

ПЛУГ С ПОЛНЫМ ОБОРОТОМ ПЛАСТОВ

Владимир Васильевич Василенко, доктор технических наук,
профессор кафедры сельскохозяйственных машин

Сергей Владимирович Василенко, кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной механики
Александр Николаевич Хахулин, аспирант кафедры сельскохозяйственных машин

Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I

Современные плуги для отвальной вспашки пока ещё не могут полностью удовлетворить агротехнические требования к этой операции по обороту почвенных пластов. Чтобы увеличить угол переворота, применяются развитые предплужники, увеличивается ширина захвата плужных корпусов, принимаются незначительные конструктивные изменения, но ни одна модель, кроме фронтальных плугов, не может полностью перевернуть пласт, чтобы он лёг на дно борозды всей своей плоскостью. Да и фронтальные плуги пока не получили широкого распространения из-за присущих им недостатков. Цель исследования – по результатам испытаний макетного образца разработать конструкцию плуга с вертикальными щитками для полного оборота пластов, пригодную для промышленного изготовления и удобную в эксплуатации. Объект исследования – четырёхкорпусный плуг. Методы исследования – системный анализ и натурный эксперимент. Приспособление предназначено для расширения открытой борозды перед непосредственной укладкой очередного пласта. Более широкая борозда позволяет пластам опрокинуться полностью, не мешая друг другу, и таким образом сформировать безгребневую поверхность вспаханного поля. Один из конструктивных вариантов приспособления представляет собой вертикальный щиток, установленный за каждым рабочим корпусом под углом атаки к направлению движения таким образом, чтобы отодвигать только что уложенный пласт чуть дальше в сторону вспаханного поля. Опытный образец экспериментального плуга показал более высокое качество работы с полным оборотом пластов. Разработана и описана конструкция навесного четырёхкорпусного плуга для промышленного изготовления. Ширина захвата плуга составляет 1,4 м, масса плуга вместе с приспособлением – 800 кг. Агрегируется с трактором МТЗ-Беларус-1221.2, а также с импортными тракторами подобного класса. Приспособление может регулироваться на различную степень расширения борозды при изменении глубины обработки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: отвальная вспашка, оборот почвенного пласта, расширение борозды, вертикальные щитки.

Modern ploughs for moldboard ploughing can not yet fully satisfy the agrotechnical requirements to this operation of turning of soil layers. To increase the angle of rotation, people use comprehensive colters, increase the furrow width, make insignificant structural changes, but no model other than frontal ploughs can completely turn the soil layer, so that its entire surface would lay down the furrow bottom. However, frontal ploughs have not yet come into widespread acceptance due to some disadvantages of their use. The objective of this study was to use the results of mock-up specimen tests to develop a plough design with vertical shields for complete turning of soil layers suitable for commercial manufacture and convenient for use. The object of research was a four-furrow plough. Study methods included systemic analysis and full-scale experiment. The appliance is supposed to widen the open furrow right before laying the next soil layer. A wider furrow allows the layers to turn over completely not interfering with each other and thus forming a ridgeless surface of the ploughed field. One of the structural variants of the appliance is a vertical shield mounted behind each plough working body at an incidence with respect to motion direction in order to move aside the newly-settled layer toward the ploughed field. The test prototype of the experimental plough showed higher performance with complete turning of soil layers. The authors have developed and described the design of a mounted four-furrow plough for commercial manufacture. Its furrow width is 1.4 m and its weight together with the appliance is 800 kg. It can be ganged up with an MTZ-Belarus-1221.2 tractor or foreign equivalents of the same class. The appliance can be adjusted to yield a different degree of furrow widening with tillage depth changes.

KEY WORDS: moldboard ploughing, turning of soil layer, furrow widening, vertical shields.

Введение

В настоящее время существующие плуги для отвальной вспашки пока ещё не могут полностью удовлетворить агротехнические требования к этой операции по обороту почвенных пластов. Чтобы увеличить угол переворота, применяются развитые предплужники, которые способствуют увеличению ширины захвата плужных корпусов. Известны

различные незначительные конструктивные изменения рабочих корпусов [1, 2, 3, 4], но они не приводят к улучшению качества вспашки, а полный оборот пластов могут реализовать только фронтальные плуги, пока ещё мало распространённые из-за присущих им недостатков.

На кафедре сельскохозяйственных машин Воронежского государственного аграрного университета разработано приспособление к отвальным плугам, позволяющее полностью оборачивать почвенные пласты. Этого требует агротехника при основной обработке почвы, но до настоящего времени достигнуто лишь частичное увеличение угла переворота пластов за счёт постановки развитых предплужников или увеличения ширины захвата рабочего корпуса [5, 6, 7, 8].

Цель исследования – по результатам испытаний макетного образца разработать конструкцию плуга с вертикальными щитками для полного оборота пластов, пригодную для промышленного изготовления и удобную в эксплуатации.

Увеличение угла оборота пластов может быть достигнуто за счёт расширения борозды дополнительным приспособлением перед непосредственной укладкой очередного пласта. Более широкая борозда даёт возможность пластинам лечь на её дно всей плоскостью, не мешая друг другу, и создать безгребневую поверхность вспаханного поля.



Рис. 1. Промышленный образец плуга с полным оборотом пластов

Авторами предложено два конструктивных решения такого приспособления: рабочий орган в виде сферического диска [9] и в виде вертикального щитка [10].

Опытный образец навесного трёхкорпусного плуга со щитками был испытан при выполнении технологического процесса с оценкой качества работы (рис. 1). Как и следовало ожидать, борозды действительно расширились, пахотный горизонт перевернулся полностью, но абсолютного выравнивания микрорельефа не произошло из-за крошения пластов.

Теоретически прямоугольники укладываются идеально, но пласт теряет форму, он должен крошиться плугом, и тогда слабовыраженная гребнистость всё же остаётся [11]. Она составила всего 5,3% против 17% при вспашке без щитков. Поскольку щитки дополнительно воздействуют на комки перевернутой почвы, заметно уменьшилась глыбистость: 17,3 против 46,2%. Практически полностью заделанной в почву оказалась стерня предшественника, так как на поверхности поля осталось 2% стерни по сравнению с 44% при работе без щитков.

Разработка конструкции плуга с приспособлением для полного переворота пластов заключалась в графическом анализе процесса переворота по теории профессора Н.В. Щучкина с определением минимально необходимой дистанции между корпусами плуга, рациональной длины щитков и пределов регулировки их углов наклона к направлению движения. Натурный эксперимент с макетным образцом продемонстрировал, что при полном обороте пластов предплужники не нужны, дистанцию между корпусами можно уменьшить.

В результате графического анализа и проектирования оказалось, что при работе без предплужников имеется возможность уменьшить дистанцию между корпусами на 0,2 м, то есть с 0,79 до 0,58 м, если ширина захвата корпуса равна 0,35 м, а длина щитка должна составлять $l_{щ} = 0,62-0,65$ м. Эти данные легли в основу проектирования промышленного образца плуга с компактным размещением рабочих корпусов и вспомогательных щитков, а также с надёжным креплением и удобной регулировкой всего приспособления для полного оборота пластов. Был выбран четырёхкорпусный вариант плуга.

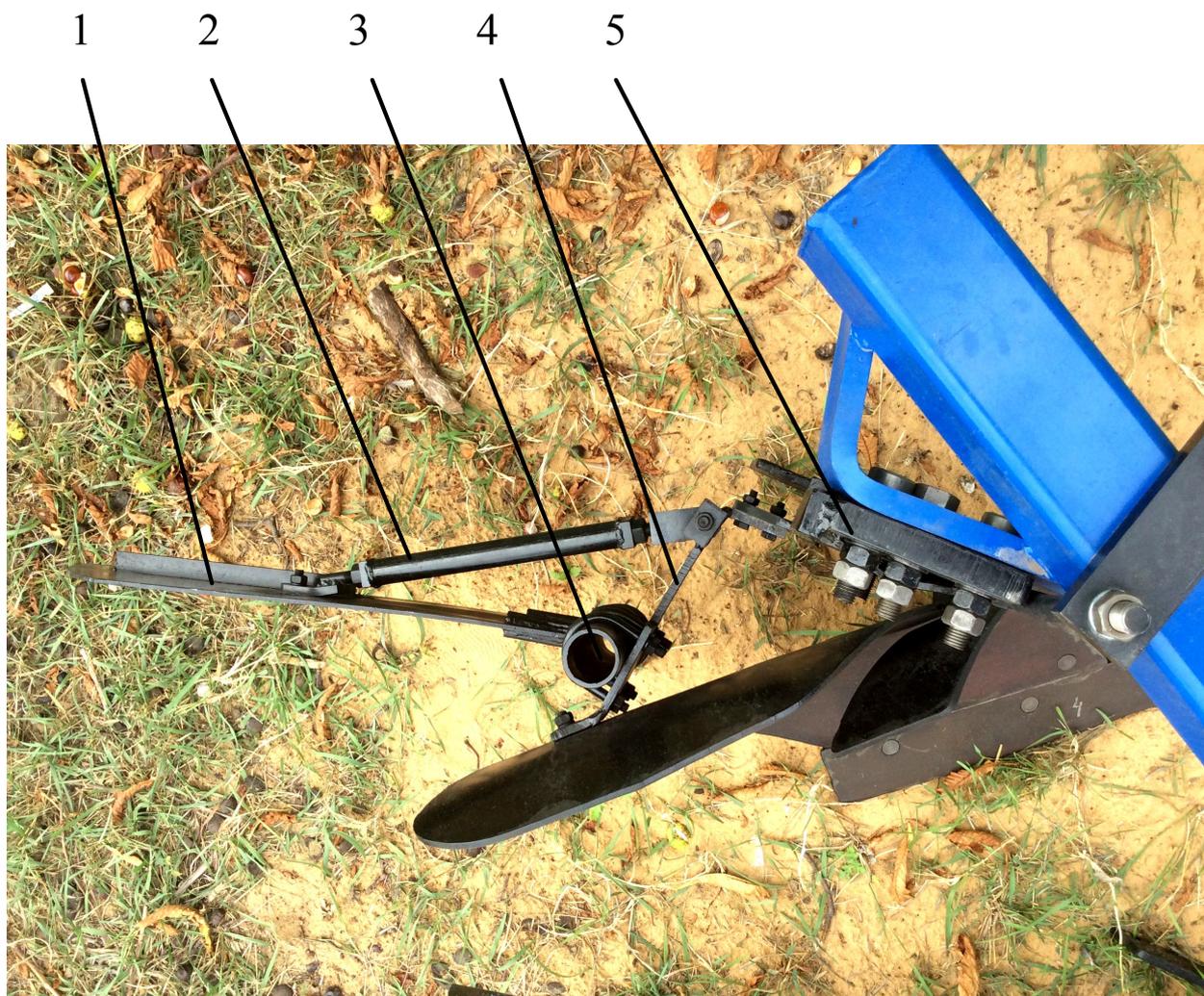


Рис. 2. Крепление щитка к рабочему корпусу плуга (вид сверху)

Результаты

Плуг массой 800 кг имеет плоскую раму, сваренную из труб прямоугольного сечения $100 \times 100 \times 7$ мм, жёсткую систему трёхточечной навески с возможностью смещения в боковом направлении и опорное колесо с винтовым механизмом регулировки глубины вспашки. Колесо можно перемещать по раме в продольном направлении для лучшего копирования рельефа поля.

На раме установлены четыре комбинированных рабочих органа. Они крепятся к несущему кронштейну в виде непрерывной зигзагообразной змейки, приваренной к главной балке плуга. Этот зигзагообразный кронштейн придаёт раме повышенную жёсткость, она не деформируется даже при аварийной нагрузке при вспашке.

Комбинированный рабочий орган представляет собой плужный рабочий корпус шириной захвата 0,35 м, дополненный вертикальным щитком. На рисунке 2 вертикальный щиток 1 имеет вид прямой линии. Сзади он снабжен регулируемой по длине штангой 2, выполняющей функцию упора. Изменяя длину штанги, можно регулировать угол атаки щитка, что определяет степень расширения борозды. При регулировке щиток поворачивается на оси 3. Ось укреплена на распорке 4, которая обычно предохраняет отвал от деформации под воздействием почвы. И распорка, и штанга болтовым соединением связаны со стойкой 5 рабочего корпуса.

Выводы

Сотрудниками кафедры сельскохозяйственных машин Воронежского ГАУ разработана модель четырёхкорпусного навесного плуга с полным оборотом почвенных пластов, ширина захвата которого составляет 1,4 м.

Плуг рассчитан на агрегатирование с трактором МТЗ-Беларус-1221.2 или импортными тракторами подобного класса.

Рабочая скорость предложенной модели со щитками и без них достигает соответственно 9 и 12 км/ч.

Разработанная техническая документация передана машиностроительному предприятию «Воронежский станкозавод-холдинг», где и был изготовлен первый промышленный образец изделия.

Список литературы

1. Василенко В.В. Воронежские плуги / В.В. Василенко, Г.А. Халфин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2001. – № 6. – С. 16.
2. Василенко В.В. Минимальная дистанция между корпусами плуга / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 4. – С. 23–25.
3. Василенко В.В. Перспективное направление в системе обработки почвы / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2007. – № 1. – С. 8–10.
4. Василенко В.В. Свекловичный плуг для трактора МТЗ-1221 / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2003. – № 6. – С. 14.
5. Василенко В.В. Свекловичные плуги из Воронежа / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Г.А. Халфин // Сахарная свёкла. – 2002. – № 7. – С. 27–28.
6. Василенко В.В. Технологические особенности плугов серии «Богатырь» / В.В. Василенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2008. – № 5. – С. 7–8.
7. Василенко В.В. Увеличение угла переворота пласта при вспашке / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2013. – Вып. 1 (36). – С. 98–100.
8. Модернизация плужного корпуса / В.В. Василенко, С.В. Василенко, Д.В. Стуров, Г.А. Халфин, А.И. Сергиенко // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 5. – С. 33–35.
9. Пат. 2479180 Российская Федерация, МПК А01В 17/00, А01В 3/00 (2006.01). Плуг для отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.В. Василенко, М.В. Зыбин; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2011146778/13; заявл. 17.11.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 4 с.
10. Пат. 2549776 Российская Федерация, МПК А01В 15/00, А01В 15/10 (2006.01). Плуг с полным переворотом пласта / В.В. Василенко, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин; заявитель и патентообладатель Воронежский государственный аграрный университет. – № 2013148232/13; заявл. 29.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12. – 5 с.
11. Способы повышения качества отвальной вспашки / В.В. Василенко, С.И. Коржов, С.В. Василенко, А.Н. Хахулин // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2014. – Вып. 3 (42). – С. 118–122.