

ПОВЫШЕНИЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ ДВИЖИТЕЛЕЙ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ

А.И. Бобровник, докт. техн. наук, Ю.М. Жуковский, канд. техн. наук,
Т.А. Варфоломеева, ст. преподаватель (БГАТУ)

Аннотация

Рассмотрены вопросы влияния ходовых систем колесных тракторов на почву. Проанализированы позитивные и негативные аспекты применения сдвоенных колес тракторов. Предложено техническое решение, позволяющее повысить агроэкологические показатели машинно-тракторного агрегата, снизить нагруженность трансмиссии трактора, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ходимость шин, улучшить управляемость агрегата.

A technical decision is proposed for improving the agroecological indexes of machine-tractor aggregates, decreasing the loads on the tractor transmission, increasing the tractor transport speeds, decreasing the fuel consumption, prolonging the tire lifetime and improving the roadability of machine-tractor aggregates.

Введение

Одним из основных факторов развития агропромышленного комплекса Республики Беларусь является разработка современных технологий производства растениеводческой продукции на базе использования высокопроизводительных комплексов машин, обеспечивающих качественное выполнение технологических операций при минимальных затратах ресурсов. В качестве основных элементов современных энерго-технологических комплексов всё более широко применяются тракторы «БЕЛАРУС» тяговых классов 3, 4, и 5, предназначенные для выполнения в различных агроклиматических зонах сельскохозяйственных работ с навесными, полунавесными, прицепными машинами и орудиями, с погрузочно-транспортными средствами и с уборочными комплексами.

С целью выполнения требований нормативных документов по повышению агроэкологических и тягово-сцепных качеств тракторов при работе с тяжелыми сельхозмашинами и орудиями на почвах с малой несущей способностью предусматривается снижение удельного давления на почву путем увеличения площади пятна контакта движителей с опорной поверхностью.

Основная часть

В развитии ходовых систем колесных тракторов следует отметить все более широкое использование тракторов со всеми ведущими колесами, увеличение доли переднего ведущего моста в создании силы тяги трактора, применение шин с увеличенной опорной поверхностью, сдвигание и стравливание колес.

Одним из основных сельскохозяйственных регионов Республики Беларусь, производившим в конце 80-х

годов XX века 45-48% продукции всего сельскохозяйственного комплекса республики, являлось Белорусское Полесье. В этом регионе было вовлечено в сельскохозяйственный оборот путем мелиорации около 0,7 млн. га бывших мелкозалежных торфяных болот и 0,9 млн. га земель, представленных преимущественно зональными, легкими по составу супесчаными и песчаными почвами [1]. Однако в последние годы ситуация с производством сельскохозяйственной продукции в названном регионе меняется в худшую сторону в связи со снижением продуктивности осушенных земель.

Главная причина быстрой негативной биологической трансформации торфяников, по мнению специалистов РУП «Институт мелиорации НАН Беларуси» [2], состоит в том, что при длительном сельскохозяйственном производстве (особенно в системе пропашных севооборотов) возрастает опасность ветровой эрозии, проявление которой наблюдается в виде пыльных бурь, происходящих при значительной силе ветра и малой влажности торфяных почв.

К настоящему времени деградированные торфяные почвы Белорусского Полесья занимают около 190 тыс. га. Так, например, ежегодная убыль органики даже при такой щадящей почву технологии как возделывание многолетних трав составляет за последние 45 лет наблюдений в среднем 3,6 тонны с гектара, а при возделывании пропашных культур – доходит до 13 тонн. Снижение запасов торфа в процессе сельскохозяйственного использования земель объясняется несовершенством используемых обрабатывающих технологий, недостатками мобильной техники, существенным уплотнением почв.

Для сохранения плодородия и повышения эффективности использования земель Полесья особенно актуально наряду с оптимизацией структуры посевных площадей и учета других зональных особенностей соблюдение экологических требований в отношении воздействия рабочих органов и ходовых систем машинно-тракторных агрегатов на почву, планирование и реализация мероприятий по прекращению деградации и опустынивания осушенных почв, переход к экологически сбалансированному, почвозащитному, водосберегающему земледелию [3].

Одним из основных требований, предъявляемых к мобильным средствам механизации сельскохозяйственных работ, является обеспечение щадящего воздействия их движителей на почву. По стандартам развитых европейских стран давление колеса на почву не должно превышать $0,6 \text{ кгс/см}^2$ ($0,06 \text{ МПа}$). В переуплотненных от воздействия ходовых систем почвах возникает явление пространственной тесноты, возрастает сопротивление развитию корневых систем возделываемых растений, нарушается оптимальный водо- и воздухообмен. Растение может обеспечить наибольшую продуктивность лишь при определенной плотности почвы, зависящей от её типа. Исследованиями установлено, что структура влажной минеральной почвы не нарушается при предельном давлении на неё – $0,06\text{-}0,10 \text{ МПа}$, а сухой – при $0,2\text{-}0,3 \text{ МПа}$. Для торфяных почв соответствующие параметры существенно ниже.

Силовое воздействие на почву со стороны машинно-тракторных агрегатов передается через шины опорных колес. Одним из важных требований, предъявляемых к шинам сельскохозяйственной техники, является увеличение их грузоподъемности при дальнейшем улучшении агроэкологических качеств. Это особенно актуально для современных мощных машинно-тракторных агрегатов.

Повышение несущей способности шин за счет увеличения внутреннего давления приемлемо для машин, работающих на малодеформируемых (плотных) поверхностях. Для техники, эксплуатирующейся на сельскохозяйственных полях в разнообразных почвенно-климатических условиях, требуемый рост несущей способности шин при низких (по требованию агротехники) давлениях на почву можно обеспечить применением шин увеличенных размеров, но это не всегда приемлемо по конструктивным и организационным соображениям.

Для решения актуальной проблемы уменьшения уплотнения почвы сельскохозяйственных угодий ходовыми системами колесных тракторов все более широко применяют сдвигание (рис.1) и даже страивание колес (рис.2).

При сдвигании и страивании колес также решается ряд вопросов, связанных с проходимостью машин, а применение крупногабаритных широкопрофильных шин с развитыми грунтозацепами позволяет реализовывать высокие тяговые усилия. Кроме того, повышается устойчивость прямолинейного движения трактора.

В настоящее время сдвигание передних и задних колес тракторов «БЕЛАРУС» мощностью $155\text{...}355 \text{ л.с.}$ ($114\text{...}261 \text{ кВт}$) осуществляется с помощью специальных жестких цилиндрических проставок (рис.3).

Применение сдвоенных колес наиболее эффективно по соображениям агротехники на рыхлых и влажных почвах, а также при выполнении ранневесенних и позднесенних полевых работ.



Рис.1. Сдвигание задних колес на тракторе «БЕЛАРУС» 3022



Рис.2. Страивание колес на тракторе «John Deere» 9530

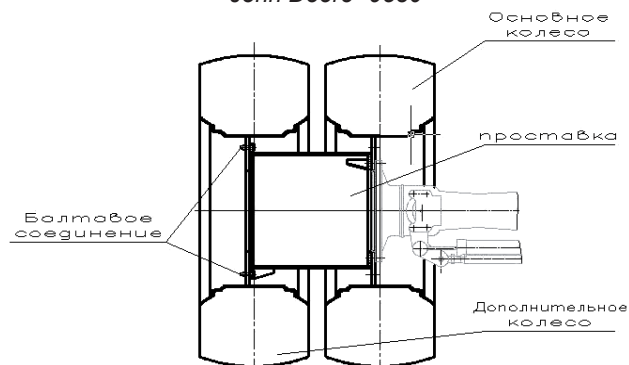


Рис.3. Сдвигание колес с помощью проставки



Рис.4. Трактор «БЕЛАРУС» 3522 со сдвоенными передними и задними колесами и с тяжелым почвообрабатывающим агрегатом (выставка «БЕЛАГРО – 2011»)

Сдвигание колес также все более широко применяется и при работе мощных тракторов на почвах с высокой несущей способностью при их агрегатировании с тяжелыми навесными и полунавесными машинами и орудиями (рис. 4).

Минский тракторный завод серийно комплектует выпускаемые тракторы серий от 2000-й до 3500-й устройствами для сдвигания задних колес. Устройства для сдвигания передних колес могут поставляться потребителям по заказу. Для тракторов серии 1500 предусмотрена поставка устройств для сдвигания передних и задних колес по заказу.

В известных технических решениях по сдвиганию и страиванию колес тракторов реализованы жесткие кинематические связи между этими колесами и поэтому колеса вращаются с одинаковыми угловыми скоростями во всех режимах движения.

Наиболее неблагоприятным, с точки зрения воздействия на почву, режимом движения тракторов с широкоразнесенными сдвоенными (строеными) колесами является непрямолинейное движение и особенно повороты и развороты с малыми радиусами. При криволинейном движении сдвоенных колес одного борта в ведущем режиме между ними возникает циркуляция мощности, потому что внешнее по отношению к центру поворота колесо катится с юзом. Это приводит к срезанию верхних слоев почвы и к увеличению колеобразования. Степень относительного скольжения сдвоенных колес зависит от кинематических параметров процесса движения, от конструктивных особенностей движителя и от характеристик почвы, причем циркулирующий между сдвоенными колесами момент у тракторов «БЕЛАРУС» 3522 мо-

жет достигать 15...20 % от ведущего момента на соответствующей полуоси.

Механическое воздействие движителей на почву не исчерпывается только уплотнением и уменьшением её пористости, снижающей условия жизнедеятельности макро- и микроорганизмов, а также повреждением корневой системы растений. От контакта с движителями, особенно при криволинейном движении ведущих и направляющих колес, нарушается структура верхнего слоя почвы, почва сдвигается и измельчается. Вследствие этого усиливаются процессы водной и ветровой эрозии, из почвы более интенсивно выветриваются и вымываются наиболее плодородные компоненты.

При движении на повороте ведущих и ведомых колес возникают угловые деформации, как почвы, так и шин, нарастающие по мере увеличения поворачивающего момента до тех пор, пока в пятне контакта шины с опорной поверхностью сохраняется сцепление. В пределах упругой деформации шина разворачивается относительно пятна контакта на некоторый угол. Деформация шины растет с увеличением приложенного к ней момента до потери сцепления с опорной поверхностью. С увеличением момента проскальзывание шины распространяется от краев к центру пятна контакта. При некотором значении момента или угла поворота в зависимости от агрофона, влажности почвы, глубины колеи и конструктивных параметров шины ее элементы начинают проскальзывать с разной интенсивностью [4]. При криволинейном движении в случае использования известных систем сдвигания и страивания колес негативное воздействие движителей на почву оказывается существенным.

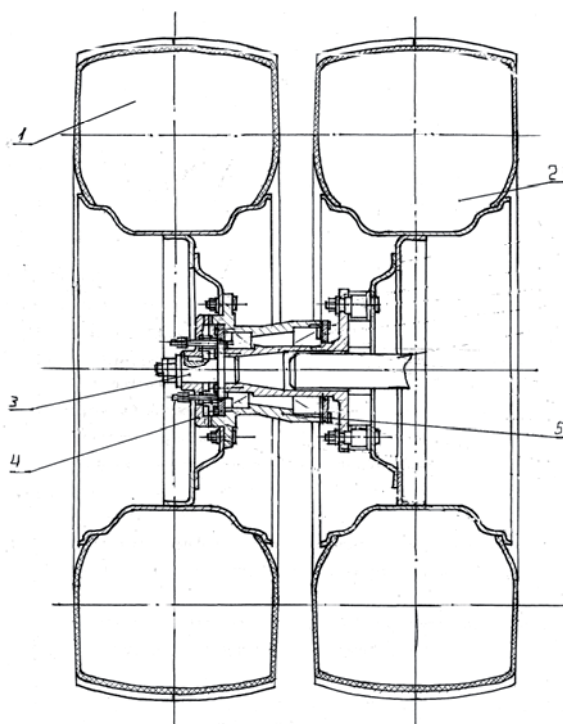


Рис. 5. Опорно-цепное устройство задних сдвоенных колес трактора: 1-наружное колесо; 2-внутреннее колесо; 3 – ведущий вал; 4 – механизм включения и выключения; 5 – наружный корпус.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработана конструкция нового опорно-цепного устройства для сдвигания задних колес трактора «БЕЛАРУС» (рис. 5), позволяющая улучшить агроэкологические свойства агрегата, при выполнении сельскохозяйственных и транспортных работ, особенно при криволинейном движении и движении на поворотах. В этом устройстве крутящий момент передается на наружное и внутреннее колеса при прямолинейном движении трактора, а при криволинейном движении наружное колесо отсоединяется от трансмиссии трактора и переводится в ведомый режим. Кроме того, предложенное устройство позволяет значительно снизить динамические нагрузки на конечные передачи и полуоси заднего моста трактора, а, следовательно, и трансмиссию в целом, обеспечить повышение ресурса узлов трактора, увеличить ходимость шин, повысить транспортную скорость, уменьшить расход топлива, улучшить управляемость и поворачиваемость агрегата [5]. Для перевода наружных колес на необходимый режим используется имеющаяся на тракторе пневмосистема. При отключенной системе привода наружных колес крутящий

момент будет реализовываться только внутренними колесами.

Заключение

В последние годы для работы на различных агрофонах все более широко применяются мощные колесные тракторы высокой энергонасыщенности со сдвоенными колёсами. Наличие в известных технических решениях по сдвиганию колес жестких связей между рядом расположенными колесами ухудшает агроэкологические качества движителей и технико-экономические показатели машинно-тракторных агрегатов в целом, а также значительно увеличивает нагруженность элементов трансмиссии.

Использование предложенной конструкции опорно-цепного устройства задних колес трактора, разработанной в БГАТУ, позволит улучшить агроэкологические показатели агрегата, снизить нагруженность трансмиссии трактора, повысить транспортные скорости, уменьшить расход топлива, увеличить ходимость шин, улучшить управляемость агрегата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лихацевич, А.П. Перспективы использования мелиорированных сельскохозяйственных земель Белорусского Полесья/ А.П. Лихацевич. – РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Институт мелиорации. – Минск, 2010. – 5 с.
2. Инновационные технологии в мелиорации и сельскохозяйственном использовании мелиорированных земель: матер. Междунар. научно-практич. конф., Минск, 15 – 17 сентября 2010 г.; под ред. Н.К.Вахонина/ РУП «Институт мелиорации НАН Беларуси». – Минск, 2010. – 244 с.
3. Национальная программа действий Республики Беларусь по борьбе с деградацией земель. Раздел «Устойчивое использование и восстановление деградированных торфяников». – Минск, 2008.
4. Тракторы. Теория: учеб. для студентов вузов/ В.В. Гуськов [и др.]; под общ. ред. В.В. Гуськова. – М.: Машиностроение, 1988. – 376 с.
5. Устройство для улучшения опорно-цепной проходимости движителя: патент 6695 Респ. Беларусь, ВУ МПК В 60С 3/00/ М.А. Прищепов, С.К. Карпович, А.И. Бобровник и др.; заявитель Бел. гос. аграрн. техн. ун-т. – № u 20100270; заявл. 18.03.10.; опубл. 30.10.10// Афіцыйны бюл./ Нац. цэнтр інтэлект. уласнасці. – 2010. – № 5. – С. 189-190.