

О. Н. Величко, д.т.н., С. Р. Карпенко

ИССЛЕДОВАНИЯ ВРЕМЕННОЙ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ЭТАЛОННОГО КОМПАРАТОРА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ

Рассмотрены особенности измерения электрической мощности и применения средств измерительной техники электрической мощности. Исследована временная нестабильность эталонного компаратора электрической мощности за период с 1997 по 2013 годы, одна из главных метрологических характеристик средств измерительной техники за установленный интервал времени. Построена графическая модель временной нестабильности в среде Matlab.

Ключевые слова: временная нестабильность, электрическая мощность, компаратор, средство измерительной техники.

О. М. Velychko, DSc, S. R. Karpenko

RESEARCH OF TEMPORAL INSTABILITY OF REFERENCE COMPARATOR OF ELECTRICAL POWER

The features of measuring of electric power and application of facilities of measuring instruments of electric power are considered. Temporal instability of standard comparator of electric power is investigational for period from 1997 to 2013, one of main metrology descriptions of facilities of measuring instruments for the set time domain. The graphic model of temporal instability is built in the environment of Matlab.

Keywords: temporal instability, electric power, a comparator, measuring instrument.

УДК 389.14

К. Ф. Боряк, д.т.н., А. И. Ваганов, д.т.н., М. А. Манзарук

Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса

ВОЗМОЖНОСТИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ НА СТЕНДЕ ИГК-90.1

Предлагаются принципы, на основе которых можно выстроить систему диагностирования технического состояния гидравлических гасителей колебаний (гидродемпферов). В качестве исходных материалов для диагностики предлагается использовать полученные протоколы экспериментальных испытаний гидродемпферов на стенде ИГК-90.1.

Ключевые слова: гидравлический гаситель, гидродемпфер, испытательный стенд, параметр сопротивления, дроссельный и клапанный режим работы.

С внедрением в Украине скоростного движения важную роль приобретают фундаментальные исследования в области механики железнодорожного транспорта, прежде всего динамики движения. Для оценки динамических показателей безопасности движения, плавности хода и взаимодействия с рельсовым путем скоростного подвижного состава используются современные средства компьютерного моделирования [1]. Благодаря применению программного комплекса «Универсальный механизм» стало возможным выяснение возможных причин схода с рельсов вагонов в составах поездов [2]. В частности, эта

методика была использована при выяснении причин серьезного инцидента - схода пассажирского вагона на станции Запорожье 1 ноября 2012 года. Члены экспертной комиссии пришли к выводу, что причиной схода пассажирского вагона стало превышение горизонтальных и вертикальных ускорений кузова, вызванные неисправностью гидравлических гасителей колебаний (гидродемпферов). В целях опровержения вывода экспертов или научного обоснования схода с рельсов первой по ходу движения колесной пары с помощью программного комплекса [2] было проведено компьютерное моделирование дина-

мики движения пассажирского вагона на тележках типа ТВЗ-ЦНИИ-М. Рассмотрены два крайних случая: первый – гидравлические гасители колебаний (гидродемпферы) вагона находятся в исправном состоянии; второй – все гидродемпферы неработоспособны. На рис. 1 приведены полученные графики зависимостей расчетных значений коэффициента устойчивости от скорости движения. Под номером 1 обозначен график, полученный по результатам моделирования, когда гасители в рабочем состоянии, 2 – для случая, когда все гасители вагона неисправны, 3 – соответствует предельному нормативному значению коэффициента устойчивости.

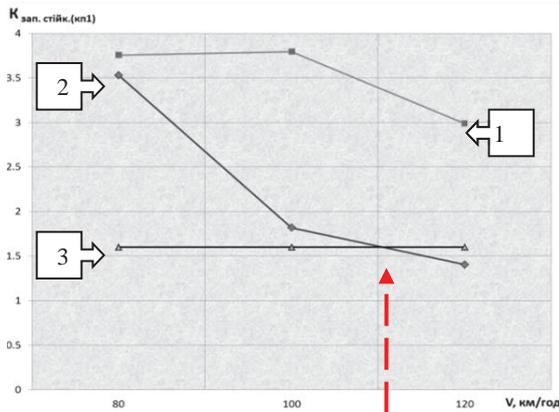


Рисунок 1 – Зависимость расчетного значения коэффициента устойчивости от скорости движения вагона

По результатам моделирования установлено, что при отсутствии демпфирования в 2 – 3 раза повышается уровень горизонтальных и вертикальных ускорений рам тележек. Эти показатели непосредственно связаны с оценкой безопасности движения. Уровень ускорений кузова вагона в экстремальном случае (с неработающими гидродемпферами) с ростом скорости движения значительно повышается, а запас устойчивости колесных пар от схода с рельсов иссякает уже при скорости движения 110 км/ч. Отметим также, что отступление от требуемых характеристик демпфирования приводит к ощутимому ухудшению комфорта езды. Кроме того, повышенный уровень колебаний приводит к интенсивному износу ходовых частей, а значит, влечет за собой повышенные затраты на техническое содержание и ремонт вагонов.

В последние годы проблема эксплуатации электровозов и тепловозов на конструктивных скоростях (при 95 км/ч) резко обострилась, так как, например, на один тепловоз ЧМЭЗ в среднем приходилось лишь 50 % исправных гасителей колебаний [3]. В результате из-за наличия вертикального галлопирования кузова тепловоза

их эксплуатация со скоростями более 50 км/ч стала невозможной. Руководство Главного управления по безопасности движения и экологии ГАЖТ «УКРЗАЛИЗНЬЦЯ» вынуждено было ввести ограничения по скорости для подвижного состава с неисправными гидродемпферами, что негативно отразилось на пропускной способности грузов.

Таким образом, актуальность проблемы проведения экспресс-диагностики технического состояния гидродемпферов в условиях эксплуатационных транспортных предприятий резко возросла. Сегодня, в большинстве случаев она проводится обслуживающим персоналом старым «дедовским» методом – путем визуального осмотра установленных на транспорте гидродемпферов на предмет выявления на внешней поверхности цилиндра следов растекания демпфирующей жидкости. Визуальный метод диагностирования позволяет обнаружить только одну из возможных неисправностей гидродемпфера – износ резиновых уплотнений штока. Те мастера, которые идут дальше и демонтируют гидродемпфер с транспортного средства, смогут определить параметр сопротивления известным народным способом – путем попеременного сжатия и растяжения на одной и той же скорости перемещения поршня. При этом оценка величины параметра сопротивления является стопроцентно субъективной и всецело зависит от уровня квалификации мастера по ремонту. После визуального осмотра и проделанных манипуляций, мастер сможет дополнительно выявить еще две возможные неисправности гидродемпфера: уровень износа поршневого кольца – по усилию сопротивления, и наличие в цилиндре достаточного (по паспорту) объема демпфирующей жидкости – по отсутствию воздуха в цилиндре. Однако определить числовые значения параметра сопротивления при таком методе диагностирования не удастся, что в дальнейшем делает невозможным осуществлять подборку гидродемпферов и расстановку их на транспортном средстве с двух сторон по близким к друг к другу значениям параметра сопротивления. Это требуют правила эксплуатации транспортного средства для того, чтобы обеспечить равномерность распределения нагрузки от раскачивания кузова в движении на все установленные гидродемпферы. В противном случае износ гидродемпферов увеличивается с геометрической прогрессией и в итоге межремонтный ресурс резко сокращается, не говоря уже о комфорте езды на таком транспорте. Например, только на одном современном двухсекционном электровозе 2ЭС6 «Синара»

количество установленных гидродемпферов составляет 32 штуки (рис. 2).



Рисунок 2 – Современный грузовой двухсекционный восьмиосный электровоз постоянного тока 2ЭС6 «Синара» (максимальная эксплуатационная скорость – 120 км/ч)

Поэтому разработка новых методов диагностирования, отвечающих современным требованиям, предъявляемым к безопасности движения на железнодорожном транспорте, является весьма актуальной задачей. Для этого мы предлагаем воспользоваться современными испытательными стендами ИГК-90.1 [4], которые успешно эксплуатируются в локомотивных депо Котовск и Знаменка Одесской железной дороги.

Стенд ИГК-90.1 украинского производства имеет ряд преимуществ и существенных отличий от известных гидроприводных стендов других производителей. Например, в конструкции стенда ИГК-90.1 используется пневматический привод малой электрической мощности 2,2 кВт. Известные аналоги гидроприводных стендов других производителей имеют мощность 22 кВт. Это позволяет отнести стенд ИГК-90.1 к классу энергосберегающего технологического оборудования. Пневмопривод обеспечивает механическое перемещение штока гидродемпфера с изменяющейся частотой в диапазоне $0,033 \div 0,33$ Гц (по несинусоидальному закону движения). Испытания одного гидродемпфера длятся короткое время (3÷5 мин), проводятся во всем рабочем диапазоне перемещения поршня (0÷240 мм), в широком диапазоне скоростей (0÷0,350 м/с), имитируя его работу на транспорте. Конструкция стенда выполнена таким образом, что в ходе испытаний для каждого конкретного испытуемого гидродемпфера определяется его «реальный» максимальный рабочий ход поршня. Это очень важно, поскольку только на максимальных ходах поршня при испытаниях можно выявить наличие или отсутствие воздуха в цилиндре гидродемпфера или определить наличие механических де-

формаций штока поршня, полученные при эксплуатации. Однако главным преимуществом украинского испытательного стенда ИГК-90.1 является большая информативность полученных результатов (рис. 3).

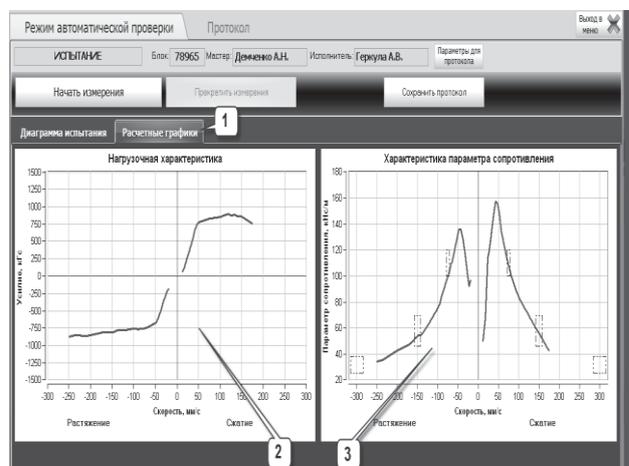


Рисунок 3 – Фотофрагмент протокола с результатами испытаний гидродемпфера: 1 – графические зависимости от скорости движения поршня; 2 – воспроизводимых усилий; 3 – параметра сопротивления

Полученные графические зависимости силы и параметра сопротивления от скорости открывают более широкие возможности для обслуживающего персонала и могут быть использованы при проведении диагностики технического состояния гидродемпферов, а именно позволяют [5]:

- диагностировать исправную работу гидродемпфера в «дрессельном» и «клапанном» режимах;
- сравнивать значение скорости перехода из одного режима в другой (*точки максимума на графиках*) с указанным производителем значением в паспорте;
- определять визуально до разборки гидродемпфера характерные виды его неисправности;
- при повторном испытании на стенде видеть результаты влияния проделанной работы по регулировке или замене конструктивных элементов на демпфирующую характеристику гидродемпфера.

В подтверждение сказанному, ниже приведены примеры полученных протоколов испытаний для разных типов гидродемпферов, которые характерны для неисправного технического состояния гидродемпфера. При этом каждому виду графической зависимости параметра сопротивления от скорости соответствуют вполне определенная группа возможных дефектов.

Например, к первой группе дефектов можно отнести следующие: поломка (деформация) верхнего клапана; клапанной пружины; попадание посторонних предметов под клапан; загрязненная демпферная жидкость. При этом графиках из протокола (рис. 4) прослеживается отсутствие «дроссельного» режима, как в зоне растяжения, так и в зоне сжатия.

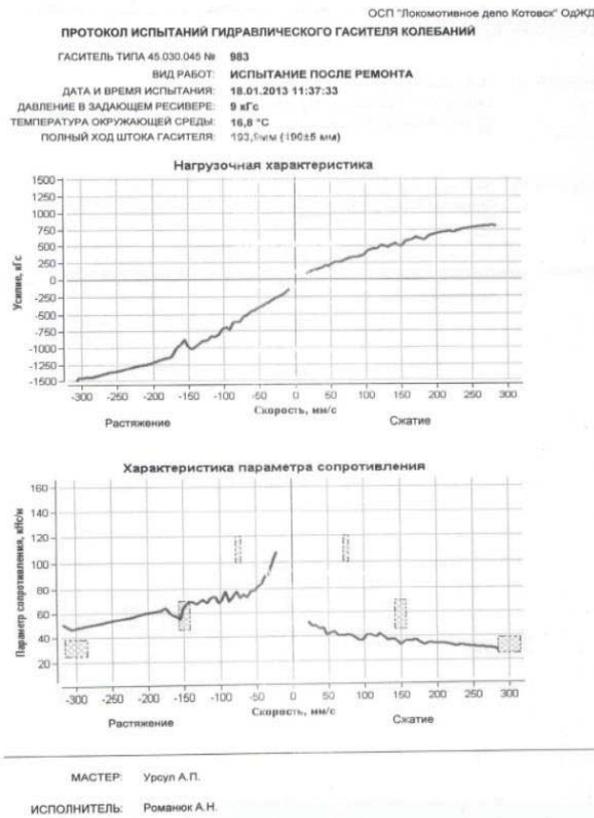


Рисунок 4 – Первая группа дефектов

Ко второй группе дефектов: не отрегулирован верхний клапан по нормированному давлению в паспорте производителя; установлена не кондиционная клапанная пружина, или она поломана (деформирована), или заклинена посторонними предметами. На графиках из протокола (рис. 5) отчетливо видно, что на малых скоростях в зоне растяжения величина параметра сопротивления намного превышает допустимые значения, которые указаны в паспорте производителя.

К третьей группе отнесем дефект: высокое значение вязкости демпфирующей жидкости (несоответствие марки в паспорте производителя). На графиках из протокола (рис. 6) видно большое значение величины параметра сопротивления в обеих зонах работы и при растяжении, и при сжатии.

На графиках из протокола (рис. 7) на малых скоростях в зоне растяжения наблюдается малое

значение величины параметра сопротивления.

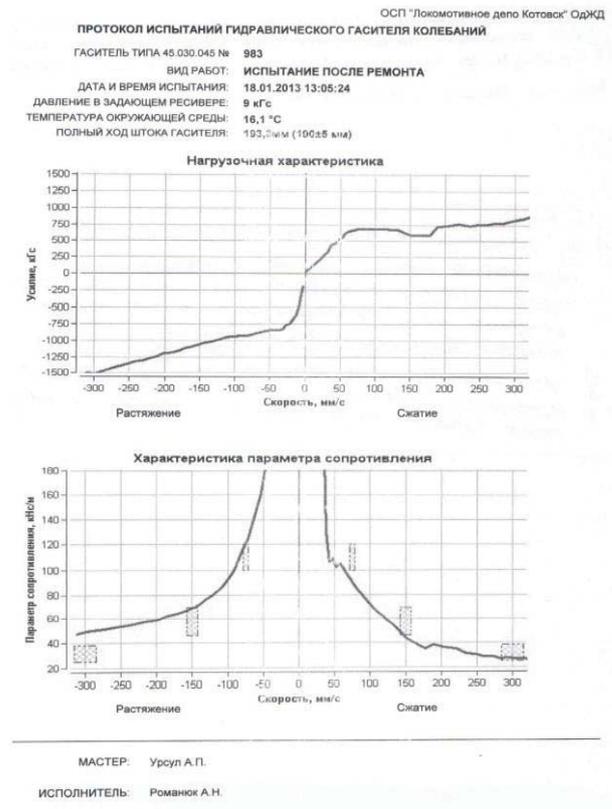


Рисунок 5 – Вторая группа дефектов

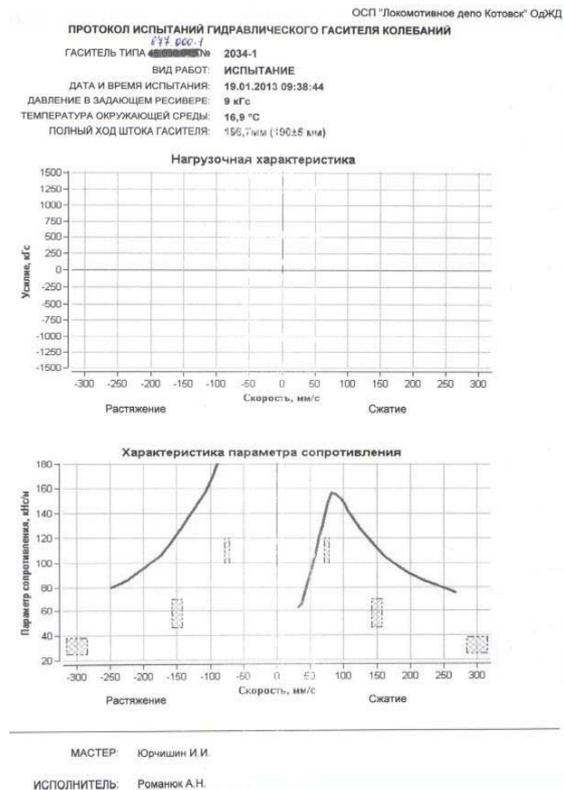


Рисунок 6 – Третья группа дефектов

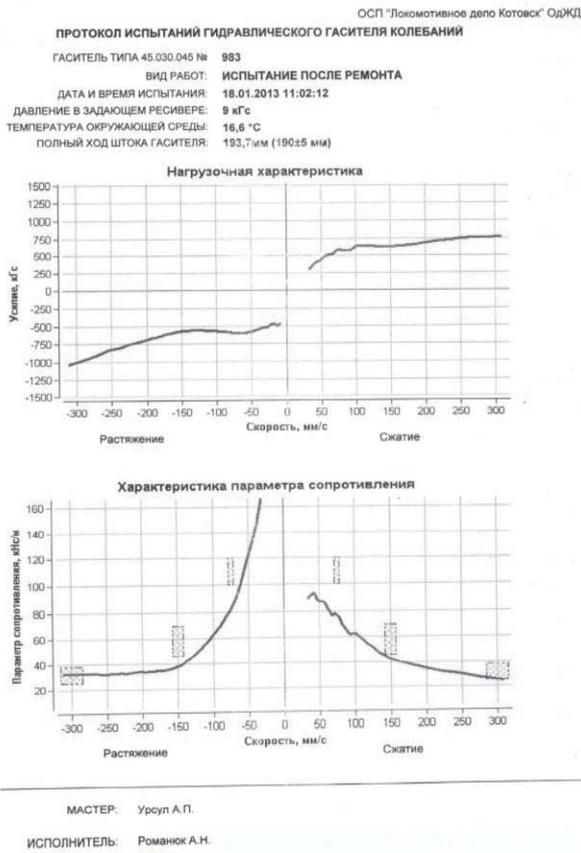


Рисунок 7 – Четвертая группа дефектов

В отдельную, четвертую группу, можно выделить наиболее часто встречающиеся дефекты: низкое значение вязкости демпфирующей жидкости (не соответствие марки в паспорте производителя); недостаточное количество демпфирующей жидкости в цилиндре (наличие воздуха); повышенный износ резиновой уплотняющей втулки штока, через которую происходит вытекание демпфирующей жидкости, или деформирован сам шток; установлена некондиционная уплотняющая резиновая втулка штока.

К пятой группе дефектов можно отнести: повышенный износ поршневого кольца (во время испытаний произошло заклинивание поршня). На графиках из протокола (рис. 8) видно, что на малых скоростях в зоне растяжения отсутствует значение величины параметра сопротивления.

В шестой группе дефектов находятся: не отрегулированы верхний и нижний клапаны по нормированному давлению в паспорте производителя; поломка клапанной пружины нижнего клапана; установлена некондиционная клапанная пружина верхнего клапана. На графиках из протокола (рис. 9) видно, что на малых скоростях в зоне растяжения параметр сопротивления имеет большое значение, а в зоне сжатия наоборот, значение параметра сопротивления слишком мало.

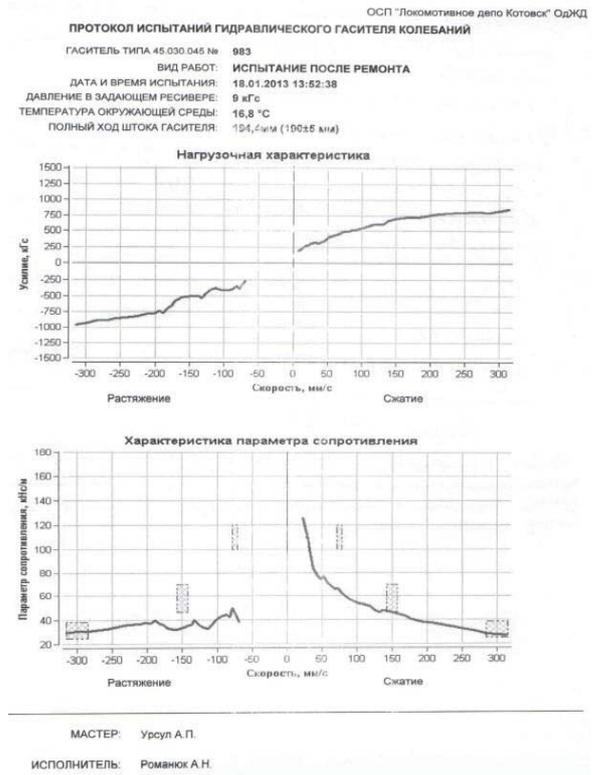


Рисунок 8 – Пятая группа дефектов

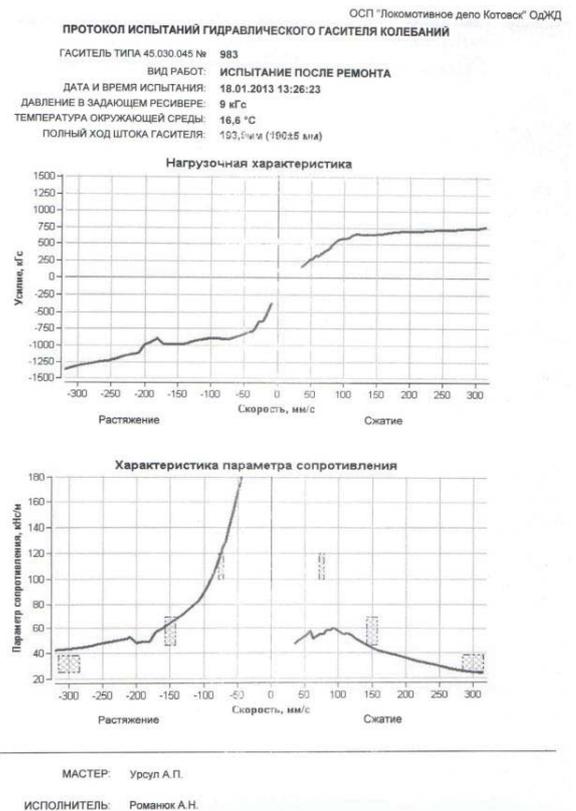


Рисунок 9 – Шестая группа дефектов

Таким образом, систему предварительной экспресс-диагностики технического состояния

гідродемпферів можна побудувати по принципу візуального порівняння отриманих кривих графічних залежностей параметра опору від швидкості з варіантами цих же залежностей, отриманих раніше для однотипних гідродемпферів в справному стані, які можуть бути попередньо внесені в базу даних ПК стенда і при необхідності вводитися оператором. Для більш детальної і точної конкретизації можливих дефектів потрібна збірка і статистична обробка ще більшої кількості протоколів випробувань гідродемпферів, отриманих на стенді ИГК-90.1 в локомотивних депо Котовск і Знаменка Одеської залізничної дороги.

Список використаних джерел

1. Демин Ю. В. Математичне моделювання і динаміка руху складу залізничних доріг / Ю. В. Демин, А. Ю. Черняк, Р. Ю. Демин // Залізничний транспорт України. – 2007. – № 4. – С. 3-8.
2. Черняк А. Ю. Комп'ютерна модель для оперативного визначення ймовірних причин зсуву з рейок вантажних вагонів / А. Ю. Черняк

// Вісник Східноукраїнського національного університету імені В. Даля. Науковий журнал. – 2010. - Ч. 1. – № 5. – С. 40-46.

3. Боряк К. Ф. Відмінні особливості стенда «ИГК-90.1» для випробувань гідравлічних гасників коливань локомотивів / К. Ф. Боряк, Р. Г. Мелкумян // XII Науково-практична конференція «Перспективи впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України». – м. Судак, 2012. – С. 58 - 70.

4. Боряк К. Ф. Пневмоприводний стенд для випробувань гідравлічних гасників коливань локомотивів / К. Ф. Боряк, М. А. Манзарук, А. Л. Разумовський // Науково-технічний і виробничий журнал «Вибрання машин: вимірювання, зниження, захист». – Донецьк, 2012. – № 3(30). – С. 31-35.

5. Boryak K. Introduction to a new approach to testing hydraulic shock absorbers on the new generation ИГК-90.1 test facilities / K. Boryak, A. Razumovskiy, M. Manzaruk / Proceedings of the International Ukrainian-Japanese Conference on Scientific and Industrial Cooperation; 24 – 25 October 2013. – Odessa: ONPU, 2013. – С. 37-42.

Поступила в редакцію 15.11.2013

К. Ф. Боряк, д.т.н., О. І. Ваганов, д.т.н., М. О. Манзарук

МОЖЛИВОСТІ ДІАГНОСТУВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСНИКІВ КОЛИВАНЬ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВИПРОБУВАНЬ НА СТЕНДІ ИГК-90.1

Пропонуються принципи, на основі яких можна побудувати систему діагностування технічного стану гідравлічних гасників коливань (гідродемпфер). У якості вихідних матеріалів для діагностики пропонується використовувати отримані протоколи експериментальних випробувань гідродемпферів на стенді ИГК-90.1.

Ключові слова: гідравлічний гасник коливань, гідродемпфер, випробувальний стенд, параметр опору, дросельний та клапанний режим роботи.

K. F. Boryak, DSc, A. I. Vaganov, DSc, M. A. Manzaruk

DIAGNOSIS OF TECHNICAL CAPABILITIES OF HYDRAULIC VIBRATION DAMPER ACCORDING TO TEST RESULTS BENCH ИГК-90.1

Suggests the principles on which to build a system of diagnosis of the technical state of the hydraulic dampers (hydraulic dampers). The starting materials for the diagnosis offered to use the protocols of experimental tests of hydraulic dampers on the bench ИГК-90.1.

Keywords: hydraulic damper, test bench, setting the resistance and the throttle valve operation.