

Не исключено, что в ближайшее время на пассажирских вагонах, в том числе и на вагонах электропоездов, начнут применяться тормозные колодки из более совершенных композиционных материалов.

В состав композитов, используемых при изготовлении фрикционных элементов колодочных и дисковых тормозов, в качестве наполнителя входит асбестовое волокно, которое обеспечивает необходимые эксплуатационные характеристики, прежде всего по износу элементов трущихся пар. В то же время на основе многочисленных медицинских исследований установлено, что асбестовая пыль обладает сильными канцерогенными свойствами. Доказана неизбежность риска для здоровья рабочих, занятых обработкой асбеста, при отсутствии эффективной системы пылеудаления. Фактически в композиционных материалах, применяемых для изготовления тормозных колодок, асбест находится в связанном состоянии, и при обслуживании тормозов опасность попадания асбестовой пыли в организм человека минимальна. Несмотря на это, уже с 70-х годов XX столетия разрабатываются безасбестовые композиты для железнодорожных тормозов.

Однако в ближайшие несколько лет следует оценивать тормозные системы электропоездов по применению чугунных тормозных колодок с повышенным содержанием фосфора и композиционных колодок ТИИР-303, которые широко применяются на дорогах СНГ.

УДК 629.423.077-592.527

ДИНАМИКА СИЛОВОГО ПРИВОДА ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗА

Е. Э. ГАЛАЙ

Белорусский государственный университет транспорта

Процесс работы пневматического силового привода электропневматического тормоза (ЭПТ) при торможении и отпуске можно разбить на четыре периода:

- I – время с момента запуска тормоза до начала движения поршня ТЦ;
- II – время повышения давления в ТЦ до максимальной величины;
- III – выстой поршня при фиксированном давлении в ТЦ (тормоз в положении перекрыши);
- IV – время понижения давления в ТЦ, сопровождающегося обратным ходом поршня под действием упругого сопротивления элементов рычажной передачи и возвращающей пружины.

Анализ динамики силового привода (ЭПТ) производится при следующих допущениях, касающихся термодинамического состояния воздуха в тормозной системе:

1 Процесс изменения давления в рабочем резервуаре (РР) и тормозном цилиндре (ТЦ) при истечении воздуха из объема постоянного давления – изотермический, а при истечении из глухого объема – адиабатический.

2 Атмосферное давление p_a и коэффициент расхода μ принимаются постоянными.

Рабочий ход поршня ТЦ происходит с изменением наполняемого объема $V_{тц}$. Это изменение пропорционально ходу штока $l_{шт}$. Уравнение состояния воздуха в наполняемом объеме ТЦ

$$M = \frac{p_u}{RT} (V_{мп} + l_{шт} F_u), \quad (1)$$

где M – масса воздуха, поступившего в ТЦ; R – газовая постоянная, $R = 287,14$ Дж/(кг·К); T – температура воздуха в РР; $V_{мп}$ – объем «мертвого» пространства тормозного цилиндра; F_u – площадь поршня.

Продифференцировав уравнение (1) по времени, получим массовый расход воздуха в ТЦ

$$G = \frac{dM}{dt} = \frac{1}{RT} \left[\frac{dp_u}{dt} (V_{мп} + l_{шт} F_u) + p_u F_u \frac{dl_{шт}}{dt} \right]. \quad (2)$$

Уравнение движения поршня при рабочем ходе с учетом влияния масс рычажной передачи:

$$F_u (p_u - p_0) = m \frac{d^2 l_{шт}}{dt^2} + \lambda_{пр} l_{шт} + P_{пр} + P_{трп} + S_{тр}, \quad (3)$$

где m – масса поршня и деталей тормозной рычажной передачи (ТРП); $ж_{пр}, P_{пр}$ – жесткость и усилие предварительного сжатия возвращающей пружины; $P_{трп}$ – сила упругих деформаций элементов ТРП, приведенная к поршню; $S_{тр}$ – сила трения поршня.

Скорость и время перемещения поршня можно определить, интегрируя и решая совместно уравнения (2) и (3). В зависимости от варианта истечения воздуха из РР при расчетах следует учитывать изменение давления и температуры в нем или же принять их постоянными.

Таким образом, в общем виде динамика силового привода электропневматического тормоза в I и II периодах может быть представлена следующей системой уравнений в конечно-разностной форме для шага интегрирования Δt :

$$\Delta Q_{pi} = (G_{pki} + G_{ш}) \Delta t;$$

$$G_i = 0,0404 \mu p_{p(i-1)} T_{p(i-1)}^{-0,5}, \text{ при } \beta_i = \frac{P_{i-1}}{P_{p(i-1)}} \leq 0,528;$$

$$G_i = 0,1562 \mu T_{p(i-1)}^{-0,5} (\beta_i^{1,43} - \beta_i^{1,71})^{0,5} \text{ при } \beta_i \geq 0,528.$$

При изотермическом процессе $k = 1, T_p = \text{const}$.

$$\text{При адиабатическом процессе } k = 1,403, T_{pi} = T_{p(i-1)} \left(\frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{\frac{k-1}{k}} = T_{p(i-1)} \left(\frac{P_i}{P_{i-1}} \right)^{0,287}.$$

$$P_{pki} = P_{p(i-1)} + \Delta P_{pki}; P_{ш} = P_{ш(i-1)} + \Delta P_{ш}.$$

Система конечно-разностных уравнений (4) интегрируется при следующих начальных условиях:

$$p_{pk}(0) = p_a; p_{ш}(0) = p_a; l_{ш}(0) = l'_{ш0}; p_p(0) = p_p; T_p(0) = T_a,$$

где T_a – температура окружающей среды; p_a – атмосферное давление.

УДК 629.4.077-592

✓ МОДЕРНИЗАЦИЯ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВСТРИЙСКИХ ПУТЕВЫХ МАШИН

Э. И. ГАЛАЙ, В. И. КОНОВАЛОВ, П. К. РУДОВ

Белорусский государственный университет транспорта

На Белорусской железной дороге с 1994 года эксплуатируются 10 австрийских путевых машин (6 наименований) фирмы «Плассер Тойрер», на которых установлено тормозное оборудование системы «Кнорр–Бремзе».

Организация технического обслуживания и ремонта тормозных приборов западноевропейского типа требует значительных валютных затрат на закупку оборудования для ремонта, запасных частей и комплектующих изделий, а также технической документации. Для сравнения стоимость применяемого на грузовых вагонах и локомотивах воздухораспределителя усл. №483 составляет 188 долларов США, тормозного цилиндра усл. №507Б – 69 долларов США, в то время как стоимость воздухораспределителя и тормозного цилиндра фирмы «Кнорр – Бремзе», соответственно, 3997 и 3696 долларов США.

Из-за малочисленности парка данных путевых машин на Белорусской железной дороге оснастка и оборудование по ремонту тормозов будет использоваться неэффективно, кроме того обслуживание тормозных систем западноевропейского производства создает серьезные трудности для осмотровиков вагонов и ремонтного персонала. Установленное тормозное оборудование фирмы «Кнорр–Бремзе» также не позволяет оснащать путевые машины системой безопасности движения КЛУБ-УП.

Одним из путей решения перечисленных проблем является замена тормозного оборудования западноевропейского типа на тормоза, применяемые на Белорусской железной дороге.