

го парка. Главными из ее слагаемых являются безопасность, надежность и живучесть самого транспортного средства, хотя, как известно, важную роль здесь также играет человеческий фактор. В автомобилестроении сложилась комплексная система обеспечения активной и пассивной безопасности. Первая из них обеспечивается бортовыми системами рулевого и тормозного управления, требования к которым стандартизованы и жестко контролируются международными и национальными стандартами. Однако, по нашему мнению, уже возник и приобретает все большую активность вопрос о включении в число таких систем автоматических трансмиссий с мехатронными (электронно-гидравлическими) системами управления (МСУ).

Наиболее совершенными и массовым типом современных автоматических трансмиссий за последнее десятилетие стали гидромеханические передачи (ГМП), состоящие из гидродинамического трансформатора, планетарной многоступенчатой коробки передач с многодисковыми фрикционами, а также МСУ. Сегодня под контролем МСУ находятся практически все рабочие процессы ГМП, что позволило кардинально повысить ее долговечность и надежность. Фактически комплекс ГМП – МСУ уже представляет собой единый мехатронный объект. Однако при высокой надежности одиночных ГМП (единицы отказов в расчете на десять тысяч ГМП в год) оценки вероятности на больших множествах и больших интервалах времени (например, в миллионе ГМП за десять лет) приобретают высокие значения.

Проведенный анализ возможных отказов комплекса ГМП – МСУ показал, что наиболее опасные из них связаны с тем, что МСУ с несколькими выходами для подачи команд на переключение ступеней в виде комбинаций двоичных чисел при возникновении неисправностей ведет себя как «черный ящик», на выходах которого вместо рабочих могут возникать случайные комбинации. Степень опасности каждого конкретного вида отказов определяется оценкой вызываемых им последствий – риска повреждения ГМП и (или) других агрегатов, возникновения дорожно-транспортного происшествия, а главное – угрозы жизни членов экипажа и окружающих. Опыт последних десяти лет показывает, что такие отказы в появившихся многомиллионных парках не только имеют место, но и неоднократно уже приводили к смерти десятков и даже сотен человек. Среди них наиболее опасны: самопроизвольное включение ступени ГМП при работающем двигателе, выход на нейтраль при обесточивании МСУ в движении, самопроизвольное переключение ступеней с пропуском нескольких. Первый из названных отказов приводит к самопроизвольному движению автомобиля. И именно на его долю приходится большинство смертельных случаев. Второй приводит к потере подвижности, что может создать угрозу жизни экипажа (например, при движении в экстремальных природных условиях вдали от населенных пунктов, для военных машин – в боевой обстановке, а в горной местности – при движении с грузом на подъеме или спуске). В связи с этим становится необходимым обеспечение живучести МСУ ГМП – сохранение возможности движения без устранения отказа для ремонта в условиях мастерских. Третий отказ может вызывать раскрутку двигателя до недопустимо высокой скорости или, наоборот, резкое его торможение, что приведет к повреждению всего силового агрегата, а в условиях интенсивного скоростного движения – и к дорожно-транспортному происшествию из-за неожиданного торможения без сигналов. Выявление подобных и даже более мелких отказов заставляет фирмы-производители отзываться из эксплуатации десятки и даже сотни тысяч автомобилей по всему миру для устранения причин за свой счет, что иногда ставит их на грань банкротства.

Сегодня не существует общепринятых методов построения безопасных МСУ и, тем более, стандартизованных требований к ним аналогично упомянутым выше системам активной безопасности. Однако об актуальности их создания свидетельствует то, что в последние годы большинство изобретений в области МСУ ГМП, патентуемых ведущими автомобильными компаниями, направлено на обеспечение их безопасности и живучести. При этом каждая компания применяет и развивает собственные методы и конструкции. Следует отметить, что эти процессы являются подтверждением корректности разработанных и применяемых нами методов анализа, синтеза и проектирования МСУ ГМП.

УДК 629.4. 027.35(035)

## ОБ ОЦЕНКЕ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Г. М. ЛЕВИТ, С. В. МАМОНТОВ

*Петербургский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

В ГОСТ Р 52279-2004 необоснованно и неправомерно исключена оценка работоспособности гидравлических гасителей колебаний линеаризованным (эквивалентным линейному) параметром сопротивления  $\beta$  (отношение силы сопротивления к скорости поршня в дроссельном режиме работы с учетом нелинейности силовой характеристики), по которому в настоящее время производится контроль гасителей колебаний во всех депо железных дорог СНГ согласно действующей нормативной документации. Этот параметр входит в урав-

нения колебаний подвижного состава, имеет оптимальное значение и расчетный интервал для каждого типа подвижного состава, зафиксированные в руководящих документах. Оптимальные значения параметра сопротивления обеспечивают наилучшую плавность хода подвижного состава на магистральных участках пути при функционировании гасителей колебаний в основном дроссельном режиме. Кроме того, нормативными документами задаются максимальные усилия сопротивления на ходах сжатия и растяжения гасителя в клапанных режимах работы гасителей в резонансных режимах и при повышенных возмущениях от пути.

Линеаризованный (эквивалентный линейному) параметр сопротивления  $\beta = \beta_n = \beta_s$ , отражающий работоспособность демпфера в дроссельном режиме функционирования как пропорциональность развиваемого усилия перемещению к скорости поршня. Для демпферов переменного сопротивления на стенде гармонических испытаний эквивалентный параметр сопротивления  $\beta_s = \beta_{расч} = k\beta = kF_a / a\omega$ , где  $F$  – усилие сопротивления демпфера;  $a$  – амплитуда,  $\omega$  – частота,  $k_\gamma = 0,85$ ;  $k_\beta = 1$ ;  $k_\mu = 1,1$  – коэффициенты линеаризации квадратичной, линейной и корневой силовой характеристики. Нормативные значения параметра сопротивления демпферов задаются в технической документации на каждый вид подвижного состава.

Предельное значение усилий сопротивления  $F_{max}$ , определяющее максимальное усилие сопротивления при наибольшей контрольной скорости поршня, ограничено действием предохранительных клапанов в клапанном режиме.

Существующая методика оценки работоспособности гидрогасителей является основной на железнодорожном транспорте, отражена в действующей руководящей документации и длительное время используется на практике в депо. Эта методика соответствует европейскому стандарту EN 13802 «Детали подвески. Гидравлические амортизаторы» и дает возможность техническому персоналу проводить сравнительную оценку гидрогасителей между собой.

Испытательные стенды в депо и на заводах должны быть настроены на эту методику контроля работоспособности гидрогасителей рельсового подвижного состава. В ГОСТ Р 52279-2004 вместо оценки гасителей по параметру сопротивления в дроссельном режиме и максимальной силе сопротивления в клапанном режиме вводится оценка гидрогасителей по силам сопротивления при контрольных скоростях поршня и исключении дроссельного режима.

Заданные в ГОСТе контрольные максимальные скорости поршня гасителя завышены как для кузовной (0,3 м/с), так и для тележечной ступеней рессорного подвешивания (0,6 м/с). Например, по мнению специалистов вагонного отделения ВНИИЖТ максимальная скорость поршня гасителя кузовного подвешивания в эксплуатации не превышает 0,15 м/с. Для контрольных скоростей поршня значения усилий сопротивления расчетно не установлены, а стенды для реализации этих скоростей в депо отсутствуют.

Выполнение требований ГОСТ Р 52279-2004 вынуждает полностью заменить все испытательные стенды во всех депо и ремонтных заводах без получения обоснованного положительного эффекта. При этом затраты возрастут не только на приобретение очень дорогих стендов, но и на увеличение трудоемкости испытаний, поскольку тестовый контроль работоспособности гасителя заменяется фактически научными исследованиями силовой характеристики в условиях депо. Построение силовой характеристики и ее доверительные интервалы необходимы при разработке гасителя колебаний, а в эксплуатации достаточно тестовое воздействие на гаситель, обеспечивающее контроль гасителя колебаний в дроссельном и клапанном режимах.

УДК 624.424.1.004.67

## ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ В СИСТЕМЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕПЛОВЗОВ

И. И. ЛОБАНОВ

*Московский государственный университет путей сообщения (МГУПС)*

В процессе эксплуатации дизелей тепловозов возникают различные неисправности и отказы, влияющие на рабочий процесс ДВС и других агрегатов и, соответственно, на показатели надежности и долговечности локомотивных энергетических установок.

К числу действенных мер, повышающих эффективность эксплуатации ТПС, следует отнести масштабное внедрение встроенных, переносных и стационарных средств контроля и технического диагностирования узлов, агрегатов, систем с формированием банка данных о состоянии локомотивов и их отдельных узлов для перехода на систему ремонта и технического обслуживания по техническому состоянию. С этой целью на сети внедряются стационарные, переносные и бортовые системы мониторинга.