

Аппроксимация приведенной зависимостью перемещений узлов котла цистерны позволили определить минимальную собственную частоту котла с жидкостью равную 5,2 Гц. По мере уменьшения плотности перевозимого груза значение собственной частоты увеличивается. Для сравнения собственная частота порожнего котла в результате расчета методом конечных элементов получена равной около 18 Гц, что хорошо согласуется с результатами, приведенными в [2].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сенько, В. И. Совершенствование конструкций вагонов с учетом взаимодействия с перевозимыми грузами / В. И. Сенько, А. В. Путьто // Вестник ВНИИЖТ. – 2010. – Вып. № 3. – С. 9–13.
- 2 Шаринов, И. Л. Свободные колебания оболочек котлов железнодорожных цистерн, содержащих жидкость / И. Л. Шаринов // Вестник ВНИИЖТ. – 1982. – Вып. № 3. – С. 38–41.

УДК 629.463.3

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЦИСТЕРНЫ С ЖИДКОСТЬЮ ПРИ УДАРЕ

А. В. ПУТЯТО, Е. О. ЖЕЛЕЗКО, А. Д. ДУДКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Среди огромного объема перевозимых грузов значительную часть занимают сыпучие грузы, перевозимые, главным образом, в полувагонах, крытых вагонах и вагонах бункерного типа. В процессе эксплуатации кузова этих вагонов подвергаются значительным динамическим воздействиям со стороны транспортируемого груза.

Целью работы является оценка продольной динамики 4-осной железнодорожной цистерны с частичным заполнением котла жидкостью при рассмотрении случая соударения вагонов с использованием современных программных средств моделирования и расчета конструкций. Достижение поставленной цели осуществлено в два этапа. На первом этапе выполнен гидродинамический анализ транспортируемой жидкости в котле цистерны при ее ударном нагружении. На втором этапе, используя в качестве исходных данных результаты гидродинамического анализа жидкого груза, рассмотрена задача продольной динамики вагона-цистерны в указанном случае нагружения.

Для анализа поведения жидкости в котле цистерны в программном комплексе ANSYS создана конечно-элементная модель срединной продольной плоскости котла. Построенная плоская область автоматически разбивалась на специализированные конечные элементы, предназначенные для выполнения гидродинамических расчетов на основе использования уравнений Навье-Стокса и неразрывности. На внешние узлы рассматриваемой срединной поверхности котла наложено условие Неймана. В модели предусмотрена возможность изменения характеристик перевозимого жидкого груза (плотность, вязкость), а также рассмотрения различного заполнения котла. Для моделирования поведения жидкости при соударении вагонов к модели приложено продольное ускорение 3,5g, рекомендованное «Нормами для расчета вагонов...». Описанная расчетная модель является параметрической, что позволяет в кратчайшие сроки выполнить моделирование любой геометрии котла с любым наливом жидкости.

Проведя серию расчетов на созданной математической модели для случая транспортировки дизельного топлива и варьируя уровнем заполнения котла жидкостью, получены положения жидкой фракции в котле для различных моментов времени и заполнения.

Для определения результирующей силы, действующей на котел цистерны от перетекающей жидкости, в первую очередь поставлена задача определения закона движения центра масс жидкой фракции для различных наливов. С этой целью рассчитывались координаты центра масс жидкости с шагом 0,06 с на протяжении 0,6 с. Для последующего использования полученных временных зависимостей построенные кривые с высокой достоверностью аппроксимированы степенными полиномами. Далее дифференцируя дважды по времени полиномы, получены законы изменения ускорения центра масс жидкого груза для различных наливов котла. Умножая получаемые результаты ускорений для различных моментов времени на массу жидкости, получен массив результирующих сил, действующих от жидкости на котел, для различных моментов времени и наливов.

Исследование динамики вагона-цистерны выполнялось с использованием программы «Универсальный механизм» разработки Брянского государственного технического университета, позволяющей моделировать динамику твердых тел. Для решения поставленной задачи использована компью-

терная модель вагона-цистерны, представляющая собой кузов, состоящий из котла и рамы, расположенный на двух тележках и оборудованный автосцепными устройствами. Связь между кузовом и тележкой осуществляется через систему «пятник-подпятник». Тележка смоделирована трехэлементной с особенностями динамических параметров, соответствующих тележке модели 18-100.

Для примера рассмотрим особенности силового нагружения модели для анализа динамики вагона при его соударении в случае 60 % заполнения котла. Продольная сила, возникающая в результате взаимодействия при соударении вагонов в автосцепном устройстве, взята из результатов ресурсных испытаний вагона-цистерны. Для простоты приложения значений результирующей силы (\bar{R}_{x_i} , \bar{R}_{y_i}) от протекающей жидкости для каждого рассматриваемого момента времени точка ее приложения перенесена в геометрический центр котла, где прикладываются приведенные результирующие силы $\bar{R}_{x_i}^{np}$ и $\bar{R}_{y_i}^{np}$, что влечет за собой появление дополнительных моментов $M_{O_z}^{R_{x_i}}$, $M_{O_z}^{R_{y_i}}$ (рисунок 1, а).

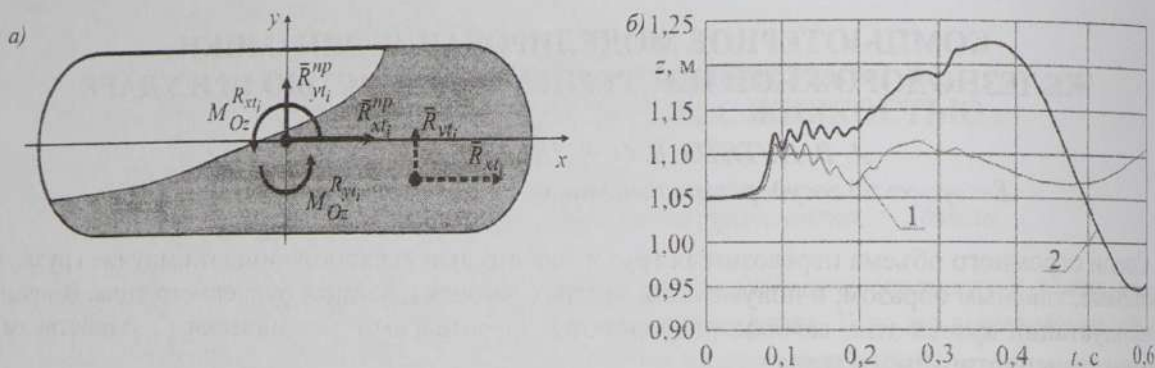


Рисунок 1 – Схема приложения результирующей силы на котел от жидкого груза:

1 – временные зависимости вертикального перемещения автосцепного устройства без учета подвижности жидкого груза, 2 – то же с учетом подвижности жидкого груза

Зафиксировано существенное различие между значениями перемещений в случае учета подвижности жидкости (рисунок 1, б, кривая 2) и при отсутствии ее движения относительно котла (рисунок 1, б, кривая 1).

Установлено, что вертикальное перемещение автосцепного устройства, расположенного с ударной стороны, достигает 170 мм, что может привести к саморасцепу вагонов.

Подобные результаты могут быть получены для любого налива котла.

УДК 629.45.62-192

К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

В. Ф. РАЗОН

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Как известно, надежность вагонов в эксплуатации является комплексным свойством, включающим их безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость. Для поддержания показателей надежности вагонов на должном уровне необходимо качественно и в надлежащие сроки проводить их техническое обслуживание, текущий и плановый ремонт. В свою очередь качественный ремонт невозможен без эффективного снабжения материалами и запасными частями. Их недостаточный запас на складе предприятия приводит к задержке выполнения ремонтных работ и увеличению простоя вагонов в нерабочем состоянии. Чрезмерный запас сопровождается изъятием из оборота предприятия и «омертвлением» значительных денежных сумм, израсходованных для закупки материалов и запасных частей.

Парк пассажирских вагонов, находящихся в эксплуатации на Белорусской железной дороге, характеризуется большим разнообразием конструктивных разновидностей внутреннего оборудования и систем, обеспечивающих комфортные условия перевозки пассажиров, что в значительной мере усложняет снабжение ремонтных предприятий необходимыми запасными частями и материалами.