

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-229490>

Оригинальное исследование



Полевые испытания диско-чизельной бороны

Б.Ф. Тарасенко, Э. Хавьяримана, В.А. Дробот, С.Г. Руднев

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Существующая ситуация в мировом сельскохозяйственном производстве, вызванная увеличивающимся потреблением продукции растениеводства и животноводства, требует ее практической реализации, которая достигается, в первую очередь, использованием качественного оборудования для производства и его постоянным совершенствованием и реновацией. В связи с этим, при обработке почвы необходимо применение качественных почвообрабатывающих агрегатов, которые в своей работе частично или полностью увеличивают производительность и снижают энергозатраты.

Цель работы — механизация процесса и повышение качества обработки почвы разработанным усовершенствованным почвообрабатывающим орудием.

Материалы и методы. Выполнение поставленных задач настоящего исследования и обеспечение требуемого качества обработки почвы осуществляется внесением изменений в рабочие органы диско-чизельной бороны при ее работе на разных скоростях в опытном поле путем регулировки угла атаки дисков и замеров соответствующих показателей технических характеристик агрегата. Обработка теоретических данных производилась с использованием программы «Microsoft Excel-2007» пакета прикладных программ Microsoft Office.

Результаты. Сопоставляя данные, полученные при наблюдении за внешним состоянием почвы и сравнивая ее после регулировки угла атаки дисков, можно сделать вывод, что предлагаемое техническое средство обеспечивает лучшую обработку почвы, когда диски находятся под наклоном 15 и 30 градусов. На этом уровне регулировки мы наблюдаем, что почва обрабатывается качественно с достаточно хорошим оборотом пласта.

Заключение. Анализируя приведенные данные, мы наблюдаем, что значения, соответствующие параметрам производительности и удельного сопротивления, начинают изменять тенденцию. Наибольший расход топлива наблюдается при установке блока дисков на 45°.

Ключевые слова: анализ технологий; основная обработка; зерновые культуры; качество обработки; дисковый блок; чизельный блок; глубина обработки; угол атаки.

Как цитировать:

Тарасенко Б.Ф., Хавьяримана Э., Дробот В.А., Руднев С.Г. Полевые испытания диско-чизельной бороны // Тракторы и сельхозмашины. 2023. Т. 90, № 3. С. 225–232. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-229490>

Рукопись получена: 20.02.2023

Рукопись одобрена: 01.06.2023

Опубликована онлайн: 15.07.2023

DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-229490>

Original Study Article

Field testing of a disk-chisel harrow

Boris F. Tarasenko, Eric Khav'yarimana, Viktor A. Drobot, Sergey G. Rudnev

Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: The present state of the global agricultural industry caused by growing consumption of crop and livestock products demands its practical solution that can be achieved, first of all, using high-quality equipment for production and its constant improvement and renovation. Regarding this, using high-quality tillage units which partially or completely improve productiveness and reduce energy consumption during their operation becomes necessary.

AIMS: Process mechanization and improvement of quality of soil cultivating with the developed refined tillage tool.

METHODS: Accomplishment of the given research tasks and ensuring the demanded quality of soil cultivating are done with making changes in working bodies of a disk-chisel harrow at its operation at various velocities on the experimental field by means of adjustment of disk attack angle and measurement of corresponding performance indicators of the unit. Processing of the theoretical data was performed with the Microsoft Excel 2007 software of the Microsoft Office software package.

RESULTS: With the comparison of the data obtained at observing the soil external state before and after disk attack angle adjustment, it may be concluded that the proposed technical equipment gives better soil cultivating with the disk attack angles of 15° and 30°. At this adjustment level it can be observed that soil is cultivated properly with a pretty good overturning.

CONCLUSIONS: With the analysis of the given data, it is found that the tendency of values of productiveness and specific resistance indicators begin to change. The largest fuel consumption is observed at disk module adjustment to 45°.

Keywords: *technology analysis; main processing; cereal crops; quality of processing; disk module; chisel module; depth of processing; attack angle.*

To cite this article:

Tarasenko BF, Khav'yarimana E, Drobot VA, Rudnev SG, Blinova AI. Field testing of a disk-chisel harrow. *Tractors and Agricultural Machinery*. 2023;90(3):225–232. DOI: <https://doi.org/10.17816/0321-4443-229490>

Received: 20.02.2023

Accepted: 01.06.2023

Published online: 15.07.2023

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время при выращивании сельскохозяйственных культур в целом, и зерновых культур в частности, требуется, чтобы почва была хорошо обработана для облегчения роста этих растений [1]. Чтобы обработка была качественной, используемое оборудование должно быть хорошо приспособлено для этого [2]. Поэтому, операции по обработке почвы должны соответствовать агротехнологическим требованиям при возделывании растений [3].

В случае зерновых культур необходимо учитывать глубину обработки и угол атаки дискового блока,

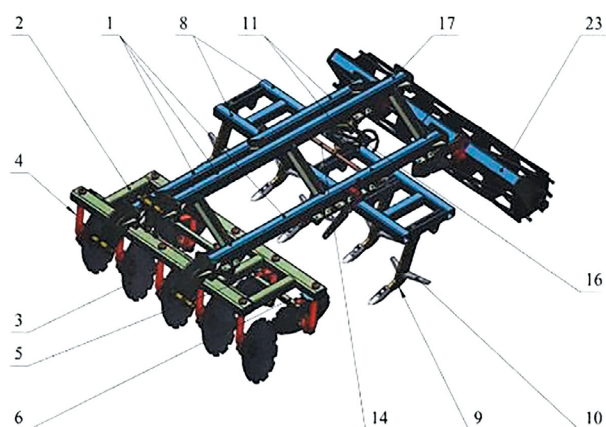


Рис. 1. Схема агрегата: 1 – рама продольная; 2 – рама дискового модуля; 3 – диск сферический; 4 – стойка индивидуальная; 5 – рычаг; 6 – планка; 8 – рама чизельного модуля; 9 – лапа-глубококорыхлитель; 10 – нож боковой; 11 – балка нижняя; 14 – ось; 16 – домкрат винтовой; 17 – балка верхняя; 23 – крепление.

Fig. 1. The unit's layout: 1 – a longitudinal frame, 2 – a disk module frame; 3 – a spherical disk; 4 – an individual strut; 5 – a lever; 6 – a rack; 8 – a chisel module frame; 9 – a deep tiller; 10 – a lateral knife; 11 – a lower beam; 14 – an axle; 16 – a screw-jack; 17 – an upper beam; 23 – a mounting.

поскольку именно эти параметры оказывают решающее влияние на качество основной обработки почвы.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью исследования являются механизация процесса и повышение качества обработки почвы разработанным усовершенствованным почвообрабатывающим орудием.

Для выполнения поставленной цели поставлены следующие задачи:

1. Произвести краткий анализ состояния приемов и существующих технических средств обработки почвы.
2. Предложить универсальную конструкцию агрегата [4] механизированных процессов для снижения затрат на регулировки, расширения функциональных возможностей и повышения качества обработки почвы.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА

Для решения поставленных выше задач было разработано комбинированное почвообрабатывающее орудие, предназначенное для комбинированной обработки почвы, как дисками, так и с помощью лап-глубококорыхлителей с боковыми ножами, установленными на глубину обработки (рис. 1).

При проведении работ на опытном поле, расположенном в Красноармейском районе Краснодарского края, была осуществлена основная обработка почвы диско-чизельной бороной, изготовленной согласно указанной схемы.

Опыты проводились при скоростях движения агрегата 6,2; 6,5; 6,7 и 6,8 км/ч, что соответствует углу регулировки дисковых рабочих органов [5].

На рис. 2 и 3 представлена предлагаемая диско-чизельная борона во время испытаний в прицепном варианте.



Рис. 2. Диско-чизельная борона во время испытаний.

Fig. 2. The disk-chisel harrow at the testing.



Рис. 3. Диско-чизельная борона при работе с разными углами атаки дисков: *a* – 45°; *b* – 30°; *c* – 15°; *d* – 5°.
Fig. 3. The disk-chisel harrow at operation with various disk attack angles: *a* – 45°; *b* – 30°; *c* – 15°; *d* – 5°.



Рис. 4. Внешний вид почвы, обработанной под разными углами атаки дисков: *a*) угол атаки 5°; *b*) угол атаки 15°; *c*) угол атаки 30°; *d*) угол атаки 45°.
Fig. 4. Appearance of the soil cultivated with various disk attack angles: *a*) the attack angle 5°; *b*) the attack angle 15°; *c*) the attack angle 30°; *d*) the attack angle 45°.



Рис. 5. Показания системы Глонасс на тракторе John Deere: *a*) угол атаки 5°; *b*) угол атаки 15°; *c*) угол атаки 30°; *d*) угол атаки 45°.

Fig. 5. The GLONASS data at the John Deere tractor: *a* – the attack angle of 5°; *b* – the attack angle of 15°; *c* – the attack angle of 30°; *d* – the attack angle of 45°.

Рабочие органы располагались в два блока, размещенных один за другим.

В первый блок – дисковый – были внесены различные регулировки угла атаки. Диски располагались под углами атаки: 5, 15, 30 и 45 градусов с углом наклона 19,5 градуса.

Второй блок – чизельный, в который входят лапы глубоких борозделителей, закрепленные на рабочей глубине 15 см.

Для каждого изменения угла атаки результаты обработки показывают, что качество обработанной почвы отличается от уровня к уровню [6]. Это наблюдается на изображениях, сделанных во время серии экспериментов (рис. 4).

Кроме того, была собрана информация, полученная в результате регулировки угла атаки дисков. Эта информация касается, в том числе, производительности сельскохозяйственной машины, расхода топлива и многих других параметров.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Результаты, наблюдаемые на этом этапе, сведены в таблице 1 и показаны на фотографиях в деталях (рис. 5).

При проведении операций обработки почвы есть еще один параметр, который необходимо учитывать – удельное тяговое сопротивление – это сопротивление, которое оказывает сельскохозяйственная машина при передвижении ее в рабочем состоянии [7].

Как известно, для прицепных сельскохозяйственных машин удельное сопротивление при повышении скорости движения выше 5 км/ч определяется по формуле:

$$K = k_0 \cdot \left[1 + \left(\frac{\Delta_c}{100} \right) \cdot (V_p - V_{спр}) \right],$$

где V_p – скорость движения на i -й передаче, км/ч; $V_{спр}$ – скорость, соответствующая справочному значению

Таблица 1. Технические характеристики агрегата при работе с различными углами атаки дисков

Table 1. The unit's performance indicators at operation with various disk attack angle

Показатели	Угол атаки			
	45°	30°	15°	5°
Рабочая площадь, га	0,8	0,8	0,8	0,8
Средняя рабочая скорость, км/ч (м/с)	6,2 (1,72)	6,3 (1,75)	6,7 (1,86)	6,8 (1,89)
Средний расход топлива на ед. площади, л/га	38,1	36,4	33	32,7
Сопротивление, кН	45,8	38,5	36	35
Производительность, га/ч	0,5	0,6	0,65	0,65

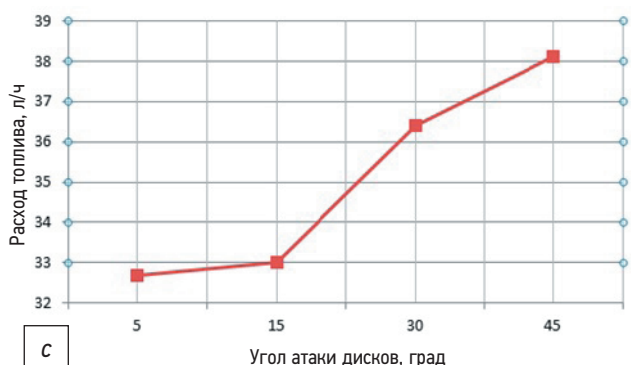
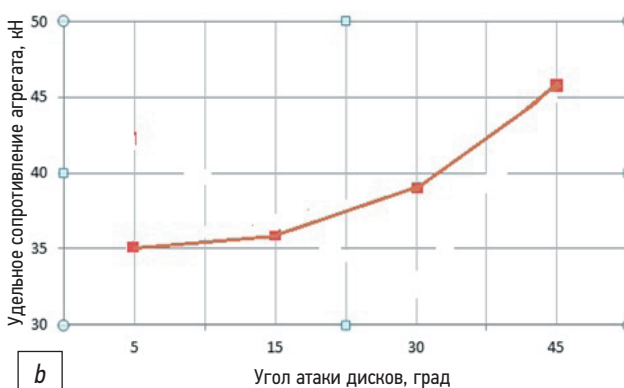
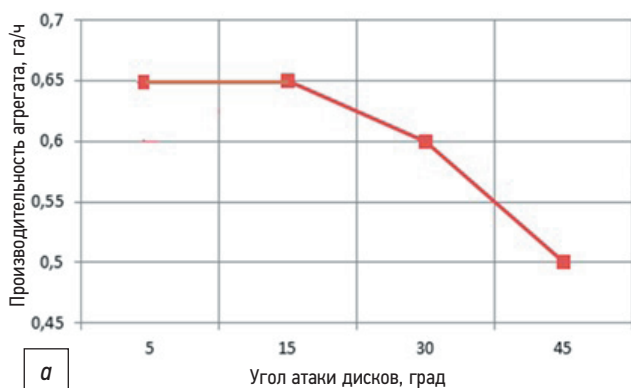


Рис. 6. Зависимости производительности (a), удельного сопротивления (b) и расхода топлива агрегата (c) от угла атаки дисков.

Fig. 6. Dependencies of productiveness (a), specific resistance (b) and unit's fuel consumption (c) on the disk attack angle.

коэффициента удельного сопротивления машины (орудия), км/ч; K – удельное тяговое сопротивление прицепной машины при рабочей скорости V_p , кН; k_0 – удельное тяговое сопротивление прицепной машины при рабочей скорости V_0 , равной 5 км/ч, кН; Δ_c – процент увеличения сопротивления агрегата при возрастании скорости на 1 км/ч, %.

Полученные величины удельного тягового сопротивления также представлены в таблице 1.

Учет физико-механических свойств, характеристики рабочих органов предлагаемого устройства и скоростного напора пласта позволили получить в результате анализа в интервале исследуемых скоростей значения сопротивления борона, близкие к эмпирическим результатам [8]. Отклонения текущих показаний от эмпирических значений отличались на величину ошибки опыта.

Чтобы правильно наблюдать и анализировать, как производится разброс найденных значений в зависимости от регулировки угла атаки дисков, перейдем к построению графиков полученных данных. Эти графики создаются с помощью программного обеспечения Microsoft Excel 2007 (рис. 6).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Поставленные задачи выполнены.
2. Анализируя приведенные данные, мы наблюдаем, что значения, соответствующие параметрам производительности и удельного сопротивления, начинают изменять тенденцию. Наибольший расход топлива наблюдается при установке блока дисков на 45 градусов.

ВЫВОДЫ

Сопоставляя данные, полученные при наблюдении за внешним состоянием почвы и сравнивая ее после регулировки угла атаки дисков, можно сделать вывод, что предлагаемое техническое средство обеспечивает наилучшую обработку почвы, когда диски находятся под наклоном 15 и 30 градусов. На этом уровне регулировки мы наблюдаем, что почва обрабатывается качественно с достаточно хорошим оборотом пласта (см. рис. 3, 4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тарасенко Б.Ф., Дробот В.А., Цыбулевский В.В., и др. Оптимизация параметров долота чизельного рабочего органа // Сельский механизатор. 2019. № 3. С. 4–5.
2. Патент РФ 2619456 / 16.05.2017. Бюл. № 14. Тарасенко Б.Ф., Оськин С.В., Дробот В.А., и др. Устройство для предпосевной обработки почвы. Дата обращения: 20.02.2023. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=01099a1d3c2d325659c1401963b3ecad>
3. Хавьяримана Э. Разработка технологии и средства основной обработки почвы при возделывании сорго в условиях республики Бурунди. ВКР. Краснодар: КубГАУ, 2021.
4. Патент РФ № 206472 / 13.09.2021. Бюл. № 26. Тарасенко Б.Ф., Орленко С.Ю., Хавьяримана Э. и др. Навесная диско-чизельная борона. Дата обращения: 20.02.2023. Режим доступа: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=6fb5c1003647b57cb312836b79988edf1>

По результатам произведенных опытов, заметим, что использование этой сельскохозяйственной машины будет гораздо эффективнее на очень больших рабочих площадях, потому что она имеет относительно большие размеры.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям *ICMJE* (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией). Наибольший вклад распределён следующим образом: Б.Ф. Тарасенко — редактирование текста рукописи, экспертная оценка, утверждение финальной версии; Э. Хавьяримана — редактирование текста рукописи, создание изображений; В.А. Дробот — обзор литературы, сбор и анализ литературных источников; С.Г. Руднев — редактирование текста рукописи.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

ADDITIONAL INFORMATION

Authors' contribution. All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. B.F. Tarasenko — editing the text of the manuscript, expert opinion, approval of the final version; E. Khav'yarimana — editing the text of the manuscript creating images; V.A. Drobot — literature review, collection and analysis of literary sources; S.G. Rudnev — editing the text of the manuscript.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

5. Сельскохозяйственный словарь-справочник, тяговое сопротивление. Дата обращения: 20.02.2023. Режим доступа: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/agriculture/>

6. Расчёт сопротивления прицепных тяговых агрегатов при работе на горизонтальном участке и на продольном уклоне. Дата обращения: 20.02.2023. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/5611268/page:3/>

REFERENCES

1. Tarasenko BF, Drobot VA, Tsybulevsky VV, et al. Optimization of the parameters of the chisel working body bit. *Selskiy mekhanizator*. 2019;3:4–5. (In Russ).

2. Patent RUS 2619456 / 16.05.2017. Byul. № 14. Tarasenko BF, Oskin SV, Drobot VA, et al. Ustroystvo dlya predpoveynoy obrabotki pochvy. (In Russ). Accessed: 20.02.2023. Available from: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=01099a1d3c2d325659c1401963b3ecad>

3. Khav'yarimana E. Razrabotka tekhnologii i sredstva osnovnoy obrabotki pochvy pri vzdelyvanii sorgo v usloviyakh respubliki Burundi. VKR. Krasnodar: KubGAU; 2021. (In Russ).

4. Patent RUS № 206472 / 13.09.2021. Byul. № 26. Tarasenko BF, Orlenko SYu, Khav'yarimana E, et al. Navesnaya diskochizelnaya borona. (In Russ). Accessed: 20.02.2023. Available from: <https://new.fips.ru/iiss/document.xhtml?faces-redirect=true&id=6fbcb312836b79988edf1>

7. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в трех томах. Т. 2. М.: Колос, 1965.

8. Руднев С.Г. О крошении пласта почвы // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: материалы международной научно-практической конференции. с. Солёное Займище: ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», 2020. С. 684–685.

5. Agricultural dictionary-reference book, traction resistance [internet] (In Russ). Accessed: 20.02.2023. Available from: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/agriculture/>

6. Calculation of the resistance of trailer traction units when working on a horizontal section and on a longitudinal slope [internet] (In Russ). Accessed: 20.02.2023. Available from: <https://studfile.net/preview/5611268/page:3/>

7. Goryachkin VP. *Collected papers: in three volumes*. Vol. 2. Moscow: Kolos; 1965. (In Russ).

8. Rudnev SG. On the crumbling of the soil layer. In: *Results and prospects for the development of the agro-industrial complex: materials of the international scientific and practical conference*. Solenoe Zaymishche: FGBNU «PAFNTs RAN»; 2020:684–685. (In Russ).

ОБ АВТОРАХ

* **Руднев Сергей Георгиевич**,

инженер,
старший преподаватель кафедры «Тракторы, автомобили и техническая механика»;
адрес: Российская Федерация, 350044, Краснодар,
ул. Калинина, д. 13;
ORCID: 0009-0000-1222-0818;
eLibrary SPIN: 5564-8707;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Тарасенко Борис Федорович,

доцент, д-р техн. наук,
профессор кафедры «Тракторы, автомобили и техническая механика»;
ORCID: 0000-0001-9957-5979;
eLibrary SPIN: 7415-7870;
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru

Хав'яримана Эрик (Республика Бурунди),

аспирант кафедры «Тракторы, автомобили и техническая механика»;
ORCID: 0009-0008-3746-8359;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Дробот Виктор Александрович,

доцент, канд. техн. наук,
доцент кафедры «Сопротивление материалов»;
ORCID: 0000-0002-3136-6481;
eLibrary SPIN: 7889-3176;
e-mail: viktor.drobot.85@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку

AUTHORS' INFO

* **Sergey G. Rudnev**,

Engineer,
Senior Lecturer of the of the Tractors, Automobiles and Technical Mechanics Department;
address: 13 Kalinina street, 350044 Krasnodar,
Russian Federation;
ORCID: 0009-0000-1222-0818;
eLibrary SPIN: 5564-8707;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Boris F. Tarasenko,

Associate Professor, Dr. Sci. (Tech.),
Professor of the Tractors, Automobiles and Technical Mechanics Department;
ORCID: 0000-0001-9957-5979;
eLibrary SPIN: 7415-7870;
e-mail: b.tarasenko@inbox.ru

Eric Khav'yarimana (Republic of Burundi),

Postgraduate of the Tractors, Automobiles and Technical Mechanics Department;
ORCID: 0009-0008-3746-8359;
e-mail: donsergio38@gmail.com

Viktor A. Drobot,

Associate Professor, Cand. Sci. (Tech.),
Associate Professor of the Resistance of Materials Department;
ORCID: 0000-0002-3136-6481;
eLibrary SPIN: 7889-3176;
e-mail: viktor.drobot.85@mail.ru

* Corresponding author