

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО АМОРТИЗАТОРА ПРИ ПОЯВЛЕНИИ ИЗНОСОВ ФРИКЦИОННОЙ ПАРЫ

*В. Н. ИЩЕНКО, В. Е. ОСЬМАК, Ю. В. ЩЕРБИНА*

*Государственный университет инфраструктуры и технологий, г. Киев, Украина*

Во время работы гидравлического гасителя колебаний на вагоне в результате контактного взаимодействия под действием внешних сил происходит износ и повреждения поверхности его деталей. Шток демпфера и внутренняя поверхность цилиндра получает местные выработки, а сопряженные элементы – резиновые манжеты, направляющая, поршневое кольцо – изнашиваются по всей поверхности соприкосновения. При появлении износов деталей гасителя колебаний, превышающих предельно допустимые значения, и приводящие к полной, либо частичной потере работоспособности гидравлических гасителей существенно возрастают ускорения колебаний кузова вагона, ухудшаются показатели плавности хода, возрастает уровень напряженного состояния несущих элементов конструкции.

Для решения вопросов, связанных с возникновением неисправностей гидравлических гасителей колебаний типа НЦ-1100, авторами предложено провести комплексную модернизацию их отдельных узлов.

В рамках выполненной научно-исследовательской работы в вагонном депо Киев-Пассажирский (ВЧД-1) проведена исследовательская работа по определению влияния на работоспособность гасителя колебаний появлений износов ответственной пары трения «шток – направляющая» по «Программе и методике опытных стендовых испытаний гидравлического гасителя колебаний типа НЦ-1100» (ПМ.ДЕТУТ 001-2017). В соответствии с установленным порядком проведения работ были подготовлены образцы изношенных направляющих с отклонениями от номинального диаметра в пределах 0,03–0,12 мм. Испытанию на стенде типа СВД11-0,047 Зав. № 022 подлежал гидравлический гаситель колебаний с поочередно установленными изношенными направляющими. Для соответственно установленной направляющей с вышеуказанными отклонениями от номинального диаметра определялась величина параметра сопротивления. Регистрация показаний параметров вязкого сопротивления гасителя колебаний выполнялась с записью рабочей диаграммы и занесением в Протокол проведения испытаний. Замеры кольцевых зазоров опытных образцов направляющих выполнены с использованием электронного штангенциркуля ШЦЦ по разработанной методике измерений. Образцы направляющих, которые прошли отбор по установленным действующей Программой и методикой опытных стендовых испытаний гидравлического гасителя колебаний типа НЦ-1100 ПМ.ДЕТУТ 001-2017 величинам кольцевых зазоров, подлежали монтажу на работоспособном гасителе для проведения исследований.

В соответствии с результатами проведенных испытаний установлено, что при кольцевых износах направляющей 0,02 мм параметр сопротивления гидравлического гасителя колебаний становится вдвое меньше допустимого минимального нормативного значения и резко падает при дальнейшем увеличении величин зазоров, что свидетельствует о существенном влиянии на работоспособность гасителя колебаний и дает основание утверждать про важность проведенных исследований. С целью определения усилий, возникающих при контактом взаимодействии пары трения «шток – направляющая» гидравлического гасителя колебаний в программном комплексе SolidWorks Motion, проведена имитация работы механизма в условиях, приближенных к эксплуатационным. Входящими параметрами для проведения расчета модели исследуемой пары трения являются: нормированные геометрические размеры элементов; амплитуда регулярных динамических нагрузок, которые передаются на амортизатор во время движения вагона; режим движения; механические свойства материалов; коэффициенты трения фрикционной пары; параметр неупругого сопротивления движения гасителя колебаний. Расчетная схема предусматривает фиксацию направляющей в пространстве. Поступательные перемещения штока относительно направляющей осуществляются с учетом действия вертикальных и боковых усилий, которые передаются на него от кузова пассажирского вагона и получены расчетным способом в ПК «УМ» при установленном режиме движения.

По результатам проведенного расчета определено распределение контактных усилий пары трения «шток – направляющая». С целью предотвращения или уменьшения появления износа направляющей, что приводит к потере работоспособности амортизатора, по разработанному проекту усовершенствования конструкции гидравлического гасителя колебаний предусмотрено использование конусных втулок, которые позволяют осуществить угловые перемещения и тем самым максимально уменьшить боковые нагрузки, передающиеся на фрикционную пару «шток – направляющая». Поэтому в расчетной схеме по определению контактной задачи элементов трения усовершенствованного гасителя колебаний приложены только вертикальные усилия, без учета боковых нагрузок. Учитывая постоянную цикличность действия продольных нагрузок при движении вагона, которые передаются на узлы крепления гасителя, можно утверждать о их негативном влиянии на элементы гасителя колебаний и, отдельно, на ответственные пары трения, от которых непосредственно зависит работоспособность амортизатора.

Проведенные расчетные исследования по определению контактных усилий фрикционной пары свидетельствуют о том, что действие боковых усилий приводит к появлению неравномерного износа сопряженных поверхностей. Известно, что для определения износа контактирующих элементов в инженерной практике широко используется методика расчета по теории Дж. Арчарда. При расчетно-определенной нормальной силе контакта с учетом расстояния относительного перемещения поверхностей трения определяется объемный износ. Для учета действительного объемного износа используется программное САД-обеспечение. Ориентировочное количество циклов до наступления граничного износа при установленных условиях контакта и перемещении штока по внутренней поверхности кольца направляющей определяется отношением действительного объемного износа по принятым нормативным допускам к теоретическому расчетному значению. При условии известной величины граничного количества циклов работы фрикционной пары в условиях эксплуатации можно рассчитать ориентировочный граничный срок службы и периодичность плановой замены до начала момента выхода из строя.

На основании выполненных исследований и проведенного анализа:

1) установлены наиболее характерные неисправности гидравлического гасителя колебаний, которые приводят к отказам в его работе. К наиболее распространенным неисправностям относятся износы ответственных пар трения устройства – 25 %, разрывы, остаточная деформация сальниковых манжет – приблизительно 65 %;

2) проведены стендовые испытания по влиянию появления кольцевых износов гидравлического гасителя колебаний на его работоспособность. Установлено, что при появлении кольцевых износов направляющей свыше 0,02 мм наблюдается резкое снижение параметра сопротивления, которое вдвое меньше допустимого значения по нижней границе;

3) по результатам расчетных исследований установлено, что при контакте «шток – направляющая», при условии отсутствия действия боковых сил, контактные силы в горизонтальной плоскости имеют однотипный характер и совпадают по величинам, а в случае действия боковой нагрузки становятся разными, что в целом свидетельствует о появлении неравномерного износа контактной пары;

4) для оценки предельно допустимого уровня износов по методике расчета объемного износа согласно теории Дж. Арчарда предлагается рассчитывать жизненный цикл с учетом пространственной геометрии предельно изношенной детали по установленным нормативным документам;

5) предложенное проведение комплексной модернизации гидравлического гасителя колебаний типа НЦ-1100 предусматривает решение вопросов, связанных с техническим несовершенством амортизатора, снижением возникновения неисправностей, которые приводят к потере работоспособности и непосредственно влияют на динамические показатели пассажирского вагона, обеспечением более высокой надежности гидромеханического аппарата в условиях эксплуатации. Особое внимание уделено вопросам определения сил контактного взаимодействия и влияния действия боковых сил, которые передаются от вагона к демпферу, на износы фрикционных пар механизма гашения колебаний, расчету предельного износа по принятой методике.

Выполненные расчеты дают основание утверждать о приемлемости результатов для изготовления опытных образцов и дальнейшего проведения экспериментальных исследований.