2 – 5.5 за допомогою формули 5.1 визначаємо експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегату.

Питомі капіталовкладення (грн/га) відносно машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$K_n = \frac{1}{W} \left(\frac{B_m}{T_m} + \frac{B_m \times N_m}{T_m} \right) \quad (5.6)$$

Підставимо значення у формулу (5.6) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

для серійної машини:

$$K_{рс} = \frac{1}{2} \left(\frac{640000}{27,85} + \frac{48200 \cdot 1}{27,85} \right) = 12355 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої машини:

$$K_{рм} = \frac{1}{2,7} \left(\frac{640000}{19,60} + \frac{48200 \cdot 1}{19,60} \right) = 13000 \text{ гр/га}$$

Приведені витрати (грн/га) щодо машинно-тракторного агрегату розрахуємо за формулою:

$$\Pi = S + E_H K_n, \quad (5.7)$$

де: E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_H = 0,15$.

Підставимо значення у формулу (5.7) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$P_m = 16193,76 + 0,15 + 13000 = 29193,91 \text{ гр/га}$$

- для модернізованої :

$$P_m = 16283,54 + 0,15 + 12355 = 28638,70 \text{ гр/га}$$

Як походить з наведеної методики розрахунку економічної ефективності сільськогосподарського агрегату, критеріальним показником при визначенні економічної ефективності варіанту комплектування машино-тракторного агрегату є приведені витрати.

Покращення економічної ефективності розроблюваного агрегату спостерігається за рахунок підвищення його продуктивності. Підвищення годинної продуктивності агрегату відбувається за рахунок покращення технологічних параметрів, так робоча швидкість агрегату становить 12 км/год, а коефіцієнт використання часу зміни 0,9. Економічний ефект від впровадження розроблюваного агрегату визначимо за формулою:

$$E = (P_c - P_m) \cdot Q = (29193,91 - 28638,70) \cdot 100 = 55521 \text{ грн} \quad (5.8)$$

де: Q – об'єм виробництва на рік, га/рік.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники порівнюваних ґрунтообробних знарядь.

Техніко-економічні показники МТА	Значення показників	
	Агрегат серійного виробництва ПН-2,0	Розроблений подрібнювач рослинних решток
Годинна продуктивність агрегату, га/год	2	2,7
Норма виробітку за зміну, га	16	21,6
Витрати пального, кг/га (вартість пального, грн/га)	3,45 (20)	4,25 (20)
Оплата праці, грн/га	2,38	3,39
Експлуатаційні витрати, грн./га	3017	2235

Питоми капіталовкладення, грн./га	12355	13000
Приведені витрати, грн./га	29193	28638
Річний економічний ефект	-	55521

ВИСНОВКИ

1. Зменшення витрат при вирощуванні озимої пшениці, підвищення врожайності можливе за рахунок включення в технологію подрібнювача і здійснення після його проходу прямої сівби.
2. У результаті аналізу існуючих технічних функцій встановлено, що мається широка гамма конструкцій цих машин, але кожній з них властиве раніше зазначені недоліки. Для їх усунення нами пропонується нова конструктивна схема навісного подрібнювача.
3. Обробіток з інтенсивним подрібненням також винятково важливий в рослинництві за інтенсивними технологіями. Лушпильники і диски не зовсім задовольняють агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту на полях, адже подрібнення рослинних решток при роботі активних органів набагато краща, ніж прості диски.
4. Проведені теоретичні і експериментальні дослідження показали, що розроблений подрібнювач пожнивних решток дозволяє проводити утилізацію НЧУ згідно агротехнічним вимогам.
5. Значно підвищивши якість подрібнення рослинного матеріалу (на 28%) і збільшивши швидкість його розкладання (на 26,7%), що робить можливим застосування НЧУ в якості добрива і під озимі культури.

6. Економічний ефект від впровадження розроблюваного комбінованого ґрунтообробного агрегату в порівнянні з серійною машиною ПН-2,0 становить 555,21 грн/га, або 55521 грн на сто гектар оброблюваної площі.

Покращення економічної ефективності розроблювального агрегату відбувається за рахунок підвищення його робочої швидкості до 12км/год., встановленню додаткового обладнання.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва. К.: Вища школа., 1995.-271с.

2. Бондаренко Н.Г., Експлуатація машинно-тракторного парку. К.: Вища школа, 1984, с.232.

3. Бубнов В.З. Кузьмин М.В., Експлуатація машинно-тракторного парку. М.: Колос, 1980, с. 231.

НУБІП України

4. Бугай С.М. Рослинництво. К.: Вища школа., 1978.-384с.

5. Войтюк Д.Г., Гаврилук Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Каравела, 2008. – 552с.

6. Діденко М.К., Експлуатація машинно-тракторного парку. К.: Вища школа, 1975, с. 456.

7. Десв Л.П., Сінгур Л.Ф. Техніка безпеки у сільському господарстві. – К.: Урожай, 1988. – 115с.

8. Екологія. Б.В. Борисюк, В.П. Фещенко та ін. – Житомир: ДАУ, 2003, –174с.

9. Злобін Ю.А. Основи екології. К.: - Лібра, 1998, 248с.

10. Иосилевич Г.Б. и др. Прикладная механика. – М.: Машиностроение, 1985 – 567с.

11. Ільченко В.Ю. та інші. Машиновикористання в землеробстві. – К.: Урожай, 1991. – 382с.

12. Ільченко В.Ю., Лімонг О.В., та інші, Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві. К.: Урожай, 1993, с. 284.

13. Кулен А., Куиперс Х. Современная земледельческая механика. Пер. – с англ. А.Э. Габриэляна. Под ред. Ю.А. Смирнова. – М.: Агропромиздат, 1986. – 249с.

14. Кленин Н. И., Сакун В. А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1980. – 671с.

15. Кушнарєв А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. – К.: Урожай, 1989. – 144с.

16. Кучерявий В.П. Екологія. – Львів: Світ, 2000 – 500с.

17. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 2001.- 375с.

18. Сопротивление материалов. Писаренко В.С. – К.: Вища школа., 1986. – 775с.

19. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Г. В. Листопад и др., М.: Агропромиздат, 1986. – 688с.

20. Технології та технологічні проекти вирощування основних сільськогосподарських культур. О.Ф.Смаглій та інші., Житомир: «Державний агроекологічний університет», 2007. - 544с.

21. Оптимізація комплексів машин і структури машинного парку та планування технічного сервісу / Мельник І.І., Гречкосій В.Д., Бондар С.М. [та ін.]. - К.: Видавничий центр НАУ, 2004. - 151с.

22. Рожанський О. Доцільність повернення соломи в ґрунт та чинники, що впливають на ефективність цього заходу / О. Рожанський, О. Боднар // Техніка і технології АПК. - №8(23). - серпень. - 2011. - С. 27-

23. Рожанський О. Мало измельчать, нужно правильно распределить / Рожанский О., Кремсал В., Атаманюк О. // Зерно. - №5. - 2009. - С. 94-98.

24. Розвиток органічного виробництва / Федоров М.М., Ходаківська О.В., Корчинська С.Г. : за ред. М.М. Федорова, О.В. Ходаківської. - К.: ННЦ ІАЕ, 2011. - 146 с.

25. Рудницька О.В. Формування попиту на органічну продукцію в Україні. аналіз і перспективи / О.В. Рудницька // Економіка АПК. - 2005. - №10. - С. 116-120.

26. Косолап М.П., Кротінов О.П. Система землеробства №-ТіІІ - Київ, 2011. - 372 с.

27. Присяжная С.П. Совершенствование процесса измельчения и рассеивания соевой соломы для повышения плодородия почвы // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. - 2009. - №10(60). - С.95-97.

28. Лінник М.К. Технологічні аспекти використання соломи для удобрення ґрунту. / Лінник М.К., Лукаш М.І. // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 2010. - Вип. 94. - С. 76-84.

29. Говоров О.Ф. Машини для скошування і подрібнення рослин або їх решток і розподілення частинок по поверхні ґрунту. / Говоров О.Ф., Гуків Я.С., Мойсеєнко В.К. // Механізація та електрифікація сільського господарства. - 2010. - Вип. 94. - С. 29-48

30. Подрібнювач рослинних решток КП-4.5 [Електронний ресурс].- Режим доступу:

31. Шелудченко Б.А. Агромеханіка ґрунтів. Житомир, Полісся, 1992. – 249с.

32. ГОСТ 20915-75. Сельскохозяйственная техника. Методы определения условий испытаний. – М.: Госкомсельхозтехника СССР, 1975. – 34с.

33. ГОСТ 23728-88. Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. – М.: Изд-во стандартов. 1979. – 24 с.

34. ГОСТ 24055-88 – ГОСТ 24059-88. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М.: Изд-во стандартов. 1980. – 45с.

35. ОСТ 23.2.147-85. Детали сельскохозяйственных машин. Диски. Общие технические условия. – М.: 1985.

36. ОСТ 70.2.18-73. – ОСТ 70.2.20-73. Испытания сельскохозяйственной техники. Методы экономической оценки. – М.: 1974.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України