

мента измерительного устройства. Наклеенные активные и компенсационные датчики высокого удельного сопротивления $R = (200,5 \pm 0,3)$ Ом сушат при температуре $180 - 200^\circ\text{C}$ в течение 4 ч (тарировку производят перед испытаниями и после испытаний, при этом используют балочку равного сопротивления изгибу). Замер оценочных растягивающих напряжений выполняют при помощи измерительной системы, включающей преобразователь и измеритель сигналов. Выполняется математическая обработка полученных экспериментальных данных согласно принятой методике экспериментально-теоретического исследования прочности сопряжения тепловых поперечно-прессовых соединений. Для расчета контактного давления снимаемые напряжения усредняются по количеству точек измерений и числу опытов. Точность определения напряжений и соответственно величин контактного давления и натяга определяют методами теории вероятности. На основании теоремы о дисперсии суммы нескольких независимых случайных величин определяют среднее квадратичное отклонение величин напряжений, доверительный интервал изменения средней величины напряжений, усредненные по длине соединения с гарантированным натягом напряжения $\sigma = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \sigma_i$, где

m – количество точек измерения напряжений. Учитывая соотношение $P = \sigma_i \left[1 - (d/d_n)^2 \right] / 2(d/d_n)^2$ определяют среднее квадратичное отклонение величины контактного давления в соединении с диаметром сопряжения d и наружным диаметром d_n . Усредненные значения напряжений используют и для определения фактической величины гарантированного натяга в сопряжении по вытекающим из решения Ляме-Гадолина зависимостям.

Достижимое повышение степени достоверности оценки величины действительного натяга в сопряжениях внутренних колец роликовых буксовых подшипников с шейками осей колесных пар вагонов при реализации описанного выше способа автоматизированного контроля на завершающем этапе процесса тепловой сборки деталей позволяет существенно повысить уровень надежности ходовых частей подвижного состава рельсового транспорта.

УДК 656.212.5

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЦИСТЕРН ПРИ РОСПУСКЕ С СОРТИРОВОЧНОЙ ГОРКИ

А. О. ШИМАНОВСКИЙ, Н. В. ВОДЯНОВИЧ, А. В. СЕМЕНКОВА

Белорусский государственный университет транспорта

Отличие динамики цистерн от вагонов иных типов связано с возможностью перемещения груза относительно кузова вагона. Поскольку масса перевозимой жидкости соизмерима с массой порожней цистерны, то при движении цистерн может наблюдаться их подергивание, вызванное перетеканием жидкости внутри котла. Это, в свою очередь, приводит к неправильной работе устройств для прицельного торможения на сортировочных горках, а иногда становится причиной схода вагонов с рельсов. Поэтому целью работы стало установление возможностей уточненного определения тормозного пути цистерн с учетом относительного перемещения жидкости в резервуаре цистерны.

При роспуске вагонов с горки скорость отцепа после прохождения третьей тормозной позиции должна быть такой, чтобы движущийся с горки отцеп как можно ближе подъезжал к вагонам, уже находящимся на сортировочном пути. С другой стороны, скорость соударения вагонов не должна превышать допустимого значения, установленного Правилами технической эксплуатации.

Необходимая скорость входа отцепа на пути сортировочного парка обеспечивается подбором длительности срабатывания вагонных замедлителей. Для ее нахождения при движении по специальному прямолинейному участку спускной части горки определяются силы сопротивления, действующие на отцеп. Они считаются при этом постоянными. Затем с использованием найденных значений сил сопротивления и с учетом длины пути, который должен пройти вагон до остановки, рассчитывается требуемое значение скорости вагона на выходе с третьей тормозной позиции. Ошибка в расчетах сил сопротивления может привести к недоезду отцепа до расчетной точки или к соударению вагонов с чрезмерно большой скоростью, что может вызвать повреждение вагона или груза.

При используемом в настоящее время трехпедальном способе измеряется время прохождения первой колесной парой отцепа через три последовательных положения, в которых установлены дат-

чики. Причем длина прямолинейного участка, на котором производится измерение, составляет 14 м. Затем по известной длине участка между измерительными приборами определяется ускорение движения отцепа. Далее с учетом известного угла наклона пути на выбранном участке измерения находится средняя удельная сила сопротивления движению отцепа.

Исследования показали, что основным недостатком применяемого на практике метода определения сил сопротивления движению цистерны является одноразовость процесса нахождения ускорения. Она приводит к появлению различного рода неточностей. Они могут быть вызваны как погрешностью измерения времени, так и наличием или отсутствием случайных факторов: порывы ветра, смазка на путях и т.п. Но наиболее существенным оказывается изменение скорости цистерны вследствие колебаний жидкости внутри ее котла. Ускорение вагона оказывается переменной величиной, колеблющейся вокруг среднего значения. Причем амплитуда колебаний может достигать 60 % от среднего ускорения торможения (в зависимости от уровня заполнения цистерны).

Это приводит, в частности, к тому, что ускорение при проходе цистерны через устройство для определения ускорения трехпедальным способом может существенно отличаться от среднего значения. Следовательно, цистерна может оказаться, либо недостаточно заторможенной либо переторможенной на вагонном замедлителе. С другой стороны, эффект относительного перемещения жидкости в цистерне может привести к неудачному срабатыванию вагонных замедлителей вследствие того, что тормозные силы оказываются переменными из-за смещения центра масс вагона в продольном направлении, и действие замедлителей, направленное на остановку вагона, может оказаться как недостаточным, так и чрезмерным.

Таким образом, учет описанных факторов дает возможность усовершенствования процесса прицельного торможения вагонов при роспуске их с горки.

С целью более точного определения ускорения на автоматизированных горках целесообразно выполнять замер ускорения несколько раз с целью определения закона его изменения. Причем для получения уточненного значения среднего ускорения торможения результаты замеров должны обрабатываться с учетом колебаний цистерны с жидкостью. Это, в свою очередь, позволит уменьшить образование "окон" и дополнительную маневровую работу.