

мых результатов наблюдались непосредственно в указанных зонах концентрации напряжений. Качество сетки повышалось последовательным уменьшением размера конечных элементов до тех пор, пока шаг уменьшения площади конечных элементов в сетке соответствовал малому приращению значения максимального эквивалентного напряжения в рассматриваемом узле.

Уменьшение площади конечного элемента (увеличении густоты разбивки) независимо от его формы (типа) ведет к увеличению значений напряжений до определенного уровня. Дальнейшее сгущение конечно-элементной сетки не приводит к значительному уточнению возникающих максимальных напряжений, однако существенно увеличивает время расчета.

Последняя редакция модели танк-контейнера имела 70810 узлов и 67874 конечных элемента, время расчета при этом выросло в 3,5 раза по сравнению с первоначальным результатом. Данную конечно-элементную модель будем считать эталонной с точки зрения получения достоверных данных НДС конструкций танк-контейнеров (рисунок 1).

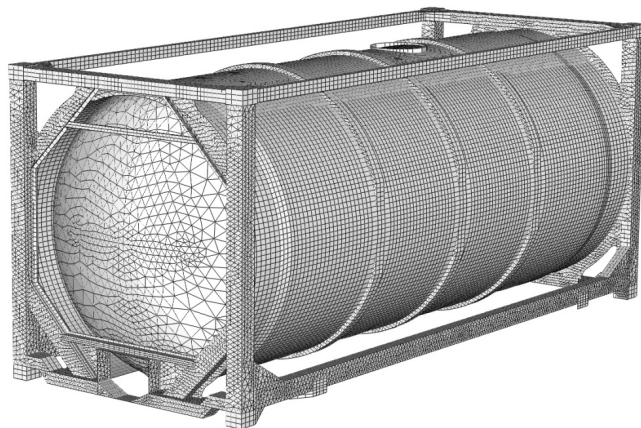


Рисунок 1 – Обоснованная расчетная модель танк-контейнера

Выполнена оценка влияния густоты сетки на точность расчета НДС. Проведена серия многовариантных расчетов конечно-элементных моделей прототипа танк-контейнера, отличающихся величиной дискретизации сетки конечных элементов, в ходе чего было выявлено, что для получения достаточно точной величины возникающих напряжений в элементах конструкции важную роль играет правильность разбиения геометрической модели танк-контейнера конечными элементами. Использование крупной сетки приводит к получению заниженных значений напряжений. При уменьшении размера конечного элемента в 4,5 раза с образованием 70810 степеней свободы значения напряжений могут увеличиваться на 20 % в одном и том же узле. Это, в свою очередь, может оказывать влияние на правильность принимаемых технических решений на этапе проектирования контейнеров-цистерн, а впоследствии может отразиться и на результатах дорогостоящих натурных испытаний.

Выявлено значительное влияние размера конечного элемента на величину напряжений, особенно в наиболее опасных сечениях конструкции. В зонах с отсутствием концентрации напряжений изменение размера конечного элемента не оказывает существенного влияния на величину напряжений.

Для практических расчетов конструкций танк-контейнеров, получения удовлетворительных результатов рекомендуется использовать в расчетной модели средний размер конечного элемента как треугольного, так и четырехугольного в конструкции рамы со стороной ~30 мм, а для котла ~60 мм.

УДК 629.463

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА УДАРНЫХ ИСПЫТАНИЙ И ПОСТРОЕНИЕ СИЛОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОГЛОЩАЮЩИХ АППАРАТОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ В ИЦ ЖТ «СЕКО»**

*С. В. МАКЕЕВ, А. А. ЖЕЛЕЗНЯКОВ*

*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Решение задач безопасной эксплуатации подвижного состава на сети железных дорог во многом зависит от обеспечения поглощающими аппаратами заданного уровня сил и хода при заданном значении изменения скорости. При проектировании поглощающих аппаратов эти качества учитываются с использованием традиционных оценок силовой характеристики – энергоемкости, коэффициента полноты силовой характеристики и др.

При приемочных и других видах испытаний поглощающих аппаратов автосцепного устройства грузовых вагонов необходимой задачей является получение и анализ динамических силовых характери-

стик. Результаты испытаний считают положительными, если расчетные показатели (энергоёмкость при номинальной и максимальной силе, номинальная скорость соударения, коэффициент необратимого поглощения энергии) соответствуют нормативным значениям, установленным ГОСТ 32913. Для получения динамической силовой характеристики ГОСТ Р 55185 предусматривает два метода: копровых испытаний и при соударении вагонов. Метод копровых испытаний требует использования оборудования, которое отсутствует в Республике Беларусь, в связи с чем в ИЦ ЖТ «СЕКО» было решено реализовать метод испытаний при соударении вагонов. Для этого использовалась существующая испытательная база: стенд-горка, позволяющая устанавливать скорости соударения вагонов до 4–4,5 м/с, и вагоны, усиленные и загруженные сыпучим грузом до массы брутто  $100 \pm 5$  т. Проводились соударения двух груженых вагонов. Ударяемый, оборудованный испытуемым поглощающим аппаратом, стоял неподвижно на горизонтальном участке пути в незаторможенном состоянии, а вагон-«боек», оборудованный серийным поглощающим аппаратом, накатывался на него с заданной скоростью. Соударения начинались с малых скоростей до скорости, при которой происходило закрытие испытуемого аппарата.

Для регистрации значений силы и хода аппарата в процессе удара применялся аппаратно-программный комплекс, включающий в себя автосцепку-динамометр тензометрическую, тросовый датчик линейных перемещений и многоканальный измерительный комплекс НВМ МGSplus с набором измерительных модулей и соединительных плат. Данный комплекс позволяет снимать значения силы и хода аппарата во всем диапазоне скоростей соударения с дискретизацией 400 Гц, что дает представительные зависимости для всех фаз удара. Например, при нормативных скоростях соударения при длительности фазы сжатия 0,1–0,2 с отслеживаются изменения силы, вызванные автоколебаниями (рисунок 1).

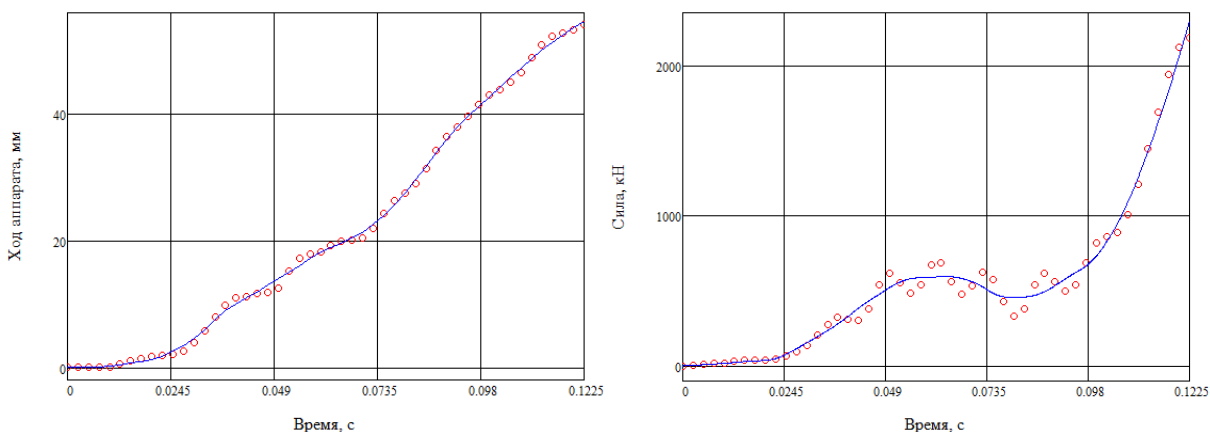


Рисунок 1 – Изменение хода аппарата и силы в процессе удара:  
( $\circ\circ\circ$  – экспериментальные данные; — — результат аппроксимации)

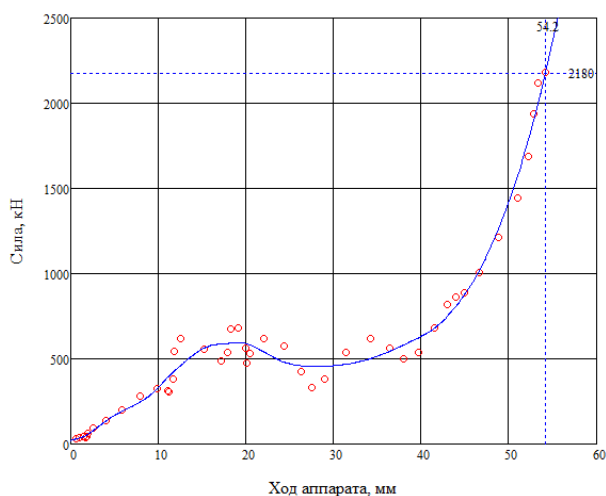


Рисунок 2 – Линия нагрузки динамической силовой характеристики:

( $\circ\circ\circ$  – экспериментальные данные; — — результат аппроксимации)

Для обработки исходных данных, построения и анализа силовой характеристики использована вычислительная среда MathCAD. При построении автоматизированного алгоритма обработки данных применялись методы аппроксимации с оценкой ее достоверности по значению коэффициента корреляции. Возможность быстрого задания аппроксимирующей функции позволяет оперативно рассчитывать необходимые показатели динамической силовой характеристики, при этом сохраняя, в случае необходимости, особенности ее изменения (рисунок 2).

Для проверки правильности получения исходных данных, их обработки и построения динамической силовой характеристики при реализации метода соударения вагонов в ИЦ ЖТ «СЕКО» были выполнены предварительные ис-

пытания полимерно-фрикционных поглощающих аппаратов КМТ-118С производства ООО «Завод Композит». Результаты испытаний подтвердили значения, ранее полученные при испытаниях данных аппаратов в АО «ВНИИЖТ».

Проведенная работа по апробации используемого оборудования и средств измерения при проведении испытаний поглощающих аппаратов грузовых вагонов с последующей обработкой полученных первичных данных подтверждает правильность реализации метода соударений вагонов в ИЦ ЖТ «СЕКО» БелГУТа на существующей стенд-горке (соответствие ГОСТ Р 55185–2012) и позволит в дальнейшем использовать его для всех видов испытаний фрикционных поглощающих аппаратов, в том числе сертификационных.

УДК 629.4.:62-69

## **ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ПЕРЕДАЧИ АВАРИЙНЫХ СИГНАЛОВ О ТЕХНИЧЕСКОМ СОСТОЯНИИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА**

*А. С. МАРКОВНИК*

*РУП «Белтелеком», Гомельский филиал*

Важнейшим направлением для повышения безопасности движения поездов является совершенствование методов непрерывного и периодического контроля технического состояния ходовой части вагонов и локомотивов. Для этого широко используются микропроцессорные комплексы средств контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда типа КТСМ-01Д и КТСМ-02. С их помощью в поезде могут определяться перегретые буксы и другие неисправности. В зависимости от температуры корпуса буксы аппаратура выдает сигналы тревоги: «Тревога 0», «Тревога 1», «Тревога 2». Для повышения безопасности движения поездов важно обеспечить высокую надежность передачи сигналов тревоги машинисту локомотива. Снижение скорости и остановка поезда на станции (по сигналам «Тревога 0» и «Тревога 1») или на перегоне (по сигналу «Тревога 2») позволяют вовремя предупредить разрушение буксового узла и снизить риск крупной аварии.

Внедрение Автоматизированной системы контроля подвижного состава (АСК ПС), предназначено для централизованного контроля технического состояния подвижного состава и совершенствования технического обслуживания средств контроля. Централизация позволяет не только следить за развитием неисправностей ответственных узлов подвижного состава на участке движения поездов между пунктами технического обслуживания вагонов, но и своевременно выявлять отказы и сбои в работе самих средств контроля. Для реализации функций контроля система АСК ПС обеспечивает внушительный список опций. В реальном масштабе времени на экран монитора выводится перечень пунктов контроля с температурами настройки средств контроля, журнал загрузки программного обеспечения АРМ ЦПК, расширенный режим поиска подвижных единиц по заданному условию (типу и числу подвижных единиц; числу осей; уровням сигналов более заданного значения; выборке показаний с тревожной сигнализацией разного уровня; обнаруженным в поезде неисправностям вагонов и локомотивов, в том числе с неисправными тормозами, нагревом шкивов, с приработкой подшипника, отцепкой подвижных единиц).

Для обеспечения безопасности перевозочного процесса в составе системы АСК ПС функционирует автоматическая подсистема речевого оповещения ПРОС–1М. При обнаружении в контролируемом поезде вагона с перегретой буксой система АСК ПС формирует сигнал тревоги, а подсистема ПРОС–1М обеспечивает передачу с помощью радиостанции речевого сообщения об этом сигнале машинисту локомотива. Передача осуществляется в автоматическом режиме с применением аналоговых локомотивных радиостанций типа 43 РТС-А2-ЧМ, РС-6 «Транспорт», РУ-1Б. Работа этих радиостанций в условиях мощных атмосферных помех затрудняет правильное восприятие машинистом локомотива речевого сообщения о сигнале тревоги.

Для повышения безопасности движения поездов внедряется комплекс локомотивных устройств безопасности КЛУБ-У. В состав этого комплекса входит цифровая радиостанция для идентификации местоположения поезда на участке железной дороги. Очевидно, что дублирова-