

Колот В. А., к. т. н., генеральный директор АО «МИНЭТЭК», г. Краматорск,

Колот А. В., д. т. н., зав. кафедрой ЭСА Донбасской государственной машиностроительной академии, г. Краматорск, Украина

Технология испытаний гидравлических гасителей и оборудование для ее реализации

В транспортных системах широко применяются устройства для гашения колебаний. В рессорном подвешивании железнодорожного подвижного состава к таким устройствам относятся гидравлические гасители колебаний — гидродемпферы. Показатели их качества и надежности существенным образом влияют на комфортность и безопасность движения.

В железнодорожном транспорте классификация, основные параметры и размеры гидравлических гасителей колебаний регламентированы ГОСТом 52279-2004.

Для реализации требований ГОСТа специалистами АО «МИНЭТЭК» создано технологическое оборудование — стенды серии СВД различных модификаций для их испытания и диагностики, технологические возможности которых охватывают все известные отечественные и зарубежные конструкции гидравлических гасителей (рис. 1, а, б).

Областью применения стендов служат испытательные центры, заводы — изготовители гасителей, заводы по изготовлению и ремонту подвижного состава, а также депо железных дорог и метро, занимающиеся ремонтом гасителей.

Конструкция стенда с широкими технологическими возможностями, представленного на рис. 1, б, включает поворотную раму с гидрофицированными исполнительными механизмами, установленную на стойке. Рама имеет возможность поворачиваться с помощью винтовой пары из горизонтального в вертикальное положение под фиксируемыми углами с шагом 15°. В нижней части рамы размещен силовой гидроцилиндр со штоком двустороннего действия, на одном конце которого закреп-

лен гидравлический зажим нижних головок гасителей. В верхней части рамы установлен гидрозажим верхних головок гасителей. Для центрирования гасителя в оси возвратно-поступательного движения штока предусмотрен в верхнем и нижнем зажимах механизм центрирования по специальным упорам. Для изменения расстояния между осями головок гасителей в верхней части рамы размещен механизм продольного перемещения верхнего зажима. Он состоит из траверсы с указателем положения, настраиваемого в зависимости от размеров гасителя по отсчетному устройству с помощью винтовой пары. Подвод нижнего гидравлического зажи-

ма может выполняться плавно при настройке на тот или иной линейный размер гасителя управлением от кнопок на пульте стенда.

Работа гидроцилиндров (силового и зажимов) осуществляется от насосной гидростанции, спроектированной исходя из условия управления всеми механизмами стенда от компьютера. Получение графика зависимости усилия растяжения-сжатия от изменения скорости и амплитуды перемещения штока гасителя обеспечивается управляющей программой, реализующей синусоидальный закон движения.

Система управления стенда выполняет следующие технологические задачи:



Рис. 1. Стенды серии СВД: а) специализированные стенды СВД 11-0,047 ПТЗ для испытания гасителей типа НЦ 1100; б) перенастраиваемые СВД 16-0,3ПТЗР для испытания широкой номенклатуры гасителей, в т. ч. фирмы KONI

- формирование и вывод управляющих воздействий на электромагниты гидрораспределителей гидростанции и электродвигатель;
- вывод и обработку информации от датчика силы, датчика перемещений, датчиков температуры окружающей среды, масла в гидросистеме и бесконтактного датчика рекуперативной камеры гасителя, кнопок и переключателей с последующей математической обработкой данных;
- выдача заключения об исправности (неисправности) испытываемого гасителя;
- документирование результатов испытаний с выводом на экран и встроенное в электрический шкаф печатающее устройство в графическом и текстовом видах в форме протокола.

Принцип обработки сигналов показан на блок-схеме рис. 2

Простота управления стендом позволяет его обслуживать одним оператором. Для удобства установки и снятия гасителя предусмотрена возможность кнопочного управления с пульта, расположенного на раме и в электрошкафу, или управления с помощью педалей.

Возможности программного обеспечения позволяют накапливать и хранить информацию на жестком диске компьютера, осуществлять диагностику гасителей: выявлять места и распознавать неисправности, их характер и давать подсказку оператору о необходимых действиях для устранения неисправностей. Кроме того, в стендах заложена возможность учета надежности гасителей различных заводов-изготовителей. Отличительной особен-

ностью в технологии испытания гасителей на стендах модели СВД является то, что за один цикл испытания (2 мин) осуществляется прокачка гасителя с целью исключения влияния гидроудара от наличия воздуха в камере гасителя и последовательное сканирование скорости гасителя с регистрацией параметров на заданных контрольных скоростях, а при необходимости, и изменение амплитуды испытаний.

В отличие от стендов, в основе которых положены электромеханические системы: кулачковые, кривошипно-шатунные механизмы, реечно-винтовые передачи и другие, в конструкции стендов СВД минимизировано количество трущихся сопрягаемых поверхностей и использованы специальные материалы уплотнений с близким к нулю коэффициентом трения скольжения. Это позволяет в сочетании с современной элементной базой электронных систем обеспечить высокую надежность конструкции в целом.

Погрешность измерения контролируемых параметров гасителей в данной конструкции стендов не превышает: пе-

ремещения — 0,2%, силы — 0,5% в диапазоне контролируемых сил сопротивления 8–30 кН. Поэтому стенды данной конструкции могут использоваться для сертификационных испытаний гасителей.

Повышение требований к качеству гидравлических гасителей, а следовательно, к точности и достоверности контролируемых параметров диктуется в настоящее время рядом причин. Первая — это стремление к повышению скоростей движения подвижного состава. Вторая обусловлена функциональным назначением гасителей. Например, для гасителей центрального подвешивания типа КВЗ ЛИИЖТ, НЦ 1100 и им подобным, симметричного действия, требования обеспечения близких значений усилий на ходах растяжения и сжатия можно объяснить большой вероятностью возникновения крутильных колебаний несущей конструкции при движении вагона. Это не только служит одной из причин проявления автоколебаний на больших скоростях, но также и возникновения трещин в местах концентраторов напряжения ме-

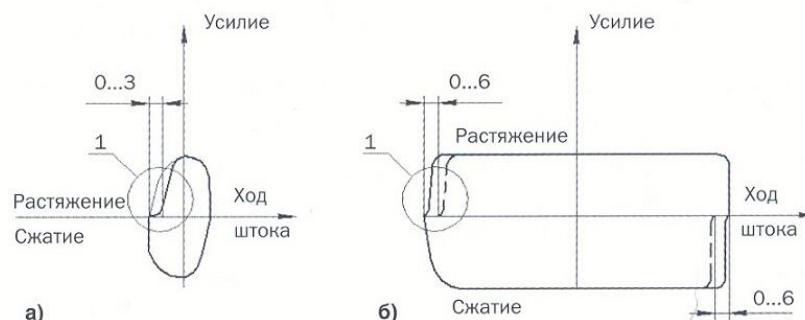


Рис. 3. Типовые формы круговых диаграмм гасителей конструкции СКБ МЕТРО (Россия), характеризующих недостатки работы эксцентриковых механизмов, снятых для гасителей: а) центрального подвешивания; б) горизонтальных



Рис. 2. Блок-схема обработки сигналов датчиков и управления стендом

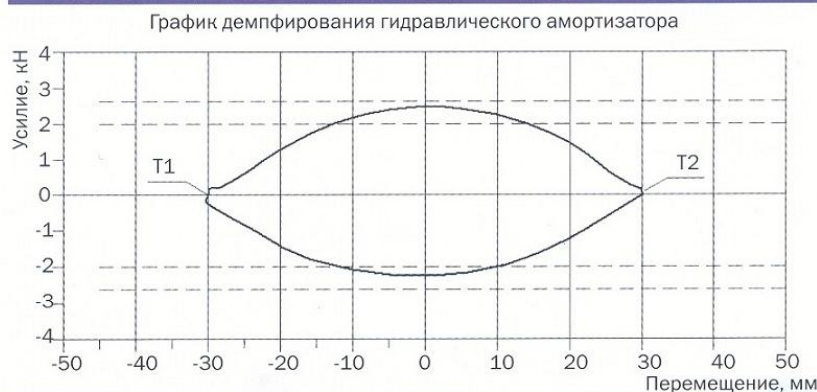


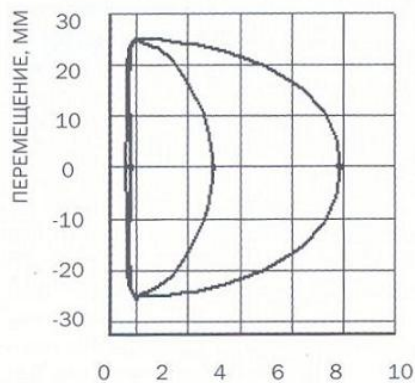
Рис. 4. Форма круговой диаграммы, характеризующая жесткий ударный процесс работы кривошипно-шатунного механизма стенда с проявлением эффекта мертвых точек (T1 и T2)

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ ГАСИТЕЛЯ

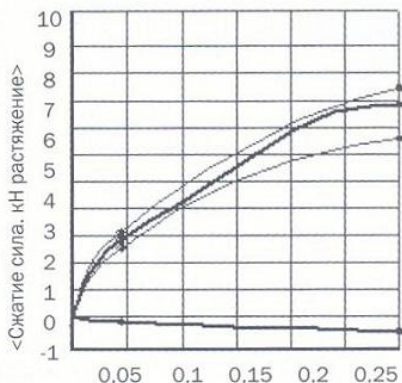
ТИП ГАСИТЕЛЯ — 90-2704
ЗАВОДСКОЙ № 125

ИЗОТОВИТЕЛЬ — KONI

ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ — 04.2003
ДЕПО (ЗАВОД) — ЗАО «МИНЭТЭК»

РАБОЧИЕ ДИАГРАММЫ НА СКОР. 1 И 2

<сжатие УСИЛИЕ кН растяжение>

СИЛОВАЯ ДИАГРАММА

Скорость, м/с

1-я скорость растяжения — 0,100 м/с
1-я скорость сжатия — 0,100 м/с
Усил. растяжения на скорости 1 — 2,8 кН
Усил. сжатия на скорости 1 — 0,3 кН
2-я скорость растяжения — 0,300 м/с
2-я скорость сжатия — 0,300 м/с
Усил. растяжения на скорости 2 — 7,8 кН
Усил. сжатия на скорости 2 — 0,5 кН
Энергоемкость на скорости 2 — 125,0 Дж
Ход штока гасителя — 50
Темп. корп. гасителя — 16,9 °C
Температура среды — 11,3 °C

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГАСИТЕЛЬ ИСПРАВЕН: СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ
В ДОПУСТИМОМ ДИАПАЗОНЕ
СТЕНД ЗАВ. № 29
ДАТА ИСПЫТАНИЯ — 18.12.2010
ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ — 10:27:59
ИСПЫТАТЕЛЬ Бриль В. Г.

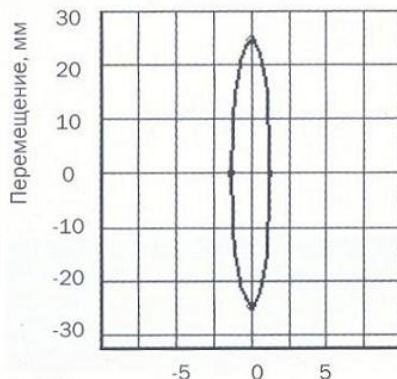
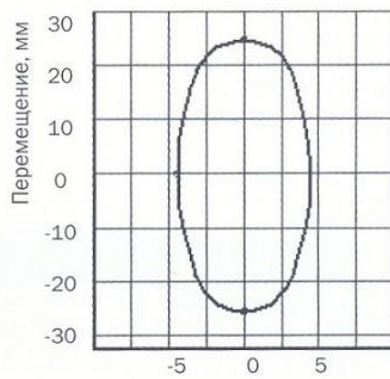
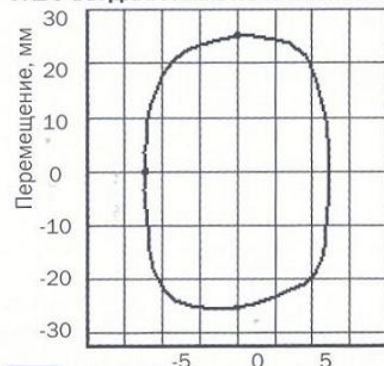
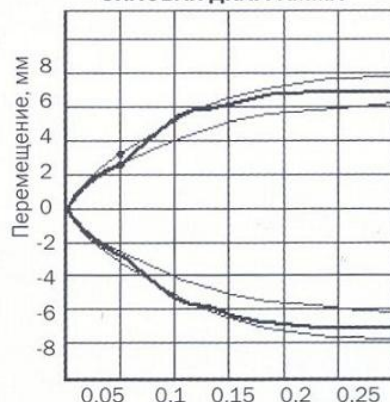
а) Протокол испытания гасителя одностороннего действия

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЯ ГАСИТЕЛЯ

ТИП ГАСИТЕЛЯ — 96V-1991
ЗАВОДСКОЙ № 112

ИЗОТОВИТЕЛЬ — KONI

ДАТА ИЗГОТОВЛЕНИЯ — 05.2003
ДЕПО (ЗАВОД) — ЗАО «МИНЭТЭК»

РАБОЧАЯ ДИАГРАММА НА 1-й СКОРОСТИ**РАБОЧАЯ ДИАГРАММА НА 2-й СКОРОСТИ****РАБОЧАЯ ДИАГРАММА НА 3-й СКОРОСТИ****СИЛОВАЯ ДИАГРАММА**

1-я скорость растяжения — 0,045 м/с
1-я скорость сжатия — 0,045 м/с
Усил. растяжения на скорости 1 — 1,2 кН
Усил. сжатия на скорости 1 — 1,4 кН
2-я скорость растяжения — 0,150 м/с
2-я скорость сжатия — 0,150 м/с
Усил. растяжения на скорости 2 — 4,5 кН
Усил. сжатия на скорости 2 — 4,6 кН
3-я скорость растяжения — 0,300 м/с
3-я скорость сжатия — 0,300 м/с
Усил. растяжения на скорости 3 — 6,6 кН
Усил. сжатия на скорости 3 — 6,6 кН
Энергоемкость на скорости 3 — 94,1 Дж
Ход штока гасителя — 50
Темп. корп. гасителя — 33,8 °C
Температура среды — 10,6 °C

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ГАСИТЕЛЬ НЕИСПРАВЕН:
ВЫХОД СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ
НА СКОРОСТИ 0,045 м/с
ЗА ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ
СТЕНД ЗАВ. № 29
ДАТА ИСПЫТАНИЯ — 18.12.2010
ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ — 10:27:59
ИСПЫТАТЕЛЬ Бриль В. Г.

б) Протокол испытания гасителя двустороннего действия

Рис. 5. Типовые формы распечатанных протоколов испытаний гасителей фирмы KONI:
а) одностороннего действия; б) двустороннего действия

таллоконструкций даже при незначительных скоростях движения экипажа.

Анализ существующих электромеханических конструкций стенов для испытания гасителей колебаний показывает, что вследствие конструктивных особенностей (невозможности обеспечения беззачерпных соединений в сопрягаемых движущихся элементах) жесткость их конструкции изменяется обратно пропорционально количеству стыковых рабочих поверхностей, а погрешность измерения контролируемых параметров — прямо пропорционально размерам зазоров в них.

Существенным недостатком таких стенов является также то, что они не позволяют без смены профиля кулачка (величины эксцентриситета) или регулировки дискретно изменять размах колебаний поршня гасителя, а значит, технологические возможности их ограничены.

С точки зрения динамических нагрузок желаемый безударный закон движения таких механизмов обеспечить практически невозможно. Поэтому долговечность механической системы с увеличением частоты вращения механизма преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное низкая.

Наличие мертвых точек, т. е. мертвого положения кривошипно-шатунного механизма, при котором сила, действующая на его звенья, не может вызывать движение, а происходит лишь сжатие или растяжение всех звеньев,

вызывает скачки сил и скорости перемещения штока гасителя. Это приводит к искажению диаграмм, получению недостоверных данных, характеризующих работоспособность гасителя. Типовые формы таких диаграмм, построенных при испытании гасителей на стенде конструкции ЭНИМС (Россия), приведены на рис. 3. Участок 1, отмеченный на диаграммах, наглядно характеризует проявление этого явления. С увеличением износа элементов конструкции таких механизмов искажения круговой диаграммы и изломы линий на силовой диаграмме будут увеличиваться и давать искаженную картину контролируемых параметров гасителя. Указанных недостатков не лишены электромеханические стенды СИЛ «Энга» производства НПЦ Лада (Россия).

Эффект мертвых точек можно наблюдать на диаграмме, представленной на рис. 4 — Т.1 и Т.2. Испытания гасителя проведены на кривошипно-шатунном стенде, используемом фирмой MTL Asco Rail Sp. zo. o. (Польша).

Поскольку электромеханические стенды работают в режиме ударов при смене направления движения штока гасителя, то действительные контролируемые их параметры не будут соответствовать регистрируемым при испытании на стендах такой конструкции.

Этих недостатков лишены стенды, разработанные специалистами «МИНЭТЭК». Одной из немаловажных особенностей конструкции этих стенов является

и то, что технологические возможности их позволяют по характеру изломов на диаграммах с большой вероятностью определять границы устойчивой работы в диапазоне скоростей поршня гасителя в дроссельном режиме и переходных процессах при нестационарных режимах, а также величину запаса энергии, расходуемой на демпфирование колебаний. Пример диаграмм, распечатанных на принтере при испытании гидравлических гасителей колебаний фирмы «KONI» на стенде модели СВД 16-0,3 ПТЗР, приведен на рис. 5 (а — для гасителя одностороннего действия; б — для гасителя двустороннего действия). При этом возможно как совмещение диаграмм испытаний на нескольких контрольных скоростях (рис. 5, а), так и раздельное их изображение (рис. 5, б).

Стендами модели СВД различных модификаций оснащены более 25 железнодорожных депо Укрзализныци, Киргизстана, Казахстана, Республики Беларусь, Крюковский вагоностроительный завод, Шполянский завод запасных частей и др. Их эксплуатация, начиная с 1996 г., показала высокую надежность и позволила своевременно выявлять неисправности гасителей и обеспечивать высокое качество их изготовления и деповского ремонта. Стенды данной конструкции сертифицированы (регистрационный номер № UA 1.080.006407-10) и защищены действующими патентами на изобретения №№ 72048, 72280. **Локомотив**

НОВОСТИ

УКРЗАЛИЗНЫЦА САМОСТОЯТЕЛЬНО ФИНАНСИРУЕТ ПОДГОТОВКУ ИНФРАСТРУКТУРЫ И ОБЪЕКТОВ К ЕВРО-2012

Все работы по модернизации, обновлению объектов железнодорожной инфраструктуры, а также обновлению подвижного состава Укрзализныцы осуществляет за собственные и привлеченные средства. Об этом на пресс-конференции в информационном центре «Украина-2012» сообщил заместитель генерального директора Укрзализныцы Леонид Лобойко.

«Мы давно планировали эту работу. Модернизация и обновление железнодорожной отрасли требуют длительного времени, а проведение Евро-2012 для нас — катализатор этих изменений, ведь проведение чемпионата — это имидж страны в целом», — отметил он. В частности, окончание строительства железнодорожно-автомобильного мостового перехода через Днепр в Киеве в 2011 г. профинансировано на сумму 1043,5 млн грн, из которых 371,3 млн — из государственного бюджета.

На реконструкцию технологического вокзального комплекса ст. Донецк, финансируемой Донецкой железной дорогой, с начала 2011 г. израсходовано 195,25 млн грн, а с начала подготовки к Евро-2012 — 548,55 млн грн. На создание в Украине скоростных магистралей на направлениях внедрения скоростного движения пассажирских поездов Львов — Здолбунув — Шепетовка — Коростень — Киев, Киев — Полтава — Харьков, Киев — Полтава — Красноград — Лозовая — Донецк, израсходовано с начала года 2 млрд грн, с начала подготовки к Евро-2012 — 6,08 млрд грн. На разграничение грузового и пассажирского движения на направлении Полтава — Бурты — Користовка из средств железных дорог освоено 287,567 млн грн, а с начала подготовки к Евро-2012 — 1,078 млрд грн.

По словам Леонида Лобойко, всего на начало сентября 2011 г. по мероприятиям Программы по железнодорожному транспорту израсходовано 3698,101 млн грн (43,2% — от плановых показателей Программы), в частности, из средств государственного бюджета профинансировано 371,3 млн грн, а в целом с начала реализации Программы освоено 12245,843 млн грн (72,5%), в т. ч. за счет средств государственного бюджета — 1351,3 млн грн.

По материалам <http://trans-port.com.ua>