

Н. Д. Лепёшкин, В. В. Микульский, П. П. Бегун, В. В. Мижурин

РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: mehposev@mail.ru

ПЛУГ ОБОРОТНЫЙ НАВЕСНОЙ С ИЗМЕНЯЕМЫМ ЦЕНТРОМ МАСС ПОНС-4-40: ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКЦИИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

Аннотация. В статье рассмотрены конструкция и принцип работы навесного 4-корпусного оборотного плуга с изменяемым центром масс и представлены результаты его испытаний. Установлено, что новый плуг безопасно агрегируется с трактором «Беларус-1221» и обеспечивает требуемые ТНПА показатели его работы.

Ключевые слова: конструктивная схема, оборотный навесной плуг, центр масс, складная рама, функциональные показатели, эксплуатационно-технологические показатели, экономические показатели.

N. D. Lepeshkin, V. V. Mikulsky, P. P. Begun, V. V. Mizhurin

SUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: mehposev@mail.ru

MOUNTED REVERSAL PLOW WITH VARIABLE CENTER OF MASS PNMF-4-40: DESIGN FEATURES AND TEST RESULTS

Abstract. The article discusses the design and operating principle of a mounted 4-hull reversible plow with a variable center of mass and presents the results of its tests. It has been established that the new plow is safely aggregated with the Belarus-1221 tractor and provides the performance indicators required by the ROV.

Keywords: structural diagram, reversible mounted plow, center of mass, folding frame, functional indicators, operational and technological indicators, economic indicators

Введение

Для проведения отвальной вспашки в Республике Беларусь, в том числе и с участием РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», разработаны и освоены в производстве оборотные плуги ко всем классам тракторов. Однако оборотные плуги из-за наличия у них поочередно работающих лево- и правооборачивающих корпусов имеют большую по сравнению с загонными плугами материалоемкость. Поэтому с учетом особенностей отечественных тракторов все они, за исключением 3-корпусных плугов, были созданы в полунавесном варианте [1–5]. Вместе с тем практика использования полунавесных плугов показала, что для их работы требуются разворотные полосы большой ширины, а качественная обработка этих полос затруднена. Кроме этого затруднена, а иногда и невозможна вспашка мелкоконтурных полей, а также полей со сложной конфигурацией.

Одним из путей решения этой проблемы является расширение номенклатуры навесных плугов и в первую очередь создание 4-корпусного оборотного плуга к широко применяемому в республике трактору «Беларус-1221».

Основная часть

Основным недостатком существующих конструкций навесных оборотных плугов ввиду их большой массы по сравнению с загонными является то, что при их агрегатировании с тракторами «Беларус» в транспортном положении возникает опрокидывающий момент и нагрузка на

управляемые колеса трактора составляет менее 20 % от его эксплуатационной массы. Поэтому для обеспечения требования по управляемости трактора производится его балластировка – установка в передней части трактора балластных грузов или используются трактора, имеющие большую нагрузку на управляемые колеса, т. е. трактора большего тягового класса. Однако обеспечить требуемую нагрузку на управляемые колеса с помощью балластных грузов не всегда представляется возможным из-за ограниченности их допустимой массы, а использование трактора с большей нагрузкой на управляемые колеса не полностью реализует его тяговое усилие.

С учетом сказанного РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» была обоснована и запатентована конструкция плуга, позволяющая уменьшить опрокидывающий момент при его транспортировании и обороте за счет приближения центра масс плуга к оси его подвеса путем складывания рамы [6–8]. Такое техническое решение позволяет создавать плуги, которые при практически одинаковой массе, как у навесных плугов с цельной рамой, будут обеспечивать уменьшение опрокидывающего момента, возникающего в транспортном положении, а следовательно, безопасное агрегатирование плуга с трактором.

Конструктивно перспективный плуг со складной рамой состоит из навесного устройства 1 (рисунок 1), с помощью которого он навешивается на ось автосцепки 2 и затем агрегируется с трактором.

Механизм оборота 3 рамы 12 служит для перевода правооборачивающих корпусов 4 с углосни-
мами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углосни-
мами 17 в рабочее положение в зависимости от направления движения трактора с плугом по полю.

Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 предназначено для установки и поддержания глубины вспашки плуга. Электрооборудование 7 предназначено для обозначения габаритов, указания поворотов и стоп-сигнала при транспортировании плуга по дорогам. Гидросистема 8 служит для перевода плуга из транспортного положения в рабочее и наоборот.

Опора 9 предназначена для обеспечения устойчивого положения плуга при хранении. Чистик 10 предназначен для очистки правооборачивающих корпусов 4 с углосни-
мами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углосни-
мами 17 в случае налипания на них почвы. Параллелограмм-
ный механизм корректировки ширины захвата 11 первого корпуса А предназначен для изменения его положения в поперечной плоскости в зависимости от колеи колес трактора, для обеспечения слитности пахоты при переменной работе правооборачивающих корпусов 4 с углосни-
мами 16 и левооборачивающих корпусов 5 с углосни-
мами 17.

При этом рама 12 плуга состоит из передней Б и задней В части, которые шарнирно соединены между собой с помощью кронштейнов 13 и оси 14. Гидроцилиндр складывания-раскладывания 15 также соединяет переднюю Б и заднюю В части рамы 12 и служит для перевода задней В части из транспортного положения в рабочее. Таким образом, при переводе задней В части рамы 12 плуга в рабочее положение образуется единая несущая конструкция рамы 12 плуга.

Плуг работает следующим образом. При помощи навесного устройства 1 и оси автосцепки 2 плуг агрегируют с трактором. Далее гидросистема 8 плуга подсоединяется к гидросистеме трактора. Электрооборудование 7 плуга соединяется с розеткой электрооборудования трактора. Затем на ровной площадке производят корректировку ширины захвата плуга с помощью параллелограммного механизма корректировки ширины 11 захвата первого корпуса А. После этого при помощи колеса опорного 6 с механизмом регулировки 18 устанавливают требуемую глубину вспашки.

Далее плуг транспортируется на поле. По прибытии на место работы плуг из транспортного положения переводят в рабочее. Для этого с помощью механизма оборота 3 рамы 12 производят оборот рамы 12 в правое или левое положение, соответственно будут задействованы в работе правооборачивающие корпуса 4 с углосни-
мами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углосни-
мами 17. Затем с помощью гидроцилиндра складывания-раскладывания 15 задней В части рамы 12 осуществляют ее перевод в рабочее положение.

При начале движения трактора с плугом правооборачивающие корпуса 4 с углосни-
мами 16 или левооборачивающие корпуса 5 с углосни-
мами 17 плуга заглубляются, отделяют пласт почвы от массива и оборачивают его. Колесо опорное 6 с механизмом регулировки 18 обеспечивает

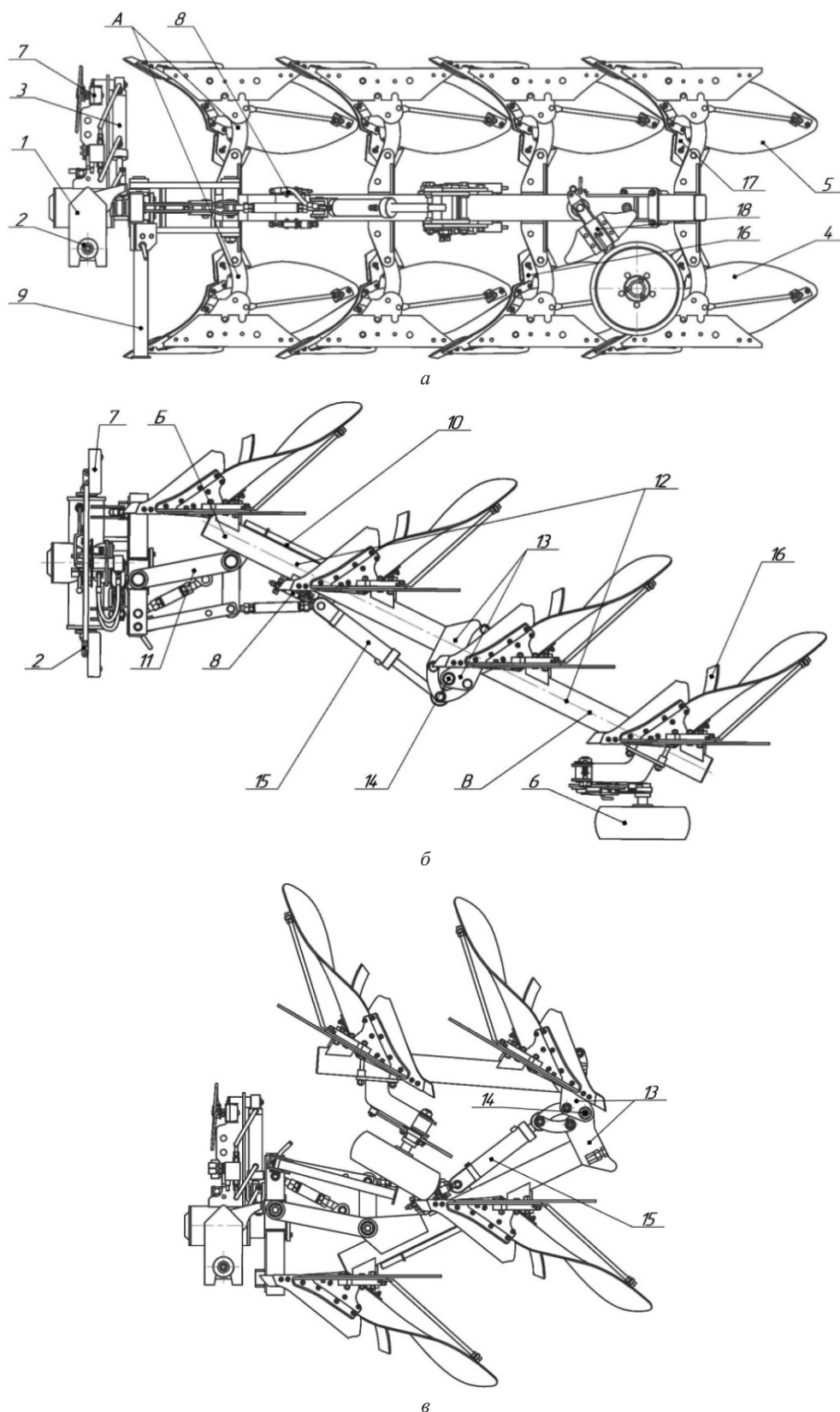


Рисунок 1 – Плуг навесной оборотный со складной рамой: *а* – вид сбоку; *б* – вид сверху; *в* – плуг в транспортном положении; 1 – навесное устройство; 2 – автосцепка; 3 – механизм оборота; 4 – правооборачивающие корпуса; 5 – левооборачивающие корпуса; 6 – колесо опорное; 7 – электрооборудование; 8 – гидросистема; 9 – опора; 10 – чистик; 11 – параллелограммный механизм корректировки ширины захвата; 12 – рама; 13 – кронштейн; 14 – ось; 15 – гидроцилиндр складывания-раскладывания; 16, 17 – углоснимы; 18 – механизм регулировки

заданную глубину обработки. В конце гона плуг переводится в транспортное положение, осуществляется разворот и оборот рамы 12 плуга механизмом оборота 3 рамы 12 в другое положение.

С использованием предложенного технического решения РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ОАО «МЗШ» был разработан и испытан в ГУ «Белорусская МИС» опытный образец навесного 4-корпусного оборотного плуга ПОНС-4-40 [9].

Техническая характеристика плуга ПОНС-4-40 представлена в таблице.

Техническая характеристика опытного образца плуга ПОНС-4-40

Наименование показателя	Значение
Тип плуга	навесной
Масса конструктивная, кг	1320
Агрегатирование	«Беларус-1221»
Габаритные размеры агрегата, мм: – в рабочем положении (длина/ширина/высота); – в транспортном положении (длина/ширина/высота).	4 100/2 400/1 600 2 600/1 600/2 900
Дорожный просвет, мм	400
Конструктивная ширина захвата плуга, м	1,6
Тип корпуса	полувинтовой
Количество корпусов, шт.: правооборачивающих; левооборачивающих	4 4
Конструктивная ширина захвата корпуса, мм	40
Расстояние между корпусами по ходу плуга, мм	810
Расстояние от опорной плоскости корпусов до нижней плоскости рамы, мм	720
Тип предохранителя корпуса	срезной болт

В результате испытания установлено, что при складывании длина плуга уменьшается с 4 100 мм до 2 600 мм (см. таблицу), при этом нагрузка на управляемые колеса трактора «Беларус-1221» при массе плуга 1 320 кг составила 22 % от его эксплуатационной массы, что соответствует требованиям ГОСТ 12.2.111–2020 «Машины сельскохозяйственные навесные и прицепные. Общие требования безопасности».

Испытания плуга проводились на полях ГП «Экспериментальная база «Зазерье» ОАО «Зазерка» Пуховичского района и ГСХУ «Несвижская сортировальная станция» Несвижского района Минской области во время летне-осенних полевых работ 2024 г. (рисунок 2).

Условия испытаний характеризовались низкой влажностью почвы (4,6–22 %) и повышенной твердостью (2,1–7,5 МПа) из-за продолжительного отсутствия в этот период осадков.

Фонами при проведении испытаний плуга являлись поля после уборки зерновых, овощных и технических культур, однолетних и многолетних трав, а также пастбища.

В результате проведения испытаний было установлено, что плуг в основном соответствует требованиям ТЗ и другим техническим нормативно-правовых актов (ТНПА).

Так, по результатам функциональных испытаний выявлено, что при установочной глубине 20 см на вспашке поля со стерней зерновых и установочной глубине 22 см на вспашке пастбища и поля после уборки многолетних трав отклонение фактической глубины обработки почвы от заданной не превысило 1 см, что соответствует требованиям ТЗ и СТБ 1388-2019 (не более ± 2 см). Отклонение рабочей ширины захвата от конструктивной составило 3,1–5,6 % (по ТЗ и СТБ 1388-2019 – ± 10 %). Глубина заделки растительных и пожнивных остатков составила 10–13 см (по ТЗ и СТБ 1388-2019 – не менее 10 см). Степень заделки растительных и пожнивных остатков составила 98,3–99,6 % (по ТЗ и СТБ 1388-2019 – не менее 98 %). Крошение почвы (массовая доля фракций до 5 см) составило 73,2–95,7 % (по ТЗ и СТБ 1388-2019 – не менее 70 %). Гребнистость поверхности вспашки составила 2–3 см (по ТЗ и СТБ 1388-2019 – не более 5 см). При этом производительность плуга за час составила: основного времени – 1,28–1,45 га; сменного – 0,96–1,08 га; эксплуатационного – 0,93–1,06 га. Удельный расход топлива за сменное время составил 16,2–18,2 кг/га.



а



б

Рисунок 2 – Плуг ПОНС-4-40: *а* – в транспортном положении; *б* – в работе

Проведенный по результатам эксплуатационно-технологической оценки расчет экономических показателей использования плуга ПОНС-4-40 на вспашке поля со стерней зерновых культур показал, что в сравнении с зарубежным аналогом (плуг Pietro фирмы MaschioGaspardo, Италия) данный плуг обеспечивает годовой экономический эффект в размере 21 452,4 руб., снижение себестоимости механизированных работ на 40,5 % и срок окупаемости абсолютных капитальных вложений в течение 2 лет.

Заключение

1. Конструктивное исполнение плуга навесного оборотного ПОНС-4-40, в котором для изменения положения центра масс при переводе его в транспортное положение применена складная рама, позволяет безопасно агрегатировать данный плуг с трактором «Беларус-1221» и дает возможность более производительного обрабатывать мелкоконтурные поля и поворотные полосы, которые практически невозможно обрабатывать многокорпусными полунавесными плугами.

2. Приемочными испытаниями определены фактические значения показателей плуга ПОНС-4-40 и установлено, что опытный образец плуга соответствует требованиям ТЗ и других ТНПА по функциональным и эксплуатационно-технологическим показателям и экономически эффективен в сравнении с импортным аналогом.

Список использованных источников

1. Основные направления развития механизации обработки почвы и посева в Республике Беларусь до 2030 года / Н. Д. Лепешкин, А. А. Точицкий, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2018. – Вып. 51. – С. 10–16.

2. Точицкий, А. А. Плуги оборотные или загонные. Что эффективнее? / А. А. Точицкий, Н. Д. Лепешкин // Белорусское сельское хозяйство. – 2006. – № 8. – С. 16–19.
3. Лепешкин, Н. Д. Почвообрабатывающие машины для основной обработки почвы и перспективы их развития (для условий Республики Беларусь) / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск : Беларус. навука, 2023. – Вып. 56. – С. 45–51.
4. Десять корпусов для гладкой вспашки / Н. Д. Лепешкин, П. П. Костюков, Г. И. Павловский [и др.] // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – № 9 (137). – С. 107–108.
5. Перспективный плуг ПО-(8+4)-40 для тракторов мощностью 450 л. с. / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц [и др.] // Вестник БГСХА. – № 1. – 2021. – С. 167–171.
6. Полезная модель ВУ 13590. Навесной плуг с изменяемым центром масс : опубл. 20.11.2024 / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, В. В. Микульский, Г. И. Павловский.
7. Плуг с изменяемым центром масс: промышленный образец ВУ 5276 / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, В. В. Микульский, Г. И. Павловский : опубл. 20.11.2024.
8. Лепешкин, Н. Д. Обоснование конструктивной схемы, разработка и испытания экспериментального образца навесного оборотного 4-корпусного плуга с изменяемым центром масс к тракторам «БЕЛАРУС –1221» / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, В. В. Микульский, А. В. Пётух // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве : материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 17–18 окт. 2024 г.) ; редкол.: П. П. Казакевич [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2024. – С. 227–231.
9. Протокол №083-1/2-2024 от 17 декабря 2024 года приемочных испытаний плуга оборотного навесного с изменяемым центром масс ПОНС-4-40 / ГУ «Белорусская МИС». – 2024. – 79 с.