

сложного в техническом исполнении преобразователя электрической энергии из постоянного в переменный ток, что придает данной системе универсальность установки на практически всем эксплуатируемом электроподвижном составе;

– уменьшение износа тормозных колодок соответственно увеличение их срока службы.

В качестве исследований был принят участок «Городской электрички» г. Киева протяженностью 23,4 км с 7 остановочными пунктами и электропоезд ЭР-9м в 6-вагонной комплектации. Проведенными тяговыми расчетами было определено количество расхода электрической энергии на тягу электропоезда с применением конденсаторной системы и без ее применения.

Расчет показал высокую экономическую эффективность применения системы. Сроки окупаемости при промышленной модернизации только за счет экономии электроэнергии составляют около 3 лет. Кроме того, система обладает высокой эксплуатационной надежностью, большим сроком службы (не менее 15 лет) и практически не требует технического обслуживания.

Подводя итог, можно сделать следующий вывод, что модернизация электропоезда путем установки высокоемкостной системы конденсаторных элементов для накопления энергии торможения с последующим использованием накопленной энергии на разгон является экономически выгодным и целесообразным шагом на пути улучшения работы и технико-экономических показателей электроподвижного состава при работе в пригородном движении.

УДК 629.463.3: 519.246.87

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ КОНТЕЙНЕРОВ-ЦИСТЕРН НА УДАРНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, М. Г. КУЗНЕЦОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

При создании новых конструкций контейнеров-цистерн с целью обеспечения безопасности перевозки выполняют их испытания на удар в продольном направлении. Испытуемый контейнер заполняют водой или любым другим веществом, не находящимся под давлением, примерно до 97 % объемной вместимости цистерны, после чего устанавливают на испытательную платформу, которую затем ударяют по неподвижной массе либо осуществляют удар движущейся массы по рассматриваемой платформе, причем тормоза на каждом вагоне должны быть включены.

При соударении вагонов регистрируются ускорения в точках контейнера. Для этого используются акселерометры с минимальным диапазоном амплитуды 200g, максимальным нижним пределом частот 1 Гц и минимальным верхним пределом частот 3 000 Гц. После каждого удара испытуемый контейнер осматривается. Результаты испытания контейнера считаются удовлетворительными, если отсутствует утечка, остаточная деформация или повреждение, при которых контейнер становится непригодным для использования.

Полученные в ходе испытания данные о зависимости "ускорение – время" преобразуют в спектр ударного отклика (СУО), представляющий собой зависимость эквивалентного статического ускорения от частоты. Сила удара считается достаточной, если кривая СУО, полученная в ходе испытания для обоих угловых фитингов у подвергшегося удару торца, повторяет или превышает минимальную кривую СУО на всех частотах в диапазоне от 3 Гц до 100 Гц, причем расчет точек кривой СУО должен производиться по интервалам частот с шагом как минимум в 1/30 октавы.

Существует стандартная методика обработки экспериментальных данных, однако в режиме реального времени по ней получить кривые спектрального отклика можно только на весьма дорогостоящем высокопроизводительном компьютере, поскольку это требует значительного объема математических расчетов. В связи с этим была поставлена задача по созданию программы, позволяющей ускорить обработку экспериментальных данных при испытаниях контейнеров-цистерн на ударное воздействие.

Разработка, позволяющая осуществить автоматическую обработку результатов измерений, осуществлена в среде Visual Basic. Программа позволяет получить два вида решения: экспресс-решение и

детализированное. В ходе расчетов для каждого интервала частот определяются матрицы относительных перемещений и ускорений с использованием всех точек данных из входного графика зависимости "ускорение – время". Затем фиксируется максимальное абсолютное значение ускорения из матрицы. Это значение становится точкой кривой СУО для данного конкретного интервала частот. В результате аналогичных вычислений для каждого интервала собственных частот строится кривая СУО.

Экспресс-решение позволяет получить спектр ударного отклика на основе усеченного набора исходных данных, однако благодаря этому время получения такого решения на персональном компьютере удастся уменьшить до двух – трех минут. В результате возможно оценить, насколько экспериментальные данные удовлетворяют нормативным требованиям. Если кривая СУО оказывается ниже нормативной, то требуется провести дополнительные испытания. При расположении кривой, удовлетворяющей нормативным требованиям, выполняется подробный расчет с шагом в 1/30 октавы, что позволяет получить искомый спектр ударного отклика.

Применение предлагаемой программы позволяет оценивать результаты испытаний в режиме реального времени, что дает возможность оперативного принятия решения о необходимости дополнительных соударений вагонов.

УДК 621.763 : 536

АНАЛИЗ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ ПРИ ПРЕССОВАНИИ ФРИКЦИОННЫХ НАКЛАДОК ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ КОМПОЗИТОВ

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, О. А. СУХАНОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Исследованию свойств волокнистых композитных материалов посвящен целый ряд монографий и научных статей. Однако расчетные зависимости, позволяющие оптимизировать процесс создания изделий из таких материалов, до настоящего времени отсутствуют. Процесс формирования деталей из композитных материалов включает стадии расплавления пресс-порошка и последующего его затвердевания. Целью представленной работы является создание методики конечно-элементного моделирования физических процессов, происходящих при формировании деталей из композитных материалов. Объект исследования – материал заготовки для формирования фрикционной накладки транспортного средства на основе матрицы из фенолоформальдегидной смолы. Предметом исследования являются поле температур и тепловые потоки для разных моментов времени образования композита.

Для выполнения теплового анализа расплавления материала применен первый закон термодинамики. Расчет выполнен при помощи программного комплекса ANSYS на основе использования энтальпии, которая для фенолоформальдегидной смолы задавалась в виде функции температуры. С учетом цикличности формы детали была рассмотрена 1/16 ее часть. Исходные данные для расчета: начальная температура пресс-порошка 20 °С; температура в местах контакта с пресс-формой 160 °С, плотность теплового потока на торцевых поверхностях сегмента модели отсутствует. Шаг по времени принимался равным 1 с, число шагов – 300.

Анализ распределения температуры по толщине образца на стадии плавления матрицы показал, что на первой секунде нахождения пресс-порошка в нагретой форме изменение температуры матрицы в средней точке сечения незначительно. Затем в течение 25 с происходит резкое увеличение температуры. При температуре $T = 120$ °С начинается плавление матричного материала. Расчеты показывают, что к 30-й секунде прессования температура становится равной 159,3 °С, т. е. практически сравнивается с температурой пресс-формы. К моменту времени $t = 90$ с распределение температуры оказывается близким к равномерному.

Расчеты, выполненные на основе описанной методики, позволяют установить время, которое необходимо затратить для полного расплавления материала матрицы.