

горелок рекуперативного типа позволит отказаться от выдержек для выравнивания температур по поверхности поковки, в результате чего возможно дополнительное увеличение производительности печи.

#### **Список использованных источников**

1. *Китаев Б.И.* Теплотехнические расчеты металлургических печей / Б.И. Китаев, Б.Ф. Зобнин и [др.]. М.: Металлургия. 528 с.
2. *Казяев М.Д.* Основы теории теплогенерации / М.Д. Казяев, С.Н. Гущин, В.И. Лобанов и [др.]. Екатеринбург: УГТУ, 1999. 288 с.

### **ТЕРМОУПРОЧНЕНИЕ РЕЛЬСОВЫХ НАКЛАДОК В УСТРОЙСТВЕ РЕГУЛИРУЕМОГО ОХЛАЖДЕНИЯ**

**© М.В. Старцева, Ю.Г. Ярошенко, 2012**

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург,*

**© Ю.И. Липунов, 2012**

*ОАО «Всероссийский научно-исследовательский институт  
металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург*

Одними из важнейших элементов железнодорожного полотна, во многом «отвечающих» за его надежность, являются рельсовые скрепления и соединения. Они представляют собой ряд изделий, обеспечивающих непрерывность рельсовой нити и ее фиксацию. Известно, что до 30 % нарушений целостности железнодорожного пути происходит в стыковых соединениях [1]. В рельсовом стыке (рис. 1) нарушается однородность пути, в результате чего при прохождении поездов возникают дополнительные динамические воздействия на путь. Путь в стыках расстраивается и изнашивается быстрее, чем в середине звена. Именно поэтому столь важно обеспечить высокие механические характеристики стыковых скреплений. К важнейшему виду стыковых скреплений относятся рельсовые накладки. В России для рельсов современных типов применяются простые по форме двухголовые накладки, причем в 2004 г. на дорогах в пути лежали в основном рельсы, а соответственно и накладки, марок Р65 в объеме 94,3 % и Р50 в объеме 3,5 % [2]. По существующей в настоящее время технологии накладки изготавливаются из стали БСт6сп и подвергаются закалке в баке с маслом. При объемной закалке в масле отсутствует возможность регулирования процесса охлаждения в течение всего цикла, и имеются одинаковые условия охлаждения разномассивных элементов. Вследствие этого возникает неоднородность структуры и механических свойств, большая вероятность коробления при закалке накладок, кроме того, высокая пожароопасность, вредные условия труда, ухудшение экологии, сложность регенерации масла и т.д.

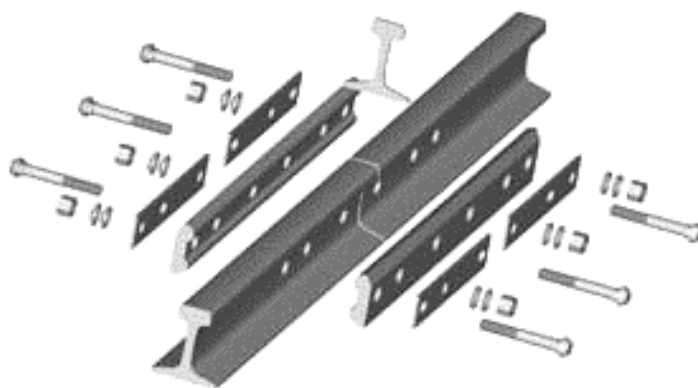


Рис. 1. Изолирующий рельсовый стык

ОАО «ВНИИМТ» разработал новую технологию термоупрочнения накладок и устройство регулируемого водяного охлаждения для ее реализации. Для экспериментального стенда разработано, изготовлено и смонтировано опытно-промышленное устройство. Отличие от промышленного состоит в меньшей длине секций охлаждения. Устройство регулируемого охлаждения состоит из двух секций. Каждая секция имеет четыре контура регулирования расхода воды: на верхнюю, нижнюю головки накладки и ее шейку. В каждой секции установлены 4 коллектора с форсунками, предназначенные для охлаждения движущейся накладки с четырех сторон: сверху, снизу и с боков. Поперечный разрез устройства приведен на рис. 2. Для обеспечения необходимых по технологии скоростей охлаждения, одинаковых условий охлаждения верхней и нижней части накладки расход воды на каждый коллектор регулируется отдельно и контролируется в течение каждого цикла охлаждения.

На опытно-промышленной установке Центра новых систем охлаждения и термообработки металлов ОАО «ВНИИМТ» была проведена серия экспериментов по водяному регулируемому охлаждению рельсовой накладки типа Р65. Экспериментальные исследования проводились с целью уточнения режимных и конструктивных параметров устройства регулируемого охлаждения, проектируемого для ОАО «НСМЗ», отработки технологии термообработки. Полученную с предприятия ОАО «НСМЗ» рельсовую накладку Р65 длиной 1000 мм нагревали в газовой камерной печи до температуры 875–885 °С. Предварительно перед нагревом образца печь выводили на стационарный тепловой режим. Для контроля температуры образца во время нагрева на его поверхность по длине были установлены 3 термопары. Электроды термопар приваривали к образцу при помощи конденсаторного разрядного аппарата. Для прогрева по сечению после достижения поверхностью накладки необходимой температуры образец выдерживали в печи не менее 20 минут. Далее производилось охлаждение образца в устройстве водяного контролируемого охлаждения. Для определения температуры по длине накладки на выходе из печи был установлен пирометр «Термоскоп-800-2С». По окончании охлаждения пирометром «Термоскоп-100» измеряли температуру по длине накладки на верхней и нижней головках, шейке и выкружке.

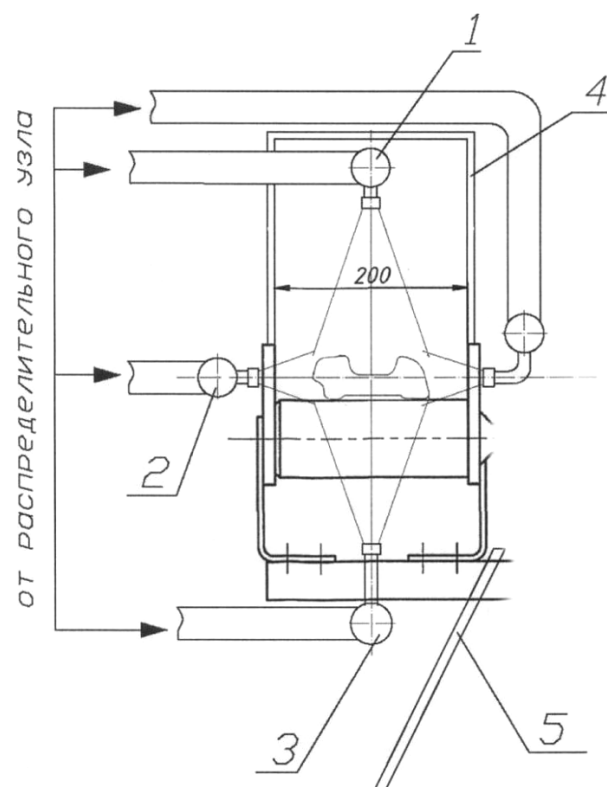


Рис. 2. Устройство регулируемого охлаждения:

1 – верхние коллекторы с форсунками; 2 – боковые коллекторы с форсунками; 3 – нижние коллекторы с форсунками; 4 – камера; 5 – слив воды в бак

На рис. 3 приведена кривая изменения по длине накладки до и после охлаждения.

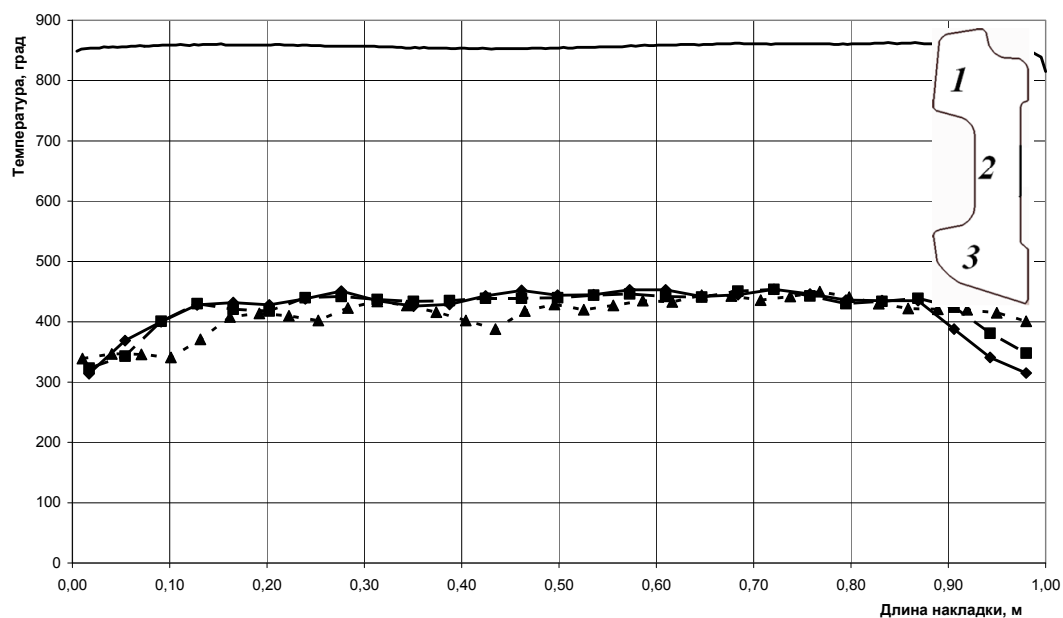


Рис. 3. Кривая распределения температур по длине накладки после устройства

- ◆ Нижняя головка
- Верхняя головка
- ▲ Шейка
- Показания пирометра при выходе из печи

На различных режимах охлаждения было обработано более 30 накладок. Для базовых режимов определялись механические свойства, твердость и микроструктура по сечению накладки. Данные по механическим свойствам приведены в табл. 1.

Таблица 1

Механические свойства рельсовых накладок

Вид термообработки	Временное сопротивление кГ/мм <sup>2</sup>	Предел текучести, кГ/мм <sup>2</sup>	Относит. удлинение %	Относит. сужение, %	Угол холодного загиба, град.	Тверд., НВ
Охлаждение водяными струями. Экспериментальные данные стенда «ВНИИМТ»	103,9	69,4	14,6	41,6	60 без трещин	269-285
Требования ГОСТ 4133-73	86,0	54,0	10,0	30,0	20	235-388

Твердость в таблице указана в интервале значений, таким образом, полученная твердость находится в диапазоне требований ГОСТ.

Микроструктура, которая обеспечивает такие высокие механические свойства, на верхней и нижней головках накладки практически равномерна по сечению. Микроструктура на головке показана на рис. 4а. Микроструктура состоит из перлита разной степени дисперсности (пластинчатого и плотного сорбитообразного) и структурно свободного феррита, расположенного в виде сетки по границам мелкого зерна балла 7–8 (ГОСТ 5639-82).

Микроструктура шейки накладки состоит из пластинчатого и сорбитообразного перлита и значительного количества структурно свободного феррита (рис. 4б).

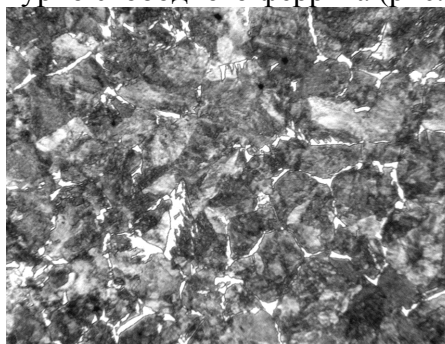


Рис. 4а. Микроструктура головки образца рельсовой накладки (увеличение в 500 раз)

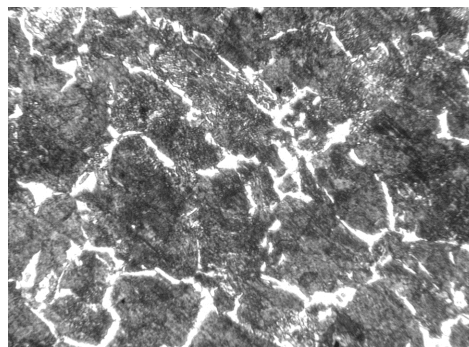


Рис. 4б. Микроструктура шейки образца рельсовой накладки (увеличение в 500 раз)

Таким образом, были уточнены параметры устройства регулируемого охлаждения, отработана технология термоупрочнения, позволяющая обеспечить повышенный по сравнению с ГОСТ уровень механических свойств. Секционное устройство струйного водяного охлаждения обеспечивает в отличие от закалки в масле ведение управляемого процесса охлаждения за счет регулирования распределения плотности орошения, все это создает условия для увеличения надежности работы рельсовых креплений.

#### **Список использованных источников**

1. Гайдамака П.С., Мурсалимов Т.Н., Rogov В.П. и [др.] Экономичное крепление // Путь и путевое хозяйство. 1986. № 8. С. 21–23.
2. Лысюк В.С., Бугаенко В.М. Повреждения рельсов и их диагностика. М.: ИКЦ «Академкнига», 2006. С. 7.

### **СОЗДАНИЕ УЧЕБНОГО ПОСОБИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ И РАСЧЕТУ ПЕЧЕЙ КИПЯЩЕГО СЛОЯ ДЛЯ ОБЖИГА СУЛЬФИДНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

© Е.С. Степанова, С.Н. Гушин, 2012

*ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург*

Студенты, обучающиеся в технических вузах, в соответствии с учебными планами должны выполнять курсовые проекты. Для тех, кто решил стать металлургом, обязательным является проектирование какого-то определенного теплового агрегата. Объектами студенческих работ являются хорошо известные и широко распространенные конструкции промышленных печей, расчет которых, на первый взгляд, можно достаточно легко и просто осуществить. Однако если поставленную задачу рассматривать с позиции студента, впервые столкнувшегося с необходимостью самостоятельного подхода к ее решению, то любое проектирование является для новичка первым шагом в мир науки и творчества. В мире накоплен значительный опыт конструирования и эксплуатации печей различного назначения. Большое разнообразие конструкций печей, применяемых в промышленности, прежде всего обусловлено чрезвычайно широким спектром технологических процессов, осуществляемых при производстве и дальнейшей тепловой обработке разнообразных материалов. Вот почему при выборе конструкции и исходных данных, необходимых для теплотехнического расчета промышленной печи, следует учитывать особенности технологического процесса. Без этого практически невозможно грамотно спроектировать промышленную печь. И в этом студенту могут оказать неоценимую помощь опытный консультант, т.е. преподаватель, и хорошая научно-техническая литература. И вот тут у новичка возникает еще одна проблема – найти в море существующих публикаций нужные ему материалы. Правда, сегодняшние студенты чаще всего даже не пытаются рыться в каталогах и читать научную литературу, а «ныряют» в Интернет и ограничиваются лишь тем, что там обнаружат. Вряд ли нужно доказывать, какое огромное значение в подобной ситуации имеет хорошее учебное пособие, в котором приведены все разделы, необходимые для выполнения данного курсового проекта. Разумеется, для нерадивого студента это учебное пособие будет просто играть роль своеобразной «шпаргалки», а вот для серьезного, сознательного студента оно может стать настоящим помощником в понимании принципов, которыми следует руководствоваться при выборе тех или иных параметров, используемых в расчетах, в умении обосновывать принимаемые решения, в изучении особенностей технологии, конструкции и тепловой работы печи, в освоении методики ее расчета и т.п.