

0,35 м. Только при соблюдении этого условия достигается наибольший эффект от отключения "паразитного объема" выводного участка пневматического привода тормозов автомобильных и тракторных прицепов и обеспечивается удобный доступ водителя к управлению разобщительным краном.

Таким образом, отключение "паразитного объема" магистрали выводного участка пневматического привода тормозной системы прицепа, являющегося последним звеном поезда, может быть обеспечено без применения дополнительных пневмоаппаратов при помощи перестановки имеющегося в приводе разобщительного крана в зону, определенную по способу, изложенному выше.

ЛИТЕРАТУРА

1. М е т л ю к Н.Ф., А в т у ш к о В.П. Динамика пневматических и гидравлических приводов автомобилей. — М., 1980. — С. 41, 44, 57, 89—100. 2. Р а с о л ь к о А.М. Исследование рабочих процессов пневматического привода к тормозам тракторного поезда // Автотракторостроение. — Минск, 1978. — Вып. 10. — С. 26—30.

УДК 629.114.2

А.И. СКУРТУЛ, А.П. СТЕЦКО

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МОКРЫХ МУФТ СЦЕПЛЕНИЯ С НАКЛАДКАМИ ВЕДОМЫХ ДИСКОВ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Одним из перспективных путей повышения технического уровня и ресурса работы тракторных муфт сцепления (МС) является создание мокрых МС, характеризующихся высокой долговечностью даже в условиях длительных и частых пробуксовок [1]. Поэтому для решения задачи повышения долговечности узлов тракторов "Беларусь" до 10...12 тыс. моточасов были разработаны мокрые МС применительно к трактору класса 2 [2].

Испытания опытных образцов мокрых МС подтвердили принципиальную возможность их применения, позволили дать сравнительную оценку работы сухих и мокрых МС, а также выявить некоторые особенности последних (по отношению к сухим МС), которые необходимо учитывать при проектировании.

Как видно из рис. 1, динамика включения сухой и мокрой МС различна. В отличие от сухой МС, для которой характерно интенсивное нарастание момента трения до максимума, в мокрой МС большую часть времени буксования момент трения примерно в 2 раза меньше максимального, достигаемого на завершающем этапе буксования. В результате при одинаковом времени нарастания усилия сжатия дисков продолжительность буксования мокрой МС в 3...4 раза больше, чем сухой, несмотря на то что коэффициент запаса сухой МС [2, 5] меньше расчетного коэффициента запаса мокрой МС [3]. Замеры статического момента трения мокрой МС показали, что он близок к расчетному.

Отмеченная выше особенность процесса буксования мокрой МС обусловлена существенным изменением коэффициента трения фрикционных пар муфты и присуща МС с накладками ведомых дисков из порошковых материалов. Так, зависимости изменения коэффициента трения от относительной скорости

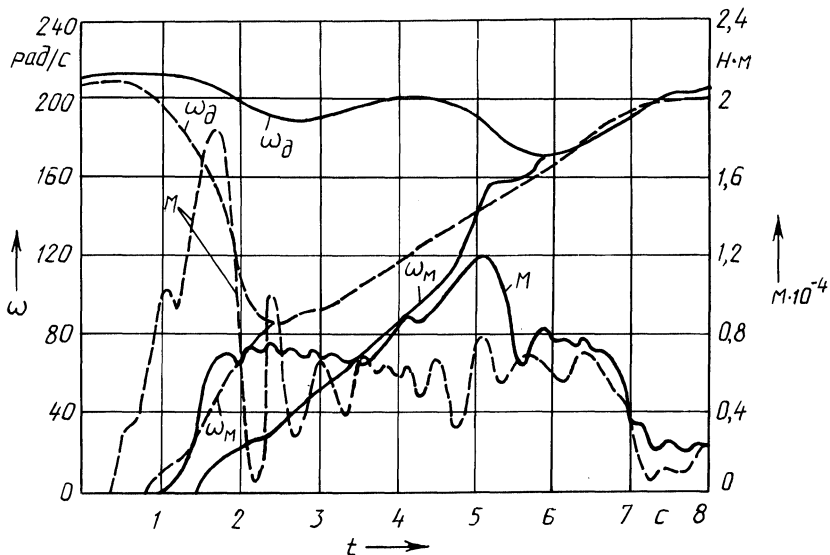
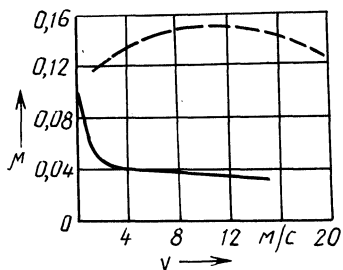


Рис. 1. Процесс буксования мокрой (—) и сухой (----) МС и разгона МТА (МТЗ-142+1ПТС-9, общая масса $1,8 \cdot 10^4$ кг):

M — крутящий момент на полуоси; ω_d , ω_m — частота вращения соответственно вала двигателя и ведомых элементов МС

Рис. 2. Зависимость коэффициента трения (μ) от относительной скорости скольжения (v) фрикционных пар при трении со смазочным материалом: — металллокерамика М-106 + чугун СЧ-20 (давление 1,25 МПа); ---- целлюлоза + сталь (давление 0,7 МПа) [5]



скольжения пар трения порошковых материалов на медной основе М-140, М-106 — серый чугун характеризуются приблизительно постоянным в диапазоне относительных скоростей скольжения 2...15 м/с коэффициентом трения, в 2,5 раза меньшим, чем при скольжении, близком к нулю (рис. 2). Кроме того, интенсивный рост коэффициента трения в конце буксования МС обуславливает возникновение высокочастотных колебаний момента трения, зарегистрированных во время эксплуатационных исследований.

Таким образом, динамика включения мокрой МС в отличие от сухой в значительной степени определяется фрикционными характеристиками пар трения, что необходимо учитывать при проектировании и расчетах мокрых МС.

В последнее время за рубежом в конструкциях фрикционных узлов, работающих в масле, наряду с традиционными все большее применение находят фрикционные материалы на бумажной основе, характеризующиеся в отличие

от порошковых материалов динамическим коэффициентом трения, превышающим статический [3] (рис. 2). Использование таких материалов для изготовления накладок ведомых дисков МС позволяет повысить их эффективность, которая оценивается способностью МС осуществлять интенсивный разгон МТА и предохранять его трансмиссию от динамических перегрузок [4].

Однако применение фрикционных материалов на бумажной основе возможно лишь при больших расходах охлаждающей жидкости, что увеличивает потери мощности на ее перекачивание, требует использования специальных сортов масел и обуславливает необходимость создания автономных смазочных систем МС [5]. Отмеченные недостатки ведут к удорожанию конструкции МС и создают определенные трудности при ее эксплуатации. В связи с этим становится актуальной задача поиска альтернативных неметаллических фрикционных материалов, лишенных указанных недостатков. Были проведены сравнительные стендовые испытания мокрой МС с накладками ведомых дисков из различных материалов: порошковых — М-140 (производства Белорусского НПО ПМ) и 404П (производства ИПМ АН УССР), безасбестового материала на органическом связующем F-202 (производства фирмы "Valeo") и асбофрикционного материала шифра 450 (производства ВНИИАТИ). Для охлаждения пар трения использовалось трансмиссионное масло М-10Г, расход его составлял 2...6 л/мин.

Анализ результатов испытаний (рис. 3) показывает, что при режимах работы МС, соответствующих реальным эксплуатационным режимам, при использовании ведомых дисков с накладками из порошкового материала М-140 коэффициент трения наиболее низок (0,014...0,015) и интенсивно возрастает (в 2,5 раза) в конце буксования, гарантированное замыкание МС не обеспечивается. При использовании накладок дисков из порошкового материала 404П средний коэффициент трения составляет 0,019...0,020, однако характер его изменения аналогичен описанному выше. Неметаллические материалы характеризуются повышенным коэффициентом трения, более плавным его изменением в процессе буксования и меньшей виброактивностью, в результате чего возрастает средний момент трения МС. Так, при буксовании муфты сцепления с фрикционными накладками из материала F-202 коэффициент трения изменяется в пределах 0,023...0,060, причем продолжительность увеличения

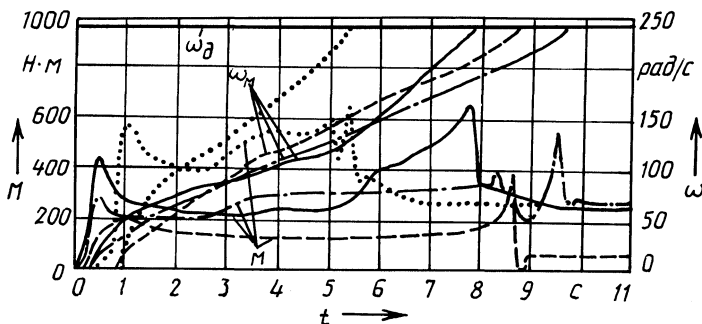


Рис. 3. Процесс буксования мокрой МС с накладками ведомых дисков из материалов: — — — М-140; - - - 404П; — F202; 450; M — момент трения; ω_d, ω_m — частота вращения двигателя и ведомых элементов МС

последнего до максимального составляет примерно 40 % времени буксования МС. В результате продолжительность включения МС уменьшается на 18...20 % по сравнению с продолжительностью включения МС с накладками из порошкового материала 404П. При использовании фрикционных накладок из материала 450 коэффициент трения наиболее высок и изменяется от 0,038 до 0,064, в связи с чем продолжительность буксования МС на 40...45 % меньше, чем у МС с фрикционными накладками из материала 404П. В то же время статический момент трения МС для всех рассмотренных вариантов и, следовательно, ее предохранительные свойства практически одинаковы.

Таким образом, в силу особенностей фрикционных характеристик применением неметаллических материалов обеспечивается большая эффективность МС, меньшая ее виброактивность, потому они более предпочтительны для использования в качестве фрикционных материалов для мокрых МС тракторов. При этом неметаллические материалы позволяют обеспечить повышенный ресурс работы МС. Так, по данным стендовых ресурсных испытаний, мокрая МС с накладками ведомых дисков из материала 450 обладает износостойкостью на порядок выше сухой МС и серийных накладок из материала НСФ-6.

Неметаллические материалы обладают меньшей твердостью, чем порошковые, что повышает площадь фактического контакта пар трения и практически исключает возможность схватывания накладки с контртелом. Кроме того, основное преимущество порошковых материалов — способность воспринимать высокие давления, что позволяет создавать фрикционы малых габаритов, — не является существенным для МС, размещаемых обычно на маховике двигателя с большими размерами.

Таким образом, при проектировании мокрых МС важен правильный выбор фрикционного материала, от которого зависят не только эффективность работы самой МС, но и уровень динамической нагруженности трансмиссии, разгонные качества МТА. В качестве накладок ведомых дисков более предпочтительны неметаллические материалы, в частности материал шифра 450. Допустимое давление на накладку не является регламентирующим фактором при выборе материала накладки для МС. Учитывая существенное влияние на характер изменения момента трения МС ее режима работы, следует признать необходимой разработку приводов мокрых МС, автоматически обеспечивающих рациональный закон изменения нажимного усилия в процессе буксования МС. При этом широкое распространение могут получить электронные системы управления МС.

ЛИТЕРАТУРА

1. Конструирование современных многодисковых сцеплений // Тракторы и двигатели: Экспресс-информ. — М., 1984. — № 5. — 24 с. 2. Пути повышения долговечности фрикционных устройств в машиностроении / А.И. Скуртул, П.А. Стецко, А.С. Поварехо и др. // Обзор. информ. / БелНИИНТИ. — Минск, 1985. — 50 с. 3. Многодисковые муфты с масляным охлаждением: Расчет многодисковых муфт, фрикционные свойства. Допуски и размеры многодисковых муфт // Информ. материал фирмы "Хёрбигер", ФРГ: Пер. с нем. — Минск, 1983. — 21 с. 4. Б о р и с о в С.Г., Э г л и т И.М. Муфты сцепления тракторов. — М., 1972. — 208 с. 5. L a s t o i x A.I. Trend to Wet Friction Materials for Off-Highway Vehicle Services // Diesel and Gas Turbine Progress. — 1977. — V. 43. — N 9. — P. 122-124.