

С. І. Шмат, доц., канд. техн. наук, В.В. Воротнюк, асп.
Кіровоградський національний технічний університет

Сучасні конструкції щілинорізів та напрямки їх удосконалення

В статті розглянуті конструкції пасивних та активних робочих органів для глибокого обробітку ґрунту, їх переваги та недоліки. Аналіз конструкцій свідчить, що найбільш перспективними є віброударні механізми, які враховують фази деформації ґрунту автоматично.

щілинорізи пасивної та активної дії, деформація ґрунту, віброударні механізми

Щільювання в системі операцій по обробітку ґрунту в останні роки привертає увагу дослідників. Цьому можна знайти пояснення. Зі зниженням загальної культури агротехніки та землеробства агротехніка в господарствах практично відкинула щільювання як засіб, який "зорово" не приносить відчутних результатів. Однак це хибна думка.

Використання в сільському господарстві важких тракторів та агрегатів призводить до все більшого ущільнення ґрунту. Не останню роль в підвищенні щільності ґрунту відіграє застосування полицевого обробітку та утворення плужної підшви.

Так, корпус плуга розпушує верхній шар ґрунту до щільності $1,05 - 1,15 \text{ г/см}^3$, а вже на глибині $25 - 35 \text{ см}$, тобто під корпусом плуга, значення об'ємної щільності досягають $1,25 - 1,45 \text{ г/см}^3$, тобто перевищують потенціальну спроможність проходження коренів культури до більш глибоких шарів ґрунту. Результатом цих процесів є зниження родючості ґрунту, виникнення водної та ґрунтової ерозії.

Все частіше на наших полях проявляється явище знесення верхнього шару ґрунту після значних опадів або навесні при таненні снігу. Якщо поле має горизонтальний профіль, то надмірна кількість вологи без природного дренажу викликає затвердіння родючого шару ґрунту і загнивання рослин, які в ньому вирощуються. Значно погіршується повітряний режим та мікроклімат кореневої системи, ґрунтових бактерій та організмів.

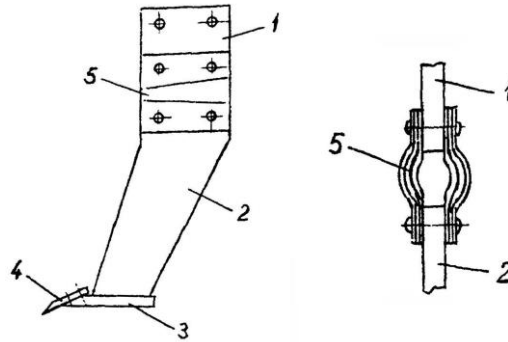
Нарізання глибоких щілин в ґрунті не тільки усуває плужну підшву, а й сприяє швидкому проходженню вологи в нижні горизонти, зменшуючи водну ерозію. При нестачі вологи має можливість швидко підніматися з глибини до коренів рослин, таким чином зменшуючи нерівномірність вологопостачання.

Одним з пріоритетних напрямків подальшого розвитку щілинорізів та глибокорозпушувачів є зменшення їх питомої енергоємності. Вирішенням цієї задачі займався багато дослідників. В основному проводилась оптимізація робочого профілю стояків, геометричних параметрів долота, наральника, розміщення робочих органів по ширині та довжині і ін.

Поряд з цим формувалася теорія інтенсифікації динамічності щілинорізів, в тому числі вібраційної дії на ґрунт. Цими питаннями займалися Дубровський О. О. [1], Верняєв О. В. [2]. Фундаментальні основи такого процесу заклали доктори технічних наук Є. В. Александров, В. Б. Соколинський [1], Василенко М. В. [3], Бабицький В. І. [4], А. А. Кобринський [5] та ін. Основна мета проведених досліджень — розгляд фізики деяких явищ удару, пов'язаних з передачею енергії.

В результаті досліджень було зроблено висновок – використання явища вібраційної та віброударної дії робочих органів на ґрунт забезпечує зменшення затрат енергії та покращення якості обробітку.

Найбільш простим було застосування штучної вібрації робочих органів з використанням пружних механізмів, які встановлювали на стояках [6]. Тут стояк був розділений на дві частини, які з'єднувались між собою пружними елементами змінної криволінійної форми і кількість їх передбачалась змінною в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту (рис. 1).



1 і 2 – верхня та нижня частина стояка відповідно; 3 – п'ятка; 4 – долото; 5 – пружний елемент.

Рисунок 1 - Ґрунтообробний робочий орган з пружним елементом

Верняєв О. В. [7] запропонував використовувати вібраційний процес при роботі культиваторів і своїми дослідженнями підтвердив доцільність та високу ефективність таких конструкцій (рис. 2).

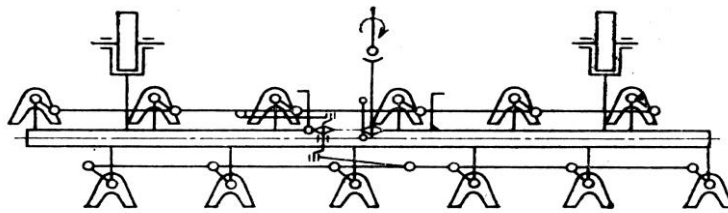


Рисунок 2 – Схема культиватора з активними робочими органами.

В 60-80-хх рр. ХХ ст. проведено дослідження вібраційних глибокорозпушувачів, в основі яких лежить використання віброуючого долота або всієї лапи, які здійснюють коливання в вертикальній площині. Джерелом створення коливань вибирався механічний привід, рідше гідравлічний або пневматичний. Розроблені конструкції знайшли обмежене застосування в меліорації та будівництві.

Бабицький Л. Ф. в своїх дослідженнях [8] фактично започаткував новий напрямок розвитку ґрунтообробних робочих органів. Автором запропоновано біонічні передумови для аналітичного обґрунтування нового принципу багатоконтактно-ударної дії на ґрунт.

В розроблених ним конструкціях глибокорозпушувачів був реалізований принцип врахування фаз деформації ґрунту при його рихленні. Основним робочим елементом таких конструкцій є багатоконтактно-ударний механізм (рис. 3).

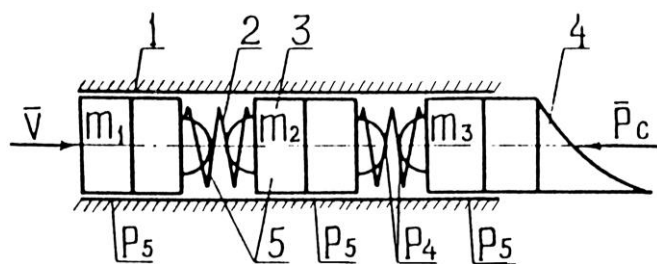


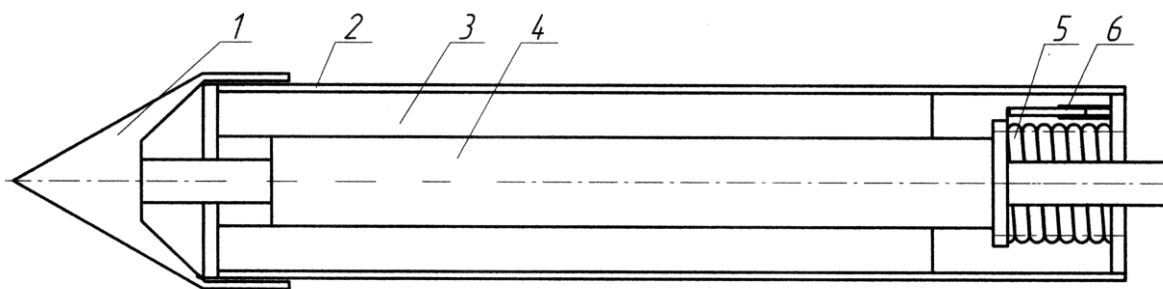
Рисунок 3 – Багатоконтактно-ударний механізм

Багатоконтактно-ударний механізм складається зі співвісно розміщених у циліндричному корпусі 1 пружних елементів 2, розділених між собою жорсткими ланками 3, і деформатора ґрунту 4.

Такий механізм, завдяки великій рухомості, враховує співвідношення всіх фаз деформації і руйнування ґрунту в часі, а також створює умови для виникнення автоколивань. Реагуючи на мінливість стану ґрунту, представлений віброударний механізм варіює ступенем вільності, зменшуючи його в фазі стискування від n , що дорівнює кількості віброударних ланок, до одиниці в кінці цієї фази. У фазі руйнування ґрунту його ступінь вільності, навпаки, послідовно збільшується від одиничного значення до n .

Проте застосування такого механізму доцільне лише в ґрунтовому середовищі з високою нерівномірністю агрегатного складу, тобто при поверхневому обробітку. При збільшенні глибини обробітку нерівномірність ґрунту зменшується і віброударний механізм "замикається", перетворюючись на звичайний пасивний робочий орган.

З метою усунення цього недоліку нами пропонується ввести в конструкцію глибокорозпушувача активний елемент, який призначений для створення удару в певний момент часу з силою, достатньою для сколювання ґрунту. Схема такого пристрою подана на рис. 5.



1 – конус; 2 – корпус; 3 – електрична обмотка; 4 – сталеве осердя; 5 – пружина;
6 – рухомий контакт.

Рисунок 5 - Електромагнітний вібратор

В такому робочому органі під час руху в ґрунті на конус 1 діє сила опору ґрунту і зсуває осердя 4, також стискаючи і пружину 5. В момент виникнення найбільших напружень в ґрунті замикається рухомий контакт 6 і в електричну обмотку 3 подається струм, дія якого спричиняє різкий рух осердя.

Очевидно, що область використання такого механізму не залежить від щільності ґрунту та від рівномірності його структурного складу.

З метою перевірки робочих характеристик були проведені дослідження, при яких щілинорізний стояк з привареним електромагнітним вібратором (рис. 5)

приєднувався до рамної конструкції і навішувався на трактор. Живлення електричної обмотки виконувалось від генератора трактора.

Дослідження показали працездатність запропонованого вібратора. При зміні щільності ґрунту вібратор спрацьовував, відхилення конуса при цьому досягало 10-15 мм.

Динамометрування процесу показало, що опір щілиноріза, заглибленого в ґрунт на глибину 30 см, змінювався від 570 Н до 820 Н, середній опір становив 677 Н. Випробовування також показали, що значний вплив на зміну тягового опору спричиняє величина випередження удару відносно моменту сколювання блоку ґрунту.

Таким чином, можна визначити такі особливості подальшого розвитку конструкцій щілинорізів:

1. На сучасному етапі розвитку засобів для глибокого обробки ґрунту найбільшого розповсюдження набули ґрунтообробні органи з використанням жорсткого стояка. Якісні та енергетичні показники їх не високі, але саме простота в виготовленні та експлуатації зумовила їх поширеність.

2. Як самостійний напрямок, виділився багатоконтактно-ударний спосіб деформування ґрунту, розроблений Л. Ф. Бабицьким. Конструкції відрізняються складністю, але є перспектива створення автоматичних віброударних механізмів, які зможуть враховувати фази деформацій ґрунту автоматично.

3. Проектування робочих органів, які здатні збуджувати в ґрунті процес вібраційного рихлення, дасть можливість вийти на якісно новий рівень ґрунтообробки, значно покращивши якісні та енергетичні показники процесу.

Список літератури

1. Дубровский А. А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве, М.: Машиностроение, 1968г.
2. Верняев О. В. Активные рабочие органы культиваторов. – М.: Машиностроение, 1983.– 80 с.
3. Василенко М. В., Алексейчук О. М. Теорія коливань і стійкості руху: Підручник. – К.: Вища шк., 2004. – 525 с.: іл.
4. Бабицкий В. И. Теория виброударных систем: Приближённые методы. – М.: Наука, 1978. – 352 с.
5. Кобринский А. А., Кобринский А. Е. Двухмерные виброударные системы: Динамика и устойчивость. – М.: Наука, 1981. – 143 с.
6. Шмат С. І., Сало В. М., Нех О. В. Ґрунтообробний робочий орган. Патент України №33960А від 15.02.2001, бюл. №1
7. Верняев О. В. Активные рабочие органы культиваторов. – М.: Машиностроение, 1983. – 80с.
8. Бабицький Л. Ф. Механіко-біонічні основи багатоконтактно-ударної дії протиерозійних робочих органів та ґрунт. Автореф. дис. д-ра. техн. наук/ Кримський сільськогосподарський інститут ім. Калініна, Сімферополь, 1994 р.

В статье рассмотрены конструкции пассивных и активных рабочих органов для глубокого возделывания почвы, их преимущества и недостатки. Анализ конструкций свидетельствует, что наиболее перспективными являются виброударные механизмы, которые учитывают фазы деформации почвы автоматически.

In article the considered designs of passive and active working bodies for deep cultivation of ground, their advantage and lacks. The analysis of designs testifies, that the most perspective are vibropacker mechanisms which take into account phases of deformation of ground automatically.

Одержано 11.09.05