

К ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ВАГОНОВ НА ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЛЕЙ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ

*Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь*

Срок службы литых деталей тележек грузовых вагонов, изготовленных из углеродистой стали 20Л по ГОСТ 977, определен ГОСТ 9246 и составляет 30 лет, а изготовленных из низколегированных сталей 20ГЛ, 20ГФЛ, 20ФЛ и 20ГТЛ - 32 года (ОСТ 32.183-2001). Эти сроки, установленные в дорыночный период экономики по действующим нормам амортизационных отчислений, значительно ниже полных сроков, определяемых потенциалом несущей способности деталей. Об этом свидетельствует статистика их поведения в эксплуатации и доля выбраковки при проведении неразрушающего контроля во время плановых ремонтов вагонов. По данным железных дорог Российской Федерации [1] вероятность разрушения литых деталей тележек грузовых вагонов в эксплуатации составляет 0,0000025 при допускаемой 0,02, а доля выбранных деталей от обследованных при плановых ремонтах к периоду назначенного срока 0,24 % [2]. Это свидетельствует о том, что литые детали не выходят за уровень допускаемой вероятности разрушения и к назначенному сроку службы не вырабатывают своего технического ресурса.

Для повышения эффективности использования существующего парка вагонов в последние годы ведутся работы по модернизации подвижного состава с продлением срока их службы против назначенного. В этой связи весьма актуальной является задача оценки остаточного ресурса ходовых частей вагона и, в частности, литых деталей, по ресурсу которых назначается срок службы тележек в целом.

Как один из вопросов комплексной работы по оценке остаточного ресурса литых деталей тележек грузовых вагонов рассмотрен вопрос оценки влияния срока службы вагонов на изменение характеристик сталей деталей. В него входила проверка химического состава материала деталей, механических и усталостных характеристик двух марок сталей 20Л и 20ГФЛ (ГОСТ 977) после длительной эксплуатации вагонов. Методика оценки характеристик сталей использована стандартная для возможности сравнения с показателями параметров в состоянии поставки (новых) деталей, приводимых в сертификатах на изготавливаемую продукцию.

Для исследований были отобраны боковые рамы и надрессорные балки после 30 лет эксплуатации двух вышеуказанных марок сталей. Проверка химического состава сталей старогодних деталей показала, что содержание элемен-

тов в сталях новых деталей и после длительной эксплуатации не изменилось. Оно полностью соответствует требованиям ГОСТ 977.

Влияние срока службы на изменения механических характеристик сталей литых деталей достаточно полно исследовано во ВНИИЖТе РФ [3]. Из этой работы следует, что в процессе эксплуатации происходит охрупчивание стали в местах с высокими напряжениями (в зонах третинообразования). Это явление проявляется в увеличении предела текучести, а также снижения предела прочности, относительного удлинения и относительного сужения (таблица 1).

Таблица 1 - Изменение характеристик сталей литых деталей после длительной эксплуатации

Материал		Механические свойства сталей надрессорных балок и боковых рам			
		σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %
Сталь 20Л	В состоянии поставки	220	455	22	35
	После 25 лет службы	345	425	6,5	20
Сталь 20ГФЛ	В состоянии поставки	280	550	18	24,5
	После 13 лет службы	414	507	8,4	23,5

С целью проверки влияния срока службы литых деталей на сопротивление усталости их материала проведены исследования изменения характеристик выносливости двух марок сталей (20Л и 20ГФЛ) со сроком службы боковых рам и надрессорных балок 25-30 лет. Образцы для усталостных испытаний изготавливались диаметром рабочей части 10 мм (ГОСТ 25.502) из нижних поясов надрессорной балки, а в боковой раме - из нижнего пояса рессорного проема и горизонтальных по л о тс буксового проема.

Испытания проведены по методике ГОСТ 25.502 при нормальной температуре и влажности окружающей среды по ГОСТ 15150 (исполнение У, категория 4.2) при симметричном цикле напряжений (консольный изгиб с вращением образца).

Для построения кривых усталости и определения предела выносливости, с вероятностью разрушения 0,5, испытано по 24-30 образцов на 5 уровнях нагружения. Испытания проведены на машине типа УКИ-6000/2. Результаты приведены в таблице 2 и на рисунках 1 и 2.

Таблица 2 - Параметры усталостной прочности образцов, изготовленных из литых деталей, проработавших 30 лет

Параметр	Обозначение и размерность	Боковая рама		Надрессорная балка	
		20Л	20ГФЛ	20Л	20ГФЛ
Предел выносливости при вероятности неразрушения 0,5	$\bar{\sigma}_{-1}$, МПа	175	181,5	165	181,5
Абсцисса точки перелома кривой усталости	N , циклов	$1,5 \cdot 10^6$	$6,86 \cdot 10^6$	$3,07 \cdot 10^6$	$4,55 \cdot 10^6$
Показатель наклона левой ветви кривой усталости	m	7,6	10,66	8,36	11,08
Уравнение кривой усталости	$y = \sigma + ax;$ $y = \lg \sigma;$ $x = \lg N$	$\lg \sigma = 3,1055 - 0,13961 \lg N$	$\lg \sigma = 2,9001 - 0,09381 \lg N$	$\lg \sigma = 2,9927 - 0,11951 \lg N$	$\lg \sigma = 2,8601 - 0,09031 \lg N$

Из кривых выносливости (рисунок 1 и 2) видно, что сталь 20ГФЛ на высоких нагрузках обладает одинаковой долговечностью, а на низких - на (25-35)% большей, чем сталь 20Л. Поэтому литые детали, изготовленные из стали 20ГФЛ, лучше работают в режиме динамического нагружения.

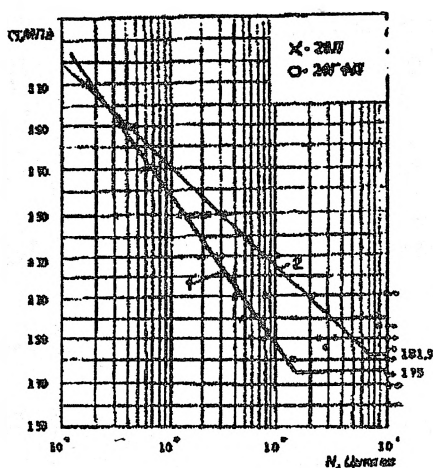


Рис. 1. Кривые выносливости образцов из стали 20Л(1) и 20ГФЛ(2), изготовленных из боковых рам после 30 летней эксплуатации

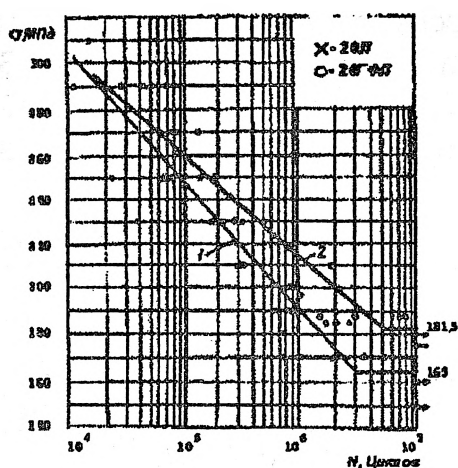


Рис. 2. Кривые выносливости образцов из стали 20Л(1) и 20ГФЛ(2), изготовленных из надрессорных балок после 30 летней эксплуатации

Пределы выносливости сталей в состоянии поставки (новых) соответственно равны: для стали 20Л - $\sigma_{\text{ж}} = 165$ МПа и для стали 20ГФЛ $\sigma_{\text{ж}} = 195$ МПа. Таким образом, при длительной эксплуатации литых деталей тележек грузовых вагонов:

- химический состав сталей не меняется;

- механические характеристики сталей (20Л и 20ГФЛ) изменяются, они становятся более хрупкими, с пониженными пластическими свойствами, причем

низколегированная сталь (20ГФЛ) охрупчивается быстрее, чем малоуглеродистая (20Л). Ее коэффициент охрупчивания после срока службы 13 лет превышает коэффициент охрупчивания стали 20Л, который она достигает после 25 лет службы;

- усталостные характеристики малоуглеродистой стали 20Л практически не

изменяются, а низколегированной стали 20ГФЛ снижаются на 7 % по сравнению

с состоянием поставки;

- потенциал литых деталей по несущей способности после назначенного срока службы полностью не вырабатывается.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кондратов С. П. Безопасности движения - пристальное внимание / Вагоны и вагонное хозяйство. Пилотный выпуск, 2004. - С. 14-15.
2. Сенько В. И., Пастухов И. Ф., Пастухов М. И. Пути предупреждения эксплуатационных повреждений и продления срока службы литых деталей тележек модели 18-100 грузовых вагонов / Республиканский межведомственный сборник научных трудов. - Мн.: 2004. - Вып. 20, т. 2. - С. 238-244.
3. Северинова Т. П. Исследование трещиностойкости сталей литых деталей тележек грузовых вагонов после длительного периода эксплуатации // Вестник ВНИИЖТа, 1999. - № 3. - С. 35—40.