

УДК 621.891

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЖЕННОСТИ ТОРМОЗА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

М.Ю. Целуев, Д.А. Кисляк,
УО «Гомельский государственный технический университет
имени П.О. Сухого», г. Гомель, Республика Беларусь

Введение. Повышение требований к ресурсу и энергоемкости тормозных систем привело к созданию и применению в сельскохозяйственных тракторах многодисковых тормозов, фрикционные диски которых работают в среде масла [1]. Несмотря на совершенствование конструкций, материалов и технологий изготовления важной проблемой при эксплуатации остается влияние фрикционного нагрева дисков на параметры работы многодисковых тормозов. Высокие температуры трения являются причиной износа и коробления дисков, снижения ресурса и отказа многодисковых тормозов.

Цель работы – теоретическое исследование влияния эксплуатационных параметров на величину нагрева фрикционных дисков многодискового тормоза в условиях работы, имитирующих служебные торможения сельскохозяйственного трактора.

Методы исследования. Исследование теплового режима пар трения осуществляли на примере экспериментальной конструкции остановочного тормоза колесного трактора 3-го тягового класса, имеющего восемь дисков с накладками из фрикционного материала, взаимодействующих в среде моторного масла с неподвижными дисками из стали.

Разработана безразмерная тепловая задача, описывающая осесимметричное температурное поле во фрикционной паре многодискового тормоза при нестационарном трении с учетом теплофизических характеристик материалов, конструкционных и эксплуатационных параметров дисков. Теоретические исследования теплового режима пар трения многодискового тормоза при нагрузочно-скоростных режимах трения дисков, имитирующих служебные торможения трактора, осуществляли в процессе многовариантных численных решений тепловой задачи методом конечных элементов с использованием многофакторного планирования эксперимента четвертого порядка. В качестве варьируемых количественных факторов в ходе исследования были выбраны: момент трения и начальная угловая скорость скольжения дисков, приведенный к валу тормоза момент инерции движущихся масс транспортного средства и продолжительность трения дисков. Качественным фактором при проведении исследования являлся вид фрикционного материала композиционного диска: фрикционный ма-

териал на основе целлюлозных волокон (ФЦМ) и фрикционный металло-керамический материал (ФМК).

Результаты исследования. Для фрикционных пар многодискового тормоза в исследованных режимах трения установлено, что скорость роста и уровень развиваемых температур на фрикционном контакте пары трения увеличиваются с повышением мощности и продолжительности трения дисков, снижением интенсивности теплообмена с окружающей средой и тепловой проводимости материала фрикционной накладки. Максимальная температура фрикционного контакта дисков имеет нелинейную с максимумом зависимость от времени. Для рассмотренных условий трения дисков максимум температуры фрикционного контакта для пар трения с накладками из ФЦМ наблюдается в момент времени t_m , находящийся в интервале 0,6...0,7 от времени торможения t_b , а для дисков с накладками из ФМК – 0,65...1,0 и 0,7...0,9 соответственно. Относительная величина t_m/t_b снижается с ростом продолжительности трения и интенсивности теплообмена дисков с маслом, уменьшением тепловой проводимости материала фрикционной накладки. На этапе снижения температуры фрикционного контакта дисков положение температурного максимума в паре трения перемещается от поверхности трения в тело стального диска.

Получены многофакторные функциональные зависимости максимальной температуры фрикционного контакта пар трения многодискового тормоза с накладками из различных фрикционных материалов от величины основных эксплуатационных параметров, показавшие для приращения температуры фрикционного контакта дисков прямую пропорциональную зависимость от наибольшей мощности трения, прямую нелинейную зависимость от продолжительности трения и обратную нелинейную зависимость от величины коэффициентов теплообмена дисков с окружающей средой. Установлено, что замена материала накладки композиционного диска с фрикционного материала на целлюлозной основе на фрикционный металлокерамический материал ведет к снижению максимального приращения температуры на фрикционном контакте пар трения в 1,53...1,94 раза.

Полученные результаты были использованы для инженерных оценок величины развиваемой температуры на фрикционном контакте пар трения проектируемых многодисковых тормозов для заданных нагрузочно-скоростных режимов трения дисков, а также выбора эксплуатационных параметров и материала дисков, обеспечивающих работу тормоза с допустимой температурой нагрева пар трения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Городецкий, К.И. Принудительное жидкостное охлаждение дисковых фрикционных сцеплений и тормозов / К.И. Городецкий, О.В. Евтушик, В.М. Шарипов // Тракторы и сельхозмашины. - 2000. - № 12. - С. 21-24.