

Данный метод использован при разработке программы расчета оси колесной пары на языке Бейсик для персональных ЭВМ. Реализация программы расчета оси колесной пары на ЭВМ позволяет выполнять варианты расчетов и исследовать зависимость показателей, характеризующих статическую и усталостную прочность от конструктивных особенностей оси и осевой нагрузки.

Разработанная программа является универсальной, работает в режиме диалога и предусматривает два основных режима расчета: расчет оси колесной пары грузового и пассажирского вагонов.

При расчете оси учитываются следующие основные силы, действующие на колесную пару: вертикальные, передающие на шейки оси; боковые; вертикальные инерционные.

Для выполнения расчета необходимо прежде всего задаться типом вагона и вариантом конструктивного исполнения оси: сплошная или полая, с цилиндрической или конической средней частью, с торцовым креплением подшипников гайкой или шайбой и др.

В результате расчета на печать выдаются значения сил, действующих на колесную пару и ось, а по каждому расчетному сечению – изгибающие моменты (от расчетных сил и вертикальной статической силы), напряжения (от расчетных сил, вертикальной статической силы и допускаемые), коэффициенты перегрузки (минимальное и максимальное значения), расчетные коэффициенты запаса усталостной прочности и показатели надежности. Затем для оси в целом выдаются расчетная и нормативная вероятности безотказной работы и допускаемое значение коэффициента запаса усталостной прочности.

С помощью разработанной программы был проведен анализ результатов расчета оси колесной пары по Нормам 1983 и 1996 годов, а также исследовано влияние конструктивных особенностей оси на ее напряженное состояние.

Как известно, методики расчета осей по Нормам 1983 и 1996 года несколько различаются. В частности, по Нормам 1996 года не учитывается вертикальная составляющая от действия ветровой нагрузки, отличаются величины показателей, входящих в формулы для определения коэффициентов вертикальной и горизонтальной динамики и др. Расчеты выполнялись для оси грузового вагона с цилиндрической средней частью для осевой нагрузки 230 кН. Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что несмотря на имеющиеся различия в методиках расчета Норм 1983 и 1996 годов, напряженное состояние изменяется по сечениям незначительно.

Далее исследовалось влияние конструктивного исполнения оси на ее напряженное состояние. Рассматривались три варианта конструктивного исполнения оси:

- тип РУ1 – сплошная с торцовым креплением подшипников гайкой;
- тип РУ1Ш – сплошная с торцовым креплением подшипников шайбой;
- тип РУ1Ш – полая с торцовым креплением подшипников шайбой.

Все эти оси имеют диаметр шейки оси 130 мм, средней части – 172 мм. Различаются у них только диаметры подступичной части: для сплошных осей типа РУ1 и РУ1Ш – 194 мм, для полых осей РУ1Ш – 202 мм.

Проанализировав полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

– все три конструкции оси не являются равнопрочными, т.е. по каждому расчетному сечению напряжения и коэффициенты запаса усталостной прочности различны. Но в целом по каждому сечению они изменяются незначительно для всех трех вариантов;

– наибольшие напряжения для всех конструкций имеют место в расчетном сечении 5-5, наибольшие значения коэффициентов запаса усталостной прочности – в сечении 4-4;

– наименьшие напряжения и значения коэффициентов запаса усталостной прочности получены соответственно для сечений 4-4 и 3-3;

– в целом менее напряженными являются сечения оси типа РУ1Ш (кроме сечения 4-4).

УДК 629.463.62

О МОДЕРНИЗАЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ ПОД ВАГОН ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ЛЕСА

В. В. ПИГУНОВ, Д. С. БАБИНА, И. И. ХМЕЛЕВСКАЯ
Белорусский государственный университет транспорта

В данной работе рассмотрены вопросы, связанные с модернизацией универсальных платформ с деревянным настилом пола модели 13-401 под платформу для перевозки леса и лесоматериалов.

В результате проведенного анализа конструкций вагонов для перевозки леса в США, Канаде, Европе и странах СНГ были приняты к разработке два варианта.

Первый вариант – платформа с шестнадцатью сдвоенными вертикальными боковыми стойками, связанными в поперечном направлении соединительными поперечными балками замкнутого коробчатого сечения с двумя гребенками. Предусмотрена установка торцевых стен и концевых частей боковых стен. Неподвижные торцевые стены и гребенки предназначены для крепления грузов в продольном направлении.

Торцевая стена состоит из двух угловых стоек (швеллер № 30), двух промежуточных стоек переменного по высоте сечения (двутавр № 40), верхней обвязки (швеллер № 30) и двух горизонтальных поясов (неравнобокий уголок 140x90x8 мм).

Сдвоенная вертикальная боковая стойка сварена из двух швеллеров № 14, связанных между собой двумя продольными связями в виде двутавров, и опирающаяся на горизонтальную полку. Техническая характеристика вагона: грузоподъемность 64 т, масса тары 24 т.

Второй вариант – платформа с шестнадцатью одинарными боковыми стойками из двутавра № 18а, между которыми размещаются соединительные поперечные балки коробчатого сечения с одной гребенкой.

Торцевая стена состоит из двух угловых (уголок 250x160x18 мм) и двух промежуточных (двутавр № 20а) стоек, верхней обвязки (уголок 250x160x12 мм) и трех горизонтальных поясов (100x63x8 мм). Отсутствуют концевые части боковых стен, а угловые стойки торцевых стен связаны с крайними боковыми стойками с помощью трех продольных элементов (уголок 100x63x8 мм). Техническая характеристика вагона: грузоподъемность 67 т, масса тары 21,3 т.

В обоих вариантах обшивка торцевых стен и пола выполнена из металлического листа соответственно 5 и 3 мм. Шаг установки боковых стоек соответствует шагу установки скоб для лесных стоек. Платформы предназначены для эксплуатации в габарите 1-Т.

В процессе модернизации предусматривается демонтаж деревянного настила пола, скоб для лесных стоек, боковых и торцевых бортов, а также узлов их крепления.

Для оценки прочности предлагаемых вариантов модернизации были разработаны расчетные конечно-элементные модели, базирующиеся на методе конечных элементов. Для составления моделей использовался программный пакет DPMFEM.

Расчетные модели принимались пространственными для ¼ части кузова. Все балки и стойки кузова моделировались стержневыми конечными элементами, обшивка стен и пола – пластинчатыми конечными элементами (3- и 4-угольными). Общее количество узлов моделей составило 221, а число конечных элементов – 365 и 344 соответственно.

Расчет выполнялся по I режиму нагружения на действие вертикальной статической и продольной нагрузок, а также давления распора скатывающегося груза.

Вертикальная статическая нагрузка принималась равномерно распределенной по хребтовой и боковым балкам. Усилие распора скатывающегося груза на боковые стойки учитывалось в виде неравномерно распределенной (треугольной) нагрузки, а на торцевые стены – в виде равномерно распределенной.

Учитывалось также дополнительное воздействие на торцевую стену продольной равномерно распределенной нагрузки, возможной при соударении вагонов. При этом предполагалось, что данная нагрузка воспринимается нижней частью стены до высоты 600 мм по всей ширине кузова.

Выполненные расчеты показали, что все элементы конструкции модернизированной платформы для обоих вариантов отвечают требованиям прочности.

Наиболее нагруженным для первого и второго вариантов оказался один и тот же элемент торцевой стены с напряжениями 232 и 252 МПа (коэффициентами перегрузки 0,951 и 0,873) соответственно.