

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМПЕРАТОРА НИКОЛАЯ II»

14 декабря 2016 г., Москва
Сборник научных трудов
Всероссийской конференции

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ



СОДЕРЖАНИЕ

В.А. Аксёнов, О.С. Юдаева, Е.А. Сорокина, А.С. Козлов. Совершенствование технологического процесса наружной обмывки подвижного состава с целью улучшения условий труда мойщиков-уборщиков	3
Е.В. Дробикина. Методика проведения энергоаудита промышленных предприятий и объектов коммунального хозяйства железнодорожного транспорта. Локальный термометрический контроль и учет теплоснабжения	8
А.С. Космодаманский, А.А. Пугачев, Н.Н. Стрекалов. Трехуровневые инверторы для нужд тяговых и вспомогательных электроприводов локомотивов	13
М.Ю. Капустин, Д.Н. Шевченко. Принципиальные подходы к управлению тяговым приводом локомотива	21
А.И. Быков, С.В. Беспалько, Т.А. Фролова, М.Н. Старостин, Д.А. Кольшин. Анализ причин поступления грузовых вагонов в текущий отцепочный ремонт за 2016 год	26
А.П. Иванов. Кластерный подход к формированию и развитию транспортно-логистической системы России	29
А.А. Спектор. Развитие кадрового потенциала железнодорожной отрасли России на основе института социального партнерства	35
Л.В. Шкурина. Формирование бизнес-потенциала для обеспечения экономического роста транспортной компании	40

Научное издание

РАЗВИТИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

*Сборник научных трудов
Всероссийской конференции
14 декабря 2016 г., Москва*

Статьи печатаются в авторской редакции

Ответственный за выпуск С.Е. Иконников

Компьютерная верстка *О.А. Денисова*
Дизайн обложки *А.Ю. Байкова*

Изд. зак. 61. Формат 60×90¹/₁₆. Усл. печ. л. 3,0.
Тираж 40 экз. Тип. зак. 148

Информационно-издательский отдел
Информационно-методического управления РОАТ,
125190, Москва, Часовая ул., 22/2

М.Ю. Капустин, Д.Н. Шевченко

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К УПРАВЛЕНИЮ ТЯГОВЫМ ПРИВОДОМ ЛОКОМОТИВА

На сети железных дорог не только России, но и всего мира сложилась ситуация, когда при значительном увеличении мощности локомотива используется лишь часть от максимального крутящего момента, развиваемого его тяговыми электродвигателями. Это обусловлено тем, что слишком высокие значения силы тяги приводят к боксованию и чрезмерному износу контактирующих поверхностей. Подобные процессы связаны с отсутствием возможности прогнозирования коэффициента сцепления в контакте колесо-рельс.

При изучении природы сцепления колеса с рельсом учеными всего мира предлагалось множество теорий и тезисов, вводилось понятие статического и кинетического трения, рассматривалось макроскопическое и микроскопическое трение, однако, в настоящее время, достигнутый уровень знаний о трении качения со скольжением не позволяет объяснить основные закономерности, наблюдаемые в результате качения колеса по рельсу. [1]

От тех явлений, которые протекают в контакте колеса и рельса, в момент реализации энергии потребляемой локомотивом, формируется значение коэффициента сцепления, на которое дополнительно влияет множество факторов имеющих временную зависимость, а равно с ними временную зависимость приобретает и прогнозирование сцепных свойств локомотива не зависимо от применяемых тяговых двигателей.

Решение подобной задачи, при наличии большого количества изменяющихся параметров (степень износа колеса и рельса, погодные условия, наличие загрязнений на поверхности катания колеса и рельса и прочее) является практически невыполнимой.

Решением задачи прогнозирования коэффициента сцепления и реализации максимально возможных сцепных свойств локомотива может быть найдено при усовершенствовании алгоритмов поосного управления тяговым электроприводом, с целью недопущение боксования при максимальном тяговом усилии, создаваемого в точке контакта колесо-рельс.

Таким образом, качество работы автоматической системы поосного регулирования зависит от минимального затраченного времени на выявление предбоксовочного состояния и принятия мер по предотвращению дальнейшего развития процесса боксования.

Так же интерес вызывает теория возможного роста потенциального коэффициента сцепления за счет кратковременных, управляемых процессов боксования, предложенная профессором Самме Г.В. [2].

В этом случае предбоксовочное состояние не выявляется изначально, а контролируется начальная стадия боксования и подводится системой управления к самозатуханию.

При мягких тяговых характеристиках двигателей боксующих колесных пар электровозов ВЛ10, жесткость этих тяговых характеристик будет иметь значение около $0,6 \text{ кН} \cdot \text{ч/км}$.

При такой жесткости тяговой характеристики двигателя боксующей колесной пары после срыва сцепления (начала боксования) равновесная точка будет находиться на восходящей ветви зависимости $F_{\text{сц}}(u)$, и в этой точке режим будет неустойчивым.

Исход данного процесса боксования показан на рис. 1.

Показан процесс боксования, который возник, так как сила $F_{\text{м}}(t)$ по некоторым причинам (набор позиций, снижение $F_{\text{сц}}$ и т.д.) стала больше силы $F_{\text{сц}}(t)$ в момент времени t_1 . Под действием ускоряющей силы $\Delta F = F_{\text{м}} - F_{\text{сц}}$ происходит развитие боксования, растет скорость скольжения.

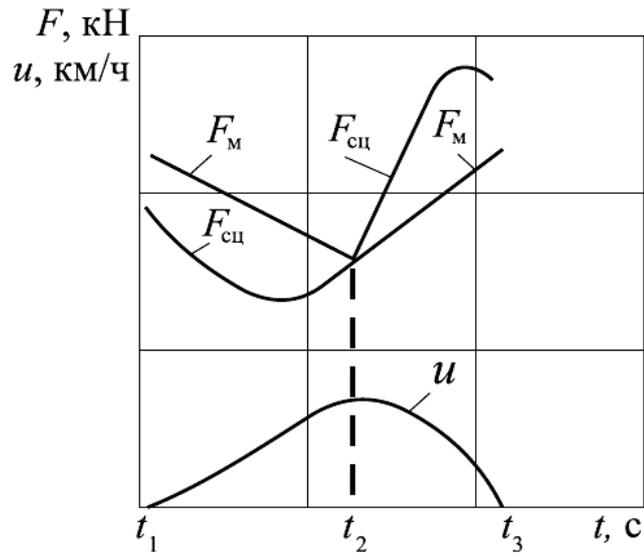


Рис. 1. Характер поведения боксующей колесной пары

В равновесной точке t_2 будет иметь место равенство $F_M = F_{сц}$. В момент времени t_2 значение скорости скольжения будет максимальным и определится импульсом ускоряющей силы:

$$\int_{t_1}^{t_3} (F_M - F_{сц}) dt \quad (1)$$

После момента t_2 сила сцепления будет продолжать увеличиваться, так как в некотором интервале значений скорости скольжения происходит удаление влаги, сгорают органические составляющие пленки, продолжают образовываться наросты и т.д.

В соответствии с критерием устойчивости при принятой зависимости $F_M(u)$ и установленной зависимости $F_{сц}(u)$ режим в равновесной точке будет неустойчивым и начнется процесс затухания боксования (снижение скорости скольжения). Это будет иметь место при условии:

$$\int_{t_1}^{t_p} (F_M - F_{сц}) dt \leq \int_{t_p}^{t_2} (F_{сц} - F_M) dt \quad (2)$$

После кратковременного процесса боксования потенциальный коэффициент сцепления увеличит свое значение по отношению к значению потенциального коэффициента сцепления, которое было до боксования.

Такое развитие процесса боксования при мягких тяговых характеристиках двигателя боксующей колесной пары показано на рис. 2.

В равновесной точке 2 режим будет неустойчивым при скорости скольжения, не равной нулю. С этого момента возможен переход в глубокое боксование с ростом скорости скольжения. В равновесной точке 3 режим будет устойчивым, но при этом скорость скольжения будет больше 30 км/ч, а коэффициент сцепления — ниже 0,1. Развитие боксования с увеличением скорости возможно в этом режиме, если машинист будет набирать позиции, то скорость скольжения будет увеличиваться, а реализуемая сила тяги останется на том же уровне [2].

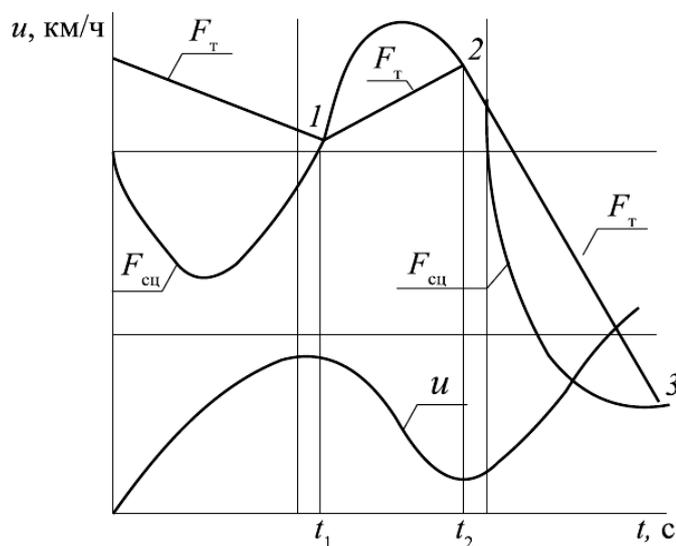


Рис. 2. Развитие процесса боксования при мягких тяговых характеристиках

В настоящее время применение в системах управления микропроцессорных устройств позволяет проверить и развить предложенные ранее теории процесса боксования. Для этого необходимо разработать адекватную модель, описывающую применение современной микропроцессорной техники, которая позволит выявить предбоксовочное

состояние, сам процесс боксования и выход из него в минимальных временных интервалах.

При этом важно отметить, что перевод к поосному регулированию, с отслеживанием состояния каждой колесной пары с рельсом, позволит в автоматическом режиме перераспределять тяговые усилия от боксующей колесной пары к небоксующим.

В заключении важно подчеркнуть, что в настоящее время, увеличение мощности локомотивов без решения выше поставленных задач, не представляется возможным для полной реализации коэффициента сцепления и увеличения, тем самым, провозной способности.

Литература:

1. Ляпушкин Николай Николаевич. Прогнозирование сцепных свойств локомотивов с различными типами тяговых электродвигателей. Диссертация. Москва 2013
2. Самме Георгий Вольдемарович. Фрикционное взаимодействие колесных пар локомотива с рельсами. Теория и практика сцепления локомотива. Монография. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 104 с. ISBN 978-5-89035-706-9