

В процессе проведения ПО сцепных устройств были зафиксированы отклонения контролируемых показателей от нормативных. В числе наиболее встречаемых отклонений от допускаемых значений можно выделить деформацию и излом сигнальных флажков замка БЗМ, изгиб и деформацию рычагов, кронштейнов и тяги расцепного привода замка БЗМ, отсутствие стопорения болтов крепления кронштейнов расцепного привода замка БЗМ, отсутствие стопорения болтов крепления клинового замка, ослабление фиксатора упора корпуса тягового узла, отсутствие контровки болтов крепления диска фиксации пальца, соединяющего головку сцепки и корпус тягового узла, момент затяжки болтов крепления диска фиксации пальца, соединяющего головку сцепки и корпус тягового узла (контролировалось по несовпадению рисок болтов и диска).

При проведении планового осмотра с дефектацией узлов и деталей БСУ-ТМ136 были также зафиксированы отклонения контролируемых показателей от нормативных значений, в частности повреждение резьбы М20 на правом хвостовике замка БЗМ, деформация сигнального флажка замка БЗМ, износ размера стопоров 55 мм замка БЗМ, повреждение резьбы М16 на штоке центрирующей балочки.

Анализ полученных статистических данных в ходе проведения эксплуатационного контроля показывает, что отклонения контролируемых показателей БСУ-ТМ136 от нормативных носит в основном конструктивный характер. По мнению специалистов АО НО «ТИВ», разработчикам конструкторской документации сцепного устройства (ООО «Транспортная техника») следует разработать мероприятия, необходимые для обеспечения эксплуатационной надежности БСУ-ТМ136.

УДК 620.178.3

ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПРИ КОНТАКТНОЙ УСТАЛОСТИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБЪЕКТАМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Л. А. СОСНОВСКИЙ, В. В. КОМИССАРОВ, Е. С. ТАРАНОВА
Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Долгое время считалось, что после 10^7 циклов нагружения усталостное разрушение невозможно, но практика показала, что это не так. Разрушение деталей двигателей и турбин обнаруживалось и после наработки 10^8 циклов. Поэтому пришло время тщательных экспериментальных исследований усталостной долговечности в диапазоне 10^7 – 10^{10} циклов (рисунок 1).

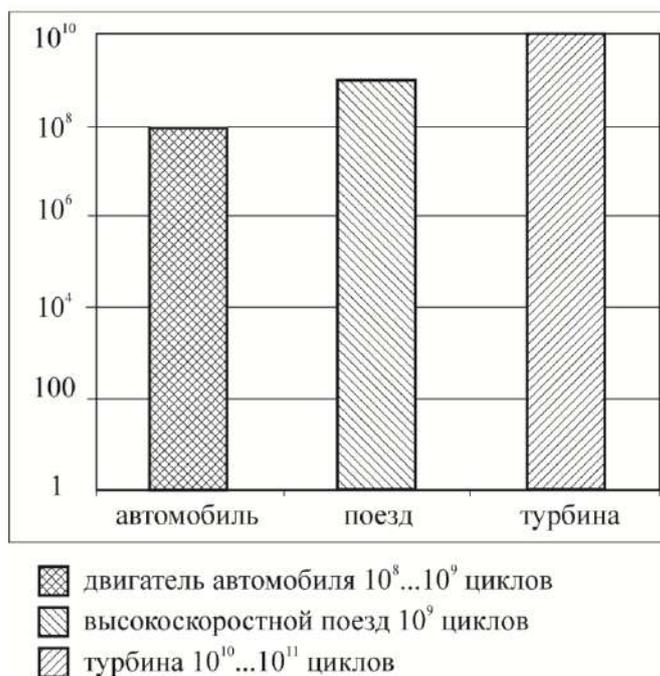


Рисунок 1 – Усталостная долговечность типичных машин и узлов

Применительно к высокопрочному чугуны с шаровидным графитом предложено (К. И. Ващенко) два критерия: 1) при значительных перегрузках за критерий контактной усталости поверхностей принималось наступление прогрессивного выкрашивания, проявляющегося в образовании крупных одиночных оспин и сопровождающегося усиленным шумом и вибрацией; 2) при малых перегрузках за критерий принималось образование значительного количества мелких оспин, поражающих большую часть зоны контакта, что также сопровождается усилением шума. В этой связи характеристики шума и вибрации оказываются эффективным признаком контактного повреждения и поверхностного разрушения.

Анализ известных критериев оценки предельного состояния контактных пар показал, что однозначный и общепринятый критерий предельного состояния в области долговечности от 1 до $2 \cdot 10^8$ циклов в литературе отсутствует (таблица 1).

Таблица 1 – Критерии предельного состояния при контактной усталости

1 Наличие единичного выкрашивания диаметром, превышающим 50 % малой полуоси пятна контакта (Р 50-54-30-87)	8 Наличие 20 раковин, расположенных цепочкой по длине зуба
2 Наличие на контактной поверхности усталостной трещины, возникающей у контура пятна контакта (пульсирующий контакт) (Р 50-54-30-87)	9 Выкрашивание, поражающее 50 % площади поверхностей не менее чем на 40–50 % всех зубьев
3 Критическая плотность ямок выкрашивания (питтингов) на поверхностях трения (ГОСТ 30754–2001)	10 Выкрашивание, раковины которого занимают не более 2 % суммарной площади рабочих поверхностей зубьев шестерни и колеса (при большом количестве зубьев занимаемую раковинами площадь определяют не менее чем на 30 зубьях, а при малом – на всех зубьях)
4 Предельный износ (предельное сближение осей) образца и контробразца (ГОСТ 30754–2001)	
5 Выкрашивания материала, занимающие 0,6 % от всей рабочей поверхности зубьев	11 Не менее 10 крупных или 20 мелких раковин выкрашивания, равномерно распределенных по всей длине зуба
6 Образование остаточных волнообразных повреждений (ГОСТ 30754–2001)	12 Резкое повышение уровня шума и вибрации
7 Наличие на контактной поверхности нескольких ямок выкрашивания	13 Образование гребней и вмятин и др.

В работе исследован интегральный параметр d_c сближения осей образца и контробразца. Его величина оказывается обобщенной характеристикой повреждаемости, так как определяется упругой ($d_c^{(e)}$) и остаточной ($d_c^{(pl)}$) деформациями (при статическом нагружении), а также дополнительно учитывает износ обоих элементов ($d_c^{(i)}$) (при регулярном и ступенчатом динамических нагружении), обусловленный различными механизмами (путем отслаивания, выкрашивания и т. д.), т. е. $d_c = d_c^{(e)} + d_c^{(pl)} + d_c^{(i)}$.

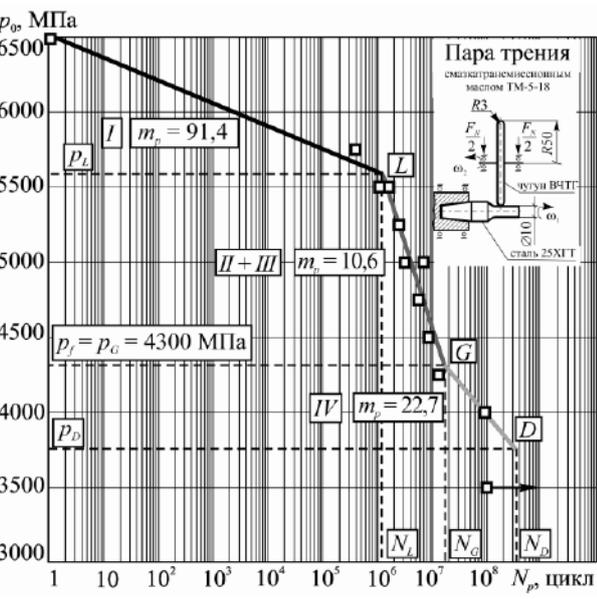


Рисунок 2 – Полная кривая контактной усталости

Именно это свойство параметра d_c делает возможным принятие его определенного значения как обобщенного критерия достижения предельного состояния при контактной усталости независимо от механизмов поверхностного повреждения и разрушения, т. е. при любом виде нагружения и во всем возможном интервале изменения действующей нагрузки. Экспериментально установлено, что для таких массовых и ответственных компонент общемашиностроительного применения, как зубчатые зацепления, можно в первом приближении принять $d_c^{(lim)} \sim 100$ мкм. В других условиях испытаний может быть принята и другая (обоснованная) величина $d_c^{(lim)}$.

Используя принятый критерий достижения предельного состояния, разработана методика и построена полная кривая контактной усталости в диапазоне долговечностей от $N_p = 1$ до 10^8 циклов (рисунок 2). Установлены ее характерные параметры, определяемые в точках пересечения прямых, а также параметры их наклона к оси абсцисс.