

Рисунок 2 – Схема тормозного пневмопривода тракторного поезда с неследящей корректирующей электропневматической цепью

Предлагаемая схема тормозного пневмопривода тракторного поезда с не следящей корректирующей электропневматической цепью, работающей только в переходном режиме, позволяет обеспечить синхронное торможение звеньев тракторного поезда в случаях экстренного торможения, при подтормаживании на уклоне и т.д.

При использовании предлагаемой схемы тормозного пневмопривода тракторного поезда с не следящей корректирующей электропневматической цепью, воздухораспределительные клапаны 3, в первую очередь, будут срабатывать от управляющих пневматических сигналов, поступающих от электропневматических клапанов 5, которые, в свою очередь, будут срабатывать при замыкании контактного выключателя 1, связанного с тормозной педалью, а следящее действие будет поддерживаться тормозным краном 2 штатного пневмопривода.

Для оценки работоспособности предлагаемого тормозного пневмопривода, необходимо разработать математическую модель динамики торможения тракторного поезда с учётом работы пневмопривода с электропневматической корректирующей цепью.

УДК 629.032

К ВОПРОСУ АВТОМАТИЧЕСКОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ В ШИНАХ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ СЕМЕЙСТВА «БЕЛАРУС»

*Гуськов В.В., Поварехо А.С., Павлова В.В., Сушнев А.А.
Белорусский национальный технический университет*

Известен ряд способов повышения тягово-сцепных свойств колесных тракторов, основными из которых являются: использование полного привода, сдвиг шин, использование балласта, блокировка межосевых и межколесных дифференциалов.

Результаты проведенных исследований показали, что балластирование – не самый эффективный инструмент для уменьшения буксования. Увеличение общей массы трактора приводит к увеличению нагрузки на почву, ее повреждению, снижению экономи-

ческих показателей. Сдвиг шин приводит к увеличению габаритных размеров тракторного агрегата и ухудшению его поворачиваемости. Блокировка узлов распределения мощности не решает вопросов колеобразования и потери тяги на грунтах со слабой несущей способностью.

С другой стороны, установлено, что при рабочих скоростях 9...12 км/ч, например, при выполнении основной обработки почвы, тяговую мощность ограничивает пятно контакта шины с почвой. Основной задачей становится снижение коэффициента буксования за счет улучшения сцепления шин и почвы.

Со снижением давления в шине увеличивается пятно контакта с почвой, нагрузка распределяется по большей площади. Вследствие пониженного давления шины в меньшей степени заглубляются в почву. Таким образом, снижается сопротивление качению и уменьшаются потери на уплотнение почвы. К тому же за счет увеличения опорной поверхности улучшаются сцепные свойства шины с почвой, что позволяет передать большую тяговую мощность. Особенно это явление проявляется при движении машины по грунтам со слабой несущей способностью (рисунок 1).

На данном рисунке представлены зависимости силы сопротивления движению $F_{спр}$ и касательной силы тяги F_k от давления воздуха в шине, при работе на стерне суглинка нормальной влажности.

Результаты исследований процесса взаимодействия колесного движителя с грунтовой поверхностью, проведенные сотрудниками кафедры «Тракторы» БНТУ показали, что касательная сила тяги трактора в общем случае является функцией буксования (рисунок 2).

Из рисунка 2 видно, что касательная сила тяги F_k растет в зависимости от буксования δ до определенного предела δ_{opt} , а затем начинает снижаться. Объясняется это тем, что при взаимодействии шины, оборудованной грунтозацепами, с грунтовой поверхностью, последние сдвигают грунт в направлении, обратном движению машины и на участке от 0 до δ_{opt} движущая сила пропорциональна усилиям сдвига $T_{сд}$.

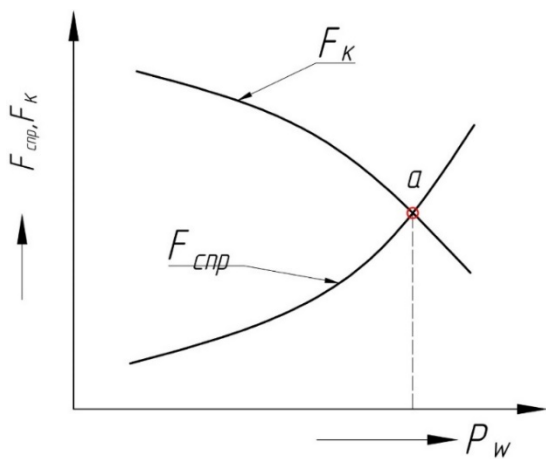


Рисунок 1 – Тягово-сцепные свойства колесного трактора

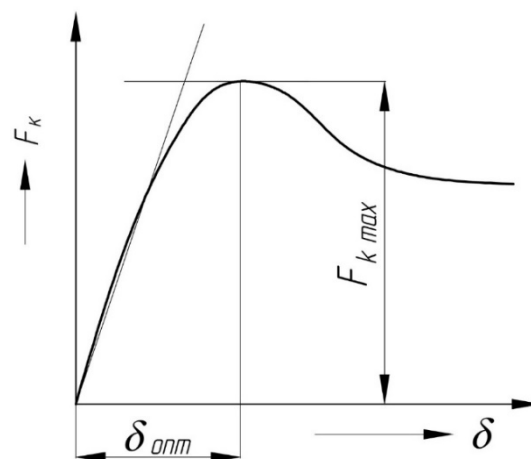


Рисунок 2 – Зависимость движущей силы от буксования

При достижении буксования δ_{opt} грунтозацепы срезают грунтовые «кирпичи» и образуется «земляное» колесо, т. е. трение сдвига $T_{сд}$ заменяется трением скольжения $T_{ск}$, а как известно $T_{сд} > T_{ск}$.

Проездимость колесных машин по грунтам со слабой несущей способностью (перевлажненные минеральные, торфяники и др.) определим уравнением $F_k > F_{спр}$, т.е. максимум движущей F_k силы (при $\delta = \delta_{opt}$) должен быть больше силы $F_{спр}$ сопротивления движению.

В качестве подтверждения приведенных положений следует отметить, что в последнее время развивается данный способ повышения тягово-сцепных свойств и проходимости машин по грунтам со слабой несущей способностью за счет регулирования давления воздуха в шинах ведущих колес трактора.

В частности, в 2017 г. на международной выставке сельскохозяйственных тракторов и машин фирма «Fendt» (ФРГ) представила сельскохозяйственный колесный трактор тягового класса 5,0 с двигателем мощностью 360 л.с. с системой регулирования воздуха в шинах (рисунок 3).



Рисунок 3 – Трактор фирмы Fendt на полевых испытаниях по регулированию давления воздуха в шинах

Фирма провела исследование влияния давления воздуха в шинах этого трактора на его тягово-сцепные свойства при работе на суглинке нормальной влажности ($w=14 - 16\%$) при различных сельскохозяйственных работах.

В результате исследований было выявлено существенное повышение мощности на крюке при регулировании давления (рисунок 4). Также существенно понижается и расход топлива при различного вида работах.

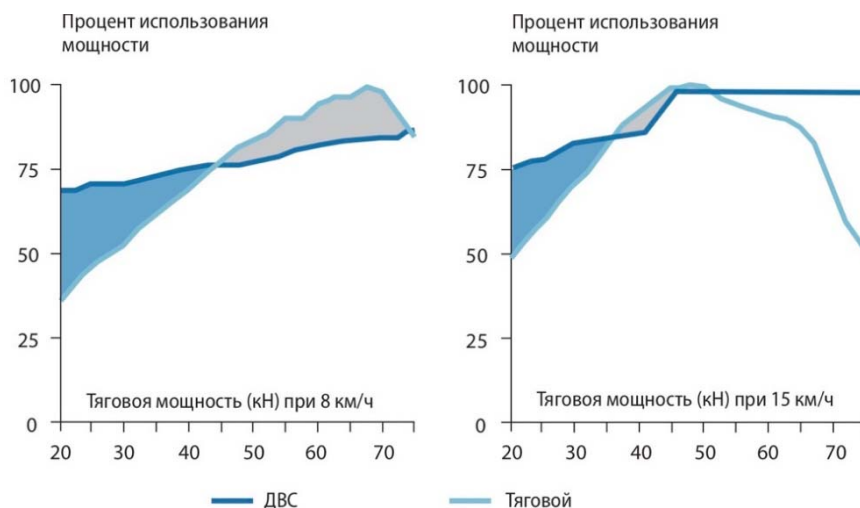


Рисунок 4 – Взаимозависимость относительных показателей тяговой мощности и мощности ДВС

При этом нужно отметить, что давление регулировалось водителем при остановке трактора в зависимости от сезона, категории грунтовой поверхности и вида работ. В большинстве проанализированных систем процесс регулирования давления также

является или ручным, или, в крайнем случае, полуавтоматическим что, по нашему мнению, снижает эффективность рассматриваемого метода.

Нами предлагается система автоматического регулирования давления, в зависимости от вида работ и поверхности движения (рисунок 5).

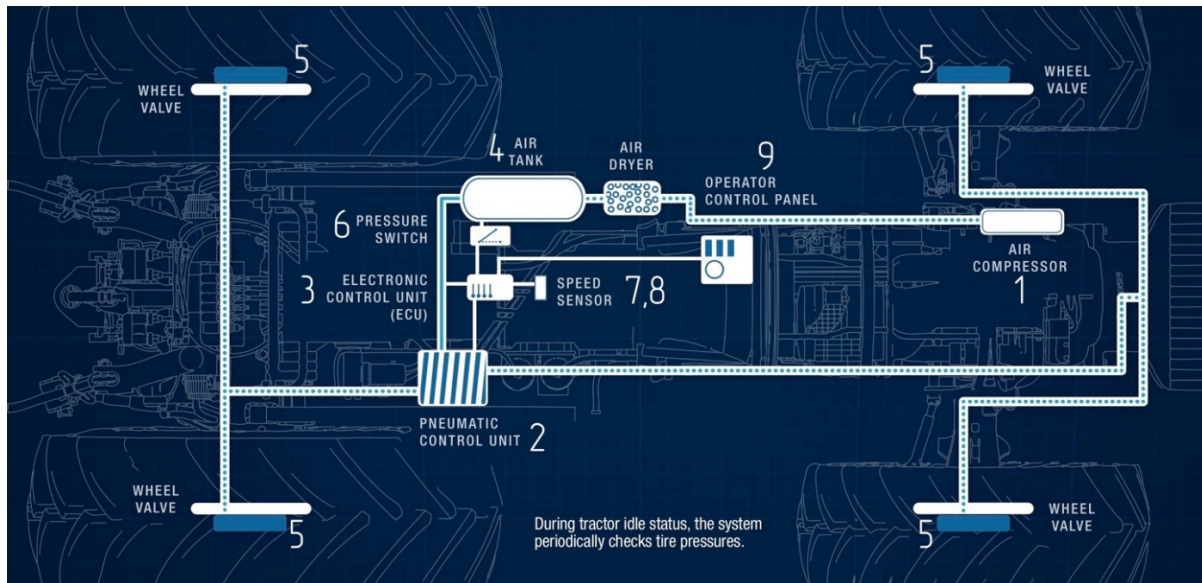


Рисунок 5 – Принципиальная схема системы автоматического регулирования давления воздуха в шинах: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – тройной защитный клапан; 4 – ресивер; 5 – шинный клапан; 6 – датчик давления; 7 – датчик реальной скорости; 8 – датчик теоретической скорости; 9 – электронный блок

Воздух от компрессора 1 подается в ресивер 4, из которого при помощи шинного клапана 5, управляемого электронным блоком 9, непосредственно в шину. Управление давлением воздуха в шинах осуществляется электронным блоком по сигналам от датчика реальной скорости 7, датчика теоретической скорости 8 и датчиков крутящего момента 6 путем управления шинными клапанами.

В результате исследований предложено автоматическое регулирование давления воздуха в шине в зависимости от условий движения путем электронного устройства, которое реализует данные процессы взаимодействия колесного движителя, а именно: «сравнение» давления воздуха в зависимости от достижения максимальной движущей F_k силы или при достижении оптимального δ_{opt} условия (рисунок 7).

Первый путь требует установки датчиков, определяющих максимальную F_k силу, и электронного устройства, реализующего зависимость $F_k = f(\delta)$. При этом реализуется уравнение вида:

$$dF_k / d\delta \rightarrow 0.$$

Второй путь требует установки датчиков теоретической $V_T = \omega \cdot r_k$ и действительной $V_d = V_T \cdot (1 - \delta)$ скорости движения трактора (рисунок 8). При этом реализуется уравнение вида:

$$d\delta / dF_k \rightarrow \infty.$$

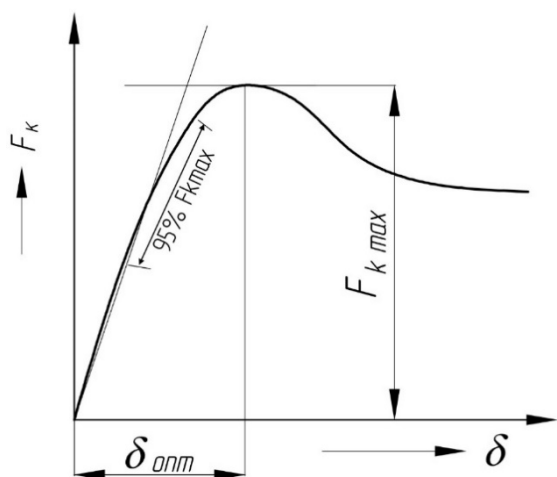


Рисунок 6 – Регулирование давления в зависимости от касательной силы тяги F_k

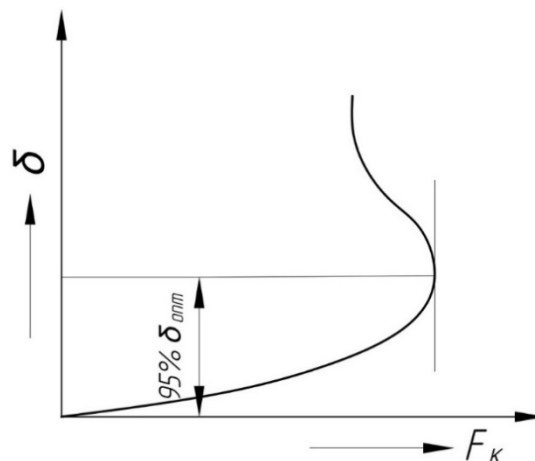


Рисунок 7 – Регулирование давления воздуха в шине в зависимости от буксования δ

При реализации этой системы регулирования требуются создания клапанов с пропускной способностью снижения давления от максимального до минимального в течение 1,0-1,5 с.

Электронное устройство должно реагировать на датчики движущей F_k силы или буксования (рисунок 8).



Рисунок 8 – Блок-схема электронного устройства

В результате выполненных исследований можно сделать вывод, что создание системы автоматического регулирования давления воздуха в шинах тракторов семейства «БЕЛАРУС» должно дать значительный экономический эффект за счет рационального использования мощности двигателя и снижения расхода топлива, а также работы трактора на грунтах со слабой несущей способностью, в частности, на торфяниках и переувлажненных грунтовых поверхностях.

УДК 501.22:621.763

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАКРОГЕТЕРОГЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ РАБОТЫ В ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ПАРАХ ТРЕНИЯ

Калиниченко В.А.

Белорусский национальный технический университет

Повышение износостойкости поверхностей деталей в узлах трения является одной из приоритетных задач машиностроения. Для решения данной задачи целесообразно переходить к использованию новых перспективных материалов включая композиционные. Известно много технологий создания композиционных материалов таких как порошковая металлургия, лазерная наплавка, адгезивные технологии, а также литейное производство. У последней технологии есть большие перспективы, связанные с невысокой стоимостью технологического оборудования и оснастки по сравнению с другими способами. В НИИЛ ПТФ разработаны композиционные материалы с макрогетероген-