

О РОЛИ НАТУРНЫХ ИСПЫТАНИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

В статье делается акцент на необходимости проведения натуральных испытаний как материала для оценки и корректировки математической модели

Известно, что оценка качества подвижного состава железных дорог производится в процессе приемочных испытаний, которые, согласно отраслевому стандарту [1], проводятся с целью решения вопроса о целесообразности постановки его на производство и использования по назначению. Для оценки подвижного состава проводится ряд натуральных испытаний, в число которых входят комплексные динамические и по воздействию на путь и стрелочные переводы, динамико-прочностные, тормозные (стационарные и ходовые) и многие другие. Основная часть испытаний проводится в виде опытных поездок по путям специальных испытательных центров-полигонов, а в случае их отсутствия – на эксплуатируемых участках.

Первый такой полигон начал действовать в России в 1932 г. на ст. Щербинка; затем был создан еще один испытательный полигон на участке Белореченская – Майкоп Северо-Кавказской железной дороги, позволивший проводить испытания со скоростями до 250 км/час. Позже в разные годы были созданы подобные центры в КНР (1960 г.), ЧССР (1963 г.) Румынии (1978 г.), США (1980 г.), Польше (1996 г.), Германии (1997 г.), Франции (2000 г.) [2]. В статье Е. Гюртнера [3] отмечаются и финансовые, и технические выгоды от использования упомянутых полигонов. Так, например, благодаря исследованиям, проводившимся с 1980 г. в испытательном центре США вблизи станции Пуэбло, удалось число крушений поездов на железных дорог Северной Америки снизить почти на 60 %.

В Украине нет специализированного полигона, и приходится использовать для динамических ходовых испытаний эксплуатируемые участки пути, хотя это и связано с рядом затруднений (вопросы безопасности, отсутствие участков для испытаний скоростного подвижного состава, ограниченное время занятия перегона и т.п.).

Старейшая в Украине Отраслевая научно-исследовательская лаборатория динамики и прочности подвижного состава ДИИТ^а в течение более полувека натурные испытания проводила не только на кольце Щербинка и на полигоне в Белореченске. Большая часть поездных испытаний проходила с условиях многих железных дорог СССР, среди которых необходимо отметить, прежде всего, Приднепровскую железную дорогу. Естественно, что в ряде случаев опытные участки пути приходилось предварительно подготовить. Такие работы много лет назад проводились на участке Березановка – Баловка перед испытаниями скоростного вагона-лаборатории со скоростью 250 км/ч, и совсем недавно – на специально подготовленных участках Юго-Западной железной дороги перед испытаниями скоростного электровоза ДСЗ, автомотрисы и рельсового автобуса со скоростями до 180 км/час.

В условиях действующих участков пути проводят также опыты испытательные подразделения Луганского тепловозостроительного завода, УкрНИИВ^а, ДНДЦ УЗ и других организаций.

Проведение натуральных испытаний – дело чрезвычайно ответственное, в особенности в той части, которая касается оценки безопасности движения. Поэтому все этапы проведения испытаний четко регламентируются соответствующими стандартами, которые разрабатываются на основании многолетнего опыта и при необходимости корректируются в процессе эксплуатации.

Естественно, что в разных государствах и регионах правила проведения натуральных испытаний отличаются. Это связано с установившимися традициями, особенностями конструкции подвижного состава и пути, культурой производства, имеющейся измерительной аппаратурой и др. Сравнение европейских и российских стандартов, например, на проведение ходовых динамических испытаний показывает, что по порядку проведения испытаний, по методике обработки результатов и их оценке эти стандарты отличаются. Каждый из стандартов представляет собой систему взаимосвязанных положений. Поэтому простое перенесение какого-либо положения из одной системы в другую может оказаться нецелесообразным.

Особую остроту проблема достоверности результатов натуральных испытаний приобретает в связи с тем, что, как это отмечено в статье [4], безопасность движения подвижного состава должна быть обеспечена во всем жизненном цикле, а не только в новом неизношенном состоянии. Об этом свидетельствует, например, остановка эксплуатации высокоскоростных поездов фирмы Siemens (для проверки осей колесных пар) [4].

Износы деталей экипажной части подвижного состава, в частности, поверхностей катания колесных пар, например, порожних полувагонов на тележках модели 18-100, понижают их допустимую скорость на 40...50 км/час [5].

В связи с широким применением математического моделирования в проектировании и расчетах, связанных с механикой железнодорожных экипажей, натурные испытания приобрели новое значение. Если раньше результаты этих испытаний использовались только для оценки качества опытного экипажа, то сейчас, кроме этого, натурные испытания должны дать материал для оценки и корректировки математической модели.

Основы этого подхода достаточно четко изложены известным ученым-механиком, академиком АН УССР В. А. Лазаряном [6]: «Очевидно, что исследование динамических усилий в упряжных приборах поездов должны выполняться и теоретически, и экспериментально, причем оба метода должны переплетаться, опережая в нужных случаях друг друга. Так теоретические исследования должны показать, что и как нужно мерить и какого порядка силы можно ожидать, а экспериментальные исследования должны дать возможность уточнить основные гипотезы и расчетные схемы с тем, чтобы, в случае необходимости, можно было исправить результаты теоретических исследований и выполнить нужные пересчеты».

Поэтому, например, предлагаемое в [7] выполнение испытаний по сокращенной программе, согласно которой из числа величин, которые должны измеряться в процессе испытаний, исключается часть величин, причем характеризующих безопасность движения, совершенно неприемлемо. Во-первых, при этом не будет получена объективная оценка безопасности движения, а во-вторых, не будет достаточно полных натуральных данных для уточнения и исправления математической модели.

Также неприемлемо по тем же соображениям предложение в статье [8], согласно которому при проведении приемочных испытаний скоростного подвижного состава вместо натуральных испытаний со скоростями 180...220 км/час использовать результаты расчетов.

Предложения эти ведут к понижению требований к безопасности движения поездов, что недопустимо, так как здесь слишком велика цена ошибки.

При математическом моделировании всегда приходится помнить, что модель или непосредственно составленная программа расчета построены для расчетной схемы, а расчетная схема получается путем введения в исходную конструкцию тех или иных идеализаций, которые в некоторых случаях могут оказаться несостоятельными. Как, например, допущение, согласно которому не принималась во внимание упругость кузова при его изгибных колебаниях в вертикальной плоскости, привело к серьезной ошибке при проектировании вагонов электропоезда ЭР200 и выразилось в их неблагоприятных, динамических качествах, обнаруженных в процессе натурных испытаний.

Часто при проведении натурных испытаний подвижного состава обнаруживаются неожиданные особенности конструкции. Так, при ходовых динамических испытаниях электровоза типа ДСЗ обнаружили необычные колебания силы тяги. Оказалось, что эти колебания связаны с быстрым переключением режимов тяги и рекуперативного торможения при работе системы автоматического управления скоростью.

Вопрос выбора математической модели является достаточно тонким. Вообще говоря, например, электровоз следует рассматривать как сложную электромеханическую систему, и для составления математической модели использовать вместо уравнений Лагранжа второго рода уравнения Лагранжа-Максвелла, внося этим существенные усложнения в модель. Как раз в установлении разумной сложности модели и степени ее детализации и помогают данные натурального эксперимента.

Необходимость проведения непосредственных измерений ряда параметров в процессе движения в условиях эксплуатации экипажа привела к развитию бортовых систем диагностики и контроля. Например, в работе [9] сообщается, что железных дороги Германии намерены оснастить весь парк высокоскоростных поездов ICE3 специальной диагностической системой для ходовой части. В статье [10] указывается на необходимость оборудования перспективных локомотивов России бортовыми системами диагностики и обеспечения безопасности движения.

Измерения с помощью таких систем можно рассматривать как разновидность и продолжение натурных испытаний.

Выводы.

1. Натурные испытания являются весьма ответственным этапом приемочных испытаний подвижного состава, которые должны обеспечить безопасность его движения во всем жизненном цикле.

2. Результаты натурных испытаний необходимы не только для обеспечения безопасности движения и совершенствования конструкции подвижного состава, но и для построения и корректировки математических моделей с целью обеспечения достоверности полученных с их помощью результатов.

Литература.

1. ОСТ 32.53-96. Система испытаний подвижного состава. Организация и порядок проведения приемочных и сертификационных испытаний тягового подвижного состава. – М.: МПС.
2. Лисицын А. Л. Экспериментальному кольцу ВНИИЖТ – 70 лет / А. Л. Лисицын // Вестник ВНИИЖТ. – 2002. – № 4. – С. 4-8.
3. Гюртнер Е. Центры для испытаний подвижного состава и верхнего строения пути / Е. Гюртнер // Железные дороги мира. – 2002. – № 2. – С. 5-8.

4. Богданов В. М. Обеспечение устойчивой работы системы колесо-рельс на отечественных и зарубежных железных дорогах / В. М. Богданов // Вестник ВНИИЖТ. – 2010. – № 2. – С. 10-14.
5. Блохин Е. П. Устойчивость движения четырехосных полувагонов с колесами разного типа профиля и разной степени износа / Е. П. Блохин, М. Л. Коротенко, Р. Б. Грановский и др. // Залізничний транспорт України. – 2008. – № 2. – С. 18-21.
6. Лазарян В. А. Динамика транспортных средств. Избранные труды. / В. А. Лазарян. – К.: Наукова думка, 1985. – 528 с.
7. Демин Ю. В. Математическое моделирование и динамика подвижного состава железных дорог / Ю. В. Демин, Р. Ю. Демин, А. Ю. Черняк // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 4. – С. 3-8.
8. Грищенко С. Г. Випробування та допуск до експлуатації нового залізничного рухомого складу / С. Г. Грищенко // Вісник Східноукр. нац. ун-ту ім. В. Даля. – 2009. – № 4 (134). Ч. 2. – С. 114-118.
9. Диагностическая система для ходовой части ICE3 // Железные дороги мира. – 2006. – № 3. – С. 2.
10. Наговицын В. С. Перспективы развития технических средств железнодорожного транспорта / В. С. Наговицын // Сб. докладов «Экспериментальное кольцо ВНИИЖТ – 70». – Москва, Щербинка. – 2002. – С. 14-16.