

УДК 629.33

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПРИВОД СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Е.В. Ягубова, аспирант

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва, Российская Федерация

При движении машинно-тракторного агрегата (МТА) в поперечном направлении склона нормальная нагрузка перераспределяется по бортам: колеса борта, находящегося выше по склону, нагружены меньше, чем колеса борта, расположенного ниже по склону [1]. В то же время при недостаточном сцеплении колес с опорной поверхностью трактор будет сползать вниз по склону. Все это приводит к отклонению агрегата от заданной траектории движения.

Скорость движения трактора снижается, расход топлива увеличивается, ухудшаются тягово-сцепные свойства машин, снижается эффективность работы [3]. Качество технологического процесса ухудшается, а следовательно и производительность работы падает. Сдвиг почвы под колесами трактора приводит к образованию более глубокой колеи, из-за чего развиваются эрозионные процессы.

Тип привода оказывает существенное влияние на эффективность работы трактора. В тракторостроении наиболее широко применяются два типа привода – блокированный и дифференциальный.

В блокированном приводе между угловыми скоростями колес трактора существует определенное неизменное соотношение. Данный тип привода обладает и недостатком: возможна циркуляция паразитной мощности в трансмиссии из-за неравенства окружных скоростей колес. При этом снижается КПД агрегата в целом, повышается износ шин.

В дифференциальном приводе крутящие моменты распределяются в соотношении, обеспечивающем наилучшие эксплуатационные свойства агрегата – максимальную силу тяги, устойчивость и управляемость. Крутящий момент должен распределяться по колесам пропорционально нормальной нагрузке и коэффициенту сцепления. Дифференциальный привод исключает возможность циркуляции мощности, однако его недостаток состоит в другом. При движении с различными коэффициентами сцепления под колесами левого и правого бортов, силы тяги на колесах этих бортов также будут различны. Это приведет к появлению отклоняющего момента, и соответственно к возникновению боковых сил, уводу шин, ухудшению устойчивости и управляемости агрегата [4]. При этом, если одно колесо оси попало в худшие сцепные условия, то другое колесо, находящееся в лучших условиях, не сможет реализовать

полностью своих сцепных свойств. Таким образом, если колеса одной оси потеряли сцепление с грунтом, то трактор не может продолжать движение. Колеса оси, имеющей лучшее сцепление, не вращаются, а буксующие колеса вращаются с большей угловой скоростью [2]. Например, при работе трактора на склоне нижнее ведущее колесо воспринимает значительно большую нормальную нагрузку, чем верхнее. Поэтому сила тяги трактора будет зависеть от силы тяги, реализуемой верхним по склону колесом, находящимся в худших сцепных условиях. Для устранения этого недостатка дифференциального привода дифференциал блокируют. При этом будут в полной мере использоваться сцепные возможности нижнего по склону колеса, а значит тяговое усилие трактора будет выше, топливная экономичность выше, однако управляемость трактора при этом будет хуже. Также от ходовой системы требуется повышенная прочность, поскольку в критических положениях трактора вся мощность двигателя реализуется через одно колесо [3].

По результатам проведенных исследований влияния блокировки дифференциала на устойчивость трактора установлено, что включение механизма блокировки межколесного дифференциала повышает устойчивость в направлении движения трактора до 25%.

Так, Войтиков А.В. экспериментально подтвердил, что блокировка дифференциала заднего моста положительно влияет на устойчивость движения агрегата. В то же время автор отмечает, что в случае блокировки дифференциала при поперечном крене трактора ходовая часть подвергается значительным перегрузкам, происходит интенсивный износ шин [1].

Очевидно, что блокировка дифференциала также не является идеальным вариантом решения многочисленных проблем при движении трактора по склону. Необходим принципиально новый подход к подводу мощности к колесам.

Если обеспечить подведение крутящих моментов к колесам трактора в соответствии с условиями, в которых оказывается каждое конкретное колесо, можно добиться существенного уменьшения отклонения трактора от прямолинейной траектории движения. Так, например, к догруженным колесам нижнего по склону борта нужно подводить большие крутящие моменты, а разгруженным колесам верхнего по склону борта – меньшие. Необходима организация индивидуального привода. Для колесных тракторов с механической трансмиссией организация индивидуального привода приводит к очень сильному усложнению конструкции.

Широкое распространение получили в последнее время так называемые «гибкие» трансмиссии. Реализовать индивидуальный привод колеса можно, например, применяя гидрообъемные или электромеханические трансмиссии. Уровень технического и технологического развития данных

трансмиссий позволяет получить высокий коэффициент полезного действия, сравнимый с КПД сложных многоступенчатых трансмиссий.

Применяя на тракторе «гибкую» трансмиссию, возможно таким образом подводить к каждому колесу определенный крутящий момент. Распределение крутящих моментов по колесам должно происходить в соответствии с законом управления. Необходимо подводить такой момент, который может быть реализован соответственно со сцепными условиями, в которых находится это конкретное колесо. Тогда возможно будет повысить эффективность работы трактора, а также без дополнительных приспособлений повысить устойчивость его движения на склоне.

В предлагаемой схеме индивидуальный привод реализуется применением электромеханической трансмиссии. Силовая установка трактора с электромеханической трансмиссией представляет собой дизельный двигатель, генератор, соединенный с двигателем трактора, а также электродвигатели, установленные по схеме электродвигатель-колесо. Все колеса трактора являются ведущими. Расчетная схема движения трактора в поперечном направлении склона представлена на рисунке 1. На схеме показаны все силы и моменты, действующие на трактор при движении по косоугору.

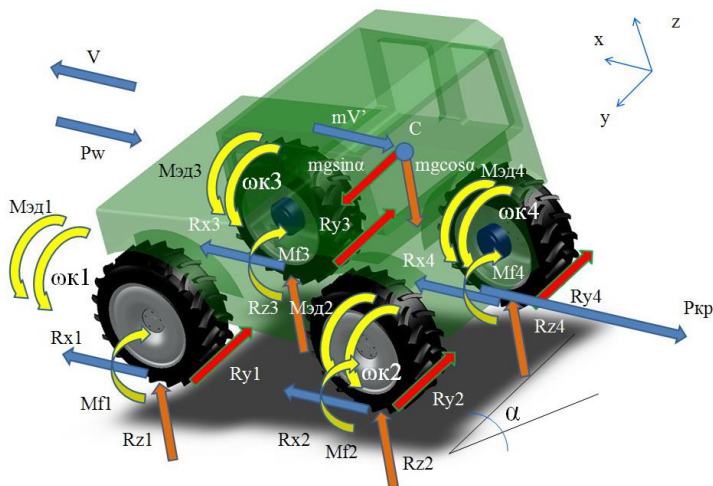


Рис. 1 – Расчетная схема математической модели

Электромеханическая трансмиссия позволяет бесступенчато регулировать скорость движения. Возможен режим работы, при котором вся энергия двигателя внутреннего сгорания трактора будет преобразовываться в

электрическую. Это позволяет осуществить привод рабочего оборудования, создать большое тяговое усилие «на крюке». Это очень важно, поскольку трактор – тягово-транспортное средство, от которого требуется высокая энерговооруженность.

Выводы

При движении МТА в поперечном направлении склона происходит перераспределение нормальной нагрузки по бортам. Из-за разности сил сопротивления качению колес верхнего и нижнего по склону бортов, бокового увода шин, недостаточного сцепления колес с опорной поверхностью трактор будет отклоняться заданной траектории движения. При этом будет снижаться эффективность работы агрегата на склоне.

Анализ особенностей эксплуатации колесных тракторов на склонах позволил обосновать влияние типа привода трактора на устойчивость движения.

Применяемые на тракторах дифференциальный и блокированный приводы обладают определенными недостатками и не позволяют решить все возникающие трудности.

Используя «гибкие» трансмиссии на тракторах, за счет возможности индивидуального и рационального подвода мощности к каждому колесу с учетом конкретных условий движения, можно устранить вышеперечисленные недостатки и повысить эффективность работы на склоне МТА в целом.

Литература

1. Льянов М.С. Улучшение эксплуатационных свойств колесных тракторов за счет повышения их курсовой устойчивости на склонах: Дис. ...канд. техн. наук: 05.05.03. – Ленинград-Пушкин, 1991. - 184 с.
2. Тракторы. Теория. Под общей редакцией В.В. Гуськова – М.: Машиностроение, 1988. - 376 с.
3. Колесные тракторы для работы на склонах/ П.А. Амельченко, И.П. Ксенович, В.В. Гуськов, А.И. Якубович – М.: Машиностроение, 1978. – 248 с., ил.
4. Проектирование полноприводных колесных машин: Учебник для вузов: В 3 т. Т. 2/ Б.А. Афанасьев, Л.Ф. Жеглов, В.Н. Зузов и др.; Под ред. А.А. Полунгяна. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 528 с.: ил.
5. Florentsev S., Pukhovoy A., Uss I, Izosimov D., Makarov L. Agricultural tractor with pure electromechanical drivetrain // Proceedings 6th International commercial powertrain conference. - Graz, Austria, 2011.- P. 113 — 120.