

состав параметров технологических операций TXO_{ij} ограничивается только запросами времени выполнения операций (τ_{ij}), которое является детерминированной величиной и обычно представляет собой среднюю или нормативную характеристику времени их выполнения. Как только состав параметров расширяется, а сами параметры становятся случайными величинами, задаваемыми соответствующими функциями распределения ($F_{ij}(\tau)$), задача анализа динамики реализации ПС существенно усложняется. В таких случаях СГР неприменимы как из-за вероятностного характера параллельно-последовательного следования технологических операций TXO_{ij} , так и из-за вероятностных значений запросов ресурсов времени и стоимости выполнения технологических операций в составе ПС. В работе для исследования динамики развития производственных систем использовалась имитационная модель (ИМ) ВСГР, которая создавалась с помощью системы автоматизации имитационного моделирования, основанной на агрегатном способе имитации. Вместе с задачами исследования динамики и анализа результатов реализации производственных систем возникает проблема управления ПС с целью обеспечения заданного уровня безопасности его функционирования, что связано с разработкой систем управления надежностью функционирования производственных систем.

Целью данной работы является реализация управления оборудованием производственных систем для снижения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций в процессе его функционирования с помощью программно-технологического комплекса управления. Нами предлагается реализация методики управления в режиме реального времени производственным технологическим циклом на основе системы автоматизации моделирования агрегатного типа с помощью специализированного человеко-машинного комплекса имитации, состоящего из четырех асинхронно работающих компонентов:

- человека-эксперта (*EXPERT*) с низкой скоростью реакции на события, происходящие в ПС в процессе ее функционирования;
- относительно медленно (по сравнению со скоростью человеческой реакции) функционирующей в режиме реального времени производственной системы;
- программной системы (*SPRESH*) управления, контроля функционирования оборудования и принятия решений, которая должна упреждать возможные «нештатные» ситуации на основе реализованных алгоритмов, указаний эксперта, результатов предыдущей имитации и анализа операционной обстановки в ПС;
- имитационной модели ВСГР, которая позволяет прогнозировать будущую ситуацию в процессе функционирования системы.

В основу решения задачи повышения надежности функционирования оборудования производственных систем и обеспечения требуемого уровня безопасности производства положено сочетание идей метода имитационного моделирования, методики сетевого планирования и процедур метода Монте-Карло на базе создания программно-технологического комплекса управления надежностью функционирования оборудования для обеспечения безопасности производственных систем. Решение этой задачи на современном этапе развития производства имеет серьезную техническую поддержку в образе сложных технических систем, которые включают в свой состав измерительные комплексы, технологическое оборудование и обслуживающий персонал, и является актуальным для специалистов, работающих в области оценки безопасности функционирования промышленных предприятий и проектирования высоконадежных производственных систем.

УДК 656.225.073.4

ВЛИЯНИЕ СВОЙСТВ СВЯЗЕЙ В СИСТЕМЕ «ГРУЗ – УПАКОВОЧНАЯ ТАРА – ВАГОН» НА УСКОРЕНИЕ ГРУЗА ПРИ УДАРЕ

О. С. КОЛОМНИКОВА

Белорусский государственный университет транспорта

Для обеспечения сохранности грузов при перевозке железнодорожным транспортом их помещают в упаковку. По технологическим причинам часто невозможно осуществить жесткое крепле-

ние упаковочной тары к полу платформы или вагона, а также самого груза к упаковке. Также в процессе перевозки при соударении вагонов сама упаковка может деформироваться, а в некоторых случаях возможно ее повреждение. Поэтому возникает необходимость нахождения условий, при которых обеспечивается как сохранность грузов, так и целостность упаковки.

Оптимизации подлежат силы, действующие на груз, а также перемещение груза. В работе поставлена задача по установлению влияния параметров крепления и свойств упаковочной тары на динамику системы «груз – упаковочная тара – вагон». Определены законы изменения сил, при которых ускорение и перемещение груза относительно вагона при ударе будет минимальным. Это дает возможности обеспечения сохранности груза при перевозке.

Для учета особенностей свойств различных материалов, из которых изготавливается упаковочная тара и средства крепления груза, нами разработана обобщенная расчетная схема (рисунок 1), включающая перевозимый груз 1, упаковку 2 и пол вагона 3. Между грузом и упаковкой, а также упаковкой и вагоном имеются упруго-вязкие связи.

На ее основе разработана математическая модель груза и упаковки как системы с двумя степенями свободы. Принято, что силы упругости нелинейно зависят от относительного смещения тел, а силы неупругого сопротивления, пропорциональны скорости изменения названного расстояния.

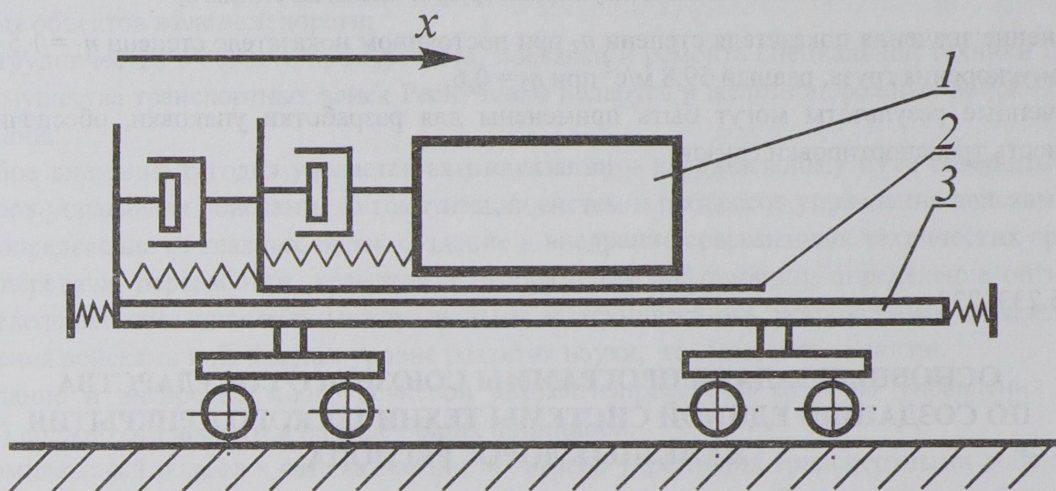


Рисунок 1 – Расчетная схема вагона с грузом

Исходя из того, что перемещение груза не должно превышать 0,05 м, для случая массы груза $m = 1000$ кг, начальной скорости соударения $v_0 = 2,5$ м/с (конечная скорость $v = 0$), получено выражение ориентировочного значения коэффициента упругости в зависимости от показателя степени n :

$$k = 3125 \frac{n+1}{0,05^{n+1}}.$$

С учетом подстановки выражений ускорений груза и ряда преобразований выведена система дифференциальных уравнений второго порядка, описывающая движение груза и упаковки:

$$\ddot{x}_1 = \frac{k_1}{m_1}(x_2^{n_1} - x_1^{n_1}) + \frac{\alpha_1}{m_1}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1), \quad \ddot{x}_2 = -\frac{k_1}{m_2}(x_2^{n_1} - x_1^{n_1}) - \frac{k_2}{m_2}x_2^{n_2} - \frac{\alpha_2}{m_2}(\dot{x}_2 - \dot{x}_1) - F_{\text{тр}},$$

где m_i , a_i – массы и ускорения каждого тела системы; k_i – коэффициенты жесткости; α_i – коэффициенты удельного сопротивления; $F_{\text{тр}}$ – сила сухого трения.

Указанная система решена с применением MathCAD методом Рунге-Кутты четвертого порядка точности. В ходе расчетов, при которых учитывалось наличие только сил упругости, установлено:

- при увеличении показателя степени значение ускорения груза возрастает и при $n = 4$ достигает 20g;
- изменение коэффициентов жесткости практически не влияет на смещение груза относительно упаковки и существенно влияет на перемещение упаковки относительно пола вагона;
- наиболее приемлема мягкая характеристика упругой связи с показателем степени n от 0,3 до 1;
- наименьшие значения ускорения груза имеют при показателе степени $n_1 = 0,3$. Для этого случая построен график зависимости ускорения груза от показателя степени n_2 (рисунок 2).

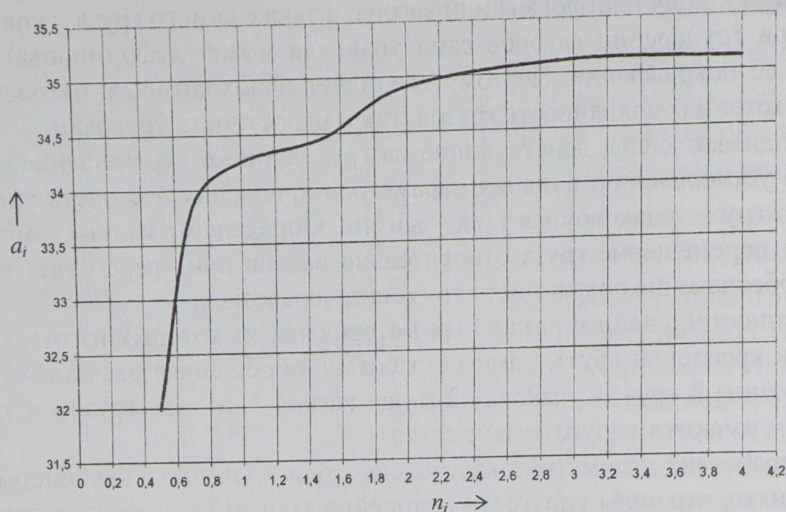


Рисунок 2 – Зависимость ускорения груза от показателя степени n_2

Изменение значения показателя степени n_2 при постоянном показателе степени $n_1 = 1,5$ выявило минимум ускорения груза, равный $59,8 \text{ м/с}^2$ при $n_2 = 0,6$.

Полученные результаты могут быть применены для разработки упаковки, обеспечивающей безопасность транспортировки грузов.

УДК 355.233/.237

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ СОЮЗНОГО ГОСУДАРСТВА ПО СОЗДАНИЮ ЕДИНОЙ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРИКРЫТИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ РЕГИОНА

Н. К. МОДИН, П. Г. ДЕМИДОВ

Белорусский государственный университет транспорта

В проблеме военной безопасности страны важную роль играет транспортное обеспечение Вооружённых Сил, в частности, техническое прикрытие железных дорог (ТП). Именно это обстоятельство подчёркивает постановление Совмина Союзного государства от 29.04.2002 г. № 14 о программе создания единой системы железных дорог региона.

Под ТП понимают комплекс мероприятий, которые проводятся в мирное и военное время на эксплуатируемой транспортной сети в целях всесторонней подготовки объектов, сооружений и устройств, а также восстановительных и эксплуатационных сил и средств к ликвидации последствий внешнего воздействия на транспортную сеть Республики Беларусь.

Сегодня отсутствуют единые нормы, правила и нормативные правовые документы, определяющие порядок построения единой системы технического прикрытия железных дорог Союзного государства, являющейся составной частью единого оборонного пространства. Однако существует необходимость в выполнении ряда организационно-технических мероприятий, которые позволят решать задачи обеспечения военной безопасности и мобилизационной подготовки экономики Союзного государства. Указанная программа включает в себя:

- разработку, согласование и утверждение единых норм, правил и нормативных правовых документов по подготовке железных дорог Союзного государства в целях транспортного обеспечения мобилизационного развертывания и боевых действий региональной группировки войск (сил), мобилизационного развития экономики;