

Заключение

В результате расчета основных конструктивных и кинематических параметров комбинированного рабочего органа получены следующие результаты: скорость подающего транспортера $v_{ц.п.} = 0,012$ м/с, частота вращения шнекового барабана $n_{\sigma} = 11$ мин⁻¹ (принято исходя из технических возможностей привода фрезерного агрегата, системы $n_{\sigma} = 428$ мин⁻¹), количество ножей на шнековом барабане $n_{нож} = 56$ шт, частота вращения дисков $n_{\delta} = 483$ мин⁻¹), количество лопаток на диске 4 шт., рабочая ширина захвата машины $B_p = 10$ м.

Список использованных источников

1. Клочков, А. В. Сельскохозяйственные машины. Теория и расчет: учебное пособие / А. В. Клочков, В. Г. Ковалев, П. М. Новицкий. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – С. 105–108.
2. Бердышев, В. Е. Сельскохозяйственные машины / В. Е. Бердышев [и др.] // 2-е изд. – СПб: Проспект науки, 2018. – С. 51–53.

УДК 631.51

Поступила в редакцию 25.08.2022
Received 25.08.2022

Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
E-mail: mehposev@mail.ru*

ПОЧВОВЛАГОСБЕРЕГАЮЩИЕ МАШИНЫ ДЛЯ ОСНОВНОЙ БЕЗОТВАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ (ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)

Аннотация. Разработанные РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» машины для основной безотвальной обработки почвы предназначены для почвовлагосберегающей обработки почвы преимущественно на склоновых землях. В статье показаны особенности и преимущества новых машин, приведены сведения об их назначении, устройстве, рабочих органах, результатах испытаний, а также об инновационных решениях, использованных при разработке этих машин, и перспективах их развития.

Ключевые слова: основная обработка почвы, почвовлагосбережение, многофункциональный почвообрабатывающий агрегат, луцильник, агрегат для безотвальной обработки почвы, патенты, рабочие органы.

N. D. Lepeshkin, V. V. Mizhurin

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus
E-mail: mehposev@mail.ru*

SOIL-WATER-SAVING MACHINES FOR THE BASIC DOUBLE-STOPPING SOIL TILLAGE AND PROSPECTS FOR THEIR DEVELOPMENT (FOR THE CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

Abstract. The machines for basic non-moldboard tillage developed by RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization” are designed for soil-moisture-saving tillage mainly on sloping lands. The article shows the features and advantages of new machines, provides information about their purpose, device, working bodies, test results, as well as information about innovative solutions used in the development of these machines and the prospect of their development.

Keywords: basic tillage, soil-moisture conservation, multifunctional tillage unit, cultivator, unit for non-moldboard tillage, patents, working bodies.

Введение

Проблемы влагообеспеченности и защиты почвы от эрозии на склоновых землях должны решаться путем использования почвовлагодобывающих технологий возделывания сельскохозяйственных культур, направленных на задержание осадков на месте их выпадения и перевод поверхностного стока во внутрисочвенный. Поскольку наиболее интенсивный смыв и размыв почвы происходит при весеннем стоке талых вод и осенних ливнях, т.е. в период, когда на почве отсутствует (почва подготовлена на зябь) или еще не развилась достаточно мощная растительность (посевы озимых), то основная роль в деле предупреждения и прекращения процессов эрозии принадлежит основной обработке почвы, которая может наиболее существенно изменить агрофизические свойства почвы.

С учетом агрофизических свойств почвы, возделываемых культур, севооборота, угла склона и эрозионной устойчивости почвы для основной обработки склоновых земель могут использоваться отвальный, безотвальный, поверхностный, комбинированный и другие способы обработки почвы. Однако преобладающим является безотвальный способ обработки почвы, включающий такие приемы обработки, как мульчирование, чизелевание, глубокое рыхление [1].

Для технического обеспечения безотвального способа основной обработки почвы в республике создан новый комплекс высокоэффективных машин, обеспечивающих эти приемы, в который входит и ряд машин, созданных с участием РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Наиболее значимыми из этих машин являются луцильник дисковый ромбовидный ЛДР-9, агрегат для безотвальной обработки почв АБТ-4 и многофункциональный почвообрабатывающий агрегат АПМ-6 (АПМ-6А).

Цель работы: показать особенности и преимущества указанных машин, дать сведения об их назначении, устройстве, рабочих органах и инновационных решениях, использованных при их разработке, а также показать перспективу развития новых машин для безотвальной обработки почвы.

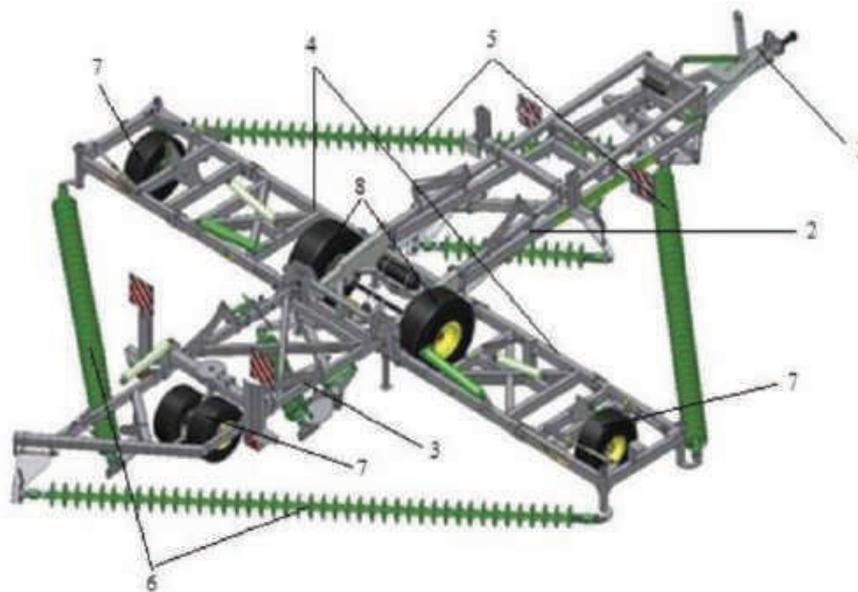
Основная часть

Для выполнения неглубоких (до 12 см) мульчирующих обработок почвы, в том числе и лущения стерни, в республике созданы и широко используются агрегаты с дисковыми рабочими органами, установленными на индивидуальной подвеске. Однако практика их использования показала, что минимальная глубина обработки такими агрегатами составляет 6–8 см. Поэтому при их использовании на лущении стерни, особенно мелкозерновых культур, где минимальная глубина обработки должна составлять 3 см, полностью спровоцировать всходы падалицы не удастся. В результате в посевах основной культуры всходят семена таких предшественников, как рапс и просо. Кроме этого, ширина захвата их не превышает 6–7,5 метра, что растягивает сроки проведения лущения. С учетом сказанного для лущения стерни и других мелких обработок почвы, в том числе и мульчирующих, на основе проведенных исследований и зарубежного опыта РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» совместно с ОАО «Щучинский ремонтный завод» разработан луцильник дисковый с двухрядным расположением рабочих органов, выполненных по ромбовидной схеме, ЛДР-9.

Луцильник (рис. 1) состоит из снлицы 1, центральной 2 и шарнирно соединенных с ней задней 3 и двух боковых 4 рам, на которых в виде ромба установлены под углом друг к другу две передние 5 и две задние 6 дисковые батареи. Кроме этого, луцильник имеет опорные 7 и опорно-транспортные 8 колеса, оборудован электро- и гидросистемой (не показаны).

Отличительной особенностью луцильника ЛДР-9 является то, что здесь в качестве рабочих органов используются литые сферические диски, имеющие внутри крючок, а снаружи проушину. Это позволяет собирать диски в батареи в виде цепей, которые и обеспечивают равномерную по ширине захвата глубину обработки от 3 см.

Луцильник работает следующим образом. После присоединения снлицы к трактору передние и задние дисковые батареи с помощью гидросистемы переводятся в рабочее положение. Далее при движении луцильника по полю установленные под углом друг к другу две передние и две задние дисковые батареи из шарнирно собранных между собой в виде цепи дисков под собственным



а



б

Рис. 1. Луцильник дисковый ромбовидный ЛДР-9: *а* – схема луцильника; *б* – вид сбоку луцильника; 1 – сница; 2 – центральная рама; 3 – задняя рама; 4 – боковая рама; 5 – передняя дисковая батарея; 6 – задняя дисковая батарея; 7 – опорное колесо; 8 – опорно-транспортное колесо

весом погружаются в почву, разрезают растительные остатки и крошат обрабатываемый слой почвы. При этом шарнирное соединение дисков в дисковых батареях обеспечивает копирование рельефа почвы по ширине захвата луцильника, а следовательно, и подрезание растительных остатков даже при минимальной глубине обработки.

Приемочные испытания луцильника ЛДР-9, проведенные ГУ «Белорусская МИС» [2], показали, что его рабочая скорость составляет 10,1–14,9 км/ч, глубина обработки – 3,1–6,3 см, подрезание растительных остатков (за один проход) – 91,4–95,3 %, гребнистость поверхности почвы – 2–4 см, крошение почвы (содержание комков размером до 25 мм) – 81,9–89,7 %, производительность за 1 час основного времени – 9,81–13,41 га, удельный расход топлива за сменное время – 5,0–6,7 кг/га, коэффициент надежности технологического процесса – 0,98–0,99. Себестоимость механизированных работ при использовании луцильника ЛДР-9 по сравнению с импортным аналогом Kelly МРН-9000 (Австралия) снижается на 47,1 %.

Конструкция луцильника ЛДР-9 защищена патентом Республик Беларусь [3].

Наряду с агрегатами с дисковыми рабочими органами для более глубоких обработок (15–30 см) в республике освоено производство чизельных и чизельно-дисковых агрегатов. Одним из таких агрегатов является агрегат АБТ-4 (рис. 2), который предназначен для безотвальной обработки почвы на глубину до 30 см с мульчированием, выравниванием и прикатыванием поверхности поля. Используется при обработке почвы по следующим агрофонам: стерня озимых и яровых культур; осенняя зябь; при полупаровой обработке почвы; поля после уборки кукурузы, свеклы, картофеля; весенняя зябь.

Агрегат имеет ширину захвата 4 м и агрегатируется с тракторами мощностью 300–350 л.с. Агрегат выполнен в полунавесном варианте и состоит из следующих основных сборочных еди-



Рис. 2. Агрегат для безотвальной обработки почвы АБТ-4

ниц: центральной рамы, снлицы, ловителя, оси, колесного хода, одиннадцати рыхлительных рабочих органов, четырех секций дисковых батарей, трех опорно-прикатывающих катков с амортизирующим устройством, гидросистемы и световозвращателей.

Испытания агрегата, проведенные ГУ «Белорусская МИС» [4], показали, что он обеспечивает глубину обработки до 30 см, полное подрезание растительных остатков (100 %), гребнистость поверхности поля 4–6 см, крошение почвы (содержание комков почвы размером до 50 мм) – 93,9–98,4 %, производительность за 1 час основного времени при глубине обработки 30 см – 3,0 га, удельный расход топлива за сменное время: при глубине 20 см – 13,3 кг/га, и при глубине 30 см – 16,9 кг/га, коэффициент надежности технологического процесса – 0,98.

Проведенный по результатам эксплуатационно-технологической оценки расчет экономических показателей использования агрегата АБТ-4 показал, что себестоимость механизированных работ по сравнению с использованием импортного аналога SL 400 фирмы «Simba» (Великобритания) снижается на 24,4 %.

По результатам испытаний агрегат поставлен на производство в ОАО «Витебский мотороремонтный завод».

Новизна технических решений, примененных в агрегате, защищена патентом Республики Беларусь [5] и евразийскими патентами [6, 7, 8].

Одним из направлений создания почвообрабатывающей техники на современном этапе является их универсальность и многофункциональность, которая достигается за счет использования сменных рабочих органов и блочно-модульной конструкции. Это позволяет путем несложной перестановки блоков рабочих органов местами или замены их сменными блоками составлять технологические схемы агрегата, наиболее полно отвечающие технологическим процессам обработки различных агрофонов.

С учетом этих подходов в РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан и освоен в производстве ОАО «Бобруйсксельмаш» почвообрабатывающий многофункциональный агрегат АПМ-6 (АПМ-6А) к тракторам мощностью 300–350 л.с. (рис. 3).

Схемы комплектации сменными блоками рабочих органов для выполнения различных технологических процессов обработки почвы в системе традиционного и почвозащитного земледелия представлены на рис. 4.

Новый агрегат прошел приемочные испытания в ГУ «Белорусская МИС» [9]. При этом было установлено, что на мульчирующей обработке почвы (6–12 см) агрегат обеспечивает полное подрезание сорняков (100 %) с сохранением на поверхности поля и в слое 0–8 см до 68 % растительных и пожнивных остатков, гребнистость поля – до 3 см, крошение почвы (содержание комков до 25 мм) – 88,8–91,2 %, производительность за 1 час основного времени – 5,84–6,36 га, удельный расход топлива за сменное время – 9,26–9,32 кг/га, коэффициент технологической надежности – 0,99.

При глубине обработки от 12 до 25 см агрегат обеспечивает полное подрезание сорняков и растительных остатков, гребнистость поверхности почвы – 3–4 см, крошение почвы (содержание комков размером до 25 мм) – 87–98 %, производительность за 1 час основного времени – 3,88–5,24 га, удельный расход топлива за сменное время – 12,08–15,0, коэффициент надежности технологического процесса – 0,97–0,99 [10].

В зависимости от сопоставляемого комплекса машин степень снижения себестоимости механизированных работ составляет от 24,3 до 49,3 %.



Рис. 3. Агрегат почвообрабатывающий многофункциональный АПМ-6 в комплектации с дисковыми и лаповыми рабочими органами

№	Технологический процесс	Схема расстановки секций рабочих органов			
В системе традиционного земледелия					
1	Лущение жнивья, обработки пласта трав, сидератов и промежуточных культур (глубина обработки 6-12 см)				
		сферический диск	волнистый диск	каток с зубчатыми дисками	
2	Обработка полей на зябь, а также зяби под посев пропашных: свеклы, картофеля, кукурузы (глубина обработки 12-25 см)				
		сферический диск	рыхлительная лапа	выравниватель	каток с зубчатыми дисками
3	Послеуборочная обработка агрофонов высокостебельных культур: кукурузы, рапса, зеленых удобрений				
		спирально-ножевой каток	сферический диск	спирально-планчатый каток	
В системе почвозащитного земледелия					
1	Для послеуборочной мульчирующей обработки почвы на глубину 8-10 см, а также обработки почвы по мере прорастания сорняков или предпосевной обработки на глубину 6-8 см				
		волнистый диск	игольчатый диск	спирально-планчатый каток	
2	Для мульчирующей обработки стерневых агрофонов на зябь (глубина обработки 12-25 см)				
		игольчатый диск	рыхлительная лапа	выравниватель	спирально-планчатый каток
3	Послеуборочная обработка агрофонов высокостебельных культур: кукурузы, рапса, зеленых удобрений	Схема расстановки секций рабочих органов та же, что и в системе традиционного земледелия (№ 3)			

Рис. 4. Схема комплектации агрегата АПМ-6 (АПМ-6А)

Новые технические решения, примененные в агрегате, защищены патентами Республики Беларусь [11, 12, 13].

Несмотря на определенные преимущества универсальных многофункциональных агрегатов, заключающиеся в основном в увеличении их загрузки в течение года и сокращении парка почвообрабатывающих машин, они имеют также недостатки, которое можно устранить при дальнейшем совершенствовании их конструкции. Так, на известных многофункциональных агрегатах, в том числе и на АПМ-6, собранные в блоки и установленные на модулях рабочие органы в зависимости от выполняемого ими приёма обработки почвы будут проводить её обработку на разную глубину. Поэтому при неизменной ширине захвата агрегат не обеспечивает оптимальную загрузку трактора одной мощности, т.к. с изменением глубины обработки, даже с учетом интервала агротехнически допустимых скоростей движения, тяговое сопротивление агрегата будет изменяться. Следовательно, при установке модулей с почвообрабатывающими органами, обеспечивающими различную глубину обработки, требуются трактора различной мощности, что увеличивает парк и марочность тракторов в хозяйстве и снижает их загрузку. Поэтому перспективным является создание универсального многофункционального почвообрабатывающего агрегата для безотвальной обработки почвы с заменяемыми почвообрабатывающими органами, обеспечивающими различную глубину обработки почвы, способного увеличить загрузку трактора одной мощности за счет постоянства его тягового сопротивления, которое будет обеспечиваться изменением ширины захвата данного агрегата.

Заключение

1. Для повышения качества лущения стерни, а также выполнения других мелких, в т.ч. мульчирующих обработок почвы разработан лущильник дисковый ЛДР-9, в котором дисковые батареи, собранные из соединенных между собой с помощью шарниров дисков, позволяют обеспечить требуемое качество выполнения указанных операций.

2. Для обеспечения глубоких (15–30 см) обработок почвы разработан агрегат для безотвальной обработки почвы АБТ-4, включающий дисковые и чизельные рабочие органы и обеспечивающий безотвальную глубокую чизельную обработку почвы с одновременным мульчированием, выравниванием и прикатыванием поверхности поля.

3. Разработан новый почвообрабатывающий многофункциональный агрегат АПМ-6, новизна конструкции которого заключается в том, что в целях расширения функциональности и универсальности он создан на основе блочно-модульного принципа, что позволяет путем несложной перестановки местами блоков рабочих органов или замены их сменными блоками составлять технологические схемы агрегата, наиболее полно соответствующие технологическим процессам обработки почвы в севообороте.

4. Перспективным является создание многофункционального почвообрабатывающего агрегата с изменяемой шириной захвата, позволяющего обеспечить постоянство тягового сопротивления независимо от глубины обработки и увеличить тем самым загрузку трактора одной мощности.

Список использованных источников

1. Лепёшкин, Н. Д. К обоснованию способа и агрегата для основной обработки почвы склоновых земель (в условиях Республики Беларусь) / Н. Д. Лепёшкин, В. В. Мижурин, Д. В. Зубенко // Механизация и электрификация сельского хозяйства : межвед. темат. сб. / Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практ. центр НАН Беларуси по механизации сел. хоз-ва. – Минск, 2022. – Вып. 55. – С. 131–137.

2. Протокол № 118 Б 1/2-2018 приемочных испытаний лущильника дискового ромбовидного ЛДР-9 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2018. – 81 с.

3. Лущильник дисковый : пат. 11901 ВУ, МПК А01В 7/00, А01В 21/08 / Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин, Д. В. Заяц ; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № u 20180088 ; заявл. 02.04.2018 ; опубл. 28.02.2019.

4. Протокол № И 047 (184) Б 1/2-2012 приемочных испытаний агрегата безотвальной обработки почвы АБТ-4 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – п. Привольный, 2012. – 80 с.

5. Комбинированное почвообрабатывающее орудие: пат. 7723 ВУ, МПК А01В 49/00 / Н. Д. Лепешкин, И. И. Федорович, А. Н. Юрин, Н. И. Стасюкевич, Н. С. Высоцкая ; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № u 20110251 ; заявл. 06.04.2011 ; опубл. 30.10.2011.

6. Плоскорезущий рабочий орган: евразийский патент 026487, МПК А01В 35/20, А01В 39/20 / Н. Д. Лепешкин, И. И. Федорович, Н. С. Высоцкая, А. В. Китун, А. В. Чернуха; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № 201200366; заявл. 03.02.2012; опубл. 28.04.2017.

7. Амортизирующее устройство опорно-прикатывающего катка почвообрабатывающего агрегата: евразийский патент 030162, МПК А01В 71/02, А01В 29/04 / Н. Д. Лепешкин, И. И. Федорович, Н. С. Высоцкая, А. В. Чернуха; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № 201300181; заявл. 05.01.2013; опубл. 29.06.2018.

8. Опорно-прикатывающий каток почвообрабатывающего агрегата: евразийский патент 026011, МПК А01В 29/04 / Н. Д. Лепешкин, И. И. Федорович, Н. С. Высоцкая; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № 201200729; заявл. 16.04.2012; опубл. 28.02.2017.

9. Протокол № 144 Б 1/2-2011 приемочных испытаний агрегата почвообрабатывающего многофункционального АПМ-6А / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2014. – 75 с.

10. Протокол № 306 Б 1/2-2011 приемочных испытаний агрегата почвообрабатывающего многофункционального АПМ-6 / ИЦ ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2011. – 79 с.

11. Почвообрабатывающий многофункциональный агрегат: пат. 7168 ВУ, МПК А01В 49/00 / Н. Д. Лепешкин, А. А. Точицкий, Н. С. Высоцкая, А. В. Шевченко, В. В. Добрян; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № и 20100771; заявл. 10.09.2010; опубл. 30.04.2011.

12. Почвообрабатывающий рабочий орган: пат. 7214 ВУ, МПК А01В 35/00, А 01В 39/00 / Н. Д. Лепешкин, А. Л. Медведев, Ю. Л. Салапура; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № и 20100846; заявл. 11.10.2010; опубл. 30.04.2011.

13. Почвообрабатывающий каток: пат. 11273 ВУ, МПК А01В 29/04 / Н. Д. Лепешкин, В. П. Чеботарев, Н. С. Козлов; заявитель РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – № и 20160198; заявл. 30.06.2016; опубл. 28.02.2017.

УДК 631.51

Поступила в редакцию 30.08.2022
Received 30.08.2022

Н. Д. Лепешкин, В. В. Мижурин

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
г. Минск, Республика Беларусь
e-mail: mehposev@mail.ru*

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ ВЛАГОНАКОПЛЕНИЯ И ВЛАГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ

Аннотация. В статье представлены патенты Республики Беларусь на полезные модели, которые позволяют по сравнению с известными машинами для безотвальной обработки почвы, в том числе и на склонах, расширить их функциональные возможности, повысить влагонакопление и влагозадержание, а также техническую и технологическую надежность.

Ключевые слова: патент, влагонакопление, влагозадержание, глубокорыхлитель, комбинированный почвообрабатывающий агрегат, склоновые земли.

N. D. Lepeshkin, V. V. Mizhurin

*RUE “SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization”
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: mehposev@mail.ru*

NEW TECHNICAL SOLUTIONS FOR MOISTURE ACCUMULATION AND MOISTURE SAVING ON SLOPE LANDS

Abstract. The article presents the patents of the Republic of Belarus for utility models, which allow, in comparison with well-known machines for non-moldboard tillage, including on slopes, to expand their functionality, increase moisture accumulation and moisture retention, as well as technical and technological reliability.

Keywords: patent, moisture accumulation, moisture retention, subsoiler, combined tillage unit, sloping lands.