



Новое направление в борьбе с износом реборд колес и боковых поверхностей рельс.

*А.В. Назаров,
научный руководитель
ООО «Факел» (г. Екатеринбург)*

ООО «Факел» занимается с 2000 года научными разработками, а с 2004 года внедрением разработок в данной области. Защищен ряд патентов РФ на изобретения, получен акт экспертизы Уральского экспертного центра, имеющего лицензию Ростехнадзора, не только разрешающий применение гребнесмазывателей, но и рекомендующий их широкое внедрение в промышленности. Данные разработки помогают решить проблемы износа реборды колеса и рельса и при этом сэкономить значительные средства.

До настоящего времени нет полной ясности в физике процесса взаимодействия между бандажами колес и головкой рельсов. Вместе с тем отечественные эксперты выделяют более 30, а зарубежные (Канадский национальный исследовательский центр) - более 60 факторов, которые, по их мнению, влияют на износ бандажей колес и рельсов. Из рисунка 1 мы видим, что проблема многофакторная. Каждый фактор в той или иной степени влияет на износ и все они связаны друг с другом, поэтому устранение любого фактора в отдельности не приносит ощутимого результата, а борьба со всеми факторами сразу сложна, затратна и малоперспективна, что мы и видим в действительности.

Напрашивается решение, позволяющее минимизировать действие всех факторов сразу. Однако это очень сложно. Почему? Общеизвестно, что при трении одновременно происходят механические, электрические, тепловые, вибрационные и химические процессы. А пара трения реборда колеса-рельс, в отличие от других пар трения является более сложной, открытой для факторов внешней среды (пыль, грязь и т.д.), сочетающей в себе трение качения и скольжения. Нагрузки, которые испытывает эта пара, могут варьироваться во всем диапазоне нагрузок (от «0» отсутствие контакта, до максимально возможных близких к пределу текучести (задир)). Кроме того, воздействуя на пару трения реборда колеса-рельс мы никоим образом не должны воздействовать на пару трения дорожка колеса-рельс для неизменности тормозных характеристик.

Рассмотрим теперь предлагаемые на данный момент методы борьбы с данной проблемой.

Каждый из них имеет свои «плюсы» и «минусы», но не один из них не защищает нашу пару трения так, как нам хотелось бы.

1. Упрочнение поверхностей до эксплуатации (в основном это касается реборды колеса) может приносить свой небольшой положительный эффект, однако:

а) этот эффект ограничен по времени;



б) увеличение твердости реборды колеса отрицательно сказывается на времени жизни рельса.

Вывод научно-практической конференции «Колесо-рельс 2003» гласит: «Никакого волшебного соотношения между твердостью рельсов и колес не существует, а есть оптимальная твердость для рельсов и колес, определяемая рядом факторов. Оптимальной твердостью и для рельсов и для колес, страдающих от процессов контактной усталости и износа, является 370-400 НВ».

2. Существуют предложения по упрочению поверхностей в процессе эксплуатации и нанесению определенных видов покрытий, однако недостатками данного способа являются:

а) заявленный эффект ограничивается цифрами 2-4 раза по реборде и 1,5 раза по рельсу;

б) вещества, находящиеся в твердых карандашах, обладают плохой адгезией, сыплются, попадая на дорожку качения колеса и на подкрановые пути;

в) обработка поверхностей не исключает их физического контакта, т.е. износа, не уменьшает удельных напряжений, т.к. нет увеличения площади контакта, следовательно, остаются прежними деформации металла в зонах контакта;

г) отсутствуют или крайне сложны визуальные или инструментальные способы отслеживания окончания обработки и окончания действия вещества на обработанных поверхностях;

д) высокая стоимость карандашей.

Методы смазки пары трения реборда колеса-рельс широко применяются на ж/д России. Однако все три вида смазок применяются каждый отдельно, а диапазон нагрузок от «0» до max охватывает оптимальные области применения всех трех видов смазок.

3. Нанесение на реборды колес при помощи форсунок жидкой фазы (масла):

а) сложная многокомпонентная система – бак, насос, форсунки, шланги и т.д. Следовательно, велика вероятность выхода из строя отдельных компонентов;

б) высокие требования к квалификации обслуживающего персонала и качеству проводимых работ по ремонту и обслуживанию системы;

в) высокая вероятность попадания смазки на дорожку качения;

г) высокая зависимость вязкости смазывающего вещества от температуры окружающей среды и, следовательно, требования к вариантности настроек системы;

д) низкая (относительно других видов смазок) нагрузочная способность;

е) высокая стоимость.

4. Путевые лубрикатеры – нанесение консистентных смазок на боковую поверхность рельс:



а) сложная многокомпонентная система – бак, насос, питатели, шланги и т.д. Следовательно, велика вероятность выхода из строя отдельных компонентов;

б) высокие требования к квалификации обслуживающего персонала и качеству проводимых работ по ремонту и обслуживанию системы;

в) попадание смазки на дорожку качения;

г) высокая зависимость вязкости смазывающего вещества от температуры окружающей среды;

д) ограниченность действия от места установки;

е) высокая стоимость.

5. Твердые смазочные карандаши:

а) низкую адгезию;

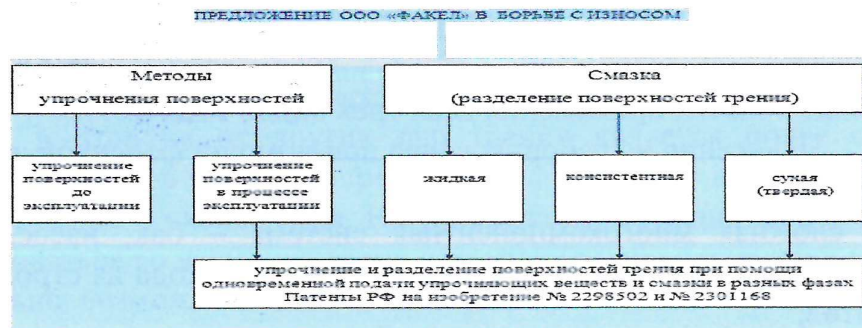
б) попадание смазки на дорожку качения вследствие раскрашивания;

в) отсутствие достаточной толщины нанесенного слоя;

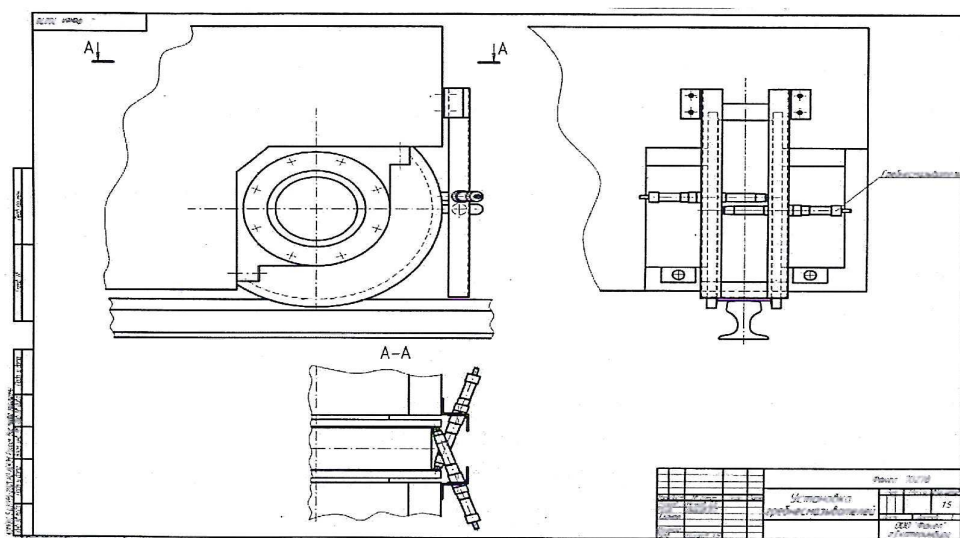
г) постоянный расход карандаша вне зависимости от наличия контакта реборда-рельс;

д) высокая стоимость карандашей.

ООО «Факел» предлагает решение, позволяющее в комплексе использовать все 4 существующих метода защиты пары трения реборда колеса-рельс благодаря запатентованной комбинации в составе смазочного карандаша жидкой, твердой, консистентной фазы смазок, а так же любых веществ (ревитализанты, металлокерамика и т.д.) в любом сочетании и в любом количестве (см. рис.4).



Принцип работы смазки ООО «Факел» следующий (см. рис.5)



Гребнесмазыватели устанавливаются на два холостых колеса крана. Благодаря простой и надежной механической конструкции и хорошей адгезии смазка посредством карандаша наносится на реборду колеса до слоя определенной величины (эффект насыщения). Затем данный слой переносится на боковую поверхность рельса и далее к ребордам других колес (приводных колес этого крана и на колеса соседних кранов, поэтому монтаж устройств на этих кранах может не потребоваться). В нанесенном слое присутствуют в определенных пропорциях все фазы смазок и специальные вещества (модификаторы или активаторы трения, ревиталлизанты, металлокерамические и металлоплакирующие присадки, мелкодисперсные порошки и т.д.). Таким образом, когда реборда не находится в контакте с боковой поверхностью рельса смазывающий карандаш скользит по смазочному слою практически не изнашиваясь (эффект саморегуляции расхода карандаша). Когда реборда приходит в соприкосновение с боковой поверхностью рельса при небольших нагрузках в работу вступает жидкая фаза, находящаяся в смазке и имеющая наименьшее τ сдвига (поверхности надежно разделены). При средних нагрузках вступает в работу консистентная фаза, имеющая более высокое τ сдвига (поверхности надежно разделены). При максимально возможных нагрузках вступает в работу твердая смазочная фаза карандаша, имеющая максимальное τ сдвига и специальные вещества. Следует отметить эффект саморегуляции использования смазочного вещества: при малых нагрузках используется жидкая фаза, при средних – консистентная; при максимальных – твердая. Однако в случае максимальных усилий мы имеем удельные нагрузки на порядок меньше, чем без смазки благодаря наличию смазочного слоя и перераспределению нагрузок вследствие увеличения площади контакта. Кроме того, часть веществ, присутствующих в виде твердой фазы в карандаше при обычных условиях, под воздействием больших нагрузок



меняют свое фазовое состояние, превращаясь в жидкую фазу, обеспечивая режим гидродинамического трения. Израсходованный слой вновь наносится при помощи карандаша до определенной толщины (насыщения). Таким образом, происходит саморегулируемый процесс. Данные результаты подтверждены испытаниями в лабораторных условиях на машине трения и практикой применения на многих предприятиях.

С момента первого монтажа гребнесмазывателей в декабре 2004 года в цехе холодной прокатки ООО «ВИЗ-Сталь» и по настоящее время ведутся ежемесячные замеры реборд каждого из 32 оборудованных гребнесмазывателями кранов.

Всего в цехе 61 кран. На вторую половину кранов гребнесмазыватели не установлены по двум причинам:

1. Краны редкоиспользуемые или ненагруженные.
2. Необорудованный кран работает в одной зоне с оборудованным и износ его реборд и подкрановых рельс минимизирован.



На графике мы видим резкое снижение износа реборд колес после монтажа гребнесмазывателей. На данный момент, менее чем за 2 года, этот показатель достиг уровня 70 раз, причем гребнесмазыватели устанавливались на новые, наваренные и предельно изношенные колеса. Результат везде был одинаков - резкое снижение износа.



Колесо через 10 месяцев смазывания.

То же колесо через 24 месяца смазывания.

По рельсам точной статистики нет, т.к. на участках, где после замены подкрановых рельс сразу были установлены гребнесмазыватели, после двух лет эксплуатации износа боковых поверхностей не зафиксировано, а до монтажа смазывающих устройств подкрановые пути на этих участках достигали предельных износов и менялись раз в 3-5 лет. Такая же картина наблюдается на ряде предприятий Уральского региона, где работают данные устройства. В 2006 году, учитывая опыт эксплуатации и полученный экономический эффект от применения гребнесмазывателей на ООО «ВИЗ-Сталь», была принята инвестиционная программа по оборудованию смазочными устройствами 27 крановых тележек электромостовых кранов цеха холодной прокатки. ООО «Факел» разработало новый типоразмер гребнесмазывателей и карандашей, внедрило их в производство и в данный момент предприятие получает прибыль от внедрения.

Практический аспект работы выглядит следующим образом: 32 крана и 27 тележек, т.е. 236 устройств в ЦХП обслуживает бригада из 3 человек. С механиком цеха по кранам ежемесячно согласовывается график осмотров устройств, согласно которому производится осмотр и замена карандашей. Частота замены составляет 1-2 раза в месяц в период ППР (планово-предупредительных ремонтов). Исключение составляют лишь 3 крана на прокатном участке, которые работают на технологию в самом тяжелом круглосуточном режиме. Здесь количество замен и осмотров может доходить до 3 раз в месяц. Конструкция гребнесмазывателя позволяет с нулевой отметки визуально определить степень износа карандаша. Кроме вышеизложенного отмечается исчезновение скрипа, поломки реборд, т.е. увеличение безопасности эксплуатации грузоподъемных механизмов. Время замены карандашей на одном кране составляет 10-15 минут для одного слесаря-ремонтника. Замена может проводиться не только в период ППР, но и в пересменку и в обеденный перерыв (при условии соблюдения всех существующих мер безопасности). Кроме того, благодаря мониторингу по



износу карандашей механик по кранам всегда имеет оперативную информацию по состоянию кранов и их систем, влияющих на этот износ.

Следует иметь в виду, что в первый месяц после монтажа гребнесмазывающих устройств идет повышенный расход карандашей в связи с насыщением смазкой и приработкой данной пары трения. С учетом этого в комплекте поставки гребнесмазывателей на 1 кран предусмотрено количество карандашей на 3 месяца эксплуатации. В зависимости от условий эксплуатации, особенно, температурного режима существует 6 видов карандашей. Гребнесмазыватели монтируются в существующие щитки холостых колес или могут изготавливаться новые щитки из уголка.

Конструкция гребнесмазывателя проста и надежна и поэтому показала себя жизнеспособной.

Для обслуживания данных систем не требуется высокая квалификация обслуживающего персонала.

Рассмотрим экономический аспект применения данных систем. Стоимость одного кранового колеса $\varnothing 710$ мм составляет ~ 70 тыс. руб. (по прайсу ЗАО «Завод подъемно-транспортного оборудования»). Суммы такого же порядка мы теряем при замене каждого колеса на износе подкрановых путей. Итак, при замене каждого колеса без учета стоимости работ мы тратим до 140 тыс. руб. Стоимость комплекта на 1 кран (4 гребнесмазывателя с карандашами на 3 месяца эксплуатации, запасными гильзами и пружинами) составляет ~ 80 тыс. руб. Следовательно, при условии замены 1 колеса в $1\div 2$ месяца срок окупаемости комплекта составит так же $1\div 2$ месяца. Кроме того, после монтажа износ снизится не только на оборудованном кране, но и на соседних работающих с ним в одной зоне кранах. В дальнейшем затраты составят $4\div 8$ карандашей в месяц (в зависимости от марки карандаша) по цене $200\div 300$ рублей за штуку, т.е. $\sim 800\div 2400$ рублей в месяц.

Средства, вложенные в гребнесмазыватели крановых колес, окупаются в течение $1\div 2$ месяцев эксплуатации и в течение года могут принести 10-ти кратную прибыль, разгрузить производственные мощности, задействованные в обработке колес и высвободить обслуживающий персонал.

Для обеспечения максимального срока службы колеса и рельса необходимо, чтобы пределы по контактной усталости и износу достигались одновременно, и представленная выше технология позволяет максимально приблизиться к этому идеалу. Хочется надеяться, что разработки ООО «Факел» помогут Вам решить наболевшие проблемы, экономя Ваши силы и средства.