

ющий слой из скошенных сорняков, способствующий воспроизводству плодородия почвы.

### Литература

1. Цыбань, А. А. Новый способ возделывания сои/ А. А. Цыбань, Г. И. Орехов // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур: сб. ст. по матер. науч.-практ. конф. (с междунар. участием), (Благовещенск, 5–6 сентября 2017 г.) / ФГБНУ ДальНИИМЭСХ. В 2 ч. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного ГАУ. – Ч. 2. – С. 78–83.

УДК 631.171:631.37

### **НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ УПЛОТНЕНИЯ ПОЧВЫ ДВИЖИТЕЛЯМИ ЭНЕРГОСРЕДСТВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ**

**А. Н. Панасюк**, врио дир-ра, вед. науч. сотр. д-р техн. наук, доц.; **Р. А. Кашбулгайнов**, ст. науч. сотр. канд. техн. наук; **А. В. Липкань**, ст. науч. сотр.

*ФГБНУ «Дальневосточный НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства»*

*В статье авторы обозначают проблемы и возможные пути их решения, связанные с необходимостью модернизации стандартизированных норм и методов определения воздействия движителей на почву и максимального напряжения в почве (ГОСТ 26953-86, ГОСТ 26954-86 и ГОСТ 26955-86).*

*Методы экспериментального и расчетно-аналитического определения воздействия движителей на почву и максимального напряжения в почве могут быть уточнены и дополнены в плане рекомендуемых регистрирующей аппаратуры на базе ПК, датчиков силы, методики проведения развесовки по опорам с помощью подкладных платформенных весов, месдоз нормальных напряжений, методов экспериментального и аналитического определения максимального давления и напряжения в почве с использованием параметров универсальной характеристики шины и численного метода конечных элементов. Отмечается и необходимость разработки единой методики определения показателей эффективности снижения воздействия на почву движителей техники, в том числе перемещающейся в технологическом цик-*

ле по полям.

**Ключевые слова:** стандарт, движитель, показатель воздействия на почву, универсальная характеристика шины, техногенное механическое воздействие на почву.

За последние десятилетия после утверждения стандартов ГОСТ 26953-86, 26954-86 и 26955-86 в мировом и отечественном тракторном и сельхозмашиностроении появились новые серийные и опытные колесные и гусеничные движители, которые позволяют значительно повысить показатели функционально-экологической эффективности машин. Широкое применение нашли пневмоколесные движители низкого и сверхнизкого внутришинного давления и широкопрофильные шины. Вместо металлозвенчатых стали применяться резиноармированные и резинокросовые гусеницы, в том числе сменные гусеничные блоки, как опции колесных тракторов и комбайнов, обеспечивающие повышение эксплуатационно-технологических свойств при снижении несущей способности почвы и соответствии нормам воздействия на почву.

В связи с чем, по мере совершенствования сельскохозяйственной техники и технологий стандарты ГОСТ 26953-86, 26954-86 и 26955-86 перестали в полной мере отвечать современным требованиям и поэтому назрела необходимость обозначения ряда проблем, связанных с оценкой уплотнения почвы движителями энергосредств.

Так, в настоящее время нет ответа на вопрос о границе максимального использования тягового усилия энергосредства и сохранения почвенного плодородия от воздействия движителей мощных тракторов. Тенденции формирования парка мобильной полевой энергетики показали, что практически все современные высокопроизводительные, энергонасыщенные мобильные энергетические средства с учётом настоящего ГОСТ 26955-86 не соответствуют нормам экологической безопасности.

Поэтому ГОСТ должен содержать дифференцированные

пределы допустимого давления на почву в зависимости от тягового класса энергосредства.

Также, в настоящее время уровень воздействия контролируется показателем – нормой максимального давления движителя с учётом его проходов по одному следу  $[q_{\max}]$ , кПа. Считаем, что такой подход, как отдельный элемент при оценке эффективности системы машин в технологическом цикле не сможет ответить на проблемы, связанные с предполагаемыми потерями урожая, действительным уроном плодородию почвы, оценки уровня уплотняющего воздействия на поле, в том числе с учётом ширины захвата энергосредства.

По нашему мнению, целесообразно использовать показатель воздействия на почву  $U$  (кН/м) [1], который позволяет оценивать и ограничивать суммарное уплотняющее воздействие комплекса машин в производственном процессе до уровня экологически допустимых норм. Показатель уплотняющего воздействия ( $U$ ), способен адаптироваться к изменяющимся условиям, учитывает не только максимальное давление на почву единичного движителя ( $U_i$ ), но его тип, конструктивные особенности, количество проходов по следу ( $U_j$ ), ширину захвата МТА ( $U_T$ ), что позволяет оценить и непроизводительные энергетические затраты, связанные с рабочим ходом энергосредства – потери урожая от уплотнения почвы в технологическом цикле, внешние потери на самопередвижение (от вертикального прессования почвы), потери на буксование (от горизонтального истирания почвы), дополнительные потери на операции разуплотнения почвы.

Каждый колесный движитель (ведущие шины) характеризуется своим типоразмером и комплексом данных о конструктивных параметрах, нормах нагрузок и соответствующих давлений по условию допустимого нормального статического прогиба шины для выбора её режима работы при различных условиях

эксплуатации, которые содержатся в ГОСТ 7463-2003 «Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия» [2].

Для расчёта параметров универсальной характеристики шин, контурной площади контакта шин  $F_k$ , максимального нормального давления шин на почву  $q_{\max}$ , а затем и показателя воздействия на почву одиночного колеса  $U_1$  и по следу со стороны движителей и ходовых систем тракторов  $U_i$  и  $U_j$  необходимо, используя ГОСТ 7463-2003, определиться с исходными данными тракторов и характеристиками применяемых типоразмеров шин данных тракторов, в том числе с нормой слоистости.

Норма слоистости  $n$  является сложным техническим и технологическим параметром, который определяет величину вертикальной нагрузки на шину, величину скорости движения и прочность шины, а также внутреннее давление в шине и многие другие показатели.

Однако, в связи с изменением технологии изготовления и широким распространением шин радиальной конструкции каркаса норма слоистости для них не является решающим фактором прочности шины и в ГОСТ 7463-2003 для радиальных шин вообще не указывается, но при расчёте параметров универсальной характеристики шины она используется, что вызывает проблему с определением её значений.

В связи с этим, в случае совершенствования ГОСТов для расчетно-аналитической оценки максимального давления пневматических колес на почву и максимального нормального напряжения в почве, по нашему мнению, целесообразным является требование к разработчикам или производителям шин предоставлять потребителю информацию о параметрах универсальных характеристик выпускаемых шин в виде постоянных для них коэффициентов  $c_1$ ,  $c_2$  и  $p_0$  и норме слоистости  $n$  или идентичной по данному определению величине для радиальных шин.

Считаем, возможным и целесообразным расчетно-аналитическое определение максимального давления на почву с помощью метода конечных элементов на основе математического моделирования процесса взаимодействия колеса и гусеницы с опорным основанием в обновленном ГОСТе 26953. Но в математической модели опорного основания наряду с мощным пахотным горизонтом следует предусмотреть вариант с учётом жесткого несжимаемого подстилающего слоя почвы на глубине 20...30 см.

В тоже время, потребность пересмотра норм воздействия движителей на почву по ГОСТ 26955-86 не так уж однозначна, поскольку, по нашему мнению, не имеет под собой достаточной современной экспериментальной базы, уточняющей прежнюю, допускающей с агрономических позиций допустимым превышение, но не более чем на  $0,1 \text{ г/см}^3$ , оптимальных значений плотности почвы различного типа при посеве различных сельскохозяйственных культур на основе обобщения обширного материала наблюдений и исследований советских ученых по единой В. И. Мовской методике оценки изменения физических и физико-механических свойств почвы по следу движителей и влияния этих изменений на урожайность культур в различных зонах СССР. С момента ввода в действие ГОСТа 26955-86 до настоящего времени, по нашим сведениям, не появилось ни новых теоретических или методических подходов в обосновании норм воздействия на почву, ни обширных результатов каких-либо специально поставленных экспериментальных исследований в этом плане, ставящих под сомнение ранее разработанные нормативы воздействия движителей на почву.

Методы же определения воздействия движителей на почву по ГОСТ 26953 и ГОСТ 26954 с позиции появления новых модификаций пневмоколесного и гусеничного движителей могут быть уточнены и дополнены в плане рекомендуемых регистрирующей аппаратуры, датчиков силы, методики проведения раз-

весовки по опорам (двигателям) с помощью подкладных платформенных весов, мессдоз для определения эпюр нормальных напряжений в слое песка, по возможным методам экспериментального и аналитического определения максимального давления на почву и напряжения в почве, например, с помощью использования параметров универсальной характеристики шины и численного метода конечных элементов.

Кроме оценки воздействия единичных двигателей на почву на сегодня назрела потребность разработки единой методики определения показателей эффективности снижения воздействия на почву двигателей, ходовых систем и техники на их базе, в том числе перемещающейся в технологическом цикле по полям.

Научно-исследовательские работы, направленные на модернизацию вышеуказанной нормативной документации и решение обозначенных проблем, в настоящее время инициирует ФГБНУ ВНАЦ ВИМ, непосредственно причастный к разработке вышеназванной нормативной документации. ФГБНУ ДальНИИМЭСХ также готов принять самое активное участие в реализации модернизации нормативной документации по оценке воздействия двигателей на почву.

### Литература

1. Ксенович И. П., Скотников В. А., Ляско М. И. Ходовая система-почва-урожай. М.: Агропромиздат, 1985. – 304 с.
2. ГОСТ 7463-2003 Шины пневматические для тракторов и сельскохозяйственных машин. Технические условия. Введ. 01.01.2005. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – 24 с.

УДК 631.35

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ОЧЁСУ СОИ ГРЕБЕНКАМИ РАЗЛИЧНОЙ КОНФИГУРАЦИИ**