

ВИЗНАЧЕННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ КУТІВ НАХИЛУ СТІЙКИ РОЗПУШУВАЧА ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

**М.О. Мнушко, інженер, В.Є. Кириченко, к.т.н., доцент,
В.Я. Коваль, к.т.н., доцент**
(Луганський національний аграрний університет)

Теоретично обґрунтовано вплив кутів нахилу стійки розпушувача на кут різання ґрунту лемешем. Запропоновано конструкцію нахилого робочого органу розпушувача

Сучасні технології основного обробітку ґрунту не завжди можна використовувати для полів схильних до ерозії. Ґрунтообробні знаряддя мають недоліки, що відображаються наступним: чизелі недостатньо кришать ґрунт; плоскорізи утворюють ущільнену підшву, плуги не тільки утворюють підшву, а ще й обертають верхній шар ґрунту із зароблянням пожнивних залишків, що є негативним фактором в умовах підвищеної ерозії.

Аналізом відомих досліджень встановлено, що існуючі ґрунтообробні робочі органи не завжди забезпечують отримання якісного структурного складу та утворення умов для запобігання руйнування верхнього родючого шару ґрунту. Одним із напрямків підвищення якості основного обробітку ґрунту є застосування розпушувачів з нахиленим робочим органом, який забезпечує якісне кришення по ширині захвату, усуває ущільнення ґрунту та залишає наявність стерні на поверхні поля.

Теоретичними дослідженнями знарядь для обробітку ґрунту займалися такі вчені як В.П. Горячкін, Н.В. Щучкін, М.Н. Летошнев, Е.С. Босий, Л.Д. Тураєв, С.С. Саакян, П.М. Василенко, А.С. Кушнарєв, Г.Н. Синєоков, П.М. Заїка, В.М. Мацєпуро, Л.Ф. Бабицький, О.В. Козаченко, В.Є. Кириченко та інші.

Метою дослідження є обґрунтування параметрів робочого органу розпушувача шляхом визначення залежності кута різання скиби ґрунту від кута нахилу стійки.

Базуючись на теорії В.П. Горячкіна про взаємодію тригранного клину з ґрунтом і дослідженнях М.Н. Летошнева, Н.В. Щучкіна по двогранному клину, запропоновано подальший розвиток теорії тригранного клину. На рис. 1 показано косо поставлений двогранний клин ВСМГFE з тригранним клином АВСО всередині.

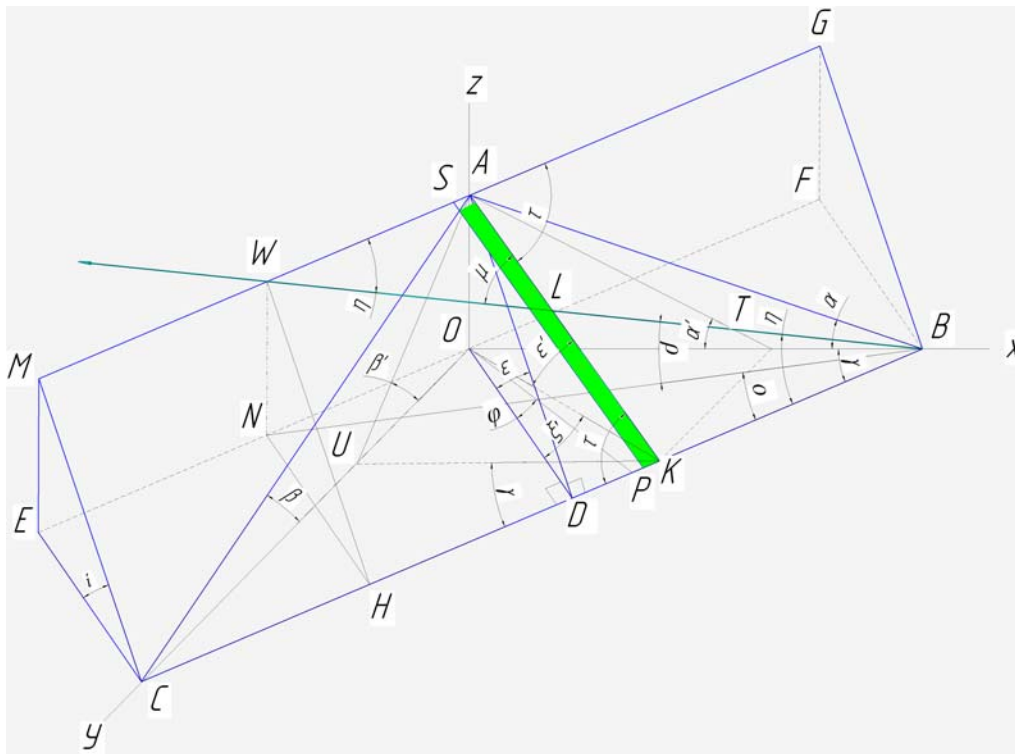


Рис. 1. Косо поставлений двогранний клин

За допомогою цієї теорії можна обґрунтувати рух скиби по лемешу нахилоного розпушувача, знайти раціональний кут установки стійки нахилоного розпушувача, а через нього і сил, що діють на робочий орган під час роботи.

Для визначення раціональних кутів різання ґрунту, який забезпечує зниження енергоємності процесу, прийнята робоча (нахилена) площина двогранного клину, що є поверхнею лемеша АКPS. Розглядаючи робочу площину ВСMG двогранного клину як паралелограм, визначимо кут різання μ лемешем, він повинен бути менше, ніж 45° . Для визначення кутів нахилу стійки робочого органу використаємо тригранний клин ABCO (рис. 1), його подовжно-вертикальну площину ABO з кутом різання α в точці В і поперечно-вертикальну площину ACO з кутом обертання β в точці С.

Робоча площина ВСMG двогранного клину та робоча площина ABC тригранного клину є загальною, на ній також лежить і площина лемеша нахилоного розпушувача АКPS з ріжучою крайкою АК (рис. 2.a). Ріжуча крайка ВС двогранного клину ВСMGFE є ріжучою крайкою тригранного клину ABCO.

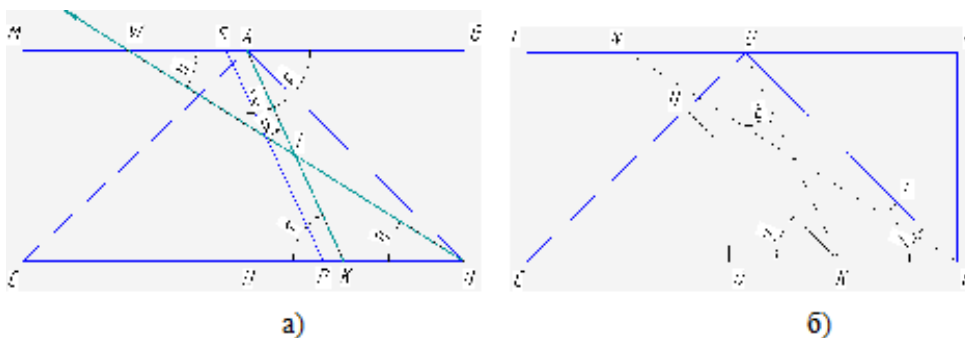


Рис.2. Площини двогранного клину ВСМГФЕ. а) робоча (нахилена) площина СМГВ; б) упорна (горизонтальна) площина СЕФВ

Кут заточування і двогранного клину ВСМГФЕ є кутом кришіння ε тригранного клину АВСО. Як відомо з геометрії тригранного клину усі кути α , β , γ та ε взаємопов'язані між собою і зміна одного кута приводить до зміни наступних двох:

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta \cdot \operatorname{tg} \gamma; \quad (1)$$

$$\operatorname{tg} \varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \gamma}. \quad (2)$$

Загальною для двох клинів є також горизонтальна (упорна) площина СЕФВ з кутом зсуву γ в точці В тригранного клину (рис. 2.б).

Нижній зріз нахиленої площини лемеша КР (рис. 1) обмежений горизонтальною прямою ВС. Нахилена площина АКУ позначить на горизонтальній площині лінію КУ (рис. 2.б), а лінія ВС утворює з нею кут УКС (γ), що є кутом зсуву лемеша АКРС. Цей кут ідентичний куту γ горизонтальної площини тригранного клину ОВС, і він формує тригранний клин АВСО, виходячи із залежності кутів α , β , γ .

Кут АДО (ε) є кутом кришіння ґрунту тригранним клином і визначається за формулою:

$$\varepsilon = \operatorname{arctg}(AO / OD). \quad (3)$$

Проекція ріжучої крайки лемеша КР нахилоного розпушувача на горизонтальній площині ОК зміщена щодо лінії OD на кут ξ – кут різання з ковзанням клину ВСМГФЕ ($\xi > \varphi$ – кута тертя ґрунту по металу може бути до 26°).

Таким чином, відклавши від лінії ОК кут ξ , визначимо кут γ .

Кут АКД (τ) отриманий при установці ріжучої крайки лемеша АК до відрізка DK ріжучої крайки двогранного клину ВС.

Кут АУО є кутом β' (рис. 1), що позначає кут нахилу стійки в поперечно-вертикальній площині.

Кут АТО є кутом α' (рис. 1), позначає кут нахилу стійки в подовжньо-вертикальній площині.

Кути α' і β' проектується на подовжньо-вертикальну й поперечно-вертикальну площини. Ці кути встановлюються, виходячи з положення прямої АК (ріжучої крайки лемеша) на робочій площині тригранного клину АВСО.

Кут ε' - кут між ріжучою крайкою АК і її проекцією ОК на горизонтальну площину СЕФВ.

Відклавши значення OU і OT на осях O_x і O_y , визначаємо положення робочого органу в просторі.

Значення кутів ε' та τ знаходимо за формулами:

$$\varepsilon' = \operatorname{arctg}(AO / OK); \quad (4)$$

$$ctg \tau = tg \xi \cdot \cos \varepsilon. \quad (5)$$

На нахиленій (робочій) площині двогранного клину CMGB під кутом η проходить лінія BW - лінія руху ґрунту. Кут η знаходимо з використанням формули Л.Д. Тураєва:

$$tg \eta = tg \gamma \cos \varepsilon. \quad (6)$$

Спираючись на ознаку паралельності прямих СВ і МG (рис. 2.а) паралелограма похилої площини CMGB, можна стверджувати, що кут η руху скиби ґрунту СВW рівний куту BWG, кут τ нахилу леза лемеша КАG дорівнює куту СКА, оскільки ці кути є внутрішніми навхрест лежачими. У верхній частині робочої площини клину CMGB при перетині ріжучої крайки АК лемеша з прямою BW руху скиби виділений трикутник ALW з кутом μ у точці L, який є кутом різання ґрунту лемешем нахилоного розпушувача. Знаючи, що кут WAD = 90°, визначаємо кут λ :

$$\lambda = 180^\circ - (90^\circ + \tau). \quad (7)$$

Кут різання μ скиби ґрунту лемешем визначаємо за формулою:

$$\mu = 180^\circ - (90^\circ + \lambda + \eta). \quad (8)$$

Кут підйому скиби ρ ґрунту робочою площиною клину визначаємо за формулою:

$$\rho = \arctg(tg \varepsilon \cdot \cos \eta). \quad (9)$$

З теорії різання відомо, що кут різання μ не повинен перевищувати 45°, кут ρ , підйому скиби - кута тертя ґрунту по металу 26°, тому нахил лемеша зумовлений цими межами. Кути μ і ρ також впливають на нахил стійки в подовжньо-вертикальній площині на кут α' , а в поперечно-вертикальній площині – на кут β' . Зміна кутів α' і β' приводить до зміни положення ріжучої кромки АК лемеша, а також зміни кутів ξ і ε' його установки на робочій площині клину САВ (рис. 3).

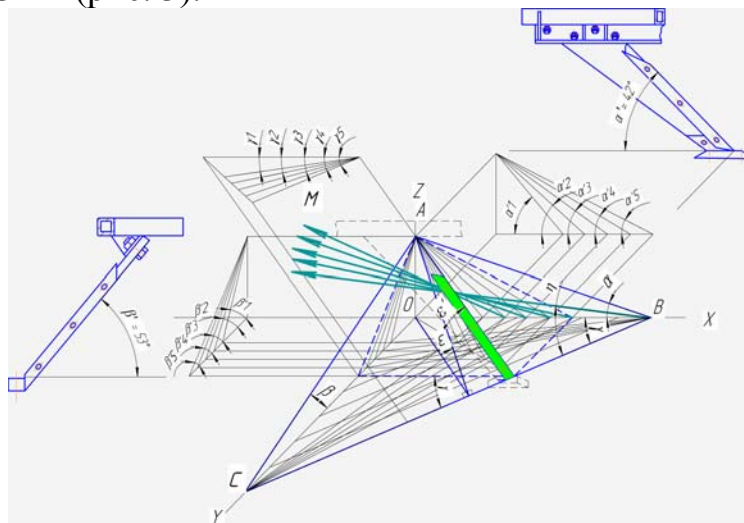


Рис. 3. Зміна кута різання μ і кутів α' і β' нахилу стійки

Результати розрахунків кутів різання μ , підйому пласта ρ , руху скиби по робочій площині η та нахилу τ і λ леза АК, на робочій площині CMGB, а також проекції зміщення ξ на горизонтальній площині наведено в таблиці 1.

Таблиця 1. Зміна кутів, що впливають на кут різання, градуси

№	μ	ρ	η	ξ	τ	λ
1	46,95	21,33	33,00	12,67	79,95	10,05
2	45,36	20,58	32,00	15,57	77,62	12,38
3	44,18	19,83	31,00	18,60	75,18	14,82
4	42,79	19,18	30,00	21,54	72,79	17,21
5	41,40	18,30	29,00	24,46	70,40	19,60

Зміна кутів α' та β' з кроком через один градус у бік збільшення і зменшення, приводила до змінювали кута різання μ (таблиця 2).

Таблиця 2. Кути установки робочого органу розпушувача, градуси

№	α'	β'	γ	ϵ'
1	44,00	51,00	39,31	37,26
2	43,00	52,00	38,35	37,01
3	42,00	53,00	37,25	36,69
4	41,00	54,00	36,18	36,31
5	40,00	55,00	35,10	35,88

Кути α' і β' через кут γ змінюють геометричну форму тригранного клину, оскільки кути α , β , γ взаємопов'язані. Це, у свою чергу, приводить до зміни кута ϵ кришіння клину. Зміна вищезгаданих кутів приводить до зміни якості кришіння ґрунту. Кути тригранного клину показано в таблиці 3.

Таблиця 3. Кути тригранного клину, градуси

№	α	β	γ	ϵ
1	26,29	31,10	39,31	37,94
2	25,85	31,50	38,35	38,04
3	25,45	32,04	37,25	38,17
4	25,01	32,53	36,18	38,31
5	24,56	33,04	35,10	38,48

Виходячи із значень робочих кутів лемеша μ і ρ , раціональні кути установка стійки в проекціях площин тригранного клину повинні дорівнювати наступним значенням (рис. 4):

- кути тригранного (двогранного) клину - $\alpha = 25^\circ$; $\beta = 32^\circ$; $\gamma = 37^\circ$; $\epsilon = 38^\circ$;
- кути установки стійки нахиленого розпушувача - $\alpha' = 42^\circ$; $\beta' = 53^\circ$; $\gamma = 37^\circ$; $\epsilon' = 37^\circ$;
- кути нахилу леза лемеша на робочій площині - $\tau = 75^\circ$; $\lambda = 15^\circ$;
- кути нахилу, підйому й різання скиби ґрунту - $\eta = 31^\circ$; $\rho = 20^\circ$; $\mu = 44^\circ$;
- кут заточування лемеша - $\acute{\iota} = 30^\circ$.

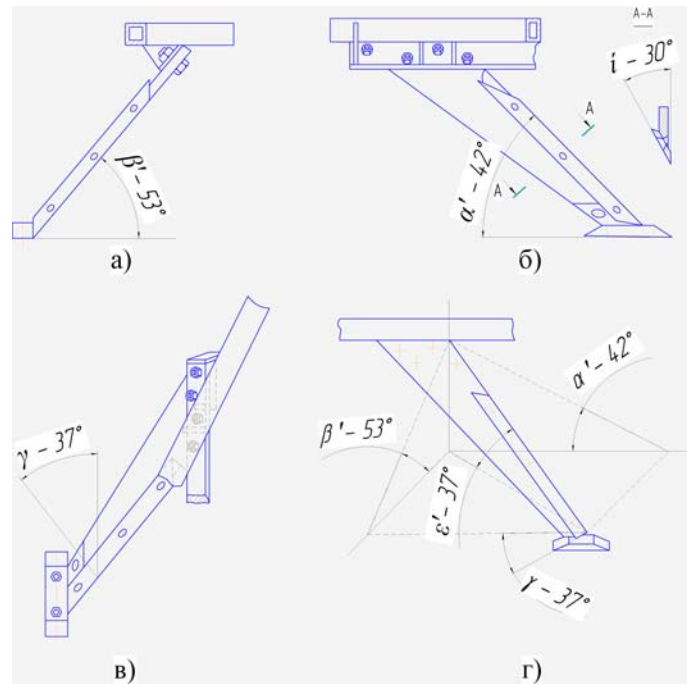


Рис. 4. Конструктивні параметри установки робочого органу нахилого розпушувача: а) – вигляд спереду; б) – вигляд збоку; в) – вигляд зверху; г) – аксонометрія

Висновки. У результаті проведених досліджень запропоновано конструкцію нахилого робочого органу, в якій якість обробітку ґрунту і зниження тягового опору досягається шляхом раціонального положення стійки розпушувача в ґрунті.

Отримано теоретичні залежності кута μ різання пласта ґрунту лемешем від кута нахилу стійки ϵ' в подовжньо-вертикальній α' і поперечно-вертикальній β' площині. Встановлено, що при $\mu = 44^\circ$ конструктивні кути нахилу стійки мають значення: $\alpha' = 42^\circ$, $\beta' = 53^\circ$, $\epsilon' = 37^\circ$.

Список використаних джерел

1. Горячкин В.П. Собрание сочинений в семи томах, том III, Москва: ОГИЗ, 1937.- с. 66-73.
2. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины, М.: ГИСХ, 764.- с.19-24.
3. Тураев Л.Д. «Динамика плуга». Издательство Харьковского университета, Харьков, 1973.-с. 44-69.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин, том I, Харків: ОКО, 2001.-с.108-116.

Аннотація

Определение рациональных углов наклона стойки рыхлителя для безотвальной обработки почвы

Н.А. Мнушко, В.Е. Кириченко, В.Я. Коваль

Теоретически обосновано влияние углов наклона стойки рыхлителя на угол резания почвы лемехом. Предложено конструкцию наклонного рабочего органа рыхлителя

Abstract

Determination of rational angles of slope of bar of scarifier for without dump treatment of soil

N. Mnushko, V. Kyritchenko, V. Koval

In theory influence of angles of slope of bar of scarifier is reasonable on the corner of cutting with of soil a ploughshare. The construction of sloping working organ of scarifier is offered