

УДК 629.114.3

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕМАТИЧЕСКОГО И СИЛОВОГО РАССОГЛАСОВАНИЯ В ПРИВОДЕ ДВИЖЕТЕЛЕЙ ПРИЦЕПА И ПОЛУПРИЦЕПА**

*В.В. Краснокутский*

В статье рассматривается использование кинематического и силового рассогласования в приводе движителей прицепа и тягача. При этом снижение затрат мощности двигателя можно направить либо на повышение производительности, либо на экономию топлива. Полученные рациональные коэффициенты кинематического и силового рассогласования позволят также снизить выброс загрязняющих веществ двигателем тягача.

Ключевые слова: активный прицеп, ведущие колеса прицепа, кинематическое и силовое рассогласование в приводе ведущих колес прицепа, повышение производительности, снижение затрат мощности на буксование.

Необходимость создания энергонасыщенных мобильных машин доказана и обоснована наукой и практикой. Наблюдается тенденция дальнейшего повышения мощности энергосредства при одновременном снижении массы, что позволяет повысить производительность, снизить металлоемкость, более широко применять принцип оптимизации. Прогрессивным направлением использования мощности двигателя является применение комбинированных тяговых агрегатов с приводом опорных колес. Для транспортного агрегата (ТА) – это активный прицеп имеющий ведущие колеса.

Создание экологически чистых энергосредств в значительной степени сдерживается их низкой приспособляемостью к непрерывно меняющимся эксплуатационным нагрузкам ДВС. Необходимая нагрузка ДВС повышает эффективность использования энергосредства на транспортных работах путем применения прицепов и полуприцепов с ведущими мостами.

Активные прицепы применяют в США, Германии, Франции и других странах. Так, в США фирмой Летурно создан ряд большегрузных активных автомобильных поездов для эксплуатации на Аляске и на лесоразработках Канады. В Германии, Швеции, Австралии значительное распространение получили сельскохозяйственные поезда, комплектуемые из колесных тракторов и одноосных активных прицепов. Во Франции фирмой Ле тор Модерн созданы активные прицепы, используемые в пустыне Сахара. Такой поезд при массе 29 т. легко преодолевает глубокий песок.

В этом случае масса прицепа и масса перевозимого груза используется в качестве сцепной, за счет чего повышаются тяговые показатели агрегата в целом. При заблокированном приводе активного прицепа между тягачом и

прицепом возникает циркуляция мощности, которую иногда заслуженно называют «паразитной». При заблокированном приводе распределение мощности между тягачом и прицепом не учитывается давление в шинах колес и их износ, образование колеи при прямолинейном движении и при повороте, а также условия работы активных мостов (первый мост подготавливает опорную поверхность для последующих). Автором получена взаимосвязь коэффициента распределения тягового усилия между движителями тягача и активного прицепа [3; 6]. Изучением вопроса распределения мощности между ведущими мостами полноприводных агрегатов занимались многие исследователи, накоплен большой опыт. Проведены теоретические и экспериментальные исследования по изучению буксования движителей полноприводного ТА в различных дорожных условиях и при различном распределении мощности между тягачом и активным прицепом. Получены результаты распределения мощности между тягачом и активным прицепом, на основании которых возможно повысить производительность в зависимости от массы перевозимого груза, опорной поверхности, скорости движения, ограниченной устойчивостью прямолинейного движения.

С целью определения средних значений оценочных критериев полноприводного ТА приняли отрезок времени работы достаточно большим, равным времени смены. В этом случае массу перевозимого груза уже нельзя считать постоянной, так как она будет варьировать в пределах времени цикла. Кроме того, нельзя также считать постоянными свойства опорной поверхности (агрофона), которые будут варьироваться в зависимости от участков маршрута движения.

Экспериментальными исследованиями установлено, что буксование движителей на недеформируемых опорных поверхностях в основном происходит в результате гистерезисных потерь в шине, на деформируемых – в результате, как гистерезисных потерь, так и пластических деформаций грунта и проскальзывании шины в пятне контакта [1, 2]. Рациональные значения кинематического и силового рассогласования  $K_v$  и  $K_p$  в составе трактора МТЗ-82 и прицепа ПСЕ-12,5 с ведущим задним мостом по условию минимума затрат мощности на буксование на разных скоростях движения получены в пределах:

– для недеформируемой опорной поверхности  $K_v = 0,99...1,00$ ;  
 $K_p = 0,46...0,50$ ;

– для деформируемой опорной поверхности  $K_v = 0,97...0,99$ ;  
 $K_p = 0,15...0,70$ .

В связи с изложенным среднее значение оценочных критериев, производительности и расхода топлива ТА с активным прицепом переменной массой перевозимого груза и опорной поверхности можно определить обобщенными выражениями:

$$W_a = \frac{1}{1 + G_2} \int_{G_2}^{G_1} W_a(G_{rp}) \cdot dG_{rp};$$
$$q_w = \frac{1}{G_1 + G_2} \int_{G_2}^{G_1} q_w(G_{rp}) \cdot dG_{rp},$$

где  $G_1$  – максимальное значение сцепной массы прицепа;  $G_2$  – минимальное значение сцепной массы прицепа;  $W_a$  – производительность транспортного агрегата;  $q_w$  – удельный расход топлива.

Таким образом снижение затрат мощности на буксование от применения привода прицепа может быть направлено либо на повышение производительности, либо на снижение удельных энергетических затрат. Данные мероприятия позволят также снизить выброс загрязняющих веществ двигателем тягача, если направить снижение затрат мощности двигателя на экономию топлива [4; 5].

Снижение удельных энергетических затрат при использовании опытного прицепа по сравнению с обычным при массе перевозимого груза 60 кН составляет за счет экономии топлива (1 кг топлива = 42,7 мДж):

- 1) 10,58 мДж/ч – при движении по шоссейной дороге с асфальтобетонным покрытием со скоростью  $V_p = 9$  м/с;
- 2) 346,54 мДж/ч – при движении по полю подготовленному под посев зерновых со скоростью  $V_p = 5$  м/с.

Пределы рациональных значений коэффициентов кинематического и силового рассогласования на экспериментальном агрегате были определены при помощи гидромеханической трансмиссии. Установка кинематического и силового рассогласования производилась вручную гидрораспределителем трактора.

Полученные данные указывают на целесообразность применения активных прицепов. Однако, прибора для автоматического регулирования распределения потока мощности между трактором и прицепом в настоящее время не существует. Результаты же проведенных исследований позволяют на этапе проектирования определить рациональные параметры привода ходовых колес прицепа.

Задача дальнейшего исследования – изучить и определить параметры работы автоматического устройства (динамику процесса, частоту срабатывания механизма, гармонические возмущения и т.п.). Динамические свойства системы регулирования кинематического и силового рассогласований определяются переходными процессами в зависимости от агрофона, массы перевозимого груза, внешних воздействий. Технически реализовать систему автоматического регулирования силового и кинематического рассогласования в приводе прицепов и полуприцепов возможно при серьезной материальной базе. Кафедра «Автомобилестроение» ЮУрГУ в г. Миассе готова к сотрудничеству с предприятиями научными организациями в этом направлении.

### Библиографический список

1. Краснокутский, В.В. Перспективное направление использования мощности двигателя тягачей с активным прицепом / В.В. Краснокутский, Б.Н. Гришай // Сборник трудов факультета «Машиностроительный» филиала ЮУрГУ в городе Миассе. Конструкции, технологии, управление в машиностроении и строительстве. – Челябинск, 2008.
2. Краснокутский, В.В. Рациональное распределение мощности двигателя между тягачом и активным прицепом / В.В. Краснокутский // Сборник трудов факультета «Машиностроительный» филиала ЮУрГУ в городе Миассе. Конструкции, технологии, управление в машиностроении и строительстве. – Челябинск, 2007.
3. Краснокутский, В.В. Повышение проходимости и снижение энергетических затрат автопоездов путем использования движителей прицепа / В.В. Краснокутский // Материалы 65-й научной конференции. Наука ЮУрГУ, секции технических наук. – Челябинск, 2013. – Т. 2.
4. Краснокутский, В.В. К вопросу экологии наземных транспортных средств / В.В. Краснокутский, М.Г. Штака // Материалы 1 Всероссийской научно-практической конференции. Состояние и перспективы развития социально-культурного и технического сервиса. – Бийск: Издательство Алтайского государственного технического университета, 2013.
5. Краснокутский, В.В. Снижение концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых тягачами, путем использования движителей прицепа / В.В. Краснокутский // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Экологическая безопасность и современные технологии. Миасс, 2009. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009.
6. Краснокутский, В.В. Энергетическая оценка снижения вредного воздействия наземных транспортных средств на почву путем добавления ведущих мостов / В.В. Краснокутский, М.Г. Штыка // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. Экологическая безопасность и современные технологии. Миасс, 2009. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009.

[К содержанию](#)