

## КОНСТРУКЦИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ В ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДАХ

Норкулов Д.Р., Мансуров Ю.Н.

Ташкентский государственный транспортный университет

### АННОТАЦИЯ

В условиях хозрасчета и в связи с переходом на рыночную экономику одной из важнейших задач для экономической и политической независимости нашей Республики является повышение грузовых и пассажирских перевозок, что влечет за собой увеличение парка транспортных средств, в том числе локомотивов и высокоскоростных поездов. Их использование связано с применением в подвеске транспортных средств криволинейных систем сложного профиля и различного вида демпферов, гасителей колебаний, что приводит к увеличению плавности хода подвижного состава и улучшению прочностных и упруго-диссипативных свойств подвески с целью уменьшения динамических воздействий на путь и транспортируемые грузы. Кроме того, значительно возросли затраты на энергоресурсы, и как следствие эксплуатационные расходы из-за удорожания материально-технических ресурсов. В Узбекистане отсутствуют заводы по производству локомотивов, как пассажирских, так и грузовых, но имеется довольно разветвленная ремонтная база с устаревшим оборудованием. В связи с этим производится закупка новых электровозов и электропоездов для организации скоростного и высокоскоростного движения электроподвижного состава для условий Республики Узбекистан.

### ВВЕДЕНИЕ

Анализ исследований по расчету демпферов для высокоскоростного электроподвижного состава показал, что почти во всех конструкциях рессорного подвешивания современных электровозов и электропоездов, вагонов метрополитена, скоростных трамваев применяются гидрофрикционные демпферы различного типа с совмещением свойств как фрикционного, так и гидравлического трения с системами автоматизированного контроля (например, во Франции, Германии, Испании, Швейцарии, Японии, Китае, России и Узбекистане). Поэтому вопросы повышения надежности работы имеющихся в эксплуатации скоростных и высокоскоростных электровозов, электропоездов и трамваев гидрофрикционных демпферов путем модернизации отдельных конструктивных узлов при капитальном ремонте с продлением срока полезного использования, являются актуальными.

**Ключевые слова:**

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ**

Тележка головного вагона электропоезда АФРОСИАБ (марки В-6234) является приспособленной к приводам В-6204 Talgo 250 установленным для ширины колеи Узбекистана (1520 мм).

*Технические характеристики тележки головного вагона*

- максимальная коммерческая скорость: 250 км/ч
- некомпенсированное боковое ускорение: максимум –  $1,2 \text{ м/с}^2$ .
- максимальное усиление тяги на ободу колеса при запуске: 55 кН.
- номинальная мощность тяги на ободу: 1.200 кВт.
- максимальная нагрузка на ось: 18 тонн.
- база тележки: 2,8 м.
- диаметр новых колес: 1.010 мм; максимально допустимый радиальный износ: 45 мм.
- максимальная скорость вращения тягового двигателя: 4.500 об/мин
- передаточное число: 3,1822.
- вес тележки 13940 кг.

**Общее описание установки гасителей колебаний на тележке**

Гасители колебаний предназначены для обеспечения перемещений и необходимых поворотов, а их регулировка позволяет достичь надлежащего уровня комфорта и устойчивости движения.

На тележке высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ установлены следующие гасители колебаний (рисунок 1.1):

- восемь гасителей колебаний первичного подвешивания (1);
- два гасителя колебаний вторичного подвешивания (2);
- два гасителя продольных угловых колебаний (3);
- четыре гасителя поперечных угловых колебаний (4);
- четыре гасителя колебаний двигателя (5 и 6).

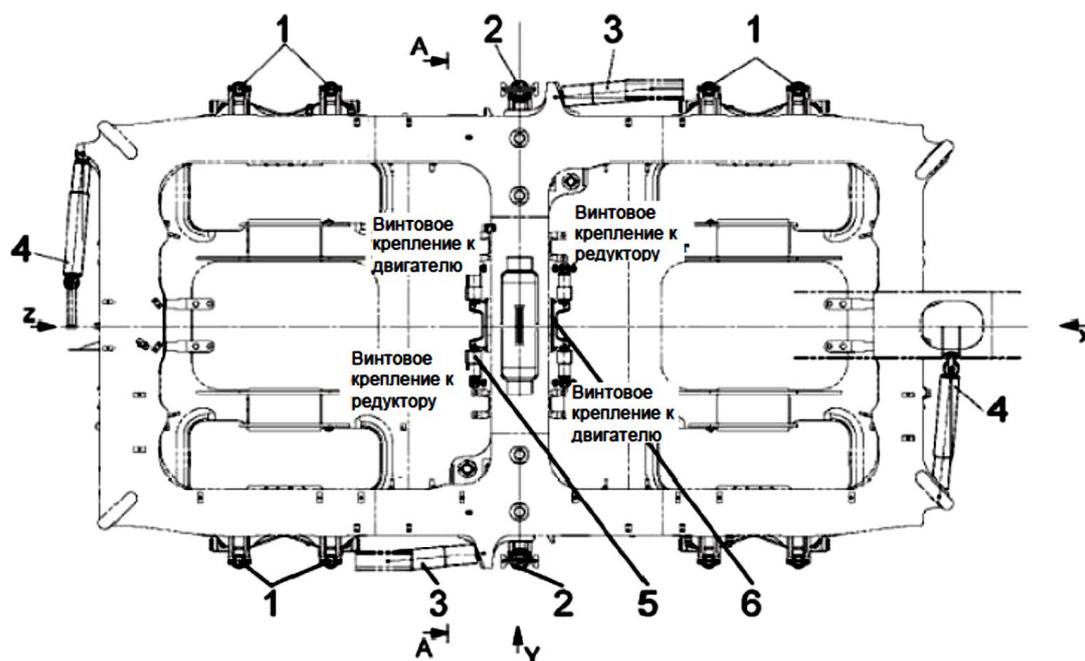


Рисунок 1. - Расположение гасителей колебаний на тележке высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ.

### Технические характеристики гидравлических гасителей колебаний высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ

Технические характеристики гасителя колебаний первичного подвешивания высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ (рисунок 1.2).

Данный гаситель установлен на тележке высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ (см. позиция 1 на рисунке 1).

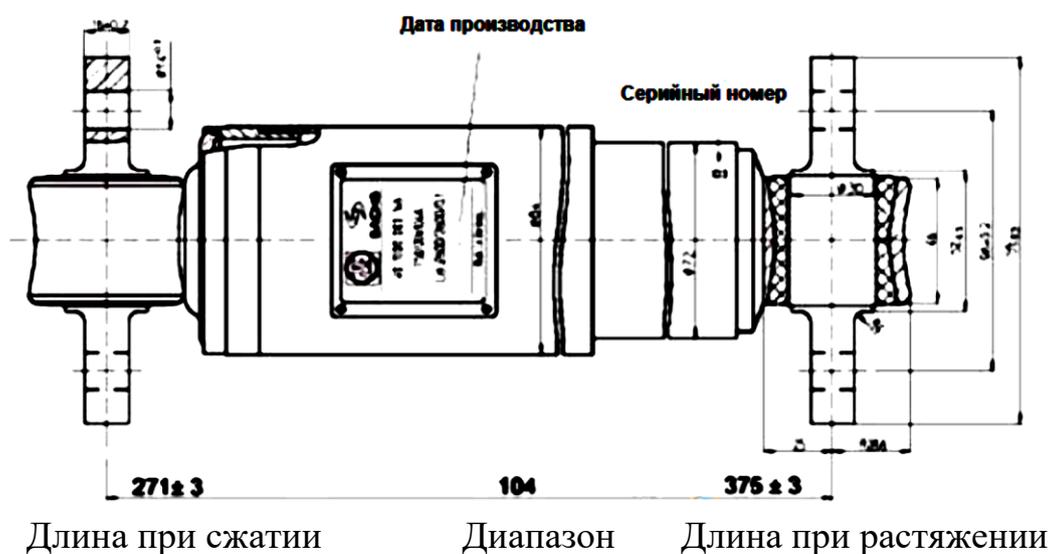


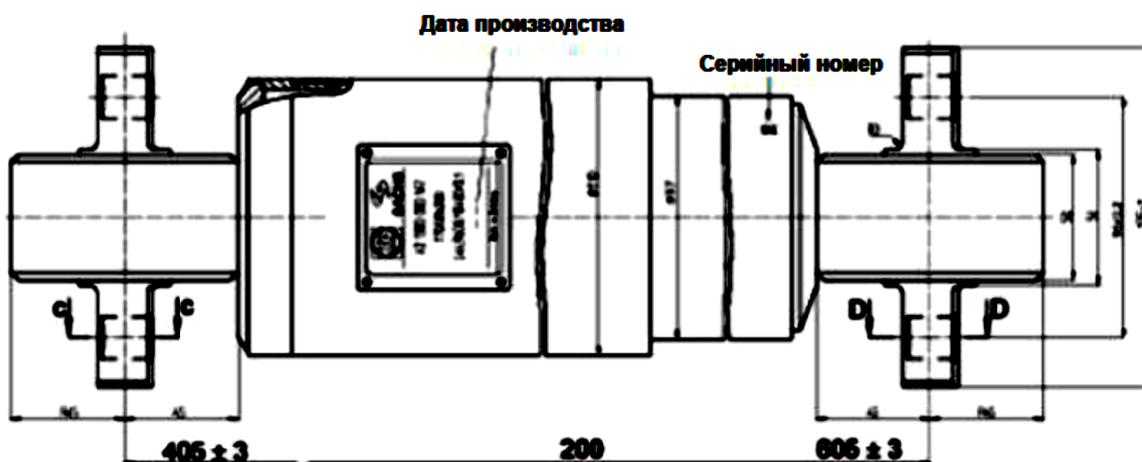
Рисунок 2.- Гаситель колебаний первичного подвешивания.

**Технические характеристики гасителя колебаний первичного подвешивания высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ**

Таблица 1.

Диапазон	мм	50	50
Число оборотов в минуту	мин-1	38,2	114,6
Скорость	м/с	0,100	0,300
Растяжение	-	2600 ± 390	5000 ± 750
Сжатие	-	2600 ± 390	4800 ± 720

**Технические характеристики гасителя колебаний вторичного подвешивания.**



Длина при сжатии                      Диапазон                      Длина при растяжении

*Рисунок 3. - Гаситель колебаний вторичного подвешивания.*

Таблица 2.

Диапазон	мм	50	50
Число оборотов в минуту	мин-1	38,2	114,6
Скорость	м/с	0,100	0,300
Растяжение	-	9600 ± 1440	18200 ± 2730
Сжатие	-	10400 ± 1560	17800 ± 1670

**Технические характеристики гасителя продольных угловых колебаний.**



Рисунок 4. - Гаситель продольных угловых колебаний.

### Технические характеристики гасителя продольных угловых колебаний высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ

Таблица 3.

Диапазон	мм	25	25	25	25	25	25	25
Число оборотов в минуту	мин-1	0,8	3,8	7,6	38,2	76,4	152,8	229,2
Скорость	м/с	0,001	0,005	0,010	0,050	0,100	0,200	0,300
Растяжение	-	10300	11300 ± 1700	11330	11660 ± 1750	12240 ± 1840	13160	14100
Сжатие	-	10640	11300 ± 1700	11400	11660 ± 1750	12410 ± 1860	13470	14500

Гаситель поперечных угловых колебаний.



Рисунок 5.- Гаситель поперечных угловых колебаний.

### Технические характеристики гасителя поперечных угловых колебаний высокоскоростного электропоезда АФРОСИАБ

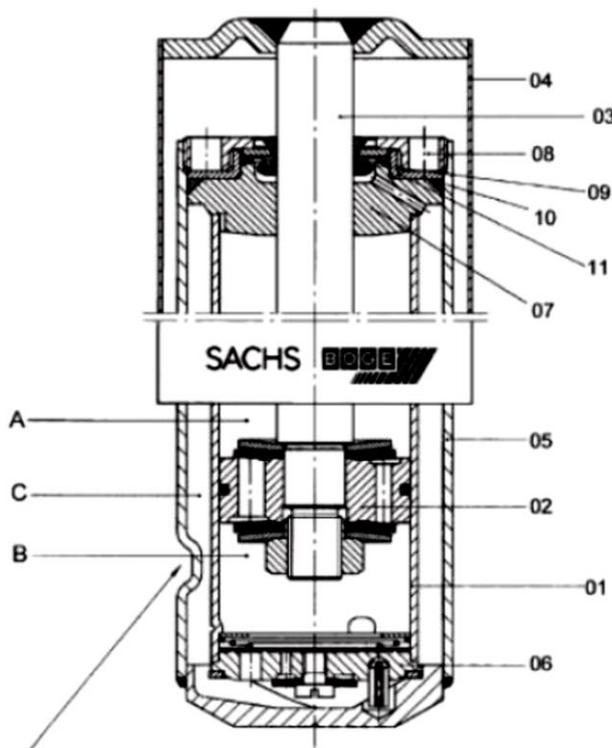
Таблица 4.

Диапазон	мм	50	50	50	50	50	50	50
Число оборотов в минуту	мин-1	3,8	6,5	9,6	19,1	38,2	76,4	114,6
Скорость	м/с	0,010	0,017	0,025	0,050	0,100	0,200	0,300
Растяжение	-	1370	3060	5530	6800 ± 1020	7550 ± 1130	8420	8800
Сжатие	-	1100	2800	4820	6800 ± 1020	8250 ± 1240	10100	1200

## Описание механизма и принципа действия гидравлических гасителей колебаний

### Гидравлический гаситель колебаний Т60

Телескопические гасители колебаний состоят из указанных ниже узлов (см. рисунок 6):



Метки для положения установки

После завершения сборки должно быть указано направление вниз

Рисунок 6.- Узел гидравлического гасителя колебаний типа Т60.

- подвижный поршень (02) в рабочем цилиндре (01) с поршневым штоком (03) и верхним сварным креплением;

- направляющая трубка подачи масла (04), грязезащитная пластина с резьбовым креплением (05), внешняя или накопительная трубка (06) со сварным основанием;

- клапан основания (07) с возвратным клапаном, модульный демпфирующий клапан (08) для демпфирования как на стадии расширения, так и при сжатии;

- направляющая тяга (9), стопорное кольцо (10), узел направляющей тяги (11), уплотнение накопительной камеры (12) и опорная шайба (13), а также полностью верхняя и нижняя части.

Работа гасителя колебаний типа Т60 основана на принципе потока, а именно: когда шток выполняет ход в направлении восстановления или в направлении сжатия, поток масла контролируется посредством возвратных клапанов давления как в поршневой зоне, так и в зоне основания.

Поток масла проходит следующие стадии:

- направляющая трубка подачи масла;
- предохранительный клапан;
- уравнивающий клапан;
- рабочее давление.

Размеры штока поршня и патрубка цилиндра подобраны таким образом, чтобы параметры давления и объема соответствовали почти всей площади поверхности штока поршня и его кольца.

По этой причине для выполнения обратного хода (восстановления) и сжатия могут использоваться одинаковые демпфирующие клапаны, чтобы создаваемые в результате работы усилия демпфирования в обоих направлениях были симметричными.

Когда гаситель колебаний находится в состоянии покоя (стадия восстановления), количество масла, аналогичное объему выдвигающегося поршневого штока, перемещается от рабочего цилиндра к направляющей трубке подачи масла до достижения клапана демпфирования. Масло продолжает протекать, проникая внутрь компенсационной камеры через впускной клапан, и, проходя через регулятор потока, возвращается в цилиндр под поршнем. Когда гаситель колебаний находится в сжатом состоянии (стадия сжатия), масло проталкивает соответствующий объем поршневого штока в компенсационную камеру, после чего следует стадия восстановления.

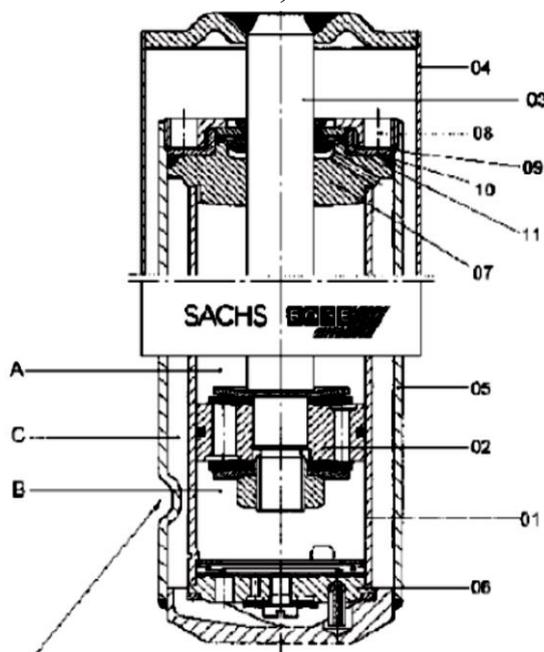
Усилия сопротивления гидравлического гасителя колебаний зависят от скорости поршня. Это означает, что при увеличении скорости поршня также увеличивается усилие демпфирования согласно определенным характеристикам регулировки соответствующего клапана.

При выполнении сборки следует тщательно проверять регулировку каждого гасителя колебаний. Тщательный контроль усилий демпфирования, которые вызываются гасителями колебаний, может осуществляться только путем замера. В ходе измерений на специальной испытательной машине скорость поршня клапана устанавливается на величину по умолчанию, и возникающие усилия демпфирования записываются в виде диаграммы кривой сопротивления в зависимости от скорости. График, который отображается на экране осциллографа, наглядно показывает, работает ли клапан должным образом. Фактические значения скорости и хода при испытаниях указываются в чертежах гасителей колебаний.

### Описание механизма и принципа действия гидравлических гасителей колебаний типа T50 и T70

Телескопические гасители колебаний состоят из частей, указанных ниже (см. рисунок 7):

- подвижный поршень (02) в рабочем цилиндре (01) с тягой и уровневым клапаном сжатия;
- поршневой шток (03), защитная труба (04), внешняя труба (05) с приваренным к ней нижним основанием;



Метки для положения установки

После завершения сборки должно быть указано направление вниз

Рисунок 7.- Узел гидравлического гасителя колебаний типа T70.

- клапан основания (06) с импульсным и впускным клапанами и штоком и направляющей хвостовика (07), которые составляют концевую часть рабочего цилиндра;

- резьбовое кольцо (08), прокладка штока (09), узел цилиндра (10), шайбы (11), а также полностью нижнее и верхнее крепления.

Работа цилиндра гидравлического гасителя колебаний типа Т70 включает две стадии хода поршня (02): в камере высокого давления А и в камере низкого давления В. На стадии вытягивания, т.е. при выдвигании хвостовика (03) из поршня, а также на стадии сжатия усилия демпфирования создаются вследствие разности давления в рабочих камерах А и В с разных сторон (верхней и нижней) от поршня.

Давление в рабочих камерах регулируется автоматически в соответствии со скоростью поршня и сопротивлением потоку в клапанах поршня (02) и нижнего основания (06).

Во время движения поршня происходит обмен демпфирующей жидкостью (масло) с накопительной камерой (С), в которой в верхней части содержится воздух, а в нижней части - масло.

Следовательно, во время работы гасителя колебаний возникает усилие всасывания, вызванное движением хвостовика поршня (3) и контролируемое клапаном нижнего основания. На стадии разделения (вытягивание) количество масла, соответствующее объему выдвинутой части штока поршня, всасывается импульсным клапаном нижнего основания (06), вызывая его выход из накопительной камеры С; на стадии сжатия (втягивание) количество масла, соответствующее объему вошедшей части штока поршня, снова поступает в накопительную камеру С через импульсный клапан нижнего основания (06). Импульс клапана нижнего основания регулируется таким образом, что на каждой стадии сопротивление превышает импульс клапана поршня (02). Таким образом на стадии сжатия в верхней рабочей камере А создается давление, которое превышает давление в накопительной камере С – тем самым не допускается выход воздуха в зазор между штоком поршня (3) и направляющей поршня (7).

Усилия сопротивления телескопических гасителей колебаний зависят от скорости поршня, что означает следующее: при увеличении скорости поршня также увеличивается усилие демпфирования согласно определенным характеристикам регулировки соответствующего клапана.

При выполнении сборки следует тщательно проверять регулировки каждого гасителя колебаний. Тщательный контроль усилий демпфирования, которые вызываются гасителями колебаний, может быть осуществлен только путем

замера. В ходе измерений на специальном испытательном стенде поршень движется в обоих направлениях с определенными скоростями, при этом записываются усилия демпфирования, создаваемые при разных значениях скорости. График, который отображается на экране осциллографа, наглядно показывает, работает ли клапан должным образом.

Могут быть получены различные значения скорости на одном и том же проверочном участке длиной 50 мм путем изменения скорости вращения при вводе в эксплуатацию. Регулировки гасителя колебаний должны быть проверены согласно прилагаемым чертежам.

### **ВЫВОДЫ**

В результате проведенных научных исследований можно сделать следующие обобщающие выводы:

Анализ исследований по расчету гидрофрикционных гасителей колебаний для высокоскоростного электроподвижного состава показал, что почти во всех конструкциях рессорного подвешивания современных электровозов и электропоездов, вагонов метрополитена, скоростных трамваев применяются гидрофрикционные демпферы различного типа с совмещением свойств как фрикционного, так и гидравлического трения с системами автоматизированного контроля (например, во Франции, Германии, Испании, Швейцарии и Японии). Поэтому вопросы повышения надежности работы имеющихся в эксплуатации скоростных и высокоскоростных электровозов, электропоездов и трамваев гидрофрикционных демпферов путем модернизации отдельных конструктивных узлов при капитальном ремонте с продлением срока полезного использования, являются актуальными.

### **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ: (REFERENCES)**

1. “2011-2015 йилларда инфратузилмани, транспорт ва коммуникация курилишини ривожлантиришни жадаллаштириш тўғрисида”. /Ўзбекистон Республикаси Президенти И.А. Каримовнинг 2010 йил 21 декабрдаги ПҚ-1446 сонли ги қарори.
2. Телескопический гидравлический амортизатор САУ. Семенов Александр Алексеевич, Савицкий Владимир Яковлевич. Патент RU №2537353; МПК F16F 9/16, F41A 25/04; опубликован БИ №1, 10.01.2015 г.
3. Гидравлический демпфер. МИЯСАТО Эйко. Патент RU №2413887, МПК F16F9/19, F16F9/32; опубликован БИ №7, 10.03.2011 г.
4. Гидравлический демпфер. Медвецкий Валерий Михайлович, Смирнов Александр Николаевич, Алексеев Виталий Алексеевич. Патент RU №2457375, МПК F16F 9/18, F16F 9/342, F16F 9/36; опубликован БИ №21, 27.07.2012 г.

5. Пасконов В.М., Полежаев В.И., Чудов Л.А. Численное моделирование процессов тепло- и массообмена. - М: Наука, 1984. - 288 с.
6. Хромова Г.А., Хромов С.А., Махамадалиева М.Н. Моделирование динамического функционирования гидрофрикционного гасителя колебаний с учетом влияния контактных тепловых процессов. // В сборнике материалов II Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.», 18-20 ноября 2014 г., СПГУПС, г. Санкт-Петербург, С.22-25.
7. Махамадалиева М.А. (Научный руководитель: проф. Хромова Г.А.) Метод моделирования тепловых контактных процессов в гидрофрикционном гасителе колебаний. / В сборнике трудов VI-ой Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Системы автоматизированного проектирования на транспорте», (Государственный университет путей сообщения императора Александра I, г. Санкт-Петербург, Россия, 16-17 апреля 2015 г.), С.145-148.
8. Мухамедова З.Г. Динамическая модель для исследования продольных колебаний главной рамы электровоза с учетом установки демпфирующего поглощающего аппарата в автосцепке. / Журнал «Известия Транссиба», № 2 (22), 2015, С.18-22.
9. Файзибаев Ш.С., Юткина И.С. Метод динамического моделирования гидрофрикционного демпфера с учетом вязкостного демпфирования. // В сборнике материалов III Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.», 18-20 ноября 2015 г., СПГУПС, г. Санкт-Петербург, С.29-33.
10. Хромова Г.А., Хромов С.А., Мухамедова З.Г. Экспериментальные исследования гидравлических гасителей колебаний электровоза ВЛ-80с. // В сборнике материалов III Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.», 18-20 ноября 2015 г., СПГУПС, г. Санкт-Петербург, С.34-38.
11. Мухамедова З.Г. Продольные колебания главной рамы электровоза с учетом установки поглощающего аппарата в автосцепке. // В сборнике материалов III Международной научно-технической конференции «Локомотивы. XXI век.», 18-20 ноября 2015 г., СПГУПС, г. Санкт-Петербург, С.39-43.