



## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВОРЕЖУЩИХ ЛЕЗВИЙ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

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

Затупление, лапа,  
эксплуатация,  
работоспособность, реакция  
почвы, угла заострения  
лезвия, выталкивающая  
сила, лемех, почва, тяговое  
сопротивление, плуг,  
затылочная фаска, давление  
почвы.

### ABSTRACT

*В статье рассматривается вопрос получения положения предельного равновесия являющиеся выбраковочными для рабочих органов. Дается уравнения вертикального составляющего давления почвы на затылочные и лицевые поверхности. Заключается, что полученные аналитические зависимости для определения вертикальных составляющих сопротивления почвы, действующих на затылочную фаску и переднюю, грань лезвия, могут быть использованы для аналитического расчета выбраковочных параметров почворезущих элементов почвообрабатывающих машин.*

Данные многих исследователей показывают [1,2], что в зависимости от типа и состояния почвы профиль режущих элементов в результате износа приобретает различный вид (рис.1).

Анализ показывает, что критерий предельного износа в зависимости от почвенных условий различен. На почвах с большой изнашивающей способностью критерием, как правило, служат конструктивные параметры, а на почвах со средней и малой – энергетические (экономические) и агротехнические (качественные) показатели.

Одним из критериев выбраковки почворезущих рабочих органов является потеря почвообрабатывающими машинами устойчивости хода по глубине. В настоящее время выбраковочные параметры рабочих органов определяют экспериментально и эмпирически. Попытаемся определить выбраковочные параметры деталей, работающих в почве по принципу горизонтального ножа аналитическим методом.

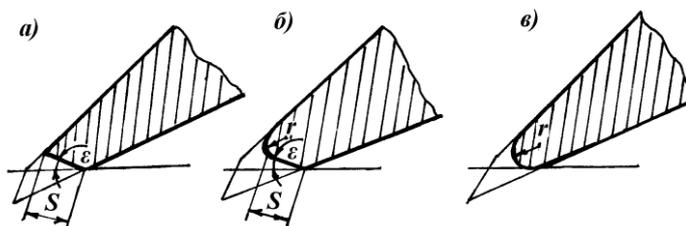


Рис. 1 Профили изношенных лезвий рабочих органов почвообрабатывающих машин.

а) Острое лезвие с площадкой износа;

б) Затупленное лезвие с площадкой износа;

в) Затупленное лезвие.

Затупление собственно лезвия характеризующегося значением радиуса  $r$  (см. рис. 1, б, в), имеет отрицательные последствия при подрезании сорняков у лап и вспашке полей с корнями растений, обладающих большой прочностью в зоне работы лемехов. Одновременно с затуплением у лезвия возникает затылочная фаска шириной "S" (см. рис. 1, б). Образование затылочной фаски – одна из основных причин выбраковки рабочих органов, имеющих еще значительный запас на изнашивание по ширине лезвия. При достижении в процессе эксплуатации предельных значений  $S_{np}$  и  $\theta_{np}$  определяемых в каждом случае свойствами почвы и параметрами лезвия рабочий орган теряет работоспособность из-за выглубления или резкого увеличения тягового сопротивления. Известно, что образование затылочной фаски влечет за собой появление реакции почвы  $R$ , отклоненной от нормали к поверхности фаски на угол трения  $\varphi$ , и увеличение угла заострения лезвия от первоначального значения  $\alpha$  до величины  $\theta$  (рис. 2).

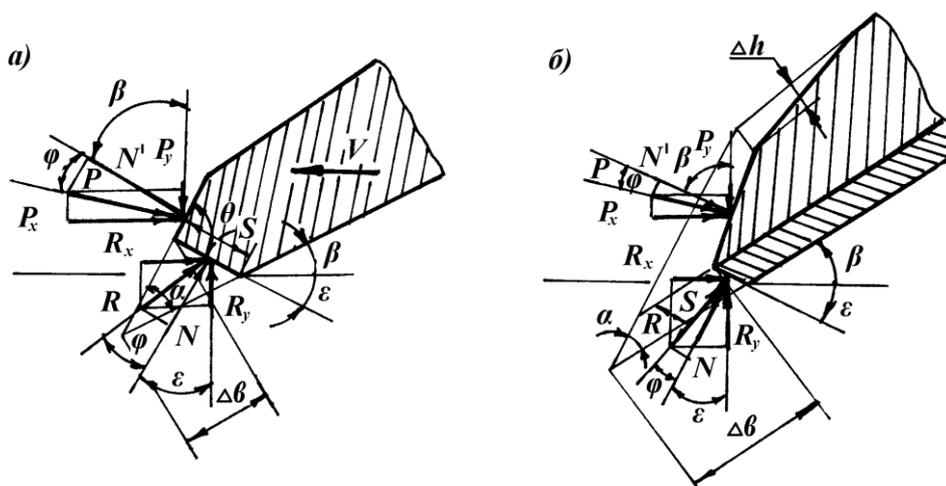


Рис. 2 Схема действия сил на фаски рабочих органов. а) на монометаллическое лезвие; б) двухслойное лезвие.



Реакция почвы  $R$  раскладывается на вертикальную составляющую  $R_y$ , выталкивающую лемех из почвы, и горизонтальную составляющую  $R_x$ , повышающую тяговое сопротивление плуга [3].

В обеспечении заданной глубины обработки почвы основную роль играют вертикальные составляющие силы давления почвы на лицевую поверхность лезвия  $P_y$ , а также силы тяжести рабочего органа  $G_n$ .

Если выталкивающая сила  $R_y$  равна суммарному значению вертикального усилия  $P_y$ , способствующего заглублению рабочего органа, то наступает состояние неустойчивого движения по глубине. Такое положение следует понимать как предельное, так как незначительное приращение вертикальной составляющей на затылочную фаску вызывает выглубление рабочего органа.

Следовательно, значения параметров затылочной фаски, соответствующие положению предельного равновесия, являются выбраковочными. Силы  $P_y$  и  $R_y$  определены аналитическим путем.

Уравнение для определения нормальной вертикальной составляющей  $P_y$  сопротивления почвы передней поверхности (заглубляющей силы) имеет вид.

$$P_y = a \cdot B_0 \cdot \delta \cdot g \cdot \sin \alpha \cdot \left[ \frac{V_n^2}{g} \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \sin \gamma + l \cdot \cos(\alpha + \beta) \right] \quad (1)$$

Вертикальная составляющая давления почвы на затылочную фаску определяется уравнением:

$$R_y = \frac{B_l \cdot g_0 \cdot \sin 2\varepsilon}{2 \cdot \sin \gamma} \cdot S^2 \quad (2)$$

Как выше отметили устойчивость хода почвообрабатывающей машины по глубине нарушается при отклонении от условия:

$$P_y \geq R_y \quad (3)$$

Подставляя значения  $P_y$  и  $R_y$  в формулу (3) и после некоторых преобразований получим:

$$S \leq \sqrt{\frac{a \cdot B_0 \cdot \delta \cdot \sin \alpha \cdot \left[ V_n^2 \cdot \sin(\alpha + \beta) \cdot \sin \gamma + l \cos(\alpha + \beta) \right]}{B_l \cdot g_0 \cdot \sin \varepsilon \cdot \cos \varepsilon}} - \Delta h \sin(\beta + \varepsilon) \quad (4)$$

Из формулы видно, что выбраковочная величина ширины затылочной фаски рабочего органа прямо пропорционально давлению пласта. Увеличение давления пласта обеспечить устойчивую работу почвообрабатывающей машины.



Полученное уравнение позволяет последовательно рассчитать выбраковочные параметры режущих элементов с учетом их геометрических параметров и физико-механических свойств почвы.

В качестве примера расчета вертикальных составляющих сопротивления почвы на затылочную фаску и передней грани лезвий лемехов и лап культиваторов при обработке средне и тяжело суглинистых сероземных и луговых почв, определим выбраковочные параметры лемеха и стрельчатой лапы.

Значения  $P_y$  и  $R_y$  подсчитанные по формулам (1,2) приведены на рис. 3 (по данным табл.1).

Таблица 1. Значение величин, входящих в формулы (1,2,4) для лемехов

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение	Значение
Плотность почвы	кг/м <sup>3</sup>	$\delta$	1320...1400
Толщина пласта почвы	м	$a$	0,3...0,35
Ширина пласта почвы	м	$B_0$	0,35
Поступательная скорость рабочего органа	м/с	$V_n$	1,6...1,7
Угол установки рабочего органа относительно стенки борозда	град	$\gamma$	41...42
Ускорение силы тяжести	м/с <sup>2</sup>	$g$	9,81
Угол заточки лемеха: при верхней наплавке	град	$\alpha_l$	20...25
при нижней наплавке	град	$\alpha_l$	25...30
Длина лезвия рабочего органа	м	$l_l$	0,56
Угол затылочной фаски	град	$\varepsilon$	10...23
Коэффициент объемного смятия почвы	кг/см <sup>3</sup>	$g_0$	0,52...0,61
Угол установки долота	град	$\gamma_1$	5...6
Ширина захвата долота	мм	$b_d$	30
Угол затылочной фаски долота	град	$\varepsilon_d$	15

Из графиков видно, что при работе рабочих органов почвообрабатывающих машин на средне – тяжелосуглинистых почвах, действующих на затылочную фаску суммарную силу от сопротивления почвы поверхности передней грани лезвия и силы тяжести приходящейся на рабочий орган, выбраковочная величина наступает при износе у серийных лемехов: по ширине менее 13 мм, при ширине затылочной фаски 3,9 мм, стрельчатых лап по ширине крыла менее 18,5 мм, при ширине затылочной фаски 3,4 мм, у оборотных лап по длине менее 24 мм, при ширине затылочной фаски 3 мм.

Сравнительные испытания лемехов [4], проведенные на средне и тяжелосуглинистых почвах показали, что серийные лемеха выбраковываются по агротехническому требованию при наработке 6...10 га, что соответствует износу по носку долота 10...13 мм. Как видно из рис. 3 ресурс по лемеху используется только на 47,3%.

Таблица 2. Значение величин, входящие в формулу (1,2,4) для лап

Наименование параметра	Ед. изм.	Обозначение	Значение
Ширина пласта почвы	мм	$b_1$	120
Угол заточки стрелчатой лапы	град	$\alpha_c$	15
Угол установки стрелчатой лапы	град	$\beta_c$	$10^0$
Длина лезвия крыла стрелчатой лапы	см	$\ell$	36,8
Глубина обработки стрелчатой лапы	см	$a_c$	16
Угол заточки оборотной лапы	град	$\alpha_o$	$25^0$
Угол затылочной фаски оборотной лапы	град	$\varepsilon_o$	$10^0$
Глубина обработки	см	$a_o$	20
Ширина захвата	см	$b_c$	5

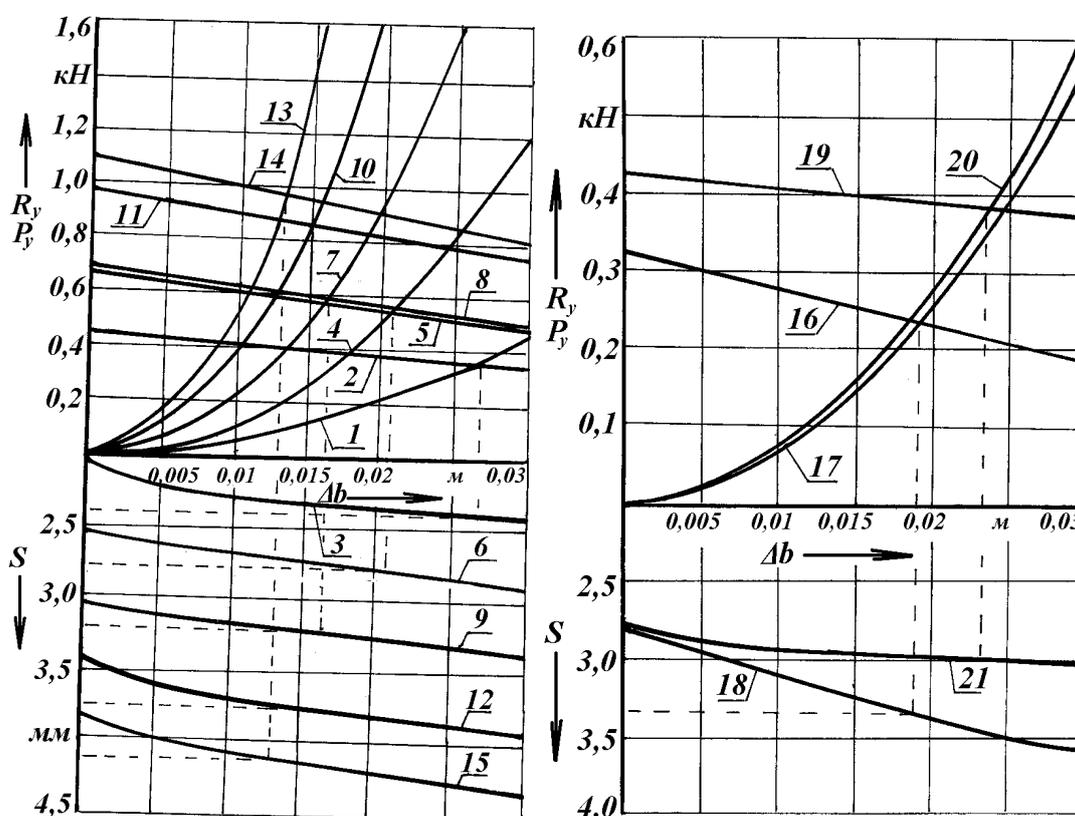


Рис.3 Влияние износа на вертикальные составляющие сопротивление почвы площадки износа  $R_y$  (1, 4, 7, 10, 13, 17, 20) и передней грани лезвия  $P_y$  (2, 5, 8, 11, 14, 16, 19) и ширины затылочной фаски (3, 6, 9, 12, 15, 18, 21).

$a$ -лемеха плуга при  $\alpha=10^0$  (1,2,3),  $\alpha=15^0$  (4,5,6),  $\alpha=20^0$  (7,8,9),  $\alpha=25^0$  (10,11,12),  $\alpha=30^0$  (13,14,15),  $b$ -стрелчатой (16,17,18) и оборотной лапы (19,20,21).

На основе этих работ можно заключить, что аналитические и экспериментальные данные согласуются между собой достаточно хорошо. Следовательно, полученные аналитические зависимости для определения вертикальных составляющих сопротивления почвы, действующих на затылочную фаску и переднюю грань лезвия, могут быть использованы для аналитического расчета выбраковочных параметров почворезущих элементов почвообрабатывающих машин.



## 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. Rakhmatov, F. O., Rakhmatov, 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. 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.

16. Рахматов, О. О., Рахматов, Ф. О., Тухтамишев, С. С., & Худойбердиев, Р. (2019). Дыня древнейшая культура центральной Азии. In *Научные основы развития АПК* (pp. 166-168).

17. 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).

18. Рахматов, О. (2015). Реализация и эксплуатация гибких производственных систем комплексной безотходной переработки продуктов виноградарства. Ташкент: Изд-во «Фан».

19. 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.