

## Заключение

Предлагаемая лопастная гидромашина является новым видом роторных объемных гидромашин и не имеет аналогов в мире. Она защищена патентами на изобретение Республики Беларусь № 3161, № 5228, №12278, № 14939. Гидромашина, при постоянном напоре на различных расходах воды, имеет практически постоянный крутящий момент и КПД, что позволяет посредством механической передачи изменить частоту вращения роторов в зависимости от нагрузки генератора и рационально использовать фактически теоретический гидроэнергетический потенциал водохранилища. Роторы этого гидроагрегата имеют простые по форме лопастные системы. Выполнены расчетные исследования по энергетическим характеристикам низконапорного гидроагрегата. Разработана конструкторская документация опытного образца гидроагрегата.

Применение предлагаемой конструкции гидросилового оборудования в малой гидроэнергетике позволит повысить степень использования гидроэнергетического потенциала малых рек, увеличить техническую, экономически выгодную в освоении полезную часть гидроэнергетических ресурсов и обеспечить эффективное выравнивание графика нагрузок на атомной электростанции.

## Список использованных источников

1. Николаенко, Ю. Н. Разработка низконапорных гидроагрегатов для малых ГЭС / Ю. И. Николаенко, В. В. Макаров, А. В. Тарасов // Труды МНТК «Гидравлические машины, гидропривод и гидропневмоавтоматика. Современное состояние и перспективы развития». – С-Пб, Изд-во СПбГПУ, 2008. – С. 20-28.

УДК 631.312.69

Поступила в редакцию 11.09.2019  
Received 11.09.2019

**Н. Д. Лепешкин, П. П. Бегун**

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

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ЛУЩИЛЬНИКА ДИСКОВОГО РОМБОВИДНОГО ЛДР-9

В статье представлено устройство и работа нового дискового луцильника ЛДР-9 с уникальными рабочими органами, расположенными на нем в виде ромба, описаны его преимущества. Приведена его техническая характеристика и результаты приемочных испытаний.

*Ключевые слова:* луцильник, лушение стерни, обработка почвы, сферический диск.

**N. D. Lepeshkin, P. P. Begun**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: himvsh@mail.ru*

## NEW DIRECTION IN THE MECHANIZATION OF THE DELETION OF THE FERTILIZER FROM THE SITES OF DAIRY-COMMERCIAL FARMS AND COMPLEXES

The article discusses the problem of removal of manure from dairy farms and complexes, analyzes the existing technical means for removing manure and suggests a new way to solve the problem in question, by developing a multifunctional unit capable of removing from the premises not only manure, but also to remove the remains of fodder from the fodder tables, pre-farm paddock fields with a hard surface.

## Введение

Лущение стерни является обязательным агротехническим приемом как в отвальной, так и безотвальной системах обработки почвы. Оно выполняется в целях сохранения в почве влаги, быстрого прорастания семян падалицы и сорняков, ускорения разложения пожнивных остатков, подавления возбудителей болезней, улучшения качества послеуборочной обработки почвы. При этом качественно проведенное лущение стерни на глубину 3–6 см, сразу или не позднее 5–7 дней после уборки, обеспечивает прибавку урожая зерновых на 2–3 ц/га. Наряду с этим расход топлива, при вспашке стерни после лущения, сокращается до 30%, на 15–20% увеличивается производительность пахотного агрегата [1]. Однако, несмотря на это, лущение стерни в республике проводится только на 40–50% площадей, подлежащих вспашке. Кроме того, применяемые в настоящее время для лущения стерни агрегаты не обеспечивают требуемую минимальную глубину обработки. В результате в посевах основной культуры всходят семена предшественника. По данным РУП «Институт защиты растений» примерно на 50–60% полей засорены опасным засорителем – озимым рапсом, для уничтожения которого приходится существенно увеличивать затраты на проведение химической прополки. Кроме рапса в хозяйствах, возделывающих просо, также стоит проблема с семенами падалицы. Однако максимальная ширина захвата применяемых в республике машин для лущения стерни не превышает 6–7,5 м, что растягивает сроки проведения данной операции и обеспечивает их эффективное использование только на полях с определенной длиной гона. Поскольку в республике и странах СНГ машины, способные удовлетворить предъявляемые к лущению стерни требования, не производятся, то РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» разработан дисковый лущильник ЛДР-9, способный работать практически на всех типах почв и выполнять обработку стерни зерновых культур, кукурузы, рапса и трав. Кроме того, его можно использовать при подготовке почвы под картофель, свеклу и другие культуры, а также для полупаровых обработок зяби.

## Основная часть

Лущильник выполнен в прицепном варианте и состоит из следующих основных узлов (рис. 1): *центральной рамы 2 с двумя опорно-транспортными колесами 13, прицепного устройства 1, двух боковых (6) и задней рамы (7), двух передних секций 5 и двух задних секций 8, сферических дисков, гидравлической системы 10, электрооборудования 9.*

Порядок размещения рабочих органов на лущильнике следующий: спереди фронтально расположены с перекрытием две секции передних сферических дисков «углом вперед», а затем две секции задних сферических дисков «углом назад». Два *опорно-транспортных колеса 13* установлены в центре лущильника и еще два *колеса 14* – в задней его части.

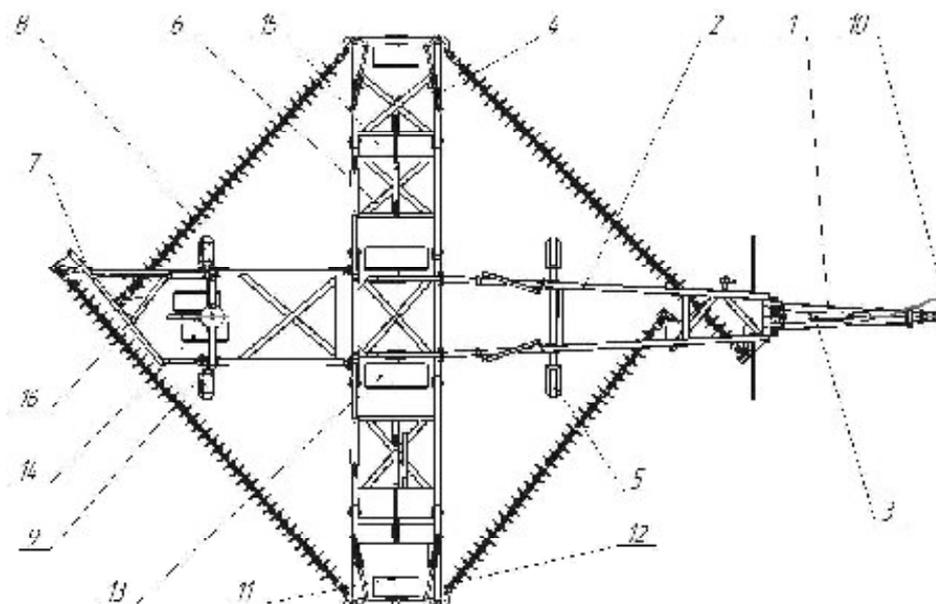
Центральная рама с двумя опорно-транспортными колесами является основным несущим элементом лущильника и предназначена для монтажа на ней всех узлов и механизмов лущильника. Она представляет собой сварную конструкцию, выполненную из трубчатого профиля.

*Прицепное устройство 1*, состоящее из сниги и ловителя с присоединительной осью, шарнирно крепится к центральной раме и предназначено для соединения лущильника с трактором.

В прицепном устройстве имеется *гидроцилиндр 3*, что позволяет вести агрегат во время работы параллельно земле, эффективно выполняя технологический процесс лущения.

*Боковые рамы 6 с опорными колесами 11* состоят из двух шарнирно соединенных между собой секций, которые крепятся к центральной раме также с помощью шарнира. Складывание и раскладывание секций осуществляется с помощью *гидроцилиндров 15*. Опорные колеса установлены на крайних секциях боковых рам. На секциях предусмотрена система натяжения дисковых батарей и защиты рабочих органов при встрече с препятствием. Представляет собой *амортизатор 4 пружинного типа*.

*Задняя рама 7 с опорными колесами 14* шарнирно крепится к центральной раме и имеет возможность отсоединения от нее. Два колеса ригидуса сзади расположены так, чтобы выдерживать вес лущильника в сложенном состоянии. Для предотвращения их колебания, они смещены друг от друга с помощью дискового тормоза на вершине шпинделя, на котором они установлены.



1 – сница; 2 – центральная рама; 3 – гидроцилиндр; 4 – амортизатор; 5 – кронштейн; 6 – боковая рама; 7 – задняя рама; 8 – диск; 9 – электрооборудование; 10 – гидросистема; 11 – опорные колеса; 12 – кронштейн; 13, 14 – опорно-транспортные колеса; 15, 16 – гидроцилиндр

Рис. 1. – Луцильник дисковый ромбовидный ЛДР-9

Секции боковых рам и задняя рама представляют собой сварную конструкцию, выполненную из профильного металлопроката.

Рабочими органами луцильника являются литые *сферические диски* 8 диаметром 32 см. Диски отливаются одним изделием с проушиной снаружи и крюком внутри, посредством которых соединяются между собой, образуя, таким образом, дисковые батареи две по 32 и две по 42 диска.

Дисковые батареи предназначены для поверхностной обработки почвы, а также перемешивания и заделки в разрыхленном слое растительных остатков.

Располагаются в виде ромба, если смотреть на луцильник сверху в рабочем положении. Первый и последний сферические диски батареи крепятся одной стороной к крылу, а другой – к хвосту и к центральной раме посредством *кронштейна* 12 через подшипниковый узел. Угол атаки дисковых батарей образован конструктивно и остается неизменным при работе луцильника на различных агрофонах.

*Гидросистема* 10 предназначена для перевода луцильника из транспортного положения в рабочее и обратно.

Гидросистема луцильника соединяется с гидросистемой трактора и управляется с рабочего места тракториста. Элементы гидросистемы (трубопроводы, рукава высокого давления) монтируются на прицепном устройстве и внутри трубчатого профиля центральной рамы.

Луцильник соединяется с задним навесным устройством трактора, смонтированным по трехточечной схеме, при помощи оси, которая вводится в ловители прицепного устройства и фиксируется двумя стопорами.

Технологический процесс, выполняемый луцильником, заключается в следующем: сначала луцильник, с помощью гидросистемы трактора, переводится в рабочее положение; включается необходимая рабочая передача трактора; начинается движение по полю (по длине гона). При движении луцильника, передние секции сферических дисков производят разрезание и дробление растительных остатков и рыхление почвы, а задние секции сферических дисков производят дополнительное рыхление почвы и мульчирование обрабатываемого слоя растительными остатками.

Продольное копирование поверхности поля луцильником при наезде трактора на неровности (бугры, впадины) обеспечивается за счет шарнирного соединения центральной рамы с хвостом

и сницей. Поперечное копирование достигается шарнирным соединением центральной рамы с боковой секцией, а секции с крылом.

Вид луцильника в рабочем и транспортном положениях представлен на рис. 2 и рис. 3 соответственно.



Рис. 2. – Луцильник дисковый ромбовидный ЛДР-9 в транспортном положении



Рис. 3. – Луцильник дисковый ромбовидный ЛДР-9 в рабочем положении

Работа луцильника на поле производится челночным способом. При поворотах в конце гона гидросистемой трактора производится отрыв рабочих от поверхности поля и осуществляется петлевой поворот на поворотной полосе, затем луцильник переводится в рабочее положение и осуществляется рабочий ход в очередном гоне. После окончания работ на основном массиве поля производится обработка поворотных полос.

Техническая характеристика луцильника приведена в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. – Техническая характеристика луцильника

Тип агрегата	Полунавесной
Ширина захвата, м	9
Рабочая скорость движения, км/ч	10-15
Производительность за 1 час основного времени, га	9 – 13,5
Глубина обработки, см	4-8
Расход топлива, кг/га	5-7
Масса, кг	6850

## Результаты испытаний

Приемочные испытания луцильника ЛДР-9 проводились на весенних и осенних фонах с апреля по сентябрь 2018 года.

Испытания луцильника в условиях эксплуатации проводились в ОАО «Агро ГЖС» и ОАО «Василишки» Гродненской области, Щучинского района. Условия испытаний соответствовали требованиям технического задания. Луцильник агрегатировался с трактором «БЕЛАРУС-3022».

В процессе испытаний проведена первичная техническая экспертиза, лабораторно-полевые испытания, произведена наработка на отказ II-ой и III-ей группы сложности. Осуществлялось проведение контрольных смен для расчёта экономической эффективности луцильника ЛДР-9.

Испытания проводились на различных агрофонах: стерня зерновых, стерня рапса, вспашка. В общей сложности за период испытаний наработка луцильника составила 169 ч основного времени (1600 га).

В декабря 2018 года завершились приемочные испытания опытного образца луцильника дискового ромбовидного ЛДР-9 в ГУ «Белорусская МИС» и получен протокол приемочных испытаний №118 Б ½-2018ИЦ [2].

Функциональные и эксплуатационно-технологические показатели по результатам приведенных испытаний представлены в табл. 2 и табл. 3.

Т а б л и ц а 2. – Функциональные показатели

Показатели	Значение показателя		
Состав агрегата, марка: – луцильника – трактора	ЛДР-9 «Беларус-3022»		
Вид работы	Обработка зяби	Лушение стерни зерновых	Обработка почвы после вспашки
Дата проведения испытаний	25.04.2018	26.07.2018	18.10.2018
Режим работы:			
Рабочая скорость движения, км/час	10,9	14,9	10,1
Транспортная скорость движения, км/час	15		
Конструктивная ширина захвата, м	9,0		
Функциональные показатели:			
Глубина обработки, см:	6,3	3,1	5,7
-стандартное отклонение, ±см	1,3	0,7	2,5
-коэффициент вариации, %;	20,9	23,3	44,5
-расширенная неопределенность, см	0,4	0,3	0,6
Рабочая ширина захвата, м	9,0	9,0	9,0
Подрезание пожнивных остатков и сорных растений, %	95,1	91,4	–
Гребнистость поверхности почвы, см	2	4	3
Крошение почвы – (содержание комков размером, мм), %:			
До 25 мм	89,7	–	81,9
Свыше 100 мм	0	–	0
Залипание и забивание рабочих органов	Отсутствие		

Расчет экономических показателей использования луцильника дискового ромбовидного ЛДР-9 проведен по результатам эксплуатационно-технологической оценки на лушении стерни зерновых культур в сравнении с зарубежным аналогом Kelly МРН-9000 (Австралия). Показатели сравнительной экономической эффективности луцильника представлены в табл. 4.

Таким образом, годовой приведенный экономический эффект составил 42108,40 руб. Годовая экономия себестоимости механизированных работ – 20785,55 руб., что предполагает снижение затрат при использовании луцильника ЛДР-9 в сравнении с импортным аналогом на 47,1%. Абсолютные капитальные вложения окупаются за 2,6 лет.

Т а б л и ц а 3. – Эксплуатационно-технологические показатели

Показатели	Значение показателя	
Состав агрегата, марка: – луцильника – трактора	ЛДР-9	
	«Беларус-3022»	
Вид работы	Обработка зяби	Лущение стерни зерновых
Дата проведения испытаний	25.04.2018	26.07.2018
Режим работы:		
Рабочая скорость движения, км/час	10,9	14,9
Транспортная скорость движения, км/ч	15	
Конструктивная ширина захвата, м	9,0	
Глубина обработки, см:	6,3	3,1
Эксплуатационные показатели:		
Производительность, га за час		
– основного времени	9,81	13,41
– сменного времени	7,34	10,02
– эксплуатационного времени	7,28	9,95
Удельный расход топлива за сменное время, кг/га	6,7	5,0
Количество персонала по профессиям, необходимого для обслуживания операций, непосредственно связанных с работой луцильника, чел.	1	1
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:		
– технологического обслуживания	1,00	1,00
– надежности технологического процесса	0,98	0,99
– использования сменного времени	0,75	0,75
– использования эксплуатационного времени	0,74	0,74

Т а б л и ц а 4. – Показатели экономической эффективности луцильника

Показатели	Значение показателей
Годовой приведенный экономический эффект, руб.	42108,40
Годовая экономия себестоимости механизированных работ, руб.	20785,55
Степень снижения себестоимости механизированных работ, %	47,10
Срок окупаемости абсолютных капитальных вложений, лет	2,60
Капитализированная стоимость новой техники, руб.	184674,31
Цена луцильника (без НДС), руб.	55110,00

### Заключение

В заключении необходимо отметить, что луцильник ЛДР-9 это надежная, универсальная машина, требующая минимального технического обслуживания и обеспечивающая тем самым высокий коэффициент рабочего времени смены. Он прост в управлении и настройке, не требует ручной ввод во время работы. Высокая производительность агрегата позволяет обрабатывать большие площади в короткие сроки, экономя тем самым, время и трудозатраты, расходы на горюче смазочные материалы.

Создает богатый слой мульчи, способствующий сохранению влаги в почве. Улучшает контакт семян с почвой для лучшего их прорастания. А также значительно экономит на химикатах для борьбы с сорняками.

### Список использованных источников

1. Булавин, Л. А. Лущение стерни / Л. А. Булавин, С. С. Небышинец // Белорусская Нива. – 2013. – № 138.
2. Протокол № 118 Б1/2-2018ИЦ приемочных испытаний луцильника дискового ромбовидного ЛДР-9 [Текст] / ГУ «Белорусская МИС». – Привольный, 2018. – 81 с.