

На правах рукописи

ЩЕЛОКОВ СЕРГЕЙ ВЯЧЕСЛАВОВИЧ

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ РЕЛЬСОВ
В ПУТИ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ КОМБИНИРОВАННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ**

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Новосибирск 2005

Работа выполнена в

Сибирском государственном университете путей сообщения (СГУПС)

- Научный руководитель:** кандидат технических наук, доцент
Шаламов Владимир Александрович
- Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор
Султан-Заде Назим Музаффарович
кандидат технических наук, профессор
Коноводов Виталий Васильевич
- Ведущая организация:** Восточно-Сибирская железная дорога -
филиал открытого акционерного общества
«Российские железные дороги» (ОАО «РЖД»)

Защита состоится «18» ноября 2005 г. в 14⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д.218.012.05 при Сибирском государственном университете путей сообщения (СГУПС) по адресу:
630049, Новосибирск – 49, ул. Д. Ковальчук, 191, (383) 228-74-55, 225-96-08.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Сибирского государственного университета путей сообщения (СГУПС).

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью, просим направлять по указанному адресу на имя ученого секретаря диссертационного совета.

Автореферат разослан «17» октября 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат технических наук, проф.



А.В. Бабич

2007-4

10835

2440704

3

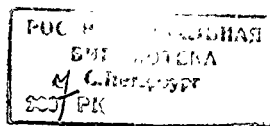
ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Для сети железных дорог, где преобладает грузовое движение, свойственно наличие высоконагруженных участков, которые характеризуются, в основном, дефектами контактно-усталостной группы в прямых, пробоксовинами и ползунами на затяжных подъемах и спусках, боковым износом в кривых.

На сегодняшний день для придания профилю головки рельса нужной геометрии (ремонтный профиль) и удаления контактно-усталостных дефектов с поверхности катания используется технология шлифования рельсов в пути фирмы «Срепо». Ограниченные возможности данной технологии, в частности, отсутствие гибкой системы назначения параметров процесса шлифования для участков пути с различными эксплуатационными характеристиками, не всегда приводят к положительному результату. Так, удаление поверхностного слоя металла головки рельса, содержащего дефекты контактно-усталостной группы, приводит к снижению твердости поверхности катания, главным образом за счет высоких температур в зоне резания. В кривых малого радиуса шлифование проводят только на ненагруженном рельсе. Упорный рельс не подвергается механической обработке, по причине повышенного естественного износа в процессе эксплуатации.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о необходимости совершенствования существующей технологии шлифования рельсов в пути, позволяющей не только удалять дефектный слой, но и обеспечивать повышенную износостойкость рельсов на высоконагруженных участках железной дороги. Таким образом, разработка технологии шлифования рельсов в пути, обеспечивающей повышенные эксплуатационные свойства в формируемом слое, является первоочередной и актуальной задачей для путевого комплекса отрасли.



Цель и задачи исследования

Целью данной работы является: совершенствование технологического процесса шлифования рельсов на основе управления термонапряженным состоянием поверхностного слоя и разработка новой технологии с применением высокоэнергетического нагрева, позволяющие формировать поверхность катания головки рельса с повышенной эксплуатационной стойкостью.

Для достижения поставленной цели в работе необходимо решить следующие задачи:

1. Исследовать динамику износа и дефектообразования на высоконагруженных участках пути, а также параметры технологического процесса при их ремонте шлифованием.
2. Определить уровень термического воздействия при различных режимах шлифования и их влияние на формирование физико-механических свойств поверхностного слоя головки рельса.
3. Разработать математическую модель расчета режимов шлифования на основе управления термонапряженным состоянием поверхностного слоя головки рельса.
4. Исследовать возможность применения высокоэнергетического воздействия в технологическом процессе шлифования рельсов в пути.
5. Разработать метод физического моделирования контактного взаимодействия колеса с рельсом с целью оценки эффективности используемых и разрабатываемых технологий шлифования рельсов в пути.
6. Разработать комбинированный технологический процесс ремонта рельсов в пути, позволяющий повысить их эксплуатационную стойкость.
7. Разработать рекомендации по практическому применению полученных результатов.

Научная новизна работы

1. Экспериментально установлены закономерности, определяющие влияние режимов обработки (частоты вращения шлифовального круга, подачи (скорости поезда) и глубины резания) в процессе шлифования рельсов в пути на температуру в зоне резания и ее влияние на формирование физико-механических свойств поверхности головки рельса.

2. Разработана математическая модель расчета режимов шлифования на основе управления термонапряженным состоянием поверхностного слоя головки рельса.

3. Предложен новый технологический процесс комбинированной обработки рельсов, основанный на совмещении шлифования и высокоэнергетического воздействия на поверхность головки рельса в пути.

Практическая ценность

Разработан и прошел промышленную апробацию комбинированный технологический процесс шлифования рельсов в пути, обеспечивающий существенное повышение эксплуатационной стойкости рельсов в пути за счет формирования поверхностного слоя с повышенной износостойкостью.

Внедрение предложенных рекомендаций позволяет:

- продлить эксплуатационный ресурс рельсов на 35 % от нормативного;
- получить экономический эффект 64,1 тыс. р./км·год за счет продления эксплуатационного ресурса рельса в пути.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Результаты экспериментальных исследований взаимосвязи режимов шлифования рельсов в пути с уровнем температуры в поверхностном слое головки рельса.

2. Результаты экспериментальных исследований по определению характера распространения температуры в поверхностном слое головки рельса и ее влияние на величину остаточных напряжений в поверхностном слое.

3. Результаты экспериментальных исследований влияния комбинированной обработки рельсов в пути на увеличение эксплуатационного

ресурса рельсов за счет повышения износостойкости поверхности катания головки рельсов.

4. Методика и алгоритм расчета оптимальных режимов шлифования рельсов в пути на основе обеспечения повышенной износостойкости поверхности катания головки рельса.

5. Практические рекомендации по назначению параметров комбинированного технологического процесса шлифования рельсов в пути, обеспечивающих повышенный уровень эксплуатационных свойств рельсов.

Апробация работы

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на: региональной, научно-практической конференции «Вузы Сибири и Дальнего Востока – Транссибу» (г. Новосибирск, 2002 г.); 43-й Всероссийской научно-практической конференции ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки «Современные технологии – железнодорожному транспорту и промышленности» (г. Хабаровск, 2003 г.); международной научно-технической конференции, посвященной памяти д-ра техн. наук, проф. Рыжова Э.В. «Контактная жесткость. Износостойкость. Технологическое обеспечение» (г. Брянск, 2003 г.); международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы надежности технологических, энергетических и транспортных машин» (г. Москва, 2003 г.); международной научно-практической конференции «Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития» (г. Ростов-на-Дону, 2004 г.); Всероссийской научно-технической конференции «Новые материалы и технологии НМТ-2004» (г. Москва, 2004 г.); Всероссийской научной конференции молодых ученых «Наука, технологии, инновации» (г. Новосибирск, 2004 г.); Всероссийской научно-технической конференции с международным участием «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте» (г. Красноярск, 2005 г.); XV международной научно-технической конференции «Проблемы развития рельсового транспорта» (г. Луганск, 2005 г.); объединенных научных семинарах кафедры «Технология

транспортного машиностроения и эксплуатация машин» и НИЛ «Технология транспортного машиностроения и ремонт подвижного состава» (2002-2005 гг.).

Публикации

Основные результаты диссертационной работы изложены в статьях сборников научных трудов, материалах и тезисах научно-практических конференций. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ.

Структура и объем работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных результатов и общих выводов по работе, списка литературы, включающего 154 наименования, и приложения на 7 страницах. Общий объем работы составляет 130 страниц машинописного текста. Диссертация содержит 36 иллюстраций, 9 таблиц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность темы диссертации, дается краткий анализ состояния проблемы.

В первой главе представлен анализ выхода острodefектных рельсов, который показал, что одним из дефектов, по которым производится изъятие рельсов, является боковой износ рельса. Было также указано на то, что с ежегодным увеличением объемов работ рельсошлифовального поезда, внедрением результатов научно-исследовательских и конструкторских разработок в области рельсошлифования, а также с использованием многих других современных технологий в области лубрикации, термообработки и т.д. количество рельсов с повышенным боковым износом не изменяется.

Вопросами рельсошлифования занимались и внесли значительный вклад ученые: Порошин В.Л., Альбрехт В.Г., Функе Х., Коган Ю.Л., Крысанов Л.Г., Аксенов В.А., Евсеев Д.Г., Суслов А.Г., Шаламов В.А.

Теоретические основы управления эксплуатационными свойствами при шлифовании и результаты практических исследований заложены в трудах Аксенова В.А., Евсеева Д.Г., Албагачиева А.Ю., Безязычного В.Ф., Маталина

А.А., Мещерякова Р.К., Резникова А.Н., Рыкалина Н.Н., Суслова А.Г., Сипайлова В.А., Султан-Заде Н.М., Ящерицына П.И. и других ученых.

Анализ имеющихся в литературе экспериментальных и теоретических исследований по проблеме влияния шлифования на эксплуатационные свойства поверхностного слоя изделия показал, что в большинстве из них решаются задачи, связанные с обеспечением шероховатости и микротвердости поверхностного слоя. В работах указывается на то, что при определенных знаниях параметров теплового процесса, протекающего в процессе шлифования в области контакта инструмента с изделием, и влиянии температуры на поверхностный слой материала изделия можно говорить об управлении термонапряженным состоянием поверхностного слоя изделия, а значит о его качестве. Однако разработанные ранее методики, алгоритмы и математические модели расчета режимов резания на основе определения температуры в зоне резания не могут быть использованы в полной мере для определения параметров шлифования рельсов в пути из-за нестандартного способа механической обработки, оборудования, инструмента и т.д., используемых при ремонте рельсов в пути рельсошлифовальными поездами типа РШП-48.

После проведенного анализа упрочняющих технологий было сделано предположение, что одним из перспективных направлений повышения износостойкости рельсов в пути может являться разработка упрочняющей термической технологии, основанной на совмещении технологического процесса механической обработки, в частности, шлифования рельсов в пути и высокоэнергетического воздействия на поверхностный слой головки рельса. Данная гипотеза определила направление исследований и характер данной работы. Сформулированы цель и задачи исследования.

Во второй главе представлены результаты экспериментальных исследований взаимосвязи режимов шлифования с температурой в зоне резания и определения характера распределения температуры от поверхности по глубине.

Управление физико-механическими свойствами шлифованной поверхности в значительной мере сводится к установлению связей температуры в зоне резания с параметрами процесса шлифования. Для выявления этих связей был проведен ряд лабораторных экспериментов.

Для проведения экспериментов использовались плоские образцы из рельсовой стали с твердостью, соответствующей твердости объемно-закаленного рельса. Шлифование образцов проводилось на специальной установке, выполненной на базе токарно-винторезного станка, при этом шлифовальный круг закреплялся в шпинделе станка, а обрабатываемые образцы – в резцедержателе. Глубина резания устанавливалась при помощи продольного перемещения суппорта, а процесс резания осуществлялся путем вращения шлифовального круга и автоматической поперечной подачи, что обеспечивало моделирование процесса плоского шлифования торцом круга, характерного для рельсошлифования (рис.1).

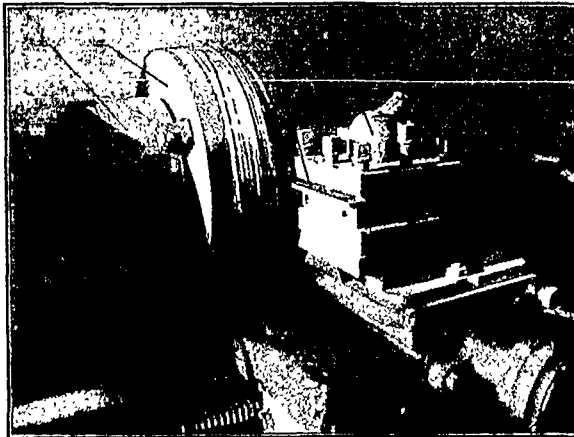


Рис. 1. Общий вид установки для исследования режимов плоского шлифования торцом круга:

1 – шпиндель; 2 – шлифовальный круг; 3 – образец;
4 – резцедержатель; 5 – суппорт

Для регистрации температуры в зоне резания и на различной глубине от поверхности была разработана специальная схема закладывания хромель-алюмелевых термопар (рис. 2). При данной схеме образец представлен в виде двух прямоугольных пластин, между которыми уложен тонкий изоляционный

слой, обеспечивающий скрепление пластин и электроизоляцию термопар от материала образца. Выводы термопар подключались к регистрирующему блоку измерителя температуры «Термодат 26К2/12УВ/3Р/485/128к6/24В». Представленный измеритель температуры позволил отследить динамику изменения температуры в каждой точке по глубине поверхностного слоя. Термопары при данной схеме расположены так, что первая термопара закладывалась на расстоянии от поверхности, равном глубине резания в данном эксперименте, что обеспечивало регистрацию температуры в зоне резания. Остальные термопары закладывались на таком расстоянии от первой, чтобы обеспечить замер температуры на разной глубине от поверхности.

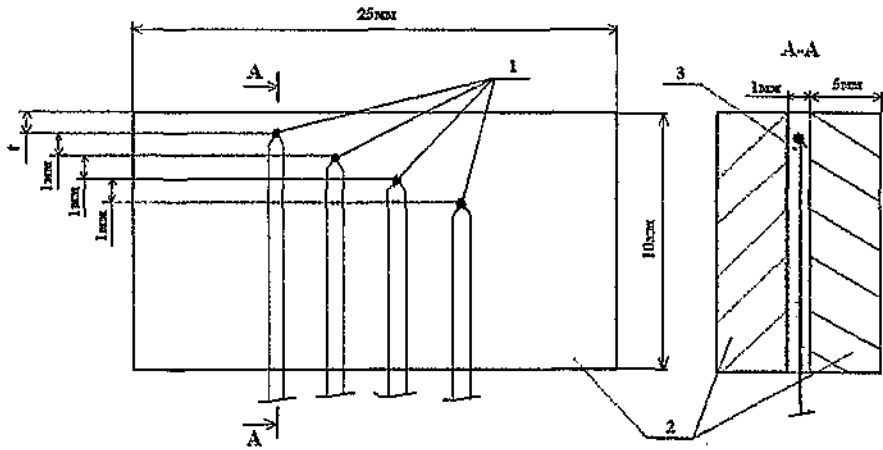


Рис. 2. Схема закладывания термопар в образец:
1 – термопары; 2 – образец; 3 – изоляционный слой
 t – глубина резания

На рис. 3 представлена зависимость температуры в зоне резания от глубины и скорости резания при постоянной зернистости абразивного инструмента, равной 125 (размер зерна 1,25 мм). Повышение значения глубины резания увеличивает температуру в зоне резания. Положение кривой на графике зависит от скорости резания, с увеличением которой также происходит повышение температуры в зоне резания. Так, при изменении глубины резания в диапазоне 0,1...1 мм при скорости резания $V=5,6$ м/с температура в зоне

резания повышается от 290°C при $t=0,1$ мм до 380°C при $t=1$ мм; при $V=11,6$ м/с температура повышается от 320°C при $t=0,1$ мм до 390°C при $t=1$ мм; при $V=14,8$ м/с температура повышается от 340°C при $t=0,1$ мм до 450°C при $t=1$ мм.

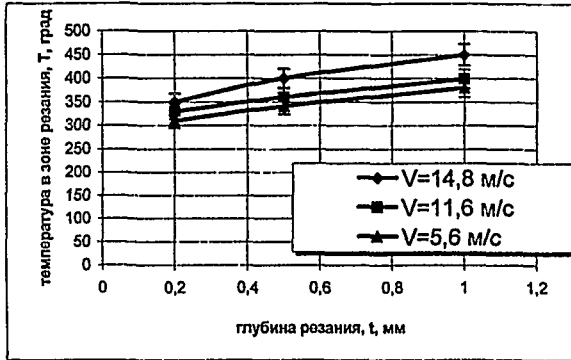


Рис. 3. Влияние глубины и скорости резания на температуру в зоне резания

Для определения влияния зернистости абразивного инструмента на температуру в зоне резания, в данном эксперименте, были применены шлифовальные круги, которые используются при шлифовании рельсов в пути, т.е. с размером зерна 1...1,25 мм. Анализ результатов показал, что изменение зернистости инструмента в указанном диапазоне оказывает незначительное влияние на температуру в зоне резания (рис. 4).

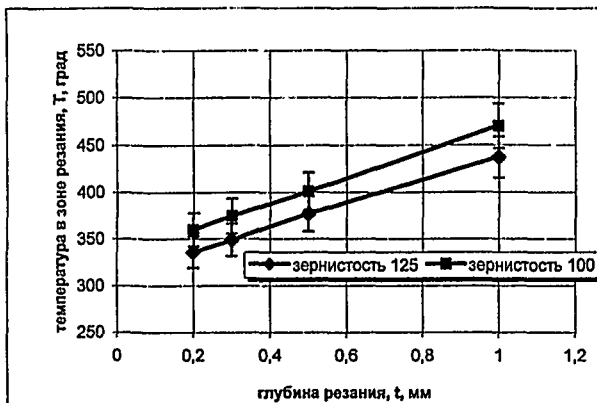


Рис. 4. Влияние глубины резания и зернистости абразивного инструмента на температуру в зоне резания

Проведенный эксперимент позволил определить, что распределение температуры по глубине поверхностного слоя на различных режимах шлифования имеет идентичную форму (рис. 5), а расположение кривой на координатной плоскости зависит только от температуры в зоне резания.

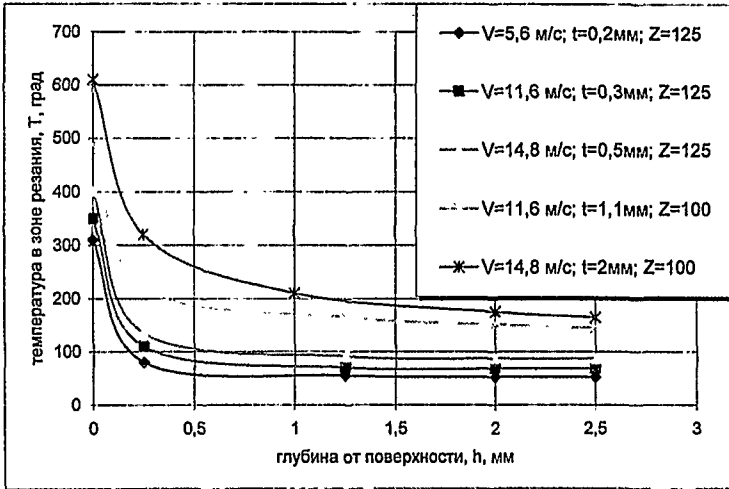


Рис. 5. Распределение температуры от поверхности по глубине в зависимости от режимов шлифования

Проведенные исследования позволили сформировать математическую модель для определения режимов плоского шлифования торцом круга, при которых будет обеспечиваться значение заданной температуры в зоне резания и по глубине от поверхности. Так как при рельсошлифовании каждый из параметров технологического процесса (частота вращения шлифовального круга, подача (скорость поезда), глубина резания) оказывают достаточное влияние на температуру в зоне резания, то при формировании математической модели скорость резания, используемая в эксперименте, была разложена на составляющие – частоту вращения круга и подачу.

$$T = \frac{n^{0,862} \cdot t^{0,289}}{S^{0,152}}, \quad (h=0), \quad (1)$$

$$T_h^1 = -65,72 + 0,81 \cdot T - 370 \cdot h, \quad (\text{при } h \leq 0,5 \text{ мм}), \quad (2)$$

$$T_h^2 = -71,78 + 0,49 \cdot T - 15,75 \cdot h, \quad (\text{при } h > 0,5 \text{ мм}), \quad (3)$$

где T – температура в зоне резания, °С;

n – частота вращения шлифовального круга, об/мин;

S – подача (рабочая скорость поезда), км/ч;

t – глубина резания, мм;

T_h – температура на глубине h , °С;

h – глубина от обрабатываемой поверхности, мм.

Для определения температуры на глубине от поверхности используются две зависимости 2 и 3. По формуле 2 определяется распределение температуры по глубине до 0,5 мм; для определения температуры по глубине 0,5...3 мм применяется формула 3.

В рамках данного эксперимента проводилось измерение микротвердости поверхностного слоя образцов, обработанных на различных режимах шлифования (рис. 6).



Рис. 6. Изменение микротвердости поверхностного слоя в зависимости от режимов шлифования

Установлено, что совокупность параметров процесса шлифования, способствующая снижению температуры в зоне резания, влечет повышение степени упрочнения или оставляет без значительных изменений, и, наоборот, факторы, повышающие температуру резания, приводят к разупрочнению поверхностного слоя. Верхний предел температуры в зоне резания, до которого не происходит разупрочнение поверхностного слоя, составляет 350–360 °С.

После установления закона распределения температуры по глубине от поверхности были рассчитаны температурные остаточные напряжения, возникающие после шлифования. Для этого была использована математическая модель расчета остаточных напряжений после шлифования, предложенная д.т.н. Албагачиевым А.Ю. Распределение температурных остаточных напряжений после шлифования на различных режимах представлено на рис. 7.

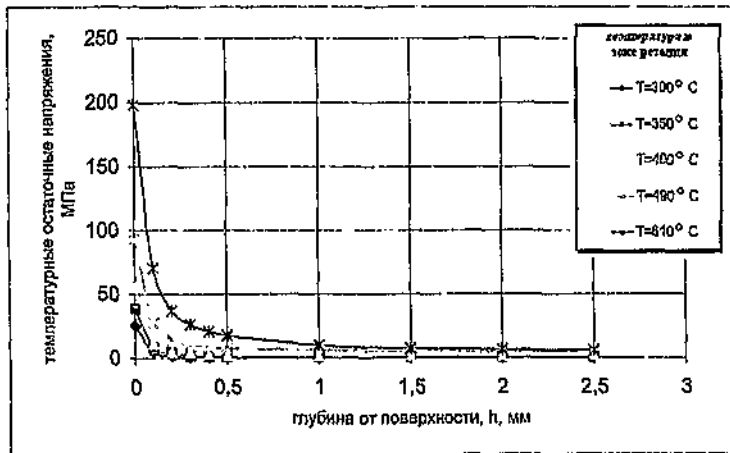


Рис. 7. Распределение температурных остаточных напряжений при различных температурах в зоне резания

На основе полученных результатов можно сделать вывод, что для обеспечения упрочненного поверхностного слоя и получения благоприятного уровня температурных остаточных напряжений необходимо уже на этапе расчета и выбора параметров процесса шлифования сопоставлять последние с

физико-механическими свойствами получаемого поверхностного слоя головки рельса.

Третья глава посвящена исследованиям влияния высокочастотного индукционного нагрева на поверхностный слой головки рельса. Проверена гипотеза о возможности создания повышенной износостойкости головки рельса в результате комбинированной обработки. В ходе исследований была проведена экспериментальная оценка влияния методов обработки рельсов на износ в процессе эксплуатации.

Для исследования износостойкости рельсов после различных видов обработки была разработана методика и создана экспериментальная установка для физического моделирования контактного взаимодействия колеса с рельсом, которая позволила проводить испытания металлов методом обкатки по схеме трение-качения и трение-качения с проскальзыванием. Схема нагружающего устройства приведена на рис. 8. Инденторы данной установки имеют форму двух видов: с цилиндрической и конической поверхностью контактирования (рис. 8, б).

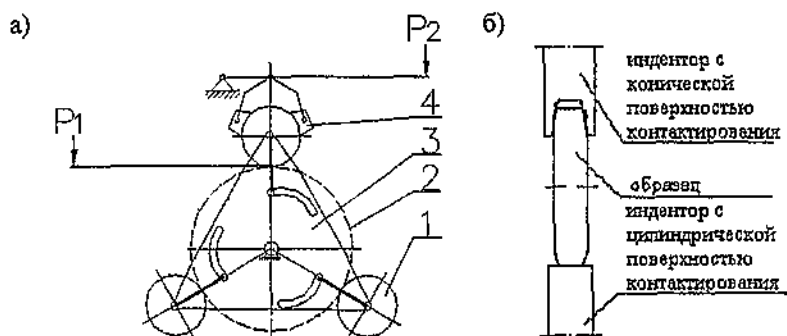


Рис. 8. Схема нагружающего устройства испытательной установки на износостойкость:

1 – индентор; 2 – образец; 3 – элемент конструкции для обеспечения равномерного прижатия инденторов к образцу с рычагом нагружения; 4 – тормозное устройство

На инденторе с конической поверхностью контактирования имеется тормозное устройство, которое позволяет реализовать испытание по схеме

трение-качения с проскальзыванием, что соответствует реальным условиям эксплуатации рельса в кривой. В процессе эксперимента площадь контакта образца с индентором и нагрузку от инденторов на образец устанавливали пропорционально реальным значениям площади контакта колеса с рельсом и нагрузке от подвижного состава на рельс. Это позволило при оценке результатов перевести циклы нагружения в пропущенный тоннаж (млн т брутто).

Для проведения испытаний использовались цилиндрические образцы, изготовленные из рельсовой стали М76 и инденторы, изготовленные из стали 55. В последующем перед испытаниями образцы делились на три группы и подвергались различной обработке: первая группа – объемному закаливанию до твердости, соответствующей новому рельсу; вторая группа – объемному закаливанию и шлифованию (температура в зоне резания 350 – 360 °С); третья группа – объемному закаливанию, шлифованию и обработке ТВЧ.

Влияние различных методов обработки образцов на его эксплуатационную стойкость (износостойкость) приведено на рис. 9.

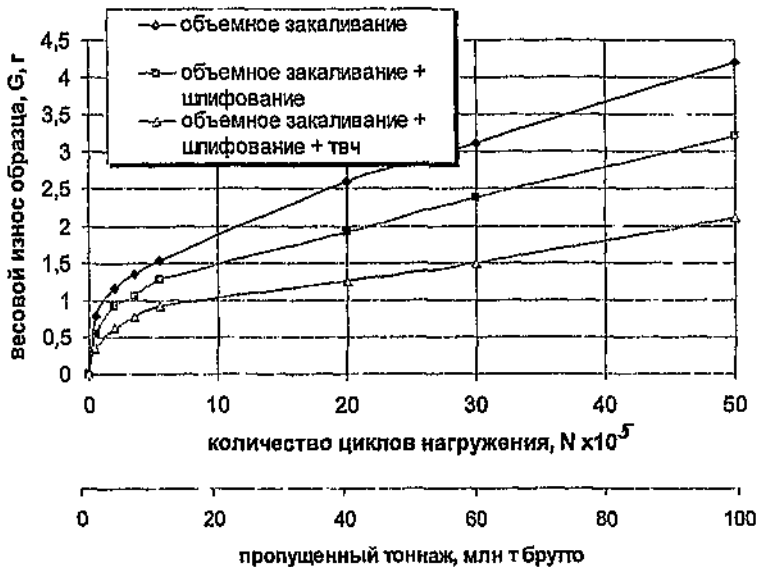


Рис. 9. Кинетика изнашивания образца после различных методов обработки

Анализ результатов испытаний показал, что износостойкость поверхностного слоя рельса, полученная в результате комбинированной обработки, выше износостойкости поверхностного слоя, полученного после шлифования. Износ поверхностного слоя, полученного после комбинированной обработки, составил 0,021 г/млн т брутто, что в 1,52 раза меньше износа поверхностного слоя, полученного после шлифования и в 2 раза меньше износа поверхностного слоя объемно закаленного рельса. Полученные данные также подтверждают необходимость шлифования новых рельсов после укладки их в путь.

В четвертой главе рассмотрена возможность применения полученных результатов в виде нового комбинированного технологического процесса шлифования рельсов в пути, а также проведена оценка экономической эффективности предложенных решений.

Структура и содержание предлагаемого комбинированного технологического процесса предусматривает расчет и назначение режимов шлифования рельсов на основе условий их эксплуатации и обеспечения повышенных эксплуатационных свойств. Разработанный технологический процесс предусматривает разделение рельсов по условию эксплуатации на характерные участки: прямой участок пути, прямой участок с затяжным подъемом или спуском, кривые различных радиусов. Для прямых участков пути предусматривается расчет режимов шлифования на основе обеспечения повышенной усталостной прочности, трещиностойкости и износостойкости рельсов. В кривых предлагается использовать высокоэнергетическое воздействие для создания поверхностного слоя головки рельса с повышенной износостойкостью.

Для реализации на практике предложенных рекомендаций было разработано программное обеспечение на базе расчетно-аналитической системы автоматизации технологического процесса шлифования рельсов в пути. В основу расчетной системы положена методика расчета оптимальных режимов шлифования рельсов в пути на основе обеспечения прогнозируемых

Для применения расчетно-аналитической системы автоматизации технологического процесса шлифования рельсов в пути был сконструирован и изготовлен контрольно-измерительный прибор (патент RU 39699 U1), позволяющий проводить измерения геометрического профиля головки рельса с высокой точностью, что позволяет подобрать нужный ремонтный профиль и определить величину слоя металла, подлежащего удалению.

Применение предложенных рекомендаций позволит продлить эксплуатационный ресурс рельсов на 35 %.

На основе разработанных рекомендаций был определен экономический эффект от использования предложенных решений. Расчеты показали, что шлифование рельсов в пути с использованием рельсошлифовального поезда РШП-48 и применением предложенных рекомендаций позволит получить годовой экономический эффект, равный 64,1 тыс. р./км·год).

Результаты диссертационных исследований прошли промышленные испытания на полигоне Западно-Сибирской железной дороги – филиала ОАО «Российские железные дороги», используются в учебном процессе и переданы для практического применения на Восточно-Сибирскую железную дорогу – филиал ОАО «Российские железные дороги».

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО РАБОТЕ

1. Определено влияние параметров технологического процесса шлифования торцом круга на температуру в зоне резания. Установлено, что при постоянных частоте вращения круга и подаче (скорости поезда) с увеличением глубины резания температура в поверхностном слое повышается, а с увеличением подачи (скорости поезда) при постоянных глубине резания и частоте вращения круга значения температур уменьшаются. При изменении глубины резания в диапазоне от 0,05 мм до 0,25 мм при частоте вращения круга 3500 об/мин и скорости поезда 5 км/ч температура в зоне резания изменяется в диапазоне от 350 до 600 °С,

а при частоте вращения 3500 об/мин, глубине резания 0,1 мм и изменении скорости поезда в диапазоне от 4 до 8 км/ч температура изменяется в диапазоне от 470 до 420 °С.

2. Экспериментально определен характер распределения температуры по глубине от поверхности рельса при шлифовании. Основное концентрирование тепла происходит на глубине 0,4-0,5 мм от обрабатываемой поверхности. Далее по глубине происходит монотонное снижение температуры.
3. Установлено, что совокупность параметров процесса шлифования, способствующая снижению температуры в зоне резания, влечет повышение степени упрочнения. Так, при частоте вращения круга 3500 об/мин, скорости поезда 8 км/ч и глубине резания 0,05 мм микротвердость на поверхности повысилась на 130 МПа. Факторы, повышающие температуру резания, приводят к разупрочнению поверхностного слоя. Так, при частоте вращения круга 3500 об/мин, скорости поезда 5 км/ч и глубине резания 0,1 мм микротвердость на поверхности снизилась на 160 МПа. Верхний предел температуры в зоне резания, до которого не происходит разупрочнение поверхностного слоя, составляет 350 – 360 °С.
4. Разработана математическая модель расчета режимов шлифования на основе управления термонапряженным состоянием поверхностного слоя головки рельса. Применение данной математической модели при расчете режимов позволяет выполнять шлифование рельсов в пути с обеспечением повышенных эксплуатационных свойств.
5. Разработана методика моделирования контактного взаимодействия колеса с рельсом, позволяющая определять износостойкость головки рельса после различных видов механического, термического и высокоэнергетического воздействий.
6. Исследована закономерность формирования поверхностного слоя головки рельса при комбинированной обработке с использованием

высокочастотного индукционного нагрева. Установлено, что при воздействии ТВЧ на поверхность рельса при естественном охлаждении на воздухе формируется поверхностный слой преимущественно с тростомартенситной структурой.

7. Разработан комбинированный технологический процесс шлифования рельсов в пути с использованием высокоэнергетического воздействия. Применение индукционного нагрева в кривых участках пути или на прямых участках с повышенным износом позволяет уменьшить величину износа и тем самым продлить эксплуатационный ресурс рельса. Износ поверхностного слоя головки рельса, полученного после комбинированной обработки, составил 0,021 г/млн т брутто, что в 1,52 раза меньше износа поверхностного слоя, полученного после шлифования и в 2 раза меньше износа поверхностного слоя объемно закаленного рельса.
8. Проведена сравнительная оценка эффективности предложенных решений по назначению режимов шлифования рельсов в пути. Показано, что применение предложенных рекомендаций позволит уменьшить количество изъятий остродефектных рельсов по дефектам IV группы на 35 % за счет продления эксплуатационного ресурса рельса. Экономический эффект от применения разработанной технологии составляет 64,1 тыс. руб./км год.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В СЛЕДУЮЩИХ РАБОТАХ:

1. Аксенов В.А., Тихомирова Л.Б., Шаламов В.А., Турутин Б.Б., Ильиных А.С., Щелоков С.В. Испытания металлов на износостойкость и контактную усталость // Мат-лы регион. науч.-практич. конф. «Вузы Сибири и Дальнего Востока – Транссибу». Новосибирск: Изд-во. СГУПСа, 2002. С. 285-295.

2. Аксенов В.А., Шаламов В.А., Юркова Е.О., Щелоков С.В. Автоматизация технологического процесса шлифования рельсов

рельсошлифовальными поездами // Мат-лы регион. науч.-практич. конф. «Вузы Сибири и Дальнего Востока – Транссибу». Новосибирск: Изд-во. СГУПС, 2002. С. 184-185.

3. Аксенов В.А., Шаламов В.А., Щелоков С.В., Ильиных А.С., Райт В.В., Чаплыгин А.Б. Шлифование – эффективный способ восстановления железнодорожных рельсов // Теория, технология и оборудование для производства абразивного инструмента: Сб. науч. тр. Челябинск, 2003. С. 85-89.

4. Аксенов В.А., Шаламов В.А., Щелоков С.В. Расчётно-аналитическая программа для автоматизации технологического процесса шлифования рельсов в пути // Труды 43-й Всероссийской науч.-практич. конф. ученых транспортных вузов, инженерных работников и представителей академической науки «Современные технологии – железнодорожному транспорту и промышленности». Хабаровск, 2003. С. 228-232.

5. Аксенов В.А., Тихомирова Л.Б., Шаламов В.А., Турутин Б.Б., Ильиных А.С., Щелоков С.В. Комплекс установок для испытания образцов на контактную усталость // Контактная жесткость. Износостойкость. Технологическое обеспечение: Сб. тр. междунар. науч.-технич. конф., посвященной памяти д-ра техн. наук, профессора Рыжова Э.В. Брянск, 2003. С. 31-33.

6. Аксенов В.А., Тихомирова Л.Б., Шаламов В.А., Щелоков С.В. Испытания металлов на износостойкость и контактную усталость методом обкатки // Сб. тр. междунар. науч.-технич. конф. «Актуальные проблемы надежности технологических, энергетических и транспортных машин». Москва, 2003. С. 21-24.

7. Аксенов В.А., Тихомирова Л.Б., Шаламов В.А., Ильиных А.С., Щелоков С.В. Испытательный комплекс по оценке конструктивной прочности деталей подвижного состава // Мат-лы науч.-практич. конф. «Наука, техника и высшее образование: проблемы и тенденции развития». Ростов н/Д, 2004. С. 30-38.

8. Шаламов В.А., Турутин Б.Б., Ильиных А.С., Щелоков С.В. Современные методы восстановления служебных свойств рельсов в пути // Тез.

докладов Всероссийской науч.-технич. конф. «Новые материалы и технологии НМТ-2004». М., 2004. С. 37-38.

9. *Щелоков С.В., Ильиных А.С.* САПР технологического процесса шлифования рельсов в пути // Мат-лы Всероссийской науч. конф. молодых ученых. Новосибирск, 2004. С. 34-35.

10. Патент на полезную модель RU 39699 U1 G01 B 5/008 Устройство для измерения геометрических параметров головки рельса // *Аксенов В.А., Шаламов В.А., Юркова Е.О., Шаламова О.А., Ильиных А.С., Щелоков С В М.*, 2004.

11. *Шаламов В.А., Щелоков С.В., Ильиных А.С.* Возможности управления физико-механическим состоянием поверхности головки рельса после механической обработки // Мат-лы всероссийской науч.-технич. конф. с международным участием «Ресурсосберегающие технологии на железнодорожном транспорте». Красноярск, 2005. С. 292-297.

12. *Шаламов В.А., Щелоков С.В., Пименов И.Я.* Мониторинг эксплуатационных свойств рельсов на основе современных технологий и технических средств // Сборник трудов XV международной науч.-технич. конф. «Проблемы развития рельсового транспорта». Часть 2. Луганск, 2005. С. 223-227.

РНБ Русский фонд

2007-4
10835

Щелоков Сергей Вячеславович

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ
В ПУТИ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТКИ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ВОЗДЕЙСТВИЯ**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Подписано в печать 15.10.2005

Объем 1,5 п.л. Тираж 100 экз.

Заказ № 1473

Отпечатано с готового оригинал-макета в издательстве СГУПС

630049, г. Новосибирск, ул. Д. Ковальчук, 191

Тел.: (383) 228-73-81. E-mail: press@stu.ru

