

**АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕУПЛОТНЕНИЯ
ПОЧВЫ И СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ЕЕ РЕШЕНИЯ**

Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, Т.А. Варфоломеева, А.С. Новик
*Белорусский государственный аграрный технический университет,
Республика Беларусь, г. Минск, zanetanoff@mail.ru*

Использование тракторов и сельскохозяйственных машин на полевых работах по современным технологиям связано с проблемой отрицательного воздействия их ходовых систем на почву. Для количественной оценки результата названного воздействия наиболее распространены в различных сочетаниях такие показатели как плотность, твердость, пористость, структурный состав почвы, сопротивление почвы обработке, глубина следа, качество выполнения последующих операций, урожайность сельскохозяйственных культур. Последняя является комплексным показателем. По обобщенным данным из-за переуплотнения почв ходовыми системами сельскохозяйственных тракторов и машин теряется 5-30% урожайности сельскохозяйственных культур [1].

Признаками переуплотнения почвы являются пониженная урожайность, не уходящая с полей влага, вымочки или, наоборот, быстрое испарение воды, плохая впитываемость и стекание по рельефу. Следы от сельскохозяйственных машин при традиционной технологии перекрывают от 80 до 100% посевных площадей. Если учесть, что техника выезжает на поля около 12-15 раз за сезон, закономерно, что проблема обострилась – переуплотнение почвы имеет накопительный характер. При этом вес тракторов достигает до 10-20 т, зерноуборочных комбайнов до 25 т, а самоходных свеклоуборочных комбайнов до 50–60 т [2].

Для косвенной оценки воздействия ходовых систем на почву в полевых опытах чаще других используется плотность почвы. Диапазон оптимальных значений плотности почвы для разных культур и условий ограничен пределами 1000–1400 кг/м³ [1]. Это ниже равновесной плотности почвы и в большинстве случаев для оптимального развития сельскохозяйственных культур необходимо производить рыхление почвы.

Большинство известных исследований по воздействию ходовых систем на почву выполнены применительно к тракторам, оснащенных шинами с давлением воздуха 100-170 кПа. В то же время в сельском хозяйстве эксплуатируется ряд прицепов и полуприцепов, оснащенных шинами с давлением воздуха 200–370 кПа. Это машины ПРТ-7А, МЖТ-Ф-6, МЖТ-Ф-11, ПСТБ-12, ПСТБ-17, МТУ-20, МТУ-15, МЖУ-16, РУ-7000, ПТС-24 и др. Максимальное давление на почву [3] таких машин значительно выше, чем у тракторов.

В условиях интенсивного земледелия создаются условия, когда машины, призванные повысить урожайность, снижают плодородие почв. Являясь средой для выращивания сельхозкультур, почва выполняет функцию несущего основания для движителей сельхозмашин, которые оказывают на

нее механическое воздействие. За последние десятилетия произошло повышение мощности и тягового класса тракторов и комбайнов [4].

Урожайность зерновых в следах тракторов снижается на 10-15%, а корнеклубнеплодов – на 20-30%. На уплотненных участках почвы увеличивается тяговое сопротивление рабочих органов, что ведет к увеличению расхода топлива и снижению производительности техники, а качество технологических операций по следам сельхозмашин не отвечает агротехническим требованиям [1]. На поверхности поля остаются следы глубиной до 12 см (рисунок), по которым плотность почвы существенно превышает оптимальные значения, не выдерживается заданная глубина обработки культиваторами, до 48% семян зерновых не заделываются на заданную глубину, ухудшается качество уборочных работ.



Рисунок – Определение глубины (а) и ширины колеи (б) по следу движителя трактора «БЕЛАРУС 2022.5» с агрегатом

Решить проблему уплотнения почвы не используя широкопрофильные (до 1,0 м) или сверхширокие шины (1,2 м) низкого давления, а также сдвоенные, не удастся.

При полевых работах рекомендуется ориентироваться на средний уровень давления шин в районе 0,09 МПа, что приводит к увеличению пятна контакта и улучшает тягово-сцепные свойства машины. При возрастании давления до 0,12 МПа тяговая мощность трактора в среднем снижается на 12 %, при 0,15 МПа – на 25%, а при 0,19 МПа – на 38%.

Специальные шины – бескамерные, низкого и сверхнизкого давления имеют больший размер (по сравнению со стандартными), меньшую норму слоистости, более эластичны, у них более мягкая, но при этом прочная боковина [2, 5]. За счет такой боковины шины могут растягиваться как в ширину, так и в длину, увеличивая при этом пятно контакта.

Основные требования, предъявляемые к экологичным шинам:

- снижение давления на почву до 0,04-0,07 МПа (при внутреннем давлении в шине 0,05-0,10 МПа);
- высокая грузоподъемность – до 6-8 т (при внутреннем давлении в шине 0,18-0,24 МПа);

- повышенная тяга на 30-40% (за счет увеличенного пятна контакта, высокого сцепления и снижения буксования до 3-5%);
- высокая проходимость и малое уплотнение почвы (за счет тяги и низкого удельного давления на почву).
- уменьшение колееобразования;
- предотвращение потери плодородия почвы;
- сохранение растительного покрова (дерн, всходы).

На сегодняшний день лучшим решением проблемы уплотнения почвы, снижения уровня воздействия движителей на почву до допустимого уровня [6] и улучшения их тягово-сцепных свойств являются шины с технологиями повышенной гибкости IF (Increased Flexion) и сверхвысокой гибкости VF (Very High Flexion), поскольку они отличаются увеличенной площадью контакта с поверхностью и требуют меньшего давления воздуха.

Шины, сделанные по технологии IF, имеют увеличенную грузоподъемность шины на 20% по сравнению с обычной радиальной сельскохозяйственной шиной.

Шины VF еще мягче, они могут работать со сверхнизким давлением. Благодаря применению новых материалов в конструкции каркаса шины и боковин грузоподъемность шины возрастает на 40%. Такие шины в основном предназначены для тракторов и комбайнов с автоматической регулировкой давления в шинах, которое меняется в зависимости от транспортного или полевого режима работы.

Использовать такие шины можно лишь при условии установки более широких дисков. Если стандартные шины имеют размер 710/70R42, то шины VF – 710/60R42. Работая с шинами VF, необходимо внимательно следить за давлением. Практика показывает, что до 95% сельхозпроизводителей не следят за давлением в шинах. Более того, нередко в поле работают машины с давлением в шинах 0,15-0,18 МПа.

В последние годы ведущими производителями разрабатываются технологии с применением цифровых систем, позволяющие снизить уплотнение почвы.

Terranimo – это имитационная модель, разработанная Школой сельскохозяйственных, лесных и пищевых наук Бернского университета прикладных наук (BFH-NAFL) в тесном сотрудничестве с Швейцарским федеральным институтом сельскохозяйственных исследований Agroscope в Рекенхольце, Орхусским университетом в Дании, Шведским университетом сельскохозяйственных наук (SLU) [7]. Она основана на данных, получаемых десятилетиями, и способна вычислять, анализировать и визуализировать уплотнение почвы машинно-тракторными агрегатами (МТА).

В 2022 г. фирма CLAAS интегрировала программу Terranimo в систему помощи механизатору CEMOS, в которой эти данные комбинируются с такими параметрами, как тип и состояние почвы, глубина обработки, состояние поля (необработанное, поле под посев, неглубоко или глубоко вспаханное), тип навесного оборудования, тип используемых шин, балластирование и т.д.

На дисплее терминала SEBIS механизатор информируется о том, существует ли опасность повреждения и уплотнения почвы для данного МТА. Необходимые для расчетов данные о состоянии МТА и почвы берутся из вспомогательной системы SEMOS и обрабатываются с помощью Terranimo.

На основе полученной информации и технических характеристик МТА Terranimo рассчитывает риск уплотнения отдельно для трех слоев почвы. После этого SEMOS может рекомендовать механизатору принять меры по оптимизации давления в шинах, изменению балластировки трактора и управлению с расчетом на снижение уплотнения почвы. При изменении указанных параметров система производит соответствующие вычисления и оценивает риски уплотнения почвы на основе внесенных корректив, в результате чего механизатор получает обратную связь о том, какой эффект дали внесенные им изменения.

Благодаря системе предотвращения уплотнения Compaction Prevention System (CPS) [8], разработанной Agtech 2030, сельхозпроизводитель имеет доступ к услуге, которая показывает текущий риск уплотнения почвы и даёт рекомендации работы на нем. Расчет на карте маршрута для техники в реальном времени для конкретного МТА помогает как при планировании работы, так и при необходимости объезжать опасные участки. В частности, в моделирование включён параметр «состояние поля», который учитывает тип обработки почвы, выращиваемые культуры и вегетационный период.

Система предлагает пользователям помощь в принятии решений, направленных на уменьшение риска уплотнения почвы и помогает им выбрать, на каких полях использовать тот или иной МТА. Согласно рекомендациям системы CPS механизатор может поменять шины, давление воздуха в шинах, степень загрузки технологической емкости, использовать балласт, сдвоенные шины или другой МТА. Кроме того, система предоставляет возможность избежать дополнительных мер по обработке почвы для снижения уплотнения.

Снижение уплотнения почвы обеспечивается увеличением количества осей МТА, размеров шин (использованием экологических шин увеличенного размера низкого и сверхнизкого давления, например, выполненных по технологии IF или VF), улучшением их деформационных свойств, применением активных приводных осей, совершенствованием подвесок. Вместе с тем перспективными являются решения по применению цифровых технологий для рационального комплектования МТА, настройке ходовых систем, выбору оптимального маршрута движения по полю, переходу на технологию с постоянной колеей – CTF (controlled traffic farming).

Список литературы

1. Скотников, В.А. Проходимость машин / В.А. Скотников, А.В. Пономарев, А.В. Климанов. – Мн.: Наука и техника, 1982. – 328 с.
2. Гедроить, Г.И. Применения шин низкого давления на тракторах / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, В.С. Леванюк // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-

- практической конференции, Минск, 24-25 ноября 2022 г. – Минск : БГАТУ, 2022. – С. 263-266.
3. Техника сельскохозяйственная мобильная. Методы определения воздействия двигателей на почву: ГОСТ 26953–86. введ. 01.01.1987. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 11 с.
 4. Гедроить, Г.И. Объемы работ и условия эксплуатации транспортных средств / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский // Агропанорама. – 2021, №3. – С. 2-7.
 5. Гедроить, Г.И. Совершенствование ходовых систем транспортно-технологических машин / Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, А.В. Бобрышов, А.И. Оскирко // Агропанорама. – 2020, №2. – С. 2-6.
 6. Техника сельскохозяйственная мобильная. Нормы воздействия двигателей на почву: ГОСТ 26955-86, введ. 01.01.1987. – Минск : Белорус. гос. ин-т стандартизации и сертификации, 2018. – 7 с.
 7. Terranimo [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// ch.terranimo.world](https://ch.terranimo.world) – Дата доступа: 11.11.2024.
 8. CPS [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// compactionprevention.com](https://compactionprevention.com) – Дата доступа: 11.11.2024.

УДК 629.36.017

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ СОВРЕМЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРИЦЕПОВ

Г.И. Гедроить, С.В. Занемонский, А.С. Новик

*Белорусский государственный аграрный технический университет,
Республика Беларусь, г. Минск, zanemanoff@mail.ru*

Одним из путей обеспечения продовольственной безопасности является внедрение энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий производства сельскохозяйственной продукции. Решение этой задачи непосредственно связано с повышением производительности машинно-тракторных агрегатов (МТА), совершенствованием конструкции тракторов, прицепов и сельскохозяйственных машин.

Транспортные средства являются неотъемлемой частью технической базы сельскохозяйственного производства. В сельском хозяйстве на внутрихозяйственных перевозках в основном используются тракторный транспорт [1]. В последнее десятилетие увеличиваются расстояния транспортировки продукции, растет общая масса машин [2].

Предприятия Беларуси выпускают широкую гамму тракторных прицепов, одним из ведущих производителей которых является ОАО «УКХ «Бобруйскагромаш» (таблица). Выпускаются также транспортно-технологические машины для внесения удобрений, транспортировки рулонов и др.