

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СИЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОГЛОЩАЮЩИХ АППАРАТОВ НА ДИНАМИКУ ГРУЗОВОГО ПОЕЗДА ПРИ НЕСТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМАХ ДВИЖЕНИЯ

Проведены исследования динамической нагруженности неоднородного грузового поезда, вагоны которого оборудованы как серийными, так и перспективными поглощающими аппаратами фрикционного типа. Дана оценка влияния параметров силовых характеристик поглощающих аппаратов класса Т1 на уровень продольных сил, возникающих в межвагонных соединениях, при переходных режимах движения.

Проведено дослідження динамічної навантаженості неоднорідного вантажного поїзда, вагони якого обладнано як серійними, так і перспективними поглинаючими апаратами фрикційного типу. Надано оцінку впливу параметрів силових характеристик поглинаючих апаратів класу Т1 на рівень поздовжніх зусиль, що виникають у міжвагонних з'єднаннях, при перехідних режимах руху.

The research of dynamic response of the non-uniform freight train the cars of which are equipped by both serial and promising cushioning devices of the friction type is carried out. The influence of the type T1 cushioning device force characteristic parameters on the level of longitudinal forces arising in intercar couplings under transient conditions of motion is estimated.

Современные требования, предъявляемые к железнодорожному транспорту в части увеличения скоростей движения и повышения пропускной способности грузовых поездов, во многом определяют направление разработок по обеспечению сохранности подвижного состава, оборудования и перевозимых грузов как при проведении маневровых работ, так и при переходных режимах движения. Одним из таких направлений является разработка и создание перспективных амортизирующих устройств (поглощающих аппаратов), защищающих вагоны от воздействия продольных динамических нагрузок. Проведение исследований динамической нагруженности вагонов в составе грузового поезда при нестационарных режимах движения является заключительным контрольным этапом при введении в эксплуатацию вновь созданных поглощающих аппаратов.

С целью определения максимально возможных продольных динамических сил, возникающих в межвагонных соединениях при эксплуатационных нагружениях, рассмотрены такие переходные режимы движения поезда, как пуск в ход и экстренное торможение. Предполагается, что при трогании с места поезд предварительно сжат, при торможении – предварительно растянут. Значение зазора принималось равным 65 мм.

Взаимодействие вагонов моделируется путем введения межвагонных связей, силовые характеристики которых определяются типом поглощающих аппаратов, которыми оборудуются автосцепки вагонов, и упругими свойствами конструкции экипажа. Для оценки влияния параметров силовых характеристик поглощающих аппаратов на динамику грузового поезда при нестационарных режимах движения рассмотрено оборудование вагонов поезда серийными пружинно-фрикционными Ш-2-В или пластинчато-фрикционными ПМК-110К-23 аппаратами и новыми фрикционно-полимерными аппаратами ПМКП-110 разработки ООО «НПП Дипром» (Россия) [1, 2] или АПМ-120-Т1 разработки ООО «ГСКБВ» (Украина) [3]. Отличительной особенностью аппаратов ПМКП-110 и АПМ-120-Т1 является использование в качестве их подпорно-возвратных устройств упругих полимерных блоков, которые позволяют повысить полноту и энергоемкость силовых характери-

стик амортизаторов. По техническим показателям поглощающие аппараты ПМКП-110 и АПМ-120-Т1 принадлежат классу Т1 и предназначены для установки на универсальных вагонах широкого назначения [4].

Для исследования динамической нагруженности вагонов в составе поезда при указанных переходных режимах движения выбран неоднородный поезд массой 5000 т, состоящий из локомотива ВЛ80, 43-х груженых четырехосных полувагонов и 15-ти вагонов-цистерн модели 15-1547, предназначенных для транспортировки бензина и светлых нефтепродуктов. Вагоны-цистерны расположены в первой половине состава, и их котлы заполнены жидким грузом со стандартным уровнем недолива. Предполагалось, что все вагоны оборудованы однотипными поглощающими аппаратами. При моделировании динамики движения поезда использовались одномерные расчетные схемы железнодорожных экипажей [5 – 7]. Вагон-цистерна представляется разветвленной системой из двух масс, т.е. учитывался только основной тон колебаний свободной поверхности жидкости котла [6].

Для сравнительной оценки уровня продольных сил, возникающих в межвагонных соединениях неоднородного поезда, рассматривался однородный поезд такой же массы, состоящий из локомотива и 58 груженых полувагонов.

Исследуем режим пуска в ход грузового поезда, когда сила тяги локомотива быстро нарастает (в течение 1,5 с) по экспоненциальному закону от 0 до 0,45 МН. На рис. 1 представлены распределения максимальных растягивающих усилий по длине состава при пуске в ход однородного (рис. 1,а) и неоднородного (рис. 1,б) поездов, вагоны которых оборудованы однотипными поглощающими аппаратами.

Результаты расчетов показали, что при пуске в ход однородного поезда уровень продольных сил для всех типов используемых аппаратов не превосходит 0,75 МН. Наибольшие продольные силы в межвагонных соединениях возникают, когда вагоны оборудованы серийными поглощающими аппаратами Ш-2-В и ПМК-110К-23. В случае оборудования вагонов перспективными поглощающими аппаратами, такими как ПМКП-110 и АПМ-120-Т1, уровень продольных сил в межвагонных соединениях ниже в среднем на 10 и 20 % соответственно.

Неоднородность состава по типу используемых вагонов и виду перевозимого груза вносит существенные изменения в характер переходного процесса и распределение максимальных усилий по длине поезда (рис. 1,б). При этом наблюдается возрастание значений максимальных усилий, возникающих в межвагонных соединениях. Так, при оснащении неоднородного поезда аппаратами Ш-2-В максимальные продольные силы составляют порядка 0,85 МН. В целом для рассматриваемых поглощающих аппаратов уровень максимальных усилий в неоднородном поезде на 10 – 12 % выше по сравнению с усилиями, полученными при пуске в ход однородного поезда. Наименьшие продольные силы наблюдаются в составе, автосцепки вагонов которого оборудованы поглощающими аппаратами АПМ-120-Т1.

Рассмотрен режим пуска в ход однородного поезда, вагоны которого оборудованы поглощающими аппаратами Ш-2-В, а отдельные вагоны, в частности 16, 31 и 46-ой – поглощающими аппаратами ПМКП-110 либо АПМ-120-Т1. Графики распределений максимальных растягивающих усилий по длине поезда приведены на рис. 2.

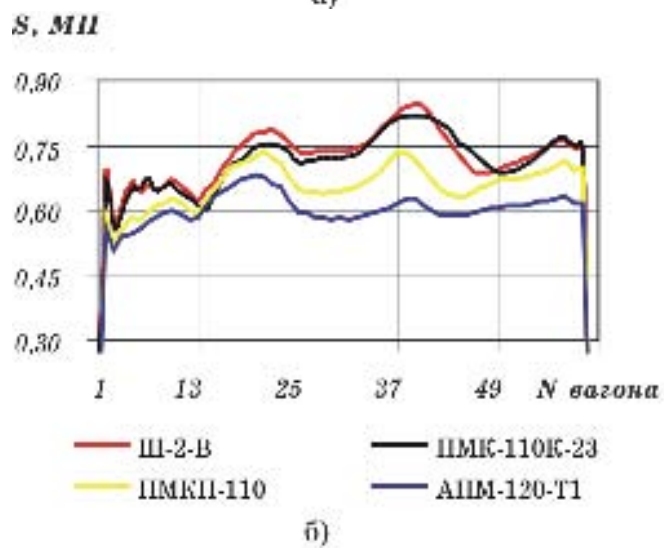
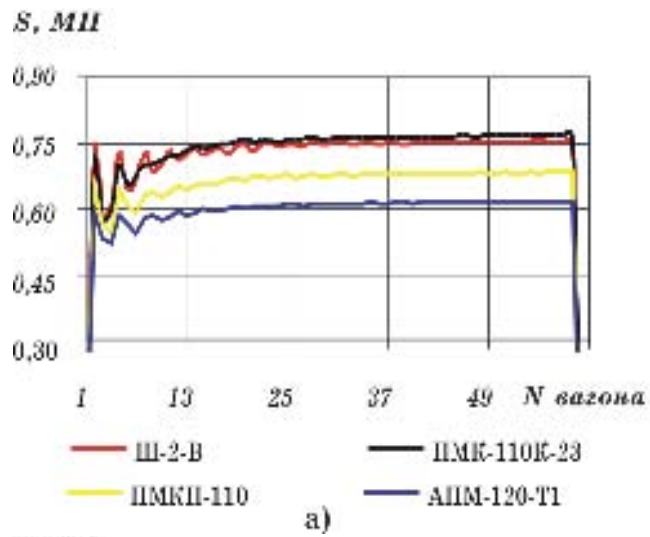


Рис. 1

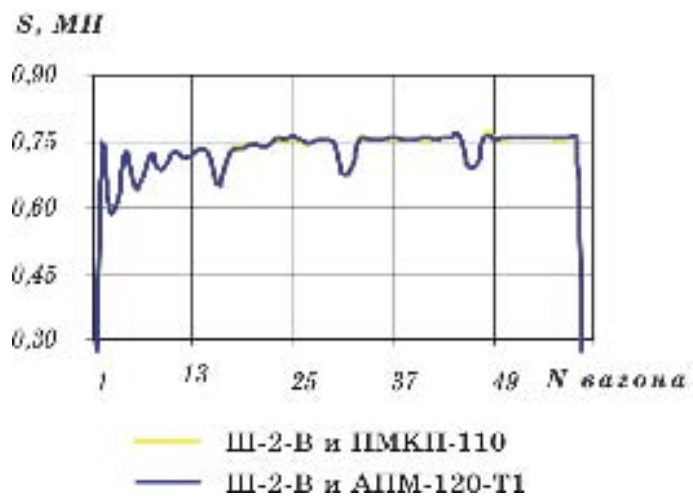


Рис. 2

Анализ полученных результатов показал, что значения максимальных продольных усилий, возникающих в межвагонных соединениях такого поезда, близки к результатам, полученным в случае оборудования всех вагонов аппаратами Ш-2-В (см. рис. 1,а), за исключением усилий, действующих в межвагонных соединениях 16, 31 и 46-го вагонов. Для вагонов, оборудованных как поглощающими аппаратами ПМКП-110, так и АПМ-120-Т1, наблюдается снижение уровня продольных сил в среднем на 10%. В случае, когда указанными поглощающими аппаратами оснащаются два расположенных рядом вагона (15 и 16, 30 и 31, 45 и 46-ой вагоны), закономерности по распределению максимальных продольных усилий по длине поезда сохраняются. Снижение уровня сил наблюдается как перед 16, 31 и 46-ым вагонами, так и перед вагонами, соседними с ними. Так, в случае оборудования вагонов аппаратами АПМ-120-Т1 усилия перед 16, 31 и 46-ым вагоном соответственно составляют 0,61 МН, 0,63 МН и 0,64 МН, что в среднем на 15% ниже тех значений, которые имеют место при использовании поглощающих аппаратов Ш-2-В.

При трогании с места неоднородного поезда наблюдается незначительное снижение уровня продольных сил в сечениях, где установлены перспективные поглощающие аппараты.

Исследуем режим экстренного торможения грузового поезда со скоростью 20 км/ч, вагоны которого оборудованы воздухораспределителями тормозов условного номера 270-005, поставленными на средний режим, и композиционными тормозными колодками. Соответствующие параметры тормозной системы выбраны согласно [7, 8].

На рис. 3 представлены распределения максимальных сжимающих сил по длине состава при экстренном торможении однородного (рис. 3,а) и неоднородного (рис. 3,б) поездов, когда все вагоны оборудованы однотипными поглощающими аппаратами.

Анализ результатов расчетов показал, что при экстренном торможении как однородного, так и неоднородного поезда наибольшие сжимающие силы возникают в хвостовой части состава при оснащении автосцепок вагонов аппаратами Ш-2-В и ПМК-110К-23 и составляют соответственно 0,83 МН и 0,81 МН для однородного поезда и 0,86 МН и 0,83 МН для неоднородного поезда. Наименьший уровень усилий получен при оборудовании вагонов фрикционно-полимерными поглощающими аппаратами. Снижение максимальных значений продольных сил в однородном и неоднородном поездах достигает порядка 24% для аппаратов АПМ-120-Т1 и 17% для аппаратов ПМКП-110.

Оборудование одиночных (16, 31, 46-ого) либо двух соседних (15 и 16, 30 и 31, 45 и 46-ого) вагонов поглощающими аппаратами класса Т1 незначительно влияет на уровень продольных сил, полученный при экстренном торможении однородного поезда, оснащенного серийными аппаратами Ш-2-В. Так, снижение максимальных значений продольных усилий не превышает 2 – 4% при оборудовании отдельных вагонов аппаратами АПМ-120-Т1 и 1 – 2% при оборудовании аппаратами ПМКП-110. Аналогичные результаты получены при экстренном торможении неоднородного поезда.

Таким образом, проведенные исследования показали, что оборудование автосцепок вагонов грузового поезда фрикционно-полимерными поглощающими аппаратами АПМ-120-Т1 и ПМКП-110 позволяет снизить уровень максимальных продольных сил при переходных режимах движения и тем самым

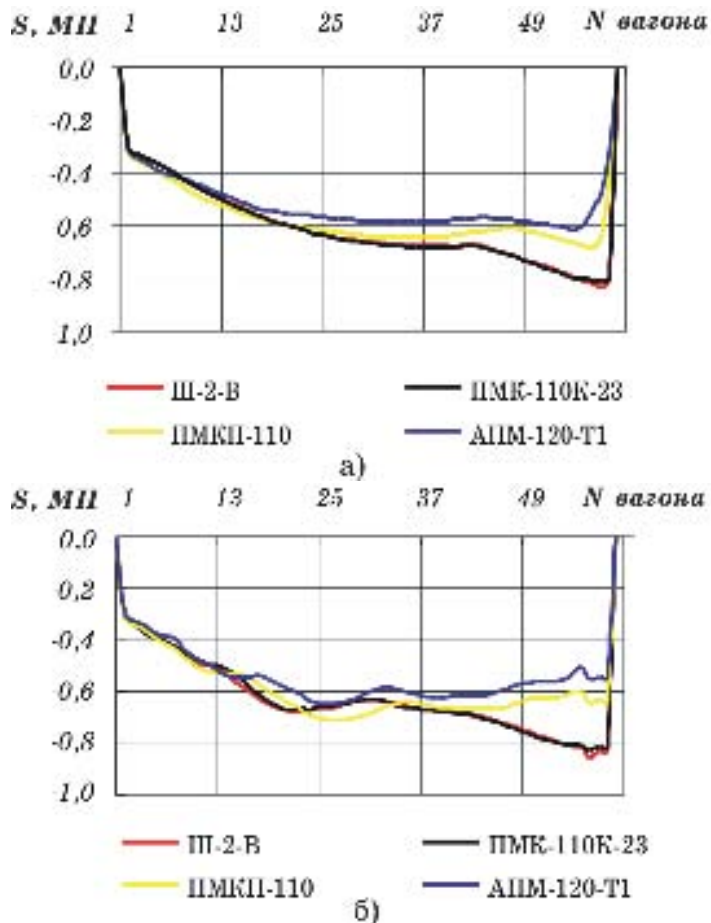


Рис. 3

повысить уровень безопасной транспортировки грузов железнодорожным транспортом.

1. Болдырев А. П. Разработка и внедрение перспективных поглощающих аппаратов автосцепки для грузовых вагонов / А. П. Болдырев, Б. Г. Кеглин // Тяжелое машиностроение. – 2005. – № 12. – С. 20 – 24.
2. Болдырев А. П. Расчет и проектирование амортизаторов удара подвижного состава / А. П. Болдырев, Б. Г. Кеглин. – М. : Машиностроение-1, 2004. – 198 с.
3. Патент на корисну модель № 30763 Україна, МПК 7 В 61 G 9/00 Поглинальний апарат / О. В. Савчук, А. Д. Чепурний, В. М. Бубнов, Є. К. Тусіков, Ф. П. Білий О. В., Кривченко : власник ТОВ “Головне спеціалізоване конструкторське бюро вагонобудування”, заявл. 13.11.2007, опубл. 11.03.2008, Бюл. №5.
4. ОСТ 32.175-2001. Аппараты поглощающие автосцепного устройства грузовых вагонов и локомотивов. Общие технические требования.
5. Блохин Е. П. Динамика поезда (нестационарные продольные колебания) / Е. П. Блохин, Л. А. Манашикин. – М. : Транспорт, 1982. – 222 с.
6. Демин Ю. В. Динамика машиностроительных и транспортных конструкций при нестационарных воздействиях / Ю. В. Демин, Г. И. Богомаз, Н. Е. Науменко. – К. : Наук. думка, 1995. – 188 с.
7. Гребенюк П. Т. Динамика торможения тяжеловесных поездов / П. Т. Гребенюк – М. : Транспорт, 1977. – 180 с.
8. Астахов П. М. Справочник по тяговым расчетам / П. М. Астахов, П. Т. Гребенюк, А. И Скворцова. – М. : Транспорт, 1973. – 116 с.

Ин-т техн. механики
НАН Украины и НКА Украины,
Днепропетровск

Получено 14.04.09,
в окончательном варианте 24.04.09