

**JUSTIFICATION OF GEOMETRICAL PARAMETERS  
OF THE FLATLY CUTTING WORKING BODY DURING  
MANUFACTURING OPERATIONS OF  
PLOWING ON WATERLOGGED SOILS**

V.V. Nepochatenko, O.B. Melentyev

*Summary*

The objective of the article is justification of geometrical parameters of the flatly cutting working body during manufacturing operations of plowing on waterlogged soils. One of the ways to reduce the plow movement resistance is installation of anti-friction devices. The analyses of such plows' design has identified a number of imperfections. The results of the study formed the basis for finding original technical solutions in designing tillage implements protected by patents. Introduction of the advanced tools for plowing will save fuel while plowing by reducing energy consumption; will use effective, less power consuming tractors; will simplify and reduce the cost of plows manufacturing technology; will help to eliminate disadvantages of plow design by changing the shape of the holes and protecting them from being cluttered by ground.

**Key words:** mechanical and technological properties, slip resistance, soils, layer adhesion, working bodies, plow movement resistance.

УДК 163.311:631

**ПЕРЕДУМОВИ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ  
ГРУНТУ ШЛЯХОМ СТВОРЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙ  
РОЗТЯГУВАННЯ-ВИГИНУ І ЗСУВУ**

Сірий І.О., асп. \*

*Таврійський державний агротехнологічний університет*

м. Мелітополь

Тел. +380619421265

---

\* Науковий керівник – к.т.н., доцент Кувачов В.П.

Публікується по рекомендації: чл.-кор НААНУ, д.т.н., проф.  
Кушнарєва А.С.

**Анотація.** Найбільш раціональною та науково обґрунтованою в ґрунто-кліматичних умовах півдня України є безвідвальна плоскорізна обробка ґрунту. На підставі проведеного аналізу існуючих конструкцій плоскорізних робочих органів, вивчення публікацій і літературних джерел визначено, що основним напрямком їх вдосконалення є використання додаткових елементів. Крім цього, деформації стиснення що створюються існуючими робочими органами необхідно максимально замінити деформаціями розтягування-вигину і зсуву, що дозволить знизити енерговитрати і підвищити якість кришення ґрунту.

**Ключові слова:** основна обробка, плоскоріз - глибоко-розпушувач, додаткові елементи, деформації «розтягування-вигину і зсуву».

*Постановка проблеми.* Щорічна і повсюдна відвальна оранка із застосуванням різних типів плугів для основної обробки ґрунту тягне за собою ряд негативних явищ. По-перше, механічна обробка ґрунту поглинає близько 40 % енергетичних і понад 25 % трудових витрат у землеробстві. По-друге, зростаючий механічний тиск на ґрунт як внаслідок зростання маси рушіїв, так і частоти руху агрегатів по полю різко посилює деградацію ґрунту: щільність ґрунту та його опір обробці різко зросли, вміст гумусу в ґрунті за останні 60 років знизився на 25 - 30 %, також посилюються ерозійні процеси (від водної та вітрової ерозії страждають 70% від загальної площі чорноземів). По-третє, хоча механічна дія на ґрунт за останні 20 років зросла в 3,5 рази, врожайність культур від переущільнення ґрунтів знизилась на 12 — 30 %. Загроза небезпечного зниження ефективності рослинництва стала реальною [5].

Питання відновлення природної родючості ґрунтів при врахуванні необхідності мінімізації обробітку, а також розробка нових прийомів і методів обробки ґрунтів та робочих органів для їх виконання, виходячи з природоподобних, екологічних та ґрунтозахисних технологій та систем обробки ґрунту – є однією з найважливіших глобальних задач. Однак особливу актуальність це питання має для України, де чорноземи покривають більшу частину території країни, складаючи

70% ґрунтового покриття. Це становить 30% площ чорноземних ґрунтів світу [3].

*Аналіз останніх досліджень і публікацій.* Одним із засновників дослідження процесу взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин з ґрунтом з позицій створюваних робочим органом деформацій є академік А.С. Кушнар'єв. Подальший розвиток даний напрямок отримав в працях С.Г. Мударісова, В.И. Вєтохіна В. А. Улексина, Л.Ф. Бабицького та інших.

Вдосконаленням плоскорізних робочих органів для основної безвідвальної обробки ґрунту займалися: Р.С. Рахімов, А.Н. Хмура, С.В. Петриченко, В.Ю. Блау, І.І. Максимов, І.А. Шевченко, А. Г. Марченко, З.М. Шаніна.

*Мета статті.* Аналіз існуючих конструкцій робочих органів для основної обробки ґрунту, а також обґрунтування необхідності розробки нових робочих органів що здійснюють основний обробіток ґрунту шляхом створення деформацій розтягування-вигину і зсуву.

*Основна частина.* Під основною обробкою розуміють першу найбільш глибоку обробку ґрунту (на глибину 25-30 см) після культури попередника. Основний обробіток ґрунту в ґрунтово-кліматичних умовах України здійснюється двома способами: відвальною оранкою та безвідвальним обробітком, класифікація робочих органів для основної обробки приведена нижче (рис. 1).

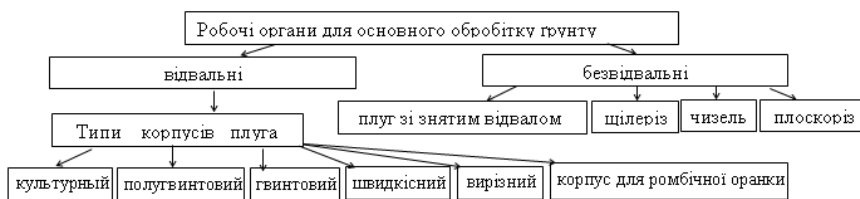


Рисунок 1 – Класифікація робочих органів для основної обробки ґрунту

Витрати на основну обробку ґрунту становлять значну частку (до 40%) у собівартості сільськогосподарської продукції, що в основному визначає конкурентоспроможність кінцевого продукту [6]. Особливо важливим є те, що якість ос-

новного обробітку суттєво впливає на врожайність сільсько-господарських культур. Мета основного обробітку ґрунту — підготовка ґрунту для створення умов щодо проведення якісної сівби, стимулювати ріст і розвиток кореневої системи, забезпечити доступ до неї поживних речовин і максимально зберегти вологу.

Оранка ґрунту відвальними плугами - сама енерговитратна операція, на яку витрачається 15-20% всіх енерговитрат на виробництво продукції. На думку основоположника землеробської механіки академіка В. П. Горячкина (1968), оранка як найбільш поширений захід основного обробітку ґрунту є самою, найтривалішою, дорогою і важкою працею. В залежності від властивостей ґрунту, призначення обробки і швидкості руху застосовуються плуги різних конструкцій [5].

Однак всі використовувані в даний час плуги різноманітних конструкцій мають істотні недоліки, серед яких основними є:

- ущільнення підорного шару (дна борозни), що погіршує перебіг водних і повітряних процесів у ґрунті, та руйнування поверхневого шару що призводить до зростання ерозійних процесів;

- утворення після оранки ґрунту звальних гребенів і розвальних борізд вимагає проведення додаткових ґрунтообробних операцій по підготовці ґрунту, що збільшує енергетичні витрати на сектор обробленого ґрунту;

- висока енергоємність технологічного процесу змушує агрегатувати плуги з енергонасиченими тракторами, що мають велику масу, що призводить до ущільнення ґрунтів і руйнування верхніх шарів ґрунту;

- при здійсненні основного обробітку плугами різних конструкцій існує протиріччя між обертом пласта ґрунту та якістю кришення ґрунту;

- низький ККД, так як механічна енергія в основному витрачається на тертя між поверхнею робочих органів і ґрунтом.

Сучасна теорія обґрунтовує, а практика підтверджує можливість і доцільність застосування інших, крім оборотної оранки, способів обробітку ґрунту [5]. Т.С. Мальцев (1971) писав: «Щорічно переорюючи ґрунт, вивертаючи його нижні ша-

ри наверх, а верхні опускаючи донизу, ми тим самим порушуємо закони природи».

Безвідвальний спосіб обробки ґрунту здійснюється плугами зі знятими відвалами, щілерізом, чизелем або плоскорізами.

Щілеріз використовується для щілювання багаторічних трав, глибокого розпушування ґрунту, усунення «плужної підшви» та обробки ґрунтів на схилах з метою усунення водної ерозії. Щілювання ґрунту являє собою прорізання у ґрунті попереку схилу щілин зазвичай глибиною 40-60 см на відстані 100-150 см для регулювання поверхневого стоку і більш повного поглинання ґрунтом талих і зливових вод. Для нарізання щілин використовують рами п'ятикорпусних плугів з прикріпленими на місці 1-го і 5-го корпусів ножами-щілерізами [1].

Чизельний робочий орган призначений для основної безвідвальної обробки ґрунту, застосовується для розуцільнення та поглиблення орного горизонту, а при обробці поперек схилу захищає ґрунт від водної та механічної ерозії. Чизель розпушує ґрунт, відриваючи його від моноліту, але не ущільнює підорний шар, не утворює «плужної підшви» і не залишає розвальних борізів і звальних гребенів. Це найсприятливішим чином впливає на стан ґрунту, після такої обробки і волога, і відповідно мінеральні та органічні добрива легко проникають в кореневий шар ґрунту. Рослинні залишки при чизельній обробці не закладаються, як при оранці, а перемішуються з орним шаром і є як би мульчуючим матеріалом [4].

Однак чизельна обробка не є досконалою і має ряд істотних недоліків. Чизель виконує пряму функцію – розуцільнення нижньої частини орного шару і поглиблення орного горизонту, але при цьому чизель не забезпечує заданої якості кришення ґрунту, що обумовлює необхідність здійснення додаткової обробки, і як наслідок збільшує загальні витрати на обробіток ґрунту. Крім того, чизелювання ґрунту є більш енергоємним способом безвідвальної обробки ґрунту порівняно з плоскорізною обробкою.

У ґрунтових умовах південної зони України найбільш раціональною і науково обґрунтованою є безвідвальна плоскорізна обробка ґрунту. Що обумовлено насамперед тим, що більшість ґрунтів знаходяться в умовах сприятливих до ро-

звитку вітрової ерозії. Однак існуючі технології та робочі органи плоскорізів не повністю відповідають агротехнічним вимогам, а іноді виявляються й зовсім непрацездатними [2].

Плоскорізна обробка – прийом безвідвальної обробки ґрунту, що забезпечує кришення та розпушування ґрунту, підрізання підземних органів рослин на глибину 27-30 см плоскорізами - глибокорозпушувачам із збереженням на поверхні ґрунту до 90% стерні.

Розроблена так звана ґрунтозахисна система землеробства, яка базується на плоскорізній обробці, що забезпечує збереження на поверхні поля пожнивних залишків. Збереження і розташування у верхньому шарі ґрунту післяжнивних і кореневищних залишків сприяє розкладанню їх не у всьому орному горизонті, а в поверхневому, де відбувається активація потенційної родючості ґрунту. Стерня та пожнивні залишки створюють сприятливі умови для накопичення осінньо-зимових опадів, виключають вітрову ерозію ґрунту, сприяють накопиченню ґрунтової вологи, ці чинники в умовах степових регіонів регулюють врожай [8].

За результатами проведеного аналізу існуючих плоскорізних робочих органів розроблена класифікація. Плоскорізні робочі органи можливо розділити на дві групи: за способом з'єднання деталей, і за конструктивними особливостями (рис. 2).

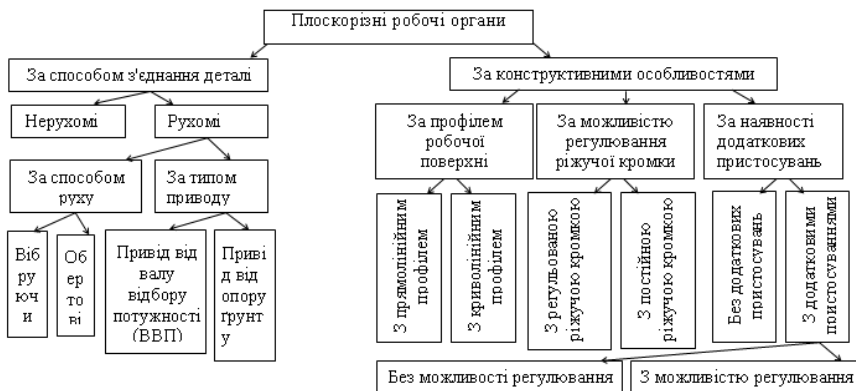


Рисунок 2 – Класифікація плоскорізних робочих органів

В даний час розробляються і застосовуються активні робочі органи, що приводяться в рух від вала відбору потужності (ВВП). Знаряддя з активними робочими органами має перевагу по інтенсивності кришення пласта ґрунту. З іншого боку, обробка ґрунту плоскорізом з активними робочими органами внаслідок надмірного подрібнення ґрунту призводить до збільшення кількості ерозійно-небезпечних часток в обробленому шарі, при цьому істотно збільшуючи енергетичні витрати на обробіток ґрунту.

Існують конструкції плоскорізів з активними робочими органами, що приходять до руху від опору ґрунту. Застосуванням робочих органів, що приходять в коливання в поздовжньо-вертикальній площині внаслідок їх виглублення при зростанні опору ґрунту, досягається самоочищення робочих органів від бур'янів, а також від каменів у процесі безперервної роботи без необхідності зупинок і переведення в транспортне положення. Однак при цьому відбувається нерівномірність глибини обробки ґрунту, значний її розкид і перемішування. Робочі органи з деталями, що здійснюють автоколювання в горизонтальній площині, також краще самоочищаються від бур'янів у процесі роботи порівняно з нерухомими, але при їх експлуатації часто відбувається забивання ґрунту між рухомими елементами, що знаходяться під землею, це збільшує нерівномірність ходу знаряддя.

Ще одним конструктивним рішенням є робочі органи з прямолінійним або криволінійним профілем робочої поверхні. Використання плоскорізних робочих органів з криволінійним профілем робочої поверхні дозволяє здійснювати більш якісне кришіння ґрунту порівняно з прямолінійним профілем.

Найбільш ефективними є робочі органи з криволінійними робочими поверхнями, профіль яких виконаний за увігнутою кривою в передній частині, тобто в зоні різання і за опуклою кривою в задній частині, тобто в зоні кришення ґрунтового пласта. Недоліком більшості наявних робочих органів з криволінійним профілем робочої поверхні є низька технологічність у виготовленні внаслідок нерозгортюємості утворюючої поверхні.

Існують плоскорізні робочі органи з постійним або змінним кутом нахилу ріжучої кромки щодо поздовжньої осі в

горизонтальній площині. Застосування робочих органів зі зменшуваним до країв кутом нахилу ріжучої кромки дозволяє зменшити розкид ґрунту і обволікання робочого органу рослинними залишками, однак при цьому знижується якість зрізання бур'янів, так як коріння рослин зісковзують по ріжучій кромці.

При використанні робочих органів із зростаючим до країв кутом нахилу ріжучої кромки поліпшується якість підрізання бур'янів, але при цьому відбувається обволікання робочих органів рослинними залишками.

Для поліпшення якості обробки ґрунту, поряд з основними плоскоріжучими елементами на робочий орган встановлюють додаткові пристосування. Існують робочі органи плоскорізів з додатковими вертикальними ножами, встановленими на різну глибину обробки. В якості додаткових пристосувань використовують особливі допоміжні пристрої: штанги, батареї різних дисків, щілерізи, розпушуючі прутки, шнеки, лемеші різної довжини. Допоміжні пристрої, виконують свої функції і покращують якість обробки, однак при цьому істотно збільшують тяговий опір.

На підставі проведеного аналізу існуючих конструкцій плоскорізних робочих органів, вивчення публікацій і літературних джерел зроблено висновок, що основним напрямком їх вдосконалення є застосування додаткових пристосувань, які зможуть забезпечити зниження енергоємності процесу обробки, із забезпеченням необхідного по агровиимогам до плоскорізної обробки якості кришення ґрунту.

Сучасні конструкції плоскорізів при взаємодії з ґрунтом створюють деформації стиснення, що зумовлює високі енерговитрати при обробці. Заміна деформацій стиснення на деформації розтягування-вигину і зсуву забезпечить зменшення опору при обробці і як наслідок загальну енергоємність, а також дозволить поліпшити якість кришення ґрунту

Вивчення міцнісних властивостей ґрунту дозволяє намітити шляхи і методи зниження енергоємності її механічної обробки: вірно розрахувати і спроектувати робочі органи і визначити раціональні умови їх застосування. Оціночним показником є гранична міцність ґрунту при його опорі деформаціям різного виду [1].



На міцнісні властивості ґрунту впливає вологість. Мінімальна межа міцності відповідає деформації розтягування (рис. 3). При вологості ґрунту 18...24% вона в 3...9 разів нижче, ніж межа міцності при опорі деформацій інших видів. При зміні вологості на 8 ... 10% від зазначених значень межа міцності при її опорі деформації одного і того ж виду зменшується або збільшується в кілька разів [7]. Отже, для розпушування ґрунту з мінімальними витратами енергії до неї потрібно докласти деформації розтягування при певній її вологості.

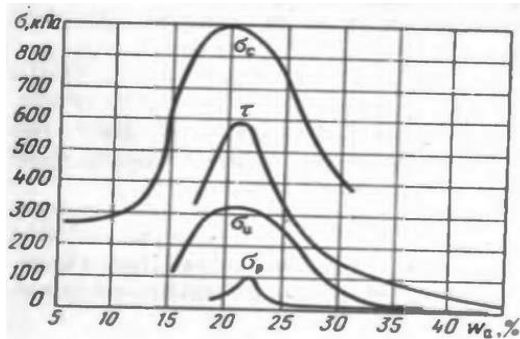


Рисунок 3 – Залежності міцності глинистого ґрунту від вологості  $W_a$  (за даними А. Гарсія):  $\sigma_c$  - межа міцності на стиск;  $\sigma_u$  - те ж, на вигин;  $\sigma_p$  - те ж, на розтягування;  $\tau$  - те ж, на зсув.

*Висновки.* Підводячи підсумок, можна сформулювати наступне завдання при проектуванні робочого органу: деформації стиснення, що створюють існуючі конструкції робочих органів плоскорізів - глибокорозпушувачів, необхідно максимально замінити деформаціями розтягування-вигину і зсуву, це дозволить значно зменшити опір при обробці і як наслідок загальну енергоємність, а також дозволить поліпшити якість кришення ґрунту. Що зумовило подальший напрямок досліджень.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини: підручник для студ. вищих навч. закл. / Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилук. - 2-е вид. - К. : Каравела, 2008. - 552 с.

2. Грунтознавство з основами рослинництва: навчальний посібник за однойменним курсом для студентів спеціальностей 1-31.01.01-02 - Біологія, 1-33.01.01 - Біоекологія / Т. П. Марчик, А. Л. Єфремов. - Гродно: 2006. - 248 с.

3. Петриченко С. В. Обґрунтування параметрів робочих органів культиватора-плоскоріза для основного обробітку пересушених ґрунтів: дис. канд. техн. наук: 05.20.01 / Петриченко Сергій Володимирович – Мелітополь, 1996. – 173 с.

4. Потрібен не плуг, а господар [Електронний ресурс] / - Режим доступу: [http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlya-kormilitsa\\_ne\\_oskudeet\\_li\\_ee\\_daryaschaya\\_ruka\\_nuzhen\\_ne\\_plug,\\_a\\_hozyain.html](http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlya-kormilitsa_ne_oskudeet_li_ee_daryaschaya_ruka_nuzhen_ne_plug,_a_hozyain.html)

5. Рахімов І. Р. Вдосконалення робочих органів машин для основного обробітку ґрунту на основі моделювання процесу взаємодії клина з ґрунтом : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.20.01. / Рахімов Ільдар Раїсович – Челябинск, 2006. – 29 с.

6. Розвиток та сучасний стан наукових основ обробітку ґрунту [Електронний ресурс] / - Режим доступу: [http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie\\_sovremennoe\\_sostoyanie\\_nauchnyh\\_osnov\\_obrabotki\\_pochvy](http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie_sovremennoe_sostoyanie_nauchnyh_osnov_obrabotki_pochvy)

7. Рослинництво: Підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко — К.: Аграрна освіта, 2001. — 591 с.

8. Технологічні властивості ґрунту [Електронний ресурс] / - Режим доступу: <http://traktor-t-16.ru/selskoe-khozyajstvo/118-tekhnologicheskie-svoystva-pochvy>

9. Хмура О. М. Вдосконалення конструкції робочого органу плоскоріза-глибокорозпушувача : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.20.01 / Хмура Олександр Миколайович – Оренбург, 2012. – 22 с.

## BIBLIOGRAPHY

1. Voytyuk D.G. Agricultural machinery: a textbook for students. Higher teach. bookmark. / D.G. Voytyuk, G.R. Havryliuk. - 2nd ed. - K., Caravel, 2008. - 552 p.

2. Soil with the basics of crop: a tutorial on the same course for students majoring 1-31.01.01-02 - Biology, 1-33.01.01 - bioecology / T.P. Marchik, A.L. Yefremov. - Grodno, 2006. - 248 p.

3. Petrychenko S.V. Justification working parameters of flat-cultivator for basic soil ne-resushenyh soil: Dis. candidate. Sc. Sciences: 05.20.01 / Petrychenko Sergey - Melitopol, 1996. - 173 p.

4. Need not plow, and the owner [electronic resource] / - Access: [http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlyakormilitsa\\_ne\\_oskudeet\\_li\\_ee\\_daryaschaya\\_ruka\\_nuzhen\\_ne\\_plug\\_a\\_hozyain.html](http://gazeta.zn.ua/ECONOMICS/zemlyakormilitsa_ne_oskudeet_li_ee_daryaschaya_ruka_nuzhen_ne_plug_a_hozyain.html)

5. Rakhimov I.R. Improving the working of machines for basic tillage based modeling process interaction with soil wedge: Author. Dis. on competition sciences. degree candidate. Sc. Sciences specials. 05.20.01. / Rakhimov Yldar Raysovyeh - Chelyabinsk, 2006. - 29 p.

6. The development and present state of scientific bases cultivation [electronic resource] / - Access: [http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie\\_sovremennoe\\_sostoyanie\\_nauchnyh\\_osnov\\_obrabotki\\_pochvy](http://studbooks.net/23124/geografiya/razvitie_sovremennoe_sostoyanie_nauchnyh_osnov_obrabotki_pochvy)

7. Plant: Textbook / O. Zinchenko V.N. Salatenko, M.A. Bilonozhko - K. : Agricultural Education, 2001. - 591 p.

8. Technological properties of soil [electronic re-Zurza] / - Access:<http://traktor-t-16.ru/selskoe-khozyajstvo/118-tekhnologicheskie-svoystva-pochvy>

9. Hmura A. Improving the design of the working-op Ghana flat-hlybokorozpushuvacha: Author. Dis. candidate. Sc. Sciences:. 05.20.01 / Hmura Alexander - Orenburg, 2012. - 22 p.

## **BACKGROUND OF BASIC SOIL TILLAGE BY CREATING DEFORMATIONS OF STRETCHING- BENDING AND SHEAR**

I.O. Siryi

### *Summary*

The most rational and scientifically sound in soil and climatic conditions of southern Ukraine is flatly cutting no-moldboard tillage. Based on the analysis of existing structures of flatly cutting working bodies, as well as publications and literature study, the author determines that the main focus of their improvement is using additional elements. Moreover, the compression deformation generated by the existing working bodies should be replaced by

stretching-bending and shear deformations, which will reduce energy costs and improve the quality of soil crumbling.

**Key words:** tillage, flatly cutting and deeply raising device, additional elements, "stretching-bending and shear" deformations.

УДК 004.451

## РАСШИРЕНИЕ ЛИНЕЙКИ АДАПТЕРОВ УКРАИНСКОГО ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА

Масленников В.В., инж. \*  
г. Мелитополь, Украина  
тел. 0619-41-18-13, (096) 029-63-54  
e-mail: ValmasPLHM@yandex.ua

**Аннотация.** В статье рассматриваются преимущества применения в технологии уборки зерновых культур уборочных агрегатов с модулем очесывающего типа на примере МОН-4.

**Ключевые слова:** зерноочесывание, зерноочесывающий модуль, полевая уборочная машина, травмирование зерна, свободное зерно.

**Постановка проблемы.** Человечество вплотную подошло к пониманию коллективных мероприятий по обеспечению продовольственной безопасности сообщества. В настоящее время приобретают распространение антикризисные технологии выращивания зерновых, которые в первую очередь, обеспечивая влагонакопление, влагосохранение и возобновление плодородия почвы, а непосредственно во время уборки урожая значительно уменьшают количественные и качественные потери зерном при существенной экономии энергии и ресурсов.

Мелитопольский регион имеет уникальные возможности внедрения в сельскохозяйственное производство иннова-

---

Публікується по рекомендації: чл.-кор НААНУ, д.т.н., проф.  
Кушнар'ова А.С.