



УДК 631.313.6

DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-1-18-22

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ ДИСКОВОГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

Лобачевский Я.П.<sup>1</sup>,

докт. техн. наук, член-корр. РАН;

Старовойтов С.И.<sup>2\*</sup>,

канд. техн. наук;

Гринь А.М.<sup>2</sup>,

канд. экон. наук

<sup>1</sup>Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация

<sup>2</sup>Брянский государственный аграрный университет, ул. Советская, 2а, с. Кокино, Выгоничский район, Брянская обл., 243365, Российская Федерация, \*e-mail: starovoitov.si@mail.ru

Снижение энергоемкости – важное условие при обработке почвы и выборе рабочих органов, в частности дисковых, которые устанавливаются на плугах, дисковых боронах, дискаторах, луцильниках, комбинированных агрегатах. Предположили, что трансформация внешней режущей кромки сегмента вырезного диска в сторону его вогнутой поверхности снизит энергоемкость взаимодействия. Использовали навесную лабораторную установку, на которой можно монтировать стрельчатые и долотообразные лапы, плужные корпуса, дисковые рабочие органы. Предусмотрена возможность изменения угла атаки и глубины хода с помощью опорных колес. Сегменты трех вырезных дисков диаметром 560 мм в нагретом состоянии были подвергнуты пластическому деформированию. Внешнюю режущую кромку сегмента отгибали с помощью шаблона и контролировали измерительным инструментом. Условия проведения испытаний: фон – стерня зерновых, гранулометрический состав – суглинок, абсолютная влажность – 24,47 процента, твердость – 2,44 МПа. Установили, что горизонтальная составляющая тягового сопротивления вырезных дисков с трансформированной на 1, 2 и 3 градуса внешней режущей кромкой меньше аналогичного параметра стандартного рабочего органа на 24,86; 30,92 и 27,48 процента соответственно. При этом отмечается увеличение степени заделки растительных остатков на 2,63; 5,96 и 8,30 процента в абсолютном выражении. Коэффициент крошения поверхностного слоя увеличился на 2,27; 4,51 и 20,33 процента в абсолютном выражении. Величина гребнистости поверхности уменьшилась на 12,75; 33,33 и 41,44 процента соответственно.

**Ключевые слова:** обработка почвы, дискование, внешняя режущая кромка, снижение энергоемкости.

■ **Для цитирования:** Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Гринь А.М. Энергетические и технологические аспекты работы дискового рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2017. №1. С. 18-22.

## ENERGETIC AND TECHNOLOGICAL ASPECTS OF DISC WORKING TOOL OPERATION

Ya.P. Lobachevskiy<sup>1</sup>,

Dr. Sci. (Eng.), corr. member of RAS;

S.I. Starovoytov<sup>2\*</sup>,

Cand. Sci. (Eng.);

A.M. Grin<sup>2</sup>,

Cand. Sci. (Econ.)

<sup>1</sup>Federal Research Agro-engineering Center VIM, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation

<sup>2</sup>Bryansk State Agrarian University, Sovetskaya St., 2a, vil. Kokino, Vygonichi district, Bryansk region, 243365, Russian Federation, \*e-mail: starovoitov.si@mail.ru

Power consumption decrease is an important factor at the soil tillage and for the choice of working tools, in particular disc ones which are mounted on plow, harrow, disc headers, and stubblers. The authors have assumed that transformation of the external blade edge of a segment of a cutout disc towards his concave surface will reduce power consumption of interaction. A laboratory setup was used for mounting V-shaped and chisel-tipe tines, plow bodies, disc working tools. A lead angle and tillage depth can be changed due to basic wheels. Segments of three 560 mm cutout disks were plastic deformed. The external blade edge of a segment was unbent by means of a templet and controlled by the measuring tool.

Test conditions: a background is a cereal crops stubble, soil type is clay loam, absolute humidity equals 24.47 percent, hardness is 2.44 MPa. The horizontal component of traction resistance of cutout discs with the blade edge transformed by 1, 2 and 3 degrees external is less than similar parameter of standard working tool on 24.86; 30.92 and 27.48 percent respectively. At the same time degree of plant remains incorporation accrued by 2.63; 5.96 and 8.30 percent in absolute terms. The soil surface crumbling coefficient increased by 2.27; 4.51 and 20.33 percent in absolute terms. The size of a surface roughness decreased by 12.75; 33.33 and 41.44 percent respectively.

**Keywords:** Soil tillage; Soil discing; External blade edge; Decrease in power consumption.

**For citation:** Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I., Grin A.M. Energetic and technological aspects of disc working tool operation. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2017; 1: 18-22. DOI 10.22314/2073-7599-2018-11-1-18-22. (In Russian)

**О**бработка почвы почворезущими рабочими органами – необходимая операция в производстве сельскохозяйственной продукции. К основным почворезущим рабочим органам относят лемехи плужных корпусов, стрельчатые плоскорезущие и универсальные лапы, дисковые рабочие органы.

Дисковые рабочие органы нашли применение в дисковых плугах, боронах, дискаторах, луцильниках [1-4]. Крепление дисков может быть индивидуальным, на жесткой или подпружиненной стойке, или групповым. Группа может включать два или более дисков на одной оси. В последнем случае диски насажены на квадратную ось.

Диски подразделяются по форме, сплошности режущей кромки, виду и характеру выреза. Наибольшее распространение получили сферические диски с округлым вырезом, сегмент которого имеет переднюю (внешнюю) и заднюю режущие кромки [5-8].

Было высказано и теоретически доказано предположение о том, что трансформация внешней режущей кромки сегмента вырезного диска на 2° в сторону вогнутой поверхности снижает энергоемкость процесса [9-12].

**Цель исследования** – энергетическая и технологическая оценка взаимодействия сферического вырезного дискового рабочего органа и дисков с режущей кромкой, трансформированной в сторону вогнутой поверхности на угол 1°, 2° и 3°.

**Материалы и методы.** Подготовили 4 вырезных дисковых рабочих органа, диаметром 560 мм (рис. 1). Три диска в нагретом состоянии были подвергнуты пластическому деформированию. Нагрев осуществляли газовой горелкой. Внешнюю режущую кромку сегмента отгибали с помощью шаблона и контролировали измерительным инструментом.

Для определения горизонтальной составляющей тягового сопротивления использовали тензозвено и разработанную лабораторную установку (рис. 2) [13, 14]. На нее можно монтировать долотообразные и стрельчатые лапы, дисковые рабочие органы, плужный корпус. Здесь же предусмотрена



Рис. 1. Партия вырезных дисков

Fig. 1. Cutout discs

возможность изменения угла атаки и глубины обработки в ходе регулировки положения опорных колес с помощью винтового механизма.

Контролировали скорость движения лаборатор-



Рис. 2. Лабораторная установка и тензозвено

Fig. 2. Laboratory setup and strain unit

ной установки, твердость и абсолютную влажность суглинистой почвы, глубину хода рабочих органов при фиксированном угле атаки.

Фон – стерня зерновых, гранулометрический состав – суглинок, абсолютная влажность – 24,47%, твердость – 2,44 МПа. Состав агрегата: лаборатор-



Рис. 3. Полевые испытания вырезных дисков  
Fig. 3. Field-control testing of the cutout discs

ная установка + МТЗ-82 (рис. 3). Угол атаки – 22°.

**Результаты и обсуждение.** Результаты анализа кривых горизонтальной составляющей тягового сопротивления вырезных дисков представлены в таблице.

Горизонтальная составляющая тягового сопро-

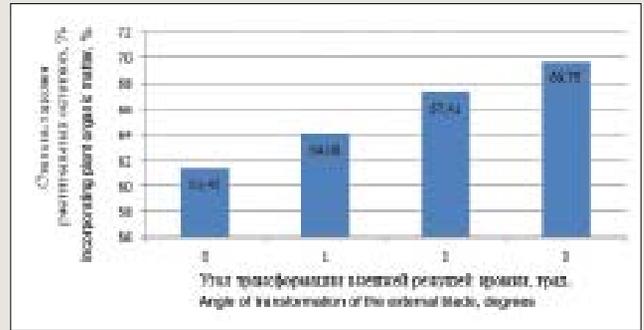


Рис. 4. Степень заделки растительных остатков вырезными дисками

Fig. 4. Plant organic matter incorporating by cutout discs

ции режущей кромки сегмента вырезного диска представлена на рисунке 6.

Увеличение угла трансформации внешней кромки сегмента вырезного диска на 1°, 2° и 3° повысило содержание частиц длиной менее 50 мм на 2,27;

Table		Таблица		
ЗАВИСИМОСТЬ ТЯГОВОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ И ГЛУБИНЫ ХОДА ОТ УГЛА ТРАНСФОРМАЦИИ ВНЕШНЕЙ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ				
DEPENDENCE OF TRACTION RESISTANCE AND WORKING DEPTH ON THE ANGLE OF TRANSFORMATION OF THE EXTERNAL BLADE				
Параметры Parameters	Диск вырезной стандартный Cutout ordinary disc	Углы трансформации внешней режущей кромки вырезных дисков, град. Cutout disc with angle of transformation of the external blade, degrees		
		1	2	3
Горизонтальная составляющая тягового сопротивления, Н Horizontal component of traction resistance, N	262	197	181	190
Глубина хода, см Working depth, sm	7,25	8,40	8,55	8,75

тивления вырезного диска с углом трансформации внешней режущей кромки 1°, 2° и 3° меньше исследуемого параметра стандартного вырезного диска на 24,81; 30,92 и 27,48% соответственно, а глубина хода – больше на 15,8; 17,9 и 20,8% соответственно.

Зависимость степени заделки растительных остатков от угла трансформации режущей кромки сегмента вырезного диска представлена на рисунке 4.

Увеличение угла трансформации режущей кромки на 1°, 2° и 3° повышает степень заделки растительных остатков на 2,63; 5,96 и 8,30% в абсолютном выражении соответственно.

Зависимость гребнистости поверхности почвы от угла трансформации режущей кромки сегмента вырезного диска представлена на рисунке 5.

Увеличение угла трансформации внешней кромки сегмента на 1°, 2° и 3° снижает гребнистость на 12,75; 33,33 и 41,44% в абсолютном выражении соответственно.

Зависимость содержания в обрабатываемой почве частиц длиной менее 50 мм от угла трансформа-

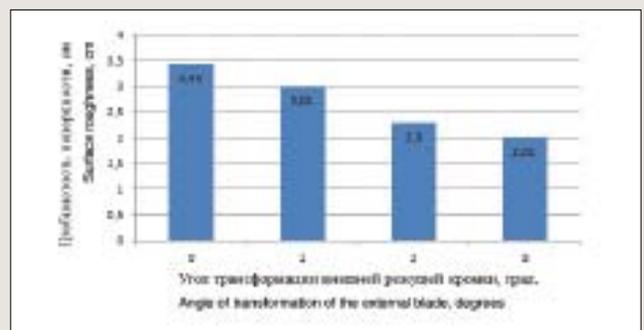


Рис. 5. Гребнистость поверхности при работе вырезных дисков

Fig. 5. Surface roughness at cutout discs operation

4,51 и 20,33% в абсолютном выражении, что свидетельствует о лучшем крошении почвы.

**Выводы**

1. Горизонтальная составляющая тягового сопротивления вырезных дисков с внешней режущей кромкой, трансформированной на 1°, 2° и 3°, меньше, соответственно, на 24,86; 30,92 и 27,48% анало-

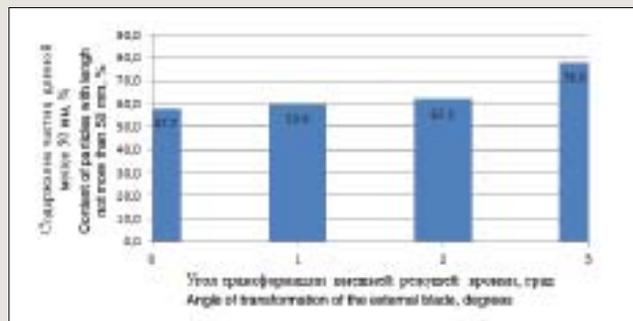


Рис. 6. Степень крошения почвы при работе вырезных дисков  
Fig. 6. Soil crumbling coefficient at cutout discs operation

гичного параметра стандартного рабочего органа.

2. При работе вырезных дисков с внешней режущей кромкой, трансформированной на 1°, 2° и 3°, отмечены увеличение степени заделки растительных остатков на 2,63; 5,96 и 8,30% в абсолютном выражении; улучшение степени крошения поверхностного слоя на 2,27; 4,51 и 20,33%; снижение гребнистости поверхности на 12,75; 33,33 и 41,44% соответственно.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Лобачевский Я.П., Эльшейх А.Х. Обоснование расстановки дисковых рабочих органов в комбинированных почвообрабатывающих агрегатах // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. N4. С. 22-25.
2. Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2000. N8. С. 30-32.
3. Лобачевский Я.П. Современные почвообрабатывающие технологии. М.: МГАУ, 1999. 39 с.
4. Мазитов Н.К., Лобачевский Я.П., Сахапов Р.Л., Галаяутдинов Н.Х. Шарафиев Л.З. Влаго- и энергосберегающая технология обработки почвы и посева в острозасушливых условиях // Техника и оборудование для села. 2013. N3 (189). С. 2-6.
5. Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н. Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. N5. С. 10-13.
6. Лобачевский Я.П., Эльшейх А.Х. Обоснование геометрических параметров сферического диска с повернутой и наклоненной осью вращения в комбинированных агрегатах для обработки орошаемых почв Республики Судан // Сельскохозяйственные машины и технологию. 2009. N4. С. 20-25.
7. Измайлов А.Ю., Сидоров С.А., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К., Кузнецов П.А., Юрков М.А., Голосиенко С.А. Научные принципы повышения износостойких рабочих органов почвообрабатывающей техники // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2012. N3. С. 5-7.

8. Spokas K.A., Forcella F., Archer D.W., Reicosky D.C. SeedChaser: Vertical Soil Tillage Distribution Model. Computers and Electronics in Agriculture. 2007; 57: 62-73.
9. Shmulevich I., Asaf Z., Rubinstein D. Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method. Soil & Tillage Research. 2007; 97: 37-50.
10. Ibrahmi A., Bentaher H., Hbaieb M., Maalej A., Mouazen A.M. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement. Computers and Electronics in Agriculture. 2015; 117: 258-267.
11. Лобачевский Я.П., Эльшейх А.Х. Теоретическое обоснование оптимального расстояния между рыхлительными лапами и дисками орудия с комбинированными рабочими органами // Вестник МГАУ. 2008. N4. С. 36-39.
12. Пат. на полезную модель N164907. Диск вырезной / Старовойтов С.И. // Бюл. 2016. N26.
13. Пат. на полезную модель N146642 МПК A01B 67/00. Устройство для определения горизонтальной составляющей навесного плуга / Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н., Лавров В.И. // Бюл. N29. 2014.
14. Старовойтов С.И., Блохин В.Н., Чемисов Н.Н., Дунин М.Е. Особенности конструкций для динамометрирования навесных плугов // Конструирование, использование и надежность машин сельскохозяйственного назначения: Сборник научных трудов XXV Международной научно-практической конференции. Брянск. 2013. Т 1. С. 158-162.

**REFERENCES**

1. Lobachevskiy Ya.P., El'sheykh A.Kh. Justification of placement of disk working toolss in the combined soil-cultivating units. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009; 4: 22-25. (In Russian)
2. Lobachevskiy Ya.P. New soil-cultivating technologies and technical means. *Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva*. 2000; 8: 30-32. (In Russian)
3. Lobachevskiy Ya.P. *Sovremennyye pochvoobrabatyvayushchie tekhnologii* [Modern soil-cultivating technologies]. Moscow: MGAU, 1999: 39. (In Russian)
4. Mazitov N.K., Lobachevskiy Ya.P., Sakhapov R.L., Galyautdinov N.Kh. Sharafiev L.Z. Moisture and Energy-Saving Technology of Soil Cultivation and Sowing in Strongly Arid Conditions. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2013;

3(189): 2-6. (In Russian)

5. Lobachevskiy Ya.P., Starovoytov S.I., Chemisov N.N. Power and technological evaluation of soil cultivating working tool. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2015; 5: 10-13. (In Russian)

6. Lobachevskiy Ya.P., El'sheykh A.Kh. Justification of placement of disk working tools in combined soil-cultivating units. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009; 4: 20-25. (In Russian)

7. Izmaylov A.Yu., Sidorov S.A., Lobachevskiy Ya.P., Khoroshenkov V.K., Kuznetsov P.A., Yurkov M.A., Golosienko S.A. Scientific principles of increase of wear resistance of working tools of soil-cultivating machinery. *Vestnik Rossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy nauki*. 2012; 3: 5-7. (In Russian)

8. Spokas K.A., Forcella F., Archer D.W., Reicosky D.C. SeedChaser: Vertical Soil Tillage Distribution Model. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2007; 57: 62-73. (In English)

9. Shmulevich I., Asaf Z., Rubinstein D. Interaction between soil and a wide cutting blade using the discrete element method. *Soil & Tillage Research*. 2007; 97: 37-50. (In English)

10. Ibrahmi A., Bentaher H., Hbaieb M., Maalej A., Mouazen A.M. Study the effect of tool geometry and operational conditions on mouldboard plough forces and energy requirement. *Computers and Electronics in Agriculture*. 2015; 117: 258-267. (In English)

11. Lobachevskiy Ya.P., El'sheykh A.Kh. Theoretical justification of optimum space between shanks and disks on implement with combined working tools. *Vestnik MGAU*. 2008; 4: 36-39. (In Russian)

12. Pat. na poleznuyu model' N164907. Диск вырзной [Cutout disc]. Starovoytov S.I. Byul. 2016. N26. (In Russian)

13. Pat. na poleznuyu model' N146642 MPK A01V 67/00. Ustroystvo dlya opredeleniya gorizonta'noy sostavlyayushchey navesnogo pluga [Device for definition of horizontal component of mounted plough]. Starovoytova N.P., Chemisov N.N., Lavrov V.I. Byul. N29. 2014. (In Russian)

14. Starovoytov S.I., Blokhin V.N., Chemisov N.N., Design features for dynamometer test of mounted ploughs. *Konstruirovaniye, ispol'zovaniye i nadezhnost' mashin sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: Sbornik nauchnykh trudov XXV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Bryansk. 2013. Vol. 1: 158-162. (In Russian)

**Критерии авторства.** Все авторы несут ответственность за представленные в статье сведения и плагиат.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Contribution.** The authors are responsible for information and plagiarism avoiding.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ  
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)**

**объявляет набор**

**в аспирантуру на бюджетные и платные места**

на 2016-2017 учебный год

Лицензия №1376 от 10.04.2016

Государственная аккредитация

(приказ Рособрнадзора № 63 от 21 января 2016года)

**По направлению подготовки 35.06.04**

**Технология, средства механизации и энергетическое оборудование  
в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.**

**Профиль: машины, агрегаты и процессы (по отраслям).**

**Профиль: технологии и средства механизации сельского хозяйства.**

**Адрес института: 109428, Москва, 1-й Институтский проезд, 5.**

**Телефон для справок: 8 (495) 709-33-68.**