

УДК 631.319.2

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ТА АГРОНОМІЧНИХ ВИМОГ
ДО СМУГОВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ****Г. А. Голуб*, А. В. Дворник *****e-mail: gagolub@ukr.net, a.dvornyk@ukr.net****Национальний університет біоресурсів і природокористування України
вул. Героїв Оборони, 15В, м. Київ, 03041, Україна;******ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»
вул. Шевченка, 10, м. Ніжин, 16600, Україна**

Вибору раціональних параметрів та їх оптимізації стосовно агрегатів смугового обробітку ґрунту не приділено достатньої уваги. Особливо це стосується урахування кількісних значень якісних показників обробітку ґрунту, тому, необхідно розглядати одночасно декілька показників якості та використовувати узагальнений показник, що враховує відповідність стану обробленої смужки до агротехнічних вимог передпосівного обробітку. Найбільш характерною є залежність узагальненого показника якості смугового обробітку ґрунту від параметрів робочих органів, властивостей ґрунту і швидкісних режимів роботи агрегату. У статті обґрунтовано використання узагальненого показника якості смугового обробітку ґрунту на основі окремих показників з урахуванням їх вагомості та розроблено методики їх визначення, узагальнено агрономічні вимоги до технології смугового обробітку ґрунту. Якість смугового обробітку спочатку розміщується візуальним оглядом обробленої смужки, при цьому звертається увага на рівномірність розміщення ґрунтових агрегатів, загальний стан стерні та рослинні рештки. Глибина обробітку визначається за допомогою твердоміра Рев'якіна або мірного штока. Поперечну нерівність поверхні смужки визначають методом видовження шнура при копіюванні рельєфу ґрунту або за допомогою профілювання висоти гребенів та глибини борозен. Грудкуватість визначається накладанням на поверхню обробленої смужки прямокутної облікової рамки площею 0,24 м² (40×60 см), із комірками розміром 50×25 мм. Робочі органи агрегатів для смугового обробітку повинні рівномірно обробляти ґрунт на глибину насінневого ложа, не забиватися ґрунтом та рослинними рештками. Дотримання агротехнічних вимог при смуговому обробітку ґрунту забезпечить можливість виконання глибокого рівномірного рихлення із внесенням добрив, формування якісного насінневого ложа та подальшого посіву сільськогосподарських культур.

Ключевые слова: *поперечна нерівність поверхні, глибина обробітку, грудкуватість поверхні, вагомість показників, узагальнений показник.*

Постановка проблеми

Вибору раціональних параметрів та їх оптимізації стосовно агрегатів смугового обробітку ґрунту не приділено достатньої уваги. Особливо це стосується урахування кількісних значень якісних показників обробітку ґрунту. Не конкретизовані агротехнічні вимоги до показників якості обробітку ґрунту при використанні агрегатів смугового обробітку ґрунту. Відсутні допустимі межі їх зміни залежно від природно-кліматичних зон, метеорологічних чинників та культур попередників. Обґрунтування допустимих меж зміни якісних показників обробітку ґрунту на основі економічних критеріїв також часто узагальнені [3, 6]. У деяких випадках показники якості обробітку ґрунту навпаки характеризуються надмірно жорсткими нормативами, що призводить до збільшення витрат і суттєвих труднощів при проектуванні

машин, і тому виникає необхідність уведення узагальненого показника якості смугового обробітку ґрунту на основі використання оцінки окремих конкретизованих показників якості із врахуванням їх вагомості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для оцінки якості обробітку ґрунту використовують рівень досягнення заданих значень показника якості обробленого ґрунту [2, 3, 5, 6] як відношення значень показника якості, що досягнув заданих значень під час виконання технологічної операції, до загальної кількості вимірних значень показника якості обробленого ґрунту або коефіцієнт варіації відхилення показника якості від його середнього або заданого значення, що визначається за загальновідомими виразами статистичної математики.

Вагомість показників якості відіграє важливу роль при оцінці якості обробітку ґрунту

і впливає на результат визначення його ефективності. Найоб'єктивніше оцінити відповідність показників якості роботи агрегату для смугового обробітку ґрунту агротехнічним вимогам дозволяє ймовірність перебування їх у заданих межах [3].

На основі літературних джерел [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] встановлено вагомими показниками якості смугового обробітку ґрунту: глибина обробітку, поперечна нерівність поверхні обробленої смужки, грудкуватість поверхні. Вони є ознакою рівномірного формування насінневого ложе, і в подальшому кожен показник окремо і всі комплексно впливають на розвиток кореневої системи рослини.

Мета, завдання та методика досліджень

Мета дослідження – встановити залежність узагальненого показника якості смугового обробітку ґрунту від параметрів робочих органів, властивостей ґрунту і швидкісних режимів роботи агрегату.

Завдання дослідження – обґрунтувати використання узагальненого показника якості смугового обробітку ґрунту на основі окремих показників якості обробітку ґрунту з урахуванням їх вагомості та узагальнити методики визначення окремих показників якості обробітку ґрунту.

Алгоритм визначення відхилень показників якості роботи від нормативних значень агротехнічних вимог із урахуванням їх

допустимих значень визначають за наступним виразом [3]:

$$\gamma = \begin{cases} \frac{\gamma_{\phi} - \gamma_{T3}}{\gamma_{T3}} = \frac{\gamma_{T3}^{\min} - \gamma_{\phi}}{\gamma_{T3}^{\min}} \text{ при } \gamma_{\phi} < \gamma_{T3}^{\min} \\ \frac{\gamma_{\phi} - \gamma_{T3}}{\gamma_{T3}} = \frac{\gamma_{\phi} - \gamma_{T3}^{\max}}{\gamma_{T3}^{\max}} \text{ при } \gamma_{\phi} > \gamma_{T3}^{\max} \\ \frac{\gamma_{\phi} - \gamma_{T3}}{\gamma_{T3}} = 0 \text{ при } \gamma_{T3}^{\min} \leq \gamma_{\phi} \leq \gamma_{T3}^{\max} \end{cases}, \quad (1)$$

де $\gamma_{T3}^{\min}, \gamma_{T3}^{\max}$ – мінімальне та максимальне значення показника якості роботи агрегатів, яке задане агротехнічними вимогами, кг, м або шт.; γ_{ϕ} – фактичне значення показника якості роботи, кг, м або шт.

Результати досліджень

При оцінці ефективності смугового обробітку ґрунту необхідно розглядати одночасно декілька показників якості та доцільно використовувати узагальнений показник, що враховує відповідність стану обробленої смужки до агротехнічних вимог передпосівного обробітку.

Значення узагальненого показника, враховуючи відхилення вимірних показників якості від заданих меж нормативних значень та їх вагомості, доцільно визначати за виразом:

$$\begin{aligned} P_{\gamma} = & \gamma_h \left(\frac{h_{T3}^{\min} - h_{\phi}}{h_{T3}^{\min}} \text{ при } h_{\phi} < h_{T3}^{\min}; \frac{h_{\phi} - h_{T3}^{\max}}{h_{T3}^{\max}} \text{ при } h_{\phi} > h_{T3}^{\max}; 0 \text{ при } h_{T3}^{\min} \leq h_{\phi} \leq h_{T3}^{\max} \right) + \\ & + \gamma_B \left(\frac{B_{\phi} - B_{T3}^{\max}}{B_{T3}^{\max}} \text{ при } B_{\phi} > B_{T3}^{\max}; 0 \text{ при } 0 \leq B_{\phi} \leq B_{T3}^{\max} \right) + \\ & + \gamma_N \left(\frac{N_{\phi} - N_{T3}^{\max}}{N_{T3}^{\max}} \text{ при } N_{\phi} > N_{T3}^{\max}; 0 \text{ при } 0 \leq N_{\phi} \leq N_{T3}^{\max} \right) \end{aligned} \quad (2)$$

де γ_h – вагомість показника глибини обробітку, відн. од; $h_{T3}^{\min}, h_{T3}^{\max}$ – мінімальне та максимальне значення заданої глибини обробітку ґрунту, см; h_{ϕ} – фактичне значення глибини обробітку ґрунту, см; γ_B – вагомість показника поперечної нерівності поверхні обробленої смужки, відн. од; B_{T3}^{\max} – максимально допустиме значення поперечної

нерівності поверхні обробленої смужки, см; B_{ϕ} – фактичне значення поперечної нерівності поверхні обробленої смужки, см; γ_N – вагомість показника грудкуватості поверхні, відн. од; N_{T3}^{\max} – максимально допустиме значення грудкуватості поверхні, тобто кількості комірок із грудками розміром ≥ 5 см, шт.; N_{ϕ} – фактична

грудкуватість, тобто фактична кількість комірочок із грудками розміром ≥ 5 см, шт.

Якість смугового обробітку спочатку визначається візуальним оглядом обробленої смужки (рис. 1), при цьому звертається увагу на рівномірність розміщення ґрунтових агрегатів,

загальний стан стерні та рослинні рештки. Фотографування обробленої смужки дозволяє комплексно охарактеризувати її зовнішній вигляд та провести подальше оцінювання за межами поля.



Рис. 1. Загальний вигляд та фотографування обробленої смужки

Джерело: розроблено автором на основі даних [1, 7, 8, 9].

Глибина обробітку (h_{ϕ}) визначається за допомогою твердоміра Рев'якіна або мірного штока. На середині смужки, де проходила секція для смугового обробітку ґрунту, фіксується глибина обробітку ґрунту (10 разів вздовж смужки). Величину глибини обробітку ґрунту доцільно зменшити на 5 % тому, що товщина шару ґрунту після його розпушування збільшується. Відхилення глибини обробітку не повинно перевищувати ± 2 см від заданого значення.

Поперечну нерівність поверхні смужки визначають методом видовження шнура при копіюванні рельєфу ґрунту (рис. 2, а, б) або за допомогою профілювання висоти гребенів та глибини борозен (рис. 2 в).

Визначення поперечної нерівності поверхні смужки методом видовження шнура (рис. 2, а, б) виконують у наступній послідовності: на краях обробленої смужки викладають і фіксують дві паралельно розміщені планки та заміряють фактичну відстань між планками (l). Відстань

між планками зазвичай перевищує ширину смужки, оскільки майже неможливо розмістити їх відповідно до заданої ширини обробітку. Перпендикулярно до планок у вільному стані викладають гнучкий шнур, який копіює поверхню смужки, і на ньому відмічають точки дотику з планками. Після цього вирівнюють шнур і заміряють його вирівняну довжину (l_B). Вимірювання проводяться три рази вздовж обробленої смужки через кожні 10 см.

Фактичну поперечну нерівність обробленої смужки визначають за формулою:

$$B_{\phi} = \left(\frac{l_B - l}{l} \right) \cdot 100\% \quad (3)$$

де B_{ϕ} – фактична поперечна нерівність, см; l_B – довжина вирівняного шнура, см; l – фактична відстань між вимірювальними планками, см.



Рис. 2. Визначення якості обробленої смужки

а, б – визначення поперечної нерівності поверхні методом видовження шнура; в – визначення поперечної нерівності поверхні за допомогою профілювання; г – вимірювання грудкуватості поверхні з накладанням облікової рамки.

Джерело: розроблено автором на основі даних [1, 7, 8, 9].

Середнє значення фактичної поперечної нерівності обробленої смужки, визначеної методом видовження шнура, повинно становити не більше 15 %, а максимальне відхилення одного із замірів не повинно перевищувати 25 %.

Визначення поперечної нерівності обробленої поверхні методом профілювання (рис. 2 в) базується на побудові проекції ламаної лінії. Мірну рейку з поділками на підставках фіксованої висоти (15 см) встановлюють поперек обробленої смужки. Довжина рейки дорівнює заданій ширині обробленої смужки (l_p). За допомогою лінійки у точках, відповідно до позначок на рейці (кожні 3 см), заміряють і фіксують відстань між рейкою і поверхнею обробленого ґрунту, при цьому відстань у борозенках буде більшою, ніж на гребнях або

грудках. За отриманими даними, без урахування висоти підставок, у координатах x - y будується ламана лінія, яка описує профіль обробленого ґрунту. Визначається загальна довжина ламаної лінії (l_L). Фактичну поперечну нерівність обробленої смужки визначають за формулою:

$$B_\phi = \left(\frac{l_L - l_p}{l_p} \right) \cdot 100\% \quad (4)$$

де B_ϕ – фактична поперечна нерівність, см; l_L – загальна довжина ламаної лінії, см; l_p – довжина рейки, що дорівнює заданій ширині обробленої смужки, см.

За агротехнічними вимогами до передпосівного обробітку ґрунту поперечна нерівність поверхні повинна становити не більше

15 %, а в окремих точках глибина борозенок і висота гребенів повинні бути не більше 5 см.

Грудкуватість обробленого ґрунту впливає не тільки на розвиток коренів рослин, але й на водно-повітряний та поживний режим і

вважається важливим фактором родючості. Структурні агрегати за розмірами поділяються на декілька типів: брилувата структура – агрегати розміром > 10 см; грудкувата – від 3 до 10 см; зерниста – від 0,25 до 3 см.

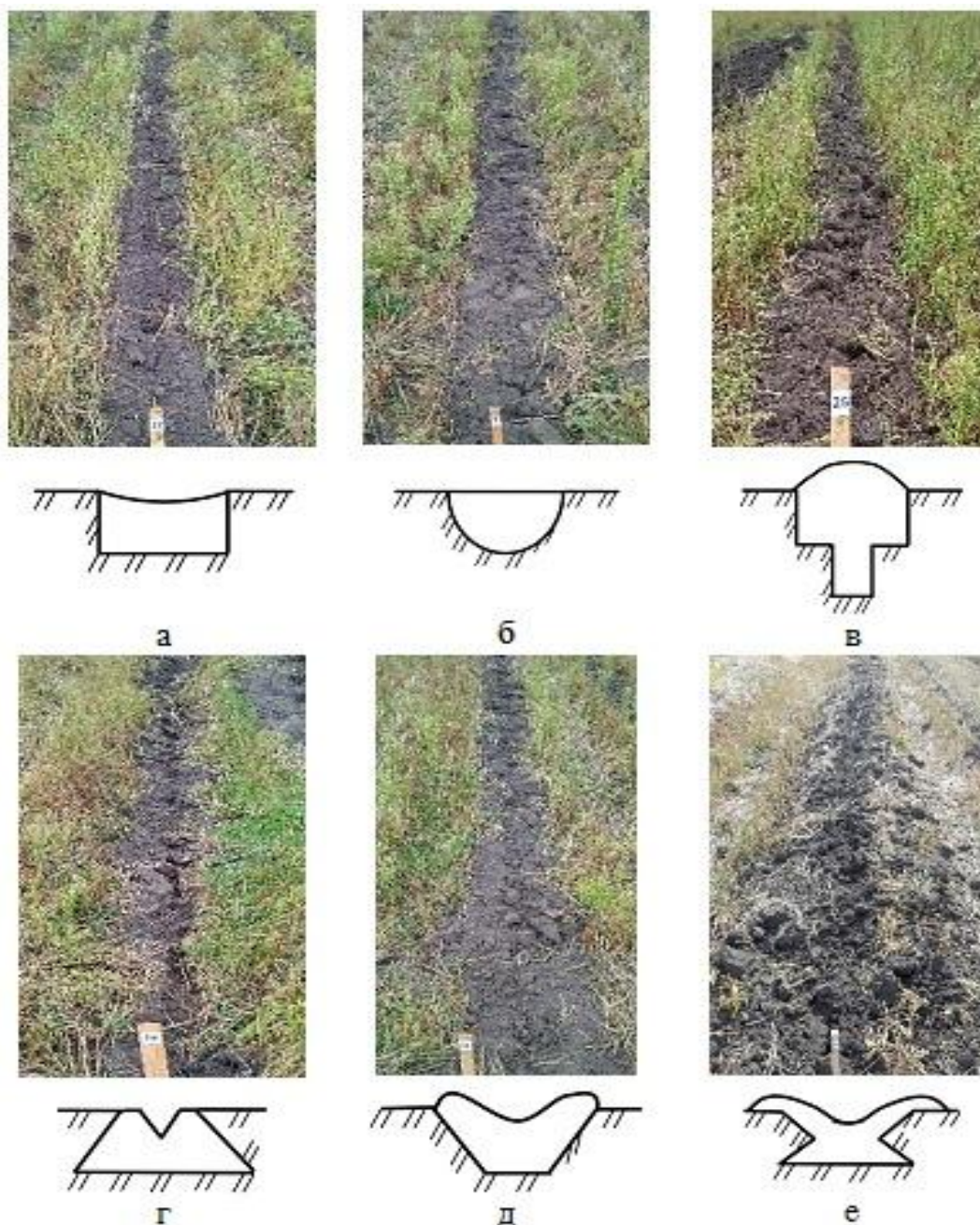


Рис. 3. Форми поперечного перерізу смужки після обробітку

Джерело: розроблено автором.

Для вирощування сільськогосподарських культур цінними агрегатами є грудки розміром від 0,5 до 5 см, тобто ступінь подрібнення ґрунту

на поверхні з формуванням ґрунтових агрегатів розміром не більше 5 см.

Грудкуватість визначається накладанням на поверхню обробленої смужки прямокутної облікової рамки (рис. 2, г) площею 0,24 м² (40×60 см), із комірками розміром 50×25 мм. Підраховується кількість комірок, займаних грудками розміром 5 см і більше на поверхні ґрунту, і визначається їх відсоткове відношення до загальної кількості комірок облікової рамки. Для передпосівного обробітку грудкуватість з розміром грудок більше 5 см повинна становити до 10%, наявність грудок розміром більше 10 см взагалі не допустима [7].

Робочі органи агрегатів для смугового обробітку повинні рівномірно обробляти ґрунт на глибину насінневого ложе, не забиватися ґрунтом та рослинними рештками. Залежно від комплектації робочих органів, смужка може мати різні форми поперечного перерізу (рис. 3). У цілому поверхня обробленої смужки повинна бути рівномірною (рис. 3, б), тобто значення ступеня нерівності обробленої поверхні повинно бути не більше 15 %.

Під час осіннього обробітку ґрунту необхідно, щоб смужка мала випуклість від країв до середини (рис. 3, в), тобто при профілюванні

поверхні не бажано заглиблення лійки більше 5 см від мірної рейки без урахування висоти підставок (15 см), щоб передбачити просідання ґрунту впродовж зими. Весною допускається увігнутість смужки посередині оброблених смужок (рис. 3, а), тобто заглиблення лійки до 5 см від мірної рейки без урахування висоти підставок. Розкидання грудок за межі ширини обробленої смужки (рис. 3, д, е) не бажане тому, що це погіршує загальний стан вирівнювання поверхні поля й негативно впливає на виконання технологічних операцій, таких як догляд за посівами.

Якщо смуговий обробіток використовується лише для закладання добрив і після нього передбачено додатковий обробіток ґрунту (лушення, дискування або оранка), то вимірювання якості не обов'язкове і смужка може бути з борозною (рис. 3, г) та нерівномірною (рис. 3, д).

На основі існуючих вимог до передпосівного обробітку ґрунту запропоновано агротехнічні вимоги до агрегатів смугового обробітку ґрунту (табл. 1).

Таблиця 1. Агротехнічні вимоги до смугового обробітку ґрунту

Показники	Вимоги та допуски
Швидкість руху агрегату	від 4 до 10 км/год.
Глибина обробітку	від 20 до 40 см
Глибина внесення добрив	від 10 до 30 см
Відхилення від заданої глибини обробітку	± 2 см
Ширина обробленої смужки	від 20 до 40 см
Поперечна нерівність обробленої смужки	не більше 15 %
Висота гребнів або глибина борозенок	до 5 см
Грудкуватість обробленого ґрунту (діаметр грудок більше 50 мм)	до 10%
Наявність рослинних решток в обробленій смужці	від 20 до 50 г/м ²

Джерело: узагальнено автором на основі даних [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10].

Висновки та перспективи подальших досліджень

Дотримання агротехнічних вимог при смуговому обробітку ґрунту забезпечить можливість виконання глибокого рівномірного рихлення із внесенням добрив, формування якісного насінневого ложа та подальшого посіву сільськогосподарських культур. Методика оцінки ефективності смугового обробітку встановлює відповідність впливу робочих органів на стан обробленої смужки і забезпечує

оперативне налагодження техніки й усунення недоліків. Запропонований узагальнений показник, із урахуванням вагомості окремих показників якості, визначає відносно відхилення значень окремих якісних показників обробітку ґрунту від технологічно заданих, забезпечуючи об'єктивність оцінки. Перспективи подальших досліджень полягають у використанні розробленої методики для смугового обробітку ґрунту.

References

1. Chernilevskiy, M. S., Biliavskiy, Yu. A., Kropyvnytskyi R. B. & Vorona L. I. (2012). Ahrotekhnichni vymohy ta otsinka yakosti obrobitku gruntu [Agrotechnical requirements and assessment of the quality of soil cultivation]. Zhytomyr: Zhytomyrskyy natsionalnyy ahroekologichnyy universytet [in Ukrainian].

2. Vilfrid H. (2011). Osoblyvosti zastosuvannya ta perevahy tekhnolohiyi Strip Till [Features and benefits of Strip Till technology]. *Ahronom*, 4 (50), 70–73 [in Ukrainian].

3. Holub H. A. (2008). Kryterii optymizatsii parametriv mashyn ta obladnannia [Criteria of Optimization of Machine and Equipment Parameters]. *Visnyk Lvivskoho natsionalnoho ahrarnoho universytetu. Ahroinzhenerni doslidzhennya*, 12 (2), 17–24 [in Ukrainian].

4. Gronau, Yan (2015). Preimushchestva polosnoy obrabotki pochvy (strip till) v dolgosrochnoy perspektive [Advantages of strip cultivation of soil (strip till) in the long term]. Retrieved from <http://striptill.com.ua/preimushchestva-obrobki-pochvu/> [in Russian].

5. Lebediev, A. & Lebedieva, I. (2018). Metodolohichni pidkhody do syntezy novykh metodiv vyprobuvan [Methodological approaches to the synthesis of new test methods]. *Tekhnika i tekhnolohiia APK*, 1 (100), 31–35 [in Ukrainian].

6. Lebedye, S., Korobko, A. & Kozlov, Yu. (2017). Do pytannya otsynyuvannya tochnosti vymiryuvan pid chas vyprobuvan silskohospodarskykh mashyn [On the measurement of accuracy of measurements during tests of agricultural machines]. *Tekhnika i tekhnolohiia APK*, 10 (97), 22–25 [in Ukrainian].

7. Karvorskiy, T., Kasimov, I. & Klochkov, B. (1988). Obrabotka pochvy pri intensivnom vozdeleyvanii polevykh kultur [Soil cultivation with intensive cultivation of field crops]. Moskva: Agropromizdat [in Russian].

8. Kravchenko, M. S., Tsarenko, M. O. & Mishchenko, Yu. H. (2003). Praktykum iz zemlerobstva [Workshop on agriculture]. Kyiv: Meta [in Ukrainian].

9. Skorobohatov, D., Golub. H. & Marus, O. (2016). Syderalni kultury. Mekhaniko-tekhnolohichni osnovy podribnennya ta zahortannya [Sederal cultures. Mechanic-technological bases of shredding and wrapping]. Kyiv: NUBiP Ukrayiny [in Ukrainian].

10. Shustik, L., Hromadska, V., Martynina, L., Nehulyayeva, N. & Suprun, V. (2017). Shlyakhy realizatsiyi tekhnolohiyi smuhovoho obrobitku gruntu v malykh i serednikh hospodarstvakh [Ways of implementation of technology of sand cultivation of soil in small and medium-sized farms]. *Tekhnika i tekhnolohiia APK*, 11 (98), 16–21 [in Ukrainian].

REFERENCE OF QUALITY AND HORNOMIC REQUIREMENTS FOR GROUNDWATER PROTECTION INDICATORS

G. Golub*, A. Dvornyk **

e-mail: gagolub@ukr.net, a.dvornyk@ukr.net

* National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

street Heroes of Defense, 15B, Kyiv, 03041, Ukraine

** VB NUBiP of Ukraine "Nizhyn Agrotechnical Institute"

street Shevchenko, 10, Nizhyn, 16600, Ukraine

The choice of rational parameters and their optimization with respect to aggregates of strip processing has not been paid enough attention. This is especially true of the quantitative values of the quality parameters of soil cultivation, therefore, it is necessary to consider several quality indicators simultaneously and use a generalized indicator that takes into account the correspondence of the condition of the treated strip to the agrotechnical requirements of the presowing treatment. The most characteristic is the dependence of the generalized index of the quality of strip processing on the parameters of working organs, soil properties and high-speed operation modes of the unit. The article substantiates the use of the generalized quality indicator of strip processing on the basis of individual indicators, taking into account their importance and developed methods for their determination, generalized agronomic requirements for technology of strip processing of soil. The quality of strip processing is first determined by visual inspection of the treated strip, paying attention to the uniformity of placement of soil aggregates, the general condition of stubble and plant residues. The depth of processing is determined using a Revyakin hardness tester or a measuring rod. The transverse unevenness of the surface of the strip is determined by the method of lengthening the cord when copying the relief of the soil or by profiling the height of the ridges and the depth of the furrows. Tubbiness is determined by superimposing a rectangular accounting frame with an area of 0,24 m² (40 × 60 cm), with cells measuring 50 × 25 mm, to the

surface of the treated strip. The working organs of the machines for strip processing should evenly process the soil to the depth of the seedbed, and not clog the soil and plant residues. Compliance with agrotechnical requirements for strip processing will ensure the possibility of performing a deep, uniform loosening with the application of fertilizers, the formation of a quality seedbed and further planting of crops.

Keywords: transverse irregularity of the surface, depth of cultivation, lumpiness of the surface, weight of indicators, generalized index.

ОБОСНОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И АГРОНОМИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ПОЛОСНОЙ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ

Г. А. Голуб * А. В. Дворник **

e-mail: gagolub@ukr.net, a.dvornyk@ukr.net

* Национальный университет биоресурсов
и природопользования Украины

ул. Героев Оборона, 15В.,
г. Киев, 03041, Украина;

** ОП НУБиП Украины

«Нежинский агротехнический институт»
ул. Шевченко, 10, г. Нежин, 16600, Украина

Выбору рациональных параметров и их оптимизации относительно агрегатов полосового обработки не уделено достаточного внимания. Особенно это касается учета количественных значений качественных показателей обработки почвы, поэтому, необходимо рассматривать одновременно несколько показателей качества и использовать обобщенный показатель, учитывающий соответствие состояния обработанной полоски к агротехническим требованиям предпосевной обработки. Наиболее характерна зависимость обобщенного показателя качества полосной

обработки от параметров рабочих органов, свойств почвы и скоростных режимов работы агрегата. В статье обосновано использование обобщенного показателя качества полосной обработки на основе отдельных показателей с учетом их значимости и разработаны методики их определения, обобщенны агрономические требования к технологии полосной обработки почвы. Качество полосной обработки сначала определяется визуальным осмотром обработанной полоски, при этом обращается внимание на равномерность размещения грунтовых агрегатов, общее состояние стерни и растительных остатков. Глубина обработки определяется с помощью твердомера Ревьякина или мерного штока. Поперечную неровность поверхности полоски определяют методом удлинения шнура при копировании рельефа почвы или с помощью профилирования высоты гребней и глубины борозд. Бугорчатость определяется наложением на поверхность обработанной полоски прямоугольной учетной рамки площадью $0,24 \text{ м}^2$ ($40 \times 60 \text{ см}$), с ячейками размером $50 \times 25 \text{ мм}$. Рабочие органы агрегатов для полосной обработки должны равномерно обрабатывать почву на глубину семенного ложе, а не забиваться почвой и растительными остатками. Соблюдение агротехнических требований при полосной обработке обеспечит возможность выполнения глубокого равномерного рыхления с внесением удобрений, формирование качественного семенного ложа и дальнейшего посева сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: поперечная неровность поверхности, глубина обработки, бугорчатость поверхности, значение показателей, обобщенный показатель.