Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXX1У, 1979 г.

КРИТЕРИИ УПРАВЛЕНИЯ РУДНИЧНЫМ ЭЛЕКТРОВОЗОМ ПРИ ТРОГАНИИ ПОЕЗДА С МЕСТА

В.Н.КОРДАКОВ

Одним из этапов пуска поезда является его трогание с места, определяемое с момента начала движения электровоза до момента начала движения последней вагонетки. Этот этап характеризуется незначительным временем переходного процесса (I-5 с) и большими динамическими нагрузками, возникающими в сцепных устройствах вагонеток. Эти нагрузки в 3-I0 и более раз превышают часовое значение тягового усилия электровоза.

Динамические нагрузки отрицательно влияют на эксплуатационную надежность сцепных устройств вагонеток и обусловливают преждевременный их выход из строя. Например, среднегодовой расход сцепок на шахтах Кузбасса достигает 50000, что ведет к увеличению дополнительных эксплуатационных затрат[x]. Повреждения сцепных устройств вызывают до 60% несчастных случаев от общего травматизма на электровозном транспорте.

В условиях автоматизированной электровозной откатки разрыв межвагонных связей может привести к возникновению больших аварий, так как часть состава поезда будет оставлена бесконтрольно на путях. При автоматизации пусковых режимов работы подвижного состава требуется обеспечить такой закон управления электровозом, который гарантировал бы необходимую эксплуатационную надежность работы межвагонных связей. Под эксплуатационной надежностью сцепных устройств будем понимать такие их режимы нагружения, при которых для каждой из межвагонных связей кривая усталостной прочности металла (кривая Велера) будет достаточно полно соответствовать заданным (существующим) условиям эксплуатации подвижного состава.

Для этого необходимо определить критерии управления электровозом при трогании рудничного поезда с места. В период одного трогания поезда с места межвагонные связи испытывают многократные динамические воздействия. Поэтому анализировать усталостную прочность работы межвагонных связей необходимо с учетом суммирования циклических нагрузок.

---

[x] А.Ф.Борзых, В.А.Долгов. Условия эксплуатации и срок службы вагонеток на шахтах Кузбасса. - Тр.ВОСТНИИ, 1964, т. 1У.

Для инженерных расчетов наиболее приемлема гипотеза Серенсена о суммировании усталостных напряжений[x]. Уравнение суммирования усталостных напряжений применительно для работы каждой из межвагонных связей имеет вид

$$n_T \sum_{i=j}^{k} \frac{1}{N_{ji}} = A \,, \qquad (1)$$

где n_T - действительное число нагружений сцепного устройства; j - номер рассматриваемой межвагонной связи (начиная с головы поезда); k - число нагружений одной межвагонной связи, равное числу вагонеток в составе; N_{ji} - допустимое число нагружений j-го сцепного устройства; A - постоянная величина, определяемая типом нагружения.

В соответствии с уравнением усталостной прочности металла для каждой межвагонной связи

$$\sigma_j^m N_j = C \,, \qquad (2)$$

где σ_j - предел выносливости (прочности) j-й межвагонной связи; m, C - экспериментальные показатели, зависящие от условий работы, материала и типа нагрузок: соответственно степень уравнения усталостной прочности и постоянная величина (коэффициент асимметрии).

Из уравнений (1) и (2)

$$n_T \sum_{i=j}^{k} \frac{\sigma_{ji}^m}{C} = A \,. \qquad (3)$$

С учетом

$$\sigma_j = \frac{F_j}{S} \,,$$

где F_j - величина усилия в j-й межвагонной связи, S - площадь сечения рассматриваемого узла межвагонной связи, уравнение (3) примет вид

$$\sum_{i=j}^{k} F_{ji}^m = \frac{A C S^m}{n_T} \,. \qquad (4)$$

Действительное число нагружений n_T сцепного устройства определяется технологической схемой откатки

$$n_T = k_3 n_{цр} n_{рс} n_{сг} n_г \,, \qquad (5)$$

где k_3 - коэффициент запаса, равный 1,3; $n_{цр}$ - число циклов (пусков поезда за рейс); $n_{рс}$ - число рейсов поезда в смену; $n_{сг}$ - число смен в году; $n_г$ - число лет эксплуатации (срок службы сцепного устройства).

Выражения (4) и (5) связывают технологические режимы эксплуатации подвижного состава и внутренние свойства межвагонных связей, определяемые их усталостной прочностью.

---

[x] К.М.Григорьев. Основы циклической прочности. Ижевск, Удмуртия, 1974.

В соответствии с представленным выше понятием эксплуатационной надежности работы межвагонных связей необходимо, чтобы для каждого сцепного устройства выполнялось условие (4).

Величина усилия F_{ji} в межвагонных связях зависит от закона управления приводом электровоза и условий реализации силы тяги.

Определение закона управления приводом электровоза возможно на основании решения уравнения динамики поезда с учетом разработанных критериев, математическая формулировка которых представлена выражениями (4) и (5).