

представленої розробки полягає в розширенні технологічних можливостей навантаження і зменшення витрат енергії на привід стендів.

Таким чином, актуальними для забезпечення надійності і термінів експлуатації МЕЗ є вдосконалення методів, обладнання та пристосувань для проведення стендових випробувань агрегатів.

### **Список літературних джерел**

1. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.
2. Пат. 2500996 Российская Федерация МПК G 01 M 13/02. Способ обкатки коробок перемены передач транспортных средств и стенд для его осуществления [Текст] / Черноиванов В. И., Филиппова Е. М., Петрищев Н. А., Данков А. А., Саяпин С. Н., Ивлева И. Б., Нистратова Н. С. (RU); патентообладатель ГНУ ГОСНИТИ Россельхозакадемии. – № 2012110919/28 ; заявл. 22.03.2012 ; опубл. 10.12.2013, Бюл. № 34. – 12 с.
3. Пат. 2477848 Российская Федерация. МПК G 01 M 13/02. Нагружающее устройство для обкатки и испытания элементов машин [Текст] / Власов П. А. (RU); патентообладатели: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», Власов П. А. – № 2010138922/28; заявл. 21.09.2010; опубл. 20.03.2013, Бюл. № 8. – 6 с.
4. Пат. № 2052789 Российская Федерация. МПК G 01 M 13/02. Стенд для испытаний и обкатки редукторов [Текст] / Бочаров В. М., Волков В. В., Князькова Т. В.; патентообладатель Бочаров В. М., Волков В. В., Князькова Т. В. – № 2003128445/28; заявл. 28.05.1992, опубл. 20.01.1996.

УДК 631.37

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ШИРОКОКОЛЕЙНЫХ АГРОСРЕДСТВ**

**Кувачев В. П.**

Таврический государственный агротехнологический университет имени  
Дмитрия Моторного

Постановка проблемы. Сегодня на многих бизнес-форумах, международных конференциях и т.п. отмечается про стремительное развитие научно-технического прогресса в последнее время. И темпы этого прогресса настолько велики, что, то будущее, о котором еще недавно мечталось, уже наступило! Сельскохозяйственное производство, как самая консервативная отрасль народного хозяйства, традиционно в этом плане сильно отстает от других отраслей, однако качественные изменения в нем очевидны.

Анализом состояния и тенденций развития средств механизации, в свете качественно новых сегодня изменений, стала очевидна бесперспективность использования и дальнейшего усовершенствования традиционных тракторно-комбайновых технологий.

Вместе с этим, многие мировые ведущие фирмы работают сегодня над проектами о создании «беспилотных» мобильных энергетических средств.

Становится сегодня, очевидно, что и сам вектор научно-технического прогресса в области механизации направлен на роботизацию растениеводства. Агроробот – полностью программируемая роботизированная энерготехнологическая машина, способная выполнять целый комплекс технологических операций. Кроме того, робот может наладить совместную работу и с другими подобными машинами, которые образуют целую интеллектуальную сеть.

В направлении вектора развития механизации растениеводства, одним из путей повышения культурно-технологического уровня земледелия является организация строго регулируемого (маршрутизированного) движения всех средств механизации по заранее сформированным дорожкам – постоянным технологическим колеям. Их применение позволяет разрешить противоречие в системе «двигатель – почва», физическая суть которого состоит в том, что движение технологических и транспортных машин должно осуществляться по сухому и твердому фону, а для продуктивного роста растений нужна разрыхленная и влажная почва. Вместе с этим стало очевидным, что реализовать новые принципы земледелия старыми методами практически невозможно, в силу тех проблем, которые остались неразрешенными в колеейной системе земледелия при использовании традиционной тракторно-комбайновой техники.

В силу чего качественно-новым направлением в развитии средств механизации стало создание специализированных ширококолейных (или мостовых) систем. Первый опыт их применения в колеейной системе земледелия убедительно свидетельствует о преимуществах и широких перспективах их использования.

Мы не только не остались безпричастными к этим направлениям развития отрасли механизации растениеводства, но являемся единственным научно-исследовательским центром в Украине.

Цель исследований. Повышение эффективности использования ширококолейных агросредств в колеейной системе земледелия путем анализа состояния и перспектив их дальнейших исследований в Украине.

Основные материалы исследований. Обозначенный нами уровень энергонасыщенности, который должен иметь специализированное ширококолейное агросредство, существенно определен скоростным режимом его работы.

Если рассмотреть, зависимость энергоемкости работы ширококолейного агросредства от скорости его движения, то становится очевидно, что не увеличение, а на оборот уменьшение рабочих скоростей позволяет снижать энергозатраты на технологические процессы. Умеренная производительность работы агросредства при этом не является существенным недостатком, поскольку может работать в автоматическом режиме, что предполагает большую его загрузку во времени.

А что это значит? А то, что требуется создание новой концепции рабочих органов, отличных от традиционных. Например, перспективными в этом плане выступают рабочие органы активного действия с вертикальным резанием почвы (типа “копатель”). При вертикальном резании почвы вес агросредства используется для создания силы резания, от чего реакции опор на почву уменьшаются, а за счет отклонения линии копателя от вертикали можно получить составляющую реакции почвы, направленную в сторону движения (реактивного типа). Однако, исследований в этом направлении недостаточно.

Другим перспективным направлением исследований является координатный способ посева и выращивания растений. Одним из преимуществ ширококолейных агросредств является высокая точность позиционирования, что обуславливает недостаточную точность существующих сеялок точного высева. Поэтому перспективным в этом плане является создание гидропневматических высевающих аппаратов.

Для автоматизированного ширококолейного агросредства целесообразным является использование электропривода. Общей проблемой использования электропривода на транспортных средствах является проблема передачи энергии мобильной машине. Проведенные расчеты по выбору параметров пускорегулирующей аппаратуры и аккумуляторного питания показывают, что при необходимой разрядной емкости аккумуляторов в 202,5 А часов на 1 т массы, суммарная масса батарей приближается к половине веса самого агросредства.

По нашему мнению, наиболее привлекательным видом энергообеспечения указанных агросредств является гибридный привод, включающий тяговый электродвигатель с аккумуляторным питанием, зарядное устройство для подзарядки аккумуляторов, и дополнительный ДВЗ с генератором для работы в автономном режиме.

Согласно требований автоматизации специализированные ширококолейные агросредства целесообразно подчинять принципам функционирования координатно-транспортной системы, для которой инженерная зона должна иметь строго определенные размеры. В этом аспекте особое внимание уделено нами таким свойствам как устойчивость и управляемость.

Традиційно управління колесних машин побудовано по кінематическому или силовому принципу. Оба эти принципа подлежали детальному изучению с позиции приемлемой управляемости.

В результате исследования установлены качественно-количественные характеристики отработки динамической системой входных управляющих воздействий, зависящих от конструктивных и других параметров ширококолейного агросредства. Анализ полученной ценной научной информации позволяет сделать вывод о целесообразности применения именно силового способа управления для функционирования агросредства в координатно-транспортной системе, что во многом упростит как конструкцию ходовой части агросредства, так и систему его автоматического управления.

Перспективным видится возможность функционирования ширококолейных агросредств в автоматическом или полуавтоматическом режиме. Задача автоматизации вождения мобильной машины оказывается достаточно сложной, в первую очередь по причине сложности ориентации.

Зарубежные ученые в этом направлении уже плодотворно работают. Например, фирмой Бош демонстрируется на мировых выставках автоматизированное электрифицированное самоходное агросредство Бони-роб. В последнее время проводятся серьезные исследования экспериментальных шасси для автоматизированного вождения в растениеводстве. Поэтому это еще одно актуальное направление, которое требует дальнейшего исследования.

Что касается устойчивости движения, то количество и характер возмущающих воздействий зависят от конструктивной схемы ширококолейного агросредства и функционального назначения. Например, использование почвообрабатывающей машины активного действия с вертикальным резанием почвы (типа «копатель») является предметом отдельного исследования устойчивости движения.

Движение специализированного агросредства по следу постоянной технологической колеи естественно отличает условия его функционирования в вертикальной плоскости от традиционных машинно-тракторных агрегатов, движущихся по неровностям агрофона. В результате исследований установлено, что плавность хода специализированного ширококолейного агросредства, как динамической системы, движущегося по следам постоянной технологической колеи, существенно зависит от схемы, конструктивных и других его параметров, а также характеристик неровностей ее продольного профиля. Желаемый характер внутренней структуры продольного профиля проложенной технологической колеи практически можно получить соответствующей технологией ее формирования. Существенное влияние на плавность хода последнего оказывают свойства шин его опорных колес.

Что касается параметров самой шины то этот вопрос также очень интересен, поскольку условия ее функционирования несколько отличны от тракторной, но вместе с тем и от автомобильной. В силу чего нами

предлагается два пути решения по выбору шин для ширококолейных агросредств – 1) это подбор тракторной шины по критерию максимального КПД и 2) – это обоснование параметров совершенно новой, специально созданной под условия функционирования указанных специализированных ширококолейных агросредств. Конечно же, второе направление сегодня остается открытым для исследований.

Свойство трактора осуществлять повороты с заданной кривизной траектории называют поворачиваемостью. Поворачиваемость характеризуется кинематическими и силовыми параметрами. Поэтому правильный выбор последних, с позиции требуемой поворачиваемости, обеспечит движение ширококолейного агросредства в оптимальном режиме и минимизирует непродуктивные потери энергии и площади поля при повороте.

Разворот ширококолейных агросредств на поворотной полосе может осуществляться разными способами. Наряду с наиболее широко распространенной традиционной схемой поворота, нами предложена новая схема разворота на поворотной полосе, путем поворота его шасси управляемыми колесами с одного борта вокруг центра, расположенного в центре межколесного пространства с другого борта. Что позволяет одновременно с поворотом перемещать агросредство на следующую рабочую позицию с лучшими кинематическими параметрами.

Полученные уравнения движения ширококолейных агросредств для предлагаемой новой схемы поворота позволяют оценить влияние его конструктивных, эксплуатационных, кинематических и силовых параметров на критерии статической и динамической поворачиваемости.

Однако, инженерно-техническая реализация указанной схемы поворота подлежит дальнейшему исследованию.

Для самого понятия «специализированное агросредство» очень важными являются технологические свойства. Это свойства, которые характеризуют соответствие данного агросредства технологическим требованиям на всем комплексе сельскохозяйственных операций в колеейной системе земледелия. Задача адекватной оценки возможности их эффективного использования осложняется не только конструктивно-инженерным разнообразием моделей, но и многообразием технологических приемов их использования.

Всё многообразие требований технологического процесса колеейной системы земледелия, предъявляемых к ширококолейным агросредствам, можно выразить следующими обобщенными показателями: технологической универсальности, производительности, агротехнического качества выполняемой операции, экологичности и стоимости работ. Однако, в настоящее время, количественная оценка влияния конструктивных факторов и показателей технических характеристик на технологические свойства ширококолейных агросредств изучена недостаточно. Это также может быть предметом дальнейших исследований.

Например, полученное нами уравнение для расчета потенциальной производительности ширококолейного агросредства позволяет произвести анализ степени влияния на нее его конструктивно-технологических параметров. Оценка уровня потенциальной производительности, которую должны иметь современные ширококолейные агросредства показала, что результат превосходит потенциальную производительность традиционных машинно-тракторных агрегатов в 1,5-2 раза. Что лишний раз подтверждает эффективность и перспективность ширококолейных агросредств в колеейной системе земледелия с позиции их технологических свойств.

И на конец, обоснование экономической эффективности от внедрения ширококолейных агросредств в колеейной системе земледелия.

Проведенные исследования показывают, что экономический эффект, который можно получить определен, прежде всего, тремя составляющими: эффектом от повышения урожайности выращиваемой культуры, эффектом от экономии посевного материала, эффектом от экономии энергетических затрат.

В результате расчетов установлено, что наиболее ощутимый экономический эффект будет очевиден на полях с высокой техногенной деградацией почв, где результат увеличения урожайности выращиваемых культур за счет естественных процессов разуплотнения почвы будет существенным.

Специально созданное нами ширококолейное агросредство позволяет экспериментально исследовать его свойства, а также почвообрабатывающие орудия и другие с.-х. машины, конструкция и принцип работы которых предназначен для агрегатов мостового типа.

Вывод. На основании вышеизложенного можно заключить, что предметом агрегатирования специализированных ширококолейных агросредств, как методологии обеспечения их функционирования с максимальной эффективностью, являются методы анализа и комплексной оценки соответствия их параметров и характеристик требованиям технологий, построенных по принципам колеейной и мостовой систем земледелия.

Указанными методами могут быть:

- анализ конструкционно-технологических свойств специализированных ширококолейных агросредств;
- оценка тягово-энергетических показателей специализированных ширококолейных агросредств;
- агроэкологический анализ;
- эксплуатационно-технологическая оценка работы специализированных ширококолейных агросредств;
- технико-экономическая эффективность специализированных ширококолейных агросредств.