общения с измерительной полостью, второе, имеющее сечение, равное суммарному сечению отверстий серийной форсунки, – служит для отвода топлива. Тарировка датчиков выполнена по образцовому манометру с ценой деления 0,3 МПа на стенде для регулировки форсунок А106.

Расход топлива через сопловой наконечник форсунки определялся за 800 ходов плунжера топливного насоса высокого давления. Отсчет ходов плунжера производился штатным полуавтоматическим счетчиком, управляющим сливным лотком. В процессе измерения сливной лоток направляет топливо из форсунки в мерную емкость. После того как плунжер совершит 800 ходов, сливной лоток переключается на слив топлива в топливный бак. Измерение количества топлива, поданного насосом, производится путем взвешивания мерной емкости с топливом на весах с ценой деления 2 грамма. Относительная погрешность измерения составила 0,4 – 2 %.

Использование усовершенствованного стенда для испытания топливной аппаратуры тепловозных дизелей позволяет значительно снизить затраты при проведении испытаний топливной аппаратуры, так как нет необходимости проводить моторные испытания. На данном стенде сотрудниками кафедры «Тепловозы и тепловые двигатели» БелГУТа были определены следующие параметры топливной аппаратуры дизеля 10Д100М:

– исследованы зависимости изменения давления топлива на выходе топливного насоса высокого давления и под запорным конусом иглы форсунки при различных давлениях открытия иглы;

– исследовано влияние изменения давления открытия иглы форсунки на продолжительность впрыска топлива;

– исследованы зависимости изменения угла опережения впрыска топлива при различных давлениях открытия иглы форсунки.

УДК 629.4.027.27

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В. И. СЕНЬКО, И. Ф. ПАСТУХОВ, М. И. ПАСТУХОВ
Белорусский государственный университет транспорта

Несущая способность литых деталей тележек грузовых вагонов при проектировании оценивается коэффициентом сопротивления усталости, определяемым по зависимости

$$n = \frac{(P_{aN})_{0,95} + \Psi_{в}(P_{т} - P_{ст}K_{и})}{P_{ст}K_{и}K_{дэ}}, \qquad (1)$$

где $(P_{aN})_{0,95}$ – предел выносливости детали по амплитуде при вероятности неразрушения 0,95 после назначенного срока эксплуатации, кН; $\Psi_{в}$ – коэффициент чувствительности детали к асимметрии цикла. Для деталей изготовленных из стали 20Л – $\Psi_{в}$ = 0,05 и из сталей 20ГЛ, 20ФЛ, 20ГФЛ и 20ГТЛ – $\Psi_{в}$ = 0,1; $P_{т}$ – постоянная средняя нагрузка цикла, кН; $P_{ст}$ – расчетная вертикальная статическая нагрузка брутто на деталь, соответствующая заданной осевой нагрузке, кН; $K_{и}$ – коэффициент использования грузоподъемности вагона; $K_{и}$ = 0,9; $K_{дэ}$ – коэффициент вертикальной динамики, приведенный к базовому числу циклов нагружения $N_0 = 10^7$ и эквивалентный повреждающему действию вертикальных динамических нагрузок на литые детали за назначенный срок службы T_t. Для боковых рам $K_{дэ}$ = 0,5, а для надрессорных балок $K_{дэ}$ = 0,35.

Несущая способность деталей обеспечивается, если соблюдается неравенство

$$n \geq [n],$$

где $[n]$ – допускаемый коэффициент сопротивления усталости, равный $[n]$ = 1,4.

В основе определения коэффициента сопротивления усталости лежат натурные испытания литых деталей на выносливость и действующие на деталь эксплуатационные нагрузки. Во времени они меняются, соответственно меняется и коэффициент сопротивления усталости. Исследование такого изменения показало, что зависимость (1) дает явное занижение коэффициента сопротивле-

ния усталости против фактического, так как значения их как для боковой рамы, так и для надрессорной балки оказались ниже допускаемого коэффициента $[n] = 1{,}4$, что не соответствует реальному поведению деталей в эксплуатации. Вероятность выхода их из строя в эксплуатации составляет 0,0027…0,003, что может происходить только при коэффициенте сопротивления усталости $n \geq 1{,}4$. По расчетам он ниже допускаемого.

Значительно большую сходимость коэффициент запаса сопротивления усталости обеспечивает методика его определения по зависимости [1]:

$$n = \frac{\sigma_{aN}}{\sigma_{aэ}} \geq [n], \qquad (2)$$

где σ_{aN} – предел выносливости (по амплитуде) натурной детали при симметричном цикле и установившемся режиме нагружения на базе испытаний N_0 циклов; $\sigma_{aэ}$ – расчетная величина амплитуды динамического напряжения условного симметричного цикла, приведенная к базе N_0, эквивалентная по повреждающему действию реальному режиму эксплуатационных случайных напряжений за проектный срок службы детали; $[n]$ – допускаемый коэффициент запаса сопротивления усталости; $[n] = 1{,}4$.

Коэффициент запаса сопротивления усталости литых деталей по зависимости (2) определяется по результатам испытания образцов, изготовленных из материала натурных деталей с пересчетом предела выносливости образцов на предел выносливости детали.

Коэффициенты запаса сопротивления усталости, найденные по зависимости (1), по материалам натурных усталостных испытаний боковых рам и надрессорных балок различных организаций и по результатам испытания образцов сведены в таблицу 1.

Из таблицы 1 следует, что коэффициенты сопротивления усталости боковых рам и надрессорных балок, изготовленных из стали 20Л, найденные по результатам натурных испытаний, ниже допускаемого коэффициента даже на момент их проектирования, когда осевая нагрузка на вагон была равна 201 кН (20,5 тс) и составляли соответственно 1,274 и 0,957.

Таблица 1 – **Коэффициенты запаса сопротивления усталости литых деталей в состоянии поставки, найденные по результатам усталостных испытаний натурных деталей и образцов**

Деталь	Коэффициент запаса сопротивления усталости n деталей в состоянии поставки, изготовленных из сталей			
	20Л	20Г1ФЛ	20Л	20Г1ФЛ
	по результатам испытаний натурных деталей		по результатам испытаний образцов	
Боковая рама при осевой нагрузке P_o, кН (тс):				
201 (20,5)	1,274	–	1,43	1,66
215,8 (22,0)	1,16	1,66	1,31	1,53
230,5 (23,5)	1,08	1,54	1,21	1,42
237,5 (24,0)	1,07	1,51	1,19	1,37
Надрессорная балка при осевой нагрузке P_o, кН (тс):				
201 (20,5)	0,957	–	1,29	1,65
215,8 (22,0)	0,86	1,07	1,21	1,56
230,5 (23,5)	0,82	0,97	1,10	1,42
237,5 (24,0)	0,79	0,96	1,08	1,39

По мере роста осевой нагрузки расчетный коэффициент соответственно снижается до 1,07 и 0,79. Коэффициенты сопротивления усталости деталей, изготовленных из низколегированной стали 20Г1ФЛ, естественно выше, чем из стали 20Л, и меняются в рамах от 1,66 до 1,51, а в надрессорных балках – от 1,07 до 0,96, т. е. при таких коэффициентах сопротивления усталости должны были происходить массовые разрушения рам и надрессорных балок, изготовленных из стали 20Л. Однако этого не происходит, что объясняется неточностью их определения по формуле (1). Более точные значения коэффициентов сопротивления усталости получаются по формуле (2) по результатам испытания образцов. В состоянии поставок коэффициент сопротивления усталости боковых рам из стали 20Л равен 1,43, а надрессорных балок – 1,29. Аналогично более высокие результаты коэффициентов получены и для деталей, изготовленных из стали 20Г1ФЛ.

На рисунке 1 приведены графики изменения коэффициентов сопротивления усталости надрессорных балок, изготовленных из сталей 20Л и 20Г1ФЛ за период с 1968 по 1980 гг., отражающие комплексные изменения в их жизненном цикле: конструктивные, технологические и эксплуатационные. График 4 кроме всего прочего иллюстрирует изменение эксплуатационных факторов.

Из него следует, что, несмотря на рост осевой нагрузки на вагон, коэффициент запаса сопротивления усталости фактически не только не снижается, но, наоборот, растет. Это объясняется тем, что в процессе эксплуатации, с одной стороны, происходит выбраковка деталей с литейными дефектами, а с другой – упрочнение деталей из-за разовых перегрузок, сопровождающихся пластической деформацией зон зарождения усталостных трещин.

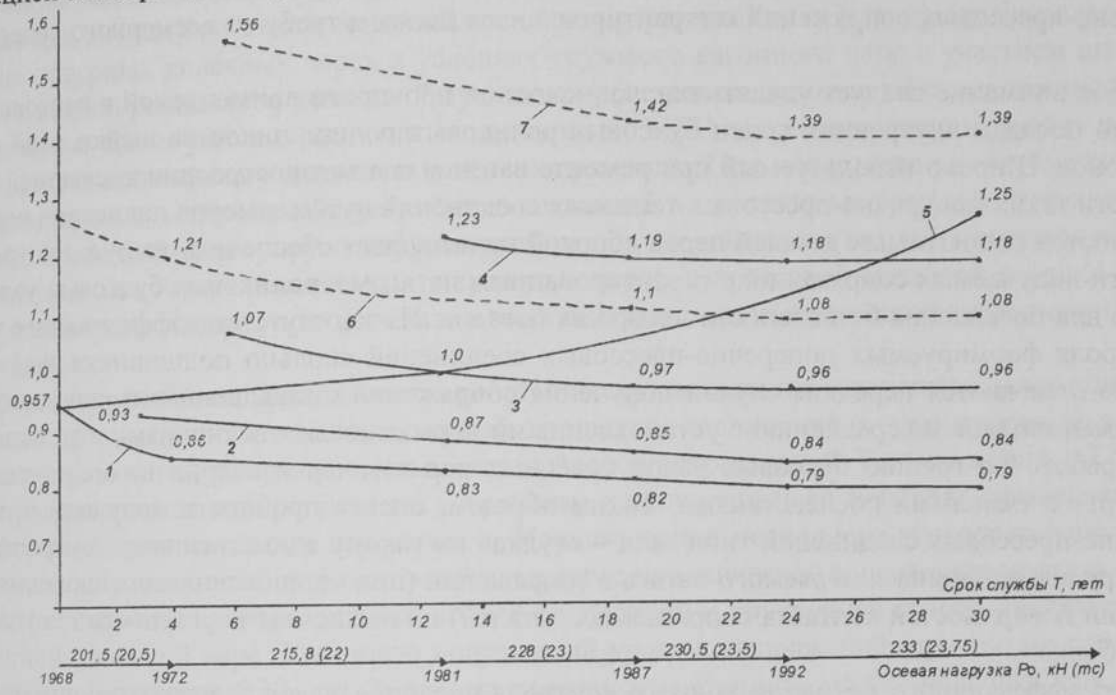

Рисунок 1 – Коэффициенты запаса сопротивления усталости надрессорных балок в зависимости от осевых нагрузок и сроков выпуска: 1 – 20Л, $(P_{aN})_{0,95}$ = 105 кН (10,5 тс); 2 – 20Л, $(P_{aN})_{0,95}$ = 112 кН (11,2 тс); 3 – 20Г1ФЛ, $(P_{aN})_{0,95}$ = 125 кН (12,5 тс); 4 – 20Г1ФЛ, $(P_{aN})_{0,95}$ = 155 кН (15,5 тс); 5 – 20Л (по испытаниям балок после 30 лет эксплуатации, $(P_{aN})_{0,95}$ = 162,2 кН (16,2 тс)); 6 – 20Л (по испытаниям образцов); 7 – 20Г1ФЛ (по испытаниям образцов)

Из полученного материала следует, что при проектировании литых деталей коэффициент запаса сопротивления усталости следует определять по зависимости (2), а в процессе эксплуатации учитывать не только влияние изменения осевых нагрузок, но и влияние эксплуатационных факторов.

УДК 652.225.073:665.61.7.(476)

НОВЫЙ СПОСОБ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ СОЕДИНЕНИЙ С НАТЯГОМ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ И РЕМОНТЕ КОЛЁСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

В. И. СЕНЬКО, И. Л. ЧЕРНИН

Белорусский государственный университет транспорта

Повышение безопасности движения поездов на железнодорожном транспорте и освоение возрастающих перевозок грузов требует повышения объемов оздоровления вагонного парка. На Белорусской железной дороге необходимо значительное увеличение поставок колесных пар пассажирских и грузовых вагонов. Вопросы сборки колёсных пар вагонов из поставляемых новых и имеющихся старогодных составных элементов до настоящего времени не разработаны в полной мере. Проблема улучшения процесса сборки продольно-прессовых соединений колёсных пар вагонов является актуальной. Обычная технология сборки указанных соединений механической запрессовкой