

Рисунок 1 – Динамическая модель аварийной ситуации:

- 1 – подсистема «головной вагон»; 2 – подсистема «моторный вагон»;  
3 – подсистема «прицепной вагон»; 4 – подсистема «грузовой микроавтобус»

Для снижения травмирования членов локомотивной бригады и пассажиров поезда, как одного из важнейших факторов, определяющих безопасность движения на железной дороге, необходимо повысить пассивную безопасность кузовов вагонов электропоезда. Применение многоступенчатой системы пассивной безопасности на основе сминаемых энергопоглощающих элементов позволит решить данную проблему [2]. При этом энергоемкость крэш-элементов должна составлять не менее 0,5 МН.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Универсальный механизм. Руководство пользователя. – М., 2006.
- 2 Технические требования к системе пассивной безопасности подвижного состава для пассажирских перевозок железных дорог колеи 1520 мм: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 20.12.2011 № 2740р. – М., 2011.

УДК 629.4.027.35(035)

### АНАЛИЗ ГИДРОГАСИТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА СТРАН СНГ

Г. М. ЛЕВИТ, С. В. МАМОНТОВ

*Петербургский государственный университет путей сообщения, Российская Федерация*

Гидрогасители преобразуют энергию механических колебаний поддресоренных масс подвижного состава в тепловую энергию и рассеивают ее в окружающую среду при движении транспортного средства. Преобразование энергии происходит путем воздействия механических колебаний через поршень со штоком гасителя на гидравлическую жидкость в нем для реализации сил вязкого трения, сопротивляющихся этим механическим колебаниям и ограничивающих их амплитуды. Вязкое трение реализуется вследствие перетекания рабочей жидкости под давлением через дроссельно-клапанные системы в гасителе колебаний между подпоршневой и надпоршневой полостями цилиндра и рекуперативной полостью корпуса. Все эксплуатируемые гидрогасители железнодорожного подвижного состава имеют двухтрубную телескопически поршневую конструкцию с дросселями, обратными и предохранительными клапанами. Гидрогасители в кузовной ступени рессорного подвешивания крепятся проушинами к кронштейнам тележки и кузова с помощью валиков, зафиксированных корончатой гайкой со шплинтом и шайбой, либо с помощью цапф, прикрепляемых шпильками, гайками или болтами к этим кронштейнам. Гидрогасители в тележечной ступени рессорного подвешивания крепятся к кронштейнам тележки и буксы проушинами или резьбовыми штырями через упругие элементы, обеспечивающие поглощение высокочастотной вибрации при движении рельсового экипажа. Гасители имеют манжетное уплотнение штока, или сильфонное с помощью резинового гофрированного чехла-сильфона, или смешанное: сильфонное и манжетное. Металлический кожух, защищающий шток гасителя от механических повреждений, сам не защищен в зимнее время от подкожухового льдообразования, создающего

опасное ограничение нормальному ходу штока гидрогасителя. В настоящее время наибольшее распространение получили гидравлические гасители колебаний с тремя видами циркуляции рабочей жидкости: возвратно-поступательной, круговой и комбинированной, которые приведены на рисунке 1. В докладе представлен анализ конструкции гидрогасителей различных производителей России, Белоруссии и Украины, применяемых на подвижном составе СНГ.

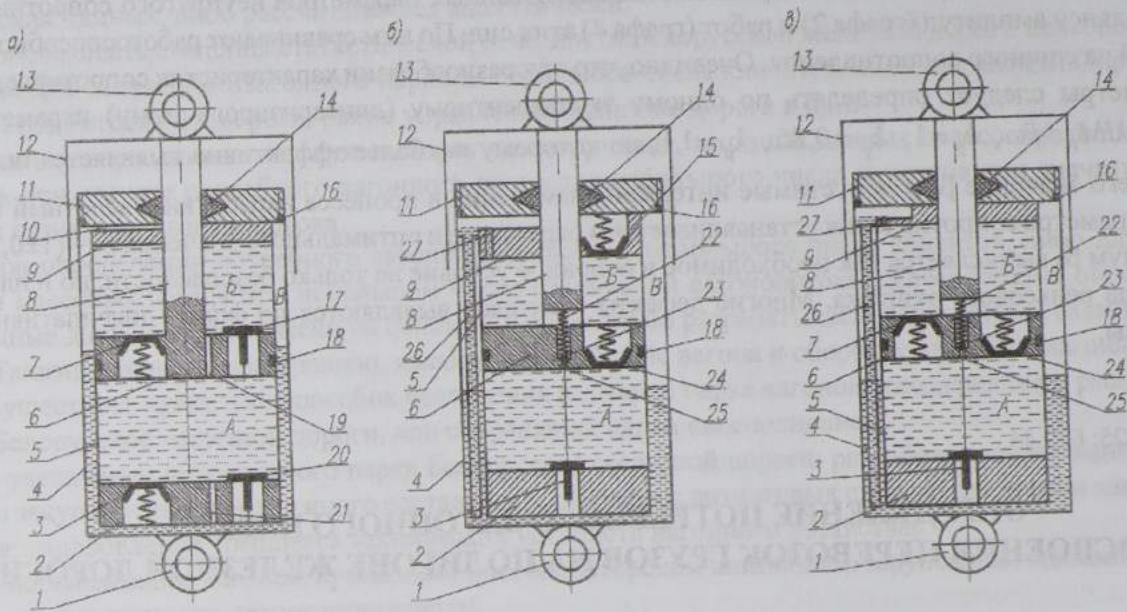


Рисунок 1 -- Схемы циркуляции жидкости в различных гидрогасителях

Основной характеристикой гидравлических гасителей колебаний является зависимость усилия неупругого сопротивления  $F(x)$  от скорости относительных перемещений узлов крепления гасителей колебаний  $x = x_2 - x_1$ , что практически соответствует скорости поршня относительно цилиндра. В графе 1 таблицы 1 сведены характерные силовые характеристики гидрогасителей: вязкого линейного, квадратичного и корневидного сопротивления, где  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\mu$  – параметры различного трения.

Таблица 1 – Характеристики различного трения гасителей колебаний

$F(x)$	$F(a, \omega) = F_0$	$k_{nl} = \frac{A_1}{A_p}$	$A_T = \pi a F_0$	$\beta_1 (A_1 = A_p, F_1 = F_0)$
1	2	3	4	5
$\beta x$	$\beta a \omega$	$k_{\beta} = 1,0$	$\pi \omega \beta a^2$	$\beta = 2,9 \sqrt{cm}$
$\gamma x^2 \text{ sign } x$	$\frac{8\gamma}{3\pi} a^2 \omega^2$	$k_{\gamma} = 0,85$	$\frac{8}{3} \gamma \omega^2 a^3$	$\beta_{\gamma} = \frac{8a\omega}{3\pi} \gamma = 0,85\beta$
$\mu \sqrt{ x } \text{ sign } \dot{x}$	$1,1\mu \sqrt{a\omega}$	$k_{\mu} = 1,1$	$3,5\mu \sqrt{a\omega} = 3,5aF_0$	$1,1\mu \sqrt{\omega a} = 1,1\beta$

При стендовых испытаниях гидрогаситель испытывает гармоническое воздействие с амплитудой  $a$  и частотой возмущений  $\omega$  по закону  $x = a \sin \omega t$ ,  $\dot{x} = a\omega \cos \omega t$ . Кроме того, существует гармоническая линейризованная амплитуда усилий, вычисляемая по формуле:  $F(a, \omega) = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} F(x) \cos \omega t d(\omega t)$ .

Сопоставлением амплитуд граф 2 находятся коэффициенты (графа 3) гармонической линейризации  $k_{nl}$ . Энергетической характеристикой гасителя служит работа сил трения за период колебаний

$T = 2\pi / \omega$  (графа 4)  $A_T = \int_0^T F(x) \dot{x} dt = \pi a F(a, \omega)$ . Графически она изображается площадью диссипа-

тивной диаграммы и является полной оценкой работоспособности гасителя колебаний. Однако эффективной и универсальной оценкой качества и количества демпфирования служит параметр сопротивления  $\beta = \frac{F_a}{a\omega}$ ,  $\gamma = \frac{F_a}{(a\omega)^2}$ ,  $\mu = \frac{F_a}{\sqrt{a\omega}}$ , который также вычисляется по диссипативной диаграмме,

входит в уравнения динамического состояния рессорного подвешивания и оптимизируется. В графе 5 таблицы приведены расчетные выражения линеаризованных параметров неупругого сопротивления по балансу амплитуд (графа 2) и работ (графа 4) этих сил. По ним сравнивают работоспособность гасителей различного сопротивления. Очевидно, что при разнообразии характеристик сопротивления их параметры следует определять по одному эквивалентному (линеаризованному) параметру  $\beta_0 = \beta_n = k/M_r / h\omega$ ,  $k_p = 1$ ,  $k_r = 0,85$ ,  $k_s = 1,1$ , по которому наиболее эффективно выявляется оптимальное его значение  $\beta_0$  и допустимые интервалы изменения в процессе наработки. Расчетный интервал параметра сопротивления устанавливается в окрестности оптимального значения  $\beta_0 = (1 \pm 0,25) \beta_0$ . Оптимум  $\beta_0$  вычисляется как необходимое и основное условие не только безопасности, но и плавности хода рельсового экипажа. Многие дефекты гасителей выявляются по форме диссипативной диаграммы.

УДК 656.225: 629.44

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТРЕБНОГО ВАГОННОГО ПАРКА ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ НА ПОЛИГОНЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Ю. О. ЛЕИНОВА

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Первостепенным условием обеспечения плана перевозок на железной дороге является наличие достаточного количества грузовых вагонов инвентарного парка. Определение оптимального парка грузовых вагонов для освоения перевозок грузоотправителей Республики Беларусь является сложной технической, технологической и экономической проблемой.

Для каждого из основных частей вагонного парка важнейшей характеристикой является процентный состав по типам вагонов (структура вагонного парка), непрерывно изменяющийся в зависимости от поставок новых вагонов и исключения вагонов старых типов. Критерием оптимальности структуры является обеспечение условий, необходимых для освоения заданного объема перевозок при минимуме затрат.

Потребный парк грузовых вагонов необходимо рассматривать:

- 1) на полигоне Белорусской железной дороги:
  - для вагонов, являющихся собственностью Белорусской железной дороги (инвентарный парк), транспортных организаций и предприятий Республики Беларусь;
  - вагонов, являющихся собственностью железнодорожных администраций, транспортных организаций и предприятий иных государств;
- 2) на полигоне железнодорожных администраций других государств – для вагонов, являющихся собственностью железнодорожных администраций, транспортных организаций и предприятий Республики Беларусь.

Расчет потребного вагонного парка для удовлетворения потребности в перевозках отдельных клиентов необходимо осуществлять для следующих случаев:

- определение потребного вагонного парка собственных (арендованных) вагонов клиента Белорусской железной дороги (юридического или физического лица) для осуществления перевозки груза по установленному назначению;
- определение потребного инвентарного парка вагонов Белорусской железной дороги для удовлетворения потребности в перевозке грузов отдельного клиента Белорусской железной дороги по установленному назначению;