

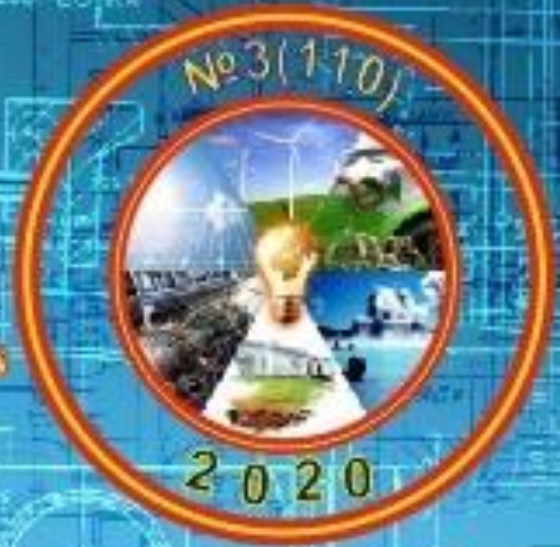
Всеукраїнський науково-технічний журнал

All-Ukrainian Scientific & Technical Journal

ISSN 2520-6168 (Print)

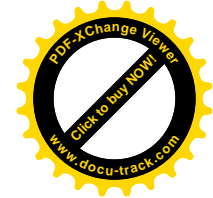
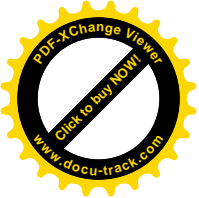
DOI-10.37128/2520-6168-2020-3

Machinery
Energetics
Transport
of Agribusiness



**ТЕХНІКА
ЕНЕРГЕТИКА
ТРАНСПОРТ АПК**





ТЕХНІКА, ЕНЕРГЕТИКА, ТРАНСПОРТ АПК

Журнал науково-виробничого та навчального спрямування
Видавець: Вінницький національний аграрний університет

Заснований у 1997 році під назвою «Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту».
Правонаступник видання: Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки.
Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації
КВ № 16644–5116 ПР від 30.04.2010 р.

*Всеукраїнський науково – технічний журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» /
Редколегія: Токарчук О.А. (головний редактор) та інші. Вінниця, 2020. 3 (110) . 153 с.*

*Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету
(протокол №4 від 30.10.2020 р.)*

Свідоцтво про державну реєстрацію засобів масової інформації №21906-11806 Р від 12.03.2016р.

*Журнал «Техніка, енергетика, транспорт АПК» включено до переліку наукових фахових видань
України з технічних наук (Категорія «Б», Наказ Міністерства освіти і науки України
від 02.07.2020 року №886);*

- присвоєно ідентифікатор цифрового об'єкта (Digital Object Identifier – DOI);
 - індексується в CrossRef, Google Scholar;
 - індексується в міжнародній наукометричній базі [Index Copernicus Value](#) з 2018 року.
-

Головний редактор

Токарчук О.А. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Заступник головного редактора

Веселовська Н.Р. – д.т.н., проф., Вінницький національний аграрний університет

Відповідальний секретар

Полсвода Ю.А. – к.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Члени редакційної колегії

Іскович – Лотоцький Р.Д. – д.т.н., проф.,
Вінницький національний технічний університет

Цуркан О.В. – д.т.н., доц., Вінницький національний аграрний університет

Булгаков В.М. – д.т.н., проф., академік НААН,
Національний університет біоресурсів і
природокористування України

Іванчук Я.В. – к.т.н., доц., Вінницький національний
технічний університет

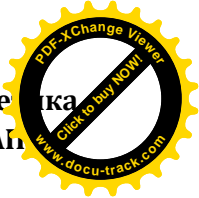
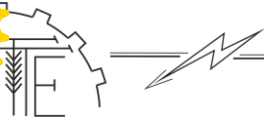
Зарубіжні члени редакційної колегії

Йордан Максимов – д.т.н., професор Технічного
університету Габрово (Болгарія)

Відповідальний секретар редакції **Полсвода Ю.А.** кандидат технічних наук, доцент
Адреса редакції: 21008, Вінниця, вул. Сонячна 3, Вінницький національний аграрний університет,
тел. (0432) 46–00–03

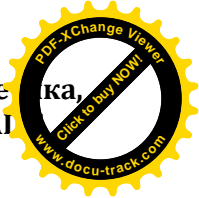
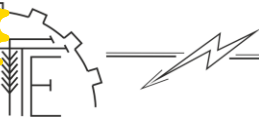
Сайт журналу: <http://tetapk.vsau.org/>

Електронна адреса: pophv@ukr.net



ЗМІСТ

I. ГАЛУЗЕВЕ МАШИНОБУДУВАННЯ. МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО. ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА*Анісімов В. Ф., Музичук В. І.***ВИЗНАЧЕННЯ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ АВТОТРАКТОРНИХ ДИЗЕЛІВ МАТЕМАТИЧНИМ МОДЕЛЬЮВАННЯМ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ МАЛИХ ВІДХИЛЕНЬ..... 4***Веселовська Н. Р., Ялина О. О., Янішевський В. Ю.***РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДІАГНОСТУВАННЯ ДЕФЕКТІВ ЗУБОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ У РЕДУКТОРАХ САМОХІДНИХ СІЛЬСЬКОРОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН..... 16***Ivan Sevostianov, Yaroslav Ivanchuck, Svetlana Kravets***ELABORATION AND RESEARCHES OF HIGHLY EFFECTIVE INSTALLATION FOR VIBRO-BLOWING DEHYDRATION OF DISPERSIVE WASTE OF FOOD PRODUCTIONS.. 24****II. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА***Возняк О. М., Штуць А. А.***ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ ПРИРОДНОГО ГАЗУ..... 34***Купчук І. М., Яропуд В. М., Телекало Н. В., Граняк В. Ф.***ПЕРСПЕКТИВИ ТА ПЕРЕДУМОВИ ВПРОВАДЖЕННЯ АВТОНОМНИХ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ..... 51***Пазюк В. М.***ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА СУШКА НАСІННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР..... 64***Солона О. В.***ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ ТА РОБОТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ У АПК УКРАЇНИ..... 71****III. АГРОІНЖЕНЕРІЯ***Кондратюк Д. Г., Комаха В. П.***ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ РІЗАЛЬНОГО АПАРАТА РОТАЦІЙНОЇ КОСАРКИ..... 77***Курило В. Л., Пришляк В. М.***ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ДОГЛЯДУ ЗА ПОСІВАМИ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ..... 86***Пономаренко Н. О., Яропуд В. М., Лепеть Є. І.***ДОСЛІДЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ РОЗКИДАННЯ СИПУЧИХ МАТЕРІАЛІВ..... 95***Севостьянов І. В., Токарчук О. А., Горбаченко А. А.***РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИСОКОЕФЕКТИВНОГО БЕЗПЕРЕРВНОГО ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ПЕРЕРОВНИХ ПІДПРИЄМСТВ..... 103***Середа Л. П., Швець Л. В., Швець О.***РОЗРОБКА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ..... 117***Соломон А. М., Полевода Ю. А.***ОБГРУНТУВАННЯ СКЛАДУ ФЕРМЕНТОВАНИХ ПРОДУКТІВ З ВИКОРИСТАННЯМ РОСЛИННИХ НАПОВНЮВАЧІВ 126***Холодюк О. В., Кузьменко В. Ф.***МОМЕНТ ВІД ЗУСИЛЬ ТЕРТЯ ТРАВ'ЯНОЇ МАСИ НА ДИСКОВОМУ НОЖІ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ..... 135***Шаргородський С. А., Янішевський В. Ю., Ялина О. О.***ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗАГОТІВЛІ СІНАЖУ..... 145**



УДК: 631.3

DOI: 10.37128/2520-6168-2020-3-12

РОЗРОБКА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Серета Леонід Павлович, к.т.н., професор
Швець Людмила Василівна, к.т.н., доцент
Швець Олександр, студент
 Вінницький національний аграрний університет

Leonid Sereda, PhD, Professor
Ludmila Shvets, PhD, Associate Professor
Oleksandr Shvets, student
 Vinnytsia National Agrarian University

З появою новітніх технологій No-till і Strip-till, вчені у галузі агрономії, особливо за кордоном, називали їх революційними у рослинництві, так, поряд з економічними показниками, ці технології зберігають родючий потенціал ґрунту. Це досягається за рахунок меншої шкоди ґрунту за рахунок мінімальної кількості технологічних операцій, а також обов'язкового покриття поля залишками рослин після збирання. Американські вчені показали, що при правильному застосуванні цих технологій основний показник якості ґрунту - гумус не знижується, а навпаки - збільшується. У цій статті проаналізовано роботу смугового обробітку у фермерських господарствах України та пропонується установка для обробітку ґрунту КФГ-3,6, розроблена вченими кафедри агроінженерії та технічних сервісу Вінницького національного аграрного університету.

Основним засобом, який може запобігти втраті родючості землі, є впровадження енергозберігаючих та родючих технологій. Закладено фактори ураження ґрунту та максимальне покриття ґрунту рослинними залишками. Найвідомішими є технології, досить відомі у США та Канаді, де обробляється понад 50% земель, а також в Аргентині, де вони становлять понад 50%. У Європі такі країни, як Німеччина, Франція та Великобританія, обробляють близько 10% землі, а в Україні – лише 5%. Технологія Strip-till прийшла в Європу зі Сполучених Штатів, де її попередник була технологія No-till. В даний час майже половина найбільшого врожаю кукурудзи в США належить Strip-till технологіям.

На кафедрі агроінженерії та технічного сервісу Вінницького НАУ багато років викладається курс лекцій для магістрів з дисципліни «Перспективні технології у рослинництві». Підприємство сільгосптехніки "Калина-Агромаш" на Вінниччині зацікавлені розробкою модернізованого культиватора КФГ-3,6 для технології Strip-till, про яку частково йдеться у цій статті.

Ключові слова: технології Strip-till, фрезерний культиватор, гідравлічний привід.

Рис. 4. Ф. 7. Літ. 11.

1. Постановка проблеми.

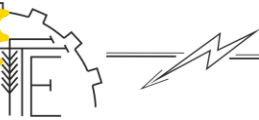
Як відомо, що найбільше багатство України – це її земля. В Україні найбільше в світі родючих земель. Проте, багатьма вченими в галузі ґрунтознавства досліджено, що основний показник ґрунту гумус, за сто років зменшився майже вдвічі. Якщо в подальшому падіння гумусу буде продовжуватися в подібних масштабах, земля втратить свою родючість до кінця нинішнього століття.

Які ж причини втрати гумусу на даний період? Чим запобігти його втратам?

Основним засобом який може запобігти втраті родючості землі, це впровадження енергозберігаючих і родючозберігаючих технологій. Закладені фактори травмування ґрунту і максимальне покриття ґрунту рослинними залишками. Найбільш відомими технологіями є технології, досить розповсюдженні в США і Канаді, де оброблюється більше 50 % землі, а також в Аргентині де вони становлять понад 50 %. В Європі такі країни, як Німеччина, Франція і Великобританія оброблять близько 10 % земель, а в Україні - лише біля 5 %.

2. Аналіз останніх досліджень і публікацій

В Європу технологія Strip-till, прийшла зі Сполучених Штатів, де попередником для неї була технологія No-till. На даний час, практично більше половини посівів кукурудзи, яка займає найбільше площ в США, належить технології смугового обробітку Strip-till [1].



Strip-till передбачає смугове розпушування на глибину прикореневого шару, з одночасним внесенням добрив. Тим самим, створюються оптимальні умови для проростання сходів, за рахунок отримання добре підготовленого посівного "ложе". Між ділянками, обробленими культиватором, залишаються міжряддя незайманого ґрунту. У них зберігаються капіляри, що покращують живлення вологою, а ґрунтова екосистема зберігає свою структуру. Зверху лежить мульча з поживних залишків, які також грають свою позитивну роль.

Міжряддя взаємодіють з розпушеними смугами, забезпечуючи процеси обміну речовин, нормалізує життєдіяльність організмів і відновлюючи родючість ґрунту. Мінеральні і органічні добрива вносяться саме туди, де вони найбільше потрібні, до коренів рослин.

Strip-till поєднує переваги традиційного (орного) способу і нульового обробки ґрунту. Вона добре підходить для рядкових культур з розвиненим стрижневим корінням: цукрові буряки, кукурудза, рапс та інші.

Strip-till з'явилася в США в 1965 році, після зміни умов навколишнього середовища. Іншою причиною став той факт, що при No-till і mini-till не виходить локалізовано розподілити рослинні залишки і внести добрива в глибинні горизонти [2].

Сьогодні технологія Strip-till, крім США, застосовується в деяких регіонах Канади, а також в Німеччині та інших країнах Європи. Її використовують для вирощування соняшнику, сої, картоплі, кукурудзи, цукрових буряків, капусти, озимих і ярих пшениці і ячменю, гречки, ріпаку та інших культур. [3, 4, 5].

В Україні Strip-till використовувалася спочатку в більш посушливих регіонах: Миколаївська, Одеська, Черкаська області. Дещо пізніше її наступники ж успішно випробували в Дніпропетровській, Полтавській і Харківській, Хмельницькій і Вінницькій областях (рис. 1).



Рис. 1. Агрегат АСОГ-8 виробництва ТОВ «Краснянське» СП «Агромаш» Вінницької області.

Strip-till передбачає виконання чотирьох комплексів технологічних операцій: формування смуг, посів, догляд за сходами, збирання врожаю [3].

Перші два комплекси можуть застосовуватися в різних варіантах. В одному (роздільний спосіб) смугова культивация і посів проводяться в різний час. В іншому (комбінований) - посів роблять одночасно з розпушуванням, за один прохід. Вибір методики залежить від місцевих умов, перш за все, від складу ґрунту. Якщо зміст глини в гранті середнє або високе, то роздільний спосіб краще. Розпушування проводять восени, а сіють навесні. Кожен раз при цьому можуть вносити добрива.

Якщо глини мало, а піску багато, то вибирається комбінований варіант, при якому навесні виконується розпушування з одночасним внесенням добрив і посівом.

Склад ґрунту враховують при визначенні кількості добрив і горизонту їх закладення. Тут слід пам'ятати, що в легких грантах хімікати можуть перерозподілитися в більш глибокі шари. А в гумусі і глинистих структурах можлива фіксація поживних речовин.

Для обробки ґрунту застосовуються спеціальні культиватори. Наприклад, агрегат Stripcat II (рис. 2) компанії SLY (Франція) має наступні вузли: диск - відкриває смугу і видаляє з поверхні ґрунту рослинні залишки; очисник рядів з шаблезубими ножами - чистить посівну лінію; спеціальна лапа - розпушує ґрунт і вносить добрива; дефлектор - подрібнює грудки землі; котки - трамбуєть поверхню для формування однорідного посівного ложа.

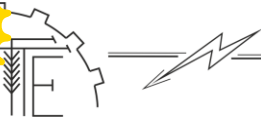


Рис. 2. Агрегат Stripcat II компанії SLY (Франція)

Конструкція інших агрегатів може бути більш простою або складною. Зокрема, багато обладнані блоком висіву.

Більш докладно Strip-till можна розглянути на прикладі комбінованого варіанту, з використанням техніки Mzuri (Великобританія) (рис. 3).

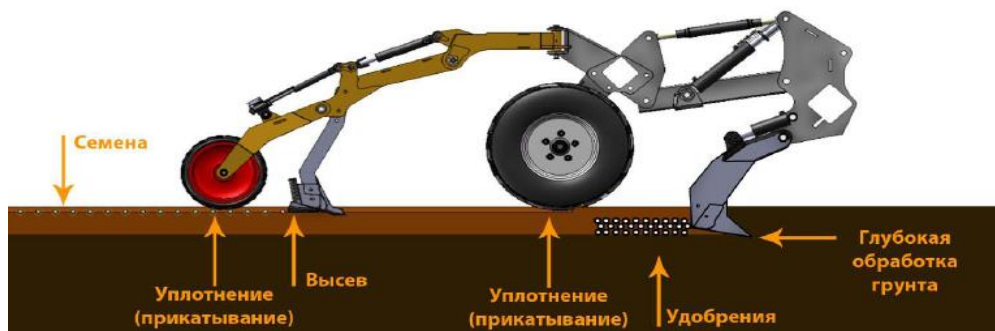


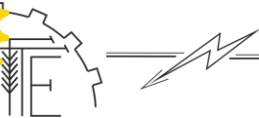
Рис. 3. Розташування і функції робочих органів посівного комплексу Mzuri

Перші два комплекси виконуються за один прохід. Відразу робиться смугове розпушування, внесення добрив і посів на підготовлене ложе, в добре аерованих ґрунтах. Поживні речовини виявляються під насінням, завдяки чому ефективно використовуються. Оброблений ґрунт прогривається швидше. У незайманих міжрядях зберігаються черв'яки і мікроорганізми. А також - система капілярів. На відміну від орного способу, вона не зруйнована, тому циркуляція вологи залишається інтенсивної. На поверхні міжрядь - стерня та поживні залишки. Вони зменшують випаровування, протидіють утворенню водної та вітрової ерозії.

Наприклад, Horsch (Німеччина) займається даним питанням з 2001 року. Зараз компанія пропонує Horsch Focus CS з бункером для насіння SW 3500 S. Крім цієї фірми і згаданих вище французької SLY і англійської Mzuri, техніку для стрип-тілл виробляють американські бренди Dawn, Orthman, Remlinger, Schlagel [6].

Яка різниця між Strip-till, No-till і mini-till? Ці технології об'єднує те, що всі вони відносяться до способів мінімальної обробки ґрунту. Тут немає звичної відвальної оранки з переворотом пласта, яка характеризується високими витратами і руйнуванням природної структури ґрунту. При традиційній технології втрачається гумус, падає родючість, є небезпека ерозії. Утворюється підплужна підшва. Альтернативні способи всім цим не "страждають". Але, кожна з методик являє собою складну систему землеробства. Тут потрібна сучасна, часто дорога техніка і грамотні фахівці. А також вивірена, в залежності від місцевих умов, і точно дотримувана технологія.

У той же час, є і відмінності. При No-till ґрунт не обробляють, а мульчують. Сіють по стерні. Широко використовують сидерати, особливо важливого значення набуває правильне складання сівозміни. Вся робота "покладена" на спеціальну сівалку. Вона ріже і розподіляє рослинні залишки, робить в ґрунті борозну, висаджує в неї на необхідну глибину насіння і закриває їх. Наявність мульчі захищає поле від висихання і вітру. Зволожений шар товщий, ніж при оранці. Збереження структури ґрунту залишає в недоторканності середовище проживання дощових черв'яків, ентомофагів і мікроорганізмів. Проти бур'янів у великій кількості застосовуються гербіциди. No-till особливо ефективна в посушливий рік.



Mini-till - це, фактично, безвідвальна технологія, ґрунт культивується на глибину до 30-32 см. Шари не перевертаються. Поживні залишки зберігаються на поверхні, хоча їх менше, ніж в No-till. Ґрунт добре тримає вологу. Для утворення гумусу створюються відповідні умови. " Mini" добре підходить при слабкій зволоженості на полях, схильних до вітрової ерозії. Деякі фахівці вважають mini-till перехідним етапом до нульового обробітку.

Strip-till передбачає смугове розпушування на 25 см, дві третини поля залишається в незайманих міжряддях. У ній поєдналися переваги відвальної оранки (прогрів і просушування ґрунту) з захистом ґрунту, завдяки тому, що пухкі тільки смуги для внесення насіння. Крім того, при цій технології, на відміну від двох інших, можна внести добрива на потрібний обрій. Поле для No-till має бути рівним. Ця система не підходить для перезволожених і заболочених ґрунтів. А також - в складних ґрунтово-кліматичних умовах: при короткому вегетаційному періоді, на полях з тонким родючим шаром, на запливаючих ґрунтах або на малородючих ґрунтах з невеликою кількістю органіки. Тоді як Strip-till в подібних ситуаціях можна використовувати без особливих проблем. Вона краще прогріває ґрунт, ефективніше використовує добрива і забезпечує більш відповідний водно-повітряний режим. У той же час, як говорилося вище, Strip-till не годиться для вологих і важких ґрунтів.

Strip-till – це сучасна технологія делікатного обробки ґрунту. Так, її впровадження не обходиться без певних складнощів - незвично, незрозуміло, дорого, вимагає наявності грамотних агрономів. Але дбайливе ставлення до землі обов'язково окупиться підвищенням її родючості.

3. Мета дослідження

Мета даної роботи це доцільність застосування технології Strip-till в умовах господарств Вінницької області, яка широко впроваджена в багатьох країнах Європи і Америки, завдяки економічній ефективності і особливо екологічності.

У зв'язку з високовартісною технікою іноземного виробництва, метою роботи є також впровадження технології за рахунок виготовлення власної техніки, а саме модернізування агрегату КФГ-3,6 замінивши механічний привід на гідравлічний.

4. Результати дослідження

Основними позитивними сторонами технології Strip-till є:

- отримання оптимальної структури ґрунту перед посівом за рахунок смугового обробітку ґрунту спеціальними робочими органами;
- створення сформованого простору лише в зоні висіву культури з прибирання поживних залишків із рядка перед розпушуванням;
- економія виробничих затрат за рахунок того, що поле обробляється несучільним рихленням, а лише на третину;
- захист від водяної та вітрової ерозії за рахунок стримувальної дії поживних залишків у міжряддях;
- ефективне підкореневе підживлення рослин на різних глибинах;
- мінімізація парку машин і економія палива і матеріальних ресурсів.

Поряд з позитивними сторонами є негативні, які стримують широке впровадження технології Strip-till в господарствах.

В першу чергу, це зменшення урожайності, на першому році її застосування.

По-друге, не підготовленість поля під технологію. В господарствах потрібно поступово впроваджувати технологію за всіма правилами. Для цього потрібні кваліфіковані виконавці, особливо агрономи. Також, дана технологія потребує додаткових матеріальних затрат. Спеціальні агрегати для смугового обробітку ґрунту досить складні і дорого вартісні, а також потребують тракторів великої потужності. А це доступно тільки великими агропідприємствами і потужним фермерським господарствам. Для малих фермерських господарств ця технологія недоступна.

Базовий комплекс машин для обробітку по технології Strip-till ґрунтується на основі виконання наступних операцій:

- формування смуг;
- проведення сівби;
- догляд за посівами, включаючи операції по захисту рослин;
- зберігання урожаю.



Дві перші операції можуть бути реалізовані, як суміщенням, так і роз'єднанням. При чому, при роз'єднаному способі, формування смуг може бути проведено в осінній період, а посів – навесні та доцільно використовувати агрегат обладнаний системою точної сівби із застосуванням GPS навігації.

Суміщений метод посіву застосовують, як правило, на легких ґрунтах, таких як супіщані і деякі типи чорнозему [7].

Роздільний спосіб використовують на глинистих ґрунтах і заболотяних полях, а також для більшості чорноземів.

Для обробітку ґрунту застосовують спеціальні агрегати – культиватори, які мають відповідне знаряддя:

- диски, що відкривають смугу і очищують її від рослинних рештків;
- лапа, у вигляді чизеля, для рихлення ґрунту і внесення добрив;
- очисник рядків з подрібнювачами решток;
- дефлектор для подрібнення ґрунту;
- каток для ущільнення ґрунту.

Найбільш поширеними агрегатами для технології Strip-till є агрегати відомих фірм США, таких як Orthamh, Reminlinder, Pawn, а також Європейських Horsch, Forus, Stripcat, Mzwu [6, 8]. В Україні також розробляється декілька агрегатів по технології Strip-till. Агрегат СТА-4А виробництва СТОВ «Агрореммаш» м. Біла Церква, а також агрегат АСОГ-8 виробництва ТОВ «Краснянське» СП «Агромаш» Вінницької області. Даний агрегат, шириною захвату 5,6м має 8 робочих секцій для посіву кукурудзи, шириною міжряддя 70см. Робоча секція складається з розрізувального диска, двох очисних дисків, глибоко розпушувальних лап, двох дисків для формування валка і прикочуючого котку. Недоліком даної конструкції є велика затрата потужності (20-25КВт/секцію), що потребують для агрегування трактора, потужністю 200КВт.

Для задоволення вимог агротехніки для посіву та посадки різних сільськогосподарських культур йшов розвиток і вдосконалення ґрунтообробних машин і знарядь, в тому числі - фрез. Широке застосування фрези для суцільного обробітку ґрунту дозволило перейти до інтенсивного використання сільськогосподарських угідь. В останні роки йде активне впровадження в сільськогосподарське виробництво сучасних енергозберігаючих технологій, а також комбінованих ґрунтообробних машин для їх реалізації. Щорічно з'являються нові конструкції машин з оригінальними робочими органами. Вони можуть одночасно виконувати більше число технологічних операцій, проте стають більш громіздкими.

Основною вимогою до ґрунтообробних машин, які використовуються при інтенсивній технології вирощування сільськогосподарських культур, є можливість їх застосування в різні агротехнічні терміни. Перевага віддається фрезам, які здатні підготувати ґрунт відповідно до агротехнічних вимог, особливо на важких ґрунтах. В багатьох, західно-європейських країнах, передпосівна підготовка ґрунту займає особливе місце. Дослідження вітчизняних і зарубіжних вчених показують, що по ефективності обробки ґрунтів, особливо важких за механічним складом, ротаційні ґрунтообробні машини не мають рівних. Більшість іноземних фірм випускають фрезерні ґрунтообробні машини як з горизонтальною, так і з вертикальною віссю обертання. Ширина захвату цих фрез варіюється в межах 0,2 - 9,0 м. Зі збільшенням ширини захвату фрези, потрібно більш потужні трактори, що обмежує їх повсюдне застосування.

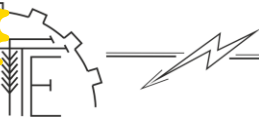
Аналізуючи якість роботи агрегатів установлено, що кращі результати по подрібненню ґрунту показали агрегати з активними робочими органами у вигляді спеціальних обертальних дисків і ґрунтових фрез [9, 10]. Враховуючи перспективність подібних агрегатів, на кафедрі агроінженерії і технічного сервісу Вінницького національного аграрного університету розробили агрегат на базі відомої машини - фрезерного культиватора КФГ-3,6. Дана машина призначена для суцільного обробітку ґрунту на глибину 10-12 см фрезерними барабанами.

Недолік агрегату - це великі затрати потужності і ненадійний металоємний механічний привід фрез. Тому, метою модернізації агрегату є перехід на смуговий обробіток із наступними етапами:

- розміщення фрезерних барабанів для обробітку смуг шириною 30 см з регулюванням кількості рядків, в залежності від культур (кукурудза – 70см, соя, цукровий буряк – 40см);
- для можливості наладки культиватора по ширині міжряддя застосовується квадратний вал з регулюючими вкладками, на барабані якого встановлені різні типи ножів.

Розміщення і призначення робочих органів на культиваторі КФГГ-3,6 представлено на рис.4.

На агрегаті залишена плоскорізна лапа для рихлення ґрунту, попереду якої встановлено очисники рядка. Лапи розміщені перед шістьма фрезерними барабанами, із різною формою і кількістю ножів, встановлених на ньому, в залежності від обробітку під посівну культуру.



При цьому потрібно враховувати, що різний кут установки ножів щодо радіусу барабану впливає на енергозатрати при фрезуванні. Німецький науковець В. Зоне експериментально довів, що збільшення ширини захвату ножів зменшує питому енергоємність [7]. Величину діаметра фрези вибирають з умови щоб виступаючі частини не врізались в ґрунт. Ця умова виражена залежністю (1):

$$R = \frac{2 a z K_p}{\lambda K_3} \quad (1)$$

де a – глибина обробки, м;

z – число ножів на диску;

K_p – коефіцієнт розпушення ґрунту;

λ – показник кінематичного режиму;

K_3 – коефіцієнт заповнення ґрунтом обсягу між корпусом барабану і поверхнею забою від глибини обробки $R : h = 1 : 1$.

Основним завданням в даній роботі є заміна механічного приводу на гідравлічний, які значно зменшить якість роботи і надійність агрегату [11]. Схема модернізованого приводу представлена на рис. 4. Для гідроприводу обрана оригінальна схема з застосуванням об'ємного подільника потоку НШ 10-2-43 від ВВП трактора. Необхідність в такому приводі заключається в тому, що подача рідини до гідро двигунів може бути ступінчатою в залежності від обертів ВВП.

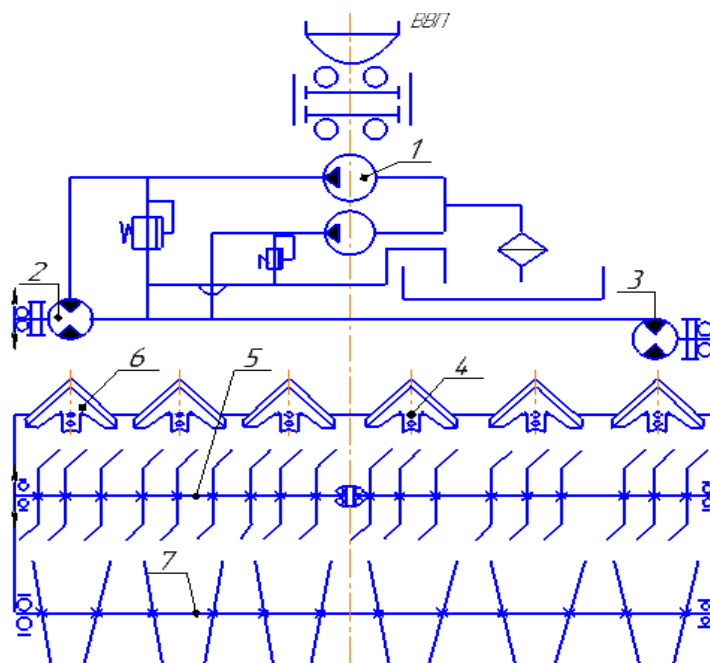


Рис. 4. Технологічна схема модернізованого культиватора КФ-3,6М

Тип подільника вибраний з врахуванням обертів фрезерного барабану. Вибір гідромоторів які проводимо розрахунковим методом за формулою:

$$q_M = \frac{N_M \eta_z}{\Delta p h_M}, \quad (2)$$

де Δp – тиск на вході в гідромотор, МПа;

h_M – число обертів гідромотора, приймаємо в межах 150-200 об/хв.;

η_z – загальний ККД.

N_M – потужність гідромотору, N_M визначається при затратах, яку знаходимо за виразом:

$$N = N_{вт} + N_{\phi} (N_{вт} + N_{\phi})(1 - h_{п}) N_{п}. \quad (3)$$

Складові потужності визначаємо за формулами:

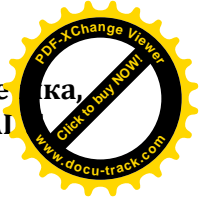
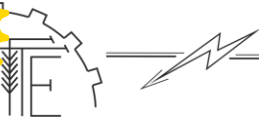
Потужність при фрезуванні

$$N_{\phi} = N_p + N_{вт}, \quad (4)$$

де N_p – потужність для різання ґрунту

$$N_p = \frac{k_d S_b \alpha z_q h}{60 * 10^{-3}}, \quad (5)$$

де S_b – подача на ніж, м



$$S_B = \frac{2\pi R}{\lambda z}, \quad (6)$$

R – радіус барабана, м

z – число ножів в барабані

λ – кінематичний показник фрези $\lambda = 2 - 4$ – в залежності від стану поля

k_d – питомий опір деформації ґрунту, МПа

N_{BT} – потужність на відкидання ґрунту, знаходимо за формулою:

$$N_{BT} = 0,5 k_d \alpha V_m v_p^2 p \quad (7)$$

де k_d – коефіцієнт, що залежить від форми ножів ($k_d = 0,8$ Г-подібних ножів)

α – коефіцієнт для Г-подібних ножів $\alpha = 1,0$

V – ширина захвату фрези, м

p – щільність ґрунту кг/м^3 ;

v_p – швидкість різання ґрунту.

Запропоновано заміну механічного приводу на гідравлічний, якій значно зменшить металоємність та підвищить якість роботи і надійність агрегату. Для гідроприводу обрана оригінальна схема з застосуванням об'ємного подільника потоку НШ 10-2-43 від ВВП трактора. Необхідність в такому приводі заключається в тому, що подача рідини до гідро двигунів може бути ступінчатою в залежності від обертів ВВП. Тип подільника вибраний з врахуванням обертів фрезерного барабану.

При розрахунках з врахуванням роботи фрезерних барабанів з Г-подібними ножами які рихлять смугу 30 см встановлено, що найбільше підходять гідромотори аксіально-плунжерні з похилим блоком типу MB 56-2B2, який має при номінальному тиску $P=16$ МПа потужність 33кВт, що забезпечить стабільну роботу гідроприводу фрезерних барабанів при частоті 150-200 об/хв

Технології No-till і Strip-till знайшли широке застосування в рослинництві. Основний аргумент це збереження родючості, за рахунок обов'язкового покриття ґрунту. На кафедрі агроінженерії і технічного сервісу Вінницького НАУ на протязі багатьох років читається курс лекцій для магістрів по мало затратним і екологічно перспективним технологіям в рослинництві. Виробники сільськогосподарської техніки «Калина-Агромаш» Вінницької області зацікавленні розробкою модернізованого культиватора КФГ-3,6 для технології Strip-till, яка частково висвітлена в даній статті.

5. Висновки

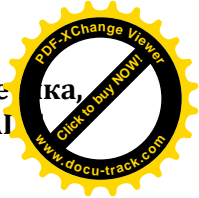
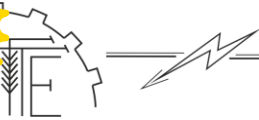
В результаті, проведених досліджень разом з підприємством «Калина-Агромаш» Вінницької області на їх дослідному полі було встановлено достатньо високу ефективність роботи модернізованого культиватора КФГ-3,6 в порівнянні з серійним.

Перша перевага полягає в тому, що використовуючи модернізований культиватор за смуговою технологією Strip-till обробітку ґрунту, значно зменшилися затрати потужності, в наслідок чого збільшилась швидкість роботи агрегату. Друга перевага, це значно зменшилась металоємність агрегату із-за заміни механічного приводу на гідропривід.

Позитивні результати при експериментальному дослідженні зацікавили підприємство, яке має намір розпочати серійний випуск агрегату, так як комплектація робочими органами можлива власного виготовлення. А гідроагрегати є продукцією заводу «Гідросила» м. Кропивницький. В подальшому будуть продовжені роботи по створенню, на базі модернізованого агрегату, комплекс для посіву кукурудзи, соняшника та сої.

Список використаних джерел

1. Сало В. М., Лещенко С. М., Лузан П. Г., Мачок Ю. В., Богатирьов Д. В. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х. : Мачулін, 2016. 244с.
2. Швець Л.,В., Паладійчук Ю.,Б., Труханська О.О. Технічний сервіс в АПК. Том I. Навчальний посібник. Вінницький національний аграрний університет, 2019. 647с.
3. Siwowski T. Zyltowski P. I Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. *Selekted Scientific Papers: journal of Civil Engineering*. 2012, Vol. 7 Issue 1, P. 79–86.
4. Wendel C.H. 150 Years of JI Case. Krause Publications. 2013. 336 p.
5. Wade T., Claassen R., Wallander S. Conservation-Practice Adoption Rates Vary Widely by Crop and Region. EIB-147, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. 2015. 40 p.
6. URL : <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyashej-obrabotki-pochvy> (дата звернення 01.09.2020)



7. Mursch B. Untersuchungen an einer Bodefaraze. «Landtechnische Forchung», 2007. bd. 7, H. 4. S. 93–98.
8. Sohne W. und Thiel R. Technische Probleme bei Bondenfrasen. «Grundlagen der Landtechnik», 2007. H. 9, 112–136 p.
9. Чаткіна Н. М. Кінематика і динаміка ротаційних ґрунтообробних робочих органів. Київ: Урожай, 2008. 316 с.
10. Середя Л. П., Труханська О. О., Швець Л. В. Розробка і дослідження ґрунтообробної машини для технології strip-till з активними фрезерними робочими органами. *Всеукраїнський науково-технічний журнал "Вібрації в техніці та технологія"* Вінниця, ВНАУ, 2020. 1(108), 21–25 с.
11. Гідропривід сільськогосподарської техніки: Навчальне видання / О.М. Погорілець, М.С. Волянський, В.Д. Войтюк, С.І. Пастушенко; За ред. О.М. Погорільця. К.: Вища освіта, 2004. 368 с

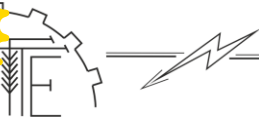
References:

- [1] Salo, V. M., Leshchenko, S. M., Luzan, P. G., Machok, Y. V., Bogatyrev, D. V. (2016). Machines for tillage and fertilizing. Tutorial for students of agricultural specialties. X. : Machulin. [in Ukrainian].
- [2] Shvets, L. V., Paladiychuk, Y. B., Trukhanskaya, O. O. (2019). Technical service in agrarian and industrial complex. Volume I. Tutorial. Vinnytsia National Agrarian University. [in Ukrainian].
- [3] Siwowski, Tomasz I, Zyltowski, Piotr I. (2012). Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. *Selekted Scientific Papers: journal of Civil Engineering*. Vol. 7 Issue 1, P. 79–86. [in English].
- [4] Wendel, C. H. (2013). 150 Years of JI Case. Krause Publications. [in English].
- [5] Wade, T., Claassen, R., Wallander, S. (2015). Conservation-Practice Adoption Rates Vary Widely by Crop and Region EIB-147, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. [in English].
- [6] URL : <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyaschej-obrabotki-pochvy> (data zvernennia 01.09.2020)
- [7] Mursch, B. (2007). Untersuchungen an einer Bodefaraze. «Landtechnische Forchung», bd. 7, H. 4. S. 93–98. [in English].
- [8] Sohne W, Thiel R. (2007). Technische Probleme bei Bondenfrasen. «Grundlagen der Landtechnik», H. 9, 112-136p. [in English].
- [9] Chatkin N. (2008). Kinematics and dynamics of rotary soil working bodies. Kiev: Harvest, 316s. [in Ukrainian].
- [10] Sereda, L. P., Trukhanska, O. O., Shvets, L. V. (2019). Development and research of a soil-tillage machine for strip-till technology with active milling working bodies. *All-Ukrainian Journal of Vibration in Engineering and Technology Vinnitsa*, VNAU, Issue 4 (95). 79–86. [in Ukrainian].
- [11] Pogorilets, O., Volyanskiy, M., Voytyuk, V., Pastushenko, S., (2004). Hydraulic drive for agricultural machinery: Educational edition. K. : Higher education. [in Ukrainian].

РАЗРАБОТКА КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ГРУНТА

С появлением новейших технологий No-till и Strip-till, ученые в области агрономии, особенно за рубежом, называли их революционными в растениеводстве, так, наряду с экономическими показателями, эти технологии сохраняют плодородный потенциал почвы. Это достигается за счет меньшего вреда почвы за счет минимального количества технологических операций, а также обязательного покрытия поля остатками растений после уборки. Американские ученые показали, что при правильном применении этих технологий основной показатель качества почвы - гумус не снижается, а наоборот - увеличивается. В этой статье проанализирована работа полосового обработки в фермерских хозяйствах Украины и предлагается установка для обработки КФХ-3,6, разработанная учеными кафедры Агроинженерия и технических сервиса Винницкого национального аграрного университета.

Основным средством, которое может предотвратить потерю плодородия земли, является внедрение энергосберегающих и плодородных технологий. Заложены факторы поражения почвы и максимальное покрытие почвы растительными остатками. Наиболее известными являются технологии, достаточно известны в США и Канаде, где обрабатывается более 50% земель, а также в Аргентине, где они составляют более 50%. В Европе такие страны, как Германия, Франция и Великобритания, обрабатывают около 10% земли, а в Украине - только 5%. Технология Strip-till пришла в Европу из США, где ее предшественник была технология No-till. В настоящее время почти половина крупнейшего урожая кукурузы в США принадлежит Strip-till технологиям.



На кафедрі Агроінженерії і технічного сервісу Вінницького НАУ багато лет преподається курс лекцій для магістрів по дисципліні «Перспективні технології в растениеводстве». Підприємство сільхозтехніки "Калина-Агромаш" в Вінницькій області зацікавлені розробкою модернізованого культиватора КФХ-3,6 для технології Strip-till, о котрій частинно говориться в цій статті.

Ключевые слова: технологии Strip-till, фрезерный культиватор, гидравлический привод.

Рис.4. Ф. 7. Лит. 11.

CULTIVATOR DEVELOPMENT FOR NEW SOIL PROCESSING TECHNOLOGIES

Most scientists in the field of agronomy, especially abroad, with the emergence of the latest technologies No-till and Strip-till, called them revolutionary in crop production, yes, along with economic indicators, these technologies retain the fertile potential of the soil. This is achieved through less soil damage due to the minimum number of technological operations, as well as the obligatory cover of the field with plant residues after harvesting. American scientists have shown that with the correct application of these technologies, the main indicator of soil quality - humus does not decrease, but on the contrary - increases. This article analyzes the work of Strip-till units in Ukraine and proposes a KFG-3,6 soil tillage unit developed by scientists from the Department of Agroengineering and Technical Services.

The main means that can prevent the loss of fertility of the earth is the introduction of energy saving and fertile technologies. The factors of soil injury and maximum cover of soil with plant residues were laid. The most well-known technologies are the technologies, quite widespread in the USA and Canada, where more than 50% of the land is cultivated, and also in Argentina where they make more than 50%. In Europe, countries such as Germany, France and the UK will cultivate about 10% of land, and in Ukraine will cultivate consist - only 5%.

Strip-till technology came to Europe from the United States, where its No-till technology predecessor. At present, almost half of the largest corn crop in the United States is owned by Strip-till.

No-till and Strip-till technologies are widely used in crop production. The main argument is to maintain fertility through compulsory soil cover. The Department of Agroengineering and Technical Service of the Vinnytsia NAU has for many years taught a course of lectures for masters on low-cost and environmentally promising technologies in crop production. Manufacturers of Kalina-Agromash agricultural machinery in Vinnytsia region are interested in developing a modernized KFG-3,6 cultivator for Strip-till technology, which is partially covered in this article.

Key words: Strip-till technologies, milling cultivator, hydraulic drive.

Fig. 4. F. 7. Ref. 11.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Серета Леонід Павлович – кандидат технічних наук, професор кафедри Агроінженерії і технічного сервісу Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: leonidsereda@vsau.vin.ua).

Швец Людмила Василівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри «Агроінженерії і технічного сервісу» Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: shlv0505@i.ua).

Швец Олександр Ігорович – студент Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, 21008, Україна, e-mail: shlv0505@i.ua).

Серета Леонид Павлович – кандидат технических наук, профессор кафедры Агроинженерии и технического сервиса Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная 3, м. Винница, 21008, Украина, e-mail: leonidsereda@vsau.vin.ua).

Швец Людмила Василівна – кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерии и технического сервиса» Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная 3, г. Винница, 21008, Украина, e-mail: shlv0505@i.ua).

Швец Александр Игоревич – студент Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечная 3, м. Винница, 21008, Украина, e-mail: shlv0505@i.ua).

Leonid Sereda – PhD, Professor of the Department of Agroengineering and technical service, Vinnytsia National Agrarian University (3, Sunny St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: leonidsereda@vsau.vin.ua).

Ludmila Shvets – PhD, Associate Professor of the Department of “Agroengineering and technical service” of Vinnytsia National Agrarian University (3, Sunny St., Vinnytsia, 21008, Ukraine, e-mail: shlv0505@i.ua).

Oleksandr Shvets – student, Vinnytsia National Agrarian University (Sunny str., 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: shlv0505@i.ua).