Тип статьи: научная
УДК 631.31 (470.44)
DOI: 10.35887/2305-2538-2023-4-56-62

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПЛУГА-РЫХЛИТЕЛЯ В АГРЕГАТЕ С ТРАКТОРОМ ТЯГОВОГО КЛАССА 5

Василий Михайлович Бойков [1], Сергей Викторович Старцев [2], Андрей Владимирович Павлов [3], Евгений Сергеевич Нестеров [4]
[1,2,3,4] *Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И.Вавилова, г. Саратов, Россия*

[1]lena.boykova.84@mail.ru; [2] kingofscience@yandex.ru, [3]andrej.pavloff2015@yandex.ru, [4]nesterov21@mail.ru

Автор, ответственный за переписку: Василий Михайлович Бойков, lena.boykova.84@mail.ru
Corresponding author: Vasiliy Boykov, lena.boykova.84@mail.ru

Реферат. *В статье представлены результаты экспериментальных исследований машинно-тракторного агрегата (МТА), состоящего из трактора тягового класса 5 К-744Р и навесного плуга-рыхлителя ПБС-16. Определение производительности плуга-рыхлителя в опытах обеспечивалось изменением поступательной скорости машинно-тракторного агрегата. Расход топлива регистрировался с момента входа агрегата в зачетную делянку с установившейся скоростью и выхода агрегата из неё. Экспериментальные исследования работы МТА проводили в полевых условиях Марксовского района Саратовской области. Агротехнические показатели определяли при обработке полей по стерне нута и проса. Установлено, что плуг-рыхлитель может агрегатироваться тракторами тягового класса 5. Рациональный режим работы плуга при рабочей ширине захвата 6м обеспечивается при скорости движения 7,2-9,0 км/ч и глубине хода рабочих органов 35 и 25 см. Производительность за время основной работы агрегата составила 3,6-4,5га/ч, расход топлива 12,9-11,7 кг/га. Агрегат обеспечивает высокую степень крошения почвы влажностью 17-20% с сохранностью стерни и растительных остатков на агрофоне проса до 78%, на агрофоне нута до 42%. Рыхление пахотного горизонта до 35см с мульчированием поверхностного слоя создает оптимальные условия для накопления влаги в осенне–зимний период. Движение МТА в загоне челночным способом, без образования свальных и развальных борозд, обеспечивает ровную безгребневую поверхность пашни.*

Ключевые слова: *плуг-рыхлитель, трактор, агрегат, глубина обработки почвы, скорость движения, ширина захвата, стерня, производительность, расход топлива*.

RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF A RIPPER PLOUGH IN AN AGGREGATE WITH A TRACTOR OF TRACTION CLASS 5

Vasiliy Boykov [1], Sergey Startsev [2], Andrey Pavlov [3], Yuvgeniy Nesterov[4]
[1,2,3]*Saratov State Agrarian University. N.I. Vavilova, Saratov, Russia*
[1]lena.boykova.84@mail.ru; [2] kingofscience@yandex.ru, [3]andrej.pavloff2015@yandex.ru, [4]nesterov21@mail.ru

Abstract. *The results of experimental studies of the machine-tractor unit (MTA), consisting of a tractor of traction class 5 K-744R and a mounted plow-ripper PBS-16 presented in the article. Determining the performance of the plow-ripper in the experiments was provided by changing the translational speed of the machine-tractor unit. Fuel consumption was recorded from the moment the unit entered the test plot at a steady speed and the unit left it. Experimental studies of the work of the MTA*

were carried out in the field conditions of the Marxovsky district of the Saratov region. Agrotechnical indicators were determined during the processing of fields on the stubble of chickpeas and millet. It has been established that the plow-ripper can be aggregated with tractors of traction class 5. The rational mode of operation of the plow with a working width of 6 m is ensured at a speed of 7.2-9.0 km/h and a working depth of 35 and 25 cm. unit operation was 3.6-4.5 ha/h, fuel consumption was 12.9-11.7 kg/ha. The unit provides a high degree of soil crumbling with a moisture content of 17-20% with the safety of stubble and plant residues on the agrobackground of millet up to 78%, on the agrobackground of chickpea up to 42%. Loosening the arable horizon up to 35 cm with mulching of the surface layer creates optimal conditions for the accumulation of moisture in the autumn-winter period. The movement of the MTA in the corral by the shuttle method, without the formation of dump and breakup furrows, provides a flat, ridgeless surface of arable land.

Keywords: *plough-ripper, tractor, unit, depth of tillage, speed of movement, width of grip, stubble, productivity, fuel consumption.*

Для цитирования: Бойков В.М., Старцев С.В., Павлов А.В., Нестеров Е.С. Результаты экспериментальных исследований плуга-рыхлителя в агрегате с трактором тягового класса 5 // Наука в Центральной России. 2023. Т. 64, № 4. С. 56-62. https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-56-62.

For citation: Boykov V, Startsev S., Pavlov A., Nesterov E. Results of experimental sturies of a ripper plough in an aggregate with a tractor of traction class 5. *Nauka v central'noj Rossii* = Science in the Central Russia: 2023; 64(4): 56-62. (In Russ.) https://doi.org/10.35887/2305-2538-2023-4-56-62.

Введение. Рациональный способ основной обработки почвы должен обеспечить рост урожайности сельскохозяйственных культур, снижать засоренность и повышать плодородие почвы[1-5]. В почвенно-климатических зонах с недостаточным выпадением осадков от 300 мм в год, все больше посевных площадей обрабатывается способом без оборота пласта. Но у такой технологии имеются недостатки из-за недостаточно качественного крошения, рыхления и перемешивания почвы неглубоко заделываются растительные и пожнивные остатки, увеличивается засоренность поля, трудно бороться с вредителями и болезнями культурных растений [1,4,5]. Поэтому в севооборотах с безотвальной обработкой агрофона дифференцированно применяется отвальная вспашка [6,7]. Вспашка наряду с улучшенными агротехническими показателями остается самой энергоемкой операцией основной обработки почвы [8].

Регион земледелия Саратовского Заволжья характеризуются сложными погодными условиями возделывания сельскохозяйственных культур. Накопление влаги в основном происходит за осенне-зимний период. На полях больших размеров, с длинной гона 800-1000 м и более в основном используются энергонасыщенные, высокопроизводительные агрегаты. Тракторы семейства "Кировец" (К-701, К-744, К-744Р1, К-744Р2, К-744Р3, К-9000), тракторы Ростсельмаш серии RSM, а также тракторы иностранных производителей (John Deere, New Holland, Case IH, Caterpillar, Fendt, Claas и др.) мощностью 275-400 кВт и более являются основными энергосредствами, используемыми при обработке почвы. Эффективность использования тяговых возможностей тракторов в значительной степени зависит от потенциальных возможностей рабочих машин, агрегатируемых с ними [9].

В ФГБОУ ВО Вавиловский университет разработан плуг-рыхлитель ПБС-16 к тракторам тягового класса 5 (Рисунок 1). Плуг обеспечивает рыхление почвы на глубину до 40см, с одновременным частичным перемешиванием почвы с пожнивными и растительными остатками на глубину до 25см, мульчированием поверхности пашни глубиной до 12см. По техническим характеристикам ПБС-16 предназначен для основной комбинированной (совмещенной отвальной с глубоким рыхлением) обработки почв под зерновые и технические культуры, не засоренных плитняком, камнями, и другими препятствиями, с удельным сопротивлением до 0,14 МПа, твердостью почвы до 4 МПа и влажностью до 30 %.

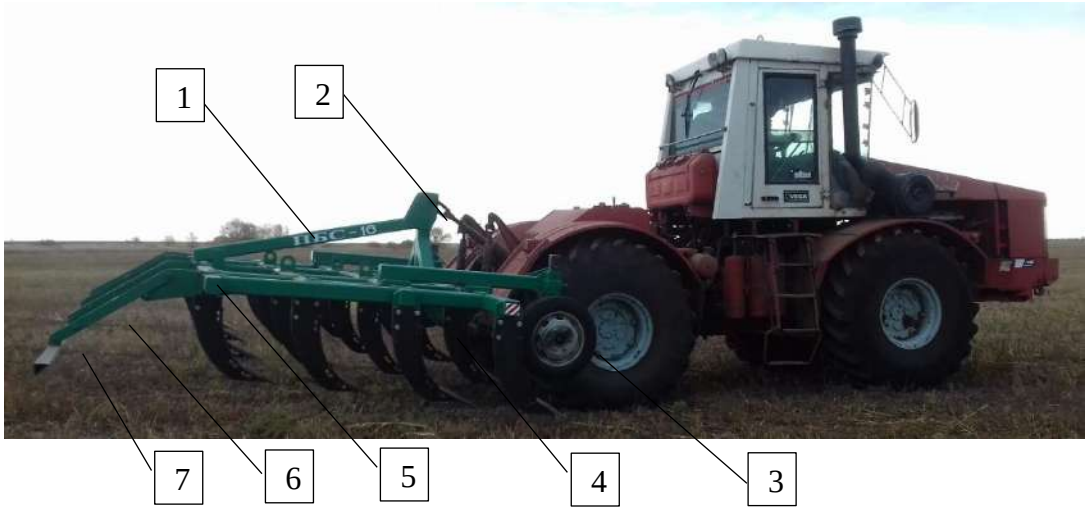

Рисунок 1- Плуг-рыхлитель ПБС-16 в агрегате с трактором К-744Р.

Конструкция плуга-рыхлителя ПБС-16 (рисунок 1) включает в себя следующие основные механизмы и узлы: раму 1 с навеской 2, два опорных пневматических колеса с механизмом регулировки 3 глубины обработки почвы реечного типа и шестнадцать корпусов 4, закрепленных в нижней части рамы 1. Сзади к раме 1 закреплены кронштейны 5, связанные посредством поводков 6 с выравнивателями 7 поверхности пашни. Выравниватели 7 имеют возможность поворачиваться в проушинах поводков 6, за счет чего изменяется его угол атаки относительно горизонта поля. Корпус плуга-рыхлителя выполнен в виде криволинейной стойки, в нижней части которой установлено круглое долото, вдоль рабочей поверхности стойки закреплена отвальная пластина. Соединяется плуг-рыхлитель с навесной системой трактора по трехточечной схеме. Технологический процесс работы плуга-рыхлителя ПБС-16 осуществляется следующим образом. Агрегат с отрегулированным на заданную глубину рыхления почвы переводится из транспортного положения в рабочее на краю поля и трактор выполняет рабочий ход. Долото подрезает слой почвы и за счет округлой формы выпуклостью вверх, частично его крошит. Затем раскрошенный пласт почвы поступает на отвальную пластину, повторяющую кривизну стойки, более интенсивно крошит и перемешивает почву с пожнивными остатками и семенами сорняков, находящимися на поверхности поля. Установленные сзади рамы плуга-рыхлителя рабочие органы окончательно мульчируют и выравнивают поверхность пашни. После завершения рабочего хода оператор трактора переводит агрегат в транспортное положение, выполняет холостой ход с разворотом для совершения следующего рабочего хода челночным способом.

Цель работы – исследование на среднесуглинистых почвах агротехнических и эксплуатационных показателей плуга-рыхлителя ПБС-16 для агрегатирования с тракторами тягового класса 5 [10].

Метод исследования. Экспериментальные исследования проводились на полях, расположенных в подзоне среднесуглинистых почв Крестьянско-фермерского хозяйства Бенке В.М. Марксовского района Саратовской области. Поля с агрофоном стерня нута и проса территориально находились рядом и разделялись полевой грунтовой дорогой. Условия характеризовались следующими показателями: влажность почвы в обрабатываемом горизонте от 0 до 30см составляла от 17,5 до 20,2%. Масса растительных и пожнивных остатков на фоне нута составляла в среднем 185 г/м^2, а высота растений в среднем была 9,8 см. Масса растительных и пожнивных остатков на фоне проса составляла в среднем 675 г/м^2, а высота стерни в среднем была 15,0 см. Обрабатываемые поля имели ровный рельеф и микрорельеф. Зачетные делянки, на которых проводились измерения, были разбиты на ровном горизонтальном участке каждого поля. Агротехнические и эксплуатационные показатели определялись в соответствии с СТО АИСТ 4.1-

2010. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей.

Определение производительности плуга-рыхлителя в опытах обеспечивалось изменением поступательной скорости машинно-тракторного агрегата. Расход топлива регистрировался с момента входа агрегата в зачетную делянку с установившейся скоростью и выхода агрегата из неё.

Результаты и обсуждение. Экспериментальные исследования плуга-рыхлителя определяли в составе с трактором тягового класса 5 К-744Р. Конструктивная ширина захвата плуга составляла 6,0 м. В первом опыте установили глубину обработки почвы 25см, угол атаки рабочей поверхности выравнивателя – 90º (перпендикулярно горизонту поля). Во втором опыте увеличили глубину рыхления до 35см. а угол атаки выравнивателя изменяли относительно горизонта поля 45º, 90º и 115º.

На рисунках 2 и 3 показаны поверхности пашни обоих агрофонов после прохода экспериментального агрегата К-744Р+ПБС-16.

Рисунок 2 – Вспашка поля по стерне нута агрегатом К-744Р+ПБС-16

Обработка почвы при рабочей скорости движения К-744Р+ПБС-16 9,0км/ч проводилась на глубину 25см, при этом степень крошения почвы (размер комков до 50 мм) на исследуемых полях практически не отличалась и составила 78%. Стерня проса и нута была перемешена с почвой в слое 0-12см, на поверхности оставалось в большей степени пожнивных остатков проса 40-42% и в меньшей степени нута - до 28%. Это можно объяснить разницей количественного содержания пожнивных и растительных остатков на каждом фоне. Все сорные растения и стерня после прохода агрегата 100% подрезаны. Наблюдались борозды по следам прохода стоек корпусов глубиной 7-9см. Забивание и залипание рыхлительных корпусов и выравнивателей пожнивными остатками и почвой не происходило. В этом режиме движения отвальная обработка почвы выполнялась агрегатом с производительностью 3,6 га/ч и погектарным расходом топлива 12,9 кг/га.

Рисунок 3- Вспашка поля по стерне проса агрегатом К-744+ПБС-16

При рыхлении почвы на глубину 30см при рабочей скорости движения К-744Р+ПБС-16 7,2км/ч, степень крошения почвы (размер комков до 50 мм) на каждом поле составила 78%. Подрезание пожнивных остатков и сорных растений также было полным. Сохранность стерни на поле после проса в среднем составила 38%. При обработке поля после нута сохранность пожнивных остатков заметно была ниже, на разных участках от 18 до 26%. Борозды по следам прохода стоек корпусов не отмечены, поверхность пашни была ровной и слитной. Забивание и залипание рыхлительных корпусов не наблюдалось. По работе выравнивателей при разных углах атаки установлено, что при углах 45º и 90º пожнивные остатки полностью сходили с рабочей части и распределялись по поверхности взрыхленной почвы. При установке выравнивателей на угол 115º пожнивные остатки и сорные растения частично задерживались на выравнивателе. Но в процессе дальнейшего движения агрегата происходило самоочищение выравнивателя. Также при регулировке выравнивателя на угол 115º отмечено улучшение мульчирования верхнего слоя почвы. В этом режиме движения отвальная обработка почвы выполнялась агрегатом с производительностью 4,5 га/ч и погектарным расходом топлива 11,7 кг/га.

Анализ работы мощности двигателя трактора К-744Р в агрегате с ПБС-16 по всем опытам показал, что мощность необходимая для работы плуга-рыхлителя с шириной захвата 6м, достаточна и соответствует эксплуатационной мощности трактора тягового класса 5[10].

Заключение. В результате экспериментальных исследований пахотного агрегата К-744Р+ПБС-16 при обработке стерневых полей после уборки нута и проса установлено, что плуг-рыхлитель может агрегатироваться тракторами тягового класса 5. Рациональный режим работы плуга при рабочей ширине захвата 6м обеспечивается при скорости движения 7,2-9,0 км/ч и глубине хода рабочих органов 35 и 25 см. Производительность за время основной работы агрегата составила 3,6-4,5га/ч, расход топлива 12,9-11,7 кг/га. Агрегат обеспечивает высокую степень крошения почвы влажностью 17-20% с сохранностью стерни и растительных остатков на агрофоне проса до 78%, на агрофоне нута до 42%. Рыхление пахотного горизонта до 35см с мульчированием поверхностного слоя создает оптимальные условия для накопления влаги в осенне–зимний период. Движение агрегата К-744Р+ПБС-16 в загоне челночным способом, без образования свальных и развальных борозд, обеспечивает ровную безгребневую поверхность пашни.

Список источников

1. Бородин, Д. Ю. Влияние основной обработки почвы на агрофизические факторы плодородия и урожайность полевых культур в условиях засушливой зоны/ Д.Ю.Бородин// Автореферат дисс-и канд-та с.х. наук. Ставрополь, 2013г.- 23с.

2. Перфильев Н.В., Вьюшина О.А., Засоренность и урожайность посевов ячменя в зависимости от систем основной обработки почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, Т.49, №1, 2019-с.19-26.

3. Курдюкова О.Н. Система основной обработки почвы и засоренность посевов в севообороте// Известия ТСХА, выпуск 2, 2016, с.76-81.

4. Ивченко В.К., Полосина В.А., Ильченко И.О., Луганцева М.В. Влияние приемов основной обработки почвы на засоренность и урожайность посевов кукурузы в зернопаропропашном севообороте / Вестник Крас ГАУ, №5, 2018.-с.22-29.

5. Рымарь С.В. Изменение показателей плодородия чернозема обыкновенного под длительным воздействием удобрений и различных приемов основной обработки почвы в условиях ЦЧЗ// Автореферат дисс-и канд-та с.х. наук. Каменная Степь, Воронеж, 2007г.- 23с.

6. Рзаева В.В. Системы основной обработки почвы в земледелии Северного Зауралья. Автореферат дисс-и д-ра с.х. наук, Тюмень, 2014г.-32с.

7. Левкина, А.Ю. Приемы повышения урожайности и качества зерна озимой пшеницы при минимизации основной обработки чистого пара в Нижнем Поволжье. Автореф. дисс-и канд-та с.х. наук. - Саратов, 2021. - 20с.

8. Афонин А.Е. Повышение эффективности использования отвальных плугов путём совершенствования рабочих органов. / Автореферат дисс-и канд-та техн. наук. Мичуринск-Наукоград, 2007г.- 19с

9. Тракторное и сельскохозяйственное машиностроение России. Краткий обзор деятельности предприятий за 2021. Национальный аграрный каталог «Сельхозтехника», №24/2е полугодие, 2021г.-с.18-23.

10. ГОСТ 27021-86 (СТ СЭВ 628-85). Тракторы сельскохозяйственные и лесохозяйственные. Тяговые классы. М.: Издательство стандартов, 1986.-6с.

References

1. Borodin, D. Yu. Influence of the main tillage on the agrophysical factors of fertility and productivity of field crops in the conditions of the arid zone / D.Yu. Borodin / / Abstract of diss. Sciences. Stavropol, 2013 - 23p.

2. Perfilyev N.V., Vyushina O.A., Infestation and yield of barley crops depending on the systems of basic tillage // Siberian Bulletin of Agricultural Science, V.49, No. 1, 2019-p.19-26.

3. Kurdyukova O.N. The system of basic tillage and weediness of crops in crop rotation // Izvestiya TSHA, issue 2, 2016, pp. 76-81.

4. Ivchenko V.K., Polosina V.A., Ilchenko I.O., Lugantseva M.V. Influence of basic tillage practices on weediness and yield of corn crops in grain-fallow crop rotation / Vestnik Kras GAU, No. 5, 2018.-p.22-29.

5. Rymar S.V. Changes in the fertility of ordinary chernozem under prolonged exposure to fertilizers and various methods of basic tillage in the conditions of the Central Chernozem / / Abstract of diss. Sciences. Stone Steppe, Voronezh, 2007 - 23s.

6. Rzayeva V.V. Systems of basic tillage in agriculture of the Northern Trans-Urals. Abstract of diss. Dr. S.Kh. Sciences, Tyumen, 2014 - 32p.

7. Levkina A.Yu. Methods for increasing the yield and quality of winter wheat grain while minimizing the main processing of bare fallow in the Lower Volga region. Abstract diss and candidate of s.kh. Sciences. - Saratov, 2021. - 20p.

8. Afonin A.E. Improving the efficiency of the use of moldboard plows by improving the working bodies. / Abstract of diss and candidate of tech. Sciences. Michurinsk-Naukagrad, 2007 - 19s

9. Tractor and agricultural engineering in Russia. Brief overview of the activities of enterprises for 2021. National agricultural catalog "Selkhoztekhnika", No. 24/2nd half of the year, 2021-p.18-23.

10. GOST 27021-86 (ST SEV 628-85). Agricultural and forestry tractors. Traction classes. M .: Publishing house of standards, 1986.-6s.

Информация об авторах

В.М. Бойков - доктор технических наук, профессор; С.В. Старцев - доктор технических наук, профессор; А.В. Павлов – кандидат технических наук, доцент; Е.С. Нестеров - кандидат технических наук, доцент.

Information about the authors

V. Boykov - doctor of technical sciences, professor; S. Startsev - doctor of technical sciences, professor; A.Pavlov - candidate of technical sciences, associate professor; E. Nesterov - candidate of technical sciences, associate professor.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: *all authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.*

The authors declare no conflict of interest.

Поступила в редакцию (Received): 27.07.2023 Принята к публикации (Accepted): 28.08.2023