УДК 631.331

С.І. Шмат, проф., канд. техн. наук, П.Г. Лузан, доц., канд., техн. наук, С.В. Колісник, асп.
Кіровоградський національний технічний університет

Ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур

В статті розглянуті перспективні ресурсозберігаючі технології вирощування сільськогосподарських культур. Традиційні технології обробітку ґрунту та сівби дуже енергоємні, що приводить до погіршення родючості ґрунту, зменшення його біологічної активності і значного ущільнення. Сучасні технології потребують нових підходів, заснованих на безплужному обробітку ґрунту, використанні нових ефективних ґрунтообробних та посівних машин. Запропоновані засоби та технології забезпечують при менших витратах палива на 15-20% вищу урожайність.
енергетичні витрати, землеробство, оранка, мульчування, сівба, щілювання, ґрунтова волога, технології "No-till"

Актуальність проблеми. На сучасному етапі вдосконалення систем землеробства, особливо при існуючому диспаритеті цін на сільськогосподарську продукцію, паливно-мастильні матеріали, пестициди та сільськогосподарську техніку, зростає необхідність пошуку найбільш раціональних шляхів відтворення родючості грунту як основи сталого виробництва продукції рослинництва.

Найбільш енергозатратним та трудомістким в землеробстві є механічний обробіток грунту. За даними вчених на нього припадає в середньому 40 % енергетичних та 25% трудових затрат загального обсягу польових робіт [1, 2]. Тому, зведення до мінімуму витрат енергетичних та інших ресурсів при вирощуванні сільськогосподарських культур є актуальною задачею.

Постановка проблеми. Вибір способу обробітку ґрунту визначається конкретними природно-кліматичними і виробничими умовами, які враховують його тип і стан, попередників, агробіологічні особливості вирощування даної культури і т.п. Бажання знизити енергетичні витрати при вирощуванні сільськогосподарських культур привело до застосування мінімального та нульового обробітку ґрунту. Науково необґрунтоване впровадження нових систем землеробства сприяє забур'яненості полів, розвитку великої кількості шкідників та хвороб, зниженню родючості грунту, тому ми вважаємо, що на переважній частині наших полів застосовувати сучасні технології є не завжди виправдано.

Можна йти іншим шляхом економії енергоресурсів – мінімізувати підготовку ґрунту до сівби, диференціювати по глибині та способах його обробітку, відмовитись від щорічної оранки, замінивши її менш енергоємними технологічними операціями – безполицевим розпушуванням, культивацією, дискуванням, комбінованими обробітками, щілюванням, а в деяких випадках з застосуванням прямої сівби [3, 4].

Аналіз останніх публікацій і досліджень з даної проблеми. За останні роки багатьма авторами [1-6] проведені дослідження як теоретичні, так і випробувані на практиці в сільськогосподарських підприємствах, які показують, що є ряд альтернативних технологій, які зменшують енергозатрати без погіршення родючості ґрунту.

Метою даної роботи є підвищення продуктивності сільськогосподарських угідь, зменшення енерговитрат при вирощуванні сільськогосподарських культур, покращення екологічного стану середовища.

© С.І. Шмат, П.Г. Лузан, С.В. Колісник, 2010

Виклад основного матеріалу. Розглянемо основні напрями вдосконалення технологій вирощування для досягнення поставленої мети.

1. Використання енергії геоелектромагнітного поля Землі (ГЕМП).

Земля, її ґрунти знаходяться під впливом сонця, повітря, води і мало вивченого до цього ГЕМП Землі [6]. Розкриття механізму взаємодії рослин з енергією ГЕМП дозволить підвищити родючість ґрунту та продуктивність сільськогосподарських угідь.

Відомо, що талі та зливові води не тільки на 75-80% сходять без затримки у низини, яри, ставки, річки, але й змивають ґрунт. Агрономи рекомендують взагалі вилучати з польової сівозміни середньо - і сильно змиті ґрунти, використовуючи їх під кормові угіддя.

Одним з прийомів накопичення вологи є щілювання підорного горизонту ґрунту на глибину 35-40 см. Щілювання запобігає витоку талих і дощових вод, особливо на схилах, підвищує вологоємність кореневого шару ґрунту, його аерацію, зменшує змивання гумусу, покращує його енергетичний стан.

Додатковий позитивний ефект при підвищенні енергетичного стану ґрунту може бути досягнутий розміщенням щілин в підорному прошарку в напрямі магнітного поля Землі (північ - південь). При нарізуванні щілин в напрямі ліній геомагнітного поля в них наводяться еквіпотенціальні силові лінії $E = -grad\varphi$ геомагнітного поля, напруга яких підтримує енергетичні рівні біооб'єкту ґрунт-рослина в оптимальному режимі [6]. З метою накопичення та збереження вологи в ґрунті, особливо в засушливий період, використовують плоскорізний обробіток з одночасним щілюванням при відстані між щілинами 3-5 м і їх глибиною до 40 см. Ця система щілин – дрен, спеціально прокладених у підорному шарі ґрунту (рис. 1), відіграє роль своєрідних ємностей, де накопичується ґрунтова волога та надійно зберігається від витоку у низини та яри при надмірному випаданні опадів восени чи таянні снігу весною, а також запобігає явищам вимокання та вимерзання посівів. Завдяки наявності щілин волога легко переходить у нижчі шари ґрунту і не накопичується в місцях пониження рельєфу поля, утворюючи так звані «блюдця». Розміщення посівів сільськогосподарських культур проводять переважно у напрямку схід-захід.

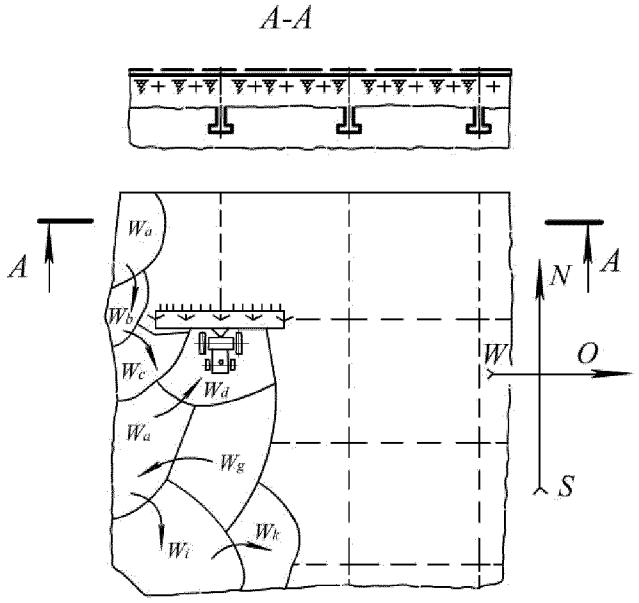


Рисунок 1 – Система щілин-дрен, прокладених у підорному шарі ґрунту

Постійно виникаючі агроЕРС мають місце на плівкових поверхнях твердого тіла (тверді частки ґрунту, мінералів, коренів і т.п.), зануреного у ґрунтовий розчин. Під дією електричного струму, який циркулює постійно у ґрунті, активізуються електрохімічні реакції розкладу мінералів у органічні речовини, а органічних у мінеральні за відомим законом Фарадея згідно рівнянню:

$$M = q \cdot I_n \cdot t = q \cdot J_a \cdot S_a \cdot t,$$

де M – маса перетвореної речовини;

q - електрохімічний еквівалент речовини;

I_n – електричний струм, який циркулює у ґрунті;

t - час реакції електрохімічного процесу;

J_a - щільність електричного струму на поверхні анодної зони;

S_a - площа поверхні анодної зони.

Під дією агроЕРС підвищується концентрація рухомих іонів азоту, фосфору, калію: $C_1 \approx \sum NPK$; підвищується енергетичний стан біооб'єкту ґрунт-рослина, зростає його продуктивність на 20...25%.

Нова технологія вирощування включає два етапи:

- розміщення полів та попередники;
- підготовку і проведення обробітку ґрунту.

Гони поля розміщують переважно у напрямку, що співпадає з напрямком північ-південь (при обробітку ґрунту) та схід-захід (при сівбі). Головна вимога – накопичення, забезпечення і раціональне використання ґрунтової вологи, яка є особливим енергоносієм у природі. Це надзвичайно велика кількість електричної енергії, що постійно поновлюється за рахунок енергії ГЕМП, яка в свою чергу постійно поновлюється сонячною або космічною енергією.

Таким чином, зберігаючи і накопичуючи у ґрунті вологу, можна покращити енергетичний стан ґрунтів та посівів. Прокладаючи щілини – дрени у підорному шарі ґрунту у напрямку північ-південь, можна значно краще накопичувати вільну вологу і раціонально використовувати її енергію (ГЕМП) при вирощуванні сільськогосподарських культур. При цьому повніше та ефективніше використовуються поживні речовини з грунту та органічні і мінеральні добрива.

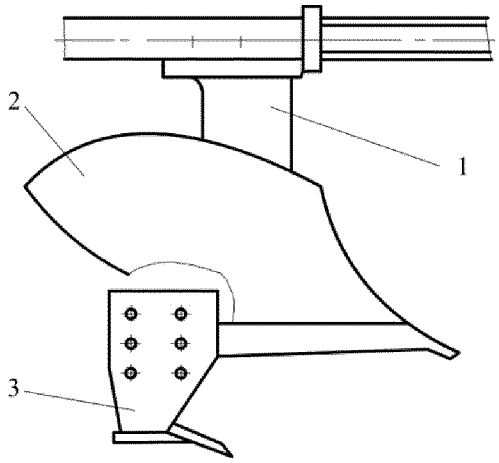
В трьох районах Кіровоградської та Херсонської областей декілька років проводяться експерименти по цілеспрямованому використанню енергії ГЕМП, які показали, що ці заходи дозволяють підвищити врожайність сільськогосподарських культур на 12-15%.

2. Підвищення ефективності оранки.

Полицева оранка не здається, вона займає переважну більшість наших полів, способи полицевої оранки весь час вдосконалюються. Для підвищення продуктивності і якості обробітку, зниження трудо- і енерговитрат використовують оборотні і фронтальні плуги, які забезпечують гладку оранку (без гребенів і роз'ємних борозен), двохярусні для глибокої оранки. Крім того, суміщують оранку з ґрунтозаглиблюванням для усунення плужної підошви.

Сучасні пристрої для ґрунтозаглиблення мають ряд недоліків – різко підвищують енергозатрати обробітку та металомісткість знаряддя, зменшують продуктивність оранки і т.п.

Нами запропонований новий робочий орган, який усуває вказані недоліки. Це щілиноріз, який встановлюється на корпусі плуга [7]. Згідно з запропонованим способом основний обробіток ґрунту проводять на глибину 22…25 см, а розпушення підорного шару - на глибину до 40 см від поверхні поля, при чому основний обробіток проводиться корпусами плугів, а додаткове розпушування підорного шару за допомогою щілиноріза (рис. 2), який прикріплюється безпосередньо до польової дошки корпуса плуга.



1–стояк; 2–корпус; 3–щілиноріз

Рисунок 2 – Вдосконалений корпус плуга з щілинорізом

3. Зменшення енергоємності процесу оранки.

Нами розглянуто також робота польової дошки корпуса. Оскільки тиск скиби на полицю весь час намагається зрушити корпус вліво по ходу плуга, то для надання йому стійкості в систему робочих органів вводять польову дошку. Спираючись на стінку борозни, польова дошка забезпечує стійкий рух плуга в горизонтальній площині. При цьому питомий тиск польової дошки на стінку борозни досягає P=0,5...0,7 кгс/см^2 або для корпусів звичайних плугів - 200...250 кгс. Опір польової дошки зумовлений її тертям по стінці борозни і досягає (за Г.Є. Листопадом (0,27...0,47)R_x, де R_x - опір плуга у поздовжньому напрямку), тобто тяговий опір польових дошок складає більше третини корисного опору плуга R_x. Відомі спроби заміни польових дошок котками з гумовим покриттям (плуг Сабо) або нахиленим колесом. Але в умовах підвищеної вологості грунту через залипання і забивання ці котки та колеса стають непрацездатними.

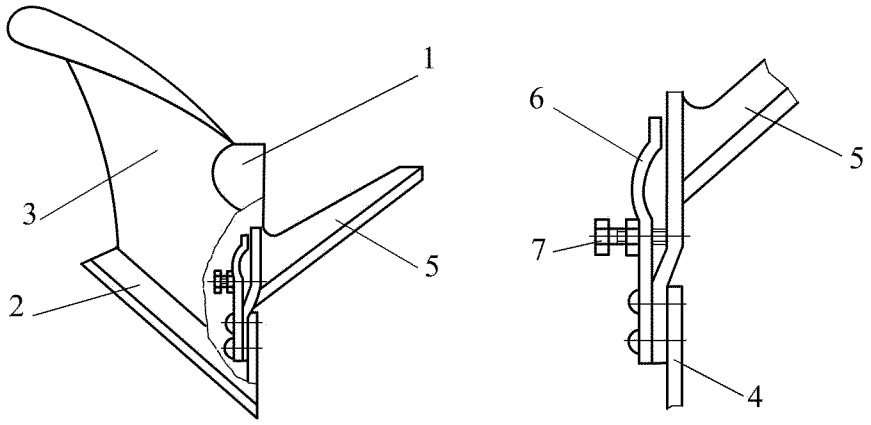
Ми розглянули цю проблему з іншого боку: чи не можна шкідливий опір польової дошки при роботі плуга замінити на корисні зусилля? Поставлена мета досягається тим, що на корпусі плуга з боку польового обрізу до стояка додатково кріпиться одностороння плоскорізна лапа на глибині розміщення лемеша з шириною захвату, яка дорівнює захвату корпуса (рис. 3). При русі корпуса в ґрунті лапа виконує підрізання скиби для наступного корпуса, зменшуючи енерговитрати на роботу його лемеша та сприяючи більш довготривалій його роботі без перезаточування [8].

Однак відомо, що ґрунт - неоднорідна маса і при роботі плуга сприймає різні по значенню сили опору ґрунту, а це призводить до порушення усталеності ходу корпуса, виникненню додаткових сил опору з боку леміша, полиці, плоскорізної лапи. Для усунення цих недоліків плоскорізна лапа корпуса плуга обладнана пружинним механізмом вібруючого типу (рис. 3), завдяки якому лапа, сприймаючи неоднорідне навантаження ґрунту, постійно знаходиться у вібруючому стані.

Параметрами процесу служать збурююча сила, швидкість руху робочого органу, контактні сили тиску, напруження, що виникають в зоні дії лапи з ґрунтом. Ці сили впливають на динаміку руху лапи, спричиняючи при цьому зменшення опору ґрунту. В процесі розвантаження і повторного навантаження відбувається реакція напруг, що веде до додаткової деформації за певний цикл. При вібраційній дії робочого органа на ґрунт частіше відбувається скол скиби, ніж при звичайному різанні. Все це зменшує загальну енергоємність процесу обробітку ґрунту, в тому числі за рахунок попереднього підрізання скиби плоскорізною лапою, зменшення дії поперечних некорисних сил на корпус плуга. При цьому покращується ступінь кришення ґрунту (наступна скиба не ущільнюється польовою дошкою), зменшується ущільнення підорних шарів ґрунту завдяки більший опорній поверхні

корпуса, зменшується виглиблення корпуса на важких ґрунтах і головне - відпадає необхідність польової дошки, яка замінюється запропонованою лапою.

Проведені дослідження показали працездатність нової конструкції. Динамометруванням процесу відзначено, що опір корпуса плуга при роботі в загінці зменшується на 35-40 кгс або для п'ятикорпусного плуга загальний опір знижується на 180...200 кгс.



1 - стояк, 2 – леміш; 3- полиця; 4- кронштейн; 5 - лапа; 6 - пружна лапка; 7 - регульований гвинт

Рисунок 3 – Корпус плуга з односторонньою плоскорізальною лапою

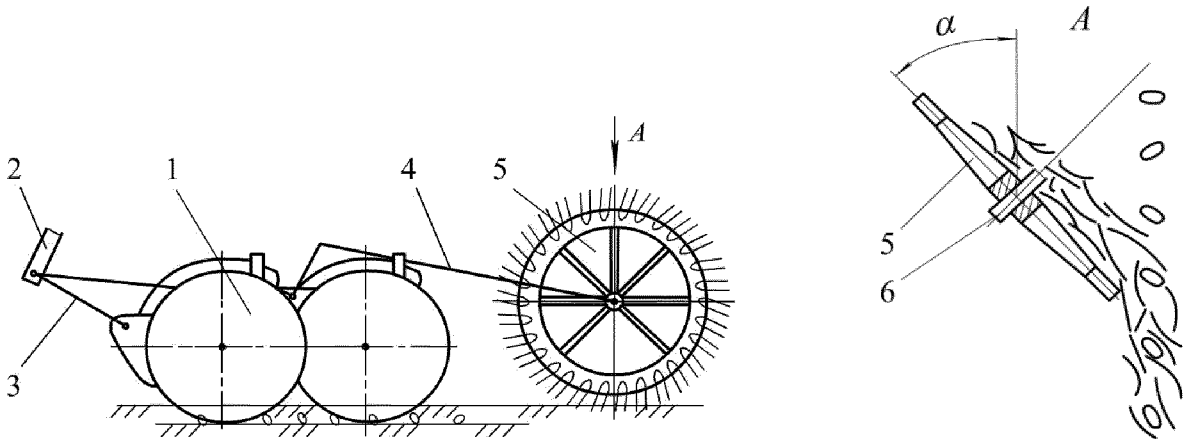
4. Система мульчування посівів.

Для більш активного відновлення родючості ґрунту пропонується доповнити технологію мульчуванням [9], залишаючи на поверхні ґрунту стерню та пожнивні рештки. Захисна роль рослинних решток величезна. По-перше, відбувається запобігання руйнуванню ґрунтів від дощів, по-друге, рослинні рештки на полі зменшують дію температури - взимку зменшується вимерзання посівів, влітку - різко зменшується дія сонячного проміння на сільськогосподарські культури, тобто створюється тепличний ефект. По-третє більш активніше проходять процеси відновлення органічних речовин в ґрунті, посилюються необхідні умови відтворення родючості грунту.

Пристрій для мульчування посівних рядків включає розміщене поряд з рядком колесо, яке має на зовнішньому колі зубці (рис.4). Колесо встановлено під деяким кутом до напрямку руху сівалки. Перекочуючись по поверхні ґрунту колесо своїми зубцями переносить на рядок з насінням пожнивні рештки, прикриваючи рядок мульчею. А це як було відмічено раніше, створює для насіння температурний ефект.

Запропоноване мульчування посівних рядків дає високу ґрунтозахисну, агрономічну і економічну ефективність і має ряд переваг перед існуючими технологіями:

- накопичення на поверхні ґрунту мульчі знижує температуру ґрунту в жаркі літні періоди та підвищує її взимку, що позитивно відбивається на рості і розвитку рослини;
- зменшується непродуктивне випаровування ґрунтової вологи. Досліди показують, що на немульчованому полі щоденно зменшується кількість вологи на 2-3 %;
- взимку відбувається накопичення більш потужного снігового покриву, створюються умови, які попереджують випирання вузлів кущення культурних рослин, підвищується їх зимостійкість;
- значно покращується аерація ґрунту, підвищується біологічна активність верхніх шарів ґрунту , покращується загальна амортизаційна здатність ґрунту при дії коліс МТА, що забезпечує інтенсивний стартовий ріст і розвиток рослин.



1 – сошник; 2 –рама; 3 – поводок; 4 – поводок; 5- копесо-загортач; 6 – вісь колеса

Рисунок 4 – Посівна секція із запропонованими колесами-загортачами

Висновки і перспективи подальших досліджень. Таким чином, підводячи підсумки, можна сказати, що традиційні технології обробітку ґрунту та сівби засновані на високій енергоємності, приводять до щорічного погіршення родючості ґрунту, зменшення його біологічної активності, значного ущільнення. Сучасні технології потребують нових підходів. Деякі з таких технологій та засобів їх реалізації розроблені в Кіровоградському національному технічному університеті і засновані на безплужному обробітку ґрунту, використанні нових ефективних культиваторів та сівалок, геоелектромагнітних сил у ґрунтовому шарі, зменшенні дії МТА на ґрунт, підвищенні урожайності сільськогосподарських культур. На нові технології та засоби одержано більше 30 патентів та авторських свідоцтв, вони достатньо вивчені та вже реалізовані на практиці.

Запропоновані засоби та технології забезпечують більш високу продуктивність та урожайність (на 15-20%), менші витрати палива (в 2 і більше разів), використовують доступні для господарств машини та більш дешеві, пройшли виробничі випробування в умовах сільськогосподарських підприємств України.

Список літератури

1. Сайко В. Актуальні проблеми землеробства: простих шляхів мінімалізації обробітку ґрунту не буває / В. Сайко В. // Техніка АПК.- 2008.- №1.- С. 68-13.
2. Романський О. Порівняльна оцінка способів обробітку ґрунту / О. Романський, К. Костенко, В. Громадська // Техніка АПК.- 2005.- № 10.- С. 14.
3. Кушнарев А.С. Методологические предпосылки выбора способов обработки почвы / А.С. Кушнарев, В.Л. Погорелый // Техніка АПК.- 2008.- № 1.– С. 17-19.
4. Ващенко В. Ресурсозберігаючі технології у рослинництві / В. Ващенко, О. Бондарєва // Техніка АПК.- 1999.- №4.– С. 27-28.
5. Кравчук В. Результати експертизи техніко-технологічних рішень системи основного обробітку ґрунту в технологіях основних сільськогосподарських культур / В. Кравчук, В. Погорілий, Л. Шустік // Техніка АПК.- 1999.- № 4.– С. 27-28.
6. Шмат С.И. Преобразование энергии ГЭМП земли и её рациональное использование в сельском хозяйстве / Н.А. Свирень, С.И. Шмат, В.В. Федорчак // [Монография].- Кировоград: Код- 2009.- 191 с.
7. Пат. 4919 Україна, МКП A01B 15/10. Корпус плуга / Шмат С.І., Матвєєв К.Д., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Воротнюк В.В.; заявник і патентовласник Кіров. нац. техн. університет.- № 20040503918; заявл. 25.05.04; опубл. 15.02.05. Бюл. №2.
8. Пат. 31744A Україна, МКП A01B 15/00. Спосіб обробітку ґрунту та пристрій для його реалізації / Шмат С.І., Іванько І.П., Слободян С.М.; заявник і патентовласник Кіров. нац. техн. університет.- опубл. 6.09.99. Бюл. № 12.
9. Пат. 32562 Україна, МКП A01B 15/10. Робочий орган для мульчування / Шмат С.І., Дейкун В.А., Бойко А.І.; заявник і патентовласник Кіров. нац. техн. університет.- опубл. 26.05.08. Бюл. № 10.

Ресурсосберегающие технологии выращивания сельскохозяйственных культур

В статье рассмотрены перспективные ресурсосберегающие технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Традиционные технологии обработки почвы и посева очень энергоёмкие, что приводит к ухудшению плодородия почвы, уменьшения его биологической активности и значительного уплотнения. Современные технологии требуют новых подходов, основанных на бесплужной обработке почвы, использовании новых эффективных почвообрабатывающих и посевных машин. Предложенные средства и технологии обеспечивают при меньших затратах топлива на 15-20% выше урожайность.

S. Shmat, P. Luzan, S. Kolesnik

Resource-saving technologies of culture growing

Perspective resource-saving technologies of culture growing are considered in the article. As the traditional technologies of tillage and crop treatment are very power-consuming it leads to deterioration of soil fertility, reduction of its biological activity and to significant soil packing. Modern technologies need new approaches which are based on plough-free tillage, usage of new effective tillage and seeding machines. Introduced tools and technologies ensure 15-20% higher crop capacity at less fuel costs.

Одержано 25.05.10