

3. Бычкова Т.В. К вопросу расчета удельной электропроводности почвы в модели сплошной однородной слабопроводящей среды / Т.В. Бычкова, Г.В. Гурьянов, Д.А. Безик. – Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. №4 (62) – 57–63 с.

4. Жебентяев А.И. Электрохимические методы анализа: учеб. пособие / А.И. Жебентяев, А.К. Жерносек, И.Е. Талуть. – М: УО Витебский государственный медицинский университет, 2015. – 105 с.

Abstract: This article describes the main physical and chemical properties of the soil. Methods for determining the basic properties of the soil are considered. The significance of soil conductometry methods in determining soil properties for agricultural needs is substantiated.

УДК 631. 372

Орда А.Н., доктор технических наук, профессор;

Шкляревич В.А.

Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь

ПОВЫШЕНИЕ ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТИ ГУСЕНИЧНОГО ДВИЖИТЕЛЯ К ПОЧВЕННЫМ УСЛОВИЯМ ЭКСПЛУАТАЦИИ

***Аннотация.** На основании изучения взаимодействия элементов агротехнической системы «оператор – машинно-тракторный агрегат (МТА) – ходовая система МТА – почва» предложена конструкция гусеничного движителя, обеспечивающая повышение показателя приспособляемости гусеничной ходовой системы МТА к почвенным условиям эксплуатации и снижение ее уплотняющего воздействия на почву.*

Одним из основных критериев оценки совершенства конструкции ходовых систем МТА является их влияние на важнейший элемент агроэкосистемы – почву, которая при возделывании сельско-

хозяйственных культур многократно подвергается технологическим воздействиям. Вследствие воздействия ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники на структурную, прошедшую обработку, почву ее состояние как элемента агроэкосистемы становится менее устойчивым, чем в естественной экосистеме. Устойчивость в данном случае характеризуется тем, как агроэкосистема самопроизвольно возвращается в первоначальное состояние, будучи из него выведенным такими внешними воздействиями, как уплотнение почвы ходовыми системами МТА [1].

В свою очередь машинно-тракторный агрегат представляет собой агротехническую систему, применительно к которой рассматриваются следующие системные взаимодействия: оператор (человек, механизатор) – МТА – ходовая система МТА – почва.

Для анализа взаимодействий элементов рассматриваемой агротехнической системы применим информационный подход. Функционирование МТА обеспечивается за счет поступающей извне энергии и информации. При этом происходит процесс обмена информацией между элементами этой агротехнической системы. Для упорядочения и организации информационного взаимодействия между элементами системы применяется управление. В системах, оказавшихся в условиях неорганизованных взаимодействий со средой, без восполнения энергетических и информационных ресурсов возрастает неупорядоченность и снижается эффективность их функционирования [2].

Применительно к агротехнической системе неорганизованное взаимодействие ее элементов со средой проявляется в переуплотнении и ухудшении физико-механических и биологических свойств почвы ходовыми системами МТА. Из исследований [1] следует, что при воздействии ходовых систем на почву энтропия процесса E взаимодействия элементов подсистемы «ходовая система – почва» начинает расти. Из исследований [3] известно, что

$$J + E = \text{const}, \quad (1)$$

где J – количество информации, бит; E – энтропия, бит.

Из изложенного следует, что введение в систему определенного количества информации способствует снижению энтропии, для чего машинно-тракторный следует «насыщать информацией», т. е. выбирать режимы работы, конструктивные параметры и компонов-

ку ходовой системы, обеспечивающие их допустимый уровень воздействия на почву, управлять ими, применять конструкции и приспособления для снижения уплотнения почвы.

Управляемая агротехническая система должна быть организованной и упорядоченной. В качестве меры упорядоченности системы принимается степень отклонения ее состояния от термодинамического равновесия [4, с. 181]:

$$R = 1 - \frac{E}{E_{\max}}, \quad (2)$$

где R – мера упорядоченности системы; E_{\max} – максимальное значение энтропии.

С помощью формулы (2) мера упорядоченности системы оценивается в пределах от 0 до 1. Нижнее значение меры упорядоченности будет иметь система, находящаяся в полном беспорядке, верхнее – идеально упорядоченная система.

Найдем меру упорядоченности агротехнической подсистемы «ходовая система МТА – почва». Мера упорядоченности рассматриваемой подсистемы при движении ходовой системы МТА по связной почве с одинаковыми по глубине физико-механическими свойствами (стерне) согласно зависимости (2) [4, с. 181]:

$$R = 1 - \frac{\ln \left[\operatorname{ch} \left(\frac{k}{p_0} h \right) \right]}{\ln \left[\operatorname{ch} \left(\frac{k}{p_0} h_{\max} \right) \right]}, \quad (3)$$

где k – коэффициент объемного смятия почвы, Н/м³; p_0 – предел несущей способности почвы, Па; h – вертикальная деформация (осадка) почвы, м; h_{\max} – деформация почвы, при которой энтропия достигает максимального значения, м.

Мера упорядоченности исследуемой подсистемы для случая взаимодействия ходовой системы с почвой, подготовленной под посев, согласно зависимости (2) определяется по формуле [4, с. 181]:

$$R = 1 - \frac{\ln \left[\cos \left(\frac{\pi}{2h_{\text{упл}}} h \right) \right]}{\ln \left[\cos \left(\frac{\pi}{2h_{\text{упл}}} h_{\text{max}} \right) \right]}. \quad (4)$$

Мера упорядоченности подсистемы «ходовая система МТА – почва» может служить в качестве *показателя приспособляемости* МТА к почвенным условиям эксплуатации.

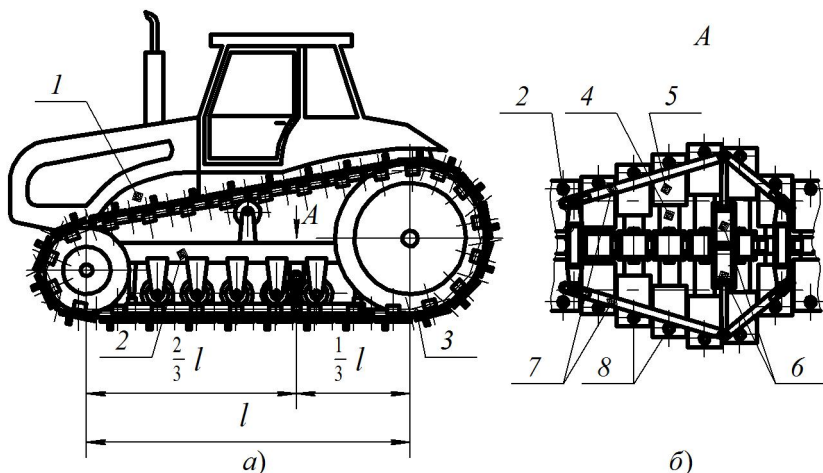
Важное значение для улучшения приспособляемости ходовой системы к почве имеет совершенствование подсистем «оператор – машинно-тракторный агрегат», «оператор – ходовая система МТА» и «оператор – почва». Применительно к решению задачи по улучшению приспособляемости ходовых систем к почвенным условиям эксплуатации важно оценить степень влияния оператора на возможность управления режимами работы машинно-тракторного агрегата, переналадки и регулировки его систем, в том числе конструктивных параметров ходовой системы, при изменении почвенных условий.

Предложенные зависимости (3) и (4) по расчету показателя приспособляемости машинно-тракторного агрегата к почвенным условиям эксплуатации позволяют дать оценку различным приспособлениям, повышающим их проходимость и снижающим уплотняющее воздействие на почву.

На основании изложенного предложена конструкция гусеничной ходовой системы МТА, подтвержденная патентом на изобретение, позволяющая эксплуатировать МТА на переувлажненных почвах или почвах обладающих низкой несущей способностью. Основная суть предложенной конструкции сводится, как правило, к одному решению – управление и регулирование конструктивными параметрами гусеничной ходовой системы МТА, обеспечивающее снижение уплотняющего воздействия на почву.

Так, повысить проходимость и снизить уплотняющее воздействие на почву гусеничного трактора, входящего в состав МТА, можно использованием конструкции [5], в которой корпус гусеничного трактора 1 размещен между двумя ходовыми гусеничными тележками 2, охваченными гусеничными цепями 3. Цепь 3 состоит из

звеньев 4 с уширителями 5, которые размещены по обе стороны каждого звена 4 симметрично продольной оси гусеничной цепи 3 (рисунок).



a – гусеничный трактор; *б* – гусеничный движитель (вид сверху)

1 – корпус гусеничного трактора; 2 – ходовая тележка; 3 – гусеничная цепь;
4 – звенья гусеницы; 5 – уширители; 6 – гидроцилиндры; 7 – направляющие;
8 – ролики

Рисунок – Гусеничный трактор, входящий в состав МТА [5]

Каждый уширитель 5 выполнен полым, внутри полостей установлены пружины, работающие на растяжение. Между уширителями 5 и звеньями 4 вмонтированы уплотнители, препятствующие проникновению влаги и почвы во внутреннюю полость уширителя 5 при его поступательном перемещении относительно звена 4. В задней части каждой из ходовых тележек 2 на одной трети межосевого расстояния от заднего колеса (согласно эпюры распределения нормальных напряжений в почве под гусеницей) установлены гидроцилиндры 6, связанные с гидросистемой трактора, которые своими штоками шарнирно соединены с концами продольных направляющих 7. Продольные направляющие 7 соединяются с тележками 2 с помощью скользящих шарниров и контактируют с роликами 8, установленными на уширителях 5.

При движении трактора по грунтам и почвам с высокой несущей способностью механизатор, управляя гидросистемой, сообщает полости гидроцилиндров 6 со сливной магистралью. Под воздействием пружин растяжения уширители 5 сдвигаются к продольной оси симметрии гусеничной цепи 3 и посредством роликов 8 через направляющие 7 воздействуют на штоки, перемещая их внутрь гидроцилиндров 6.

При движении по грунтам с низкой несущей способностью, на которых происходит нарастание осадки по длине опорной поверхности движителя, механизатор, управляя гидросистемой, сообщает полости гидроцилиндров 6 с магистралью, находящейся под давлением, выдвигая тем самым их штоки наружу. Штоки воздействуют на направляющие 7, последние в свою очередь через ролики 8 выдвигают уширители 5 в сторону от продольной оси симметрии гусеницы 3. При этом на максимальную величину наружу выдвигаются те уширители 5, ролики 8 которых оказываются напротив выдвинутых штоков гидроцилиндров 6. Благодаря этому не происходит нарастания глубины следа, а также повышается сцепление гусеничного движителя с почвой.

Предложенная конструкция гусеничного движителя позволяет повысить показатель приспособляемости ходовой системы МТА к почвенным условиям эксплуатации согласно зависимостям (3) и (4) в 1,5...2 раза [6], а также снизить уплотняющее воздействие на почву.

Список использованных источников

1. Чигарев, Ю.В. Математические основы механики почв / Ю.В. Чигарев, П.Н. Синкевич. – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 164 с.
2. Игнатъев, М.В. Моделирование системы машин / М.В. Игнатъев, Б.З. Ильевский, Л.П. Клаус. – Л. : Машиностроение, 1986. – 304 с.
3. Волькенштейн, М.В. Биофизика / М.В. Волькенштейн. – М. : Наука, 1981. – 576 с.
4. Орда, А.Н. Эколого-энергетические основы формирования машинно-тракторных агрегатов : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / А.Н. Орда ; Бел. агр. техн. ун-т. – Минск, 1997. – 269 с.

5. Гусеничный трактор : пат. 21044 Респ. Беларусь, МПК В 62D 55/08 / А.Н. Орда, В.А. Агейчик, В.А. Шкляревич, И.А. Тарасевич, А.С. Воробей ; заявитель Бел. гос. агр. техн. ун-т. – № а 20130338; заявл. 18.03.13 ; опубл. 30.06.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 3. – С. 86–87.

6. Приспособляемость ходовых систем почвообрабатывающих агрегатов к почвенным условиям эксплуатации / А.Н. Орда, В.А. Шкляревич, А.С. Воробей // Агропанорама. – 2013. – № 5. – С. 9–12.

Abstract. Based on the study of the interaction of the elements of the agrotechnical system "operator – machine-tractor unit (MTU) – running system MTU – soil," the design of the caterpillar propulsor is proposed, which increases the adaptability of the caterpillar running system MTU to soil operating conditions and reduces its compacting effect on the soil.

УДК 631. 372

Орда А.Н., доктор технических наук, профессор;
Шкляревич В.А.

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,
г. Минск, Республика Беларусь*

УПЛОТНЯЮЩЕЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ХОДОВЫХ СИСТЕМ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ АГРЕГАТОВ НА ПОЧВУ

Аннотация. При тяговом расчете машинно-тракторного агрегата (МТА) получены зависимости, которые позволяют определить нормальные реакции почвы на движители колесного трактора в зависимости от динамических нагрузок, действующих на МТА, а также его конструктивных и технологических параметров.

Большинство технологических операций возделывания сельскохозяйственных культур выполняются машинно-тракторными агрегатами, в состав которых входит трактор и сельскохозяйственная машина. И именно под воздействием ходовых систем тракторов, предназначенных для реализации тягово-сцепных свойств через их