

Технологический эксцентриситет в режиме трогания с места оказывает благоприятное воздействие на колебания при повороте якоря. Наблюдается эффект динамического демпфера. Однако в режимах набора скорости и длительной тяги наличие эксцентриситета приводит к изменению воздушного зазора как по длине якоря, так и во времени, что порождает существенные нестационарные процессы в магнитном поле. Изменение характеристик магнитного поля, в свою очередь, отрицательно сказывается как на условиях коммутации, так и на динамических показателях ТЭД.

Зазор в моторно-якорных подшипниках сказывается только в переходных режимах (прохождение стыковых неровностей и переключение с режима на режим), и его влияние на динамическую составляющую виброускорений якоря и радиальных сил не существенно (около 3 %). При этом перераспределение нагрузки по роликам приводит к возрастанию силы на более нагруженном ролике на 10–15 %.

УДК 629.463.62.004

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. В. ШИЛОВИЧ

Белорусский государственный университет транспорта

А. А. ШИЛОВИЧ

Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины

Проблеме оптимального технического обслуживания подвижного состава посвящено много работ специалистов транспорта. Общность подхода большинства исследователей состоит в предположении того, что весь парк подвижного состава вне зависимости от его технического состояния задействован в процессе перевозок с одинаковой интенсивностью. Такой подход был правомерен во времена бывшего Советского Союза, когда на сети железных дорог ощущался дефицит подвижного состава. Однако даже в те времена опытные хозяйственники, имеющие возможность выбора, старались отбирать для собственной погрузки наименее поврежденный подвижной состав. В настоящее время ситуация с обеспеченностью вагонным парком изменилась. Потребности в вагонном парке для обеспечения перевозок меньше реальных возможностей дороги в предоставлении для этих целей подвижного состава. Поэтому в реальной жизни используется лучший подвижной состав, который быстрее изнашивается при применении к нему одинаковой для всего парка политики восстановления.

Основным приемом компенсации такой ситуации является разделение парка на возрастные группы и установление для каждой из них различных схем ремонтов и технических обслуживаний. Однако даже внутри одной возрастной группы можно встретить вагоны, существенно различающиеся по техническому состоянию. Это указывает на необходимость изменения действующего у нас подхода к модели определения рациональной политики технического обслуживания. Для решения подобных задач используются динамические модели, которые сначала применялись лишь для выбора оптимальной стратегии восстановления частных технических средств. Как задача динамической оптимизации, решаемая с помощью принципа максимизации Понтрягина, она впервые была сформулирована Насландом в 1966 году. Однако для применения в системах общего пользования требовалось дальнейшее совершенствование этих моделей в направлении наделения их способностью связывать качество (техническое состояние) вагона с интенсивностью его эксплуатации.

Учитывая это, мы предлагаем адаптацию модели, разработанной Т.Фраезом и Э.Фернандесом, к системе технического обслуживания подвижного состава. Пусть в некоторый момент времени t качество вагона (техническое состояние или его привлекательность для использования в перевозках с позиции эксплуатационника) оценивается функцией $S(t)$, а интенсивность эксплуатации $q(t)$. Естественно предположить, что S и q являются взаимосвязанными переменными, так как целесообразность использования вагона определяется уровнем его качества. Под качеством следует понимать привлекательность вагона для пользователя. Для отделения дороги это может быть величина средств $C(t)$, которую необходимо вложить в вагон при подготовке его под погрузку. При этом справедливо соотношение $S(t) = 1/C(t)$, т. е. чем меньше затрат несет отделение по подготовке вагона к

перевозкам, тем выше его привлекательность. Величина $q(t)$ представляет потенциальное количество оборотов, которое по условиям привлекательности может выполнить вагон за год. Чем выше качество вагона, тем больше шансов у него быть востребованным. Если качество вагона $S(t)$ больше некоторой сформировавшейся для рассматриваемого полигона величины S , то он привлекается для перевозки. Очевидно, значения S непостоянны и зависят от обеспеченности дорог вагонами того или иного уровня качества. С учетом указанных обозначений связь между качеством вагона, интенсивностью эксплуатации и затратами на восстановление можно описать следующей системой взаимосвязанных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \dot{S}(t) = -aS(t) - bq(t) + cV(t), S(0) = S_0; \\ \dot{q}(t) = dS(t) + f, q(0) = q_0, \end{cases}$$

где a, b, c – коэффициенты, отражающие соответственно естественный временной темп ухудшения качества вагона, износ, получаемый вагоном за каждый оборот, темп увеличения качества вагона на каждый рубль, вложенный в его ТО; d, f – коэффициенты, отражающие соответственно размер изменений в интенсивности эксплуатации вагона и спросе на перевозки, не связанном с качеством вагона. В предложенной паре совместных дифференциальных уравнений переменная $V(t)$ представляет собой контролируемую величину, а $S(t)$ и $q(t)$ – переменные состояния. Указанные уравнения содержат следующие предположения в отношении поведения системы эксплуатации вагона. Его качество, изменяемое во времени, является следствием трех независимых факторов: естественных, эксплуатации и восстановления. Особенностью этих факторов является то, что темп естественного разрушения пропорционален качеству вагона; любой оборот наносит вагону одинаковый ущерб b ; каждый рубль, вложенный в восстановление вагона, улучшает его качество на величину c . Решение приведенной системы позволяет установить рациональную политику восстановления вагона.