

**НАУЧНАЯ СТАТЬЯ**  
**УДК 631.31:631.4**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАКТОРОВ КЛАССА 5  
 ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПОЧВЫ ПОД ПОСЕВ**

**Сергей Васильевич Щитов, Зоя Федоровна Кривуца, Иван Васильевич Бумбар,  
 Елена Сергеевна Поликутина, Роман Олегович Сурин**  
 ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, Амурская область, Благовещенск, Россия

**Аннотация.** Рассмотрен вопрос повышения эффективности использования машинно-тракторного агрегата при подготовке почвы под посев. Проведенными исследованиями установлено, что на почвах с подстилающим слоем в виде мёрзлого тяжёлого суглинка наблюдается повышенная влажность нижних слоев почвы во время выполнения весенних полевых работ. Это объясняется тем, что не происходит проникновение избыточной влаги по глубине и для решения данной проблемы используется такой агроприём, как щелевание почвы, которое проводят специальными агрегатами. С целью решения данной проблемы, было разработано специальное устройство (прокальватель-щелерез), которое позволяет проводить данную операцию не отдельно, а одновременно с использованием бороны БДМ-6х4п. Преимущество данного устройства заключается в том, что прокальвая подстилающий слой, одновременно уплотняются его стенки и отводится излишняя влага в нижние горизонты почвы. Результаты экспериментальных исследований показали, что использование прокальвателя-щелереза в составе машинно-тракторного агрегата (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п) позволяет за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и рабочими органами устройства снизить негативное влияние на почву. Установлено, что с увеличением длины выхода штока гидроцилиндра с 0,55 м до 0,64 м, глубина прокальвания почвы возросла с 0,33 м до 0,42 м, а с увеличением угла наклона рамы с 5,45 градусов до 12,05 градусов, произошло возрастание глубины прокальвания на 28,1 %. При максимальном выходе штока гидроцилиндра (0,64 м) фиксируется перераспределение нагрузки между рабочим органом и мостами трактора. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 67,3 кН до 60,5 кН, а на задний мост трактора, фиксируется повышение нагрузки с 33,1 кН до 38,6 кН. При изменении угла наклона рамы устройства снижение нагрузки составило с 66,1 кН до 61,3 кН на передний мост трактора, а на задний мост трактора, наблюдается повышение нагрузки с 34,5 кН до 38,1 кН.

**Ключевые слова:** трактор, щелевание, прокальватель-щелерез, устройство, подготовка почвы.

**Для цитирования:** Повышение эффективности использования тракторов класса 5 при подготовке почвы под посев / С.В. Щитов, З.Ф. Кривуца, И.В. Бумбари др. // Вестник Брянской ГСХА. 2024. № 6 (106). С. 60-63.

**Original article**

**INCREASING EFFICIENCY OF USING CLASS 5 TRACTORS WHEN PREPARING  
 SOIL FOR SOWING**

**Sergey V. Shchitov, Zoya F. Krivutsa, Ivan V. Bumbar, Elena S. Polikutina, Roman O. Surin**  
 Far Eastern State Agricultural University, Amur region, Blagoveshchensk, Russia

**Abstract.** The issue of increasing the efficiency of using a machine-tractor unit when preparing soil for sowing was considered. The researches have established that on soils with an underlying layer in the form of frozen heavy loam, increased moisture of the lower soil layers is observed during spring field work. This is explained by the fact that there is no penetration of excess moisture in depth and to solve this problem, such an agricultural technique as soil slitting is used, which is carried out by special units. In order to solve this problem, a special device (slit piercer) has been developed that allows this operation to be carried out not separately, but simultaneously using the PM6x4p harrow. The advantage of this device is that by piercing the underlying layer, its walls are simultaneously compacted and excessive moisture is discharged into the lower horizons of the soil. The results of experimental studies have shown that the use of a slit piercer cutter as part of a machine-tractor unit (K-700A + device + BDM-6x4p) allows, by redistributing the load between the tractor axles and the working bodies of the device, to reduce the negative impact on the soil. It was found that with an increase in the length of the hydraulic cylinder rod outlet from 0,55 m to 0,64 m, the soil piercing depth increased from 0,33 m to 0,42 m, and with an increase in the frame tilt angle from 5,45 degrees to 12,05 degrees, the piercing depth increased by 28,1 %. At the maximum output of the hydraulic cylinder rod (0,64 m), the redistribution of the load between the working body and the tractor axles is recorded. On the front axle of the tractor, the load reduction was from 67,3 kN to 60,5 kN, and on the rear axle of the tractor, an increase in load from 33,1 kN to 38,6 kN was recorded. When changing the angle of inclination of the

device frame, the load decreased from 66,1 kN to 61,3 kN on the front axle of the tractor, and on the rear axle of the tractor, there is an increase in load from 34,5 kN to 38,1 kN.

**Key words:** tractor, slitting, slit piercer, device, soil preparation

**For citation:** Increasing efficiency of using class 5 tractors when preparing soil for sowing / S.V. Shchitov, Z.F. Krivutsa, I.V. Bumbar, etc.// Vestnik of the Bryansk State Agricultural Academy. 2024. 6 (106). 60-63.

**Введение. Постановка задачи.** Одним из способов повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов является совмещение одновременно выполняемых работ. Это позволяет сократить число проходов по полю, что позволяет уменьшить отрицательное воздействие на физико-механические свойства почвы, снизить энергозатраты и выдержать агротехнологические сроки выполнения работ особенно в зонах относящихся к «рискованному земледелию». В Амурской области уборку фирменной культуры сои, занимающей более 80% посевной площади, заканчивают как правило с наступлением первых заморозков. Это накладывает определённый отпечаток на проведение весенних посевных работ, так как их необходимо проводить одновременно с подготовкой почвы. Вместе с тем региональные особенности добавляют определённые трудности вызванные промерзанием почвы на глубину до трёх метров, наличием снежного покрова, выпадением осадков, быстрым наступлением положительных температур, таянием мерзлотного основание и наличием подстилающего слоя в виде тяжёлого суглинка, не позволяющего проникновению влаги в нижние почвенные горизонты. Выше перечисленные особенности ставят перед аграриями задачу подготовки почвы под посевные работы с одновременным отводом избыточной влаги. Имеющие для отвода почвы щелеватели, не предназначены для работы с другими почвообрабатывающими машинами и эту операцию проводят отдельно, что увеличивает энергозатраты и сроки подготовки почвы к посевным работам. Исходя из выше сказанного возникает необходимость изыскать техническую возможность проведения одновременно щелевание и подготовку почвы, что позволит выдержать отведённые сроки выполнения посевных работ и даёт гарантию хорошего урожая.

**Результаты эксперимента. Анализ эксперимента.** В связи свыше обозначенной проблемой было разработано устройство (прокальватель-щелерез) на которое получен патент РФ [1] позволяющее использовать его с агрегатами выполняющих подготовку почвы (рис. 1,2). Это достигается тем, что устройство устанавливается перед трактором и своими рабочими органами прокальвает почвенный горизонт, уплотняя при этом стенки, что позволяет проникновению избыточной влаги в нижние слои почвенного горизонта и увеличивает сроки затягивания каналов.



Рисунок 1 - Общий вид фронтального прокальвателя-щелереза в сборе



Рисунок 2 - Общий вид комбинированного машинно-тракторного агрегата

Принцип работы предлагаемого устройства заключается в том, что нагрузка на рабочие лучеобразные органы создаётся за счёт установленного дополнительного гидроцилиндра, который перераспределяет частично сцепной вес между мостами трактора и рабочими органами устройства. Это позволяет снизить нормальное давление переднего моста трактора на почву и тем самым уменьшить глубину, твердость и плотность почвы по следу трактора. Для определения нагрузки на рабочие органы устройства, переднюю и заднюю оси трактора использовались весы платформенные электронные марки МВСК(В). Топливо-энергетическая оценка была сделана на основе проведенных сравнительных хозяйственных испытаний, позволивших определить производительность и расход топлива по методике, предложенной ВИМ. Параметры лучеобразных рабочих органов определялись по методике многофакторного эксперимента.

Для подтверждения эффективности использования предлагаемого устройства в составе борновального агрегата были проведены исследования с учётом требований ГОСТа [2,3], которые включали в себя следующие задачи:

- определить изменение физико-механических характеристик почвы по следу движителя;
- выявить зависимость глубины прокалывания почвенного горизонта рабочими органами устройства от конструктивно-технологических параметров;
- выявить влияние устройства (прокалывателя-щелереза) на распределение нагрузки между движителями трактора и рабочим органом;
- дать топливо-энергетическую оценку работы комбинированного машинно-тракторного агрегата (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п).

В ходе проведенных исследований выявлено распределение влажности почвы по глубине почвенного горизонта. Результаты проведенных исследований показали, что влажность почвы по глубине возрастает с 15,2 % до 44,1 % при изменении глубины с 0,15 м до 0,45 м, что требует проведение операции по отведению влаги в более нижние слои почвы.

Использование машинно-тракторного агрегата (МТА) (К-700А+устройство+ БДМ-6х4п) за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и рабочими органами устройства снизило негативное влияние на почву: плотность почвы в пахотном горизонте 0,15 м ниже на 7 %, твердость на 6,07 % , глубина колеи на 10,3% по сравнению с серийным МТА (К-700А+ БДМ-6х4п).

Глубина прокалывания почвенного горизонта, распределение нагрузки между движителями трактора и рабочим органом зависят от таких конструктивно-технологических параметров как выход рабочего штока гидроцилиндра и угол наклона рамы. Как показали проведенные исследования с увеличением длины выхода штока гидроцилиндра с 0,55 м до 0,64 м, глубина прокалывания почвы возросла с 0,33 м до 0,42 м, а с увеличением угла наклона рамы с 5,45 градусов до 12,05 градусов, произошло возрастание глубины прокалывания на 28,1 %.

Исследованиями установлено, что при максимальном выходе штока гидроцилиндра (0,64 м) произошло перераспределение нагрузки между рабочим органом и мостами трактора. Нагрузка на рабочий орган составила 12,9 кН. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 67,3 кН до 60,5 кН, а на задний мост трактора, фиксируется повышение нагрузки с 33,1 кН до 38,6 кН.

Аналогичные данные получены и при изменении угла наклона рамы устройства. На передний мост трактора, снижение нагрузки составило с 66,1 кН до 61,3 кН, а на задний мост трактора, повышение нагрузки с 34,5 кН до 38,1 кН. Полученные данные согласуются с ранее проведенными исследованиями по данной тематике [4,5,6,7,8,9].

Топливо-энергетическая оценка проведенных производственных испытаний, позволили определить экономию прямых энергозатрат, которые составили 1701,92 МДЖ/га, затрат живого труда соответственно 0,48 МДЖ/га и удельных энергозатрат -139,13 МДЖ/га. В результате экономия полных энергозатрат составила 1841,53 МДЖ/га.

**Выводы.** Проведённые исследования показали, что использование МТА (К-700А + БДМ-6х4п+устройство) позволяет уменьшить техногенное воздействие на почву за счёт перераспределения нагрузки между мостами трактора и выдержать агротехнологические сроки проведения весенних работ, за счёт совмещения двух операций щелевание и безотвальная обработка почвы. Полученные экспериментальные и теоретические значения (ранее опубликованные) находятся в пределах доверительного интервала, что говорит о достоверности проведенных исследований.

#### Список источников

1. Пунктирный прокалыватель-щелерез: пат. 2754595 Рос. Федерация, МКИ В 60 В 11/02 / Сурин Р.О. и др.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ. № 2020132907; заявл. 06.10.2020; опубл. 03.09.2021, Бюл. № 25.

2. ГОСТ 33687-215. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы испытаний. М.: Изд-во стандартиформ, 2020. 24 с.
3. ГОСТ 26955-86. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия движителей на почву. М.: Изд-во стандартов, 1986. 18 с.
4. Raising the efficiency of using tillage machines based on a semi-frame tractor / R.O. Surin et al. // Aip conference proceedings. proceedings of the iv international conference on modernization, innovations, progress: advanced technologies in material science, mechanical and automation engineering: MIP: Engineering-IV-2022. Melville, 2024. С. 030002.
5. Результаты экспериментальных исследований по определению влияния устройства для перераспределения сцепного веса на тяговые свойства и ходовую систему колесного трактора / Е.С. Поликутина и др. // Достижения науки и техники АПК. 2015. Т. 29, № 10. С. 95-98.
6. Investigation of the motion parameters of technological complexes using a quaternion data fixation apparatus / S. Us, A. Burmaga et al. // E3S Web of Conferences: international scientific siberian Transport Forum – TransSiberia, 2023. С. 03002.
7. Expanding the technological capabilities of energy facilities in the zones of “risk farming” / A.S. Vtornikov, S. Markov et al. // Interagromash 2022: XV international scientific conference. Springer, 2023. С. 99-105.
8. Improving the efficiency of wheel-wheeling machine-tractor units in areas with special natural and climatic conditions / A. Slepnev, E. Kuznetsov, S. Shchitov et al. // Fundamental and applied scientific research in the development of agriculture in the Far East // Agricultural Innovation Systems. 2022. Vol. 1. С. 36-43.
9. Повышение тягового усилия, развиваемого колёсным энергетическим средством, на почвах с высокой степенью липкости / Е.В. Маршанин и др. // Известия Международной академии аграрного образования. 2023. № 64. С. 48-52.

#### **Информация об авторах:**

**С.В. Щитов** – доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, shitov.sv1955@mail.ru.

**З.Ф. Кривуца** - доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой физики, математики и информатики, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, zfk20091@mail.ru.

**И.В. Бумбар** - доктор технических наук, профессор кафедры транспортно-энергетических средств и механизации АПК, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, bumbbar@mail.ru

**Е.С. Поликутина** – кандидат технических наук, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, e-mail: e.polikytina@mail.ru

**Р.О. Сурин** - аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, roman\_surin81.81@mail.ru

#### **Information about the authors:**

**S.V. Shchitov** - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of Agriculture, Far Eastern State Agrarian University, shitov.sv1955@mail.ru.

**Z.F. Krivutsa** - Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Physics, Mathematics and Computer Science, Far Eastern State University, zfk20091@mail.ru.

**I.V. Bumber** - Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Transport and Energy Facilities and Mechanization of Agriculture, Far Eastern State Agrarian University, bumber@mail.ru.

**E.S. Polikytina** - Candidate of Technical Sciences, Far Eastern State University, e.polikytina@mail.ru.

**R.O. Surin** - postgraduate student, Far Eastern State University, roman\_surin81.81@mail.ru.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные. Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors are responsible for their work and the data provided. All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and are equally responsible for plagiarism. The authors declare that there is no conflict of interest.

**Статья поступила в редакцию 07.10.2024; одобрена после рецензирования 08.11.2024, принята к публикации 28.11.2024.**

**The article was submitted 07.10.2024; approved after reviewing 08.11.2024; accepted for publication 28.11.2024.**

© Щитов С.В., Кривуца З.Ф., Бумбар И.В., Поликутина Е.С., Сурин Р.О.