

Весьма перспективным следует считать использование **ВИХРЕВОЙ ТРУБЫ** – устройства для разделения потока сжатого газа, тангенциально вводимого в камеру, имеющую форму тела вращения, на два потока с разной энтальпией. Данное устройство не имеет подвижных частей и не требует для поддержания работоспособности больших затрат на эксплуатацию и ремонт.

Экспериментальные исследования показали, что основным критерием, определяющим эффект охлаждения в вихревой трубе, является введенная Хилшем величина – температурная эффективность η_k , которая рассчитывается как отношение эффекта охлаждения холодного потока Δt_c к эффекту охлаждения Δt , при изэнтропическом расширении от параметров входа до давления холодного потока (так как последнее определяет перепад давления или степень расширения в вихревой трубе).

В результате анализа экспериментальных исследований с вихревыми трубами были установлены следующие этапы определения эффективности осушки сжатого воздуха:

1 Определены численные значения теплофизических параметров сжатого воздуха в рабочем диапазоне температур и давлений пневмомагистралей.

2 Решена квазистационарная задача о течении газа в вихревой трубе, позволяющая определить в зависимости от поля температур пневмосистем локомотивов эффект охлаждения сжатого воздуха и конденсации водяных паров в компрессорной установке ТПС.

3 Определено место вихревой трубы в ряду технических устройств осушки сжатого воздуха в КУ ТПС.

Особенно важным моментом для эксплуатационных условий работы подвижного состава с постоянно меняющимся ПВ компрессора является достижение стабильности влагоосаждения в главных резервуарах. При использовании принципиально новых высокоэффективных систем осушки сжатого воздуха для подвижного состава изменение продолжительности включения компрессора от 10 до 50 % практически не отражается на качестве сжатого воздуха (имеется в виду изменение температуры точки росы) в тормозной магистрали.

Результаты эксплуатационных испытаний по процентному осаждению влаги: 40 – 60 % – для магистрали с полыми резервуарами и 90 – 93 % – для магистрали, оборудованной вихревой трубой, – дает возможность утверждать, что применение в компрессорной установке систем осушки сжатого воздуха на основе вихревой трубы позволят увеличить надежность работы пневмосистем в целом, ликвидировать простои локомотивов по причине перемерзания магистралей и приборов, повысить безопасность движения локомотивов.

УДК 629.4.027.27

АНАЛИЗ СТАТИСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА О НЕРАЗРУШАЮЩЕМ КОНТРОЛЕ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

М. И. ПАСТУХОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Литые детали (боковые рамы и надрессорные балки) тележек модели 18-100 грузовых вагонов по прочностным характеристикам рассчитаны на 40-летний срок службы (ГОСТ 9246-70). С 1979 г (ГОСТ 9246-79) срок службы литых деталей был снижен с 40 до 30 лет. Однако практика показывает, что несмотря на достаточный прочностной потенциал в деталях в процессе эксплуатации возникают усталостные трещины с вероятностью 0,0027 по рамам и 0,037 по надрессорным балкам. Процент появления трещин в литых деталях в эксплуатации приведен на рисунке 1. Одной из причин их возникновения является либо попадание литейных дефектов (шлаковых включений, газовых и усадочных раковин, горячих трещин) в зоны высоких напряжений детали, либо эксплуатация вагонов в режиме экстремальных нагрузок (при роспуске на сортировочных горках), либо одновременное действие обоих этих факторов. Поскольку в крупногабаритных деталях невозможно получить отливки без дефектов, то возникает вопрос: в каких по напряженному состоянию зонах деталей дефекты допустимы и могут ли они быть полностью выявлены неразрушающими методами контроля при плановых видах ремонта? И если это так, то не является ли оправданным вновь вернуться к нормативному сроку службы литых деталей 40 лет, как это было до 1979 г.? Для этого лаборатория

«Технические и технологические оценки ресурса единиц подвижного состава» («ТТОРЕПС») по заданию Белорусской железной дороги провела исследования по оценке остаточного ресурса литых деталей тележек грузовых вагонов, изготовленных в 1969 г. из стали марки 20Л. В результате проделанной лабораторией работы комиссия Совета по железнодорожному транспорту полномочных специалистов вагонного хозяйства железнодорожных администраций стран СНГ и Балтии приняла решение об увеличении срока службы литых деталей, изготовленных из углеродистой стали 20Л ГОСТ 977, с 30 до 36 лет при условии обязательного диагностирования их при плановых видах ремонта. В связи с этим с 2002 г. начался второй этап работы. Он включает оценку качества неразрушающего контроля литых деталей при диагностировании их с помощью феррозондового дефектоскопа ДФ 201.1. Сбор статистического материала о диагностировании материала ведется в Витебском депо. На текущий момент диагностировано 2726 боковых рам и 1499 надрессорных балок, из которых по дефектам литья забраковано 28 рам (0,01) и 10 балок (0,0066).

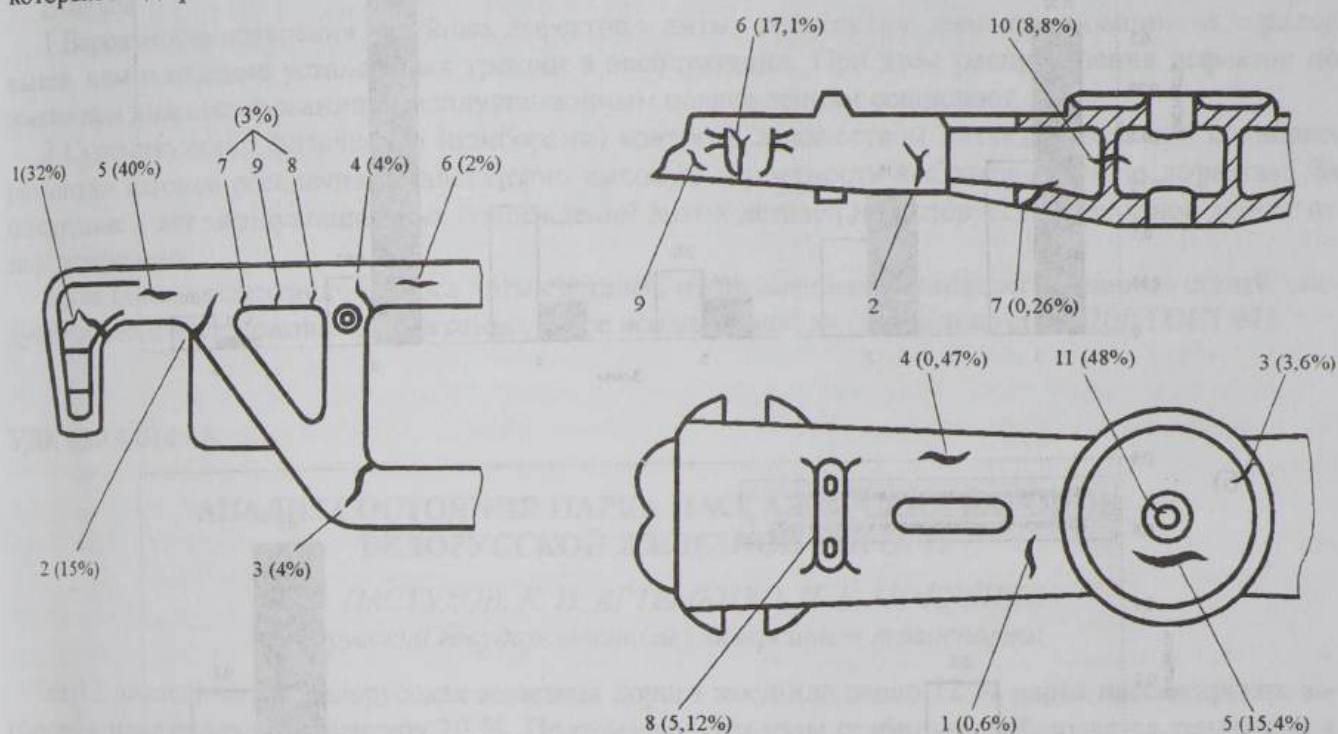


Рисунок 1 – Зоны распределения трещин в эксплуатации:
а – в раме, б – в надрессорной балке

Анализ полученного материала показывает, что литейные дефекты при диагностировании выявляются в тех зонах, в которых в эксплуатации возникают усталостные трещины (см. рисунок 1). При этом часть выбраковки боковых рам при деповском контроле почти на два порядка выше, чем появление трещин в эксплуатации (соответственно 0,01 и 0,0027). В надрессорных балках эта закономерность несколько иная (0,0066 и 0,037), так как выбраковка их при ремонте производится только по дефектам, попадающим в нижний пояс (зона 7), колокну (10), скользя (8), наклонный пояс (6) и вертикальную стенку (2), т.е. по тем зонам, вероятность разрушения по которым достаточно высока. Особенно, если в них попадают литейные дефекты. Гистограмма распределения эксплуатационных трещин по зонам рамы и надрессорной балки, а также дефектов литья приведены на рисунке 2. Связывая воедино распределение дефектов по зонам с величинами напряжений по ним, можно сделать вывод, что наиболее опасными зонами в раме являются 1, 2, 3 и 5-я (таблица 1). В зонах 1 и 5 напряжения при III режиме нагружения вагона (движение по магистральным путям) незначительны (от 0,03 до 0,34 $[\sigma]_{III} = 130$ МПа), и в них даже при попадании литейных дефектов разрушение невозможно. Однако при I режиме нагружения (соударение вагонов на сортировочных горках) в этих зонах при продольной силе от 45 кН и выше напряжения превышают допустимые величины ($[\sigma]_I = 183$ МПа). Экстремальные продольные силы в раме при соударении экспериментально зафиксированы величиной до 135 кН. При этих нагрузках напряжения в 1-й зоне достигают 350 МПа, значительно превышая допустимые. Следовательно, даже без попадания литейных дефектов при соударении вагонов в зонах 1 и 5 разрушения возможны, если нарушается режим соударения

вагонов. Этим и объясняется, что свыше 70 процентов всех повреждений в эксплуатации приходятся на 1-ю и 5-ю зоны рамы тележки. Наоборот, в зонах 2 и 3 от вертикальных сил при III режиме нагружения возникают напряжения порядка 85 – 98 МПа, которые являются максимальными для рамы, но ниже допустимых. Видимо, разрушения рам по этим зонам возможны только при попадании в них литейных дефектов. Продольные силы при роспуске вагонов на сортировочных горках практически не сказываются на величинах напряжений в зонах 2 и 3. Поэтому и частота возникновения трещин в них значительно ниже, чем в зонах 1 и 5, и составляет соответственно 0,15 и 0,04 (рисунок 2, а).

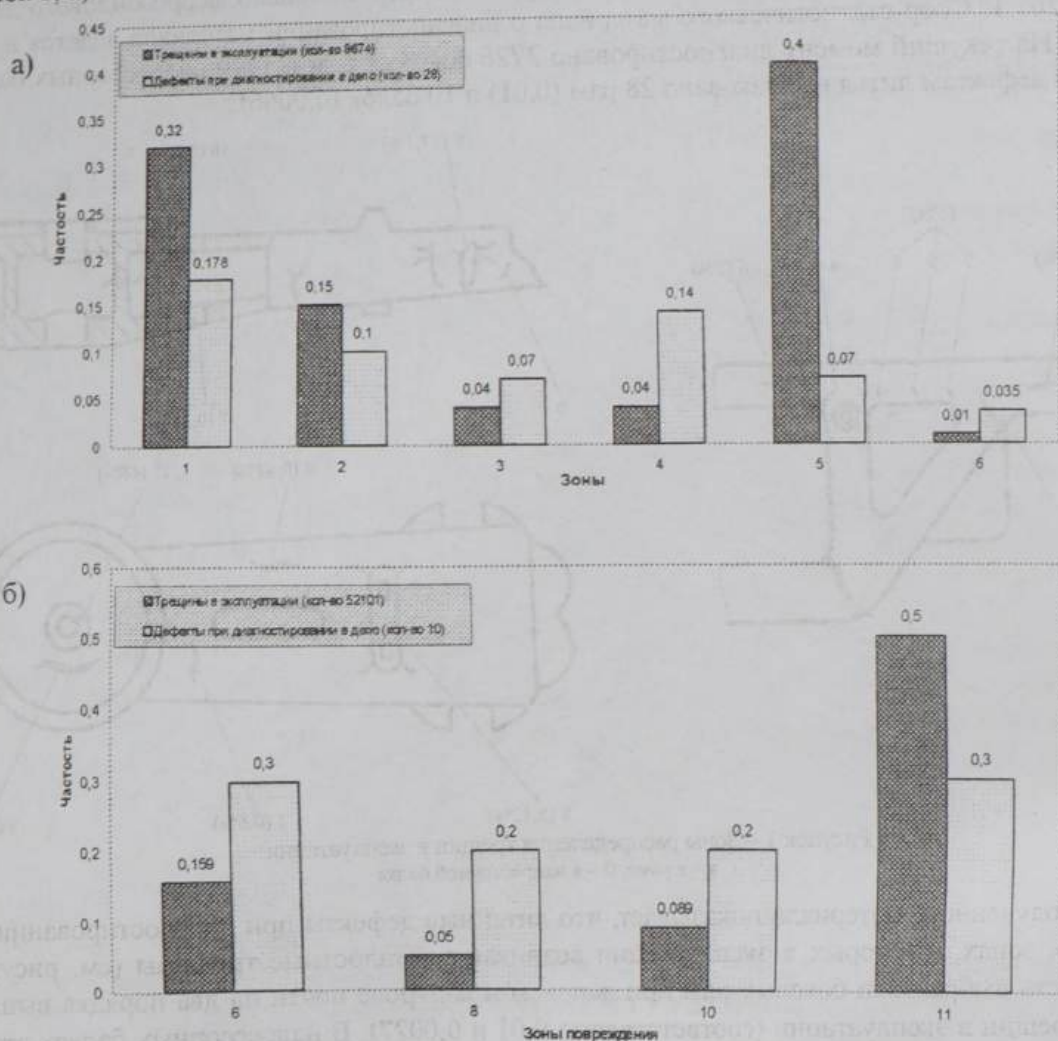


Рисунок 2 – Гистограммы распределения трещин и дефектов литья по зонам:
а – рамы, б – надрессорной балки

Таблица 1 – Распределение напряжений в литых деталях тележки модели 18-100 от вагона с осевой нагрузкой 23,5 тс (230,5 кН)

Наименование деталей и контрольных зон	Зона	Величины напряжений, МПа, при режиме нагружения			
		III от расчетной нагрузки P = 379 кН	I при соударении вагонов от вертикальной нагрузки P = 328 кН и продольных сил, кН		
			T = 30 кН	T = 60 кН	T = 90 кН
Боковая рама:					
наружный угол буксового проема	1	4,7	114	229,8	342,7
внутренний угол буксового проема	2	81,5	81,4	94,3	108
нижний угол рессорного проема	3	98	84,8	84,9	85
горизонтальный пояс над буксой	5	53	125	213	300

Аналогичная картина наблюдается и в надрессорных балках тележек. Частота появления трещин в эксплуатации по нижнему поясу составляет 0,004. Максимальные напряжения в надрессорной балке в конструкции с колонкой возникают в ее нижнем поясе в зоне технологического окна и достигают 110 МПа при осевой нагрузке 23,5 тс, т.е. усталостные разрушения балок по нижнему поясу, угрожающие безопасности движения, возможны только при попадании литейных дефектов в высоконапряженные зоны 2, 6, 7 и 10.

Вторым важным аспектом диагностирования литых деталей является то, что основную массу их в генеральной совокупности составляют детали постройки 1974–1990 гг., т.е. детали, изготовленные из низколегированных сталей марок 20ГЛ, 20ГФЛ и 20 ГТЛ, повышенной статической и усталостной прочности. Поэтому, очевидно, дальнейшие исследования остаточного ресурса литых деталей должны сконцентрироваться на деталях указанных годов постройки.

Выводы

1 Вероятность появления литейных дефектов в литых деталях при диагностировании на порядок выше, чем появление усталостных трещин в эксплуатации. При этом распределения дефектов по зонам при диагностировании и эксплуатационным повреждениям совпадают.

2 Существующий физический (приборами) контроль за качеством литья деталей при плановых ремонтах вагонов обеспечивает достаточно высокую вероятность выбраковки их по дефектам. За последние 7 лет эксплуатационных повреждений литых деталей на Белорусской железной дороге не зафиксировано.

3 Для оценки остаточного ресурса литых деталей, изготовленных из низколегированных сталей, следует провести исследования по программе, ранее используемой для деталей из стали 20Л ГОСТ 977.

УДК 629.4.014.66

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПАРКА ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

И. Ф. ПАСТУХОВ, К. И. АРТЕМЕНКО, И. Б. МОКРЕНКО

Белорусский государственный университет транспорта

За 12 последних лет Белорусская железная дорога закупила около 12 % парка пассажирских вагонов, а исключила из инвентаря 20 %. Поэтому все эти годы стабильно наблюдается тенденция к сокращению вагонного парка, его старению и ухудшению технического состояния. При назначенном сроке службы вагонов 28 лет средний срок службы на 2003 год составил 20 лет, а изношенность парка – около 70 %. В количественном отношении существующего парка вагонов на ожидаемый объем пассажирских перевозок на ближайшие 5 – 7 лет пока достаточно. Однако учитывая то обстоятельство, что с просроченным сроком службы в парке находится 20 % вагонов и процент этот будет нарастать, то вопрос решения назревающей проблемы с нехваткой вагонов является актуальным. По предварительным расчетам, если не производить закупки новых вагонов, а из инвентаря исключать вагоны через 28 – 32 года, то к 2010 году создастся острый дефицит вагонов. Предупреждая такое явление, Белорусская железная дорога изыскивает пути наиболее эффективного использования существующего парка вагонов, не исключая закупку новых. По ее поручению отраслевая лаборатория «Технические и технологические оценки ресурса единиц подвижного состава» разработала комплексную программу восстановления технического ресурса пассажирского парка до 2010 года. Она включает комплекс работ: обоснование потребной доли закупки новых вагонов, оценку технического состояния существующего вагонного парка и разработку на основе полученной информации конструкторской документации по восстановлению вагонов.

Обследование пассажирских вагонов при поступлении на Гомельский и Минский ВРЗ, в вагонных участках и линейных предприятиях за период с 1.02.1997 по 15.06.2003 г. (всего – 1152, из них на исключение из инвентарного парка – 423, на предмет оценки технического состояния – 580, после ремонта на ДВРС – 60, перед постановкой в КВР – 89) показало, что рамы всех типов пассажирских вагонов после 20 лет эксплуатации находятся в удовлетворительном состоянии и являются ремонтнопригодными. У 93 % обследованных рам коррозия не превышает 15 % от номинальных размеров. У 7 % рам вагонов постройки Тверского вагоностроительного завода (ТВЗ) до 1981 года