

шить уровень шума в вагонах. Опытные образцы элементов несущей конструкции кузова изготавливались из стеклопластика на основе смолы ПН-1 и стеклоткани марки АСТТ(б). Также был решен вопрос соединения металлоконструкции с конструкционными элементами из стеклопластика.

Как показали многочисленные обследования технического состояния кузовов пассажирских вагонов, одним из наиболее коррозионно повреждаемых элементов металлоконструкции кузова является нижний пояс боковой стены. Поэтому было принято решение оценить прочностные характеристики несущего кузова пассажирского вагона с боковой стеной из стеклопластика. Для этого была разработана пространственная конечно-элементная модель кузова пассажирского вагона для проведения расчетов с использованием пакета прикладных программ DSMFEM. Для составления модели использовались три типа конечных элементов: пластинчатые трех- и четырехугольные и стержневые. Пластинчатые применялись для моделирования обшивки, а также хребтовой, шкворневых, концевых, нижних обвязок боковых стен, противоударных стоек торцевых стен, стоек и продольных стрингеров боковых стен. Расчетная модель разработана для 1/4 части конструкции. Параметры расчетной модели: количество узлов – 37261, количество конечных элементов – 17159.

С использованием разработанной расчетной модели планируется оценить несущую способность различных вариантов конструктивного исполнения боковых стен изготовленных их стеклопластика, в общей системе несущего кузова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Маттейс, В. Х. О некоторых проблемах технико-экономической эффективности внедрения стеклопластиков в несущие узлы кузова пассажирского вагона / В. Х. Маттейс, В. П. Органов, Г. П. Павлушин // Труды ВНИИ вагоностроения. – 1966. – № 3. – С. 69–93.

УДК 658.512.011.56

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА «КОМПАС» ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

В. Б. ПОПОВ

Гомельский государственный технический университет им. П. О. Сухого

В состав программного комплекса «КОМПАС» входит система объемного проектирования «КОМПАС 3D», обеспечивающая параметрическое твердотельное моделирование деталей, сборочных единиц и агрегатов дорожно-строительных машин. Двухмерная параметрическая чертежно-конструкторская система «КОМПАС-ГРАФИК» поддерживает разработку конструкторской документации, в том числе всех необходимых чертежей. «КОМПАС-ГРАФИК» позволяет создавать различные виды конструкторско-технологической документации как на основании разработанной в «КОМПАС 3D» трехмерной модели машины, так и путем плоскостного проектирования объектов, с использованием специальных приложений, ускоряющих процесс проектирования и разработки документации. Оформленная в среде «КОМПАС-ГРАФИК» документация полностью соответствует требованиям ЕСКД к оформлению и изготовлению документов и пригодна для хранения в технических архивах на бумажных носителях или в электронном виде.

Программный комплекс «КОМПАС» включает большой набор прикладных приложений для поддержки автоматизированного проектирования дорожно-строительных машин, которые позволяют ускорить производство трехмерных моделей и чертежей, повысить качество проектной документации. В качестве таких приложений выступают специализированные библиотеки, справочники и автоматизированные системы проектирования. Параметрические библиотеки машиностроительных деталей, штампов, приспособлений, элементов электрических, гидравлических и пневматических схем – вот далеко неполный перечень специализированных библиотек системы «КОМПАС-ГРАФИК».

Автоматизированные системы проектирования тел вращения, пружин адаптированы для конструкторов узлов и агрегатов дорожных машин и обеспечивают не только ускоренное формирование чертежей, но и выполнение расчетов, а также подбор рациональных параметров проектируемых объектов.

САПР технологических процессов «КОМПАС-АВТОПРОЕКТ» позволяет создавать технологическую документацию для различных видов обработки деталей (механообработка, штамповка, сборка, сварка и др.). В системе применяются различные режимы разработки технологических процессов: проектирование на основе техпроцесса-аналога, формирование техпроцесса из блоков типовых операций и переходов, автоматическая доработка типовой технологии на основе параметри-

ческого чертежа детали, формирование индивидуального технологического процесса в диалоговом режиме с использованием справочных баз данных.

Центральным компонентом программного комплекса «КОМПАС» является система управления жизненным циклом изделия (Product Lifecycle Support Management) ЛОЦМАН:PLM. Система корпоративного уровня ЛОЦМАН:PLM обеспечивает накопление, хранение и управление всей информацией и документацией, необходимой для проектирования, изготовления и эксплуатации продукции, выпускаемой предприятием. На этапе подготовки производства обеспечивается накопление данных по результатам конструкторско-технологического проектирования и обмен информацией между инженерными службами. Утвержденная документация передается в другие службы предприятия для материально-технического обеспечения, производства и эксплуатации выпускаемой техники.

В результате использования комплекса «КОМПАС» обеспечивается превращение электронных данных о дорожно-строительной машине в важнейший бизнес-ресурс предприятия, который обеспечивает разработку и сопровождение конкурентоспособной продукции, сокращая время её выхода на рынок, повышая качество и снижая затраты на проектирование, производство и поддержку. Помимо этого затраты на обучение освоения «КОМПАСа» в вузе в стоимостном выражении обходятся на порядок ниже, чем на предприятии.

УДК 629.463.3

ОЦЕНКА НАГРУЖЕННОСТИ КУЗОВА ВАГОНА ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С ГРУЗОМ

А. В. ПУТЯТО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Рассмотрены особенности продольной динамической нагруженности кузова вагона для перевозки минеральных удобрений модели 19-9774 (разработка РУПП «БелАЗ») на основе конечно-элементной модели, приведенной в [1]. В качестве физического уравнения состояния сыпучей среды принята модель упруго-идеальнопластического материала, которая согласно многочисленным экспериментам с различными типами сыпучих сред при различных режимах нагружения позволяет получать результаты с достаточной для практических приложений точностью. Численная реализация разработанной математической модели выполнена с использованием программного комплекса ANSYS. Свойства материала сыпучего груза представлены следующими характеристиками: плотность сыпучего груза $\gamma = 1300 \text{ кг/м}^3$; угол естественного откоса $\varphi = 380$; модуль упругости $E = 106 \text{ Н/м}^2$; коэффициент Пуассона $\mu = 0,27$; величина когезии $c = 20000 \text{ Н/м}^2$; угол дилатансии – 380 (ассоциированный закон течения). С целью учета сцепления сыпучего груза с твердыми стенками кузова решалась контактная задача с коэффициентом трения в границе раздела «сыпучий груз – металл», равным 0,3.

Задача оценки нагруженности кузова вагона грузов решалась в два этапа. На первом этапе выполнялся расчет статической осадки груза в кузове вагона, на втором, базируясь на результатах первого этапа, выполнялся расчет с учетом системы сил, обусловленной особенностями рассматриваемого режима движения. Для первого этапа следует отметить разброс значений контактного давления с последующей стабилизацией к величине статического давления (осадка груза), что говорит о важности выбора временного диапазона, позволяющего сыпучему грузу «осесть». При моделировании второго этапа, начинающегося с 30 с, выполнялось варьирование величиной продольного ускорения от 0 до $3,5g$, где g – ускорение свободного падения. Установлено, что при действии продольного ускорения $3,5g$, рекомендованного «Нормами для расчета...» [2], максимальное давление практически по всей высоте торцевой стены реализовывается в первые доли секунды (мгновенное приложение ускорения), а затем несколько снижается и стабилизируется. Отклонение максимального значения давления от установившегося находится в пределах 10–12 % при высоте стены от 0 до $0,5h_{тс}$, где $h_{тс}$ – высота торцевой стены. Далее, по мере увеличения высоты, указанное отклонение возрастает на порядок. Подобный эффект был обнаружен при анализе нагруженности кузова полувагона [3], где динамический анализ движения сыпучего груза позволил выявить относительную подвижность верхнего слоя груза при больших градиентах продольного ускорения. Следует отметить, что расчеты при различных значениях продольного ускорения показали сглаживание указанного эффекта по мере снижения ускорения.