
УДК 621.785.6:621.785.7

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ВЫСОКОПРОЧНОЙ НИЗКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ С БОРОМ ПОСЛЕ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Марина Игоревна Зверева

Магистр 2 года,

кафедра «Материаловедение»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Н.И. Каменская

кандидат технических наук, доцент кафедры «Материаловедение» МГТУ им. Н.Э.

Баумана

Научные консультанты: М.Ю. Матросов⁽¹⁾, П.Г. Мартынов⁽²⁾

кандидат технических наук, директор Центра сталей для труб и сварных

конструкций ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»⁽¹⁾

заместитель директора Центра сталей для труб и сварных конструкций ФГУП

«ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»⁽²⁾

Тяжелонагруженные конструкции горнодобывающей техники при эксплуатации испытывают различное неблагоприятное воздействие (истирание, ударные нагрузки, деформация и т.п.), которое приводит к их износу и разрушению [1-3]. В связи с этим проблема разработки и изготовления высокопрочного листового проката, обладающего высокой ударной вязкостью в особенности при отрицательных температурах в сочетании с требуемыми механическими свойствами, является чрезвычайно актуальной [1].

Эффективным способом одновременного повышения прочности и сопротивления хрупкому разрушению является измельчение элемента структуры – зерна или пакета мартенсита. Размер пакета мартенсита, в свою очередь, зависит от размера зерна аустенита. Термомеханическая обработка (ТМО), в частности контролируемая прокатка, нашла широкое применение для измельчения зерна и обеспечения высокого уровня механических свойств стали. Изменять размеры структурных составляющих стали и добиваться заданных механических свойств можно также, применяя после ТМО дополнительную термическую обработку деформированного металла, главным образом закалку и отпуск [1, 4].

Целью настоящей работы является разработка оптимального режима термической обработки, обеспечивающего формирование мелкозернистой структуры, высокий уровень ударной вязкости при отрицательных температурах и требуемые прочностные свойства листового проката, предварительно упрочнённого в процессе ТМО.

Для проведения исследований были выплавлены лабораторные слитки весом ~ 20 кг из низкоуглеродистой низколегированной стали с бором.

Слитки нагревали в камерной печи до температуры значительно превышающей температуру начала аустенизации. Затем осуществляли прокатку слитков на реверсивном стане «ДУО-300» по схеме двухстадийной контролируемой прокатки с последующим ускоренным охлаждением. Исследование влияния режимов термической обработки на структуру и механические свойства было проведено на пробах, термически обработанных в лабораторных печах.

Из полученных проб были изготовлены образцы для испытаний на растяжение (ГОСТ 1497-84) и ударный изгиб (ГОСТ 9454-78), а также для измерения твердости и исследования микроструктуры в т.ч. с использованием средств просвечивающей электронной микроскопии. Для выявления границ исходного аустенитного зерна проводили специальное травление в кипящем пересыщенном водном растворе пикриновой кислоты с добавлением поверхностно-активных веществ (ПАВ). Оценку количественных параметров микроструктуры проводили с помощью программы Image Expert Pro 3.

Результаты проведенных исследований:

– показано, что при нагреве под закалку деформированного металла происходит перекристаллизация стали, включающая две стадии: собственно фазового превращения, приводящего к образованию аустенита, и рекристаллизации, приводящей к измельчению зерна;

– исследовано влияние режимов термической обработки – закалки и отпуска на микроструктуру и механические свойства проката. Установлены оптимальные режимы термической обработки, обеспечивающие формирование мелкозернистой структуры, высокую ударную вязкость при низких температурах при сохранении прочностных характеристик на требуемом уровне.

Литература

1. Мартынов П.Г., Матросов М.Ю., Митрофанов А.В., Барабаш К.Ю., Горошко Т.В., Каменская Н.И., Зверева М.И. Исследование влияния режимов термической обработки на микроструктуру и механические свойства высокопрочного листового проката (400-450 НВ) из низколегированной стали // Проблемы черной металлургии. 2017. №4. С.46 – 52.
2. Чукин М.В., В.М. Салганик, П.П. Полецков, Г.А. Бережная, М.С. Гущина, А.С. Кузнецова, Д.Ю. Алексеев. Анализ технических требований, предъявляемых к наноструктурированному высокопрочному листовому прокату // Обработка сплошных и слоистых материалов. 2014. № 2. С. 19–28.
3. Сивцев М.Н., Слепцов Г.Н. Исследование структуры сварных соединений при различных технологических параметрах сварки низколегированных сталей // Металловедение и термическая обработка металлов. 2014. №2 (704). С.40 – 44.
4. Зверева М. И. Исследование влияния режимов термической обработки на микроструктуру и механические свойства высокопрочного листового проката из низкоуглеродистой хромокремнемарганцевой стали с молибденом и бором. [Электронный ресурс] // Всероссийская научно-техническая конференция «Студенческая научная весна: Машиностроительные технологии»: материалы конференции, 4 – 7 апреля, 2017, Москва, МГТУ им. Н.Э.Баумана. – М.: ООО «КванторФорм», 2017.– № гос. регистрации 0321701287.– URL: studvesna.ru?go=articles&id=1919 (дата обращения: 14.03.2018).– Загл. с экрана.