

Шифр «Смуговий обробіток»

Наукова робота на тему:

**«МОДЕРНІЗАЦІЯ З ОСНОВАМИ ОПТИМІЗАЦІЇ
АКТИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ АГРЕГАТУ
ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ»**

2020

АНОТАЦІЯ.

На сучасному етапі залишається гострою проблема підвищення якості виконання технологічних операцій при обробці ґрунту з використанням фрези. Тому актуальними є питання підбору і застосування ґрунтообробних фрез залежно від типу ґрунту і масштабу поля. При цьому підхід до вибору конструктивно-технологічних параметрів агрегату повинен звести до мінімуму енергетичні, трудові та матеріальні витрати.

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 енергоощадних технологій, а також комбінованих ґрунтообробних машин для їхньої реалізації. Щорічно з'являються нові конструкції машин з оригінальними робочими органами. Вони можуть одночасно виконувати більшу кількість технологічних операцій, проте стають більш громіздкими.

Основною вимогою до ґрунтообробних машин, які використовуються при інтенсивній технології вирощування сільськогосподарських культур, є можливість їхнього застосування в різні агротехнічні терміни. Перевага віддається фрезам, які здатні підготувати ґрунт відповідно до агротехнічних вимог, особливо на важких ґрунтах. У 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 їхнє повсюдне застосування.

Проведено аналіз сучасного стану наявних методів і засобів для суцільного обробітку ґрунту, засобів механізації для виконання технологічного фрезерування ґрунту. На основі цього та з використанням результатів дослідження та конструктивних параметрів ґрунтообробних фрез та інших характеристик складових ґрунтообробної фрезерної машини обґрунтовано необхідність розробки та використання ґрунтообробної машини з енергоощадними робочими органами.

Більшість вчених у галузі агрономії, особливо за кордоном, при появі новітніх технологій No-till і Strip-till, називали їх революційними в рослинництві, оскільки поряд з економічними показниками ці технології зберігають родючий потенціал ґрунту. При правильному застосуванні цих технологій основний показник якості ґрунту – гумус не зменшується, а навпаки – збільшується. У даній статті поданий аналіз роботи агрегатів по технології Strip-till в Україні й запропонований модернізований агрегат для смугового обробітку ґрунту КФГ-3,6.

Мета дослідження. Обґрунтування енергоощадних технологій родючого потенціалу ґрунту за рахунок його меншого травмування мінімальною кількістю технологічних операцій.

На прикладі модернізованого агрегату КФГ -3,6 досліджено як роботу агрегату по технології Strip-till, так і ефективність роботи гідроприводу.

Об'єкти дослідження. Технологічний процес смугового обробітку ґрунту в умовах сучасного сільського господарства, робочий орган модернізований агрегат КФГ -3,6.

Предмет дослідження. Закономірності зміни якісних показників роботи й енергоощадних технологічних процесів обробітку ґрунту.

Методика досліджень. При виконанні теоретичних і експериментальних досліджень використовували розроблені спеціальні методики, елементи вищої математики, теоретичної механіки, теорії механізмів і машин для визначення основних конструктивних параметрів модернізованого агрегату КФГ -3,6 для смугового обробітку ґрунту.

Зміст

	стор.
ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ	6
РОЗДІЛ 2. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	11
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ФРЕЗИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	13
ВИСНОВКИ	21
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	21

ВСТУП

В останні роки йде активне впровадження в сільськогосподарське виробництво сучасних енергоощадних технологій, а також комбінованих ґрунтообробних машин для їхньої реалізації. Щорічно з'являються нові конструкції машин з оригінальними робочими органами. Вони можуть одночасно виконувати більшу кількість технологічних операцій, проте стають більш громіздкими.

Розширюються функціональні можливості машин, ускладнюється конструкція, збільшується їхня маса. У всіх розвинених країнах світу ведуться пошуки нових технологічних прийомів обробки ґрунту, спрямовані на його захист від ерозійних процесів, збереження й підвищення родючості, скорочення витрат. Широко впроваджуються різні прийоми мінімалізації обробітку ґрунту, а також поширюється часткова заміна відвальної оранки безвідвальним розпушуванням [1].

Як відомо, 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.

Основним засобом який може запобігти втраті родючості землі, це впровадження енергоощадних і родючоощадних 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 %. У Європі такі країни як Німеччина, Франція і Великобританія оброблять близько 10 % земель, а в Україні – лише біля 5 %.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

В Європу технологія Strip-till, прийшла зі Сполучених Штатів, де попередником для неї була технологія No-till. У цей час, практично більше половини посівів кукурудзи, яка займає найбільше площ в США, належить технології смугового обробітку Strip-till [2].

Strip-till передбачає смугове розпушування на глибину прикореневого шару, з одночасним внесенням добрив. Таким чином 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, які покращують живлення вологою, а ґрунтова екосистема зберігає свою структуру. Зверху лежить мульча з пожнивних 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 обробітку 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 [3].

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. [4, 5].

В Україні Strip-till використовувалася спочатку в більш посушливих регіонах: Миколаївська, Одеська, Черкаська області. Дещо пізніше її наступники

успішно випробували в Дніпропетровській, Полтавській і Харківській, Хмельницькій і Вінницькій областях (рис.2).



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 культивуація 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 вміст глини в ґрунті середній або високий, то роздільний спосіб кращий. 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 варто пам'ятати, що в легких ґрунтах хімікати можуть

перерозподілитися в більш глибокі шари. А в гумусі й 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 – трамбують поверхню для формування однорідного посівного ложа.

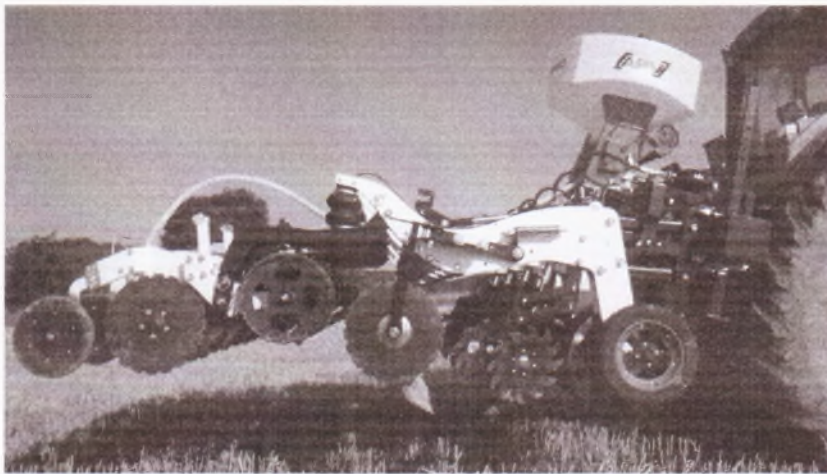


Рис. 2. Агрегат Stripcat II компанії SLY (Франція)

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).

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.

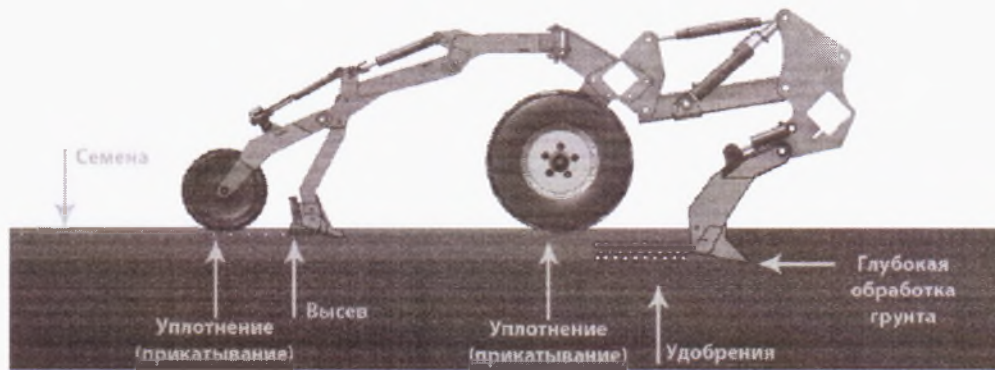


Рис. 3. Розташування і функції робочих органів посівного комплексу Mzuri

Оброблений ґрунт прогрівається швидше. У незайманих міжряддях зберігаються черв'яки й мікроорганізми. А також – система капілярів. На відміну від орного способу, вона не зруйнована, тому циркуляція вологи залишається інтенсивною. На поверхні міжрядь – стерня та поживні залишки. Вони зменшують випаровування, протидіють утворенню водної та вітрової ерозії.

Наприклад, Horsch (Німеччина) займається цим питанням з 2001 року. Зараз компанія пропонує Horsch Focus CS з бункером для насіння SW 3500 S. Крім цієї фірми і згадуваних вище французької SLY і англійської Mzuri, техніку для стрип-тілл виробляють американські бренди Dawn, Orthman, Remlinger, Schlagel [7].

Яка різниця між Strip-till, No-till і mini-till? Ці технології об'єднує те, що всі вони належать 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 є складною системою землеробства. Тут потрібна сучасна, часто дорога техніка і грамотні фахівці. А також вивірена залежно 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. Пожнивні 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 міжрядях. У ній поєдналися переваги відвальної оранки (прогрів і просушування ґрунту) із 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 – у 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 прогриває ґрунт, ефективніше використовує добрива і забезпечує більш відповідний водно-повітряний режим. У той же час, як говорилося вище, Strip-till не підходить для вологих і важких ґрунтів. Strip-till - це сучасна технологія делікатної 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.

РОЗДІЛ 2. 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 пожнивних залишок із рядка перед розпушуванням;
- економія виробничих затрат за рахунок того, що поле обробляється не суцільним рихленням, а лише на третину;
- захист від водяної та вітрової ерозії за рахунок стримувальної дії пожнивних 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.

У першу чергу, це можливе зменшення урожайності в перший рік її застосування.

По-друге, непідготовленість поля під технологію. У господарствах потрібно поступово впроваджувати технологію за всіма правилами. Для цього потрібні кваліфіковані виконавці, особливо агрономи. Також, ця технологія потребує додаткових матеріальних затрат. Спеціальні агрегати для смугового обробітку ґрунту досить складні й дорого вартісні, а також потребують тракторів великої потужності. А це доступно тільки великими агропідприємствам 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. Доцільно використовувати агрегат, обладнаний системою точної сівби із застосуванням GPS навігації.

Суміщений метод посіву застосовують, як правило, на легких ґрунтах, таких як супіщані й деякі типи чорнозему [3].

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 [4, 5]. 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. Зазначений 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 цієї конструкції є велика затрата потужності (20-25КВт/секцію), що потребують для агрегування трактора потужністю 200КВт.

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 [6].

РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНІ ОСОБЛИВОСТІ ФРЕЗИ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Результати аналізів показують, що створення нових модернізованих ґрунтообробних фрез актуально, тому вітчизняні та зарубіжні виробники продовжують випускати такі фрези [2]

У ТОВ «Агомехсервіс», випускається фреза для суцільного обробітку (рис. 4.) Ці фрези призначені для використання у всіх природно кліматичних зонах, для передпосівної обробки ґрунту на дрібноконтурних полях, теплицях.

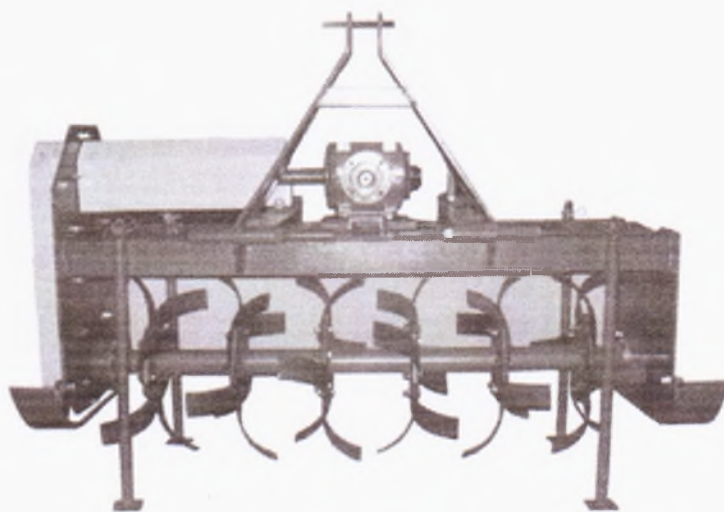


Рис. 4 - Фреза для суцільного обробітку ґрунту ФН - 1,4 [8]

Перевагами фрези ФН-1, 4 є якісне розпушування ґрунту на глибину 12 см, вирівнювання поверхні поля і знищення бур'янів. Продуктивність таких фрез 0,36 га / год., Робоча швидкість 3 км / год, агрегується з тракторами Т-25, Т-30,

К-20, Т-40, МТЗ-50. Фреза навісна з шириною захвату 1,4 м. робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора.

У всіх варіантах фрезерна машина виконує якісний обробіток пласта ґрунту на глибину 15 см, в тому числі важких фонів під посадку картоплі, овочів та інших культур після основного обробітку, виконаної плугами, плоскорізами і чизелями. Універсальне шасі комплектується ротором з Г-подібними ножами і опорним катком. Ножі виготовлені з пружної зносостійкої сталі термообробленої до високої твердості. Розташування ножів 15 на роторі забезпечує рівномірний вхід фрези в ґрунт, а кути скоса - самоочищення ножів від ґрунту і рослинності. Глибина обробітку ґрунту регулюється зміною положення катка щодо рами. При цьому відбувається копіювання рельєфу поля і забезпечується постійна, але регульована величина заглиблення ножів у ґрунт.

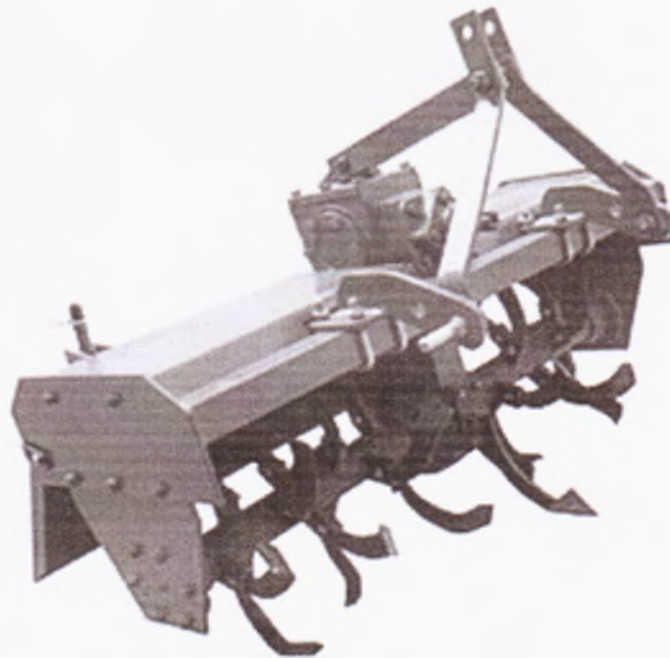


Рис. 5 – Машина навісна універсальна для фрезерування ґрунту ФН-1,8 [8]

Ґрунтофреза навісна призначена для інтенсивного кришення ґрунту, знищення бур'янів, подрібнення рослинних залишків, перемішування шарів ґрунту, закладення добрив і вирівнювання поверхні поля.

Після фрезерування ґрунт тривалий час зберігає підвищену рихлість і має високу шпаруватість і аерацію. При фрезеруванні на глибину 10 ... 12 см знижується щільність ґрунту на глибині до 30 см. Це пояснюється вібраційним характером впливу на ґрунт активно обертальних фрезерних ножів.

У ґрунтообробних фрез застосовуються різні робочі органи (рис. 6). Основна мета фрезерних культиваторів підрізання бур'янів. Тому робочі органи першої та другої групи на цих знаряддях, як правило, не ставляться. Виняток становлять пружинні зубці, які ставляться на ручні фрези (DUS-ГДР, моторобот - ЧССР, ФС-0,7 - СРСР до 1964 р і т.д.), що застосовуються іноді на міжрядному обробітку ягідників. Ці робочі органи вперше розроблені Мейенбургом, інтенсивно розпушують ґрунт і частково вичісують бур'яни.

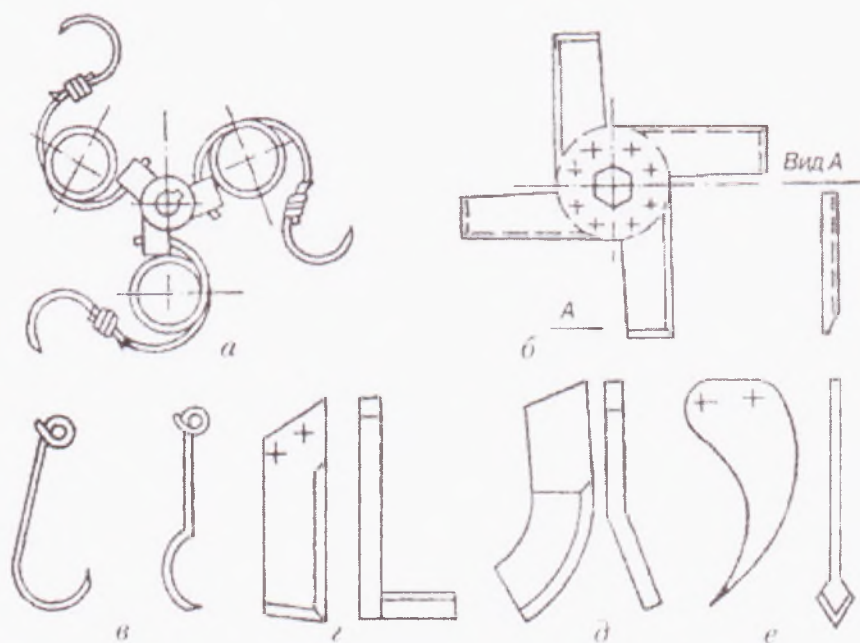


Рис.6 - Робочі органи ґрунтообробних фрез [9].

Пружинне кріплення зубів пом'якшує ударне навантаження і в деяких випадках захищає їх від поломок при зустрічі з перешкодами. Робилася спроба поставити пружинне кріплення на просапну фрезу ВНІГ, робочі органи якої також були виготовлені зі сталі круглого перетину діаметром 10 мм і близькі за формою до лушильного ножа (рис. 6 - д).

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, соняшник, 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 КФГ-3,6 представлено на рис.7.

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 [11, 12]. Величину діаметра фрези вибирають з умови щоб виступаючі частини не врізались в ґрунт. Ця умова виражена залежністю (1):

$$R = \sqrt{r_n^2 - S + 2S\sqrt{h\lambda Sz(\pi - h)}} \quad (1)$$

де r_n – радіус кола, описуючий виступаючими ножами, м;

- z – число ножів на диску;
- S – подача, м;
- h – глибина обробітку, см;
- λ – показник кінематичного режиму.

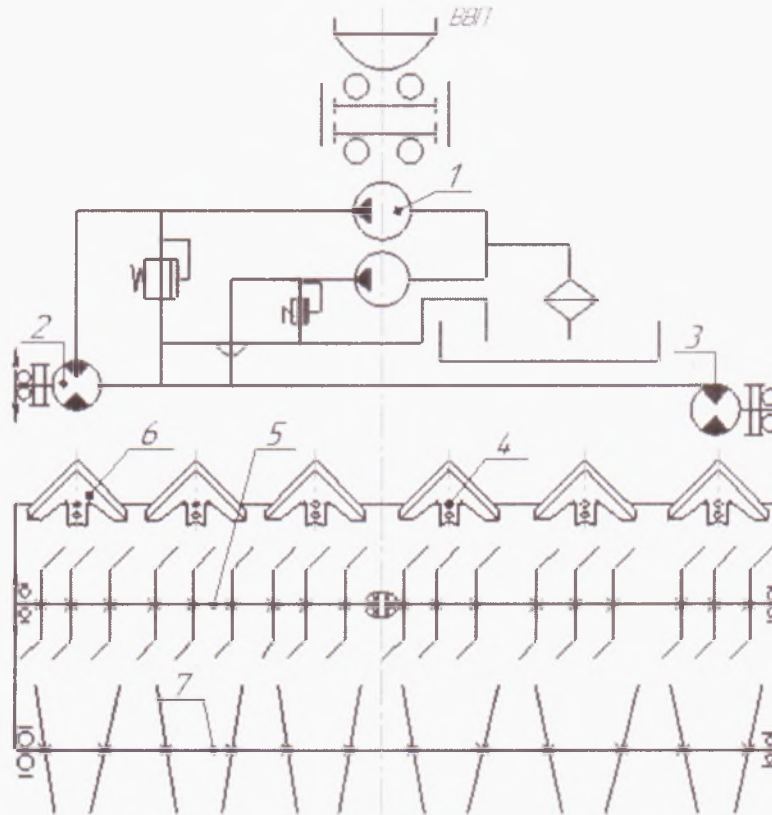


Рис. 7. Технологічна схема модернізованого культиватора КФ-3,6М

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. 7. 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. 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 фрезеруванні

$$N_{\phi} = N_p + N_{вт} \quad (4)$$

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

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

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

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

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

B – ширина захвату фрези, м

p – щільність ґрунту кг/м^3

v_p – швидкість різання ґрунту.

Знаходимо

$$v_p = v_{ок} - v_m = \frac{\pi D n}{60 - v_m}; \quad (8)$$

Приймаємо $v_{ок} = 4,5$ м/с

$$v_m = 0,8 \text{ м/с}$$

Із проведених розрахунків можна зробити наступні висновки:

1. Робота фрезерного культиватора характеризується значною нерівномірністю зміни потужності під час роботи в залежності від ширини захвату і діаметра фрезерного барабану.
2. Розрахунками доведено, що зменшення барабану $\varnothing 60$ см вдвічі, потужність зменшується на 30%, а крутний момент майже на 50%.
3. Якщо для обробітку ґрунту застосувати технологію Strip-till, яка передбачає замість суцільного обробітку ґрунту смуговий, то потужність на привод барабанів зменшується в двічі.
4. Зменшення потужності при смуговому обробітку дасть можливість заміни метало ємного і малонадійного приводу на більш досконалий і більш надійний гідропривід.

Визначення номінальних параметрів гідроприводу фрези визначаємо згідно характерного об'єму враховуючи при цьому частоту обертів і номінальну потужність N , яку визначають за формулою:

$$q = \frac{Q_p n}{1000 \eta_v} \quad (9)$$

де Q_p – робочий об'єм гідромотора л/хв.

η_v - об'ємний ККД гідромотору.

При цьому момент приводу дорівнює:

$$M_{кр} = \frac{1,59 Q_p \Delta p h}{2 \pi}, \text{ Нм} \quad (10)$$

Потужність приводу дорівнює

$$N = \frac{q_v \Delta p h}{60}, \text{ кВт} \quad (11)$$

де $\Delta p = p_1 - p_2$

p_1 – тиск на вході,

p_2 – тиск на виході

h – загальний ККД

Нами запропоновано заміна механічного приводу на гідравлічний, які значно зменшить якість роботи і надійність агрегату [13]. Схема модернізованого приводу представлена на рис. 7. 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 МВ 56-2В2, який має при номінальному тиску $P=16$ МПа має потужність 33кВт, що забезпечить стабільну роботу гідроприводу фрезерних барабанів при частоті 150-200 об/хв..

ВИСНОВКИ

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 протягом багатьох років читається курс лекцій з малозатратним і екологічно перспективних технологій в рослинництві. Виробники сільськогосподарської техніки «Калинівка-Агромаш» Вінницької області зацікавленні розробкою модернізованого культиватора КФГ-3,6 для технології Strip-till, яка частково висвітлена. Позитивні результати при експериментальному дослідженні зацікавили підприємство, яке має намір розпочати серійний випуск агрегату, оскільки комплектація робочими органами можлива власного виготовлення. А гідроагрегати є продукцією заводу «Гідросила» м. Кропивницький. В подальшому будуть продовжені роботи зі створення на базі модернізованого агрегату комплексу для посіву кукурудзи, соняшника та сої.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гаджієв П.І., Коваль К.Л. Ефективність обробки ґрунту фрезою. // Техніка в сільському господарстві, №5, 2009, С. 41 - 42.
2. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. Харків.: Мачулін, 2016. 244 с
3. Кошук О. Б. Сільськогосподарські і меліоративні машини: Навчальний посібник / Кошук О. Б., Лузан П. Г., Мося І. А., Герлянд Т. М., Романов Л. А. – Київ : ІПТО НАПН України, 2015. 291 с.

4. Siwowski T. Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. / Siwowski Tomasz I, Zyltowski Piotr I // Selected Scientific Papers: journal of Civil Engineering. 2012, Vol. 7 Issue 1, P. 79–86.
5. Wendel C.H. 150 Years of JI Case / C.H. Wendel // Krause Publications. 2013. 336 p.
6. Wade T. Conservation-Practice Adoption Rates Vary Widely by Crop and Region / Tara Wade, Roger Claassen, Steven Wallander // EIB-147, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. – 2015. – 40 p.
7. Электронный ресурс: <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyashej-obrabotki-pochvy>
8. Электронный ресурс: <https://agrobiz.net/kultivator-frezerniy>.
9. Электронный ресурс: https://studopedia.su/14_79319_runtoobrobni-frezi.html
10. Mursch B. Untersuchungen an einer Bodefaraze. «Landtechnische Forschung», bd. 7, 2007, H. 4. S. 93-98.
11. Sohne W. und Thiel R. Technische Probleme bei Bondenfrasen. «Grundlagen der Landtechnik», 2007, H. 9, 112-136p.
12. Гуреев И.И., Климов Н.С. минимизация энергоёмкости фрезерной обработки почвы // ВЕСТНИК №7, Курской государственной сельскохозяйственной академии, 2019, С. 35-37.
13. Серета Л.П Модернізація культиватора КФГ-3,6 для смугового обробітку / Серета Л.П.. Швець О.І. Вісник аграрної науки Причорномор'я "Ukrainian Black Sea region agrarian science", Випуск 4, 2019.

В І Д Г У К

наукового керівника про ступінь самостійності виконання студентом

Швець Олександром Ігоровичем роботи

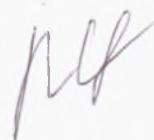
«МОДЕРНІЗАЦІЯ З ОСНОВАМИ ОПТИМІЗАЦІЇ АКТИВНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ АГРЕГАТУ ДЛЯ СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ»

Виконавець студент Швець О.І. працює над даною темою більше року. Важливість теми для господарств Вінницької області надзвичайною актуально на даний час. Технологією Strip-till обробляється більше 50 тис. га землі. Автор роботи за даний період ґрунтовно вивчив особливості технології дав глибокій аналіз сучасних механізмів як закордонних так і вітчизняних. Але основним недоліком впровадження сучасної високоефективності технології Strip-till в Україні є відсутність, а також велика вартість необхідної техніки.

Тому запропонований варіант модернізації відомого агрегату з активними робочими органами КФГ – 3,6. Який досить простий конструктивно, його фрезерні органи найбільш ефективно подрібнюють ґрунт. Недоліком культиватора є громіздкий механічний привід із трьох редукторів і карданних передач. Автором приведена схема заміни механічного приводу на гідравлічний, які виробляються заводом «Гідросила» м. Кропивницький. Данна конструкція прийнята для виготовлення підприємством «Калинівка-Агромаш» Вінницької області. В перспективі ведуться роботи по створенню цілісного агрегату для одночасного обробітку і посіву зернових культур.

Керівник,

к.т.н., професор кафедри агроінженерії
та технічного сервісу ВНАУ



Л.П.Серєда

ВІДОМОСТІ
про автора (авторів) та наукового керівника наукової роботи
« Сировий обробіток »
(шифр)

Автор

Науковий керівник

1. Прізвище Швець
2. Ім'я (повністю) Олександр
3. По батькові (повністю) Горобий
4. Повне найменування та місцезнаходження вищого навчального закладу, у якому навчається автор
Вінницький національний аграрний університет
5. Факультет (інститут) Інженерно-технологічний
6. Курс (рік навчання) III, 2019-2020 н.р.
7. Результати роботи опубліковано
2019, Вісник аграрної науки Прикарпаття
Випуск Чірк, місце, назва видання)
8. Результати роботи впроваджено

1. Прізвище Серета
2. Ім'я (повністю) Леонід
3. По батькові (повністю) Павлович
4. Місце роботи, телефон, e-mail
кафедра агроінженерії і технічного сервісу Вінницького НАУ
067-472-6202
leonidsereta@vsn.vin.ua
5. Посада професор
6. Науковий ступінь к.т.н.
7. Вчене звання професор

(рік, місце, форма впровадження)

9. Телефон, e-mail 098-714-9029
shkvasa@ukr.net

Науковий керівник [підпис]
(підпис)

Серета Л.П.
(прізвище та ініціали)

Автор роботи [підпис]
(підпис)

Швець О.Г.
(прізвище та ініціали)

Рішенням конкурсної комісії [підпис] Вінницького національного аграрного університету
(найменування вищого навчального закладу)

Студент(ка) Швець О.Г. рекомендується для участі у
(прізвище, ініціали)

II турі Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з _____

Агроінженерія

(назва галузі знань, спеціальності, спеціалізації)

Голова конкурсної комісії [підпис]

Матвійчук В.А.
(прізвище, ініціали)

06 лютого 2020 року



Свідченням підпису є
свідчую

Начальник відділу
кадрів ВНАУ

[підпис] А.А. Красносельск

ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL В РОСЛИННИЦТВІ. ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ.

Середа Л.П., к.т.н., професор
Швець О.І. студент
Вінницький національний аграрний університет

Анотація.

Більшість вчених в галузі агрономії, особливо за кордоном, при появі новітніх технологій No-till і Strip-till, називали їх революційними в рослинництві, так, як поряд з економічними показниками дані технології зберігають родючий потенціал ґрунту. При правильному застосуванні цих технологій основний показник якості ґрунту – гумус не зменшується, а навпаки – збільшується. В даній статті поданий аналіз роботи агрегатів по технології Strip-till в Україні і запропонований агрегат для смугового обробітку ґрунту КФТГ-36.

Ключові слова: технології Strip-till, ґрунтообробні агрегати, фрезерний культиватор, гідравлічний привід, екологічний ефект.

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. На основі досліджень наявності гумусу представлений графік (рис.1).

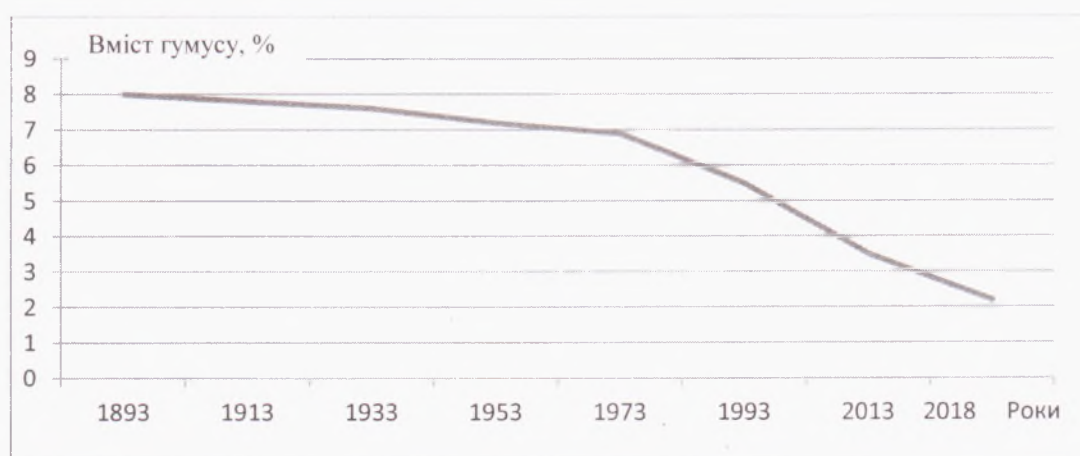


Рис.1 Графік зміни гумусу в чорноземі.

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 %.

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 пожнивних 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 обробітку 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.2).



Рис. 2. Агрегат АСОГ-8 виробництва ТОВ «Краснянське» СП «Агромаш» Вінницької області.

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

Перші два комплекси можуть застосовуватися в різних варіантах. В одному (роздільний спосіб) смугова культивуація 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.



Рис. 3. Агрегат Stripcat II компанії SLY (Франція)

Склад ґрунту враховують при визначенні кількості добрив і горизонту їх закладення. Тут слід пам'ятати, що в легких ґрунтах 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.3) 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 - трамбують поверхню для формування однорідного посівного ложа.

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. 4).

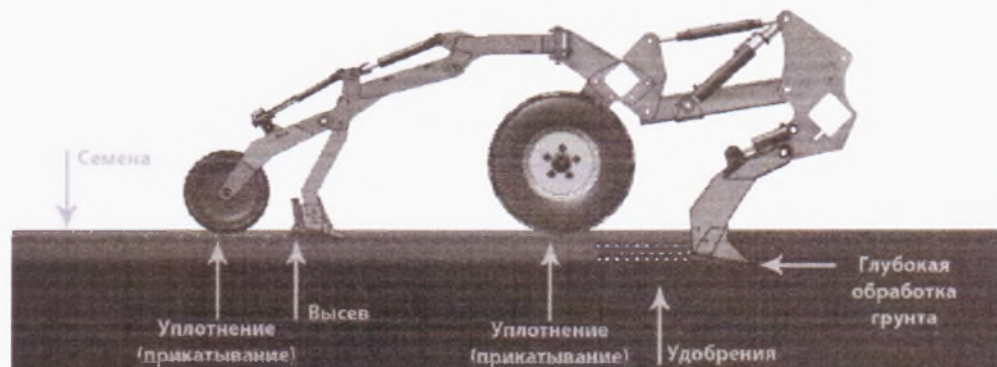


Рис.4. Розташування і функції робочих органів посівного комплексу Mzuri

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 міжряддях зберігаються черв'яки і мікроорганізми. А також - система капілярів. На відміну від орного способу, вона не зруйнована, тому циркуляція вологи залишається інтенсивною. 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 згадуваних 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 перевертанням 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. Пожнивні 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 міжрядях. 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.

Мета дослідження

Впровадження енергозберігаючих технологій родючого потенціалу ґрунту за рахунок його меншого травмування мінімальною кількістю технологічних операцій.

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 можливе 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.

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, соняшник, 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):

$$R = \sqrt{r_n^2 - S + 2S\sqrt{h\lambda Sz(\pi - h)}} \quad (1)$$

де r_n – радіус кола, описуючий виступаючими ножами;
 z – число ножів на диску;
 S – подача, м;
 h – глибина обробітку;
 λ – показник кінематичного режиму.

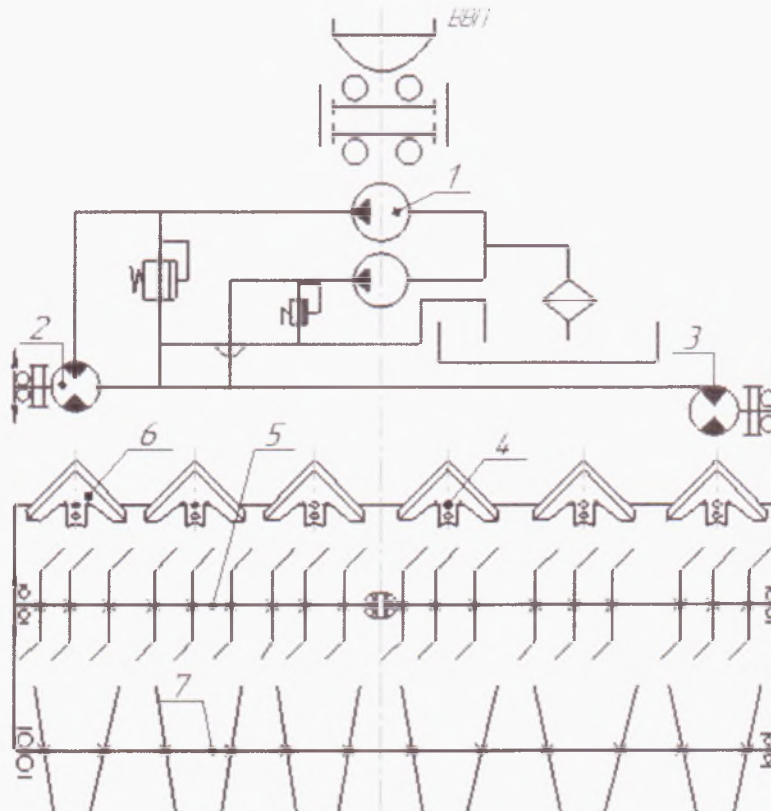


Рис. 4. Технологічна схема модернізованого культиватора КФ-3,6М

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.2. 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. Вибір гідромоторів які проводимо розрахунковим методом за формулою:

$$Q_M = \frac{N_M \eta_3}{\Delta p h_M} \quad (2)$$

де Δp – тиск на вході в гідромотор, МПа;

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

η_3 – загальний ККД.

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

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

Складові потужності визначаємо за формулами:

Потужність при фрезеруванні

$$N_{\text{ф}} = N_{\text{р}} + N_{\text{вт}} \quad (4)$$

де $N_{\text{р}}$ – потужність для різання ґрунту

$$N_{\text{р}} = \frac{k_{\text{д}} S_{\text{в}} \alpha z_{\text{q}} h}{60 * 10^{-3}} \quad (5)$$

де $S_{\text{в}}$ – подача на ніж

$$S_{\text{в}} = \frac{2\pi R}{\lambda z} \quad (6)$$

R – радіус барабана

z – число ножів в барабані

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

$k_{\text{д}}$ – питомий опір деформації ґрунту, МПа

$N_{\text{вт}}$ – потужність на відкидання ґрунту, знаходимо за формулою:

$$N_{\text{вт}} = 0,5 k_{\text{д}} \alpha V_{\text{м}} v_{\text{р}}^2 \rho \quad (7)$$

де $k_{\text{д}}$ – коефіцієнт, що залежить від форми ножів ($k_{\text{д}} = 0,8$ Г-подібних ножів)

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

V – ширина захвату фрези

ρ – щільність ґрунту кг/м^3

$v_{\text{р}}$ – швидкість різання ґрунту.

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 МВ 56-2В2, який має при номінальному тиску $P=16$ МПа має потужність 33кВт, що забезпечить стабільну роботу гідроприводу фрезерних барабанів при частоті 150-200 об/хв

Висновки

В даний час є велика дискусія навколо ринку землі, але майже ніхто не підіймає питання збереження якості землі. В США спеціальні управління в кожному штаті слідкують за використанням земель фермерами і іншими землевласниками. Тому в них сучасні 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 ВНАУ на протязі багатьох років читається курс лекцій для магістрів по мало затратним і екологічно перспективним технологіям в рослинництві. Виробникам сільськогосподарської техніки «Калинівка-Агромаш» Вінницької області зацікавленні розробкою модернізованого культиватора КФГГ-3,6 для технології Strip-till, яка частково висвітлена в даній

статті. В подальшому проводяться дослідження по створенню комплексного ґрунтообробного посівного агрегату.

Виявлено, що при вирощують кукурудзу із застосуванням технології полосного обробітку, найвищі врожайності протягом 5 років дослідження. Хоча цілком імовірно, що смугове орання зазвичай використовується на більш продуктивних посівних площах, а вирощування кукурудзи безорним методом частіше застосовується на ділянках землі, розташованих по краях орних угідь. Проте показники врожайності кукурудзи, вирощеної за технологією смугового орання, в середньому, за результатами 5-річного дослідження, становить приблизно 15 т/га в порівнянні з 13 т/га для кукурудзи, вирощеної по No-Till.

Урожайність сої, вирощеної із застосуванням технології смугової обробки, в порівнянні з урожайністю технології нульового обробітку ґрунту, виглядає не так вражаюче: в середньому більше приблизно на 2.1 т/га, починаючи з 2015 року, який став першим роком дослідження з відстеження врожайності соєвих бобів, вирощених на Вінниччині із застосуванням технології смугової оранки.

Список літератури

1. Василенко П.М., Бабин П.Г. Механіко-технологічні основи вибору конструктивних і кінематичних параметрів ротаційних робочих органів поверхневого обробітку ґрунту. Наукові праці УНДІМЕСХ.: - т.2. - Київ, 1990.- С. 26-48.
2. Яцук О.П., Єфимов Д.М. Фрезерні ґрунтообробні машини. Сільгспомаш. – М. -1985р. – 412с.
3. Siwowski T. Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. / Siwowski Tomasz I, Zyltowski Piotr I // Selected Scientific Papers: journal of Civil Engineering. – 2012, Vol. 7 Issue 1, P. 79–86.
4. Wendel C.H. 150 Years of JI Case / C.H. Wendel // Krause Publications. -2013. – 336 p.
5. Wade T. Conservation-Practice Adoption Rates Vary Widely by Crop and Region / Tara Wade, Roger Claassen, Steven Wallander // EIB-147, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. – 2015. – 40 p.
6. Електронний ресурс: <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyaschej-obrabotki-pochvy>
7. Mursch B. Untersuchungen an einer Bodefaraze. «Landtechnische Forschung», bd. 7, 1967, Н. 4. S. 93-98.
8. Sohne W. und Thiel R. Technische Probleme bei Bondenfrasen. «Grundlagen der Landtechnik», 1997, Н. 9, 112-136р.
9. Чаткіна Н.М. Кінематика і динаміка ротаційних ґрунтообробних робочих органів. Київ:Урожай, 2008. – 316с.
10. Гринчук И.М., Матяшин Ю.И. Расчёт толщины стружки почвенных фрез// Механизация и электрификация с/х. 1985, №4, с. 35-37.

11. Серeda Л.П. Гидроприводы сельскохозяйственных машин./ И.А. Немировский, В.Ф. Маркин, Л.П. Серeda, В.В. Яницкий; Под ред. И.А. Немировского // Киев : Техника, 1979.-138с.

Аннотация.

Большинство ученых в отрасли агрономии, особенно за границей, при появлении новейших технологий No-Till и Strip-Till, называли их революционными в растениеводстве, из-за того, что рядом с экономическими показателями данные технологии сохраняют плодородный потенциал почвы. Это достигается за счет наименьшего травмирования почвы при минимальном количестве технологических операций, а также обязательным покрытием полей растительными остатками после уборки. Американским учеными доказано, что при правильном применении этих технологий основным показателем качества почвы – гумус не уменьшается, а наоборот – увеличивается. В данной статье представлен анализ работы агрегатов по технологии Strip-till в Украине и предложенный агрегат для полосной обработки КФТГ-36, разработанный учеными кафедры агроинженерии и технического сервиса Винницкого национального аграрного университета.

Ключевые слова: технологии Strip-till, No-Till, почвообрабатывающие агрегаты, фрезерный культиватор, гидравлический привод, экологический эффект.

Abstract.

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 KFTG-36 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.

Keywords: Strip-till technologies, tillage units, milling cultivator, hydraulic drive, environmental effect.

ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL В РОСЛИННИЦТВІ. ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ. ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ В УКРАЇНІ.

Шифр «СМУГОВИЙ ОБРОБІТОК»

Анотація.

Більшість вчених в галузі агрономії, особливо за кордоном, при появі новітніх технологій No-till і Strip-till, називали їх революційними в рослинництві, так, як поряд з економічними показниками дані технології зберігають родючий потенціал ґрунту. При правильному застосуванні цих технологій основний показник якості ґрунту – гумус не зменшується, а навпаки – збільшується. В даній статті поданий аналіз роботи агрегатів по технології Strip-till в Україні і запропонований агрегат для смугового обробітку ґрунту КФТГ-36.

Ключові слова: технології Strip-till, ґрунтообробні агрегати, фрезерний культиватор, гідравлічний привід, екологічний ефект.

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. На основі досліджень наявності гумусу представлений графік (рис.1).

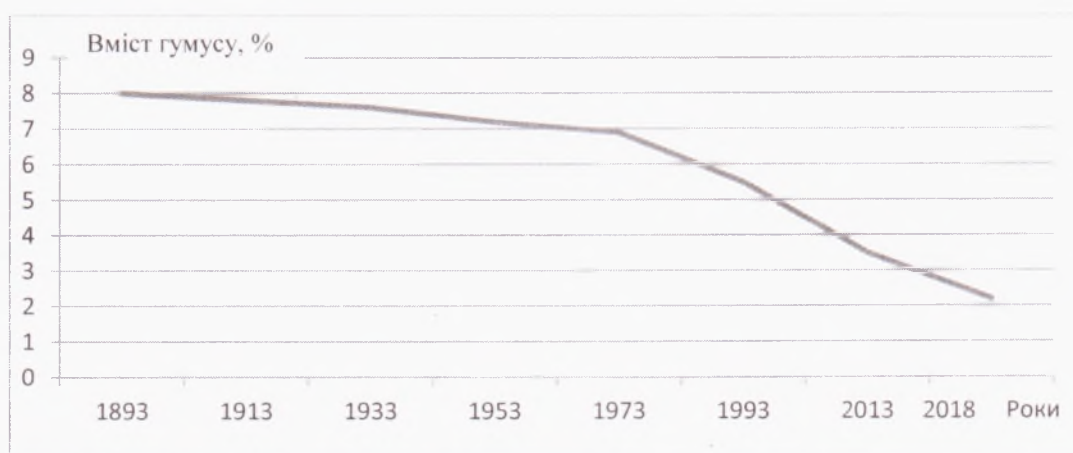


Рис.1 Графік зміни гумусу в чорноземі.

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 %.

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 пожнивних 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 обробітку 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.2).



Рис. 2. 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 культивування 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.



Рис. 3. Агрегат Stripcat II компанії SLY (Франція)

Склад ґрунту враховують при визначенні кількості добрив і горизонту їх закладення. Тут слід пам'ятати, що в легких ґрунтах 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.3) 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 - трамбують поверхню для формування однорідного посівного ложа.

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. 4).

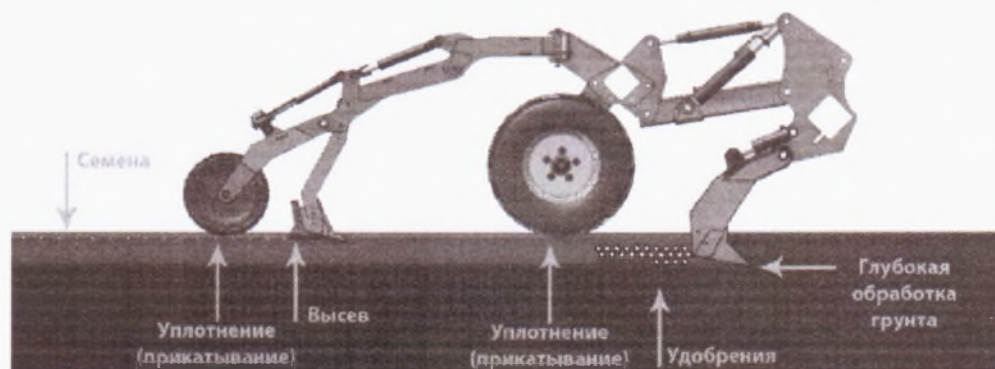


Рис.4. Розташування і функції робочих органів посівного комплексу Mzuri

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 міжряддях зберігаються черв'яки і мікроорганізми. А також - система капілярів. На відміну від орного способу, вона не зруйнована, тому циркуляція вологи залишається інтенсивною. 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 згадуваних 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 перевертанням 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. Пожнивні 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 перезвожених 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 делікатної 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.

Мета дослідження

Впровадження енергозберігаючих технологій родючого потенціалу ґрунту за рахунок його меншого травмування мінімальною кількістю технологічних операцій.

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 несущільним рихленням, а лише на третину;
- захист від водяної та вітрової ерозії за рахунок стримувальної дії поживних залишків у міжряддях;
- ефективно підкоренеve 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 можливе 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;

де r_n – радіус кола, описуючий виступаючими ножами;
 z – число ножів на диску;
 S – подача, м;
 h – глибина обробітку;
 λ – показник кінематичного режиму.

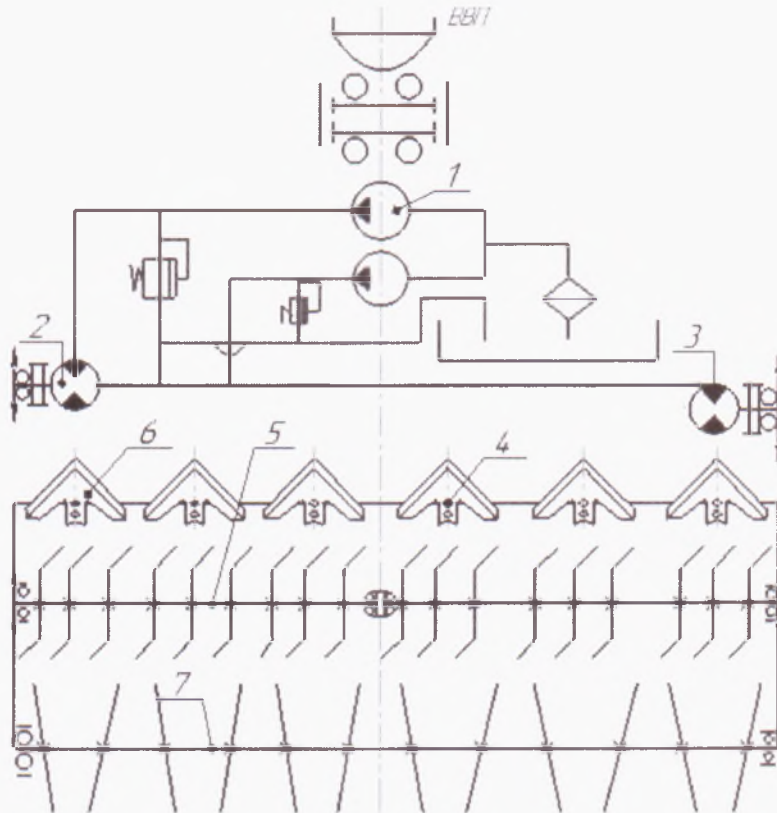


Рис. 4. Технологічна схема модернізованого культиватора КФ-3,6М

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.2. 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. Вибір гідромоторів які проводимо розрахунковим методом за формулою:

$$Q_M = \frac{N_M \eta_3}{\Delta p h_M} \quad (2)$$

де Δp – тиск на вході в гідромотор, МПа;

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

η_3 – загальний ККД.

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

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

Складові потужності визначаємо за формулами:

Потужність при фрезеруванні

$$N_{\text{ф}} = N_{\text{р}} + N_{\text{вт}} \quad (4)$$

де $N_{\text{р}}$ – потужність для різання ґрунту

$$N_{\text{р}} = \frac{k_{\text{д}} S_{\text{в}} \alpha z_{\text{q}} h}{60 * 10^{-3}} \quad (5)$$

де $S_{\text{в}}$ – подача на ніж

$$S_{\text{в}} = \frac{2\pi R}{\lambda z} \quad (6)$$

R – радіус барабана

z – число ножів в барабані

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

$k_{\text{д}}$ – питомий опір деформації ґрунту, МПа

$N_{\text{вт}}$ – потужність на відкидання ґрунту, знаходимо за формулою:

$$N_{\text{вт}} = 0,5 k_{\text{д}} \alpha V_{\text{м}} v_{\text{р}}^2 \rho \quad (7)$$

де $k_{\text{д}}$ – коефіцієнт, що залежить від форми ножів ($k_{\text{д}} = 0,8$ Г-подібних ножів)

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

V – ширина захвату фрези

ρ – щільність ґрунту кг/м^3

$v_{\text{р}}$ – швидкість різання ґрунту.

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 МВ 56-2В2, який має при номінальному тиску $P=16$ МПа має потужність 33кВт, що забезпечить стабільну роботу гідроприводу фрезерних барабанів при частоті 150-200 об/хв

Висновки

В даний час є велика дискусія навколо ринку землі, але майже ніхто не підіймає питання збереження якості землі. В США спеціальні управління в кожному штаті слідкують за використанням земель фермерами і іншими землевласниками. Тому в них сучасні 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 [REDACTED] на протязі багатьох років читається курс лекцій для магістрів по мало затратним і екологічно перспективним технологіям в рослинництві. Виробникам сільськогосподарської техніки «Калинівка-Агромаш» Вінницької області зацікавленні розробкою модернізованого культиватора КФГГ-3,6 для технології Strip-till, яка частково висвітлена в даній

статті. В подальшому проводяться дослідження по створенню комплексного ґрунтообробного посівного агрегату.

Виявлено, що при вирощують кукурудзу із застосуванням технології полосного обробітку, найвищі врожайності протягом 5 років дослідження. Хоча цілком імовірно, що смугове орання зазвичай використовується на більш продуктивних посівних площах, а вирощування кукурудзи безорним методом частіше застосовується на ділянках землі, розташованих по краях орних угідь. Проте показники врожайності кукурудзи, вирощеної за технологією смугового орання, в середньому, за результатами 5-річного дослідження, становить приблизно 15 т/га в порівнянні з 13 т/га для кукурудзи, вирощеної по No-Till.

Урожайність сої, вирощеної із застосуванням технології смугової обробки, в порівнянні з урожайністю технології нульового обробітку ґрунту, виглядає не так вражаюче: в середньому більше приблизно на 2.1 т/га, починаючи з 2015 року, який став першим роком дослідження з відстеження врожайності соєвих бобів, вирощених на Вінниччині із застосуванням технології смугової оранки.

Список літератури

1. Василенко П.М., Бабин П.Г. Механіко-технологічні основи вибору конструктивних і кінематичних параметрів ротаційних робочих органів поверхневого обробітку ґрунту. Наукові праці УНДІМЕСХ.: - т.2. - Київ, 1990.- С. 26-48.
2. Яцук О.П., Єфимов Д.М. Фрезерні ґрунтообробні машини. Сільгспомаш. – М. -1985р. – 412с.
3. Siwowski T. Strengthening bridges with prestressed CFRP strips. / Siwowski Tomasz I, Zyltowski Piotr I // Selected Scientific Papers: journal of Civil Engineering. – 2012, Vol. 7 Issue 1, P. 79–86.
4. Wendel C.H. 150 Years of JI Case / C.H. Wendel // Krause Publications. -2013. – 336 p.
5. Wade T. Conservation-Practice Adoption Rates Vary Widely by Crop and Region / Tara Wade, Roger Claassen, Steven Wallander // EIB-147, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service. – 2015. – 40 p.
6. Електронний ресурс: <https://aggeek.net/ru-blog/chto-takoe-strip-till-plyusy-i-minusy-schadyaschej-obrabotki-pochvy>
7. Mursch B. Untersuchungen an einer Bodefaraze. «Landtechnische Forchung», bd. 7, 1967, H. 4. S. 93-98.
8. Sohne W. und Thiel R. Technische Probleme bei Bondenfrasen. «Grundlagen der Landtechnik», 1997, H. 9, 112-136p.
9. Чаткіна Н.М. Кінематика і динаміка ротаційних ґрунтообробних робочих органів. Київ:Урожай, 2008. – 316с.
10. Гринчук И.М., Матяшин Ю.И. Расчёт толщины стружки почвенных фрез// Механизация и электрификация с/х. 1985, №4, с. 35-37.

11. Серeda Л.П. Гидроприводы сельскохозяйственных машин./ И.А. Немировский, В.Ф. Маркин, Л.П. Серeda, В.В. Яницкий; Под ред. И.А. Немировского // Киев : Техника, 1979.-138с.

Аннотация.

Большинство ученых в отрасли агрономии, особенно за границей, при появлении новейших технологий No-Till и Strip-Till, называли их революционными в растениеводстве, из-за того, что рядом с экономическими показателями данные технологии сохраняют плодородный потенциал почвы. Это достигается за счет наименьшего травмирования почвы при минимальном количестве технологических операций, а также обязательным покрытием полей растительными остатками после уборки. Американским учеными доказано, что при правильном применении этих технологий основным показателем качества почвы – гумус не уменьшается, а наоборот – увеличивается. В данной статье представлен анализ работы агрегатов по технологии Strip-till в Украине и предложенный агрегат для полосной обработки КФТГ-36, разработанный учеными кафедры агроинженерии и технического сервиса Винницкого национального аграрного университета.

Ключевые слова: технологии Strip-till, No-Till, почвообрабатывающие агрегаты, фрезерный культиватор, гидравлический привод, экологический эффект.

Abstract.

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 KFTG-36 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.

Keywords: Strip-till technologies, tillage units, milling cultivator, hydraulic drive, environmental effect.