

РЕЗУЛЬТАТИ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ГРУНТООБРОБНИХ КОМБІНОВАНИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ІЗ ЗБУДЖЕННЯМ КОЛИВАНЬ ЛАПИ ВІД ГОЛЧАСТОГО ДИСКА

Бабицький Л.Ф., д.т.н., професор Москалевич В.Ю., к.т.н.

(Південний філіал Національного університету біоресурсів і природокористування України “Кримський агротехнологічний університет”)

Представлено результати визначення в лабораторних умовах якісних показників обробітку ґрунту і тягового опору комбінованих робочих органів, в яких коливання культиваторної лапи на пружній стійці збуджуються від розташованого спереду неї голчастого диска.

Постановка проблеми. Вимоги науково-технічного прогресу і розвитку сучасного сільськогосподарського виробництва ставлять нові задачі із створення і подальшого удосконалювання комбінованих ґрунтообробних знарядь в напрямках покращення якісних показників роботи, підвищення надійності конструкцій, зменшення металоємності знарядь і руйнівного впливу на структуру ґрунту, зниження витрат паливно-мастильних матеріалів на виконання технологічного процесу.

Для зниження енерговитрат необхідне зменшення опору руху розпушувачів у ґрунті, що може бути досягнуте шляхом використання різних вібраційних і імпульсних впливів. При цьому найбільш простим способом, що не вимагає застосування спеціальних віброприводів і додаткових витрат енергії, є створення умов для виникнення коливань робочого органа на пружному чи підпружиненому стояку за рахунок періодичності фаз деформації і руйнування ґрунтового шару. Іншим способом зниження енерговитрат при обробітку ґрунту є застосування нескладних пристроїв, що викликають вібрацію робочих органів, які приводяться в дію за рахунок сил зчеплення з ґрунтом.

Нових позитивних ефектів у роботі коливальних ґрунтообробних робочих органів можна досягти при раціональному сполученні в їхніх конструкціях коливально-ударних і ротаційних розпушувальних елементів.

Аналіз публікацій. В результаті попередніх теоретичних досліджень обґрунтовано принцип дії [3], конструктивні схеми [4, 5] і основні параметри [2] ґрунтообробних комбінованих диско-лапових коливально-ударних робочих органів. Проте недостатньо вивченими залишилися питання їх ефективності в залежності від технологічних режимів обробітку ґрунту, визначити яку потрібно експериментальним шляхом.

Мета дослідження – експериментальна перевірка теоретичних передумов до обґрунтування раціональних параметрів розроблюваних комбінованих робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту з урахуванням специфіки агроґрунтових умов Криму.

Методика дослідження. Для проведення лабораторних досліджень використовувався ґрунтовий канал ПФ НУБіП України "КАТУ". Лабораторна установка з комбінованим коливально-ударним робочим органом містить С-подібну пружну стійку, стрілчасту культиваторну лапу, закріплену на стійці, пружний елемент, закріплений однією стороною на внутрішній увігнутій стороні С-подібної стійки. На іншому боці пружного елемента закріплені два циліндри, в яких розташовані сферичні грузи. Перед пружним елементом встановлений голчастий диск, при обертанні якого, за рахунок зчеплення голок із ґрунтом, траєкторія руху кінців голок диска перетинає іншу сторону пружного елемента, при цьому нижня точка траєкторії руху кінців голок обертового диска розташована вище горизонтальної лінії, що проходить через основу лапи (рис. 1.).



Рисунок 1 – Лабораторна установка з комбінованим коливально-ударним робочим органом

Експериментальне дослідження технологічного процесу обробітку ґрунту комбінованими коливально-ударними робочими органами проводилося з трьома варіантами конструктивно-технологічної схеми:

- 1 – із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом;
- 2 – із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент без груза;
- 3 – лапа без додаткового збудження коливань стійки.

Для визначення тягового опору досліджуваних робочих органів використовується модернізований прилад на базі тягового гідравлічного динамографа ДТ-3, що перетворює вимірюваний тяговий опір спочатку в тиск рідини за допомогою гідравлічного датчика, а потім за допомогою

перетворювача в електричний сигнал. Коливання стійки з лапою фіксувалися за допомогою оптичного датчика переміщень. Сигнали від датчиків реєструвалися на переносний комп'ютер.

Фізико-механічні властивості ґрунту (вологість, твердість, деформаційний показник) і якісні показники його обробітку визначалися за відомими методиками [1].

Результати дослідження. При проведенні лабораторних досліджень у ґрунтовому каналі впливу параметрів ресурсозберігаючих комбінованих робочих органів на енергетичні та якісні показники поверхневого обробітку ґрунту його вологість в оброблюваному шарі змінювалась в межах від $17,78 \pm 1,09\%$ до $18,56 \pm 0,96\%$, а твердість становила $218,85 \pm 15,66$ Н/см².

За результатами вимірювань тягового опору P робочих органів при глибині обробітку ґрунту 0,05 м на різних швидкостях руху побудовано графіки (рис. 2).

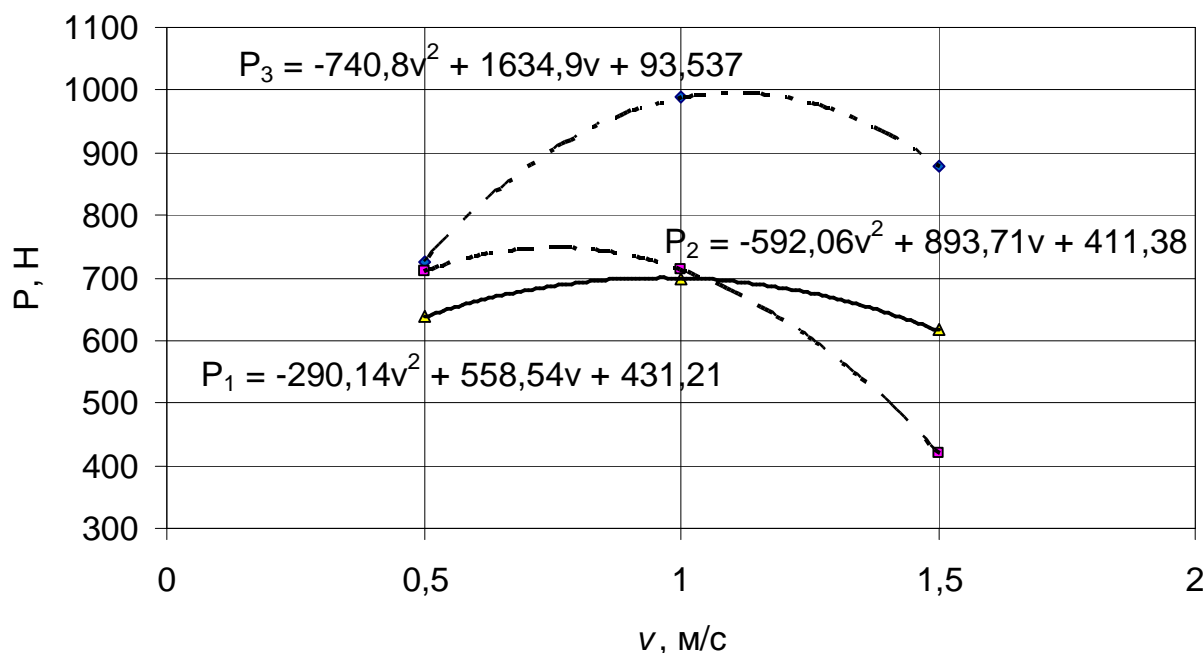


Рисунок 2 – Графіки залежності тягового опору від швидкості руху робочих органів при глибині обробітку ґрунту 0,05 м

Аналіз отриманих залежностей (рис. 2) показує, що із збільшенням швидкості руху в діапазоні від 0,5 до 1,5 м/с тяговий опір робочих органів у всіх варіантах спочатку зростає, а після досягнення певного максимуму знижується. При цьому найбільший опір (верхня пунктирна лінія на рис. 2) має лапа без збудження коливань стійки від голчастого диска. Тяговий опір лапи із збудженням коливань стійки від голчастого диска через пружний елемент з грузом при швидкості руху меншої 1 м/с має найнижчі значення (суцільна лінія на рис. 2). А максимальне зниження тягового опору (29,91%) в цьому варіанті відносно серійного досягається при швидкості руху 1,5 м/с. Лапа із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент без груза

при швидкості руху меншої 1 м/с займає посереднє місце між першим і третім варіантами, але при подальшому збільшенні швидкості руху її тяговий опір стає найменшим (нижня пунктирна лінія на рис. 2). Максимальне зниження тягового опору в цьому варіанті при швидкості руху 1,5 м/с сягає 52,25%.

Такий характер отриманої залежності зумовлений тим, що в ній поєднуються дві складові. Перша пов'язана з ростом опору ґрунту деформації, а також додаванням йому кінетичної енергії при збільшенні швидкості. Друга складова зменшується внаслідок збільшення інтенсивності коливань робочих органів разом із збільшенням швидкості їх руху. Цей висновок підтверджується результатами спектрального аналізу за допомогою програми MathCAD коливань робочих органів.

Порівняння амплітудних спектральних діаграм робочих органів показує, що лапа без додаткового збудження коливань стійки здійснює коливальних рух тільки завдяки періодичному сколюванню ґрунту. При швидкості руху 0,5 м/с цей процес відбувається з частотою від 0,1 до 2,5 Гц і амплітудою відповідно від 40 до 10 мм, при цьому максимальні амплітуди припадають на частоти 0,1...0,3 Гц. Такий характер коливань негативно позначається на якісних показниках обробітку ґрунту, що приведені нижче, оскільки лапа періодично виглиблюється. При збільшенні швидкості руху до 1,5 м/с частота коливань лапи зростає до 2,8...4,2 Гц, але амплітуда зменшується в три рази, що недостатньо для якісного кришення ґрунту.

Додаткове збудження коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент призводить до розширення спектру коливань лапи убік більш високих частот до 7,2 Гц з максимальною амплітудою 25 мм на частоті 0,7 Гц.

Збудження коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом викликає розширення спектру коливань лапи убік більш високих частот до 18 Гц і зміщення максимуму амплітуд до частоти 4 Гц, тобто наближення до частоти власних коливань лапи на пружній стійці. Останній режим є найбільш бажаним, оскільки при ньому витрати енергії на подолання внутрішнього динамічного опору коливальної системи найменші, тому коефіцієнт корисної дії приводного механізму коливань робочого органу є максимальним. Це підтверджують результати визначення показників якості кришення ґрунту робочими органами, що приведені нижче.

Показники якості кришення ґрунту досліджуваними робочими органами представлені на діаграмі (рис. 3).

З даних діаграми (рис. 3) видно, що застосування для поверхневого обробітку ґрунту комбінованого робочого органу із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом у порівнянні з варіантом без груза забезпечує зменшення брилистості ґрунту в 2,37 рази с одночасним підвищенням ступеня його кришення на 31,9%. Такий ефект пояснюється ударним впливом груза на стійку лапи робочого органа.

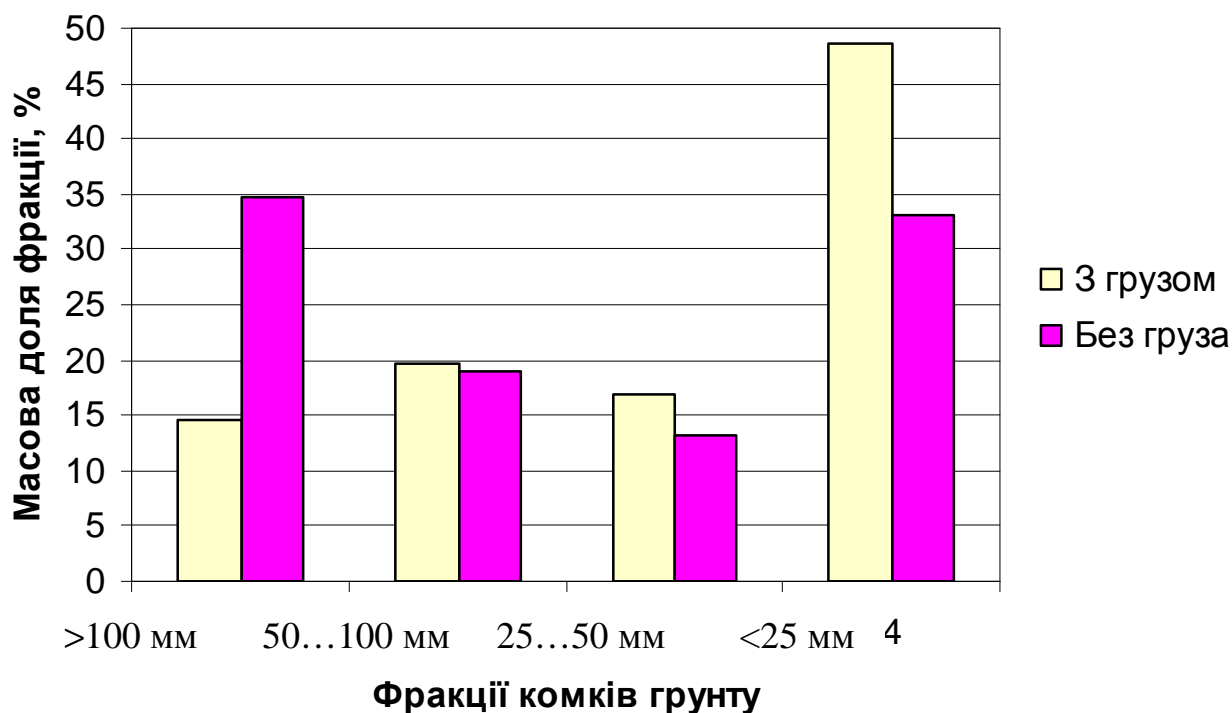


Рисунок 3 – Порівняльна діаграма показників якості кришення ґрунту досліджуваними робочими органами

Результати вимірювань показників фактичної глибини обробітку ґрунту досліджуваними робочими органами при заданій глибині його обробітку 0,05 м на різних швидкостях руху приведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Значення показників фактичної глибини обробітку ґрунту

Показник глибини обробітку ґрунту	Варіант робочого органу		
	1	2	3
при швидкості руху 0,5 м/с			
Середнє значення, $1 \cdot 10^{-2}$ м	5,4	5,6	3,9
Відхилення фактичної глибини від заданої, с	+0,4	+0,6	-1,1
Коефіцієнт варіації, %	11,15	10,53	25,64
при швидкості руху 1,0 м/с			
Середнє значення, $1 \cdot 10^{-2}$ м	4,8	5,1	3,9
Відхилення фактичної глибини від заданої, см	-0,2	+0,1	-1,1
Коефіцієнт варіації, %	10,53	11,48	35,9
при швидкості руху 1,5 м/с			
Середнє значення, $1 \cdot 10^{-2}$ м	4,9	4,6	3,3
Відхилення фактичної глибини від заданої, см	-0,1	-0,4	-1,7
Коефіцієнт варіації, %	10,26	10,61	39,39

Порівняльний аналіз даних таблиці 1 показує, що найкраще витримує задану глибину обробітку ґрунту робочий орган із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом (варіант №1), при цьому зі збільшенням швидкості руху відхилення і коефіцієнт варіації фактичної глибини зменшуються.

Показники глибини обробітку ґрунту робочим органом із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент без груза (варіант №2) при швидкості руху до 1 м/с істотно не відрізняються від варіанту №1 і знаходяться в допустимих за агрономогами межах. Проте при подальшому збільшенні швидкості руху відбувається виглиблення лапи з ґрунту, що є додатковою причиною різкого зниження тягового опору робочого органу.

Лапа без додаткового збудження коливань стійки (варіант №3) не забезпечує заданої глибини і рівномірності обробітку ґрунту внаслідок виглиблення під дією сил його реакції, при цьому показники погіршуються зі збільшенням швидкості руху. Це також пояснює зменшення тягового опору цього робочого органу на більших швидкостях руху.

Висновки

1. Додаткове збудження коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент призводить до розширення спектру коливань лапи на пружній стійці у бік більш високих частот до 7,2 Гц з максимальною амплітудою 25 мм на частоті 0,7 Гц. Збудження коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом викликає розширення спектру коливань лапи у бік більш високих частот до 18 Гц і зміщення максимуму амплітуд до частоти 4 Гц.

2. При обробітку ґрунту комбінованим коливально-ударним робочим органом максимальне зниження тягового опору (52,25%) досягається при збудженні коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент без груза, проте найкращі показники рівномірності глибини обробітку і якості кришення ґрунту забезпечуються при збудженні коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом.

3. Застосування для поверхневого обробітку ґрунту комбінованого робочого органу із збудженням коливань стійки лапи від голчастого диска через пружний елемент з грузом у порівнянні з варіантом без груза забезпечує зменшення брилистості ґрунту в 2,37 рази с одночасним підвищенням ступеня його кришення на 31,9%. Такий ефект пояснюється ударним впливом груза на стійку лапи робочого органу.

Список літератури

1. Бабицкий Л.Ф. Методика определения режимов работы колебательных устройств почвообрабатывающих рабочих органов с принудительным приводом / Л.Ф. Бабицкий, К.П. Котелевич // Motrol. Motorization and power industry in agriculture. – Volume 11 В. – Simferopol-Lublin, 2009. – P. 186-192.

2. Бабицкий Л.Ф. Обоснование конструктивных параметров комбинированного виброударного почвообрабатывающего рабочего органа / Л.Ф. Бабицкий, В.И. Тарасенко, В.А. Куклин // Механізація сільськогосподарського виробництва. Наукові праці Південного філіалу “Кримський агротехнологічний університет” НАУ, випуск 102. – Сімферополь, 2007. – С. 77 – 82.

3. Бабицкий Л.Ф. Обоснование процесса принудительного виброимпульсного воздействия рабочих органов культиваторов на почву / Л.Ф. Бабицкий, В.Ю. Москалевич // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки. – Луганськ: Видавництво ЛНАУ, 2011. – №29. – С. 80-85.

4. Обоснование конструкции колебательного устройства культиваторной лапы / Л.Ф. Бабицкий, А.А. Кувшинов, В.И. Тарасенко, В.Ю. Москалевич // Вісник Харківського Національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. - Вип. 76 – Харків, 2009. – С. 234-237.

5. Пат. 51243 Україна, МПК А01В 35/22. Робочий орган культиватора / Бабицкий Л.Ф., Тарасенко В.І., Котелевич К.П., Балко В.В.; заявник і патентовласник Національний університет біоресурсів і природокористування України. – Заявл. 29.12.2009; опубл. 12.07.2010, Бюл. №13.

Аннотация

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ КОМБИНИРОВАННЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С ВОЗБУЖДЕНИЕМ КОЛЕБАНИЙ ЛАПЫ ОТ ИГОЛЬЧАТОГО ДИСКА

Бабицкий Л.Ф., Москалевич В.Ю.

Представлены результаты определения в лабораторных условиях качественных показателей обработки почвы и тягового сопротивления комбинированных рабочих органов, в которых колебания культиваторной лапы на упругом стойке возбуждаются от расположенного спереди нее игольчатого диска.

Abstract

RESULTS OF LABORATORY RESEARCHES OF TILLAGE COMBINED WORKING BODIES WITH EXCITED VIBRATIONS BY NEEDLE DISK

L.Babitskiy, V.Moskalevich

Presents the results of the definitions in the laboratory of quality indexes of soil processing and traction resistance combined working bodies, in which vibrations claws on an flexible rack excited by located in front of her needle disk.