

Смазывание гребней бандажей и стрелочных переводов на железных дорогах Германии

Холдинг железных дорог Германии (DB) одной из наиболее важных целей своей деятельности считает охрану окружающей среды. В связи с этим для узлов и деталей, вступающих в непосредственный контакт с окружающей средой, по возможности используют биологически быстро разлагающиеся смазочные материалы. В частности, их применяют для смазывания гребней бандажей и стрелочных переводов.

Смазывание гребней бандажей

Общие положения

Для надежной передачи тяговых или тормозных сил в зоне контакта колеса и рельса, т. е. на поверхности катания, стремятся обеспечить высокий коэффициент трения. В то же время с целью снижения сил трения между гребнями бандажей и боковой поверхностью головки рельса на DB давно применяют смазочные материалы, а с середины 1990-х годов используют преимущественно биологически быстро разлагающиеся смазки.

Благодаря смазыванию гребней бандажей обеспечивается:

- предотвращение износа гребня и рельса;
- повышение безопасности в отношении схода с рельсов;
- снижение шумоизлучения;
- экономия энергии в результате уменьшения сопротивления движению.

Методы получения смазочной пленки

Для получения смазочной пленки используют смазочные устройства (лубрикатеры), которые могут быть как мобильными, так и стационарными. Мо-

бильные устанавливают на тяговом подвижном составе и вагонах с кабинами управления для смазывания гребней бандажей и на специализированном подвижном составе для смазывания поверхности катания внутреннего рельса в кривых. Стационарные устройства располагают непосредственно в пути.

На DB применяют все виды лубрикаторов, однако наибольшее распространение получили лубрикатеры для смазывания гребней бандажей, расположенные на подвижном составе (тяговом, в вагонах с кабинами управления, иногда и на грузовых вагонах). В основном используют двухканальные лубрикатеры, но в последнее время все чаще — одноканальные. Подача смазки осуществляется в зависимости от пройденного расстояния или времени и может варьироваться в определенных границах в соответствии с существующими требованиями. Для дозирования пластичной смазки в двухканальных лубрикаторах предусмотрена специальная камера в сопле или кольцевой дозировочный паз в поршне сопла. Одноканальные лубрикатеры практически непрерывно наносят смазку, которая транспортируется по стенкам канала потоком воздуха.

Смазывается, как правило, передняя колесная пара, а на гребни других бандажей тягового подвижного состава и последующих вагонов наносится смазка, осевшая на боковой поверхности головки рельса. Расход смазки в среднем составляет 0,03 г на 250 м, а во многих случаях — даже на 1000 м.

Отделение трибологии и триботехники DB выполняет исследования с целью разработки практических рекомендаций по удержанию на гребнях бандажей функционирующей пленки пластичной смазки.

Лабораторные испытания смазок для гребней бандажей

Биологически быстро разлагающиеся смазочные материалы были испытаны в лаборатории в условиях, близких к существующим на практике. Важнейшие требования к пластичным смазкам этого типа сводятся к следующему:

- возможность транспортирования и распыления имеющимися лубрикаторами;
- высокая стабильность при сжатии (под давлением);
- хорошие адгезионные свойства;
- высокая стойкость к старению;
- температура воспламенения жидкой составляющей выше 200 °С;
- создание защиты от износа;
- обеспечение безопасности в отношении схода с рельсов (коэффициент трения ниже 0,1);
- быстрая биологическая разлагаемость (соответствие условиям CEC-L-44-A 94);
- совместимость с другими смазками, применяемыми на DB для смазывания гребней бандажей;

• сохранение стабильного состояния при хранении (отсутствие расслоения).

Указанные требования содержатся в соответствующих информационных листках DB (таблица) вместе с данными, характеризующими необходимые свойства смазок и сопряженные методы испытаний. Согласно им в лаборатории проводятся отдельные физико-химические и механодинамические испытания. Перечень листов утвержден отраслевым стандартом VN 910310 в 2004 г.

Стабильность при сжатии.

Сначала должна быть решена проблема нанесения смазки на нужную поверхность. Иногда в некоторых соплах двухканальных лубрикаторов происходит затвердевание смазки в дозировочном пазу, что ведет к отказу сопла. В связи с этим по согласованию с изготовителем лубрикатора проводится тест на его пригодность: смазка выдерживается в течение 72 ч при давлении 10 бар и температуре 1 °С, а затем проверяется на распыляемость при рабочем давлении 6 бар. Требуемое распыляемое количество многих испытанных на стенде смазок достигается лишь после нескольких импульсов подачи; нередко смазка вообще не распыляется.

Подобным образом, но с использованием специального сосуда и трубки длиной 6 м оценивается возможность транспортирования смазки при температуре от -20 до +40 °С, что зависит не только от вида смазки, но и от используемого сопла (рис. 1).

Прилипание смазки к гребню бандажа. Важный критерий смазки — ее адгезионные свойства. В механодинамической испытательной лаборатории трибологии и триботехники DB для испытаний на адгезию применяется облегченное колесо поезда ICE. Смазку напыляют на него с определенной скоростью. После остановки колеса получают отпечаток боковой поверхности гребня бандажа, по которому мож-

Фрагмент информационного листка DB по пластичным смазкам для гребня бандажей

№ п/п	Свойство, признак	Единица измерения	Метод испытания	Требуемое значение
1	Температура применения	°С	—	От -25 до 80
2	Температура воспламенения жидкой части смазки	°С	DIN ISO 2592	Минимальная 200
3	Кажущаяся вязкость при температуре: 25 °С 0 °С -25 °С	мПа·с	DIN 51810	Минимальная 150 Минимальная 400 Максимальная 4000
4	Стабильность при сжатии	%	745-PA 0007-02	Начало распыления минимум через 3 импульса, после 5-го импульса — 80 % номинала

но судить о пути распространения смазки от галтели к вершине гребня. Опыт показывает, что адгезия зависит не только от свойств смазки, но и в значительной степени от применяемого сопла лубрикатора.

Коэффициенты трения и износ. Для исследования этих параметров построен специальный двухдисковый испытательный стенд. Полученные на нем результаты испытаний двух смазок, одна из которых содержит твердое смазочное вещество, а другая не содержит его, приведены на рис. 2.

Практические результаты

В эксплуатации для обеих смазок получены такие же результаты, как в лабораторных условиях. Был опреде-

лен износ гребней бандажей локомотива серии 219, работавшего в основном на железной дороге Saalebahn, где имеются кривые малого радиуса. На нем успешно применялась смазка с твердым смазочным веществом. Используемая до этого смазка, в которой отсутствовало такое вещество, показала неудовлетворительные результаты (рис. 3).

Решающее значение для качества смазки имеют вид и количество маслорастворимых добавок и твердого смазочного вещества. Доля этих веществ в смазке, при которой износ гребней бандажей и рельсов минимален, в настоящее время еще не определена. Как известно, некоторый первоначальный износ контактирующих элементов не-

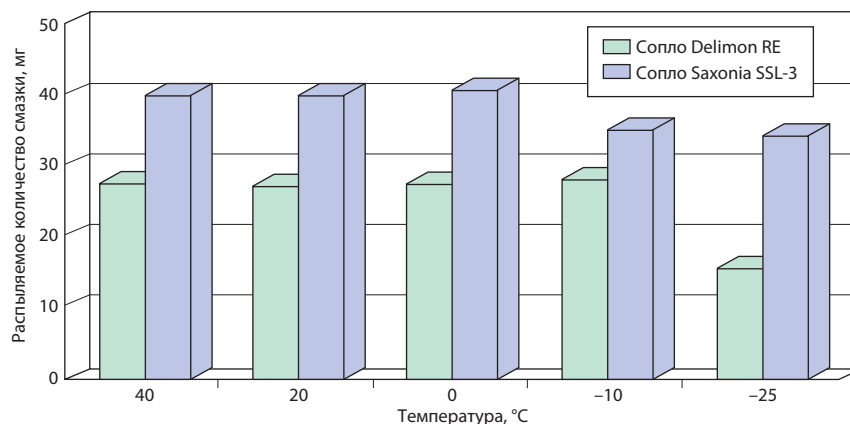


Рис. 1. Зависимость от температуры количества смазки, распыляемой через разные сопла

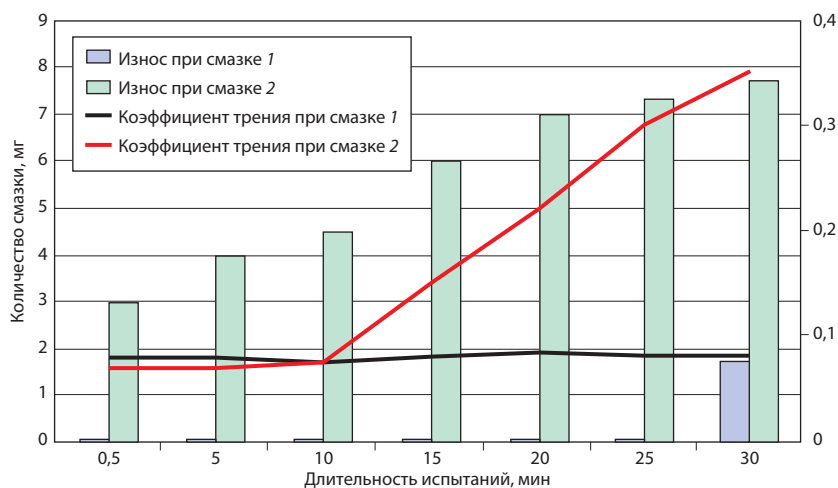


Рис. 2. Результаты испытаний смазок для гребней бандажей на двухдисковом стенде (смазка 1 с твердым смазочным веществом, смазка 2 без него)



Рис. 3. Суммарный износ восьми гребней бандажей у локомотивов серии 219 после пробега 1000 км

обходим, так как позволяет устранить (сошлифовать) незначительные дефекты поверхностей, а значит, устранить возможность роста трещин. Последние могут привести к выкрашиванию и другим серьезным повреждениям бандажей.

Для разных материалов и различной степени износа банда-

жей (или цельнокатаных колес) и рельсов нельзя дать точных рекомендаций в отношении применяемых смазочных материалов; всегда можно говорить только о компромиссе, при котором учитываются условия работы обоих элементов фрикционной пары — колеса и рельса.

Смазывание стрелочных переводов

Общие положения

Со стрелочных переводов в местах непосредственного смазывания должны быть устранены загрязнения, вода, снег, лед. Однако в конструкции переводов имеются места, труднодоступные для смазывания. При ранее выполнявшемся ежедневном смазывании стрелочных переводов маслом было не слишком заметно влияние окружающей среды и ошибок персонала, так как интервалы между смазываниями были невелики, а применявшаяся смазка имела высокую смазывающую способность. При использовании же пластических смазок в результате удлинения интервалов между смазываниями влияние указанных факторов стало ощутимым.

В 1996 г. стрелочные переводы перевели на биологически быстро разлагающуюся смазку, благодаря чему заметно снизилась потребность в смазочных материалах (рис. 4).

Условия применения определяют важнейшие требования к быстро разлагающейся смазке для стрелочных переводов.

Смазка должна обладать высокой стойкостью к ультрафиолетовому излучению (выдерживать 100 ч облучения), стойкостью к старению, хорошей растекаемостью; обеспечивать защиту от коррозии, в том числе и при очень тонких пленках (менее 0,1 мкм), легко наноситься даже на мокрые поверхности. Необходимо, чтобы для ее нанесения можно было применять используемые на ДВ лубрикатеры.

Указанные требования, дополненные соответствующими задаваемыми значениями и методами испытаний, содержатся в информационных листках. В соответствии с этими требованиями снова были выполнены физико-химические и механодинамические испытания.

Технические требования к быстро разлагающейся смазке для стрелочных переводов

Биологическая разлагаемость	По СЕС-L-33A93
Диапазон температур применения, °С	От -30 до +80
Кажущаяся вязкость, мПа·с:	
при -30 °С, максимум	5
при +20 °С, минимум	0,2
Коэффициент трения	не более 0,12
Максимальное содержание летучих веществ при +60 °С, %	15

Лабораторные испытания

Кажущаяся вязкость и консистенция. Практика показала, что для пластичных смазок, консистенция которых, оцениваемая числом единиц пенетрации, при температуре $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ меньше 445, существуют проблемы, связанные, в частности, с их нанесением. Из-за этого часто возникают нарушения работы стрелочных переводов, обусловленные недостаточным смазыванием, со всеми вытекающими отсюда последствиями, например, опозданиями поездов.

Поскольку сейчас на ДВ не производится смена смазок на летние и зимние, применяемые всепогодные смазки должны работать в диапазоне температур от -30 до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Пенетрация — только одна из величин, используемых для оценки поведения смазок. Чаще с этой целью измеряют кажущуюся вязкость при соответствующих практике градиентах сдвига и различных температурах. Использование в качестве критерия только пенетрации может привести к ошибочным выводам. Так, из рис. 5 следует, что, например, разные смазки при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ хотя и имеют одинаковые показатели пенетрации, значения их кажущейся вязкости различаются очень сильно. Измерения показали, что между кажущейся вязкостью и силой, необходимой для перевода острия стрелки, имеется однозначная зависимость, в то время как с пенетрацией смазки эта сила не связана.

Стойкость к ультрафиолетовому (УФ) излучению. Первоначально для стрелочных переводов применяли смазки (чаще всего на основе рапсового масла) с недостаточной УФ-стойкостью. Это приводило к прилипанию и, следовательно, к очень тяжелому ходу острия стрелки.

Вследствие возникновения неисправностей стрелочных переводов были проведены испытания быстро разлагающихся пластичных смазок на стойкость к УФ-излуче-

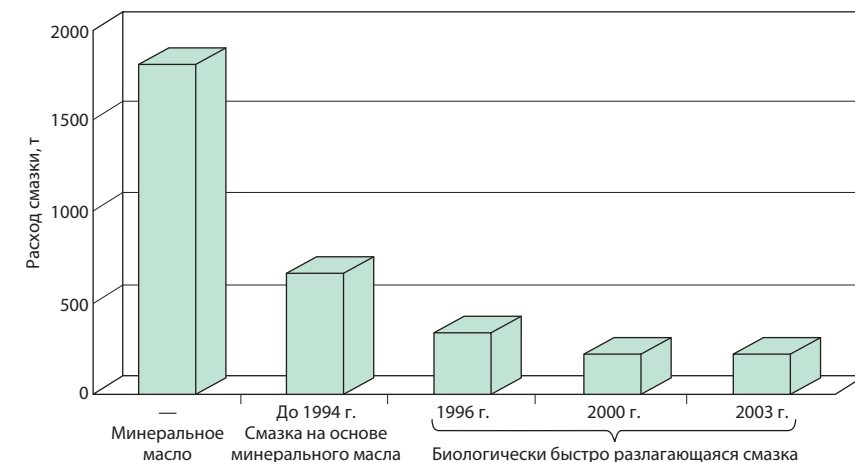


Рис. 4. Годовое снижение расхода смазки на 100 тыс. стрелочных переводов

нию: смазка должна была выдерживать 100-часовое облучение без образования пленки или других изменений, например, приводящих к приклеиванию острия. После этого смазки данного типа испытывали на специальной машине.

Испытания смазок для стрелочных переводов на специальной машине WESP. Машина WESP, используемая отделением трибологии и триботехники компании ДВ Systemtechnik, входящей в состав холдинга железных дорог Германии, была модернизирована и адаптирована к особенностям стрелочных переводов. С помощью компьютерного управления встроенным устройством регулирования климатической камеры была реали-

зована программа испытаний, позволяющая измерять силу, необходимую для перевода стрелки, в диапазоне температур от -30 до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$ при относительной влажности воздуха до 90%. Таким образом, одновременно с влиянием на эту силу влажности воздуха можно было проверять антикоррозионные свойства смазок, что очень важно для практической эксплуатации.

Результаты измерений, выполненных на испытательной машине WESP, приведены на рис. 6, а и б. В случае недостаточной стойкости смазки, возникшей после действия УФ-излучения, перестановочная сила стрелки резко возрастает (рис. 6, б). Кривые разных цветов, приведенные на рис. 6, относятся к смаз-

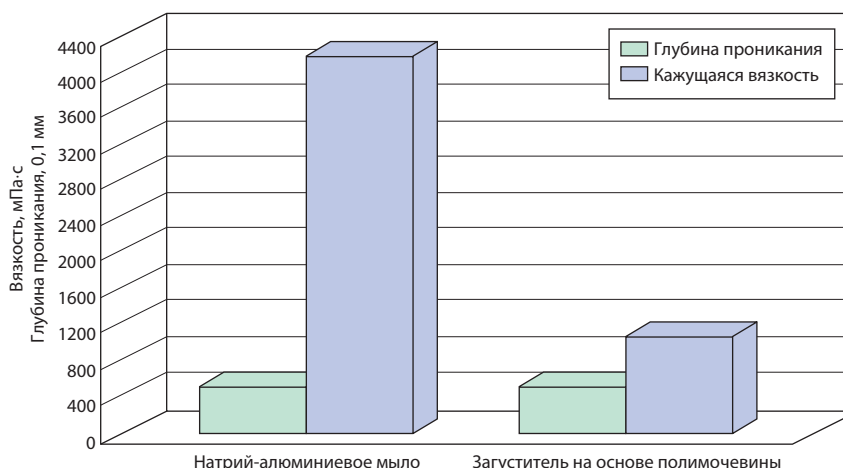


Рис. 5. Сравнение величин пенетрации и кажущейся вязкости смазок при температуре $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

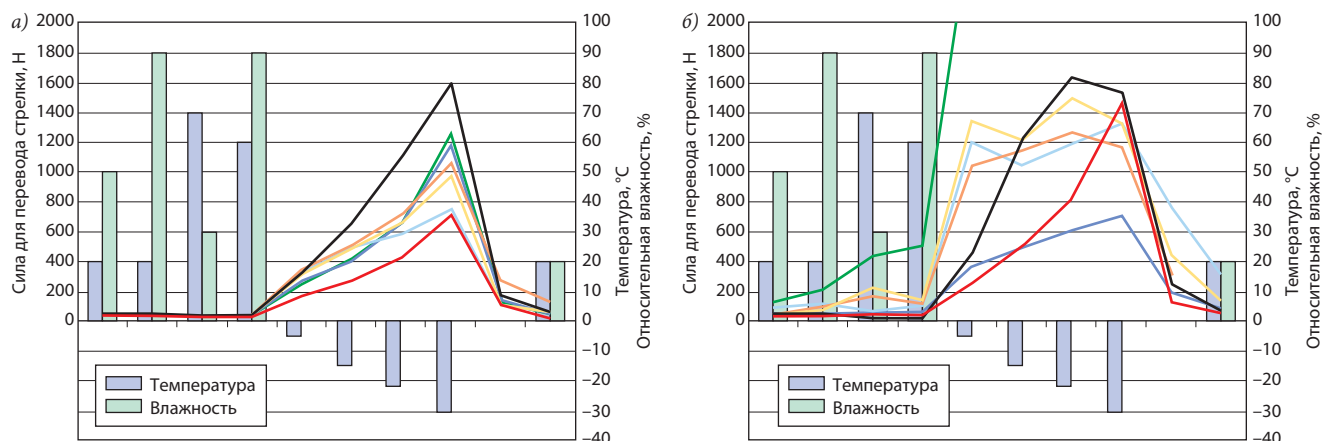


Рис. 6. Изменение перестановочного усилия (средние значения) в зависимости от температуры и влажности при использовании новых смазок:

а — до воздействия УФ-излучения; б — после воздействия УФ-излучения, длившегося в течение 100 ч

кам разных типов. При некоторых смазках, изменивших свои характеристики под действием УФ-излучения, приклеивание острия, возникающее в процессе срабатывания стрелки при температуре воздуха $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, может привести даже к изгибу приводной тяги, имеющей диаметр 12 мм (рис. 7).

Практические результаты

Условия, близкие к эксплуатационным, при лабораторных испытаниях, к сожалению, можно обеспечить только частично или получить с большими затратами вследствие действия множества мешающих факторов. Тем не менее результаты лабораторных испытаний смазок на стойкость к УФ-излучению и измерений величины перестановочного усилия с использованием машины WESP относительно хорошо совпадают с полученными на практике. Усилие увеличивается, если температура рельсов снижается, но дождь почти не влияет на его величину, как и на интервал между смазываниями. Необходимые интервалы можно достаточно точно определить только на основе практического опыта, поскольку на них влияет интенсивность движения поездов.

Прежде чем выдавать разрешение на применение в эксплуатации

той или иной смазки, следует проводить ее эксплуатационные испытания в летнее и зимнее время на большом числе стрелочных переводов, по возможности распределенных по разным регионам.

Экспериментами установлено, что интервалы между нанесениями смазки при благоприятных условиях (сухо, последующее отсутствие осадков, температура выше $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$) для промышленных смазок сильно различаются. Однако если условия неблагоприятные (влажность в процессе нанесения, последующие дожди, низкие температуры), интервал для всех смазок примерно одинаков — около 10 дней. В перечень смазок входят и те, для которых изготовители обещают интервал между смазываниями, равный 12 неделям.

Конечно, нельзя ориентироваться на длительные интервалы, соответствующие благоприятным условиям, так как они существуют в течение незначительной части года. Для обеспечения эксплуатационной готовности стрелочных переводов необходимы меньшие интервалы: в настоящее время на нормально нагруженных стрелочных переводах они составляют 14 дней. До сих пор DB не предлагали смазок с более длительными интервалами независимо от наличия в них твердых смазочных веществ или маслярастворимых добавок.

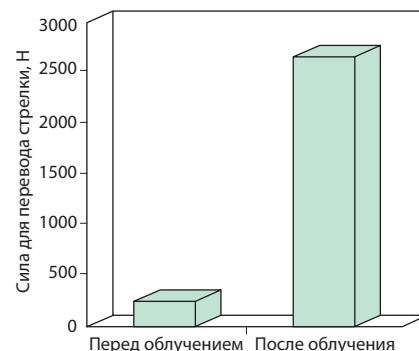


Рис. 7. Влияние УФ-излучения на величину перестановочного усилия (измерения выполнены на машине WESP при температуре $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$)

При совершенствовании стрелочных переводов предпочтение следует отдавать их конструкциям, не требующим смазывания. Уже сейчас имеется значительное число стрелочных переводов (в основном новых), работающих без смазки. Это позволяет существенно снизить число опасных рабочих зон в путевом хозяйстве.

Тем не менее проблемы смазывания стрелочных переводов еще будут существовать более 10 лет, поэтому даже в будущем останутся востребованными достижения, улучшающие ситуацию в этой области.

По материалам отделения трибологии и триботехники компании DB Systemtechnik.