

конкурировать с ведущими тракторопроизводителями во всех сегментах рынка тракторов.

УДК 629.1.02-592+631.35-592

М.Г. Мелешко, А.Т. Скойбеда, И.М. Комяк,
И.Н. Усс, В.В. Жук, О.И. Жичко

КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ КОЛЕСНЫХ ТРАКТОРОВ "БЕЛАРУС" МОЩНОСТЬЮ 80...130 Л.С.

*ПО Минский тракторный завод,
Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Вопросы конструирования тормозных систем транспортных средств невозможно рассматривать в отрыве от конкретных схем трансмиссий, оказывающих существенное влияние на компоновку и функциональные параметры как тормозных механизмов, так и их приводов управления. В процессе выполнения данной работы были исследованы трансмиссии 185 моделей сельскохозяйственных колесных тракторов анализируемого диапазона мощностей более тридцати ведущих фирм стран ближнего и дальнего зарубежья, а также продукция шестнадцати ведущих иностранных фирм, специализирующихся на выпуске тормозов и аппаратуры для управления ими.

Анализ современных конструкций трансмиссий сельскохозяйственных колесных тракторов позволил определить тенденции развития применяемых в них тормозных механизмов и приводов управления тормозами и на этой основе разработать концепцию развития тормозных систем колесных тракторов "Беларус" мощностью 80...130 л.с.

Рассмотрим основные прогрессивные направления в развитии тормозных систем сельскохозяйственных колесных тракторов указанного выше диапазона мощностей с учетом различных типов применяемых в них трансмиссий.

В моноблочных и блочно-модульных механических, гидромеханических (одно- и двухпоточных) и гидрообъемных трансмиссиях тракторов классической компоновки в настоящее время преимущественно применяются многодисковые тормозные механизмы прямого действия и с самоусилением с коэффициентом взаимного перекрытия, равным единице, работающие в масле, т.е. тормоза мокрого типа. Тормоза, как правило, устанавливаются на входных валах конечных передач. Такое расположение тормозных механизмов обеспечивает им минимальные массово-геометрические параметры при максимальной эффективности использования теплоемкости их фрикционных элементов. Привод - отдельный гидрообъемный прямого действия или с гидроусилителем либо насосно-аккумуляторный. Механический рычажный привод рабочих тормозов применяется главным образом на тракторах с мощностью двигателя до 80...110 л.с. Для обеспечения стояночного торможения рабочие тормозные механизмы оборудуются отдельным механическим приводом (рычажным или кулачковым) или применяется трансмиссионный дисковый или реже - барабанный тормоз. Передаточный механизм - рычажный или рычажно-тросовый. Применение в приводе стояночных тормозов тросов дистанционного управления двустороннего действия в настоящее время считается наиболее

целесообразным и полностью отвечает современным требованиям к таким конструкциям.

На колесных тракторах интегральных схем с блочно-модульными механическими или гидромеханическими трансмиссиями и мостами автомобильного типа в качестве рабочих используются дисково-колодочные тормозные механизмы, установленные на входных валах бортовых редукторов и значительно реже - барабанные тормозные механизмы, расположенные в колесе, либо центральный одно- или многодисковый трансмиссионный тормоз сухого типа. Привод рабочих тормозов в основном гидрообъемный, реже - пневматический. Гидрообъемный привод - прямого действия, с гидроусилителем или насосно-аккумуляторный, заблокированный с рулевым управлением. Как гидро-, так и пневмопривод выполняются с возможностью раздельного управления бортами. Стояночный тормоз обычно трансмиссионный - барабанный или дисково-колодочный с механическим приводом.

Многодисковые тормоза мокрого типа широко применяются в конструкциях мотор-колес тракторов с гидрообъемными трансмиссиями. В мотор-колесах с вращающимся валом они устанавливаются на валах гидромоторов, приводятся в действие при помощи кольцевых гидроцилиндров давлением подпитки гидротрансмиссии и обеспечивают как стояночно-аварийные (с помощью пружинных энергоаккумуляторов), так и рабочие торможения тракторов.

На полноприводных модификациях колесных тракторов торможение управляемых колес осуществляется, как правило, через карданный вал привода управляемого моста посредством управления тормозными механизмами основного моста или дополнительным дисковым тормозом, приводимым в действие с помощью гидропривода одновременно с тормозами основного моста. В последние годы на полноприводных тракторах с максимальной конструктивной скоростью 40 км/ч и более все чаще на входных валах бортовых редукторов управляемого моста устанавливают дисковые тормозные механизмы мокрого трения, обеспечивающие непосредственное торможение каждого из управляемых колес и приводимые в действие также гидравлическим приводом одновременно с тормозами основного моста.

С ростом скоростей движения тракторов начали проявляться тенденции к более широкому применению на быстроходных моделях в качестве рабочих дисково-колодочных тормозов сухого трения и автономности стояночного тормоза с целью использования его в качестве запасного (аварийного) при выходе из строя рабочих тормозов. Места установки стояночных тормозов, как правило, на вторичном валу КПП или рядом с рабочим тормозом.

На тракторах с пневмо- и насосно-аккумуляторным гидрообъемным приводами тормозов в последние годы отмечена тенденция совмещать в одном приборе исполнительные органы приводов рабочей и стояночной тормозных систем. Функции последней часто выполняют рабочие тормозные механизмы, приводящиеся в действие пневмокамерами или гидроцилиндрами с пружинными энергоаккумуляторами.

На сельскохозяйственных колесных тракторах с насосно-аккумуляторным приводом рабочих тормозов и гидроусилителями руля наметилась тенденция к созданию объединенных гидросистем рулевого и тормозного управления, на базе которых возможно создание полностью автоматизированных систем управления. Привод стояночного тормоза на таких машинах все чаще осуществляется тормозными кранами с обратным следящим действием и рабочими тормозными цилиндрами с пружинными энергоаккумуляторами, что позволяет осуществлять управляемое торможение трактора стояночным тормозом в случае отказа рабочих тормозов.

Для приведения в действие тормозов прицепов широкое распространение на сельскохозяйственных колесных тракторах получил пневматический привод. Предпочтение отдается двухпроводной схеме. Агрегатирование с прицепами, имеющими гидравлический привод тормозов, осуществляется при помощи специальных гидрораспределителей или пневмопереходников.

Все более широкое применение для управления межосевыми и межколесными связями в процессе торможения, а также в системах дистанционного контроля за состоянием тормозной системы находят автоматика и микропроцессорная техника, позволяющие значительно повысить уровень активной безопасности колесных тракторов на транспортных режимах работы.

В связи с тем, что установлено отрицательное воздействие волокон асбеста на здоровье человека, в настоящее время активно ведутся работы по созданию новых фрикционных материалов для тормозных накладок, не содержащих в своем составе канцерогенных веществ. В число рассматриваемых материалов включены металлические, минеральные, стеклянные и угольные волокна. Металлокерамические материалы на медной, железной и графитовой основах получили широкое распространение только для тормозов, работающих в масле. В открытых дисково-колодочных тормозах они применяются крайне редко из-за низких фрикционных свойств при малых скоростях скольжения и температурах, высокой требовательности к качеству поверхности металлического элемента пары трения. Фрикционные материалы на органических связующих применяются преимущественно для тормозов сухого трения, хотя имеются примеры успешного использования их и для тормозов, работающих в масле.

Разрабатываются новые металлические материалы для пар трения, обладающие по сравнению с чугуном повышенной стойкостью к абразивному износу, отсутствием склонности к образованию термических трещин, лучшей теплопроводностью и низкой ползучестью при повышенной температуре. Работы проводятся с модифицированными железокобальтовыми медными сплавами и различными видами бронз.

В ближайшие годы можно ожидать перехода к более широкому применению синтетических тормозных жидкостей на кремнийорганической основе, отличающихся от тормозных жидкостей на гликолиевой или этилкарбитолиевой основах полной негигроскопичностью, сохранением стабильности вязкостных характеристик в более широком диапазоне температур и меньшей зависимостью температуры кипения от атмосферного давления.

Учитывая положительный опыт применения для привода стояночных тормозов тросов дистанционного управления двустороннего действия, многие известные их изготовители ведут активные работы по созданию работающих на сжатие силовых тросов для привода рабочих тормозов.

С целью уменьшения металлоемкости и снижения массы тормозных систем большинство деталей изготавливается по прогрессивным технологиям: штамповкой, точным литьем, методами порошковой металлургии, диффузионным припеканием, сваркой трением.

Перечисленные тенденции совершенствования тормозных систем сельскохозяйственных колесных тракторов явились основой для разработки концепции развития тормозов колесных тракторов "Беларус" мощностью 80...130 л.с., обеспечивающих повышение надежности, производительности, конкурентоспособности и расширение их потребительских свойств. При этом учитывались сложившаяся экономическая ситуация, технические возможности предприятия, предшествующий опыт и наработки коллективов ГСКБ ПО МТЗ и кафедры "Детали машин, ПТМиМ" БНТУ, сформировавшиеся связи с научно-

производственными предприятиями порошковой металлургии и поставщиками комплектующих изделий для систем управления тормозными механизмами.

В современных условиях развитие тормозов колесных тракторов "Беларус" мощностью 80...130 л.с. должно осуществляться системно в следующих направлениях:

- разработка для базовых моделей тракторов нескольких вариантов тормозных систем с учетом требований и условий работы машин у основных потенциальных потребителей, т.е. для сельскохозяйственного производства, лесного хозяйства, жилищно-коммунальной сферы, строительства. Основными исходными данными для проектирования тормозных систем должны стать удельная (в единицу времени) энергонагруженность тормозных механизмов и динамические факторы процессов торможения тракторов на основных технологических операциях у их потребителей;

- для универсально-пропашных тракторов и тракторов, эксплуатируемых в условиях, где пыль, грязь и влага могут быть помехой для функционирования тормозных механизмов, необходим переход на герметичные многодисковые тормозные механизмы с коэффициентом взаимного перекрытия равным единице, работающие в масле. Переход на многодисковые тормоза мокрого типа позволит существенно повысить надежность и энергоемкость тормозных механизмов, улучшить динамику и стабильность процесса торможения трактора, снизить затраты на обслуживание (механизмы рассчитываются на весь срок службы машины, регулировки, как правило, отсутствуют или сведены к минимуму);

- для модификаций тракторов, используемых преимущественно на транспортных работах, особенно в горных районах, следует так же предусмотреть возможность установки энергоемких открытых дисково-колодочных тормозов прямого действия с выполненными по прогрессивным схемам вентилируемыми дисками;

- на полноприводных моделях тракторов предусмотреть автоматическую систему подключения управляемого моста при торможении на скоростях движения, превышающих 16 км/ч, а для модификаций с максимальной конструктивной скоростью 40 и выше км/ч предусмотреть установку в приводе управляемого моста дополнительного дискового тормоза, приводимого в действие с помощью гидропривода одновременно с тормозами основного моста;

- для полноприводных моделей тракторов с мощностью двигателя 110...130 л.с. и конструктивной скоростью свыше 40 км/ч проработать вопрос установки на входных валах бортовых редукторов управляемого моста дисковых тормозных механизмов мокрого трения, обеспечивающих непосредственное торможение каждого из управляемых колес и приводимых в действие гидравлическим приводом одновременно с тормозами основного моста;

- с целью улучшения эргономических показателей системы управления тормозами механический привод рабочих тормозов должен быть постепенно заменен гидрообъемным прямого действия, а для модификаций тракторов, предназначенных для преимущественного использования на транспортных работах предусмотреть, так же, установку и гидроусилителей. Такое решение существенно повысит надежность привода тормозов, так как позволит сохранить управление тормозами при выходе из строя источника энергии, питающего усилитель;

- стояночное торможение тракторов осуществляется рабочими тормозными механизмами при помощи независимого механического привода управления. С целью повышения надежности тормозных систем тракторов, предназначенных для преимущественного использования на транспортных работах, особенно в горных районах, стояночное торможение может обеспечиваться отдельным тормозным механизмом, воздействующим на трансмиссию и приводящимся в действие при помощи механического привода управления. Применение автономного стояночного

тормоза позволит использовать его в качестве запасного (аварийного) при выходе из строя рабочих тормозов. Следует проработать вопрос автоматического включения стояночного тормоза при остановке двигателя трактора.

- для приведения в действие тормозов прицепов на тракторе должен быть установлен пневмопривод, выполненный по двухпроводной схеме и заблокированный с приводом рабочих тормозов таким образом, чтобы обеспечивалось опережение срабатывания тормозов прицепов и исключалась возможность "складывания" транспортного поезда. Должна быть обеспечена возможность агрегатирования трактора с прицепами, имеющими как пневматический, так и гидравлический привод тормозов.

- для управления межосевыми и межколесными связями в процессе торможения, а также в системах дистанционного контроля за состоянием тормозной системы следует активно применять автоматику и микропроцессорную технику;

- с целью уменьшения металлоемкости и снижения массы тормозных систем шире внедрять для их изготовления прогрессивные технологии.

На базе приведенной выше концепции с учетом многолетнего опыта авторов по разработке и исследованию муфт и тормозов для самоходной сельскохозяйственной техники выполнены обоснование функциональных параметров, расчеты и рабочая документация перспективных конструктивных решений тормозных систем с механизмами мокрого типа для тракторов "Беларус" мощностью 80...130 л.с., отвечающих всем современным международным требованиям к такого рода конструкциям. Стендовые и дорожные испытания опытных образцов тормозных систем подтвердили их высокую эффективность, надежность и долговечность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скойбеда А.Т., Комяк И.М. Прогрессивные направления развития конструкций тормозных механизмов самоходных колесных сельскохозяйственных машин и повышение эффективности их использования. – Мн.: БелНИИНТИ, 1988. – 52 с;
2. Скойбеда А.Т., Комяк И.М. Тенденции развития приводов тормозов самоходных колесных сельскохозяйственных машин и повышение надежности их эксплуатации. – Мн.: БелНИИНТИ, 1990. – 64 с;
3. Чудиновских В.М. Конструктивные особенности основных систем зарубежных сельскохозяйственных тракторов: Обзорн. информ./ ВНИИТЭИагропом. М., 1992. - 48 с;
4. Кулешов А.А., Марголин И.И. Пневмоколесные машины с бортовыми приводами и мотор-колесами. – М.: Машиностроение, 1995. – 312 с;
5. Williamson M. Braking into the Millennium: The international review of industrial vehicle design. & Engineering. Of - Highway & Heavy - Duty Equipment// Industrial vehicle technology, 1995 - p. 2-7;
6. Skoybeda A. T. , Komyak I.M. Tendencies of the development of the self-moving wheel agricultural machine breaking systems// Proceeding of fifth international scientific-technical conference on internal combustion engines and motor vehicles MOTAUTO'98, Sofia 14-16 October 1998, - Sofia, Vol. IV, ISBN 954-90272-2-8. - p. 74-80;
7. Высоцкий М.С., Бутылин В.Г., Иванов В.Г. Мехатронные системы активной безопасности мобильных машин.// Актуальные проблемы динамики и прочности в теоретической и прикладной механике.- Мн.: УП "Технопринт", 2001. – с. 107-118;
8. Комяк И.М. Комплексное решение задачи повышения надежности тормозных систем самоходных колесных сельскохозяйственных машин.// Современные методы проектирования машин. Расчет, конструирование и технология изготовления. Сборник научных трудов. Вып. 1. В 3-х т. Под общ. ред. П.А. Витязя - Мн. : УП "Технопринт", 2002, т. 1, с. 453-456.