

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник заданий для курсовых работ по теоретической механике: Учеб. пособие для техн. вузов/ Под ред. А.А. Яблонского. – 3-е изд. – М.: Высш. шк., 1978. 2. Носов В.М., Чубанов С.С. К вопросу о комплексном использовании на ПК аналитических и численных методов в курсе теоретической механики (на примере сложного движения точки). Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 19. Под ред. И.П.Филонова. – Мн.: УП “Технопринт”, 2003. – с. 707–712. 3. Носов В.М. Практическое использование на персональном компьютере численных и аналитических методов в курсе теоретической механики: Учеб. пособие. // Под общей редакцией доктора физ.-мат. наук, профессора В.И.Стражева. – Мн.: УП “Технопринт”, 2002. – 376 с.

УДК 629.113

Скойбеда А.Т. Илларионов А.В.

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО МЕХАНИЗМА ВЕДУЩЕГО МОСТА ГОРОДСКОГО ТРОЛЛЕЙБУСА

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Дифференциальный механизм используется в машиностроении уже много десятков лет, но, несмотря на это, проблема его совершенствования и улучшения эксплуатационных характеристик не потеряла своей остроты и в настоящее время. Значительное увеличение тяговых нагрузок ведущих мостов в последние годы в полной мере относится и к машинам городского электротранспорта, для которого характерно наличие “пиковых” нагрузок в часы наибольшего пассажиропотока. В результате возрос износ деталей дифференциалов, участились их поломки и преждевременные отказы. Всё это отрицательно сказывается на надёжности и безотказности работы машин.

На троллейбусах применяются межколёсные шестеренчатые дифференциалы, которые представляют собой трёхзвенные планетарные механизмы с двумя степенями свободы.

Как показывает анализ данных по текущему ремонту троллейбусов, отказы дифференциалов обусловлены как износом, так и поломками их деталей. В таблице 1 приведены характерные отказы деталей дифференциала ведущего моста троллейбуса, а в таблице 2 приведены данные, характеризующие надёжность дифференциального механизма.

Таблица 1

Характерные отказы дифференциалов троллейбусов

Деталь	Вид отказа
Полуосевое зубчатое колесо	Износ и поломка зубьев; разрушение ступицы, разрушение шлицев, выламывание углов зубьев, вследствие концентрации напряжений, усталостное выкрашивание от контактных напряжений
Сателлит	Износ и поломка зубьев
Крестовина	Износ шипов под сателлитами
Втулка сателлита	Износ поверхности трения
Шайбы сателлитов и полуосевых зубчатых колёс	Износ поверхности трения
Чашки дифференциала	Износ посадочной поверхности под подшипники; износ резьбовых отверстий; разбитые отверстия для крепления шипов крестовины

Таблица 2

Сведения о надёжности межколёсного дифференциала троллейбуса

Показатель	Полуосевое колесо	Сателлиты	Крестовина	Втулки сателлитов	Шайбы полуосевых колёс	Шайбы сателлитов	Чашки
Процентное распределение отказов между деталями дифференциала	36,8	10,5	10,5	5,2	21	5,2	10,5

Поломки зубьев сателлитов и полуосевых зубчатых колёс, а также разрушение ступицы полуосевой шестерни, наблюдаются обычно только после значительных износов шипов крестовины, втулок сателлитов, опорных шайб и шлицевого соединения, что ведет к нарушению нормальной работы конических зацеплений и возникновению дополнительных динамических нагрузок. К этим причинам следует добавить и особенности устройства трансмиссии электрического транспорта (например, отсутствие муфты сцепления), а также характер электрических процессов, происходящих в тяговом электродвигателе. Опыт эксплуатации показал, что тяговая передача может подвергаться воздействию хотя и кратковременных, но значительных по абсолютной величине вращающих моментов (например, пуск тягового электродвигателя, резкий разгон и торможение и др.).

На рис. 1а представлена полуосевая шестерня, ступица которой треснула под воздействием перегрузок. Следует отметить, что развитие трещины происходит в

направлении от торца ступицы к месту сопряжения цилиндрической поверхности ступицы и опорной поверхности шестерни. Далее трещина развивается по окружности сопряжения и происходит полное разрушение ступицы полуосевой шестерни, показанное на рис. 1б. Такой вид разрушения свидетельствует о присутствии конструктивного недостатка, а именно, наличия концентрации напряжений в области сопряжения цилиндрической поверхности ступицы и опорной поверхности шестерни.

Износ крестовины, втулок сателлитов, опорных шайб сателлитов и полуосевых зубчатых колёс обусловлены возросшей нагруженностью ведущего моста троллейбуса.

В общем случае надёжность дифференциала можно характеризовать коэффициентом надёжности, который равен:

$$P(t) = \prod_{i=1}^n P_i(t),$$

где $P_i(t)$ - вероятность безотказной работы деталей дифференциала.

Вероятность безотказной работы деталей дифференциала можно представить как отношение числа надёжных деталей к общему количеству подконтрольных деталей.

Таким образом, вероятность безотказной работы полуосевой шестерни:

$$P_{n.u}(t) = \frac{63}{70} = 0,9;$$

- сателлита

$$P_c(t) = \frac{138}{140} = 0,98;$$

- крестовина

$$P_{кр}(t) = \frac{33}{35} = 0,94;$$

- втулка сателлита

$$P_{ам}(t) = \frac{139}{140} = 0,99;$$

- опорная шайба полуосевой шестерни

$$P_{ш.н.ш}(t) = \frac{66}{70} = 0,94;$$

- опорная шайба сателлита

$$P_{ш.с}(t) = \frac{139}{140} = 0,99;$$

- чашки дифференциального механизма

$$P_ч(t) = \frac{68}{70} = 0,97.$$

Коэффициент надёжности дифференциала:

$$P_{д.м.} = 0,9 \cdot 0,98 \cdot 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,94 \cdot 0,99 \cdot 0,97 = 0,74.$$

Анализ надёжности дифференциального механизма показывает, что основными деталями, лимитирующими его работоспособность, являются полуосевые шестерни и их опорные шайбы. Дальнейшие мероприятия по повышению надёжности дифференциального механизма должны быть направлены в первую очередь на увеличение работоспособности этих деталей, путём совершенствования конструкции и технологии их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов М.Н. Детали машин.- М.: Высшая школа, 1976, 400с; 2. Лефаров А.Х., Высоцкий М.С., Ванцевич В.В., Кабанов В.И. Энергонагруженность и надёжность дифференциальных механизмов транспортно-тяговых машин.- Мн.: Навука и тэхніка, 1991.-240 с.

УДК 620.178.7:669.14

Хмелев А.А., Сидоров В.А.

О ЕДИНОЙ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ ОБРАЗЦОВ РАЗЛИЧНОЙ ФОРМЫ И РАЗМЕРОВ ПРИ УДАРНОМ ИЗГИБЕ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Испытания на ударный изгиб применяются с целью измерения сопротивления разрушению конструкционных материалов. Считается, что поведение материала в контрольных образцах соответствует поведению материала у кончика предельно опасной трещины, вследствие чего это имитирует работу материала в наиболее неблагоприятных условиях эксплуатации.

Определяемые при испытаниях значения ударной вязкости, зависящие от температуры испытания, остроты надрезов и размеров образцов, в сочетании с высокой скоростью деформирования при разрушении, настолько усложняют напряженное и деформированное состояние, что теоретический анализ ударной вязкости до сих пор не осуществлен. Кроме того, само значение ударной вязко-