

УДК 389.14

К. Ф. Боряк, д.т.н., М. А. Манзарук, М. А. Гуцалюк*Одесская государственная академия технического регулирования и качества, г. Одесса***МЕТРОЛОГИЧЕСКИЙ НАДЗОР ЗА ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ЕДИНСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ РЕМОНТЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ОДЕССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ**

Рассматривается проблема низкого качества ремонта гидравлических гасителей колебаний в локомотивном депо Котовск, анализируются причины сложившейся ситуации и возможные пути ее улучшения.

Ключевые слова: гидравлический гаситель, испытания гасителей, параметр сопротивления.

Метрологическое обеспечение – это обеспечение качества и единства измерений. Сегодня любое крупное промышленное предприятие не может существовать без метрологической службы. Это в полной мере относится и к такому крупному транспортному предприятию, как Одесская железная дорога, которая имеет в своем составе Дорожный центр стандартизации и метрологии (ДорЦСМ).

Согласно закону Украины [1] на ДорЦСМ возложен государственный метрологический контроль и надзор за обеспечением единства измерений при выполнении ремонта и технического обслуживания подвижного состава во всех структурных предприятиях Одесской железной дороги. В январе 2013 года в локомотивном депо Котовск Одесской железной дороги был проведен очередной метрологический надзор за обеспечением единства измерений при ремонте гидравлических гасителей колебаний подвижного состава.

На Одесской железной дороге эксплуатируются электровозы серии ВЛ80т/с, ВЛ40у, 2ЭЛ15, 2ЭС5К, тепловозы серии ЧМЭЗ, на которых установлены гидравлические гасители колебаний (гидродемпферы) четырех типов: 45.030.045 (КВЗ), 677.000-1, 678.000, ТЕ 1-10А. Общее количество установленных на тяговом подвижном составе Одесской железной дороги гидродемпферов составляет 7742 штук. В последние годы проблема эксплуатация 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 [2]. В результате из-за наличия вертикального галлопирования кузова тепловоза их эксплуатация со скоростями более 50 км/ч становится невозможной, что снижает пропускную способность грузов по Одесской железной дороге.

По инициативе руководства локомотивного депо Котовск к участию в работе комиссии ДорЦСМ пригласили экспертов из Одесской академии технического регулирования и качества. Перед комиссией была поставлена задача – проанализировать существующую технологию технического обслуживания и ремонта гидравлических гасителей и дать рекомендации по повышению уровня качества выполняемых работ.

В январе 2013 года в ходе обследования комиссией было установлено, что работниками депо производится ремонт гидравлических гасителей колебаний в соответствие с требованиями ведомственной инструкции [3].

При выполнении операций ремонта работники депо используют технологическое оборудование и расходные материалы заводского и собственного (кустарного) производства:

1. Слесарные тиски (2 шт.) и набор слесарного инструмента – для осуществления сборки-разборки гасителей (рис. 1).

2. Самодельное устройство для проверки и регулировки величины давления срабатывания перекрывающего клапана (очевидно, кустарного производства, так как отсутствует: паспорт и свидетельство о поверке манометра) (рис. 2).

3. Испытательный стенд марки «ИГК-90.1» (2011 года выпуска, производство Украина, производитель ЧМП «КОМПРО», аттестат №02/1057 действует до 07.06.2013 г.) для испытаний гасителей после ремонта (рис. 3).



а)



б)

Рисунок 1 – Цех по ремонту гидравлических гасителей колебаний в локомотивном депо Котовск Одесской железной дороги: а) общий вид рабочего места; б) слесарные тиски набор инструмента для осуществления операций по сборке-разборке



Рисунок 2 – Технологическое устройство для проверки и регулировки величины давления срабатывания перекрывающего клапана, изготовлено самими работниками депо



Рисунок 3 – Стенд марки «ИГК-90.1» для испытаний гасителей после ремонта (2011 года выпуска, производство Украина, производитель ЧМП «КОМПРО»)

Заменяемые конструктивные элементы гасителей, которые используют в ремонте - резиновые сальники уплотнения штока и поршневые кольца, кустарного производства и изготовлены из полимерного материала. Вместо демпферной жидкости для всех четырех типов гасителей используют масло только одного типа и неизвестного качества (так как сертификат качества или соответствия продукции заводским паспортным техническим характеристикам комиссии не были представлены), которые слесаря получают со склада наливом в металлическую емкость из нержавеющей стали объемом до 50 л.

Ввиду отсутствия в депо средств измерительной техники (СИТ), а именно, прибора (вискозиметр) для измерения вязкости закупаемого масла, входной контроль нами был произведен старым дедовским методом – «на ощупь». При осмотре вязкость масла показалась низкой с присутствием постороннего запаха, напоминающего запах дизельного топлива (учитывая тот факт, что стоимость рекомендованного масла, например, приборного МВП=22,5грн/л или АМГ-10=102грн/л, намного выше стоимости дизельного топлива, то можно предположить, что ощущения нас не обманывают и поставщик масла вполне мог воспользоваться этим фактом).

Наши первичные субъективные ощущения требуют подтверждения конкретными фактами, в поисках которых мы продолжили исследования. Во время испытаний гасителя на стенде было установлено, что при перемещении штока на его хромированной поверхности отсутствует масляная пленка. При визуальном осмотре наружной хромированной поверхности штока других образцов гасителей везде в рабочей зоне

перемещения штока были обнаружены следы перекала металла (следы почернения) - результат воздействия высокой температуры, которой подвергается масло и сам гаситель при эксплуатации на электровозе (рис. 4).



Рисунок 4 – Следы перекала металла - следы почернения в рабочей зоне перемещения штока были обнаружены при разборке гасителя типа 677000

Можно смело утверждать, что причиной наблюдаемого эффекта является отсутствие на трущихся металлических поверхностях деталей гасителя масляной пленки, которая может разрушаться под воздействием температуры в следующих случаях:

- 1) из-за низкого качества самого масла;
- 2) из-за используемых при ремонте низкого качества материалов уплотнительных деталей: резинового сальника для штока или поршневого кольца, которые могут заменяться в ходе ремонта гасителей.

Комиссией было установлено наличие в депо и первого, и второго случая. Низкое качество используемого масла было подтверждено экспериментально с помощью испытательного стенда «ИГК-90.1». С его помощью были получены протоколы испытаний одного и того же гасителя № 374 типа КВЗ с разной вязкостью залитого масла (сравнивалось фирменное заводское масло и то, которое поставляется в депо) при одинаковой температуре самого гасителя 17 °С (рис. 5).

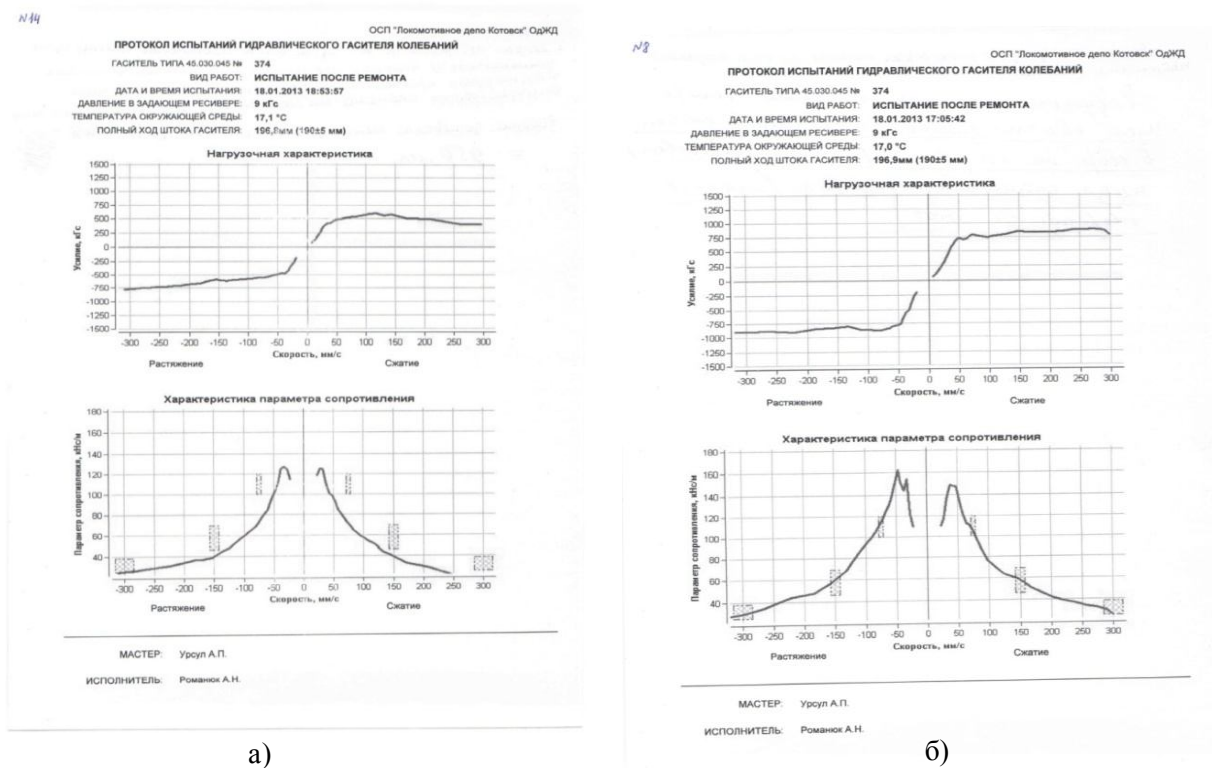


Рисунок 5 – Сравнительный анализ работы гасителя типа 45.030.045 (КВЗ) с демпфирующей жидкостью различной вязкости: а) с низкой вязкостью (масло со склада в депо) - кривая параметра сопротивления проходит ниже нормированных значений; б) с высокой вязкостью (заводская демпфирующая жидкость) - кривая параметра сопротивления проходит по центру нормированных значений

Протоколи а) и б) показали существенную разницу значений величины параметра сопротивления и его зависимость от качества используемого масла. В первом случае гаситель следует забраковать из-за несоответствия нормативным значениям, а во втором тот же самый гаситель находится «в норме» и пригоден к эксплуатации.

Было установлено, что при ремонте гасителей типа КВЗ используются уплотнительные детали кустарного производства (сертификат качества или соответствия изделий заводским паспортным техническим характеристикам комиссии не были представлены), а именно: резиновый сальник для штока и поршневое кольцо из полимерного материала. При визуальном осмотре геометрии резинового сальника было выявлено его не соответствие заводской конструкции, а именно – отсутствие у сальника подпружиненной маслясьемной кромки (наподобие конструкции резиновых маслясьемных колпачков для направляющих клапанов в двигателе автомобиля ВАЗ). Таким образом, примыкание к металлической поверхности штока осуществляется по всей толщине сальника, а не тонкой кромкой, что создает избыточное трение резины о металл штока, и как результат - отсутствие масляной пленки на металлической поверхности штока.

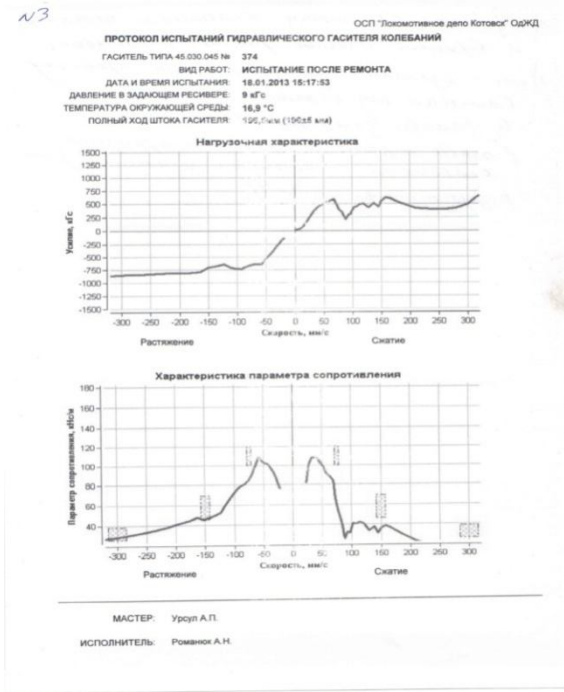
К недостаткам поршневого кольца из полимерного материала кустарного изготовления следует отнести – отсутствие упругости самого материала, которое присутствует у металлического кольца заводского изготовления. Данное качество необходимо для того, чтобы по мере износа наружного размера кольца оно выполняло свое предназначение - прижимание наружной поверхности кольца к наружной поверхности цилиндра. Поршневое кольцо из металла сохраняет свою упругость в течение всего периода эксплуатации (пока не выйдет за нормированные геометрические пределы наружного износа). А вот кольцо из полимерного материала этим свойством не обладает и по мере износа уже не способно удерживать заданное (отрегулированное на клапанах) давление масла в цилиндре и начинает пропускать через себя масло раньше, чем срабатывают предохранительные клапана. В результате сама процедура регулировки срабатывания клапанов по нормированному в инструкции [1] значению

давления (например, для гасителей типа КВЗ на уровне 45 кгс/см^2) уже не имеет никакого практического значения, поскольку момент перехода работы гасителя из дроссельного режима в клапанный начинается раньше, установленного значения давления, и при более низких скоростях. Соответственно зона нормальной работы гидравлического гасителя как демпфера смещается по шкале скорости в область низких значений (на диаграмме кривая параметра сопротивления резко прижимается к оси скорости и проходит ниже контрольных точек) и на больших скоростях гаситель № 374 типа КВЗ перестает выполнять свои функции как демпфер и превращается в обычный металлический стержень (рис.6, а).

Таким образом процедура регулировки величины давления срабатывания клапанов по заданному в инструкции [1] нормированному значению (например, для гасителей КВЗ на уровне 45 кгс/см^2) не может быть выполнена из-за повышенного износа поршневого кольца, а в случае принудительного выполнения этого условия приводит к тому, что гаситель при испытаниях на стенде не входит в нормированные значения по параметру сопротивления (рис.6, б). В результате чего слесарь вынужден подстраиваться под износ поршневого кольца и отрегулировать значение величины давления срабатывания клапанов на более высоком уровне $50\text{?}55 \text{ кг/см}^2$.

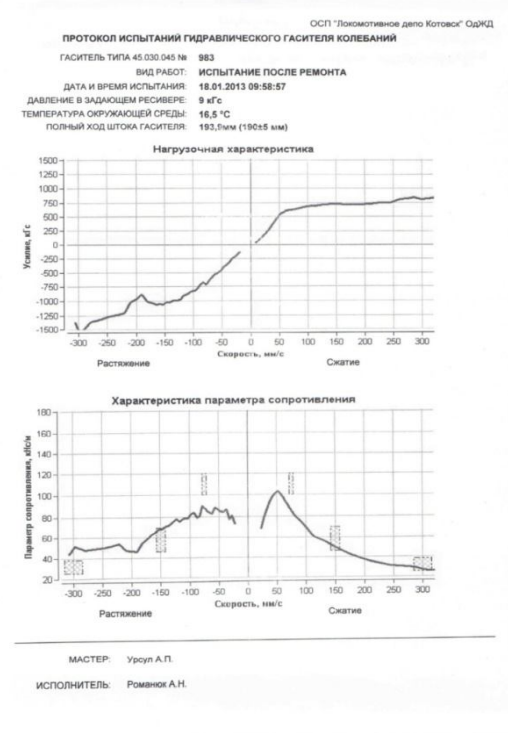
В отсутствие на складе новых клапанных пружин для гасителей типа КВЗ, слесаря вынуждены их менять на не кондиционные (рис. 7, а).

В депо отсутствует технологическое устройство для проверки и калибровки пружин по длине и сопротивлению. Следствием чего процедура регулировки величины давления срабатывания клапанов по заданному в инструкции [1] нормированному значению (например, для гасителей типа КВЗ на уровне 45 кгс/см^2) не может быть выполнена из-за «просадки» пружин, а в случае принудительного выполнения этого условия приводит к тому, что гаситель № 983 типа КВЗ при испытаниях на стенде не входит в нормированные значения по параметру сопротивления (рис.7, б). В результате чего слесарь снова вынужден подстраиваться под износ клапанной пружины и отрегулировать значение величины давления срабатывания клапанов на более низком уровне $30\text{?}35 \text{ кг/см}^2$.

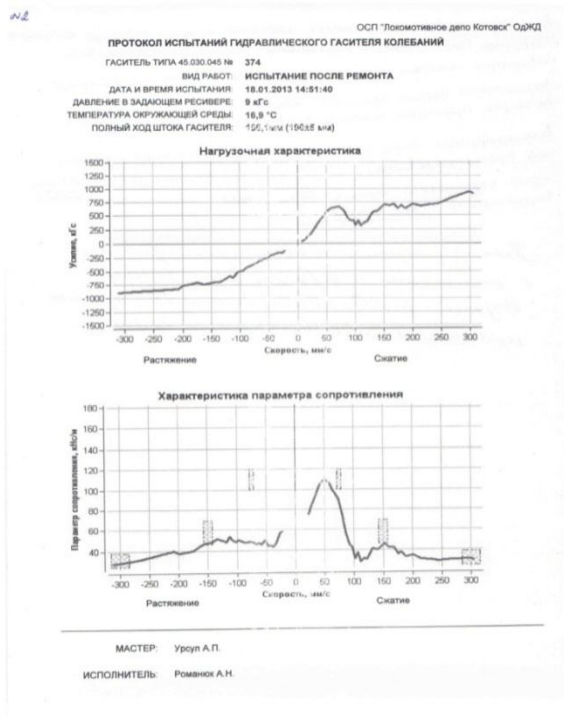


а)

а)



б)



б)

Рисунок 6 – Сравнительный анализ работы гасителя типа 45.030.045 (КВЗ) с различным уровнем износа поршневого кольца:

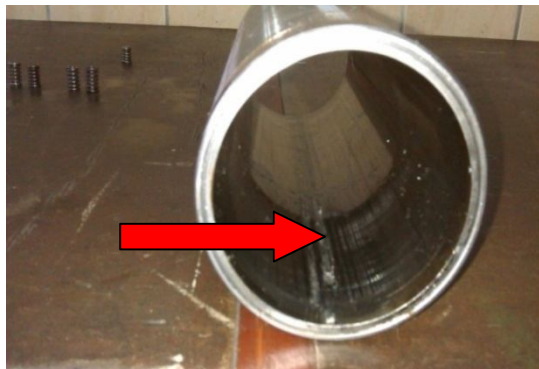
- а) поршневое кольцо из полимерного материала новое (зазор $\leq 0,5$ мм) клапана отрегулированы на давление 45 кгс/см²;
- б) поршневое кольцо из металла с большим износом (зазор 5 мм) клапана отрегулированы на давление 45 кгс/см²

Рисунок 7 – Влияние не кондиционных клапанных пружин на значение величины параметра сопротивления гасителя: а) набор клапанных пружин; б) полученный протокол испытаний

А когда обе проблемы («просаженой» клапанной пружины и изношенного поршневого кольца) совмещаются на одном и том же гасителе, то слесарь с регулировкой заходит в тупик с испытанием и приходится делать самостоятельный выбор, что из них менять первым. Таким образом, можно сделать вывод, что требование действующей инструкции [1] регулировки значения давления срабатывания клапанов выполнить на уровне на уровне 45 кгс/см² в депо при условии отсутствия сертифицированных запасных частей не возможно. Кроме этого вызывает сомнение само нормированное значение 45 кгс/см², которое

задано ниже паспортного значения, установленное 52 кг/см^2 заводом-изготовителем для гасителей типа КВЗ при допуске $\pm 5 \text{ кг/см}^2$.

Следует акцентировать внимание на то, что у работников ремонтного цеха отсутствуют средства измерительной техники (СИТ) для осуществления контроля геометрических размеров не только клапанных пружин, но и контроля поршневых колец, калиброванных клапанных шайб, калиброванных пазов в клапанах и т.п. В результате поршневые кольца с превышающим установленную норму ($\leq 0,5 \text{ мм}$) зазором продолжают и дальше эксплуатировать. Последствия этого легкомысленного отношения к зазору поршневых колец вполне предсказуемы – по мере увеличения зазора, в месте разреза поршневого кольца, его острые края, словно абразив постепенно выгрызают дорожку на внутренней хромированной поверхности гильзы цилиндра, и, в конце концов, поршневое кольцо заклинивает, оставляя при этом следы деформации хромированной поверхности (каверны) штока (рис. 8).



а)



б)

Рисунок 8 – Следы деформаций на поверхности конструктивных деталей, оставленных поршневым кольцом: а) на гильзе; б) на штоке

В подтверждение сказанного, в первый день работы комиссии в депо при испытаниях гасителя № 983 КВЗ на стенде произошло его заклинивание (рис. 9).

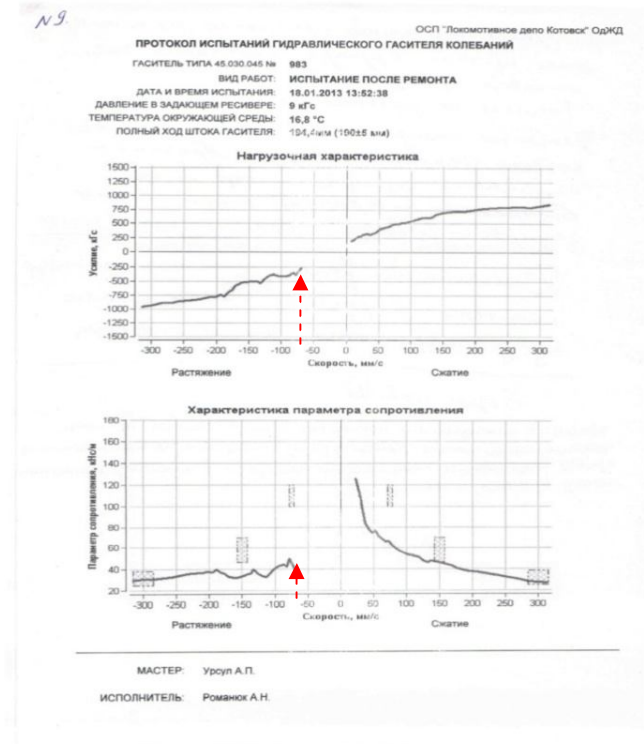


Рисунок 9 – Протокол испытаний гасителя №983 типа КВЗ, у которого в процессе испытаний заклинило поршневое кольцо

На диаграмме из протокола испытаний отчетливо видно, как графики параметра сопротивления и усилий остановились на скорости **75 мм/с** - момента заклинивания. При разборке гасителя полностью подтвердилось наше предположение – у металлического поршневого кольца измеренная величина зазора оказалась равной **5 мм!**

Вывод: из-за поршневого кольца с большим износом весь гаситель пришел в негодность, так как с поврежденной хромированной поверхностью гильзы цилиндра и штока его дальнейшая эксплуатация не возможна.

Еще один пример, как отсутствие СИТ влияет на качество производимого ремонта. Из протокола испытания гасителя № 374 типа КВЗ видно, что данный гаситель не годится к эксплуатации из-за отклонений кривых графиков от контрольных точек (рис. 10).

Вскрытие показало, что перепускные пазы на крышке верхнего клапана из-за износа толщины самой крышки (возможно после многократной притирки в ходе предыдущих

ремонт) имеют малые геометрические размеры (рис. 11), что и привело на малых скоростях движения поршня к резкому завышению параметра сопротивления в режиме растяжения гасителя.

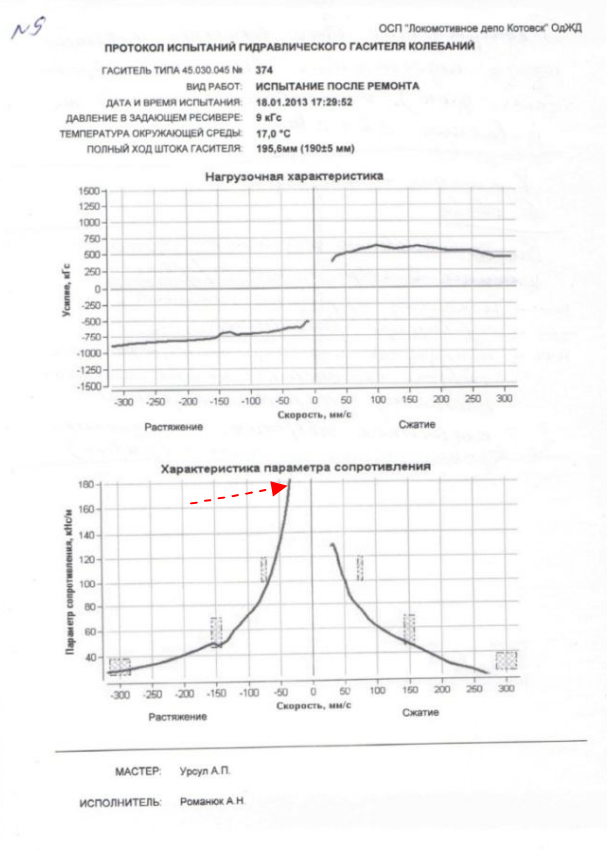


Рисунок 10 – Протокол испытания гасителя № 374 типа КВЗ с дефектом нижнего клапана

перепускные пазы на крышке клапана:
нормальные **изношенные**



б)

Рисунок 11 – Верхний и нижний клапаны гасителя № 374 типа КВЗ

В подтверждение нашей гипотезы заменили изношенную клапанную крышку на новую и провели повторные испытания. Полученный протокол с результатами повторных испытаний полностью подтверждает наши предположения - гаситель пригоден к эксплуатации (рис. 12).

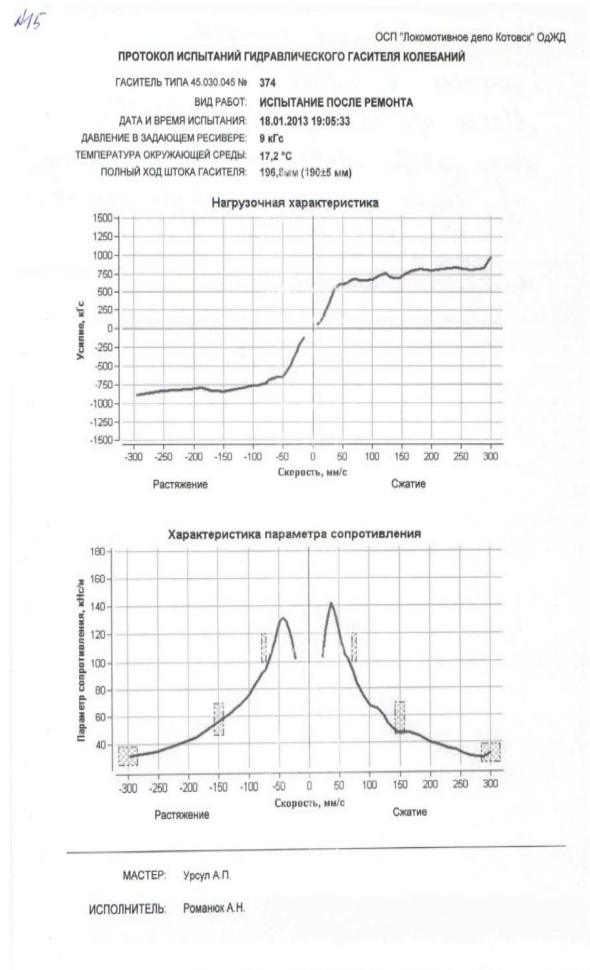


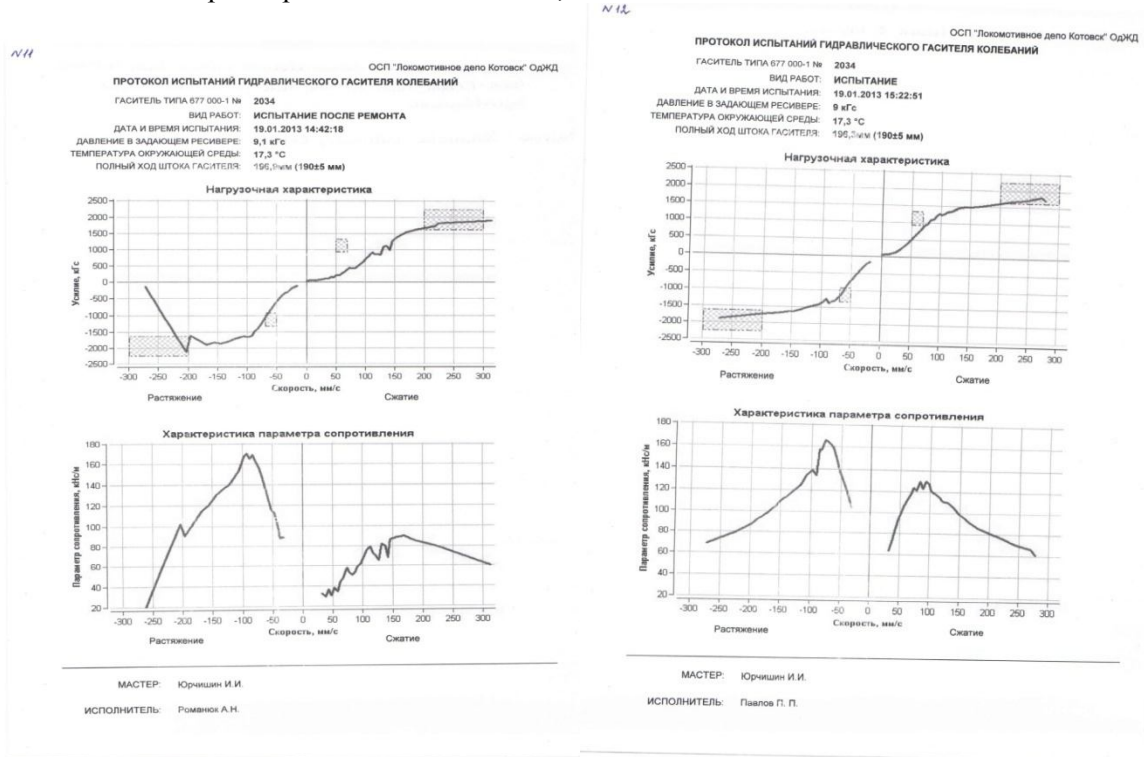
Рисунок 12 – Протокол испытания гасителя №374 типа КВЗ после ремонта

Другой наглядный пример. При испытании практически нового (2011 год выпуска) гасителя № 2034 типа 677.000 графики из протокола (рис. 13, а) указали на его непригодность к эксплуатации.

Разборка гасителя показала, что это заводской брак, допущенный при сборке, в котором из четырех калибровочных клапанных шайб (2 шт. по 0,13 мм и 2 шт. по 0,10 мм) одна из них оказалась меньше допустимого размера толщиной 0,07 мм. После ее замены на шайбу с размером толщины 0,10 мм все показания гасителя при испытании его на стенде вошли в норму (рис. 13, б).

Отсутствие у работников фильтров для механической очистки масла, что приводит к беспрепятственному попаданию твердых частиц внутрь цилиндра гасителя при замене или доливки масла во время ремонта. Тем самым,

нарушаются требования инструкции [3]: «Перед заправлением рабочая рідина повинна бути профільтрована через металеву сітку № 018 ГОСТ 6613-86» (рис. 14).



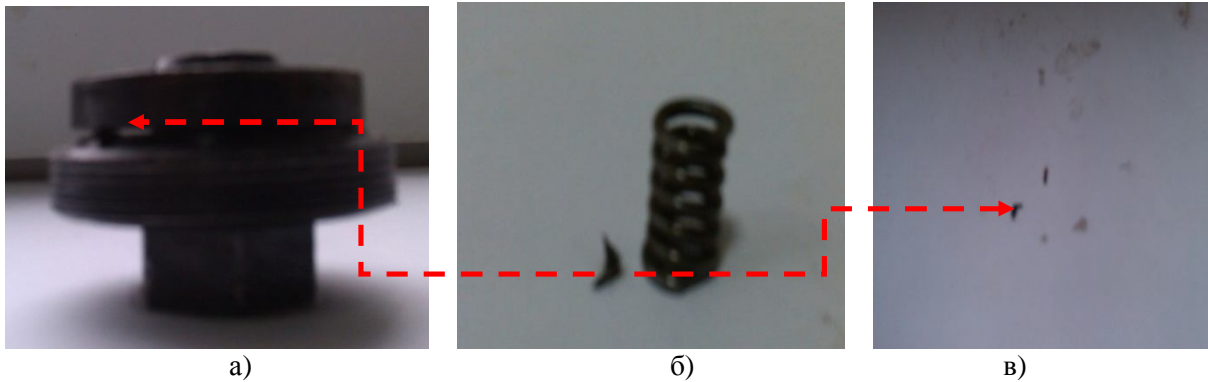
а)

б)

Рисунок 13 – Сравнение протоколов испытаний гасителя типа 677.000 с набором клапанных регулировочных шайб различной толщины:

а) 2 шт. = 0,13 мм; 1шт. = 0,10 мм; 1шт. = 0,07 мм – гаситель не пригоден;

б) 2 шт. = 0,13 мм; 2шт. = 0,10 мм – гаситель пригоден к эксплуатации



а)

б)

в)

Рисунок 14 – Последствия плохой механической очистки масла: а) фрагмент заклинивания перепускного клапана; б) осколки не кондиционных клапанных пружин; в) частицы ржавчины из металлической бочки

Следует также отметить несоответствие заливаемого масла в гидродемпферы 677.000, 678.000 при их ремонте, рекомендованному в паспорте производителем типу: 7-50С-3 ГОСТ 20734-75 или ВМГЗ ТУ 38-101479-00. В

инструкции [3] приведены рекомендации по применению типа масла только для гасителей 45.030.045 (КВЗ) и ТЕ 1-10А: «Як робоча рідина в гаситель заливается 0,9 л приладового масла МВП ГОСТ1805-76 чи авіаційного АМГ-10

ГОСТ6794-75». Из всех четырех типов гасителей наиболее чувствительны к качеству масла гидродемпфер 45.030.045 типа КВЗ. Это вызвано его конструкционными особенностями.

В результате нарушения требований инструкции [3] при выполнении ремонта гаситель № 374 типа КВЗ не проходит испытаний на стенде «ИГК-90.1» и не пригоден к эксплуатации (рис. 15).

У работников цеха отсутствует мерные емкости, что приводит к большим погрешностям при заливке масла в цилиндр гасителя (0,65 л; 0,9 л; 0,95 л; 1,2 л; 1,4 л). Недолив масла в цилиндр гасителя приводит к отклонению величины параметра сопротивления. Это подтверждается проведенными на стенде испытаниями всех трех типов гасителей с разными уровнями заливки масла (50 % и 90 %), на примере гасителя № 374 типа КВЗ (рис. 16).

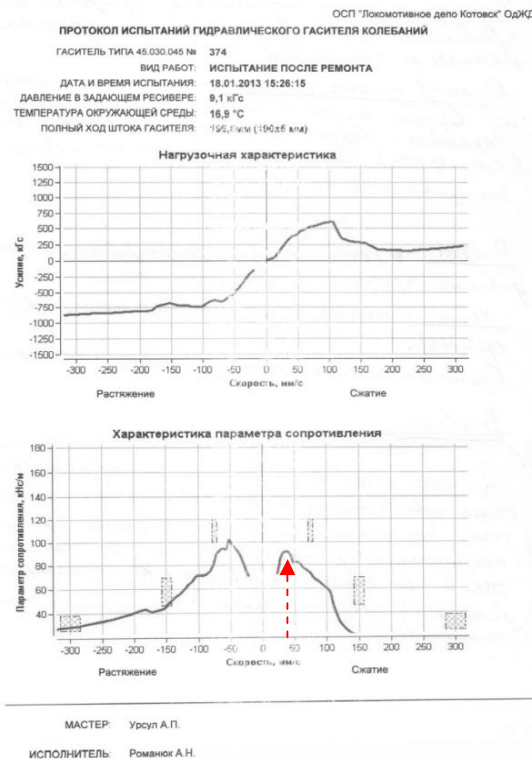


Рисунок 15 – Протокол испытания гасителя № 374 типа 45.030.045 (КВЗ), у которого заклинило нижний клапан осколком клапанной пружины

Согласно рекомендациям инструкции [3] проверка гасителей на соответствие нормированным характеристикам рекомендуется проводить в температурном диапазоне от +15°C до +25°C. Это связано с тем, что вязкость масла изменяется с изменением температуры. Поэтому нами были проведены испытания гасителей в нижнем температурном диапазоне при температуре 15?17 °С, когда вязкость масла

высокая и даже в этих условиях, полученные диаграммы указали на непригодность к эксплуатации гасителя с залитым маслом со склада депо (рис. 5).

А что тогда говорить про эксплуатацию гасителя с таким маслом на электровозе? Ведь в реальных условиях эксплуатации рабочий температурный диапазон гасителя с маслом, судя по оставшимся следам перегрева металла на штоке гасителя (рис. 4), явно выше рекомендуемого для проведения испытаний.

Можно смело утверждать, что в реальных условиях эксплуатации гаситель с таким маслом работать, как демпфер не будет вообще. Более того, при высокой температуре и низкой вязкости возвратно-поступательное движение поршня гасителя сравнимо с работой обычного бытового миксера, работа которого приводит к вспениванию маслянистой жидкости и насыщению масла воздушными пузырьками. От насыщения масла воздушными пузырьками его плотность не просто снижается, а падает в разы.

В результате, из-за отсутствия масляной пленки на металлических деталях конструкции гасителя (внутренней поверхности цилиндра и наружной поверхности штока) происходит ускоренный их износ вместе с уплотнительным (поршневым) кольцом. А это, в свою очередь, приводит к резкому снижению технического ресурса гасителя и времени его пробега до регламентированного ТО [4] (гасители просто не «выходят» своего регламентированного срока пробега до очередного ТО), не считая увеличения дополнительных трудозатрат на вынужденные внеплановые ремонты гасителей, связанные с заменой сломавшихся конструктивных элементов.

Выводы

Главная причина низкого качества ремонта гидравлических гасителей колебаний в депо кроется в слабом метрологическом обеспечении производственного процесса ремонта гасителей, в отсутствии средств измерительной техники (СИТ) у рабочего персонала для осуществления контроля над качеством используемых материалов. Метрологические нормы, правила и требования, имеют не просто нормативный характер, а являются обязательными к исполнению [1]. Отступление от этих правил и норм является серьезным нарушением и может привести к тяжелым экономическим, экологическим и др. последствиям.

Ответственность за несоблюдение этих норм ложится на метрологов депо.

Для изменения сложившейся ситуации с техническим обслуживанием и ремонтом гидравлических гасителей колебаний необходимо, прежде всего, изменить отношение

работников депо на всех уровнях к метрологии, как науке об измерениях.

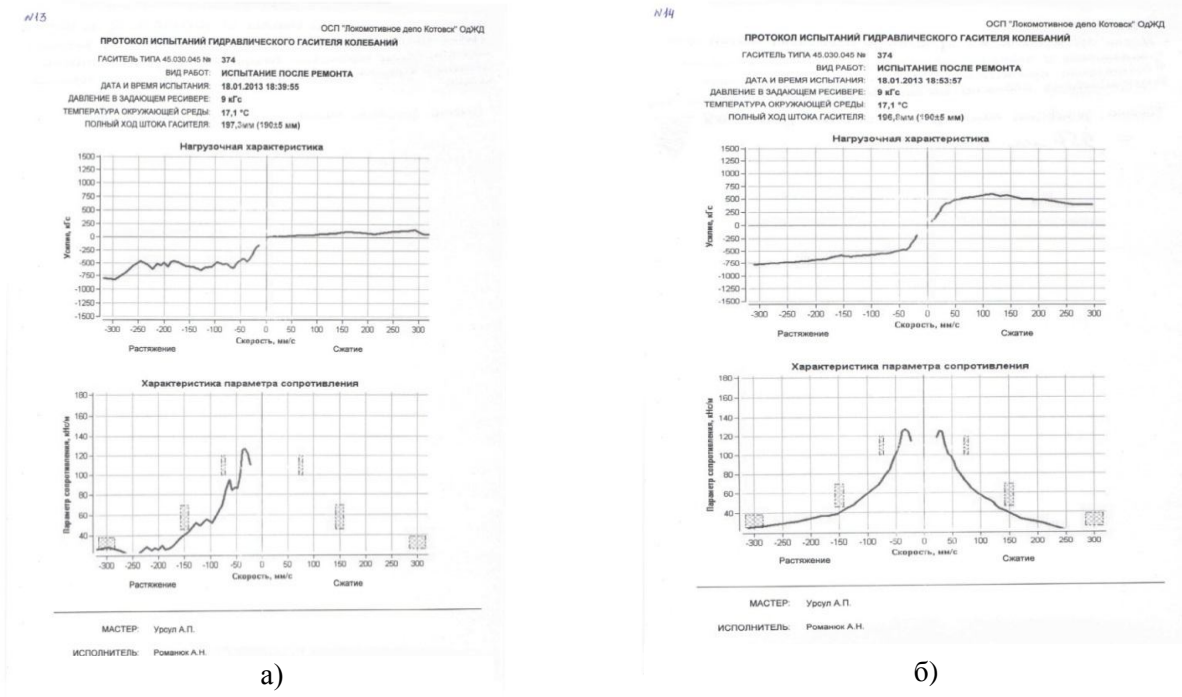


Рисунок 16 – Сравнение протоколов испытаний гасителей с разным уровнем масла:
а) 50% от нормы; б) 90% от нормы

Список использованных источников

1. Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність», із змінами, внесеними згідно із Законами № 4731-VI від 17 травня 2012 року.
2. Боряк К. Ф., Мелкумян Р. Г. Отличительные особенности стенда «ИГК-90.1» для испытаний гидравлических гасителей колебаний локомотивов // XII Научно-практическая конференция «Перспективы впровадження технічних засобів безпеки руху на залізницях України» – м. Судак, 2012. – С. 58 –70.
3. ЦТ-0062 "Інструкція по утриманню, ремонту та випробуванню гасителів коливальних

локомотивів і моторвагонного рухомого складу", утвержденной Главным управлением локомотивного хозяйства УКРЗАЛІЗНИЦІ (приказ №53-ц от 27.02.2003).
4. M. Saglitz. Выбор параметров для диагностирования гасителей колебаний //Журнал «Железные дороги мира». – 1999. – № 12. – С. 24 – 28.

Поступила в редакцию 20.03.2013

Рецензент: д.т.н., с.н.с. Ваганов А. И., Центр стандартизации и метрологии Одесской железной дороги, г. Одесса.

К. Ф. Боряк, д.т.н., М. О. Манзарук, М. О. Гуцалюк

МЕТРОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯМ ЄДНОСТІ ВИМІРЮВАНЬ ПРИ РЕМОНТІ ГІДРАВЛІЧНИХ ГАСНИКІВ КОЛИВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ НА ОДЕСЬКІЙ ЗАЛІЗНИЦІ

*Розглядається проблема низької якості ремонту гідравлічних гасителів коливальних в локомотивному депо Котовськ, аналізуються причини сформованої ситуації і можливі шляхи її поліпшення.
Ключові слова: гідравлічний гаситель, випробування гасителів, параметр опору.*

K. Boryak, DSc, M. Manzaruk, M. Gutsalyuk

METROLOGY SUPERVISION FOR THE MEASUREMENT UNIFORMITY REPAIR OF HYDRAULIC SHOCK ABSORBERS ROLLING AT ODESSA RAILWAY

*The problem of low-quality repair of hydraulic shock absorbers in the locomotive depot Kotovsk, analyzes the causes of the current situation and possible ways to improve it.
Keywords: hydraulic damper, testing absorbers option of resistance.*