

– осуществлять особый контроль за молодыми, малоопытными работниками и оказывать практическую помощь в осложненной аварийной обстановке, а лиц, длительно работающих и чересчур самоуверенных, почаще предупреждать, что опыт притупляет бдительность и что к своим действиям следует относиться самокритично, постоянно проявлять максимум бдительности и внимательности;

– внедрять передовые методы труда, поощрять внимательность, бдительность и четкость при выполнении операций и действий, особенно связанных с приемом, отправлением поездов и производством маневровой работы;

– на опыте передовых работников учить других, особенно вновь пришедших, работать на железнодорожном транспорте.

Использование указанных и других рекомендаций в подборе и воспитании людей способствует предупреждению нарушений Правил безопасности движения и случаев брака в работе.

УДК 656.225.073.4

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАННОСТИ ТРАНСПОРТИРУЕМЫХ ШТУЧНЫХ ГРУЗОВ В ВАГОНАХ

О. С. КОЛОМНИКОВА

Белорусский государственный университет транспорта

При перевозке штучных грузов железнодорожным транспортом часто наблюдаются механические повреждения упаковки и самого груза. Причинами этого может быть слабое защитное действие упаковки и креплений, недостаточное трение между упаковкой и полом вагона, или ослабление креплений груза. Чтобы обеспечить безопасность и сохранность грузов выполняют расчет креплений в соответствии с техническими условиями. Однако жестко прикрепить груз к упаковке и саму упаковку к полу вагона по технологическим причинам зачастую невозможно. В таких случаях появляется потребность в определении параметров упаковки и креплений, при которых обеспечивается сохранность груза.

Выполнено исследование динамики системы «груз – упаковка – вагон». Рассмотрен жесткий удар с мгновенной остановкой вагона, который можно классифицировать как аварийное соударение вагонов с заклиненными поглощающими аппаратами автосцепок. При этом расчеты будут выполнены с запасом, так как упругость конструкции вагона приводит к уменьшению ударных ускорений. Именно по этой причине нормативными документами, используемыми на железнодорожном транспорте, установлено предельное ускорение вагона при соударениях 3,5g.

Для учета особенностей свойств различных материалов, из которых изготавливается упаковочная тара и средства крепления груза, разработана обобщенная расчетная схема, включающая перевозимый груз, упаковку и пол вагона. Между грузом и упаковкой, а также упаковкой и вагоном имеются упруговязкие связи. На ее основе создана математическая модель груза и упаковки как системы с двумя степенями свободы. По сравнению с предыдущими исследованиями в данной модели дополнительно учтено действие сил неупругого сопротивления и сухого трения между грузом и упаковкой. Принято, что силы упругости нелинейно зависят от относительного смещения тел, а силы неупругого сопротивления пропорциональны скорости изменения названного расстояния.

Получена система дифференциальных уравнений второго порядка, описывающая движение груза и упаковки:

$$\ddot{x}_1 = -\frac{k_1}{m_1}(x_1 - x_2)^{n_1} - \frac{\alpha_1}{m_1}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) - \frac{1}{m_1}(f_1 m_1 g);$$
$$\ddot{x}_2 = \frac{k_1}{m_2}(x_1 - x_2)^{n_1} + \frac{\alpha_1}{m_2}(\dot{x}_1 - \dot{x}_2) + \frac{1}{m_2}f_1 m_1 g - \frac{k_2}{m_2}x_2^{n_2} - \frac{\alpha_2}{m_2}\dot{x}_2 - \frac{1}{m_2}f_1(m_1 + m_2)g,$$

где m_i , \ddot{x}_i – массы и ускорения каждого тела системы; k_i , α_i , n_i – соответственно коэффициенты жесткости, коэффициенты удельного сопротивления и показатели степени для каждого из тел системы; f_i – коэффициенты сухого трения.

Решение приведенной системы выполнено с применением системы MathCAD методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности.

На основе анализа колебаний груза массой $m = 1000$ кг, имеющего начальную скорость $v_0 = 2,5$ м/с, соответствующую скорости соударения вагонов, при заданном максимальном относительном перемещении, равном 0,05 м, получен следующий результат: минимальным ускорение груза оказывается при показателях степени в выражениях сил упругости, соответствующих 0,3, т. е. при связях с мягкими характеристиками. В этом случае максимальное ускорение груза составляет 4,2g.

Таким образом, при разработке упаковки и креплений грузов необходимо предусматривать введение элементов, допускающих нелинейно-упругое поведение.

Полученные результаты могут быть применены для разработки упаковки, обеспечивающей безопасность транспортировки грузов при аварийных соударениях вагонов.

УДК 662, 528

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА РАСЧЕТА ЗОН ПОРАЖЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА ПРИ АВАРИЯХ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ, СОДЕРЖАЩИХ СДЯВ

С. Г. КОТОВ, В. А. САЕЧНИКОВ, Д. С. КОТОВ
Белорусский государственный университет

Анализ нормативных документов, регламентирующих расчет зон поражения человека при авариях на наружных технологических установках, показал, что метод расчета значений критериев пожарной опасности наружных установок, необходимых для расчета вероятности поражения человека, находящегося на заданном расстоянии от наружной установки, и вероятности поражения человека избыточным давлением и тепловым излучением при реализации аварии легко формализуем. Это позволило разработать алгоритмы расчета значений критериев пожарной опасности наружных установок и вероятности поражения человека, находящегося на заданном расстоянии от наружной установки, избыточным давлением и тепловым излучением.

Разработанные алгоритмы имеют сложную структуру, требующие введения большого количества исходных данных, обработка которых зависит от выполнения многих условий. Вместе с тем внутри алгоритмов имеются типовые блоки, как, например, ввода информации о параметрах и их значениях, что позволило упростить структуру созданного программного средства расчета зон поражения человека, находящегося на заданном расстоянии от наружной установки, избыточным давлением и тепловым излучением при сгорании газо- или паровоздушных смесей. Программное средство зон поражения человека при авариях на наружных технологических установках реализовано в двух вариантах: сетевого программного модуля, написанного на языке Java, и локального программного модуля, представляющего собой электронную таблицу Microsoft Excel.

Ряд наружных технологических установок содержит вещества, которые являются не только взрывопожароопасными, то и токсичными. Для таких объектов, наряду с оценкой вероятности гибели людей избыточным давлением и тепловым излучением, необходимо прогнозировать масштабы заражения сильнодействующими ядовитыми веществами.

Исходя из методики прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте, разработаны алгоритм ввода и обработки значений для прогнозирования глубины зоны поражения при выбросе СДЯВ и алгоритм ввода и обработки значений для прогнозирования глубины зоны заражения при разрушении химически опасного объекта. Основываясь на этих алгоритмах, разработано программное средство прогнозирования масштабов заражения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте, представляющее собой электронную таблицу Microsoft Excel.

Созданные программные средства расчета зон поражения человека при авариях на наружных технологических установках сопряжены с программным средством визуализации, созданным в рамках задания «Разработка программного средства для визуализации карт риска населению Беларуси от природных и техногенных рисков» государственной программы прикладных исследований «Снижение рисков чрезвычайных ситуаций».

В рамках создания разработанных программных средств реализована технология перевода карт с бумажных носителей на электронные. Это позволяет построить любую карту зон поражения человека, выполнить анализ влияния основных факторов на положение зоны поражения. Сформированные электронные карты могут интегрироваться в существующую корпоративную геоинформационную систему Министерства по чрезвычайным ситуациям и в последующем использоваться при составлении планов ликвидации пожаров и аварий на пожаровзрывоопасных объектах, содержащих токсичные вещества.