

**Н. Д. Лепешкин<sup>1</sup>, В. П. Чеботарев<sup>2</sup>, А. В. Горный<sup>2</sup>, Д. А. Яновский<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: mehposev@mail.ru

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: aleksandr.gorny@gmail.com

## **НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛУЖНЫХ КОРПУСОВ ДЛЯ УСЛОВИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Аннотация.* В статье обоснованы типы корпусов плуга для условий Республики Беларусь и дан анализ направлений совершенствования их лемешно-отвальной поверхности.

*Ключевые слова:* вспашка, корпус плуга, лемешно-отвальная поверхность, полосовой отвал.

**H. D. Lepeshkin<sup>1</sup>, V. P. Chebotarev<sup>2</sup>, A. V. Gorny<sup>2</sup>, D. A. Yanovsky<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE "SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: mehposev@mail.ru

<sup>2</sup>EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: aleksandr.gorny@gmail.com

## **DIRECTIONS FOR IMPROVING PLOW BODIES FOR CONDITIONS OF THE REPUBLIC OF BELARUS**

*Abstract.* The article substantiates the types of plow hulls for the conditions of the Republic of Belarus and analyzes the directions for improving their ploughshare surface.

*Keywords:* plowing, plow body, ploughshare surface, strip blade.

### **Введение**

Основная обработка почвы оказывает решающее значение на проведение и эффективность дальнейших операций по ее обработке, необходимых для придания ей состояния готовности к севу и посадке сельскохозяйственных культур. Несмотря на достигнутые успехи в разработке почвообрабатывающих орудий, вспашка как один из способов основной обработки по-прежнему будет играть основную роль в обработке почвы. В соответствии с исследованиями РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» в Беларуси вспашка должна занимать 50 % и чередоваться в севообороте по годам с чизелеванием, которое также будет занимать 50 % [1].

В Республике Беларусь в послеперестроечный период проделана большая работа по созданию отечественных плугов. На ведущих предприятиях (ОАО «Минский завод шестерен», ОАО «Минойтовский ремонтный завод», ОАО «Калинковичский ремонтно-механический завод», ОАО «Оршаагропромаш») освоено производство плугов нового поколения, которое, как показывают сравнительные испытания, по основным эксплуатационным и энергетическим показателям приближается к лучшим зарубежным аналогам [2]. Однако, несмотря на все достоинства, выпускаемые в настоящее время плуги еще не отвечают в полной мере требованиям вспашки для условий Республики Беларусь.

Качество и энергоемкость процесса вспашки главным образом зависит от формы лемешно-отвальной поверхности корпусов плуга, которые должны отвечать условиям их эксплуатации. Вместе с тем номенклатура корпусов к выпускаемым в республике плугам ограничена. В резуль-

тате не обеспечивается требуемое качество вспашки в различных производственно-климатических условиях, например: на сухих и влажных минеральных и торфяных почвах, на склоновых землях. В связи с этим для обоснования типов корпусов плуга, адаптированных к почвенно-климатическим, технологическим и производственным условиям Республики Беларусь, необходимо выполнить анализ тенденций совершенствования отвально-лемешных поверхностей корпусов плуга.

### Основная часть

Для снижения энергоемкости и повышения качества вспашки в мировой практике плугостроения накопился большой ряд технических решений по совершенствованию отвально-лемешных поверхностей корпусов плуга, направленных на оптимизацию их геометрических параметров, расширение номенклатуры выпускаемых корпусов, снижение тягового сопротивления, расширение последней борозды.

Оптимизация геометрических параметров в зависимости от скорости и почвенных условий может быть проведена двумя путями: созданием плужного корпуса с регулируемыми параметрами и разработкой сменных корпусов с постоянными параметрами. Однако конструкторы в настоящее время отдают предпочтение второму направлению. Первое направление имеет тот недостаток, что изменение параметров лемешно-отвальной поверхности путем регулировок в одних случаях ведет к ухудшению оборота пласта и крошения, в других случаях – к увеличению тягового сопротивления. Поэтому наиболее перспективно создание конструкции плужного корпуса с постоянными параметрами лемешно-отвальной поверхности для работы в широком диапазоне почвенных условий. Однако это сложная задача, и пока ее практическое решение не найдено.

Анализ производства плугов ведущих зарубежных фирм показывает, что для повышения качества вспашки в различных условиях эксплуатации каждая из них выпускает большой (5–10 и более) типоразмерный ряд сменных корпусов. Номенклатура корпусов ведущих фирм включает корпуса с различной формой лемешно-отвальной поверхности (цилиндрической, культурной, полувинтовой, винтовой, ромбовидной) и конструкцией отвала (цельного, составного, полосового).

Основными функциями вспашки являются: полная заделка растительных остатков, крошение пласта и выровненность пахоты. Однако ни один известный тип корпуса в отдельности не удовлетворяет этим требованиям. Корпус с цилиндрическим отвалом лучше других обеспечивает крошение почвы, но хуже оборачивает пласт и заделывает растительные остатки. Винтовой отвал наоборот – лучше других оборачивает пласт, но хуже крошит. В связи с этим создатели плугов искали компромисс в полувинтовом отвале с углоснимом или в культурном – с предплужником.

Однако в последние годы в мировом плугостроении, когда появились энергонасыщенные трактора, обеспечивающие более высокие скорости вспашки, разработаны специальные приспособления к плугам для дополнительной обработки пласта. Кроме того, изменилось и отношение к различным типам корпусов. Для работы на наиболее распространенных фонах на первое место выдвинут корпус с винтовой отвально-лемешной поверхностью. Это объясняется рядом его преимуществ перед остальными. Корпуса с винтовой рабочей поверхностью лучше других выполняют основную функцию плуга – заделку растительных остатков, которая объясняется более высокой степенью оборачиваемости пласта. Положительным является и то, что корпуса с винтовым отвалом способны работать в широком диапазоне скоростей без существенного ухудшения оборота пласта. Что касается крошения пласта, то с появлением эффективных приставок к плугам для дополнительной разделки пласта эта функция корпуса стала менее значимой. Таким образом, освоенный и применяемый в республике корпус по типу корпуса № 9 фирмы Kverneland (Германия) с винтовым отвалом является самым типичным и основным корпусом, которым оснащаются плуги ведущих фирм Европы. Для улучшения качества крошения, например, фирма Kuhn (Германия) предлагает корпуса для вспашки на глубину от 15 до 30 см с винтообразным цилиндрическим отвалом. Такие корпуса имеют цилиндрическую форму передней и винто-

образную форму задней части отвала, что обеспечивает наряду с хорошей заделкой растительных остатков и частичное крошение почвы.

Одной из тенденций совершенствования корпуса плуга при вспашке тракторами с широкими колесами является расширение последней борозды. С этой целью фирма Kverneland предлагает отвал № 28, который перемещает почву дальше от полевой доски, а следовательно, увеличивает ширину дна борозды. При этом ширина дна борозды по сравнению с отвалом № 9 увеличивается на 25 %, что позволяет использовать трактора с шириной шин до 710 мм и работать в борозде без уплотнения предыдущей борозды. Данный отвал предназначен для работы на глубину от 15 до 30 см. По сравнению с отвалом № 9 он более длинный, а поэтому создает более плоский профиль, обеспечивающий более качественную последующую обработку почвы, а также хорошо оборачивает и уплотняет почву (рис. 1).

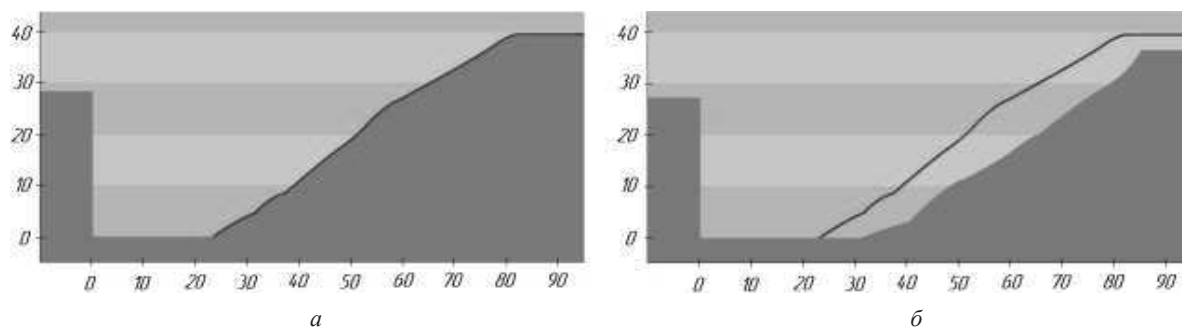


Рис. 1. Профиль борозды, образованный отвалом: а – № 9; б – № 28

Уменьшить степень уплотнения отваливаемого пласта колесами трактора позволяют и ромбовидные отвалы. Ромбовидные отвалы близки к цилиндрическим отвалам, хотя в последнее время, например, фирма Kuhn, выпускает и винтообразные ромбические корпуса. В отличие от обычных ромбические корпуса имеют выпуклый криволинейный полевой обрез, что увеличивает на 60 % поперечное сечение открытой борозды (рис. 2).

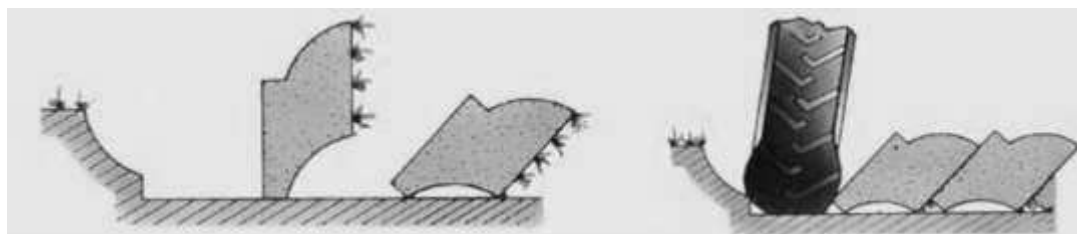


Рис. 2. Профиль борозды при вспашке ромбовидными корпусами

Тяговое сопротивление плуга может быть снижено, по данным фирмы Kuhn, до 20 %. Кроме этого, ромбическая форма пласта обеспечивает его оборот при более коротких отвалах корпусов и с меньшим расстоянием между ними (75 см по сравнению со 105 см у традиционных корпусов), что очень важно для оборотных плугов, так как их удельная металлоемкость почти вдвое больше, чем у обычных. Однако главным преимуществом данного типа корпуса, как показала практика его использования, является более устойчивая работа пахотного агрегата на склонах. В республике более 50 % пашни расположено на склоновых землях, значительная часть которых имеет крутизну 5°–15°. Поскольку при вспашке таких почв наблюдается неустойчивость пахотного агрегата, некачественный оборот пласта, плохая заделка растительных остатков и невыровненность поверхности, а также механическая эрозия от перемещения пласта вниз по склону, то с учетом вышеназванных достоинств ромбовидного корпуса плуга целесообразно освоить его производство.

Несмотря на то что в настоящее время на новых плугах уже внедрен целый ряд новых технических решений, направленных на повышение качества и снижения ресурсопотребления плуж-

ных корпусов, исследования по их совершенствованию ведутся постоянно. Рассмотрим некоторые наиболее интересные технические решения, улучшающие конструкцию отвалов.

Так, в соответствии с патентом [3], для повышения качества крошения, оборота пласта и снижения энергозатрат сплошных отвалов предлагается использовать отвал в виде чередующих полос металла и антифрикционного материала, а в соответствии с патентом [4] с этой целью предлагается установить на лицевой стороне поверхности отвала в зоне стыка лемеха с отвалом режущие инструменты флюгерного типа. Согласно патенту [5], улучшить рыхление пласта можно путем установки на поверхности отвала пластинчатых ножей, имеющих форму клина, с вершиной, обращенной в сторону лемеха, а согласно патенту [6], – путем выполнения отвала с прорезями, в которых установлены цельноконические ротационные элементы, прикрепленные к отвалам подшипниковыми узлами. Кроме этого, интерес представляют и конструкции, где для повышения качества рыхления устанавливаются укороченные отвалы и дополнительные рабочие органы в виде диска с рыхлительными элементами [7, 8] или отвалы, состоящие из щитка и свободно вращающегося диска, установленного за щитком [9].

Наряду с рассмотренными конструкциями корпусов плуга, где используются в основном цельные или составные отвалы, большой интерес, особенно для обработки тяжелых почв, представляют полосовые (пластинчатые) отвалы, в конструкции которых также можно проследить ряд новых тенденций, связанных с улучшением качества их работы. Полосовой отвал, как правило, состоит из отдельных расходящихся полос, каждая из которых имеет две точки крепления: к груди отвала и к дополнительной задней опоре на нерабочей стороне отвальной поверхности. При этом задняя опора каждой пластины придает жесткость всей конструкции. Поскольку каждая пластина прикреплена к опоре, то в некоторых конструкциях такого отвала предусмотрена регулировка положения последней, позволяющая изменять форму лемешно-отвальной поверхности (культурная, полувинтовая и т. д.). Хотя, как показывает анализ, в последнее время пластинчатые отвалы изготавливаются нерегулируемыми. Кроме этого, полосы могут слегка прогибаться и вибрировать от переменного сопротивления почвы, что положительно влияет на процесс вспашки.

Преимущество отвальной поверхности, состоящей из полос, состоит в том, что отваливаемый пласт лучше крошится, чем на сплошном отвале, так как он подвержен растягивающему усилию со стороны веерно расположенных полос, а контактные напряжения увеличиваются. Этому способствует и упругая деформация полос, приводящая их к сплошной вибрации. Однако главным достоинством этого корпуса является отсутствие залипания влажной почвы, и, как следствие, сохранение своей геометрии и коэффициента трения. Здесь при движении пласта повышается удельное давление почвы, приходящееся на площади полос, поэтому почва легче разрушается из-за наличия пустых зон между полосами, а залипание влажной почвы устраняется. По данным зарубежных фирм, при скорости вспашки до 2 м/с (до 10 км/ч) тяговое сопротивление полосовых отвалов (особенно на влажных почвах) на 20 % ниже, чем у цельных отвалов. При использовании пластинчатого отвала пластины, оборачивающие подрезанную лемехом почву, как правило, соединяются с опорными частями стойки корпуса при помощи соединительных элементов или быстродействующих крепежных устройств. Для соединения с опорными частями в пластинах предусмотрены соответствующие сверленные отверстия, выемки или другие фасонные элементы. Эти сверленные отверстия, выемки или фасонные элементы ослабляют прочность пластин, особенно тогда, когда они выполнены из упрочненного материала. В таком состоянии эти сверленные отверстия и выемки способствуют образованию трещин, которые впоследствии приводят к поломке пластин. Поэтому упрочненные пластины могут быть прочными только до определенной степени, что в конечном счете ведет к более короткому сроку их службы. У пластин с повышенной степенью прочности при нагрузке появляются трещины, которые могут привести к их преждевременной поломке. Поэтому одно из направлений совершенствования пластинчатых отвалов связано с креплением пластин. Так, фирма Lemken на плугах «Диамант» устанавливает корпуса Dura Maxx, которые позволяют увеличить срок службы на 75 % и сократить время замены рабочих органов на 80 %. Это стало возможным благодаря отказу от ослабляющих прочность материала сверлений и перфораций. Здесь полосы закреплены всего двумя

крючками (рис. 3). В данной конструкции для достижения повышенного эффекта от вибрации существенно увеличено расстояние между задним обрезом полос и их задним креплением. Данная конструкция предотвратила и создание корпуса Dura Maxx Hybrid с пластиковыми полосами для вспашки очень липких почв в почвенных условиях со слабым давлением на полосы отвала. При большом давлении пластиковые полосы устанавливаются только в тех частях корпуса, которые особенно подвергаются налипанию (сверху и снизу). Для полного отказа от крепежных элементов исследователями фирмы Lemken предлагаются технические решения, где пластины присоединяются с помощью клея [10].

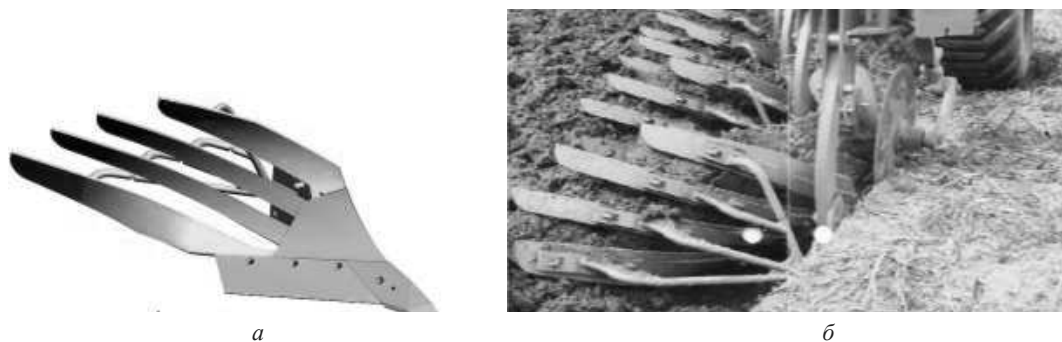


Рис. 3. Корпус Dura Maxx Hybrid: *а* – общий вид; *б* – процесс работы

Недостатком серийных полосовых отвалов, применяемых в настоящее время, является то, что при вспашке сухой глинистой почвы консольные концы полос деформируются, нарушая форму рабочей поверхности, а устранение деформации путем увеличения толщины полос исключает их вибрацию, и преимущества полосового отвала проявляются в меньшей степени. Кроме этого, на таких отвалах передняя часть отвала (грудь) остается невибрирующей и не исключает налипание почвы на переднюю и среднюю части отвала. Для устранения этих недостатков, например, в соответствии с патентом [11], предлагается полосы отвала выполнять из пружинистого материала, а отгиб их консольных концов, выступающих за заднюю опору, ограничивать в пределах упругой деформации полос с помощью ограничителей отгиба. В соответствии с патентом [12] предлагается в зоне стыка полос с грудью отвала устанавливать вибрирующие опоры, выполненные в виде тарельчатых или цилиндрических пружин, упоров и ограничителей отгиба. Аналогичное техническое решение, способствующее равномерному распределению вибрации на поверхности отвала и на весь пласт в целом, предлагается исследователями УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» [13]. С этой целью ими предлагается устанавливать между каждой полосой и задней опорой цилиндрические винтовые пружины сжатия. С учетом того, что в республике 24 тыс. га пашни расположено на тяжелых глинистых почвах, 1787 тыс. га – на заболоченных и 329 тыс. га – на торфяных почвах [14], а практика использования зарубежных плугов, оборудованных плугами с пластинчатыми отвалами, подтверждает эффективность их работы на указанных почвах, то очевидна целесообразность разработки и освоения производства корпусов с полосовыми отвалами, в том числе и ромбовидных, для условий Республики Беларусь.

### Выводы

1. Наряду с освоенными в производстве и широко используемыми в хозяйствах корпусами типа корпуса № 9 фирмы Kverneland, с целью более глубокой адаптации плугов к естественно-природным условиям республики, повышения качества и снижения энергоемкости вспашки, необходимо расширить номенклатуру корпусов, создав в первую очередь корпуса с пластинчатыми отвалами для вспашки сухих и тяжелых почв и ромбические корпуса, в том числе с полосовым отвалом для склоновых земель.

2. При обосновании параметров корпусов плуга с пластинчатым отвалом должна быть обеспечена стабильность вибрации его пластин независимо от условий эксплуатации.

3. Разработка новых корпусов плугов должна вестись с учетом наиболее возможного расширения последней борозды, образованной после прохода плуга.

4. Параметры новых корпусов должны обеспечивать качественную вспашку на скоростях не менее 10 км/ч.

5. Элементы крепления быстроизнашивающихся деталей, образующих лемешно-отвальную поверхность корпусов плуга, должны обеспечивать их быструю замену, в том числе и без инструмента, а также возможность установки быстро изнашивающихся деталей из пластика.

#### Список использованных источников

1. Бачило, Н. Г. Энергосберегающие системы обработки почвы / Н. Г. Бачило // Современные технологии производства растениеводческой продукции в растениеводстве : сб. науч. материалов. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – С. 12–32.

2. Точицкий, А. А. Чем пахать родную. Сравнительная оценка плугов отечественного и зарубежного производства / А. А. Точицкий, Н. Д. Лепешкин, Е. Я. Грек // Беларуское сельское хозяйство. – 2004. – № 9. – С. 5–8.

3. Корпус плуга : пат. 2012177 Российской Федерации, МПК А01В12/08 / А. В. Клочков. – № 4921896/15 ; заявл. 26.03.1991 ; опубл. 15.05.1994.

4. Корпус плуга : пат. 2028738 Российской Федерации: МПК А01В15/08 / В. А. Лаврухин, В. Н. Щиров. – № 5050335/15 ; заявл. 30.06.1992 ; опубл. 20.02.1995.

5. Плужный корпус : а. с. 1676463 СССР, МКИЗ А01В15/08, А01В17/00 / А. В. Мортиросов, А. И. Мортиросов. – № 4748089/15 ; заявл. 16.10.1989 ; опубл. 15.09.1991.

6. Плуг : пат. 2252516 Российской Федерации, МПК А01В15/08 / А. Ф. Кислов, А. В. Щорский. – № 2003100697/12 ; заявл. 08.01.2003 ; опубл. 27.05.2005.

7. Корпус плуга : пат. 2412570 Российской Федерации, МПК А01В15/00 / А. В. Павлушин [и др.]. – № 2009135365/21 ; заявл. 28.09.2009 ; опубл. 27.02.2011.

8. Плужный корпус : пат. 2075912 Российской Федерации, МПК А01В15/08 / П. В. Мишин [и др.]. – № 93033373/15 ; заявл. 28.06.1993 ; опубл. 27.03.1997.

9. Скоростной плуг : пат. 2470502 Российской Федерации, МПК А01В15/00, А01В15/08, А01В17/00 / Д. П. Титов. – № 20111133297/13 ; заявл. 06.04.2011 ; опубл. 27.12.2012.

10. Рабочий орган для почвообрабатывающих орудий : пат. 2356199 Российской Федерации, МПК А01В15/08, А01В15/02 / Ларс Гелен [и др.]. – № 2005111280/12 ; заявл. 18.04.2005 ; опубл. 27.05.2009.

11. Полосовой отвал почвообрабатывающего орудия : пат. 86376 Российской Федерации, МПК А01В15/08 / В. В. Васильченко [и др.]. – № 2006102690/22 ; заявл. 23.01.2008 ; опубл. 10.09.2009.

12. Полосовой отвал плуга : пат. 2426290 Российской Федерации, МПК А01В, А01В 15/08 / В. В. Василенко [и др.]. – № 2010112577/21 ; заявл. 31.03.2010 ; опубл. 20.08.2011.

13. Полосовой отвал плуга : пат. 8056 Респ. Беларусь, МПК А01В15/08 / И. Н. Шило, Н. Н. Романюк, В. А. Агейчик. – № 20110717/21 ; заявл. 23.07.2011 ; опубл. 30.04.2012.

14. Земля Беларуси. 2001 : справ. пособие / И. М. Богдевич [и др.] ; под ред. Г. И. Кузнецова, Г. В. Дудко. – Минск : Альтиора, 2002. – 120 с.