

контактных элементов. Для решения используется логический контактный элемент с возможностью задания силовой характеристики контактного слоя.

Для расчета была построена параметризованная конечно-элементная модель (в расчет введена $\frac{1}{4}$ его часть аппарата). При задании конкретного значения хода программы ввода комплекса строят конечно-элементную модель всех деталей клиновой системы и корпуса аппарата при строгом согласовании положения деталей и сеток конечных элементов на поверхностях контакта. Модель содержит более 40000 конечных элементов и более 30000 узлов, в модели реализовано 5 поверхностей контакта.

Анализ результатов показал, что для неприработанного аппарата контакт между корпусом и подвижной пластиной происходит практически по линии. Это приводит к очень высоким расчетным значениям контактных давлений, в эксплуатации по мере приработки они станут меньше, однако при этом форма пластин из металлокерамики существенно меняется и снижает начальную загрузку. Уровень напряжений в корпусе достаточно велик, особенно при большом ходе аппарата и в отдельных зонах превышает предел текучести. Время решения позволяет выполнить анализ НДС для нескольких расчетных положений, но неприемлемо для решения задачи моделирования износа где необходимо выполнять тысячи таких расчетов.

Для ускорения решения контактной задачи предлагается использовать метод сил. В этом случае решение контактной задачи включает довольно трудоемкий этап формирования матриц влияния для всех узлов контактных поверхностей (это занимает несколько часов), а определение контактных давлений для конкретной нагрузки требует всего несколько секунд. Учет трения в данной задаче возможен, поскольку направление относительного движения взаимодействующих тел известно.

Общий алгоритм моделирования износа в этом случае включает:

- 1 Формирование конечно-элементной модели аппарата с исходными размерами и формой.
- 2 Сбор статистики о распределении сил соударения и хода аппаратов в эксплуатации.
- 3 Решение контактной задачи для множества значений действующих на аппарат сил, при прямом и обратном ходах.
- 4 Определение для каждого узла поверхности работы сил трения на множестве соударений с заданным статистическим распределением сил удара.
- 5 Изменение формы поверхностей трения за счет удаления изношенного материала. Принято предположение о пропорциональности износа работе сил трения.

6 Если расчетный период моделирования истек – закончить, иначе – повтор с шага 3.

Для реализации такого алгоритма необходимо решить ряд частных задач, в том числе и по установлению реальных параметров металлокерамики фрикционных пластин и зависимостей износа для них при различных режимах трения.

Решение такой задачи позволит предсказать изменение характеристик аппарата в процессе эксплуатации и подобрать рациональную форму фрикционных элементов, обеспечивающих минимальное изменение рабочих характеристик в течение срока службы.

УДК 629.46.65

ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ ТОРЦЕВОЙ СТЕНЫ ПОЛУВАГОНА НА НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ КУЗОВА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УДАРНЫХ НАГРУЗОК

В. В. ПИГУНОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В работе рассматривались различные варианты конструктивного исполнения торцевой стены полувагона и исследовалось их влияние на напряженное состояние кузова. Напряженное состояние оценивалось при расчете на ударное воздействие. Расчетные схемы кузова полувагона принимались комбинированными пространственными для $\frac{1}{2}$ части.

Расчет кузова выполнялся по I режиму нагружения на вертикальную статическую и продольную силы, а также на усилие распора сыпучего груза. Вертикальная статическая сила принима-

лась в виде равномерно распределенной нагрузки по хребтовой и боковым балкам, а усилие распора сыпучего груза – в виде неравномерной распределенной нагрузки по боковой стене и равномерно распределенной – по торцевой стене. Продольная сила составляла при расчете на ударное воздействие 300 тс.

Расчет выполнялся методом конечных элементов (МКЭ). Для составления расчетной схемы кузова полувагона по МКЭ использовались стержневые и пластинчатые конечные элементы. Рассматривались три расчетные модели кузова полувагона с торцевыми стенами, подкрепленными:

- тремя горизонтальными поясами;
- тремя промежуточными стойками;
- поясами и стойками.

Расчеты, выполненные для рассматриваемых вариантов конструктивного исполнения торцевой стены, показали следующее.

В случае подкрепления торцевой стены тремя поясами расчетные напряжения превысили допускаемые по двум верхним горизонтальным поясам и обшивке торцевой стены. Наибольшая величина превышения имела место по среднему горизонтальному поясу.

При рассмотрении второго варианта – подкреплении торцевой стены тремя стойками – расчетные напряжения превысили допускаемые по следующим элементам торцевой стены: верхней обвязке, подкрепляющим стойкам и обшивке. Максимальные напряжения получены для промежуточных стоек. При этом уровень расчетных напряжений оказался ниже напряжений, полученных для первого варианта.

Расчет, выполненный для третьего варианта конструктивного исполнения торцевой стены, показал незначительное превышение уровня напряжений допускаемых по следующим элементам торцевой стены: верхней обвязке, нижнему горизонтальному поясу, подкрепляющим стойкам и обшивке. Наибольшие расчетные напряжения имели место для средней стойки.

Анализ результатов, полученных для рассматриваемых вариантов конструктивного исполнения торцевой стены, показывает, что наибольшие расчетные напряжения для элементов торцевой стены имеют место в случае ее подкрепления горизонтальными поясами, меньшие значения напряжений – при подкреплении стены стойками. В наибольшей степени прочность торцевой стены обеспечивается для комбинированного варианта исполнения торцевой стены – подкрепления ее стойками и поясами. Этот вариант позволяет обеспечить прочность конструкции стены при расчете на ударное воздействие за счет использования подкрепляющих элементов замкнутого трубчатого сечения с требуемыми геометрическими характеристиками.

УДК 629.463.65

РАСЧЕТНАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ПОЛУВАГОНА С ХРЕБТОВОЙ БАЛКОЙ В КОНСОЛЬНЫХ ЧАСТЯХ

А. В. ПИГУНОВ, Д. Е. МАНДРИК, Д. В. СЕРГЕЕВА, Ю. Н. СТЕПАНЕЦ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Воронежские специалисты НПП «Технологический центр», имеющего статус инженерного центра «Воронежского акционерного самолетостроительного общества» (ВАСО), разработали полувагон, выполненный из алюминиевых сплавов со сниженной массой тары. При грузоподъемности 82 тонны он на 8 тонн легче стального, а значит, меньше затраты энергии на его перемещение. Объем кузова нового полувагона почти на 13 м³ больше традиционного полувагона.

Конструкция полувагона представляет интерес в связи с тем, что боковые и торцевые стены кузова бесстоечной конструкции. Для обеспечения их необходимой прочности применены крупногабаритные прессованные панели из алюминия с внутренними ребрами жесткости и замкнутым наружным контуром, что позволило отказаться от традиционных стоек, а необходимая высота стен обеспечивается набором из четырех данных панелей. Для стыковки боковых и торцовых стен применен профиль в виде уголка. Для усиления верха торцевой стены дополнительно установлен усиливающий пояс.