

УДК 631.417

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

**ЛОБАЧЕВСКИЙ Я.П.<sup>1</sup>,**  
докт. техн. наук, профессор,

**СТАРОВОЙТОВ С.И.<sup>2</sup>,**  
канд. техн. наук,

**ЧЕМИСОВ Н.Н.<sup>2</sup>,**  
инженер

<sup>1</sup>Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: smit@vim.ru

<sup>2</sup>Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская обл., 142660, Российская Федерация

*Обработка почвы остается самой энергоемкой операцией в производстве сельхозкультур. Определили, что снижение энергоемкости лемеха как наиболее нагруженного рабочего органа плужного корпуса возможно за счет его колебания или путем изменения его параметров. Отметили, что перспективное направление снижения энергоемкости – изменение формы лемеха. При этом изменяются или общие параметры лемеха за счет переменного угла резания, или же только форма режущей кромки. Установили, что если лемех работает в режиме скалывания пласта при преобладающей роли касательных напряжений, то целесообразно изменить параметры всей поверхности; если в режиме излома пласта – только режущей кромки. Разработали устройство для динамометрирования навесных плугов. Подтвердили результатами экспериментальных исследований целесообразность изменения формы режущей кромки посредством отклонения лезвия фрагментированной части лемеха в сторону лицевой поверхности отвала на углы: 2, 3 и 4 градуса. Получили, что при отклонении лезвия на 2 градуса горизонтальная составляющая тягового сопротивления меньше значения в контрольном варианте на 7,2 процента; 3 градуса – на 5,7; 4 градуса – на 3,6 процента. Установили, что при работе лемехов с углом отбортовки 2 градуса гребнистость поверхности пашины в сравнении с контролем увеличилась на 22,6 процента, 3 градуса – на 5,46, а при угле 4 градуса данный показатель уменьшился на 8,21 процента. Степень заделки растительных остатков, в сравнении с контролем, была выше, соответственно, на 7,56; 7,61 и 6,50 процента. Определили, что наивысший показатель степени заделки растительных остатков соответствует углу отбортовки лезвия лемеха 3 градуса. При работе лемеха с углом отбортовки 2 градуса коэффициент крошения, в сравнении с контролем, был выше на 8,52 процента; 3 градуса – на 13,17; 4 градуса – на 15,55 процента. Доказали, что наивысший показатель степени заделки растительных остатков соответствует углу отбортовки лезвия лемеха 4 градуса. Показали, что с учетом минимальной величины горизонтальной составляющей тягового сопротивления, коэффициентов крошения и степени заделки растительных остатков на суглинистых почвах целесообразнее использовать лемеха с углом отбортовки лезвия лемеха 2 градуса.*

**Ключевые слова:** лемех, режущая кромка, лезвие, гребнистость поверхности пашины, степень заделки растительных остатков, коэффициент крошения.

**О**бработка почвы остается самой энергоемкой операцией в производстве сельхозкультур. А лемех как элемент плужного корпуса – наиболее нагруженный и энергоемкий рабочий орган [1-6].

Одно из направлений снижения энергоемкости – изменение формы и параметров лемеха. При этом изменяются или общие параметры лемеха, или же только форма режущей кромки [7]. Если лемех работает в режиме скалывания пласта при преоблада-

ющей роли касательных напряжений, то целесообразно изменить параметры всей поверхности; если в режиме излома пласта – только форму режущей кромки.

Форму режущей кромки изменяют путем отбортовки лезвия лемеха в сторону лицевой поверхности отвала на угол, при котором наблюдаются упругие деформации пласта. В зависимости от глубины вспашки суглинистых почв он составляет 2-4°[8].

**Цель исследования** – доказать эксперименталь-

ным путем возможность снижения тягового сопротивления, оценить показатели качества работы лемеха, определить целесообразный угол отбортовки его лезвия.

**Материалы и методы.** Экспериментальные исследования включали определение горизонтальной составляющей тягового сопротивления стандартных трапециевидных лемехов и лемехов с отбортованным лезвием, а также показателей качества обработки почвы.

Для определения горизонтальной составляющей тягового сопротивления разработано тензозвено [9]. Его конструкция включает S-образные тензодатчики, позволяющие упростить схему электроизмерений, исключить из конструкции механизм фиксации плит и замерять только горизонтальную составляющую тягового сопротивления.

Для исследований были подготовлены четыре партии трапециевидных лемехов. Толщина лезвия режущей кромки для всех партий составила 1 мм при нижней заточке. Режущие кромки лемехов из второй, третьей и четвертой партии были разрезаны ручной шлифовальной машинкой на три части. Глубина разреза составляла 20 мм. В дальнейшем тело лемеха подвергалось нагреву газовой горелкой и последующему пластическому деформированию на угол 2°, 3° и 4° (рис. 1). Контроль отгиба бороздового обреза фрагментированной части режущей кромки осуществляли с помощью шаблона и штангенциркуля.



Рис. 1. Лемех с углом наклона режущей кромки 2°

Исследовали следующие показатели качества: гребнистость поверхности пашни, степень заделки растительных остатков, коэффициент крошения. Для каждого опыта фиксировали глубину вспашки, скорость движения пахотного агрегата в составе МТЗ-82.1 + ПЛН-3-35, твердость и влажность почвенного слоя. Гребнистость поверхности пашни определяли с помощью рейки и измерительного инструмента. Замеры в пятикратной повторности проводили через каждые 5 см по всей ширине захвата плуга. Для определения степени заделки растительных остатков использовали отношение массы, собранной на контрольном участке длиной 10 м и шириной 1,05 м, и выстриженной и взве-

шенной растительности, попавшей в прямоугольную рамку площадью 0,24-1,0 м<sup>2</sup>. Для определения коэффициента крошения из пахотного слоя извлекали и взвешивали пробы почвы. Использование трех решет с размером ячеек 50×50 мм, 25×25 мм, 10×10 мм позволили выделить и взвесить из данных проб фракции размером частиц: более 50 мм; 25; 10 и менее 10 мм.

Глубину обработки почвы определяли с помощью специального приспособления. Скоростной режим при работе с определенной партией лемехов фиксировали с помощью секундомера на прямолинейном гоне длиной 105 м.

Условия проведения испытаний: тип почвы – суглинки, фон – стерня зерновых, абсолютная влажность почвы – 20,73%, твердость почвы – 3,3 МПа. Работа агрегата в поле осуществлялась на передаче 1-3 со скоростью 7,14 км/ч. Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица				
Влияние формы лемехов на тяговое сопротивление экспериментальных лемехов				
Показатели	Стандартные лемехи	Угол отбортовки лезвия экспериментальных лемехов, град.		
		2	3	4
Глубина вспашки, см	20±2,64	20±1,6	20±1,76	20±1,5
Скорость движения, м/с	1,60	1,67	1,66	1,63
Среднее значение горизонтальной составляющей тягового сопротивления навесного плуга, Н	9700	9000	9150	9350

В ходе экспериментальных исследований установлено, что при угле отбортовки лезвия лемеха 2° горизонтальная составляющая тягового сопротивления меньше контроля на 7,2%, при угле 3° – на 5,7%, при угле 4° – на 3,6%. Отмечено повышение скорости движения агрегата. Для экспериментальных лемехов выявлен рост величины горизонтальной составляющей тягового сопротивления при увеличении угла отбортовки.

При работе лемехов с углом отбортовки 2° гребнистость поверхности пашни, в сравнении с контролем, увеличилась на 22,60%, с углом 3° – на 5,46%, с углом 4° данный показатель уменьшился на 8,21% (рис. 2).

При работе лемеха с углом отбортовки 2° степень заделки растительных остатков, в сравнении с контролем, была выше на 7,56%, с углом отбортовки 3° – на 7,61%, с углом 4° – на 6,50% (рис. 3). Наивысший показатель степени заделки растительных остатков соответствует углу отбортовки лезвия лемеха 3°.

При работе лемеха с углом отбортовки 2° коэффициент крошения, в сравнении с контролем, был выше на 8,52%, 3° – на 13,17%, 4° – на 15,55% (рис. 4).



Рис. 2. Влияние угла отбортовки лезвия лемеха на гребнистость поверхности

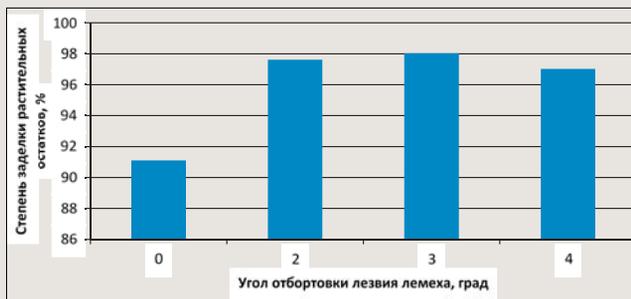


Рис. 3. Влияние угла отбортовки лезвия лемеха на степень заделки растительных остатков

Наивысший показатель степени заделки растительных остатков соответствует углу отбортовки лезвия лемеха 4°.

### Выводы

1. Доказано снижение горизонтальной составляющей тягового сопротивления при работе лемеха с углами отбортовки 2°, 3° и 4°. Отмечена тенденция повышения величины горизонтальной со-

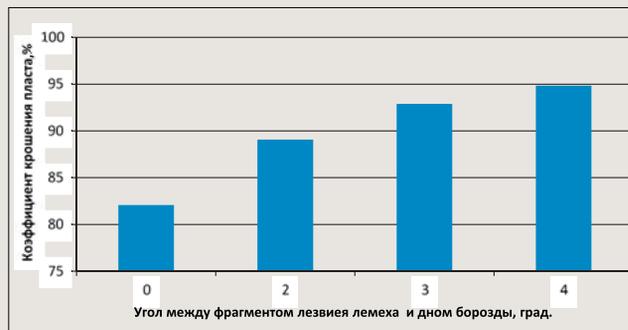


Рис. 4. Влияние угла отбортовки лезвия лемеха на коэффициент крошения

ставляющей тягового сопротивления при увеличении угла отбортовки.

2. При работе лемехов с углом отбортовки 2° гребнистость поверхности пашни, в сравнении с контролем, увеличилась на 22,60%, с углом 3° – на 5,46%, при 4° данный показатель уменьшился на 8,21%.

3. С увеличением угла отбортовки лезвия лемеха (2°, 3° и 4°) коэффициент крошения выше контроля на 8,52%, 13,17%, 15, 55% соответственно.

4. Степень заделки растительных остатков при этом выше контроля на 7,56; 7,61 и 6,5% соответственно.

5. С учетом минимальной величины горизонтальной составляющей тягового сопротивления, коэффициентов крошения и степени заделки растительных остатков на суглинистых почвах целесообразнее использовать лемеха с углом отбортовки лезвия 2°.

### Литература

- Измайлов А.Ю., Сидоров С.А., Лобачевский Я.П., Хорошенко В.К., Кузнецов П.А., Юрков М.А., Голосиенко С.А. Научные принципы повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающей техники // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 3. – С. 5-7.
- Пат. 78626 РФ. Рабочий орган почвообрабатывающей машины / Ларионов М.А., Педай Н.П., Поляков А.Г., Игошин Н.Н., Сизов О.А., Лобачевский Я.П., Заикин В.А. // Бюл. 2008. № 34.
- Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сидоров С.А., Хорошенко В.К., Лужнова Е.С., Мионов Д.А., Зайцев А.И., Родионова И.Г., Павлов А.А., Амежнов А.В. Использование биметаллических сталей для повышения ресурса рабочих органов сельскохозяйственных машин // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2013. – № 2. – С. 80-81.
- Лобачевский Я.П., Панов А.И., Панов И.М. Перспективные направления совершенствования конструкций лемешно-отвальных плугов // Тракторы и сельхозмашины. – 2000. – № 5. – С. 12-18.

торы и сельхозмашины. – 2000. – № 5. – С. 12-18.

- Лобачевский Я.П. Современные почвообрабатывающие технологии // Обзорное научное издание. Для студентов специальностей «Механизация сельского хозяйства», Профессиональное обучение. – М.: 1999.
- Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 8. – С. 30-32.
- Пат. на полезную модель № 131932 А01В 15/00. Лемех плуга / Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Блохин В.Н., Чемисов Н.Н. // Бюл. 2013. № 25.
- Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. К определению угла наклона лезвия лемеха ко дну борозды // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 1. – С. 28-31.
- Пат. на полезную модель № 146642 А01В 67/00. Устройство для определения горизонтальной составляющей навесного плуга / Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. // Бюл. 2014. № 29.

5. Лобачевский Я.П. Современные почвообрабатывающие технологии // Обзорное научное издание. Для студентов специальностей «Механизация сельского хозяйства», Профессиональное обучение. – М.: 1999.

6. Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 8. – С. 30-32.

7. Пат. на полезную модель № 131932 А01В 15/00. Лемех плуга / Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Блохин В.Н., Чемисов Н.Н. // Бюл. 2013. № 25.

8. Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. К определению угла наклона лезвия лемеха ко дну борозды // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 1. – С. 28-31.

9. Пат. на полезную модель № 146642 А01В 67/00. Устройство для определения горизонтальной составляющей навесного плуга / Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н. // Бюл. 2014. № 29.

POWER AND TECHNOLOGICAL EVALUATION OF SOIL CULTIVATING WORKING TOOL

Ya.P.Lobachevskiy<sup>1</sup>, S.I.Starovoytov<sup>2</sup>, N.N.Chemisov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation

<sup>2</sup>Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya St., 2a, vil. Kokino, Vygonichi district, Bryansk region, 142660, Russian Federation

Soil-cultivating is the most power-intensive operation in crop production. It was defined that decrease in power consumption of a ploughshare as the most loaded working tool of the plow is possible due to its oscillation or by change of its parameters. It was noted that the perspective direction of decrease in power consumption is shape change of a ploughshare or its cutting edge. It was established that if the ploughshare operates in the layer split mode at the prevailing role of tangential shearing stress, then it is expedient to change parameters of all surface; if in the broken layer mode – only parameters of the cutting edge. The device for dynamometer test of hinged plows was worked out. The results obtained in experimental studies confirmed expediency of change of a shape of the cutting edge owing to a deviation of an edge of the fragmented part of a ploughshare towards a moldboard front surface by 2, 3 and 4 degrees. It was educed that at 2 degrees angle deviation the horizontal component of plowing resistance is less than control by 7.2 percent, 3 degrees – by 5.7, 4 degrees – by 3.6 percent. It was established that surface ridgeness during the operating of ploughshares with 2 degrees angle of flange in comparison with control increased by 22.6 percent, 3 degrees – by 5.46 percent, with 4 degrees angle this indicator decreased by 8.21 percent. Trash burial ratio was respectively higher by 7.56; 7.61 and 6.50 percent, and soil pulverization coefficient – by 8.52; 13.17 and 15.55 percent. It was proved that the highest trash burial ratio corresponds to a ploughshare with 4 degrees angle of flange. It was showed that taking into account the minimum value of a horizontal component of plowing resistance, soil pulverization coefficients and trash burial ratio on loamy soils it is more expedient to use a ploughshare with a with 2 degrees angle of flange.

**Keywords:** Ploughshare; Cutting edge; Surface ridgeness; Trash burial ratio; Soil pulverization coefficient.

References

1. Izmaylov A.Yu., Sidorov S.A., Lobachevskiy Ya.P., Khoroshenkov V.K., Kuznetsov P.A., Yurkov M.A., Golosienko S.A. Nauchnye printsipy povysheniya iznosostoykosti rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchey tekhniki [Scientific principles of increase of wear resistance of working tools of soil-cultivating machinery]. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2012. No. 3. pp. 5-7 (Russian).

2. Patent 78626 RF 24.07.2007. Rabochiy organ pochvoobrabatyvayushchey mashiny [Workig tool of soil-cultivating machine]. Larionov M.A., Peday N.P., Polyakov A.G., Igoshin N.N., Sizov O.A., Lobachevskiy Ya.P., Zaikin V.A. (Russian).

3. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sidorov S.A., Khoroshenkov V.K., Luzhnova E.S., Mironov D.A., Zaytsev A.I., Rodionova I.G., Pavlov A.A., Amezhnov A.V. Ispol'zovanie bimetallicheskich staley dlya povysheniya resursa rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin [Bimetallic steels use for increase of a resource of working tools of agricultural machines]. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2013. No. 2. pp. 80-81 (Russian).

4. Lobachevskiy Ya.P., Panov A.I., Panov I.M. Perspektivnye napravleniya sovershenstvovaniya konstruksiy lemeshno-otval'nykh plugov [Perspective directions of improvement of moldboard share ploughs

design]. Traktory i sel'khoz mashiny. 2000. No. 5. pp. 12-18 (Russian).

5. Patent na poleznuyu model' №131932 MPK 15/00. Lemekh pluga [Plough share]. Starovoytov S.I. Starovoytova N.P., Blokhin V.N., Chemisov N.N. Bryanskaya GSKhA. Opubl. 10.09.2013 g. (Russian).

6. Starovoytov S.I., Starovoytova N.P., Chemisov N.N. K opredeleniyu naklona lezviya lemekha ko dnu borozdy [Revisiting the pitch angle of the cutting edge of the plough-share to the furrow bottom]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2015. No. 1 pp. 28-31 (Russian).

7. Patent na poleznuyu model' No. 131932 A01B 15/00. Lemekh pluga [Plough share]. Starovoytov S.I., Starovoytova N.P., Blokhin V.N., Chemisov N.N. Byul. 2013. No. 25 (Russian).

8. Starovoytov S.I. Starovoytova N.P., Chemisov N.N. K opredeleniyu ugla naklona lezviya lemekha ko dnu borozdy [Revisiting tne pitch angle of the cutting edge of the plough-share to the furrow bottom]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2015. No. 1. pp. 28-31 (Russian).

9. Patent na poleznuyu model' No. 146642 A01B 67/00. Ustroystvo dlya opredeleniya gorizonta'noy sostavlyayushchey navesnogo pluga [Device for definition of horizontal component of mounted plough]. Starovoytov S.I., Starovoytova N.P., Chemisov N.N. // Byul. 2014. No. 29 (Russian).