



## АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД РАСЧЕТА ИЗНАШИВАНИЯ ЛЕЗВИЯ ПОЧВОРЕЖУЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Нуриев Карим Катибович  
Нуриев Мансур Каримович  
Гулистон Давлат университети

### ARTICLE INFO

Received: 02<sup>nd</sup> January 2024

Accepted: 07<sup>th</sup> January 2024

Online: 08<sup>th</sup> January 2024

### KEY WORDS

Аналитические уравнение,  
метода расчета,  
изнашивание, лезвие, рабочий  
орган,  
почвообрабатывающая  
машина, параметр,  
затупление, угол  
самозатачивания, высота и  
угол затылочной фаски, угол  
заточки.

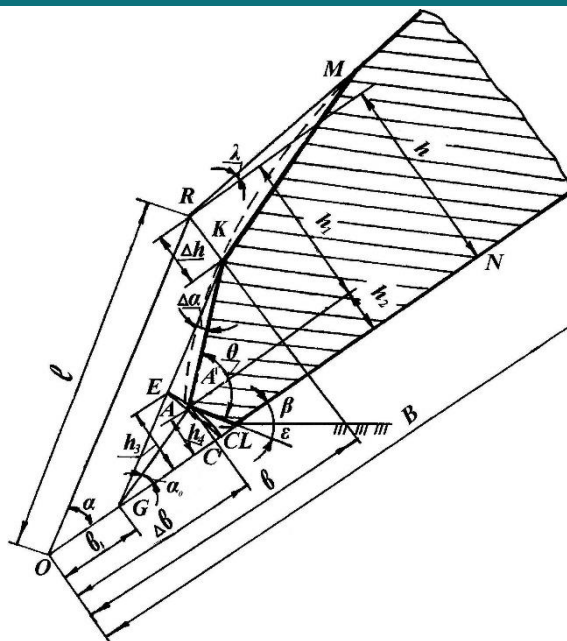
### ABSTRACT

В статье приводятся результаты аналитического метода расчета процесса изнашивания лезвий рабочих органов почвообрабатывающих машин. Теоретически изучены процесс затупления лезвий и установлены основные параметры характеризующие затупления лезвий. Выведены аналитические уравнения приращения угла самозатачивания, высоты и угла затылочной фаски от величин начального угла заточки и износа лезвия по ширине.

Аналитический метод расчета процесса изнашивания лезвия рабочих органов почвообрабатывающих машин включает, определение высоты затылочной фаски  $h_2$  и приращения угла его заострения  $\Delta\alpha$ .

Рассмотрим клиновидное лезвие с углом клина  $\lambda$ , углом заточки  $\alpha$  и углом установки тыльной грани  $\beta$  ко дну борозды (рис.1.).

Пусть в результате изнашивания лезвия  $NORM$  на величину  $\Delta b$  по ширине сформировался профиль  $NLA'KM$  (рис.1). Для упрощения расчетов криволинейные контуры фасок лезвия (пунктирный контур) заменяем прямыми. Как видно из этого нового профиля начальная фаска заточки, выполненная под углом  $\alpha$ , разделена на две части: переднюю  $A'K$  и затылочную  $A'L$ . Вместо угла  $\alpha$  образовывается угол самозатачивания  $\theta = \alpha + \beta + \varepsilon$  (где  $\varepsilon$  – угол расположения затылочной фаски). Очевидно, уменьшение угла  $\alpha$  приведет к уменьшению угла  $\theta$ , что снизит вероятность увеличения тягового сопротивления на определенной стадии эксплуатации рабочих органов. Толщина  $h$  лезвия в конце фаски заточки после износа лезвия разделяется на два “условных слоя”:  $h_1$  и  $h_2$ .



**Рис.1. Расчетная схема изнашивания лезвия с нарушением самозатачивания**

Не всякое лезвие в определенных почвенных условиях обладает свойствами самозатачивания и немалую роль в этом играет отношение толщины основного слоя  $h_1$  к нижнему (в дальнейшем наплавленному)  $h_2$ .

Важную роль при определении  $h_1$  играют физико-механические свойства почвы. Величины износов по ширине и толщине лезвия, зависящие от свойств и состояния почвы обозначаем соответственно через  $\Delta b$  и  $\Delta h$ .

Из рис.1, легко заметить, что точка  $A'$  должна находиться внутри угла  $KGL$ . Кроме того, если учесть, что угол  $\theta$  образуется с учетом приращения угла  $\alpha$ , тогда точка  $A'$  от линии  $GK$  отклоняется в сторону дна борозды на величину угла  $\Delta\alpha$ . С другой стороны, с образованием угла затылочной фаски, точка  $A'$  находится на некотором удалении от линии  $ON$ . Величина удаления определяется углом  $\beta + \epsilon$ . Итак, точка  $A'$  это есть, с одной стороны, наиболее удаленная точка на носке изношенного профиля лезвия по ширине рабочего органа, с другой стороны она находится на дуге  $EC$ , проведенной радиусом  $\Delta b = OC = OA' = OE$ .

Для определения места нахождения точки  $A'$  нам необходимо найти величину  $A'C' = h_2$  или величину угла  $\alpha_0$ .

Из треугольника  $EGC$  можно написать

$$EC^2 = GE^2 + GC^2 - 2GE \cdot GC \cos \alpha, \quad (1)$$

Здесь  $GE = GC = \Delta b - b_1$ . (2)

С другой стороны  $b_1 = \Delta h \operatorname{ctg} \alpha$ . (3)

Из этого следует, что при одном и том же износе по ширине лезвия  $b_1$ , износ по толщине (верхнего слоя)  $\Delta h$  тем меньше, чем больше угол заточки  $\alpha$ . Это значит, что с уменьшением угла заточки вероятность получения стабилизированного самозатачивания профиля при изнашивании лезвия возрастает. Подставив выражения (2) и (3) в (1) получим



$$EC = h_3 = \sqrt{2[\Delta b - (\Delta h \operatorname{ctg} \alpha)]^2 (1 - \cos \alpha)} \quad (4)$$

Как выше отметили, точка  $A'$  может находиться на дуге  $EC$ , однако, конкретное место нахождения определить затруднительно. Точно известно то, что она не находится на линии  $GK$  и  $GC$ . Результаты многих экспериментальных исследований [1..6] показывают, что она находится ниже середины толщины изношенного лезвия. В связи с этим предполагаем, что точка  $A'$  находится на середине дуги  $EC$ . Сначала определим величину  $h_4$

$$h_4 = AC = 0,5h_3 \quad (5)$$

С учетом выражения (4)

$$h_4 = \sqrt{\frac{1}{2}[\Delta b - (\Delta h \operatorname{ctg} \alpha)]^2 (1 - \cos \alpha)} \quad (6)$$

Для нахождения величины  $C'A'=h_2$  необходимо из треугольника  $CAA'$  определить  $AA'$ . Из сегмента  $CAEA'C$  величину стрелы  $AA'$  находим по следующей зависимости

$$AA' = f = (\Delta b - b_1) - \sqrt{(\Delta b - b_1)^2 - h_4^2} \quad (7)$$

С другой стороны из треугольника  $GA'C$

$$h_4^2 = (GA' - AA')^2 + GC^2 - 2(GA' - AA') \cdot GC \cdot \cos \alpha_0 \quad \text{или}$$

$$h_4^2 = [(\Delta b - b_1) - f]^2 + (\Delta b - b_1)^2 - 2[(\Delta b - b_1) - f] \cdot (\Delta b - b_1) \cos \alpha_0$$

Из этой формулы после некоторых преобразований определим значение угла  $\alpha_0$

$$\alpha_0 = \arccos \left[ \frac{\sqrt{(\Delta b - b_1)^2 - h_4^2}}{\Delta b - b_1} \right] \quad (8)$$

При известном значении угла  $\alpha_0$  можно определить из треугольника  $GA'C'$  значение

$$h_2 = \frac{(\Delta b - b_1)^2 \cdot \sin \alpha_0}{\sqrt{(\Delta b - b_1)^2 - h_4^2}} \quad (9)$$

Построим зависимости  $\alpha_0=f(\Delta b)$  и  $h_2=f(\Delta b)$  с использованием данных, полученных на основе экспериментальных исследований лемехов.

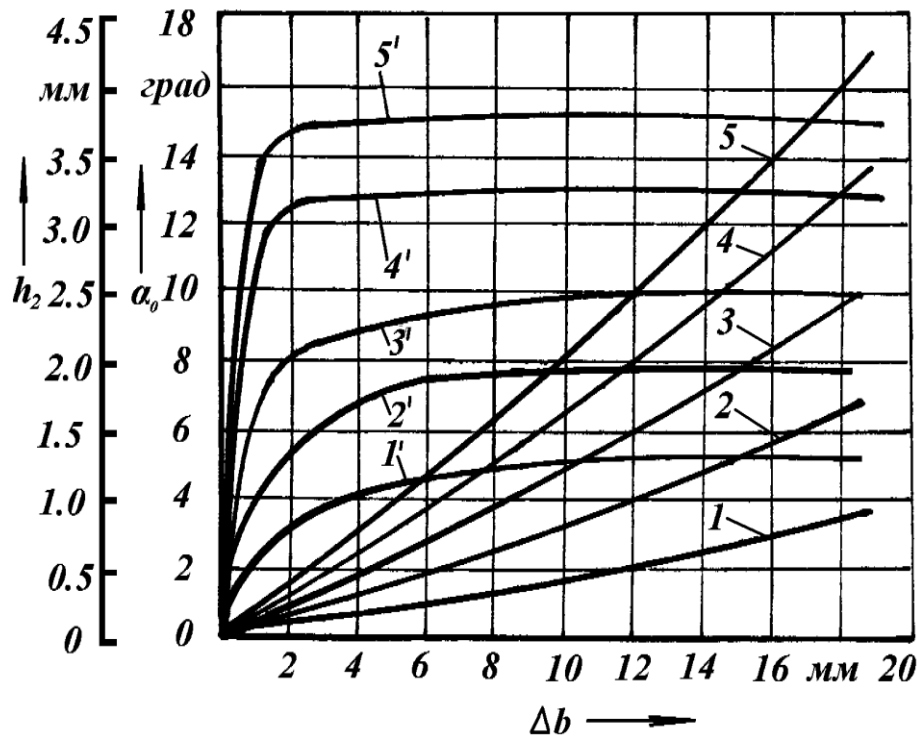
Предельная величина  $h_2$  по данным Зрулина В.И. [7] для лемехов двухъярусных плугов составляет: для сероземных почв 1,8...3 мм, для луговых 1,2...2 мм (рис.2), для долот соответственно 3,5...6 и 2,5...4 мм.

Результаты исследований показывают, что при значении угла заточки лезвий рабочих органов  $\alpha > 20^\circ$  параметры  $\alpha_0$  и  $h_2$  возрастают соответственно до  $10^\circ$  и 2,5 мм (рис.6), вернее до предельных величин. Следовательно, углы заточки рабочих органов почвообрабатывающих машин должны быть не более  $20^\circ$ .

Таким образом, отмечаем, что при одинарном угле заточки лезвия оно может сохранить такой профиль, при котором до предельного его износа обеспечивать нормальный технологический процесс резания с соблюдением агротехнических требований по качеству работы при угле заточки не более  $20^\circ$  и высоте затылочной фаски до 2,5 мм.

Значение угла самозатачивания  $\theta$  можно определить по формуле

$$\theta = (\alpha + \Delta\alpha) + \beta + \varepsilon \quad (10)$$



1,2,3,4,5-  $\alpha_0 = f(\Delta b)$  при  $\alpha=10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$  соответственно; 1',2',3',4',5'-  
 $h_2 = f(\Delta b)$  при  $\alpha=10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$  соответственно;

**Рис. 2** Зависимость высоты и угла затылочной фаски от износа лезвия по ширине

Здесь значения  $\alpha$  и  $\beta$  постоянны. На величину  $\theta$  в основном влияние оказывают изменяющиеся при износе  $\Delta\alpha$  и  $\varepsilon$ . Необходимо определить их значения.

Из рис. 1 величину  $\Delta\alpha$  можно определить из формулы:

$$A'E^2 = A'K^2 + EK^2 - 2A'K \cdot EK \cos\Delta\alpha \quad (11)$$

Здесь величина  $A'K = \sqrt{[h - (\Delta h + h_2)]^2 + (b - \Delta b)^2}$ , (12)

где  $h$  – толщина лезвия в конце фаски заточки;  $\Delta h$  – износ лезвия по толщине;

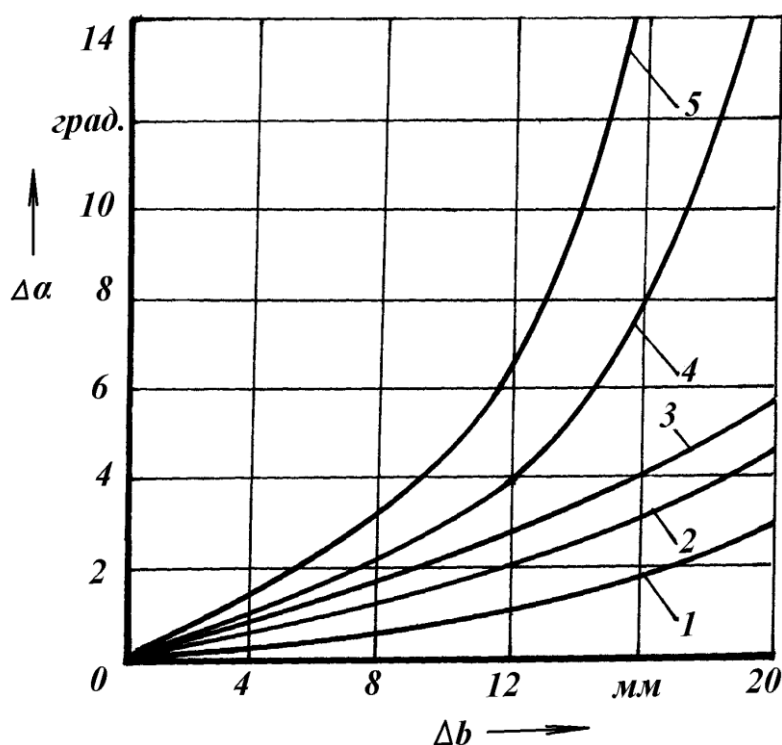
$$b = h \cdot \operatorname{ctg}\alpha \quad (13)$$

Как известно  $EA' = A'C = h_4$

$$EK = (b - \Delta b) / \cos\alpha \quad (14)$$

С учетом последних получим

$$\Delta\alpha = \arccos \left\{ \frac{([h - (\Delta h + h_2)]^2 + (b - \Delta b)^2 (2 + \operatorname{tg}^2\alpha) - h_4^2) \cos\alpha}{2\sqrt{[h - (\Delta h + h_2)]^2 + (b - \Delta b)^2} \cdot (b - \Delta b)} \right\} \quad (15)$$



*1,2,3,4,5- $\Delta\alpha=f(\Delta b)$  соответственно при  $\alpha=10^\circ, 15^\circ, 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ$*

**Рис. 3** Зависимость изменения  $\Delta\alpha$  от износа лезвия по ширине.

Построенные зависимости по формуле (15) приращения угла самозатачивания  $\Delta\alpha$  от износа при различных значениях начального угла заточки показывают (рис.3), что при углах заточки от 10 до 20° начальная форма лезвия по верхней фаске изменяется в меньших пределах по сравнению с углами заточки 25° и 30°. Это можно объяснить тем, что при больших углах заточки почва сжимается фаской лезвия и под влиянием угла скоса сдвигается вдоль лезвия, а не по лицевой поверхности, вследствие чего более интенсивно изнашивается носовая часть несущего слоя лезвия и тем самым приводит к приращению угла  $\Delta\alpha$ .

## References:

1. Джураев, А. Ж., Нуриев, К. К., & Элибоев, А. (2003). Совершенствование формы лезвий для глубокой обработки почвы. Тракторы и сельскохозяйственные машины, (8), 38.
2. Рахматов, О. , Нуриев, К. К., & Юсупов, А. М. (2013). Безотходная технология переработки остатков хлопчатника. Вестник Алтайского государственного аграрного университета, (6 (104)), 103-108.
3. Nuriev, K. K., Nuriev, M. K., Rakhmatov, O., & Rakhmatov, F. O. (2022, August). Comprehensive assessment of the degree of flooding of soil-cutting working bodies (on the example of plow shares). In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1076, No. 1, p. 012069). IOP Publishing.
4. Джураев, А. Ж., Нуриев, К. К., & Юсуфалиев, А. (2003). Разработка высокоресурсных лап для культиваторов. Тракторы и сельскохозяйственные машины, (2), 42-43.





5. Nuriev, K. K., Nuriev, M. K., Rakhmatov, O., Korabekova, S., & Bakhronova, M. A. (2022, December). Determination of the total resistance of the ploughshare when the blade is blunted. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1112, No. 1, p. 012014). IOP Publishing.
6. Rakhmatov, O., Rakhmatov, F. O., Nuriev, K. K., & Nuriev, M. K. (2022, August). Development and justification of the thermal parameters of a mechanized rotary blancher. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1076, No. 1, p. 012068). IOP Publishing.
7. Raxmatov, F. O., Raxmatov, O., Nuriev, K. K., & Nuriev, M. K. (2021, October). Combined dryer with high efficiency for drying high-moist agricultural products. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 868, No. 1, p. 012076). IOP Publishing.
8. Рахматов, О. О., Рахматов, О., Нуриев, К. К., & Тўхтамишев, С. С. (2019). МИНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПО БЕЗОТХОДНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ ПЛОДОВ ДЫНИ. In ВКЛАД УНИВЕРСИТЕТСКОЙ АГРАРНОЙ НАУКИ В ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА (pp. 332-337).
9. РАХМАТОВ, О., НУРИЕВ, К. К., & ТОШБАЕВА, Ш. К. (2014). Безотходная комплексная переработка плодов дыни. In ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ: ПУТИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ (pp. 222-226).
10. Iskandarov, Z. S., Rakhmatov, O., Salomov, M. N., Akhmedov, S. K., & Rashidov, A. S. (2011). Double chamber solar and fuel drying unit for agricultural products. Applied Solar Energy, 47(1), 24.
11. Rakhmatov, O., Tukhtamishev, S. S., Khudoiberdiev, R. K., Adilov, A. A., & Rahmatov, F. O. (2023, April). Experimental and theoretical studies of the modulus of elasticity and Poisson's ratio for vegetable and melon crops. In International Conference on Digital Transformation: Informatics, Economics, and Education (DTIEE2023) (Vol. 12637, pp. 291-297). SPIE.
12. Нуриев, К. К., & Нуриев, М. К. (2022). Аналитическое определение общего сопротивления лемеха при затуплении лезвия.
13. Нуриев, К. К., Рахматов, О., Кадирова, Р. С., & Рахматов, О. О. (2015). Биоконверсия органических отходов растительного происхождения в условиях Узбекистана. In Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства (pp. 468-470).
14. Нуриев, К. К., & Нуриев, М. К. (2023). СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЛЕМЕХОВ: ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ. Science Promotion, 1(1), 287-291.
15. Ашуrow Р. Р. ОСОБЕННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ РЕЧИ ВОЕННОГО ЮРИСТА Ёриев Озодбек Ойбек ўғли //ЎЗБЕКИСТОНДА ИЛМИЙ ТАДҚИҚОТЛАР: ДАВРИЙ АНЖУМАНЛАР. – С. 34.
16. Rakhmatov, O., Tukhtamishev, S. S., Khudoiberdiev, R. K., Adilov, A. A., & Rahmatov, F. O. (2023, April). Experimental and theoretical studies of the modulus of elasticity and Poisson's ratio for vegetable and melon crops. In International Conference on Digital Transformation: Informatics, Economics, and Education (DTIEE2023) (Vol. 12637, pp. 291-297). SPIE.



17. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., Тухтамишев, С. С., & Худойбердиев, Р. (2019). Дыня древнейшая культурацентральной Азии. In Научные основы развития АПК (pp. 166-168).
18. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., & Тухтамишев, С. (2017). ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ВЯЛЕННОЙ ДЫНИ. In Научно-практические пути повышения экологической устойчивости и социально-экономическое обеспечение сельскохозяйственного производства (pp. 1317-1320).
19. Рахматов, О. (2015). Реализация и эксплуатация гибких производственных систем комплексной безотходной переработки продуктов виноградарства. Ташкент: Изд-во «Фан».
20. Rakhmatov, O., Rakhmatov, F., Kurbanov, E., Rakhmatullaev, R., Kasimov, A., & Musayeva, N. (2023). The methodological foundations of the thermal efficiency in a convective drying unit of the chamber type. In E3S Web of Conferences (Vol. 390). EDP Sciences.