УДК 631.3.0

М.М. Петренко, проф., канд. техн. наук, Т.К. Марченко, асп., В.І. Носуленко, проф., д-р техн. наук
Кіровоградський національний технічний університет

Вибір форми робочих органів адаптивного розпушувача ґрунту

В статті розглянуто проблему ушкодження ґрунту робочими органами ґрунтообробних знарядь та напрямки зменшення руйнування структурно-агрегатного стану ґрунту. Для мінімізації ушкодження ґрунту запропоноване технічне рішення адаптивного розпушувача, досліджено вплив геометрії робочих органів на показники якості обробки ґрунту та ушкодження його структури.
деградація ґрунтів, збереження структурно-агрегатного стану ґрунту, мінімальний обробіток, адаптивний розпушувач ґрунту

В останні десятиріччя все більшою проблемою стає втрата родючих земель через ушкодження ґрунту робочими органами ґрунтообробних знарядь. В Україні втрати родючих земель у деяких регіонах щорічно досягають 20 т з гектару. За причиною недосконалості технологій та ґрунтообробних знарядь, що застосовуються, доведення ґрунту до кондицій, відповідних до агротехнічних вимог, вимагає виконання значної кількості додаткових технологічних операцій. Така багаторазова взаємодія робочих органів та рушіїв машин з ґрунтом викликає порушення природної структури ґрунту та його переущільнення. Руйнування ґрунтових агрегатів, надмірне подрібнення часток ґрунту приводить до водної та повітряної ерозії.

В останні роки, особливо за кордоном, одним з напрямків вирішення проблеми руйнування структурно-агрегатного стану ґрунту вважається нульовий обробіток ґрунту (No-Till), при якому ґрунт не ореться. Але на практиці виявляється, що за такої системи обробітку збільшується щільність орного шару та вимагається внесення великої кількості гербіцидів для боротьби з бур'янами. Тому з екологічної точки зору, застосування нульового обробітку не можна вважати бездоганним.

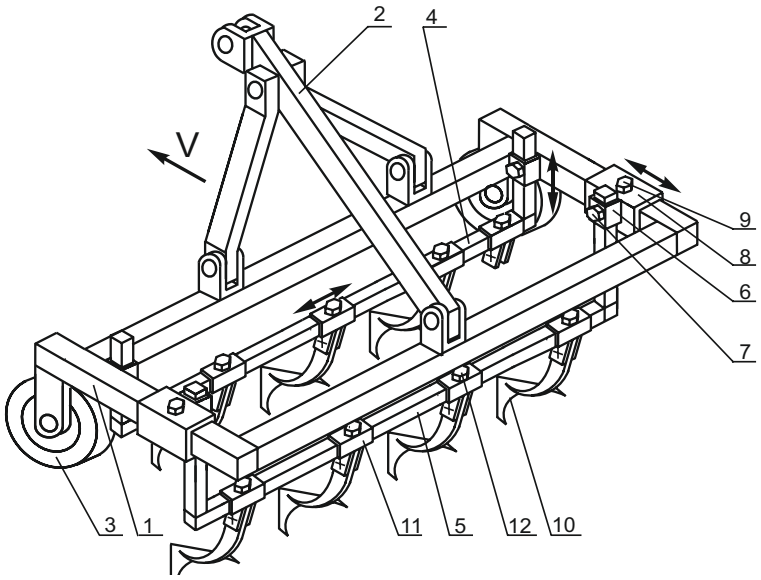
Альтернативою є мінімальний обробіток, який передбачає застосуванням комплексу технологічних прийомів, спрямованих на зменшення кількості проходів машин по полю; проведення найменшої кількості необхідних в даних ґрунтово-кліматичних умовах операцій обробітку ґрунту [1].

Огляд досліджень та конструкцій ґрунтообробних знарядь показав, що основними напрямками зменшення руйнування структурно-агрегатного стану ґрунту є: 1) застосування комбінованих ґрунтообробних машин, що забезпечують виконання декількох технологічних операцій обробітку ґрунту за один прохід; 2) використання вібраційних робочих органів, що кришать ґрунт по природнім межам мікрофракцій; 3) застосування комбінованих багатофункціональних робочих органів; 4) обробіток без вертикального переміщення шарів ґрунту (безполицевий); 5) використання багатоярусних ґрунтообробних знарядь для пошарового обробітку ґрунту. Недоліком перерахованих напрямків є, зокрема, недостатня пристосованість ґрунтообробних знарядь до роботи на ґрунтах з різними фізико-механічними властивостями та різним агрегатним складом; не забезпечення повною мірою виконання агротехнічних вимог на різних ґрунтах.

© М.М. Петренко, Т.К.Марченко, В.І. Носуленко, 2012

Різні типи ґрунтів України мають широкий діапазон фізико-механічних властивостей. При дії одних і тих самих робочих органів ґрунт в різних умовах буде деформуватися та руйнуватися по-різному. Тому *метою дослідження* є створення адаптивного ґрунтообробного знаряддя, що переналагоджується у відповідності до ґрунтових умов, обґрунтування його параметрів та режимів роботи.

Для мінімізації ушкодження структурно-агрегатного стану ґрунту запропоноване технічне рішення адаптивного розпушувача ґрунту (рис. 1), в якому в залежності від фізико-механічних властивостей ґрунту змінюється розстановка робочих органів [2]. Розпушувач ґрунту включає основну раму 1 із начіпним пристроєм 2 та опорними колесами 3, передню раму 4 та задню раму 5, установлені у вертикальних спрямовуючих 6 із фіксацією стопорами 7, вертикальні спрямовуючі передньої рами 4 закріплені на основній рамі 1 нерухомо, вертикальні спрямовуючі задньої рами 5 закріплені на рухомих горизонтальних спрямовуючих 8, установлених на основній рамі 1 із фіксацією стопорами 9, робочі органи 10, установлені на передній і задній рамах за допомогою рухомих кронштейнів 11 із стопорами 12.



1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – опорне колесо; 4, 5 – траверси; 6, 8 – спрямовуючі; 7, 9, 12 – стопори; 10 – робочий орган; 11 - кронштейн

Рисунок 1 – Технічне рішення адаптивного розпушувача ґрунту

Для вибору глибини розпушування ярусами робочих органів регулюється відносна висота установки передньої рами 4 і задньої рами 5 шляхом їх переміщення у вертикальних спрямовуючих 6 та фіксації стопорами 7; для вибору відстані між рядами робочих органів в напрямку робочої подачі регулюється відстань між передньою рамою 4 і задньою рамою 5 переміщенням останньої у спрямовуючих 8 та фіксацією стопорами 9; для вибору відстані між робочими органами за шириною захвату виконується переміщення кронштейнів 11 з робочими органами 10 та фіксація їх стопорами 12. Кількість робочих органів у ярусі може бути змінена в залежності від схеми їх розстановки або ширини оранки.

Одною з задач досліджень є обґрунтування типу та геометрії робочих органів адаптивного розпушувача. Безполицеві робочі органи у меншій мірі ушкоджують ґрунт і на даний час вважаються перспективними. В Україні 40-50%, а в США та Канаді 70% орних площ припадає на безполицевий обробіток [3]. Тому в якості базових робочих органів для досліджень вибрані плоскорізні лапи.

За агротехнічними вимогами обробіток ґрунту глибокорозпушувачами і чизельними плугами повинен сприяти запобіганню вітровій ерозії в результаті збереження стерні (до 60%) на поверхні, а також запобігання водній ерозії на схилах за рахунок кращої фільтрації вологи в шарі, що підлягає обробітку, і затримки її в

борознах. Пласт повинен бути зруйнований на дрібні грудки з переважним їх розміром до 5 см (80% і більше). Грудки розміром більше 10 см не допускаються [4].

Визначення діапазонів властивостей ґрунту є основою проектування адаптивного розпушувача ґрунту. На рис. 2 наведено діаграму зміни властивостей чорнозему типового за глибиною.

За даними польових досліджень, проведених на дослідному полі Кіровоградського національного технічного університету (чорнозем типовий, глибина обробітку 32 см) з різними типами робочих органів, найменше ушкоджують структуру ґрунту стрілчасті лапи, закріплені на стійках. Геометрія ножа стрілчастої лапи визначається наступними параметрами: кут різання α, кут нахилу ножів до горизонту β, кут загострення γ, виліт L (табл. 1). Для визначення найкращої форми робочих органів були проведені польові експериментальні дослідження з використанням набору ножів за морфологічним рядом (рис. 3).

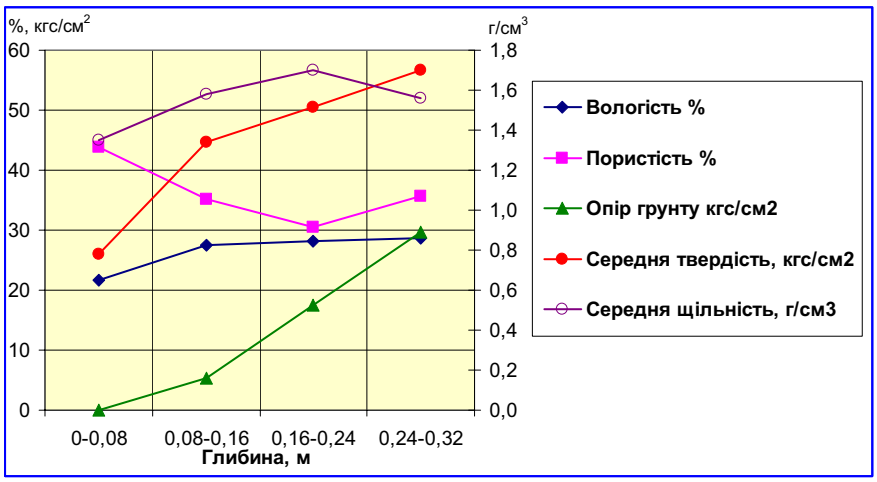
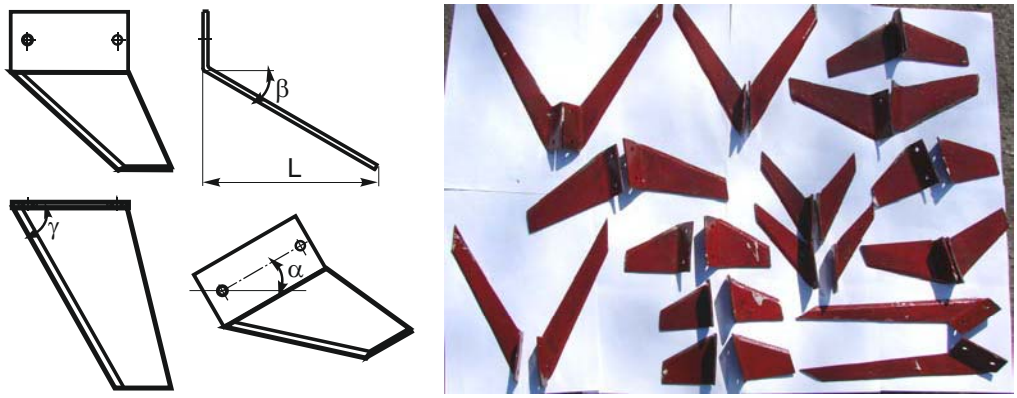


Рисунок 2 - Зміни властивостей ґрунту за глибиною

Таблиця 1 – Геометричні параметри ножа стрілчастої лапи

Показник	Позначення	Умовне позначення	Рівні варіювання	
			-1	+1
Кут різання, град.	α	x_1	0	30
Кут нахилу ножів до горизонту, град.	β	x_2	0	30
Кут загострення, град.	γ	x_3	30	60
Виліт, м	L	x_4	0,06	0,1



а) *б)*

а) геометричні параметри плоскоріжучого ножа; б) набір ножів для експериментальних досліджень

Рисунок 3 – Плоскоріжучі ножі експериментального розпушувача

Для польових досліджень використовувався експериментальний адаптивний розпушувач ґрунту (рис.4).

Рисунок 4 - Експериментальний адаптивний розпушувач ґрунту та його робочі органи

В якості критеріїв для визначення найкращої геометрії робочих органів були вибрані

- середній вміст ерозійно-небезпечної фракції;
- середній розмір крупних фракцій (10-100 мм);
- коефіцієнт деградації структурних агрегатів

$$k_{д} = \frac{d_{сз1}}{d_{сз2}}, \quad (1)$$

де $d_{сз1}$ та $d_{сз2}$ – середні зважені розміри часток ґрунту до обробітку та після обробітку відповідно, мм,

$$d_{сз} = \frac{\sum_{i=1}^{n} v_i \cdot (d_{ві} - d_{ні})/2}{100}, \quad (2)$$

i – номер фракції часток ґрунту;

n – кількість фракцій;

v_i – відносний вміст і-фракції у пробі ґрунту, %;

$d_{ві}$ та $d_{ні}$ – верхня та нижня межі розмірів і-фракції, мм;

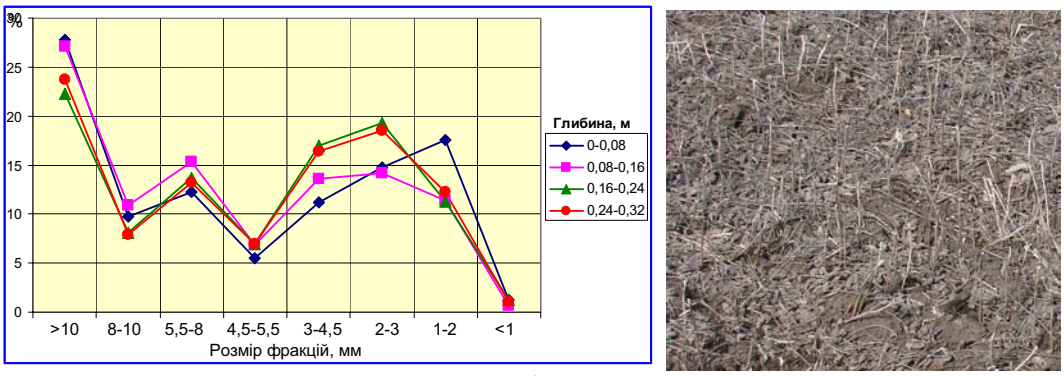
- коефіцієнт збільшення вмісту ерозійно-небезпечних часток

$$k_{ен} = \frac{v_{ен2}}{v_{ен1}}, \quad (3)$$

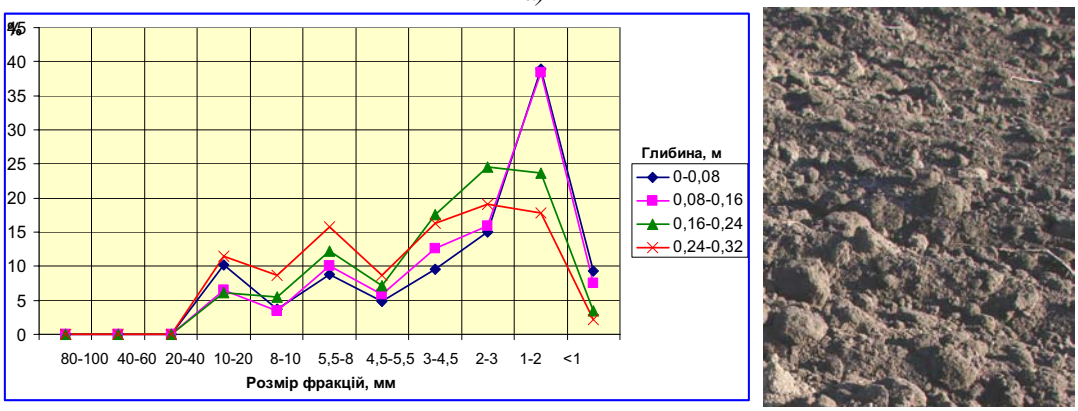
$v_{ен1}$ та $v_{ен2}$ – вміст ерозійно-небезпечних часток до і після обробітку.

Визначення показників якості забезпечувалося ситовим аналізом агрегатного складу ґрунту до розпушування та після кожного досліду з різними робочими органами по шарах ґрунту. Діаграми агрегатного складу до обробітку та після обробітку різними типами робочих органів наведено на рис. 5.

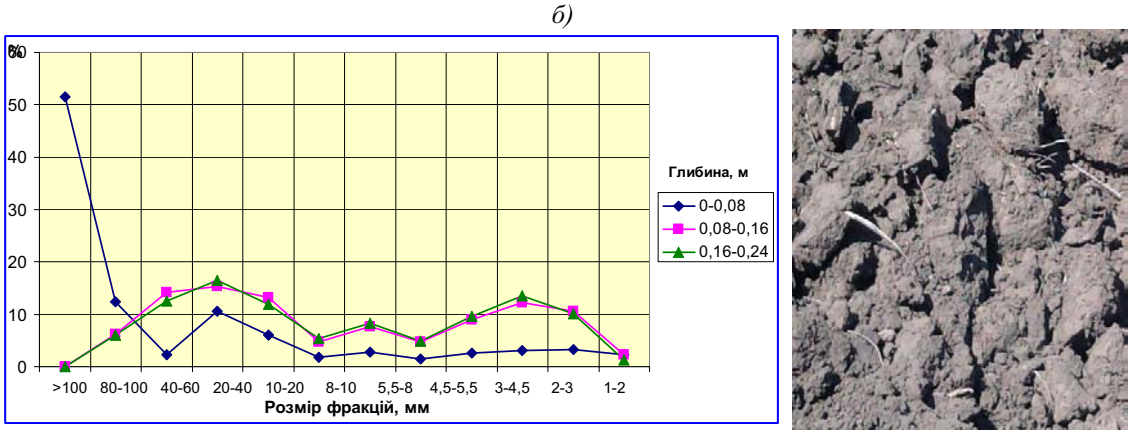
В результаті досліджень було установлено, що найкращі значення показників якості були отримані після використання робочого органу з параметрами: L = 0,1 м, α = 30°, β = 30°, γ = 30°. Відстань між стійками 0,22 м. В таблиці 2 наведено показники якості грунту за різних способів обробітку.



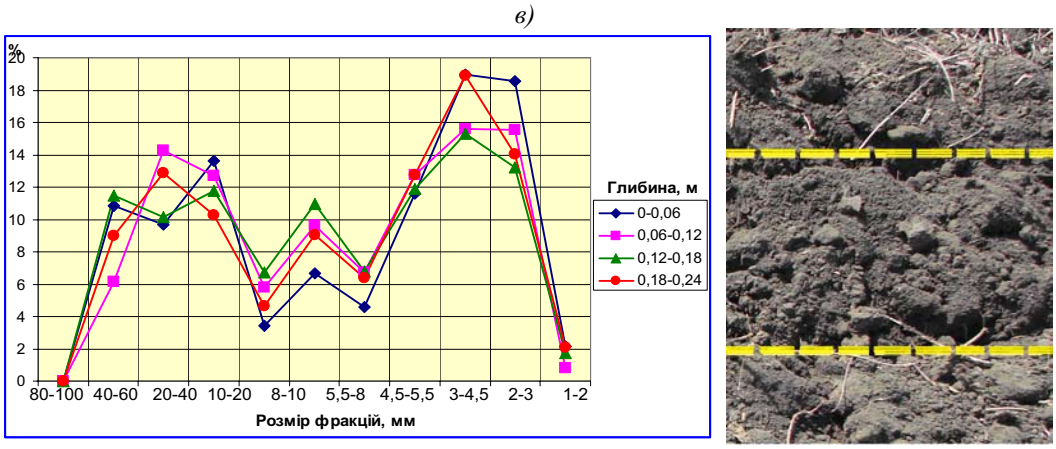
а)



б)



в)



г)

а) до обробітку; б) після культивації та боронування; в) після плуга;
г) після експериментального розпушувача

Рисунок 5 – Агрегатний склад ґрунту

Таблиця 2 – Показники якості обробітку грунту

№ п/п	Показник	До обробітку	Після культивації та боронування	Після плуга	Після експери-ментального розпушувача
1	Середній вміст ерозійно-небезпечної фракції, %	1,06	5,6	1,95	1,7
2	Середній розмір крупних фракцій (10-100 мм), мм	відсутні	15	59,8	30,2
3	Середній розмір дрібних фракцій (0,25-10 мм), мм	5,76	3,35	3,9	3,75
4	Коефіцієнт деградації структурних агрегатів	-	1,72	1,48	1,4
5	Коефіцієнт збільшення ерозійно-небезпечних часток	-	2,81	1,84	1,42
6	Кількість брил розміром >100 мм, %	відсутні	відсутні	51,6	відсутні

Список літератури

1. Минимальная обработка почвы и борьба с её переуплотнением / Рабочев И.С., Бахтин П.У., Аксененко В.Д., Гавалов И.В. – М.: Знание, 1980. – 64 с.
2. Заявка на винахід №201107447 «Розпушувач ґрунту» від 14.06.11.
3. Малиенко А. М. Основные задачи и современные тенденции в развитии систем обработки почвы //Устойчивость земледелия: проблемы и пути решения.– К.: Урожай, 1993. – С. 160–165.
4. Сборник агротехнических требований на сельскохозяйственные машины.– Т. XXVII. – М.: ЦНИИТЭИ, 1981. – 291с.

Н. Петренко, Т. Марченко, В.Носуленко

Выбор формы рабочих органов адаптивного рыхлителя почвы

В статье рассмотрена проблема повреждения почвы рабочими органами почвообрабатывающих орудий и направления уменьшения разрушения структурно-агрегатного состояния почвы. Для минимизации повреждения почвы предложено техническое решение адаптивного рыхлителя, исследовано влияние геометрии рабочих органов на показатели качества обработки почвы и повреждения его структуры.

M. Petrenko, T. Marchenko, V. Nosulenko

Choosing a form of adaptive ripper working ground

In article are considered the problem of damage to soil tillage tools working bodies and reduce the destruction of the structure-aggregate state of the soil. To minimize damage to soil the proposed technical solution adaptive ripper, the influence of the geometry of working groups on indicators of quality of ground and damage its structure.

Одержано 16.05.12