

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**© 2007 г. Ш.В. Кикичев  
РГУПС Ростов-на-Дону**

Одной из задач управления трением в системе колесо-рельс является поддержание на высоком уровне коэффициента трения между поверхностями катания бандажа локомотива и рельса.

Известно [1], что до 90% номинальной площади контакта заполняется высокодисперсным слоем из продуктов изнашивания и заносимых на рельсы материалов, который разделяет твердые тела колеса и рельса. Этот слой достаточно активно взаимодействует с окружающей средой и адсорбирует на себе влагу, органические вещества и газы. В результате коэффициент сцепления колеса с рельсом существенно изменяется в зависимости от климатических и погодных условий.

Песок, широко используемый для увеличения сцепления колес локомотивов, – доступный и дешевый материал, но он создает множество сложных и дорогостоящих в устранении проблем, начиная с обслуживания устройств подачи песка и вредного его абразивного воздействия на колеса и рельсы и кончая расстройками верхнего строения пути [2]. Повышение механической составляющей коэффициента сцепления, обусловленном присутствием абразива в зоне фрикционного контакта, а также за счет формирования на поверхности трения устойчивых к термическому воздействию вторичных структур с высокими прочностными свойствами; повышении скорости процесса модификации трения за счет интенсификации окислительных трибохимических процессов путем введения в состав модификатора трения ряда сильных окислителей; протекании в зоне фрикционного контакта процессов физической и химической адсорбции молекул силикатов, образовании на поверхности металла пленок вторичных структур [3].

На основании анализа мероприятий проводимых с целью повышения сцепления колес локомотива с рельсами можно заключить, что в настоящее время не существует совершенных средств регулирования трения в данной фрикционной паре. Важной характеристикой модификатора трения является его способность быстро и эффективно нейтрализовать слои поверхностных загрязнений. При этом желательно использование недефицитных и дешёвых компонен-

тов для изготовления модификатора трения, а также необходимо обеспечить экологическую чистоту составляющих компонентов и производных от их взаимодействия, и экономическую целесообразность его применения.

Решением данной проблемы может быть разработка модификатора трения с аналогичным составом, брикет которого будет обладать меньшим пределом прочности на срез. Такого результата можно добиться либо за счёт введения в состав модификатора трения меньшего количества компонентов отвечающих за прочностные характеристики брикета, либо введением в состав модификатора трения газообразователя, не снижающего или незначительно снижающего фрикционные характеристики получаемого модификатора трения [4].

Процесс химического модифицирования трибосистемы колесо-рельс основывается на реализации механизма, ключевую роль, в котором играют процессы, протекающие в зоне фрикционного контакта под воздействием силикатной среды [5]. Известен способ модификации поверхности колес локомотивов с использованием растворов силикатов [5], однако до сих пор отсутствовало теоретическое обоснование данного процесса.

Силикаты, как соли слабой кислоты, легко подвергаются гидролизу с образованием поликремневых кислот, которые включают в свою структуру частицы абразива (рис. 1). За счёт этого вероятность механического удаления песка при накате колеса на рельс уменьшается и, значит, большее количество песка окажется в пятне контакта колесо-рельс, что увеличивает коэффициент сцепления колеса с рельсом.

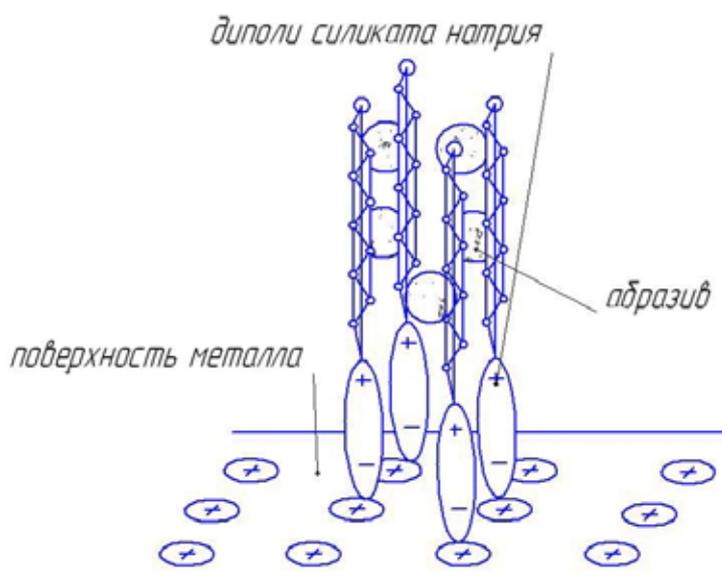


Рис. 1. Схема удержания абразива силикатами

Поверхность оксида железа имеет слабокислую реакцию, за счёт адсорбции и координации молекул воды атомами кислорода к катионам металла оксидной плёнки. При этом связи О-Н ослабляются за счёт оттягивания электронной плотности с кислорода на металл. В результате кислотность связей О-Н в молекуле воды увеличивается, что может привести к диссоциации этой связи. Подобный процесс диссоциации координированной воды с ионом металла известен в координационной химии как кислотный гидролиз [6,7].

Образование поликремневых кислот ускоряется за счёт связывания щелочи, присутствующей в растворе силиката натрия, в результате реакции кислотными группами оксида. Поликремневые кислоты могут достраивать кристаллическую решетку оксида железа, образуя структуры, также препятствующие выжиманию песка из пятна контакта.

Помимо удерживающей способности силикаты могут вытеснять загрязнения на поверхности металла (рис. 2). Так как силикаты натрия и калия имеют щелочную природу, в процессе трения возможно выделение групп NaOH и KOH, то можно говорить об эффекте «смыывания» - вытеснения с поверхности трения щелочами загрязнителей на масляной основе с последующим вытеснением их из контакта под действием высоких давлений, что способствует ускорению нейтрализации поверхностных загрязнений.

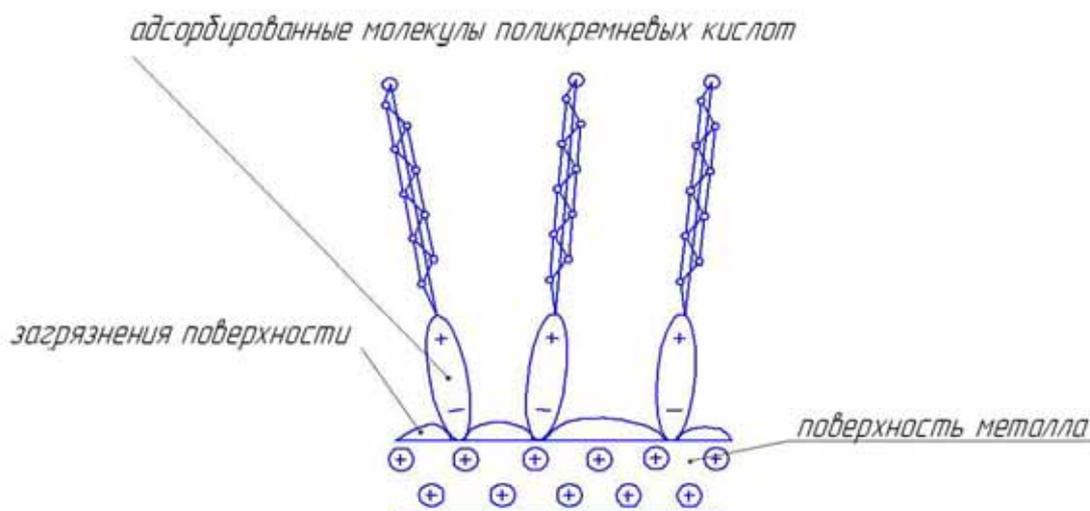
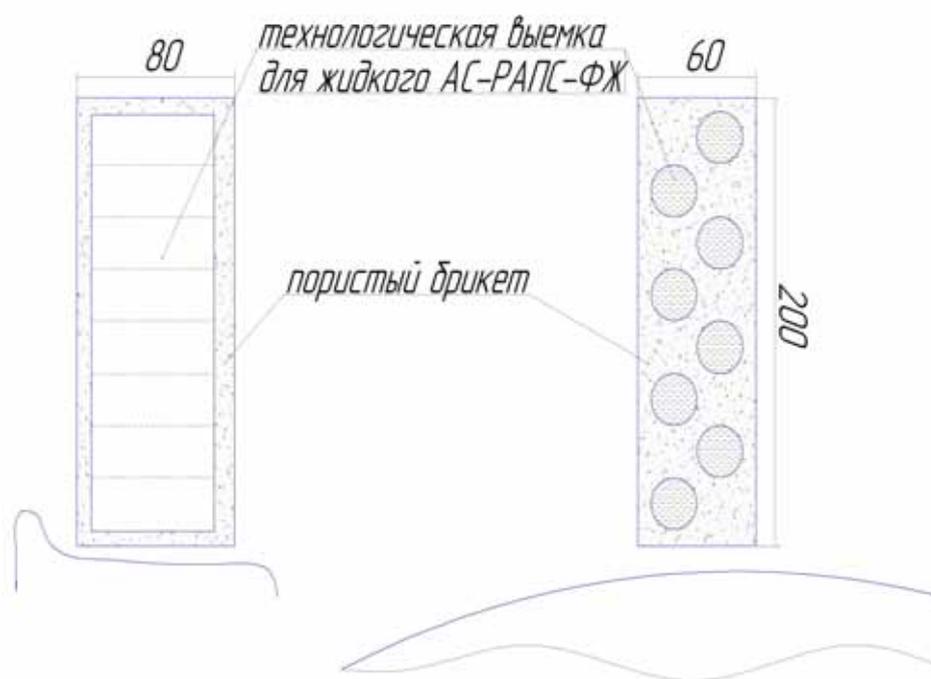


Рис. 2. Схема отчистки поверхностных загрязнений

При трении в зоне контакта, активированной высокими контактными давлениями и скоростями скольжения, локальными вспышками температур, а также присутствием абразива, имеющих место при срыве сцепления колеса с рель-

сом, всегда имеется достаточный запас энергии для протекания химических реакций в поверхностном слое металла, что приводит к его определённой модификации. Такое модифицирование поверхности стали сопровождается образованием слоя высокой твёрдости, характерного для силикатов и силицидов железа, протекании в зоне фрикционного контакта процессов физической и химической адсорбции молекул силикатов, образовании на поверхности металла плёнок вторичных структур, предположительно состоящих из одного или группы химических соединений: силикатов железа, твёрдых растворов кремнезёма в окислах железа, относительно легкоплавких эвтектик, силицидов и др. Формируемые на поверхности металла вторичные структуры способствуют снижению интенсивности износа.

Следовательно необходимо создание модификатора трения отвечающего следующим условиям комплексной механохимической чистке поверхности трения бандажей колёсных пар локомотивов, состоящей из механической чистки абразивом и комплексного химического модифицирования поверхностей трения.



**Рис. 3.** Схема устройства брикета для комплексной механохимической обработки поверхности колёс локомотивов

Для решения этой проблемы предлагается в существующий брикет модификатора трения [4] вводить дозированный состав АС-РАПС-ФЖ [5]. Схема брикета модификатора трения с комплексной системой модифицирования представлен на рис. 3. Он представляет собой пористый брикет с вырезанными технологическими выемками, в которые заливается жидкая фракция АС-РАПС-ФЖ. Размер выемок выбран с учетом разовой дозированной подачи жидкой фракции. Размеры брикета выбраны с учетом геометрии колеса и подрамного пространства локомотива. Устройство подачи брикета разработано и подробно описано [4] поэтому на рисунке не показано.

#### Литература

1. *Лужнов Ю.М.* Сцепление колеса с рельсами (природа и закономерности). М.: Интекст, 2003. – 144 с.
2. *Харрис, У. Дж.* Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса: пер. с англ. / У. Дж. Харрис, С.М. Захаров, Дж. Ландгрэн и др. М.: Интекст, 2002. – 408 с.
3. *Могилевский В.А., Окулова Е.С., Шуб М.Б., Кикичев Ш.В.* Необходимость использования новых материалов для регулирования трения в трибосистеме «колесо тягового подвижного состава-рельс» // Материалы V интернет-конференции «Новые материалы и технологии в машиностроении», г. Брянск, 2006г.
4. *Окулова Е.С.* Модельная оптимизация и прогнозирование трибохарактеристик системы «путь – подвижной состав» (на примере магистрального электровагона ВЛ-80): Автореф. дисс. ...канд. тех. Наук. Ростов-на-Дону, 2006 г
5. *Могилевский В.А.* Повышение коэффициента сцепления колес тягового подвижного состава с рельсами путем применения активизаторов трения: Автореф. дисс. ...канд. тех. наук. Ростов-на-Дону, 2001 г
6. *Дей К., Селбин Д.* Теоретическая неорганическая химия / Под ред. К.В. Астахова. М.: Химия, 1976. – 586 с.
7. *Басоло Ф., Пирсон Р.* Механизмы неорганических реакций / Под ред. А.Н. Ермакова. М.: Мир, 1971. – 592 с.