

**ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ  
МАШИН****ISSUES OF IMPROVING TILLAGE MACHINES****Болгов А.В., студент****Малюков С.В., к.т.н., доцент**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

**Шавков М.В., к.т.н., руководитель отдела логистики и снабжения****ООО «Русгидроком (РГК)»**

г. Воронеж, Россия

**Малюкова М.А., к.т.н., доцент****Аксенов А.А., к.т.н., доцент****Черенков Д.С., преподаватель СПО**ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет  
имени Г.Ф. Морозова»

г. Воронеж, Россия

bolgovtacher@gmail.com

**Bolgov A.V., Student****Malyukov S.V., PhD (Engineering), Associate Professor**FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov"

Voronezh, Russian Federation

**Shavkov M. V., PhD (Engineering), Head of Logistics and Supply Department****LLC Rushydrocom, Voronezh**

Voronezh, Russian Federation

**Malyukova M.A., PhD (Engineering), Associate Professor****Aksenov A.A., PhD (Engineering), Associate Professor****Cherenkov D.S., teacher of vocational education**FSBEI HE "Voronezh State University of Forestry and Technologies  
named after G.F. Morozov"

Voronezh, Russian Federation

bolgovtacher@gmail.com

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда**№ 22-79-10010, <https://rscf.ru/project/22-79-10010/>**The study was supported by a grant from the Russian Science Foundation**№ 22-79-10010, <https://rscf.ru/project/22-79-10010/>*

**Аннотация:** В статье рассмотрены пути снижения тягового сопротивления почвообрабатывающих машин, а также направления совершенствования конструкций различных рабочих органов. Приведены положительные и отрицательные стороны внедрения нововведений. Показаны достоинства и недостатки дисковых рабочих органов.

**Abstract:** The article discusses ways to reduce the traction resistance of tillage machines, as well as directions for improving the designs of various working bodies. The positive and negative aspects of introducing innovations are given. The advantages and disadvantages of disk working bodies are shown.

**Ключевые слова:** снижение тягового сопротивления плуга, почвообработка, вырезные диски, фрезерование почвы.

**Keywords:** reduction of plow traction resistance, soil cultivation, cutting discs, soil milling.

Одним из насущных вопросов, стоящих перед исследователями - снижение тягового сопротивления почвообрабатывающих машин, которое достигается различными способами [1, 2].

Лемех. Применение зубчатых и волнообразных лемехов способствовало улучшению устойчивости хода, снижению тягового сопротивления плуга на 19% и дно борозды при этом не было "зализанным" [3]. Разновидностью зубчатых лемехов являются лемеха с неподвижными и вибрационными долотами. Использование последних в диапазоне скоростей от 1,1 до 1,66 м/сек (амплитуда 8,2 мм, частота 14 герц) способствовало снижению удельной тяговой мощности на 17% по сравнению со стандартными. При использовании указанных лемехов представляется интересным их работоспособность с точки зрения схода растительных остатков с лезвия лемеха. А использование так называемого обратного лемеха (со стороны пятки лемех укорачивается на 8-10 см и такой же ширины клиновидный обратный лемех приваривается к полевой доске) приводит к уменьшению бокового давления на полевую доску и тем самым потерь на трение.

С точки зрения облегчения конструкции и простоты обслуживания некоторый интерес представляют применение лемехов с упорно-клиновым креплением.

Отвал. Данный элемент совершенствуется в течение последних 100 лет в направлении изменения формы его поверхности и уменьшения трения скольжения.

Хотя использование корпуса плуга с пластмассовым отвалом и привело к некоторому улучшению крошения (на 9,4%), снижению удельного сопротивления, меньшему забиванию растительными остатками и залипанию [4], но попытка уменьшить трение скольжения корпуса плуга путем применения улучшенных сталей и тщательной обработки поверхности лемеха и отвала не привели к существенному уменьшению сил трения.

Другим направлением совершенствования отвала является уменьшение трения скольжения за счет образования гидродинамического слоя и газостатической смазки.

Полевая доска. Около 16-20% тягового сопротивления плуга приходится на долю полевой доски. В настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению длины полевых досок на передних корпусах и увеличение на последнем, а иногда на задних корпусах устанавливаются либо подпружиненные в продольно-вертикальной плоскости сферические, либо плоские диски, что с улучшением устойчивости хода плуга также на 5-10% снижает тяговое сопротивление.

Другим направлением совершенствования лемешно-отвального корпуса является корпус с изменяемой формой отвала и режущими полевыми досками. При этом достигается некоторое снижение тягового усилия, улучшение устойчивости плуга в горизонтальной плоскости и значительное увеличение срока службы отвала.

Комбинированные рабочие органы. К этой группе относятся рабочие органы, комбинация у которых достигнута за счет применения лемешно-отвального корпуса, оставленного без изменения, с другими рабочими органами [5, 6].

Установка на плуге дисковых ножей впереди каждого корпуса не отражается на величине тягового сопротивления плуга.

Использование активных зубчатых дисковых ножей способствует снижению тягового сопротивления плуга и уменьшению буксования ведущих колес в 3-4 раза.

Лемешно-отвальный корпус. Принципиальные недостатки, присущие лемешно-отвальному плугу, уменьшить коренным образом за счет применения свободновращающихся органов не представляется возможным, поэтому рассмотрим комбинацию лемешно-отвального корпуса с активными элементами. При этом часть крыла отвала заменяется ротором с вертикальной осью вращения. Оснащение поверхности ротора лопатками, ножами и

пластинками способствует лучшему крошению, а - нижней части спиралью – более интенсивному перемешиванию пахотного слоя. Иногда подобный рабочий орган комплектуется еще и почвоуглубительными лапами. Применение комбинированного плуга приводит к снижению тягового сопротивления до 25-30%, однако общая потребная мощность на 13-26% выше, чем у обычного плуга.

Появление мощных тракторов поставило задачу перед исследователями и конструкторами о целесообразном агрегатировании их соответствующими плугами. Недостатки многокорпусных плугов - их большая длина, металлоемкость, ухудшение устойчивости по глубине - в значительной степени могут быть устранены при применении короткогабаритного плуга, а также при двухрядном расположении корпусов. Однако принципиальные недостатки, присущие лемешно-отвальным плугам, не устраняются.

Фрезы. Среди фрез с вертикальной осью вращения, с точки зрения совершенства конструкции и наибольшего распространения, следует отметить фрезы, рабочие органы которых представляют изогнутые по винтовой линии ножи. Подобная конструкция по сравнению с прямыми ножами отличается меньшей энергоемкостью. Одновременно с рыхлением ножи несколько уплотняют дно борозды, что предотвращает просачивание воды в нижние слои. Следует отметить, что такие фрезы имеют узкую область применения.

С точки зрения уменьшения энергозатрат на отбрасывание почвы при фрезеровании (крутящий момент на 30% меньше) особого внимания заслуживают фрезы с постоянным углом резания.

Существуют вибрационные фрезы, в которых рабочие органы кроме резания разрушают почву еще за счет вибрации. Применение вибрации с целью разрушения пласта в нижней части за счет деформации разрыва представляет определенный интерес.

Вместе с тем некоторые исследователи считают применение вибрации при основной обработке почвы менее перспективным. Отметим, что малая производительность, необходимость изменения режима вибрации в зависимости от типа и физико-механических свойств, глубины обработки почвы и др. сдерживает широкое применение этого способа. Кроме того, сообщение вынужденных колебаний рабочему органу без предварительного разделения почвы на фракции, представляется не целесообразным.

Почвоуглубитель. Углубление пахотного слоя, несомненно, дает положительные результаты. Создавая более благоприятные условия для развития корневой системы и корневого питания растений.

Дисковые рабочие органы. В настоящее время дисковыми рабочими органами комплектуются: почвообрабатывающие, посевные, посадочные и некоторые другие машины [7, 8]. Необходимо отметить, что в зарубежной практике они нашли широкое применение в дисковых плугах.

Преимущества дисковых плугов состоят в том, что они могут работать на твердых, высохших и липких почвах, а также при освоении новых земель - лесных раскорчевок и осушенных болот с погребенным лесом, где лемешные плуги оказываются неработоспособными. Дополнительным преимуществом дискового плуга является также незначительное "затираание" дна борозда.

Однако, к вышеперечисленным преимуществам дискового плуга противостоят и ряд недостатков:

- а) большая металлоемкость;
- б) недостаточная заделка растительных остатков;
- в) дает глыбистую обработку почвы.

Рабочие органы дискового плуга, с целью улучшения качества вспашки, комплектуются дополнительными приспособлениями неподвижного, вращательного, вибрационного и комбинированного действия.

Большинство рабочих органов дисковых плугов имеют диаметр в пределах от 61 до 120 см, а радиус кривизны - от 45,7 до 200 см, выполненные как с постоянной, так и с переменной кривизной. Однако исследованиями ряда авторов установлено, что диски с переменной кривизной не имеют преимуществ перед дисками с постоянной кривизной. Поэтому рабочие органы почвообрабатывающих орудий, в основном, комплектуются дисками постоянной кривизны.

В настоящее время за рубежом имеется тенденция к использованию дисков большого диаметра [9]. Использование крупных дисков приводит к некоторому снижению тягового сопротивления.

При бороздной обработке (лентой) диски большого диаметра лучше заглубляются в почву, и реактивные силы сопротивления имеют оптимальную величину.

Вырезные и прорезные диски. С точки зрения улучшения агротехнических показателей работы и уменьшения тягового сопротивления дисковых орудий представляет интерес применение вырезных рабочих

органов. Направление и величина реактивных сил изменяются определенным образом при прохождении почвенной массы через вырезы дисков в виде отверстий на их рабочей поверхности [9].

Вырезные диски по сравнению со сплошными дисками обладают преимуществами: коэффициент устойчивости больше на 49%, степень крошения выше на 20%, а удельное сопротивление меньше на 36%; они более универсальны [5].

Таким образом, применение вырезных дисков с целью улучшения агротехнических показателей обработки почвы уменьшения твердости дна борозды и действующих сил на рабочий орган, представляют как практический, так и теоретический интерес.

### Список литературы

1. Бартенев, И.М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления : монография / И.М. Бартенев, М.В. Драпалюк, В.И. Казаков. – М. : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 208 с.
2. Маштаков, Д.А. Защитные лесные насаждения в лесостепи Приволжской возвышенности: монография / Д.А. Маштаков, А.Н. Автономов, П.Н. Проездов. – Чебоксары, 2018. – 420 с.
3. Виноградов, В.И. Результаты лабораторно-полевых испытаний зубчатых лемехов с различными конструктивными параметрами / В.И. Виноградов, Г.А. Семенов // Материалы НТС ВИСХОМ. Вып.25. Состояние и перспективы развития почвообрабатывающих машин, фрез и культиваторов. ОНТИ. – М., 1968.
4. Мильцев, А.И. Корпус для вспашки липких почв / А.И. Мильцев // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. – 1970. – № 1.
5. Аммар Хассан Эльшейх Мохамед Эльбашир Обоснование технологического процесса предпосевной обработки почвы и конструктивно-технологических параметров комбинированного агрегата : для условий Республики Судан : дис. ... канд. техн.х наук : 05.20.01 / Аммар Хассан Эльшейх Мохамед Эльбашир. – Москва, 2009. – 215 с.
6. Булгариев, Г.Г. Теоретические основы исследования рабочего процесса комбинированного почвообрабатывающего орудия / Г.Г. Булгариев, А.Р. Валиев, Г.В. Пикмуллин // В книге: Машины и орудия для поверхностной

обработки почвы (конструкция, теория, расчет, эксплуатация). – Казань, 2022. – С. 75-190.

7. Мишин, П.В. Повышение эффективности работы почвообрабатывающих агрегатов путем их адаптации к условиям функционирования : дис. ... док. техн. наук : 05.20.01, 05.20.03 / П.В. Мишин. – Санкт-Петербург, 2001. – 382 с.

8. Основные причины недостаточной эффективности лесных почвообрабатывающих агрегатов и пути ее повышения / В.И. Посметьев, В.А. Зеликов, М.А. Латышева, В.В. Посметьев // Воронежский научно-технический Вестник. – 2015. – Т. 4. – № 3-3 (13). – С. 45-59. – DOI: 10.12737/14008

9. Ковригин, Е.А. Обоснование параметров и режимов функционирования дисковых агрегатов путем их адаптации к изменяющимся условиям использования : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01, 05.20.03 / Е.А. Ковригин. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2003. – 176 с.

### References

1. Bartenev, I.M. Improving technologies and means of mechanization of reforestation: monograph / I.M. Bartenev, M.V. Drapalyuk, V.I. Kazakov. – M.: FLINTA: Nauka, 2013. – 208 p.

2. Mashtakov, D.A. Protective forest plantations in the forest-steppe of the Volga Upland: monograph / D.A. Mashtakov, A.N. Avtonomov, P.N. Directions. – Cheboksary, 2018. – 420 p.

3. Vinogradov, V.I. Results of laboratory and field tests of toothed shares with various design parameters / V.I. Vinogradov, G.A. Semenov // Materials of NTS VISKHOM. Issue 25. State and prospects for the development of tillage machines, milling machines and cultivators. ONTI. – M., 1968.

4. Miltsev, A.I. Housing for plowing sticky soils / A.I. Miltsev // Mechanization and electrification of socialist agriculture. – 1970. – No. 1.

5. Ammar Hassan Elsheikh Mohamed Elbashir Justification of the technological process of pre-sowing tillage and design and technological parameters of the combined unit: for the conditions of the Republic of Sudan: dis. ...cand. technical sciences: 05.20.01 / Ammar Hassan Elsheikh Mohamed Elbashir. – Moscow, 2009. – 215 p.

6. Bulgariyev, G.G. Theoretical foundations for studying the working process of a combined soil-cultivating implement / G.G. Bulgariyev, A.R. Valiev, G.V. Pikmullin // In the book: Machines and tools for surface tillage (design, theory, calculation, operation). – Kazan, 2022. – P. 75-190.

7. Mishin, P.V. Increasing the efficiency of tillage units by adapting them to operating conditions: dis. ...doc. tech. Sciences: 05.20.01, 05.20.03 / P.V. Mishin. – St. Petersburg, 2001. – 382 p.

8. The main reasons for the insufficient efficiency of forest tillage units and ways to increase it / V.I. Posmetyev, V.A. Zelikov, M.A. Latysheva, V.V. Posmetyev // Voronezh Scientific and Technical Bulletin. – 2015. – T. 4. – No. 3-3 (13). – pp. 45-59. – DOI: 10.12737/14008

9. Kovrigin, E.A. Justification of the parameters and operating modes of disk units by adapting them to changing conditions of use: dis. ...cand. tech. Sciences: 05.20.01, 05.20.03 / E.A. Kovrigin. – St. Petersburg-Pushkin, 2003. – 176 p.