

Раздел 3. СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ МАШИНОСТРОЕНИЕ

УДК 631.319.4

Бабицкий Л. Ф., Куклин В. А., Белов А. В.

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И РАБОЧИХ ОРГАНОВ МУЛЬЧИРОВАТЕЛЯ ПОЧВЫ

У статті дано обґрунтування технологічної схеми двохбарабанного мульчувача ґрунту з проти-ріжучою гребінкою по біонічній подібності і зубчастими ножами.

Ключові слова: мульча, двохбарабанний мульчувач, зубчастий ніж, протиріжуча гребінка.

В статье дано обоснование технологической схемы двухбарабанного мульчирователя почвы с противорезающей гребенкой по бионическому подобию и зубчатыми ножами.

Ключевые слова: мульча, двухбарабанный мульчирователь, зубчатый нож, противорезающая гребенка.

The article gives a basic process scheme with a double-drum soil shredder comb on the counter bionic likeness and serrated knives.

Key words: mulch, double-drum mulcher, serrated knife, comb the counter.

Постановка проблемы. Одним из наиболее эффективных способов поддержания роста и развития растений является мульчирование. В качестве органической мульчи применяются скошенная трава, сено, солома, листья, кора, опилки. Мульчирование позволяет сохранить в почве влагу, предотвращает образование почвенной корки и снижает засоренность полей сорной растительностью [1, с. 23]. В соответствии с вышеизложенным, актуальной является проблема разработки новых технологических схем работы и создания конструкций рабочих органов машин для мульчирования почвы, обладающих меньшей энергоемкостью и обеспечивающих выполнение технологического процесса в соответствии с агротребованиями.

Анализ литературы. Среди существующих конструкций мульчирователей наибольшее распространение получили машины с горизонтальным барабаном, на наружной поверхности кото-

рого располагаются ножи различной формы [2]. Кроме измельчения оставшихся на поверхности поля растительных остатков и равномерного распределения их по поверхности поля, осуществляется дополнительное рыхление почвы. Недостатком данного вида мульчирователей является повышенная энергоемкость процесса.

Мульчирователи с вертикально расположенным ротором [3] обладают более высокой производительностью, позволяют регулировать высоту среза, но не подходят для применения на засоренных камнями почвах.

Цель статьи – обоснование технологической схемы и рабочих органов двухбарабанного мульчирователя почвы.

Изложение основного материала. Для повышения качества измельчения растительных остатков и снижения энергоемкости процесса предложена конструкция двухбарабанного мульчирователя с противорезающей гребенкой (рис. 1).

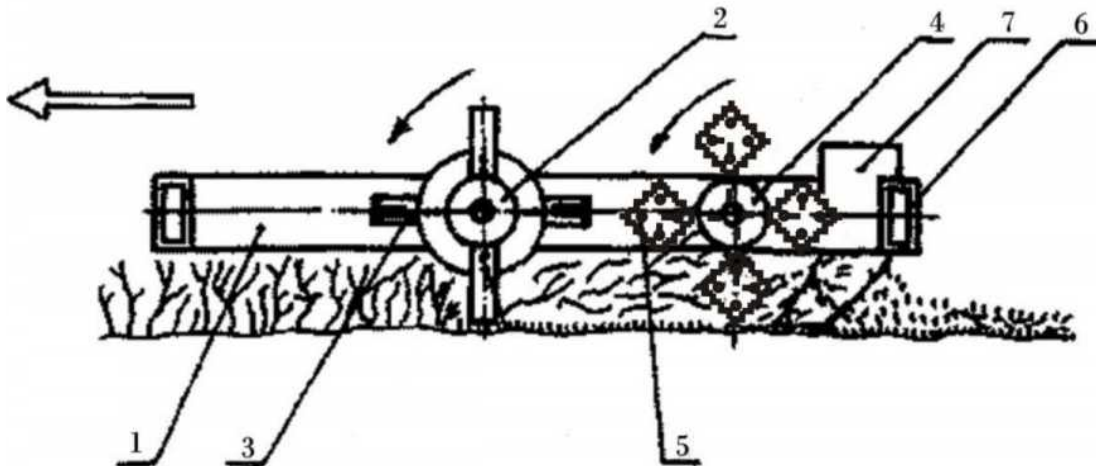


Рис. 1. Схема двухбарабанного мульчирователя почвы с противорезающей гребенкой:
1 – рама; 2 – основной барабан; 3 – рабочие Г-образные ножи; 4 – дополнительный барабан;
5 – рабочие плоские зубчатые ножи; 6 – задняя поперечная балка; 7 – противорезающая гребенка.

Ножи на первом барабане выполнены в виде жестко закрепленных Г-образных сменных пластин с закаленной отогнутой частью, а ножи на дополнительном барабане имеют шарнирное крепление и выполнены в виде плоских зубчатых ножей.

Зубчатый нож 2 (рис. 2) имеет квадратную форму с четырьмя симметричными отверстиями для шарнирного крепления к барабану 1 мульчирователя.

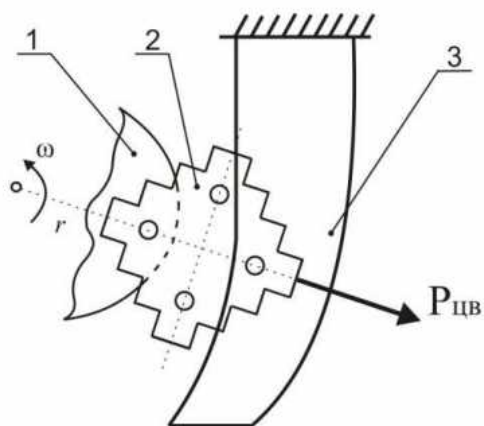
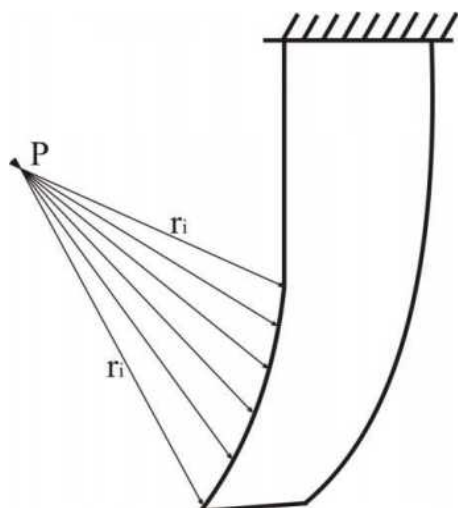


Рис. 2. Схема взаимодействия зубчатого ножа с противорежущей гребенкой: 1 – барабан; 2 – зубчатый нож; 3 – противорежущая гребенка.

На четырех боковых ударных кромках ножа, расположенных под углом 45°, размещены зубцы. В процессе работы зубчатый нож измельчает растительные остатки одной из четырех ударных кромок с повышенной стойкостью к удару за счет восстанавливающего момента, возникающего при повороте ножа вокруг оси с центробежной восстанавливающей силой, равной:

$$P_{цв} = m \cdot \omega^2 \cdot r, \quad (1)$$

где m – масса зубчатого ножа, кг;
 ω – угловая скорость вращения ножа, с⁻¹;
 r – расстояние от оси вращения до крайней точки ножа, м.



Поскольку масса зубчатого ножа с четырьмя отверстиями больше массы обычного ножа с двумя отверстиями, то, как видно из выражения (1), зубчатый нож более устойчив при ударе.

Дополнительное измельчение обеспечивается при взаимодействии с гребенкой 3 (рис. 2), закрепленной на раме машины. Она представляет собой набор вертикальных согнутых пластин, расстояние между которыми соответствует максимально допустимому размеру измельченных растительных остатков.

Для повышения износостойкости рабочих органов и улучшения качества измельчения обоснована рациональная форма гребенки, и в качестве бионического прототипа использованы роющие конечности насекомых, в частности медведки.

В основу методики определения параметров зубьев ноги медведки положен оптический метод. По построенным лучам из полюса P (рис. 3) отмечались расстояния вероятного нахождения кривой лезвия гребенки, исходя из принципа построения зуба ноги медведки по предложенной формуле [4, с. 76]:

$$r_i = r_0 \cdot e^{\vartheta_i \cdot \tan \varphi}, \quad (2)$$

где r_0 – начальный радиус-вектор;
 e – основание натурального логарифма;
 ϑ_i – текущий полярный угол;
 φ – угол внутреннего трения почвы.

Форма режущей части гребенки по бионическому подобию зуба ноги медведки обеспечит наиболее оптимальный угол резания, благодаря чему усилие резания будет минимальным, а крошение почвы и измельчение растительных остатков будет качественнее и при меньших затратах энергии [4, с. 77].

При этом увеличится срок эксплуатации данного рабочего органа вследствие уменьшения износа.



Рис. 3. Построение формы гребенки.

В процессе измельчения гребенка будет выполнять функцию противорежущей пластины, тем самым осуществляя подпорное резание, что позволит снизить рабочую частоту вращения барабана и уменьшить потребляемую на привод рабочего органа энергию.

Выводы. Разработанная технологическая схема двухбарабанного мульчирователя почвы с противорежущей гребенкой, выполненной по форме логарифмической спирали, и шарнирно закрепленными на дополнительном барабане зубчатыми ножами позволит снизить энергоемкость процесса мульчирования почвы и повысить качество измельчения растительных остатков.

ЛИТЕРАТУРА

1. Хлопцева Р. И. Мульчирование почвы / Р. И. Хлопцева // Защита растений. – 1995. – № 6. – С. 23.
2. Мульчирователи с горизонтальным ротором [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://aags.ru/katalog-tehniki/kuhn/category/milchirovanie-s-goriz-rotorom.html>.
3. Роторные мульчирователи [Электронный ресурс] // Алтайагросервис. – Режим доступа : <http://aags.ru/katalog-tehniki/kuhn/category/rotornie-milchirovateli.html>.
4. Бабицький Л. Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицький. – К. : Урожай, 1998. – 164 с.

УДК 631.316

Бабицький Л. Ф., Соболевський І. В.

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРІЗНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ ЗА БІОНІЧНОЮ ПОДІБНІСТЮ

У статті наведено обґрунтування конструктивної схеми нового плоскорізного ґрунтообробного робочого органу за біонічною подібністю для захисту орних земель від вітрової ерозії при веденні екологічного землеробства. Розглянуто біосистемний підхід до створення ґрунтообробних робочих органів за біонічним прототипом донних риб на прикладі ската-рогача.

Ключові слова: біоніка, ґрунт, лобова поверхня, скат-рогач, робочий орган, ніж.

В статтє приведено обоснование конструктивной схемы нового плоскорезного почвообрабатывающего рабочего органа по бионическому подобию для защиты пахотных земель от ветровой эрозии при ведении экологического земледелия. Рассмотрен биосистемный подход к созданию почвообрабатывающих рабочих органов по бионическому прототипу донных рыб на примере ската-рогача.

Ключевые слова: бионика, почва, лобовая поверхность, скат-рогач, рабочий орган, нож.

The article gives a new rationale for the design concept of the carved flat tillage working body on the Bionic likeness to protect arable land from wind erosion in the management of organic agriculture. Biosystems considered approach to the creation of tillage work on a prototype bionic bottom fish on the example of the ramp-stag.

Key words: bionics, soil, front surface, a ramp-stag, working body, a knife.

Постановка проблеми. Земельні площі України мають четверту частину чорноземів від загальної світової частки, причому вони характеризуються потенційною ефективною родючістю. Проте основна частка цих ґрунтів піддана вітрової ерозії. Внаслідок ерозійних процесів щорічні втрати ґрунту становлять близько 600 млн. тон. Це призводить до негативного балансу гумусу, для відновлення 0,01 м шару якого за нормальних природних умов потрібно 125–400 років. При цьому значне зростання ерозійних процесів у ґрунті виникає за рахунок розорювання. Тому необхідний подальший розвиток нових способів протиерозійного обробітку ґрунту, що потребує вдосконалення існуючих підходів і розвитку нових напрямків до створення сільськогосподарських машин і робочих органів до них. Посилення

вимог до екологічно безпечних принципів дії на ґрунт викликає потребу в пошуку оригінальних технічних рішень, спрямованих на зниження енергозатрат і збереження родючості ґрунтів. У цьому аспекті оригінальним напрямком є використання рішень живої природи з біонічним підходом до вдосконалення існуючих та створення нових робочих органів сільськогосподарських машин [1].

Метою статті є обґрунтування конструктивної схеми і технологічного процесу роботи плоскорізного ґрунтообробного робочого органу за біонічною подібністю з досягненням технічного результату – підвищення ефективності розпушування ґрунту при одночасному захисті орних земель від вітрової ерозії та покращення їхньої родючості.

Аналіз літератури. Вивченню основ ґрунтозахисної системи землеробства присвячені праці таких вчених, як О. І. Бараєв [2], А. А. Зайцева [3], М. В. Краснощоків [4], А. А. Плішкін, Е. В. Блоштейн [5], М. К. Шикіла [6] та інші. Аналіз цих досліджень показав, що ґрунтозахисна система землеробства є складною біоекологоекономічною системою, при вивченні якої необхідно використовувати системний підхід, що передбачає єдність аналізу, логіки і синтезу. Особливістю цього системного підходу є розгляд ґрунтообробних робочих органів як об'єкту у цілому структурному та функціональному відношенні з

урахуванням його взаємозв'язку з навколишнім світом. Однак необхідно також враховувати взаємозв'язок і біологічних процесів, що відбуваються в ґрунті та рослинах, з робочими процесами сільськогосподарських машин [1].

Виклад основного матеріалу. Жива природа показує яскраві приклади пристосованості організмів до мінливих умов їхнього існування без нанесення шкоди навколишньому середовищу. Тому в останній час все більше уваги приділяється екологічному землеробству, яке повинне функціонувати в системі «Атмосфера – ґрунт – рослина» (рис. 1).

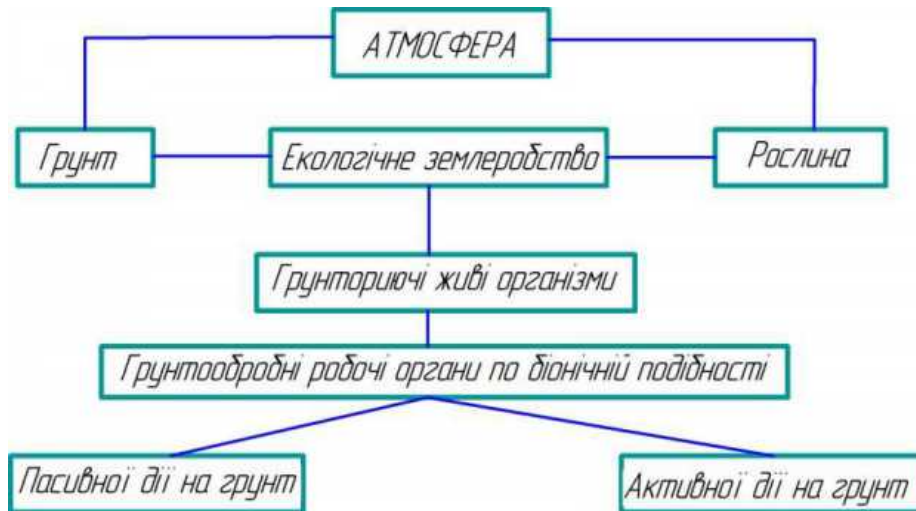


Рис. 1. Біосистемний підхід до створення ґрунтообробних робочих органів для екологічного землеробства.

Біосистемний підхід до створення ґрунтообробних робочих органів для екологічного землеробства ґрунтується на тому, що ґрунтообробні робочі органи синтезуються на основі біонічної подібності з живими організмами, які виконують однорідні з ними функції. Функціонуючи у просторі і часі, вони можуть здійснювати пасивну та активну дію на ґрунт.

Підвищення екологічної безпеки при захисті ґрунтів від різних видів ерозії сприяє розвитку протиерозійного обробітку із залишенням на поверхні поля стерні і рослинних решток. Для виконання цього процесу найбільше поширення одержали плоскорізні ґрунтообробні робочі органи. Особлива потреба виникає в розробці малоенергоємних плоскорізних робочих органів

$$f(x) = V \times P_{кр} \{ (x + b) \times [\ln|x + b| + 1] - (x - b) \times [\ln|x - b| - 1] \}, \quad (1)$$

де b – півширина ската-рогача;

$P_{кр}$ – критичний тиск;

V – пружний показник.

Визначення оптимальної форми і параметрів лобової поверхні ската-рогача дало змогу створити конструктивну схему плоскорізного ґрун-

тообробного робочого органу в системі екологічного землеробства. Проведений пошук біонічних прототипів на основі принципів і методів біоніки показав можливість проведення досліджень форми донних риб як найбільш пристосованих для діяльності на донній поверхні. У цьому аспекті в якості біонічного прототипу плоскорізного робочого органу обраний скат-рогач (*Manta birostris*).

Форма лобової поверхні ската-рогача забезпечує рівномірний розподіл тиску по всій ширині поверхні. Для стійкості руху скат-рогач має два випуклих роги на лобовій поверхні (рис. 2). Лобова поверхня ската-рогача найбільш оптимально описується рівнянням логарифмічної кривої виду

тообробного робочого органу, що складається з рами 1, ножа 2, який закріплено на двох вертикальних стояках 3, та торсіон 4 (рис. 3).

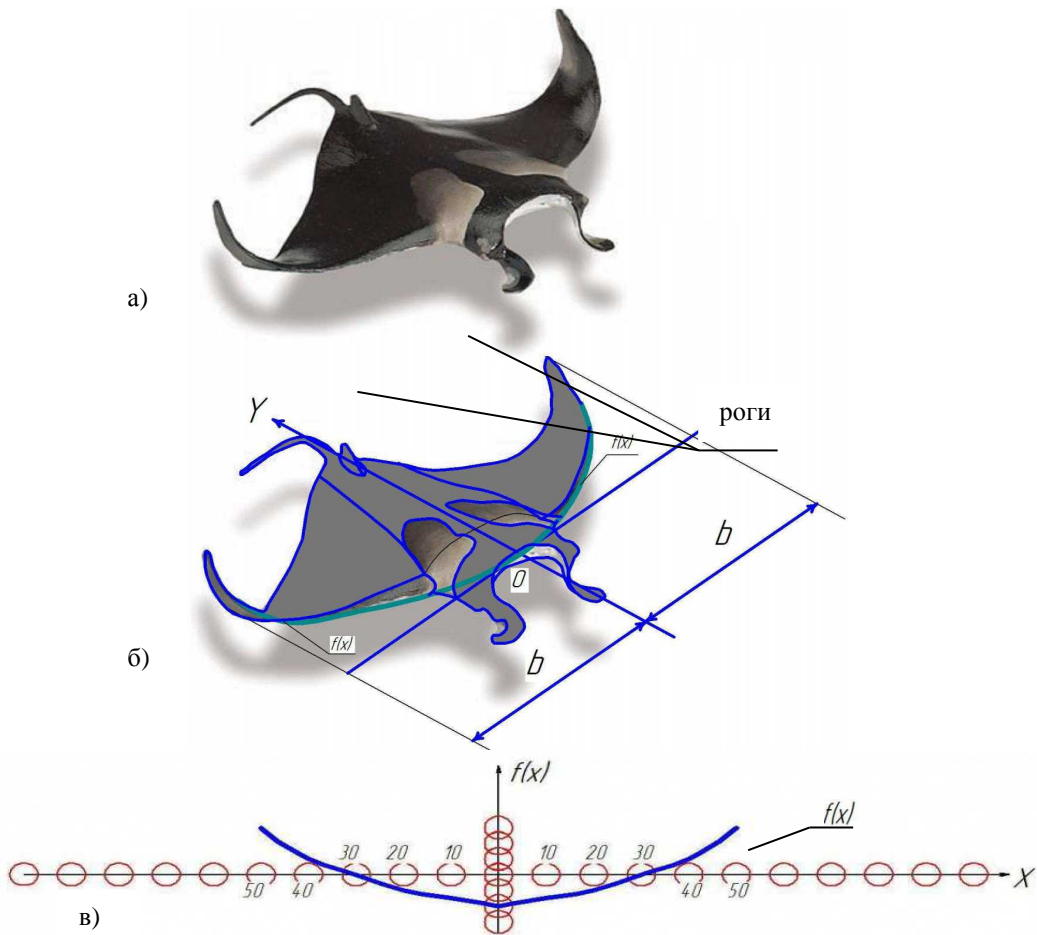


Рис. 2. Форма лобової поверхні ската-рогача (*Manta birostris*): а) загальний вигляд; б) обриси форми поверхні; в) побудова форми лобової поверхні.

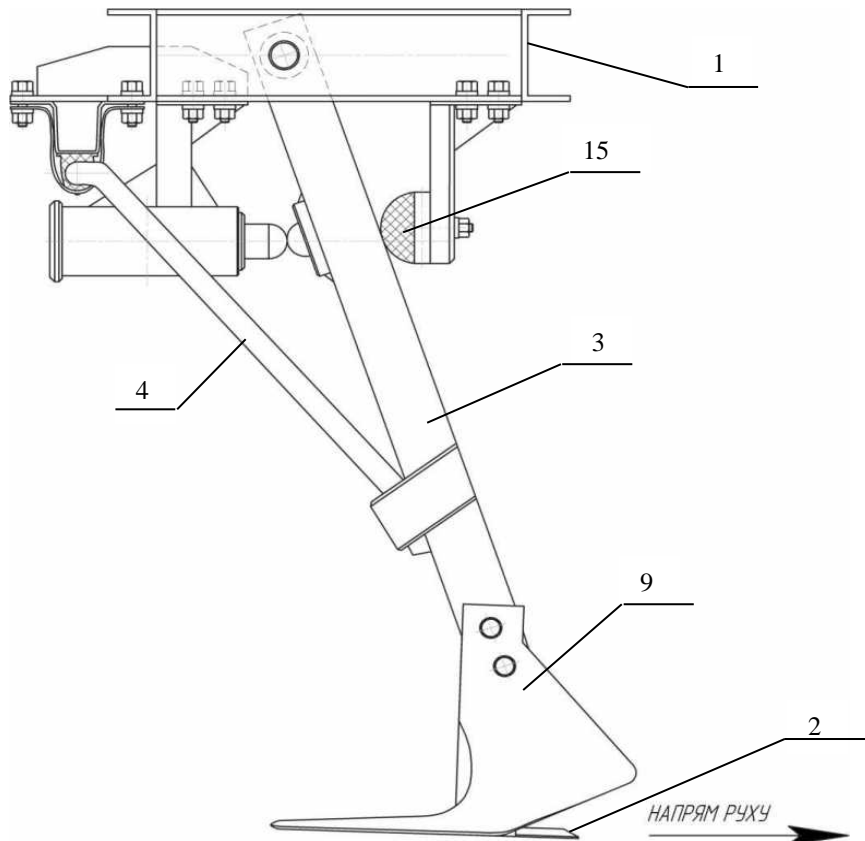


Рис. 3. Плоскорізний ґрунтообробний робочий орган (вид збоку).

Ніж 2 складається з трьох частин – двох бокових 5 і 6 та середньої 7, консольно закріплених на правій і лівій сторонах стояків (рис. 4) так, що різальна кромка частин ножа у горизонтальній площині має форму логарифмічної кривої 8 (рис. 5) з рівномірним розподілом тиску на ґрунт. Для стійкої роботи у повздовжній площині

дві бокові частини 5 і 6 ножа 2 мають в основі виступи 9 у формі трикутника, а стояки 3 з торсіоном 4 обладнані віброударними механізмами 10 з почергово розміщеними в циліндрах 11 пружинами 12, двома рухомими 13 і одним нерухомим 14 ударниками (рис. 5) та пружними опорами 15 (рис. 3).

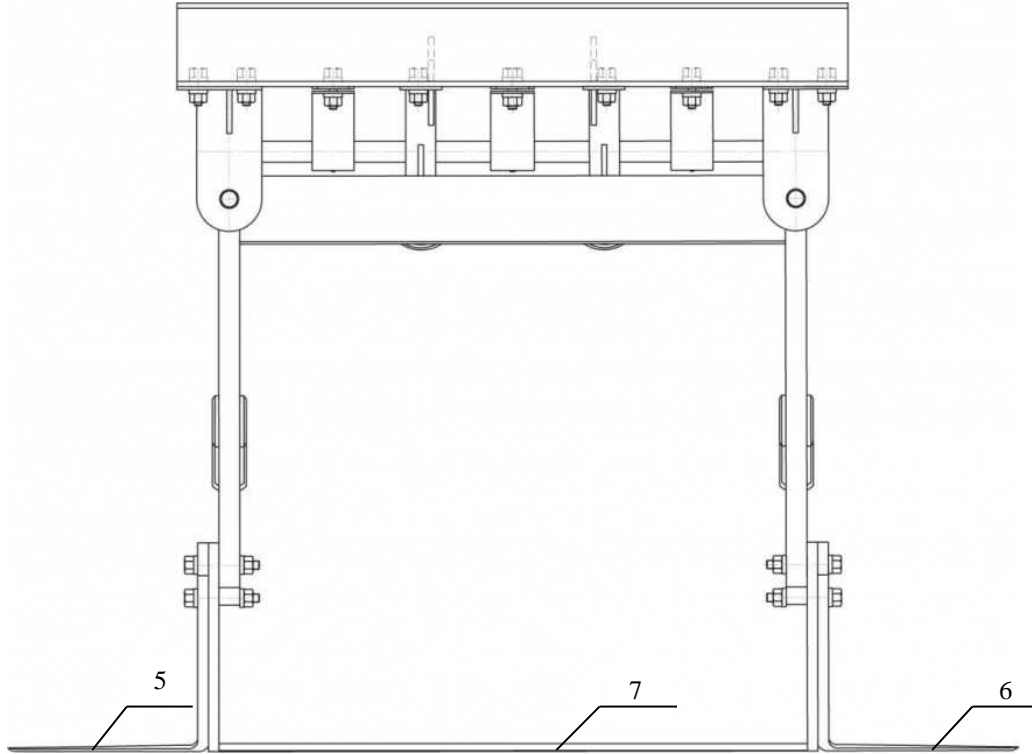


Рис. 4. Плоскорізний ґрунтообробний робочий орган (вид спереду).

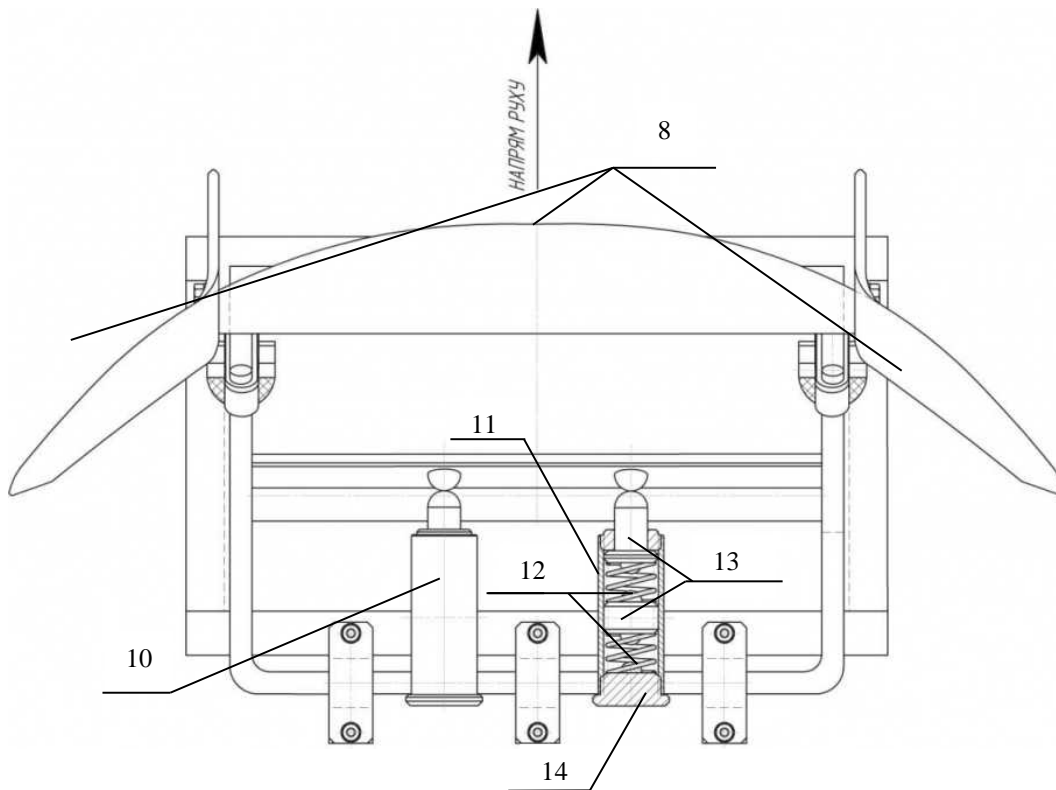


Рис. 5. Плоскорізний ґрунтообробний робочий орган (вид знизу).

Технологічний процес роботи плоскорізного ґрунтообробного робочого органу відбувається так. При обробі ґрунту рухається горизонтально рама 1, на якій у вертикальній площині закріплені два стояки 3, що мають пружний елемент коливальної системи – торсіон 4 (рис. 3).

В процесі руху ніж 2 заглиблюється у ґрунт без утворення гребенів за допомогою торсіону 4, який збуджує коливання стояків 3 в залежності від агрофізичних властивостей ґрунту, а також двох бокових частин 5 і 6 ножа 2, що мають в основі виступи 9 у формі трикутника.

Виступи 9 у формі трикутника забезпечують стійку роботу у поздовжній площині руху стояків 3 і розвантажують їх від згинаючого моменту. На глибині до 10 см ніж 2 за рахунок трьох частин – двох бокових 5 і 6 та середньої 7, консольно закріплених на правій і лівій сторонах стояків 3, розпушують і вирівнюють ґрунт та підрізають корені бур'янів. Причому різальна кромка усіх трьох частин ножа, що має форму логарифмічної кривої 8, є достатньою для первинної деформації ґрунту і мінімізує опір його розпушенню.

Різальна кромка 8 забезпечує ковзаюче підрізання коренів бур'янів у повздовж логарифмічної кривої без накопичення їх на її поверхні. В залежності від опору ґрунту стояки відхиляються у бік, протилежний напрямку руху, і вдаряються з двома віброударними механізмами 10, які за допомогою пружин 12, двох рухомих 13 і одним нерухомих 14 ударниками відтворюють енергію від удару і передають її зворотно на стояки 3. За рахунок цього сумісно з торсіоном 4 виникає коливально-ударний ефект, який утворює більше площин сколювання ґрунту, а також покращує самоочищення робочого органу від ґрунту і коренів бур'янів.

Для запобігання жорсткого удару по рамі 1 стояків 3 при їх відхиленні у бік, що відповідає

напрямку руху і фазам деформації ґрунту, вони вдаряються по пружних опорах 15, захищаючи увесь механізм від саморуїнації.

Проведені дослідження розробленого експериментального зразка плоскорізного ґрунтообробного робочого органу у ґрунтовому каналі ПФ НУБіП України «Кримський агротехнологічний університет» підтвердили робочу гіпотезу про рівномірність розпушування ґрунту на глибині 8...10 см, вирівнювання поверхні та підрізання бур'янів.

Висновки. Запропонований плоскорізний ґрунтообробний робочий орган, що створено за біонічним прототипом донної риби ската-рогача, дозволяє підвищити ефективність захисту орних земель від вітрової ерозії та покращити їхню родючість. Це забезпечується технологічним процесом безвідвального обробки ґрунту зі збереженням стерні без створення гребеневої поверхні ґрунту з одночасним його розпушенням і вирівнюванням, а також підрізанням коренів бур'янів при поверхневому обробці ґрунту.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабицький Л. Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин / Л. Ф. Бабицький. – К. : Урожай, 1998. – 162 с.
2. Бараев А. И. Почвозащитное земледелие : избранные труды / А. И. Бараев. – М. : Агропромиздат, 1988. – 383 с.
3. Зайцева А. А. Борьба с ветровой эрозией почв / А. А. Зайцева. – М. : Колос, 1970. – 152 с.
4. Краснощёков Н. В. Машины для защиты почв от ветровой эрозии / Н. В. Краснощёков. – М. : Россельхозиздат, 1977. – 224 с.
5. Плишкин А. А. Комплексная механизация работ по защите почв от ветровой эрозии / А. А. Плишкин, Э. В. Блоштейн. – М. : Колос, 1976. – 184 с.
6. Шикун Н. К. Почвозащитная система земледелия : справочная книга / Н. К. Шикун. – Харьков : Прапор, 1987. – 200 с.

УДК 681.586.772

Кузнецов И. О.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ РАСТЕНИЙ

У статті розкрито механізм визначення зволоженості захищеного ґрунту як одного з факторів, який впливає на зростання культурних рослин Південного Криму.

Ключові слова: пластинчасті електроди, електричний струм, електропровідність.

В статье раскрыт механизм определения влажности защищенного грунта как одного из факторов, которые влияют на рост культурных растений Южного Крыма.

Ключевые слова: пластинчатые электроды, электрический ток, электропроводность.

In the article the mechanism of determination of humidity of the protected soil is exposed as one of factors which influence on the height of cultural plants of South Crimea.

Key words: flat electrodes, electric current, conductivity.

Постановка проблемы. Анализируя хозяйственную деятельность АПК Украины, можно сделать вывод, что рост затрат при производстве продукции растениеводства опережает рост урожайности. Так, ориентировочно, на каждый процент урожайности приходится от 2 до 2,5 процентов увеличения антропогенных затрат [1; 2]. Урожайность сельскохозяйственных культур в значительной мере определяется высоким качеством посевного материала, интенсивностью произрастания семян и высоким темпом роста растений на всех этапах развития, которые в свою очередь зависят от условий формирования семян в вегетативный период, своевременную подготовку грунта, одним из факторов которого является его качественное увлажнение.

Системы электромагнитного облучения (стимуляции) семян являются биотехническими системами. При этом под этим термином понимаются взаимосвязанные зависимости биологических и технических систем или объектов, направленных на решение одной задачи. Биотехнические системы (БС) можно разделить на БС медицинского назначения для лечения людей и животных, БС растительного назначения и БС для обработки грунта.

Наряду с электростимуляцией семян увлажнение грунта играет одну из важных ролей в общей системе выращивания растений.

В зависимости от вида и характера увлажнения грунта (локальный или «точечный») меняются качественные критерии определения формирования зон увлажнения, в основе которых в первую очередь лежат первичная влажность почвы, ее физико-химический состав, вид орошаемых растений (что определяет объемы воды и динамику ее подачи), степень содержания влаги в воздухе, его температура и т. д.

Анализ литературы. В настоящий момент существует несколько теорий [2; 3] определения степени увлажненности почв, позволяющих установить взаимосвязь между вышеуказанными параметрами, но с точки зрения их практического использования они малополезны.

Также установлено [1], что важным фактором в росте растений является его электромагнитная биологическая стимуляция, при этом стимулирующий фактор оказывает как магнитное, так и электрическое поле (в определенном диапазоне влияния). Но при этом в большинстве работ исследователи опираются на использование относительной влажности почв.

Цель статьи – определение влажности почвы по признаку ее проводимости.

Изложение основного материала. Согласно базовым определениям, электропроводность почвы – это способность почвы (суспензий) про-

водить электрический ток. Она зависит от влажности почвы, фазового состояния влаги, содержания в почве солей, ее температуры, плотности, гранулометрического состава и т. д. Электропроводность количественно характеризуется коэффициентом удельной электропроводности почвы – отношением между плотностью электрического тока и градиентом напряжения [4–6].

Один из вариантов определения проводимости почвы осуществляется путем пропускания через нее электрического тока посредством двух погруженных в нее электродов. Подвод энергии осуществляется от понижающего трансформатора с частотой 50 Гц. Изменение плотности тока обеспечивается путем использования регулируемого ЛАТРа (лабораторный автотрансформатор). При этом используются разные группы растений (исследуемые под влиянием электрических полей и прорастающие без влияния со стороны внешних факторов), для которых одинаковым образом обеспечивается температурно-влажностный режим.

Достаточно эффективно влажность грунта можно определять по его электропроводности, что подтверждается экспериментальными данными (рис. 1–3).

Цифровые результаты показывают, что характер изменения влажности находится в одном порядке данных, что позволяет утверждать об объективности измерений.

Выводы. Электропроводность как параметр является одним из наиболее практичных показателей характеристики природных растворов, обеспечивающий измерение химического состава почвы, степени содержания минеральных удобрений (за счет разной концентрации ионов соли), содержания соли и т. д.

Представленный метод определения влажности почвы может использоваться преимущественно в лабораторных установках (но не исключен вариант «полевого» использования). В сравнении с применением датчиков влажности, этот способ менее точен, так как для этого способа более характерным является определение переходных фаз почвы от одной влажности к другой (как в кондуктометрическом способе). Но с другой стороны этого определения достаточно, чтобы судить о доступности влаги для растений, её дрейфу в пористой поверхности и капиллярах почвы.

Также нужно отметить, что при сравнении разных способов полива грунта точность эксперимента будет зависеть напрямую от расположения датчика по глубине в почве (особенно это касается капельного полива, так как при дождевании влага распространяется равномерно в слое почвы).

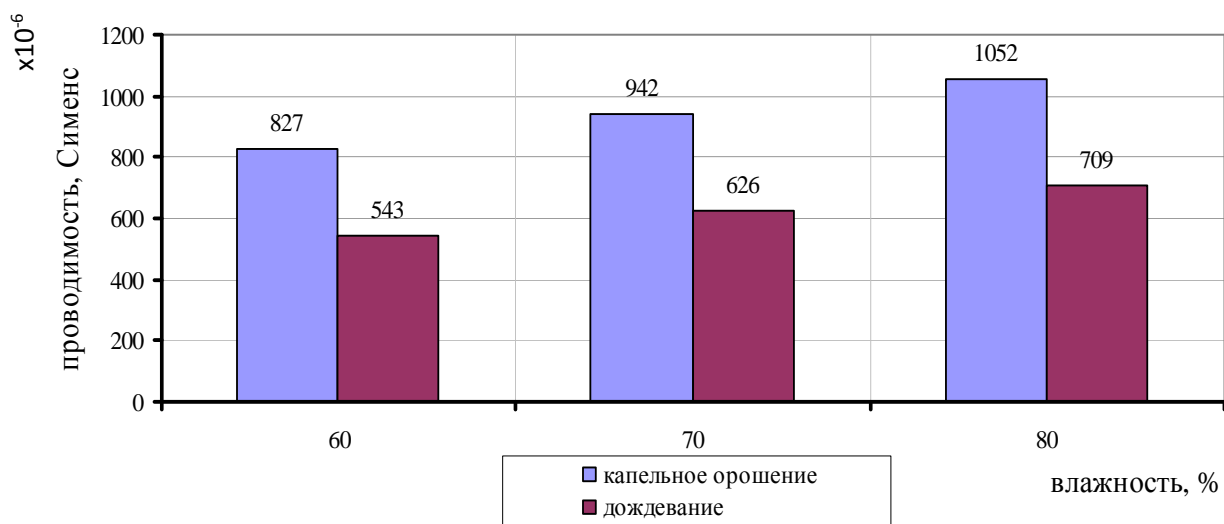


Рис. 1. Зависимость проводимости почвы от ее влажности при разных видах полива (затраты воды на единицу поверхности составляет 2 л/ч).

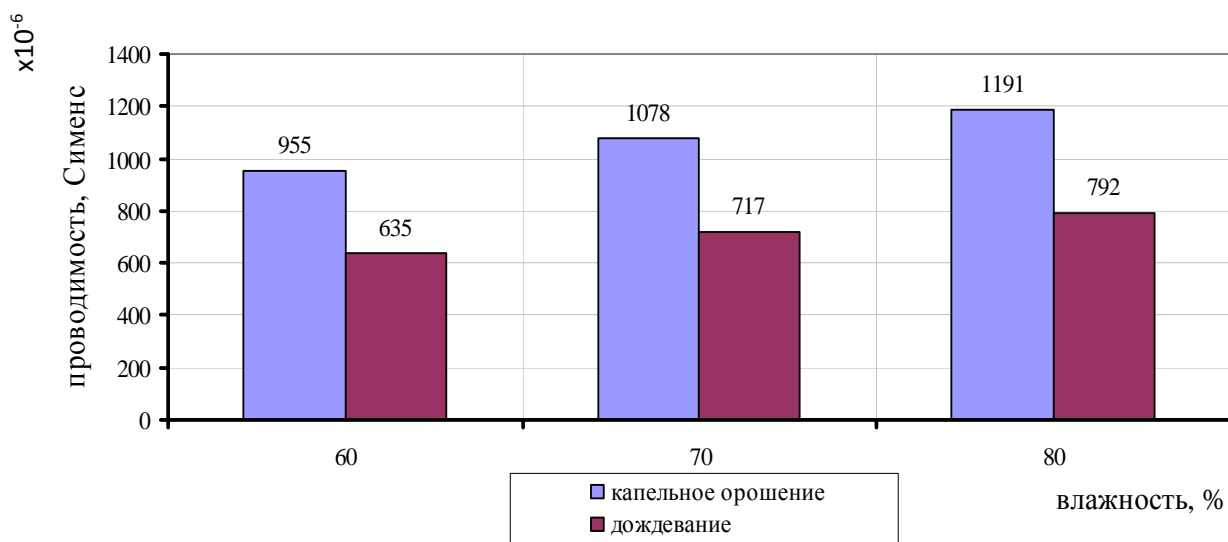


Рис. 2. Зависимость проводимости почвы от ее влажности при разных видах полива (затраты воды на единицу поверхности составляет 6 л/ч).

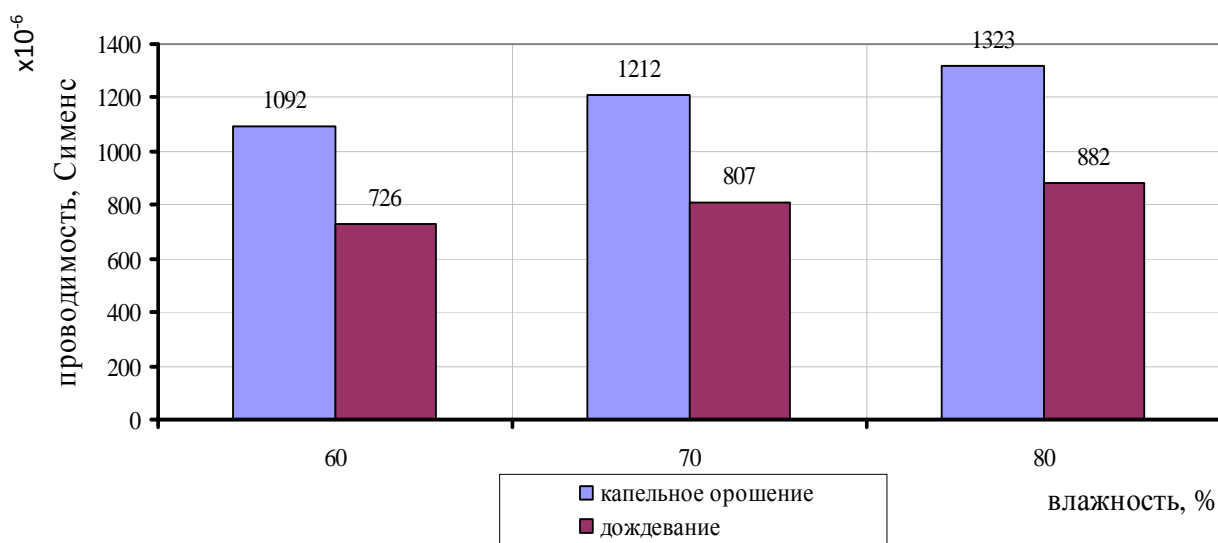


Рис. 3. Зависимость проводимости почвы от ее влажности при разных видах полива (затраты воды на единицу поверхности составляет 10 л/ч).

ЛІТЕРАТУРА

1. Скрипник М. М. Енергозберігаючі електротехнології опромінення рослин / М. М. Скрипник // *Восточно-Европейский журнал передовых технологий*. – 2006. – № 2–3(18). – С. 22–29.
2. Смердов А. А. Биотехническая система электромагнитной стимуляции семян [Электронный ресурс] / А. А. Смердов, А. Н. Петровский // *Научный вестник Таврийского государственного агротехнологического университета* [Электронное научное издание]. – Мелітополь : ТДАТУ, 2012. – Выпуск 2. – Т. 1. – С. 50–59. – Режим доступа : http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau/2012_1/pdf2t1/12saasos.pdf.
3. Стьопін Ю. О. Дослідження процесу поливу захищеного ґрунту поживними розчинами [Електронний ресурс] / Ю. О. Стьопін // *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету* [Електронне наукове издание]. – Мелітополь : ТДАТУ, 2012. – Выпуск 2. – Т. 1. – С. 246–252. – Режим доступа : http://archive.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau/2012_1/pdf2t1/12syawns.pdf.
4. Гриценкова З. І. Довідник по овочівництву закритого ґрунту і насіння овочевих культур / З. І. Гриценкова // *Овочівництво і баштанництво*. – К. : Урожай, 1992. – Выпуск 37. – С. 15–19.
5. Шульгіна Л. М. Довідник по овочівництву закритого ґрунту / Л. М. Шульгіна, Г. Л. Бондаренко ; [за ред. Л. М. Шульгіної]. – К. : Урожай, 1989. – 246 с.
6. Ксенз Н. В. Интенсификация технологических процессов электроактивацией взаимодействующих сред / Н. В. Ксенз // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2000. – № 5. – С. 31–32.