



Центр научно-технической информации и библиотек  
– филиал ОАО «РЖД»

## **Дифференцированное Обеспечение Руководства**

---

135/2023

### **Научно-исследовательская деятельность и разработки в области технологии материалов института RTRI (Япония)**

Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта Японии (RTRI) ведет исследования и разработки по целому ряду направлений. Свойства материалов, используемых на железных дорогах, часто ухудшаются и изменяются во время эксплуатации, поэтому были изучены методы количественной оценки состояния материала в момент времени и выяснение механизма износа на основе этого метода оценки и контрмеры с использованием новых материалов. Далее представлена часть разработок.

#### **Разработка лубриканта подшипников для высокоскоростных поездов Синкансэн для эксплуатации в холодном климате**

Для решения проблемы потери свойства текучести при низких температурах, первоначально использовалось синтетическое масло. Однако его окрашивание в красный цвет во время эксплуатации затрудняло работникам оценку качества лубриканта по сравнению с референсным, что стало проблемой техобслуживания. Были подобраны присадки на основе высокоочищенного минерального масла с целью получения лубриканта для подшипников осей поездов Синкансэн, в котором удалось избежать его покраснения по мере износа и проблем с обслуживанием, обеспечивая при этом текучесть при низких температурах.

Более низкая температура застывания указывает на более высокую текучесть при низких температурах. Было показано, что по сравнению с существующим лубрикантом для подшипников, разработанный лубрикант обладает текучестью даже при температурах ниже  $-40^{\circ}\text{C}$ . Результаты

лабораторных испытаний также показали, что в отработанном лубриканте не было обнаружено никаких отклонений от требуемых значений, даже после ресурсных испытаний, эквивалентных 800 тыс. км пробега подвижного состава.

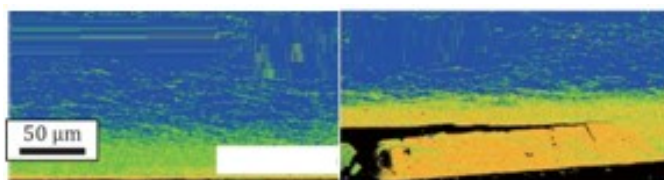
### **Разработка ремонтных материалов с использованием геополимеров**

По сравнению с цементом, при производстве геополимеров можно использовать побочные продукты промышленного производства, что также положительно сказывается на выбросах  $\text{CO}_2$ . Геополимеры обладают высокой стойкостью к щелочно-кремниевым реакциям, кислотной коррозии и другим агрессивным средам, негативно влияющим на цемент. Все более широкое применение геополимеров наблюдается при производстве шпал.

Высокая стойкость этого материала была использована в последние годы для разработки геополимерного раствора для штукатурных работ. Ожидается, что он будет применяться в местах, где обычный цементный раствор не может быть применен по причине агрессивных сред.

### **Выяснение механизма повышенного износа контактной поверхности пантографов на поездах Синкансэн при торможении и стоянке**

При эксплуатации поездов Синкансэн степень износа контактных поверхностей пантографов выше на участках с низкой скоростью движения (как вблизи станций), чем на участках с высокой. Это приводит к увеличению частоты замены компонентов пантографов, что влечет рост затрат на техобслуживание. Для выяснения причины повышенного износа, было исследовано распределение износа контактных поверхностей в зависимости от скорости движения поездов (рис. 1). Были проведены лабораторные испытания с целью изучения зависимости коэффициента износа от скорости и результаты выявили, что износ резко возрастал по мере приближения поезда к остановке.



*Рис. 1. Износ контактной поверхности на участке движения при 60 км/ч (слева) и на станции (справа)*

Для снижения коэффициента износа была испытана консистентная (высоковязкая) смазка. Её применение выявило значительное снижение износа. Планируется проведение испытаний в реальных условиях.

Детальное понимание механизма изменений исходных свойств с течением времени, таких как усталость и износ, а также трение, которые

необходимо учитывать при использовании материалов, приводит к эффективным решениям в борьбе с такими изменениями.

### **Оценка качества поверхностного слоя бетона с помощью испытания на разбрызгивание воды**

В железобетоне, который является одним из основных конструкционных материалов для железных дорог не должна происходить коррозия предварительно напряженных арматурных стержней. Защитный слой бетона должен обладать не только определенной прочностью, но и определенной толщиной и устойчивостью к проникновению воды, которая является основной причиной износа арматурных стержней. Был разработан метод испытания распылением воды для простой оценки стойкости внешнего слоя к проникновению воды. Испытание проводится методом распыления небольшого количества воды на поверхность сухого бетона и визуальной оценки состояния водопоглощения поверхностного слоя.

Разработанный метод испытания водяным распылением (WIST) предполагает использование ручного распылителя для многократного распыления небольших объемов воды в одном и том же месте через равные промежутки времени. Более плотный бетон с более качественным поверхностным слоем позволяет воде стекать при минимальном объеме распыления. Поскольку WIST является методом, применяемым для вертикальных элементов, таких как колонны и стены, разрабатываются методы измерения горизонтальных плоскостей (рис. 2).

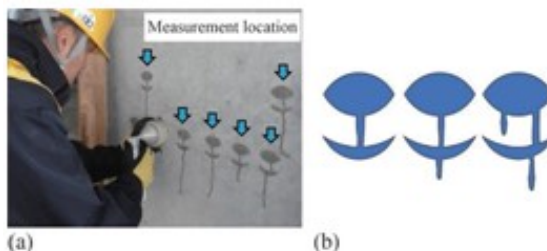


Рис. 2. Оценка качества поверхности бетона (а) распыление воды; (б) замеры

### **Нанесение алмазоподобной углеродной пленки (DLC) для подавления фреттингового износа осевых подшипников**

Фреттинг – это износ, вызванный незначительным проскальзыванием, которое происходит в зоне контакта двух предметов, а в случае осевых подшипников, попадание образующейся при трении абразивной пыли и что ускоряет его повреждение и ухудшение состав лубриканта, что становится проблемой с точки зрения техобслуживания.

Меры по борьбе с фреттинг-износом были исследованы с двух сторон. Первый способ – это ослабление давления на контактную поверхность в пятне контакта. Было обнаружено, что неравномерное распределение поверхностного давления, возникающее в зоне контакта, и амплитуда

поверхностного давления, обусловленная вращением, коррелируют с возникновением фреттингового износа. Были проведены лабораторные испытания и анализ методом конечных элементов для разработки формы, которая могла бы подавлять возникновение фреттингового износа на осевых подшипниках. Второй способ заключается в нанесении функционального покрытия, снижающего коэффициент трения в зоне контакта. В качестве функционального покрытия была исследована пленка DLC с сегментной структурой, которая может снижать коэффициент трения. В лабораторных испытаниях с использованием осевых подшипников было подтверждено, что фреттинг-износ может быть снижен (рис. 3).



Рис. 3. Закрепленное положение алмазоподобной углеродной пленки (DLC) в осевом подшипнике

На сегодняшний день достижения в области технологии изготовления конструкционных и функциональных материалов внесли значительный вклад в развитие железных дорог. Текущие исследования и разработки в основном направлены на материалы с более длительным сроком службы, выяснении механизмов их износа. Быстрые изменения в окружающей среде, связанные с изменением климата, окажут значительное влияние на будущее железных дорог и необходимо, чтобы технологии материалов адаптировались к этому переходу для поддержания устойчивого развития железных дорог.

*Источник: QR of RTRI, Vol. 64, No. 3, Aug. 2023, стр. 157-160 (англ. яз.)*