

УДК 631.371

**С. В. Савчук**, кандидат технических наук, доцент,  
**А. Н. Парфиевич**, кандидат технических наук, доцент,  
**О. А. Медведев**, кандидат технических наук, доцент

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», ул. Московская, 267,  
224017 Брест, Республика Беларусь, +375 (162) 32 17 44, mashin@bstu.by

## СОЗДАНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ПОЛУНАВЕСНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕ-ПОСЕВНОГО АГРЕГАТА С ПАССИВНЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ШИРИНОЙ 6 М И ВНЕДРЕНИЕ ЕГО В УСЛОВИЯХ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

Разработан модифицированный полунавесной почвообрабатывающе-посевной агрегат АМПШ-6 «Берестье» шириной захвата 6 м для условий Брестской области. Целью исследования является устранение недостатков серийного агрегата АППМ-6 и повышение эффективности посевных работ. Выявлены ключевые проблемы: высокое удельное давление на почву, малый объём семенного бункера, неэффективная система уплотнения и отсутствие интеграции с системами точного земледелия. Предложены технические решения: шахматное расположение уплотняющих колёс увеличенных размеров, повышающее проходимость и снижающее сопротивление; увеличение объёма бункера до 4 200 л для роста коэффициента использования рабочего времени; внедрение электронной системы управления с GPS-навигацией и режимом изменяемой нормы высева; гидравлическая регулировка глубины обработки и усовершенствованная система подачи семян. Агрегат обеспечивает снижение себестоимости работ на 15...18 %, рост урожайности — на 5...7 %, экономию топлива и импортозамещение. Конструкция адаптирована к тяжёлым и переувлажнённым почвам, способствует снижению антропогенной нагрузки. АМПШ-6 «Берестье» представляет собой перспективное решение для развития отечественного сельскохозяйственного машиностроения и может стать основой новой линейки высокотехнологичной посевной техники.

**Ключевые слова:** АМПШ-6 «Берестье»; модернизация; полунавесной агрегат; пассивные рабочие органы; точное земледелие; электронное управление; гидравлическая регулировка; импортозамещение.

Рис. 1. Библиогр.: 10 назв.

**S. V. Savchuk**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,  
**A. N. Parfievich**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor,  
**O. A. Medvedev**, PhD in Technical Sciences, Associate Professor

Institution of Education “Brest State Technical University”, 267 Moskovskaya Str., 224017 Brest,  
the Republic of Belarus, +375 (162) 32 17 44, mashin@bstu.by

## CREATION OF A MODIFIED SEMI-MOUNTED SOIL-TILLING AND SOWING UNIT WITH PASSIVE WORKING TOOLS 6 M IN WIDTH AND ITS IMPLEMENTATION IN THE CONDITIONS OF BREST REGION

A modified semi-mounted tillage-seeding aggregate AMPSH-6 “Berestyie” with a 6 m working width has been developed for the conditions of Brest Region. The purpose of the research is to eliminate the drawbacks of the serial APPM-6 unit and improve the efficiency of sowing operations. Key problems have been identified: high specific soil pressure, small seed hopper capacity, inefficient compaction system, and lack of integration with precision farming systems. Proposed technical solutions include: staggered arrangement of larger-sized press wheels, improving passability and reducing resistance; increasing hopper capacity to 4 200 liters to improve operational time utilization; introduction of an electronic control system with GPS navigation and variable rate seeding mode; hydraulic depth adjustment; and an improved seed delivery system. The unit ensures a 15...18 % reduction in operating costs, a 5...7 % increase in crop yields, fuel savings, and import substitution. The design is adapted to heavy and waterlogged soils and helps reduce anthropogenic impact. The AMPSH-6 “Berestyie” represents a promising solution for the development of domestic agricultural machinery and can become the basis for a new line of high-tech seeding equipment.

**Key words:** AMPSH-6 “Berestyie”; modernization; semi-mounted unit; passive working elements; precision farming; electronic control; hydraulic adjustment; import substitution.

Fig. 1. Ref.: 10 titles.

**Введение.** Одним из ключевых факторов, определяющих эффективность сельскохозяйственного производства, является качество и своевременность выполнения технологических операций по обработке почвы и посеву сельскохозяйственных культур. В современных условиях аграрного сектора Республики Беларусь и Брестской области в частности растёт потребность в высокопроизводительной, надёжной и технологически совершенной посевной технике, способной обеспечить высокую культуру земледелия при минимальных трудовых и энергетических затратах.

Современные тенденции в сельскохозяйственном машиностроении направлены на интеграцию операций обработки почвы и посева в едином агрегате, что позволяет сократить сроки полевых работ, снизить количество проходов по полю, уменьшить уплотнение почвы и сэкономить топливо [1; 2]. Особое внимание уделяется комбинированным почвообрабатывающе-посевным агрегатам, которые объединяют в себе функции рыхления, выравнивания, уплотнения и высева семян [3]. В Беларуси широкое распространение получили полунавесные агрегаты с пассивными рабочими органами, такие как АППМ-6 производства ОАО «Брестский электромеханический завод». Эти машины зарекомендовали себя как надёжные и производительные, однако в процессе длительной эксплуатации в различных почвенно-климатических условиях были выявлены определённые конструктивные недостатки, снижающие их эффективность [4].

Несмотря на высокий уровень технического оснащения сельскохозяйственных предприятий, сохраняется зависимость от импортной сельскохозяйственной техники, особенно в сегменте машин, оснащённых системами точного земледелия [5; 6]. Это обуславливает актуальность разработки отечественных аналогов, не уступающих по своим характеристикам зарубежным образцам, но адаптированных к местным условиям и более доступных по стоимости.

Целью настоящего исследования является разработка и внедрение модифицированного полунавесного почвообрабатывающе-посевого агрегата с пассивными рабочими органами шириной захвата 6 м, устраняющего недостатки существующих моделей и отвечающего современным требованиям к производительности, качеству посева и энергоэффективности. Основными задачами являются: анализ эксплуатационных недостатков серийных агрегатов, разработка технических решений по их устранению, проектирование и создание опытного образца, оценка его функциональных и экономических показателей, обоснование целесообразности внедрения в сельскохозяйственных организациях Брестской области.

Работа выполнена на базе сотрудничества специалистов ОАО «Брестский электромеханический завод» и учёных учреждения образования «Брестский государственный технический университет» с привлечением данных полевых испытаний и отзывов сельхозпроизводителей. Результаты исследования направлены на повышение конкурентоспособности отечественной сельскохозяйственной техники, импортозамещение и устойчивое развитие аграрного сектора региона.

**Методология и методы исследования.** В настоящее время в сельскохозяйственных предприятиях Брестской области и других регионах Республики Беларусь широко используются полунавесные почвообрабатывающе-посевные агрегаты АППМ-6 различных модификаций. Эти машины, производимые ОАО «Брестский электромеханический завод», зарекомендовали себя как надёжные и производительные, что подтверждается их массовым внедрением в рамках государственных программ развития аграрного комплекса, особенно в период 2005—2012 годов. Однако, как показала практика эксплуатации, конструкция данных агрегатов имеет ряд недостатков, ограничивающих их эффективность в определённых условиях [4].

Одним из наиболее значимых недостатков является система задних уплотняющих колёс. В базовой модели используются несколько пар близко расположенных колёс небольшого диаметра и ширины. При работе на тяжёлых суглинистых и чернозёмных почвах это приводит к сгуживанию почвы перед колёсами, что вызывает повышенное сопротивление движению, снижает производительность и качество уплотнения. Кроме того, скопление

влажной почвы между колёсами затрудняет их вращение и может привести к подклиниванию, что требует частой остановки для очистки. Этот фактор особенно критичен при работе на переувлажнённых почвах, где эксплуатация агрегата становится затруднительной [7].

Ещё одним ограничивающим фактором является высокое удельное давление на почву. Небольшая площадь опорной поверхности колёс в сочетании с общей массой агрегата (до 4,5 т) приводит к глубокому проваливанию колёс в мягкий грунт, что увеличивает тяговое сопротивление, расход топлива и способствует переуплотнению корнеобитаемого слоя почвы. Это негативно сказывается на аэрации почвы и развитии корневой системы растений [1; 2].

Объём семенного бункера составляет 3 000 л, что ниже, чем у многих современных зарубежных аналогов. При рабочей скорости до 12...14 км / ч и норме высева 200...300 кг / га агрегат требует загрузки каждые 1,5...2 часа, что снижает коэффициент использования сменного времени и в конечном итоге уменьшает сменную выработку. Особенно остро эта проблема стоит при посеве на крупных полях, где время на переезды и загрузку становится значительной долей рабочего цикла.

Ещё одной слабой стороной является высевающая система с механической связью. Она не позволяет точно регулировать норму высева на высоких скоростях и не обеспечивает равномерную подачу семян при увеличении нормы (например, при посеве на бедных почвах с пониженной балльностью, где требуется норма свыше 300 кг / га). Механический привод подвержен износу, требует регулярного технического обслуживания и имеет ограниченную совместимость с цифровыми системами управления [3; 4].

Наконец, отсутствие интеграции с системами точного земледелия делает агрегат устаревшим с точки зрения современных агротехнологий. Зарубежные производители (например, John Deere, Amazone, Lemken и др.) активно внедряют GPS-навигацию, автоматическое управление высевом, мониторинг параметров посева в реальном времени [5; 6; 8]. Аналогичные решения на отечественных машинах отсутствуют, что снижает их конкурентоспособность как на внутреннем, так и на внешнем рынке [9; 10].

**Результаты исследования и их обсуждение.** Для устранения выявленных недостатков была разработана концепция модернизации агрегата, получившего обозначение АМПШ-6 «Берестье» (агрегат модифицированный полунавесной широкозахватный). Основной задачей было создание машины, соответствующей по своим параметрам мировым аналогам, но с учётом специфики белорусских условий и возможностей отечественного производства.

1. Оптимизация системы уплотнения. В новой конструкции применены задние уплотняющие колёса увеличенного диаметра (800 мм) и ширины (400 мм), установленные в шахматном порядке. Это позволило:

- увеличить опорную площадь на 45 %;
- снизить удельное давление на почву с 0,32 до 0,18 МПа;
- исключить сгуживание почвы перед колёсами;
- обеспечить равномерное уплотнение по всей ширине захвата;
- расширить диапазон применения на переувлажнённых и тяжёлых почвах;
- снизить тяговое сопротивление на 12...15 %, что приводит к экономии топлива [1; 2].

Кроме того, такая компоновка упрощает доступ к колёсам при техническом обслуживании и замене, сокращая время простоя.

2. Увеличение объёма бункера и улучшение системы подачи. Объём семенного бункера увеличен до 4 350 л, что на 40 % больше, чем у базовой модели. Это позволяет:

- сократить количество загрузок на 30...40 %;
- повысить коэффициент использования сменного времени с 0,7 до 0,85;
- увеличить сменную выработку на 10...12 га (в среднем до 55...80 га за смену при работе на полях площадью более 50 га).

Для работы на высоких скоростях (до 18 км / ч) внедрена модернизированная система подачи семян, включающая: усовершенствованную запирающую крышку бункера с пневматическим приводом; оптимизированные семяпроводы с антиадгезионной технологией изготовления; вентилятор принудительной подачи семян, обеспечивающий равномерную подачу даже при увеличенной норме высева.

3. Внедрение электронной системы управления. Для обеспечения перехода к технологии точного земледелия предусмотрена возможность установки электрического привода высевающего аппарата с сенсорным управлением. Система включает:

- электродвигатели для каждого секционного высевающего устройства;
- блок управления с ЖК-дисплеем в кабине трактора;
- датчики контроля нормы высева, скорости и глубины заделки;
- интерфейс для подключения GPS/GLONASS-модулей [4; 6].

Это позволяет реализовать режим переменной нормы высева (VRA), адаптируя посев под плодородие участков поля, что повышает экономическую эффективность и снижает расход семян на 8...12 % [10].

4. Модернизация почвообрабатывающих органов. В качестве рабочего органа для первичной обработки используется дисковая борона с двумя рядами дисков, обеспечивающая качественное рыхление и измельчение пожнивных остатков. Важным новшеством является гидравлическая система регулировки глубины обработки, управляемая из кабины трактора. Это позволяет оператору оперативно адаптировать агрегат к изменяющимся условиям поля без необходимости остановки и ручной настройки [3; 4].

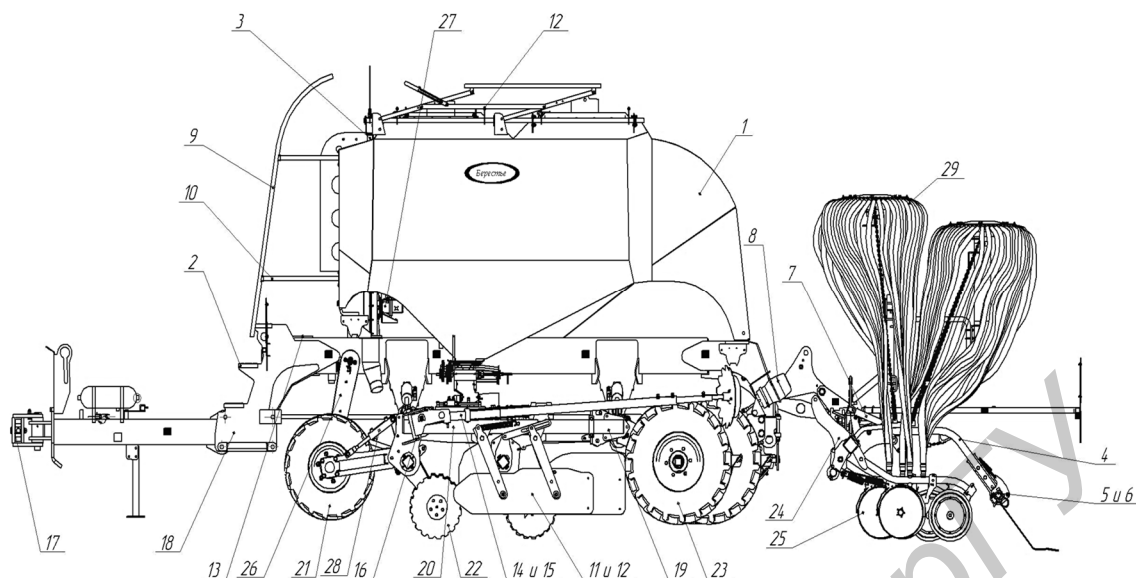
Все рабочие органы — сошники, катки, диски — унифицированы и выполнены по единому стандарту, что повышает ремонтпригодность и снижает затраты на запасные части.

5. Конструктивные улучшения. Передние опорные колёса увеличены по ширине и оснащены гидравлической системой регулировки положения, что улучшает устойчивость агрегата на неровных участках поля. Установлен передний пакерный каток для предварительного уплотнения, что способствует лучшему контакту семян с почвой. Улучшена эргономика: добавлены лестницы, поручни, ограждения и площадки для безопасного доступа к узлам обслуживания. Внедрена автоматическая система контроля высева, фиксирующая пропуски и блокировки семяпроводов [8].

Агрегат АМПШ-6 «Берестье» (рисунок 1) представляет собой полунавесную машину шириной захвата 6 м, предназначенную для одновременной обработки почвы и посева зерновых, зернобобовых и кормовых культур. Основные узлы:

- семенной бункер 1 объёмом 4 350 л с опцией формирования в нем избыточного давления;
- лестницы 2, 3 и поручни 9, 10 для безопасного доступа;
- навески загортачных устройств 5, 6 и тормозная система 8;
- прицепное устройство с дышлом 17 для транспортировки;
- рама центральной секции 18 и рамы боковых секций 19, 20;
- передний пакерный каток 21 для предварительного уплотнения;
- дисковая борона 22 с гидрорегулировкой;
- задний пакерный каток 23 в шахматной компоновке;
- сошники с прикатывающими катками 25;
- приводное колесо 26, передающее движение на высевающий аппарат;
- высевающая часть с вентилятором 27;
- гидравлическая система 28;
- автоматическая система контроля высева 29.

Устройство агрегатируется с тракторами класса 5 (от 300 л. с.), рабочая скорость — 8...18 км / ч, глубина обработки — 4...9 см, норма высева — 3...350 кг / га.



1 — бункер семенной; 2, 3 — лестница; 4, 5, 6 — навеска загортачных устройств; 7, 8 — система тормозная; 9, 10 — поручень; 11, 12 — кожух; 13 — ступень; 14, 15 — рычаг; 16 — пружина; 17 — дышло; 18 — рама центральной секции; 19, 20 — рамы боковых секций; 21 — каток передний пакерный; 22 — борода дисковая; 23 — каток задний пакерный; 24 — каток; 25 — сошники с прикатывающими катками; 26 — колесо приводное; 27 — часть высеивающая с вентилятором; 28 — система гидравлическая; 29 — система автоматическая контроля высева

**Рисунок 1. — Общий вид АМПШ-6 «Берестье»**

6. Экономическая и экологическая эффективность. Внедрение АМПШ-6 «Берестье» в сельхозорганизациях Брестской области позволит достичь следующих эффектов:

1) снижение себестоимости посевных работ на 15...18 % за счёт экономии топлива (до 15 %), уменьшения простоев и повышения производительности [1; 2];

2) рост урожайности на 5...7 % за счёт равномерного посева, оптимальной глубины заделки и улучшенного уплотнения почвы [5; 6];

3) сокращение потребности в импортной технике, что позволяет сэкономить валютные средства;

4) создание новых рабочих мест на предприятии-изготовителе и в сервисных службах;

5) расширение экспортного потенциала за счёт конкурентоспособной техники с функциями точного земледелия [9; 10];

6) экологически агрегат способствует снижению антропогенной нагрузки на почву за счёт уменьшения числа проходов, снижения уплотнения и рационального использования ресурсов [1; 2].

**Заключение.** Разработка и внедрение модифицированного полунавесного почвообрабатывающе-посевного агрегата АМПШ-6 «Берестье» представляет собой важный шаг в развитии отечественного сельскохозяйственного машиностроения. Устранение выявленных недостатков базовой модели АППМ-6 позволило создать машину, соответствующую современным требованиям к производительности, качеству и технологичности [4].

Предложенные технические решения — шахматное расположение уплотняющих колёс, увеличенный бункер, гидравлическая регулировка, электронная система управления — обеспечивают значительные преимущества в условиях реальной эксплуатации. Агрегат демонстрирует высокую адаптивность к различным типам почв, включая тяжёлые и переувлажнённые, что особенно актуально для Брестской области [7].

АМПШ-6 «Берестье» не только повышает эффективность сельхозпроизводителей, но и способствует импортозамещению, развитию инноваций и укреплению технологического суверенитета. Его внедрение позволит снизить затраты, повысить урожайность и улучшить культуру агропроизводства.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку версии агрегата с активными рабочими органами, интеграцию с системами искусственного интеллекта для анализа состояния поля, создание энергосберегающих модификаций с гибридным приводом.

Таким образом, представленный агрегат является перспективным решением для современного сельского хозяйства и может стать основой для новой линейки отечественной посевной техники.

#### Список цитируемых источников

1. Лукомец, В. Н. Энергосберегающие технологии в растениеводстве / В. Н. Лукомец, А. А. Сидоров // Тракторы и сельхозмашины. — 2019. — № 7. — С. 3—8. — DOI: 10.31953/2073-7599-2019-7-3-8.
2. O'Donoghue, T. Fuel Efficiency in Agricultural Machinery: A Review / T. O'Donoghue, M. B. Woods // Biosystems Engineering. — 2021. — Vol. 209. — P. 1—15. — DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2021.05.003.
3. Киреев, В. И. Сельскохозяйственные машины : учеб. для вузов / В. И. Киреев, В. А. Кузнецов, А. Н. Романов. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : КолосС, 2020. — 528 с.
4. Яроцкий, Я. У. Многомашинные посевные агрегаты / Я. У. Яроцкий // Современные проблемы освоения новой техники, технологии, организации технического сервиса в АПК. — Минск, 2015. — С. 31—41.
5. Технология точного земледелия : науч. тр. / под ред. К. А. Шевченко. — Минск : НПЦ НАН Беларуси по земледелию. — 2022. — Вып. 15. — 184 с.
6. Горбачев, А. В. Современные технологии точного земледелия / А. В. Горбачев, И. А. Лебедев. — Минск : Беларус. навука, 2021. — 248 с.
7. Шестаков, В. А. Адаптация сельскохозяйственной техники к переувлажнённым почвам / В. А. Шестаков, Е. В. Козлов // Земледелие и агрохимия. — 2021. — № 5. — С. 30—35.
8. John Deere. ExactEmerge™ Planter Operation Manual / John Deere. — 5th ed. — Moline : John Deere Publishing, 2022. — 142 p.
9. Bakker, T. W. Precision Agriculture: An Overview / T. W. Bakker, J. A. Mullins, K. A. Sudduth // Computers and Electronics in Agriculture. — 2020. — Vol. 173. — P. 105438. — DOI: 10.1016/j.compag.2020.105438.
10. Hofstetter, A. R. Design and Performance of a Variable-Rate Seeding System for Planters / A. R. Hofstetter, J. F. Reid // Transactions of the ASABE. — 2019. — Vol. 62, no. 4. — P. 875—885. — DOI: 10.13031/trans.13125.

Поступила в редакцию 07.10.2025.