

Министерство промышленности и торговли
Российской Федерации
Государственный научный центр
Российской Федерации



**Центральный
научно-исследовательский
институт черной металлургии
им. И.П.Бардина**

Федеральное государственное унитарное предприятие
(ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П.Бардина»)

105005, г. Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2
Тел. (495) 777-93-01; Факс (495) 777-93-00
ИНН/КПП 7701027596/770101001
E-mail: chermet@chermet.net
www.chermet.net

_____ 20__ г. № 48/1799
На № _____ от _____

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. генерального директора
ФГУП «ЦНИИчермет им.И.П. Бардина


В.А. УГЛОВ
«6» _____ 2014г.


ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Рыбальченко Ольги Владиславовны «Влияние интенсивной пластической деформации на структуру, механические и служебные свойства стали 08X18H10T», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Актуальность работы

В последние годы наблюдается повышенный интерес к конструкционным объемным ультрамелкозернистым (УМЗ) материалам, поскольку их механические, физические и функциональные свойства значительно отличаются от свойств этих материалов в крупнозернистом состоянии. Эти свойства в значительной мере определяются особенностями структуры УМЗ материалов, такими, как размер структурных элементов, значительная доля границ зерен и их состояние, другие дефекты структуры. В свою очередь эти особенности УМЗ структуры обусловлены методами её получения. Возможность измельчения зерен методами интенсивной пластической деформации (ИПД) была показана на многих материалах, в том числе и на коррозионностойких аустенитных сталях. Аустенитные коррозионностойкие стали типа X18H10T, широко используемые в различных отраслях промышленности, представляют особый интерес еще и из-за возможности дополнительного регулирования структурного состояния за счет фазовых

превращений при холодной деформации. Предлагаемый в диссертационной работе Рыбальченко О.В. подход заключается в целенаправленном изменении структурного и фазового состояния для одновременного повышения прочностных и эксплуатационных (усталостной прочности и радиационной стойкости) свойств, что впервые применено к аустенитным сталям. Актуальность темы определяется недостаточным пониманием возможных механизмов управления структурным (состояние границ зерен и их размер) и фазовым (аустенит, мартенсит, феррит, специальные карбиды) состоянием при интенсивной пластической деформации. Кроме того, принимая во внимание начало использования методов ИПД в промышленности, выводы и рекомендации, полученные в ходе выполнения данной работы и направленные на получение высоких служебных характеристик УМЗ металлов, представляются своевременными и актуальными.

Основное содержание диссертации

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка литературы из 170 наименований. Объем диссертации составляет 167 страниц, 72 рисунка и 18 таблиц.

Во введении обоснована актуальность выбранной диссертационной темы, сформулированы ее цель, научная новизна и практическая ценность, также приведены основные положения, выносимые на защиту.

В первой главе дан обзор отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации. Представлены основные сведения об используемых в работе методах интенсивной пластической деформации, имеющиеся литературные данные об особенностях структурообразования металлов и сплавов в ходе ИПД, особое внимание уделено аустенитным коррозионностойким сталям. Показано, что методы интенсивной пластической деформации являются эффективными способами получения УМЗ структуры зеренного типа, с преобладанием большеугловых границ зерен, которые оказывают значительное влияние на механические и служебные характеристики материала.

Во второй главе приводится описание использованных в работе материалов, методов и режимов ИПД, последеформационных обработок, методик исследования и обработки данных.

В третьей главе исследованы закономерности структурообразования аустенитной стали 08X18H10T в процессе КГД при комнатной температуре и последующем нагреве, с определением вклада типа кристаллической решетки, фазовых превращений и увеличения доли зернограничных поверхностей в упрочнение и термостабильность стали. Изучена возможность получения в стали 08X18H10T нано- и субмикроструктурной структуры преимущественно аустенитном состоянии в ходе КГД при повышенной температуре и при ступенчатом повышении и понижении температуры.

Четвертая глава посвящена исследованию структурно-фазовых превращений в процессе РКУП и последующего нагрева и определению оптимальных режимов формирования УМЗ структуры в ходе РКУП.

В пятой главе приводится исследование влияния РКУП в интервале температур 20-400°C и последующего нагрева на прочность стали 08X18H10T при статическом и циклическом нагружении. Установлены структурно-фазовые превращения в ходе циклического деформирования стали после РКУП.

Шестая глава посвящена исследованию влияние нейтронного облучения до флюенса 2×10^{20} н/см² (~0.05 сна) на микроструктуру, механические свойства и коррозионную стойкость наноструктурной стали 08X18H10T.

Научная новизна результатов диссертации.

Достоинством работы является эффективное использование современных методов исследования. При изучении влияния структурно - фазовых превращений при ИПД и последующих обработок на свойства стали благодаря использованию комплекса методов структурного анализа (просвечивающей и растровой электронной микроскопии, дифракции обратно рассеянных электронов, рентгеноструктурного анализа), измерений микротвердости и механических испытаний автору удалось грамотно интерпретировать результаты эксперимента.

- Установлено, что деформация по ступенчатому режиму с понижением

температуры КГД 450→300→20 °С последовательно уменьшает размер зерна аустенитной стали 08X18H10T, тем самым понижая температуру появления мартенсита деформации, что позволяет получить наноструктурное состояние в полностью аустенитной матрице.

– В ходе циклической деформации стали 08X18H10T при комплексном исследовании тонкой структуры установлены процессы интенсивного вторичного динамического двойникования, динамического возврата, увеличение доли большеугловых границ и частичное мартенситное превращение.

– Установлено значительное повышение предела усталости стали 08X18H10T за счет созданной РКУП и нагревом на 550 °С с выдержкой 20 часов рекристаллизованной структуры с размером зерна 15 мкм и большой плотностью дисперсных двойников отжига.

– Обнаружено, что нейтронное облучение УМЗ стали 08X18H10T вплоть до флюенса 2×10^{20} н/см² (~0.05 сна) не приводит к появлению дефектов радиационного происхождения с сохранением прочностных свойств материала после облучения.

Практическая значимость работы

Показана возможность значительного повышения механических свойств после равноканального углового прессования (РКУП): предел прочности повышается в 1,5-2 раза, предел текучести в 3,8-5,2 раза, предел усталости в 1,4-1,7 раза, но при этом уменьшается пластичность. После РКУП и последующего нагрева получен предел усталости стали в 650 МПа, который более чем в 2 раза превышает предел усталости стали 08X18H10T в исходном состоянии.

Предложены режимы КГД для получения полностью аустенитного состояния стали 08X18H10T для повышения коррозионной стойкости с размером зерна 85-125 нм:

- деформация в интервале температур 300 - 450°С (выше температуры появления мартенсита деформации);

- деформация по ступенчатому режиму $450 \rightarrow 300 \rightarrow 20^\circ\text{C}$, для понижения температуры появления мартенсита деформации в область субкритических температур.

Используемые схемы КГД позволили получить комплекс высоких механических свойств (предел текучести 1640-1820 МПа при удлинении 6-10 %). В дальнейшем эта обработка может быть использована при изготовлении небольших изделий простой формы для применения в медицине и в качестве деталей микромеханических систем.

Достоверность полученных результатов

Высокая степень достоверности результатов и аргументированность сформулированных выводов диссертации подтверждается большим количеством экспериментальных данных, полученных при комплексном исследовании структуры и фазового состава с применением методов рентгеноструктурного анализа, электронной просвечивающей и сканирующей микроскопии, а также метода обратно рассеянных электронов и механических свойств с использованием современных высокоэффективных приборов и установок. Трактовка результатов микротвердости и механических испытаний, проведенных в соответствии с ГОСТ, основывалась на результатах анализа структуры и фазового состава стали.

В качестве замечаний следует отметить:

1. Из текста диссертации не ясно, насколько результаты, полученные методом КГД, могут быть сопоставимы с результатами, полученными методом РКУП.
2. Хотелось бы видеть в диссертации более широкий спектр исследованных композиций Fe-Cr-Ni-сталей, что заметно расширило бы значимость полученных результатов.
3. Не совсем удачным представляется использование в названии диссертации словосочетания «механические и служебные свойства».
4. К сожалению, не у всех численных значений механических свойств, приведенных в работе, указан доверительный интервал полученных значений (см. например, п. 4 выводов по диссертации).

5. В тексте диссертации встречаются некорректные термины и выражения. Например, крайне неудачным является выражение «высокий комплекс свойств», который встречается несколько раз по тексту диссертации. Кроме того, более правильно называть «EBSD–анализ» методом обратно рассеянных (а не отраженных, как в тексте диссертации) электронов.

Общее заключение.

Сделанные замечания не снижают научную и практическую ценность рассматриваемой диссертации, которая является законченной научно-квалификационной работой. На основании выполненных на высоком методическом и экспериментальном уровне исследований влияния изменения структуры и фазового состава в ходе интенсивной пластической деформации, последующей термической обработки и циклической деформации на механические и служебные свойства стали 08X18H10T в диссертации установлены важные закономерности поведения стали при ИПД и предложены технологические решения, пригодные для практического применения.

Автореферат и публикации полностью отражает основное содержание диссертации. Научная проблематика, объем и содержание диссертации полностью соответствуют пунктам 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» и паспорту специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов», а ее автор Рыбальченко О.В. безусловно, заслуживает присуждения искомой степени.

Диссертация заслушана и обсуждена на научно-техническом совете Института металловедения и физики металлов им. Г.В. Курдюмова ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина» 5 ноября 2014 г. (протокол № 11).

Председатель НТС,
директор Института металловедения
и физики металлов им. Г.В. Курдюмова,
д.ф.-м.н., профессор
(495)777-93-50 a.glezer@mail.ru



Глезер
Александр .Маркович

Ученый секретарь совета,
к.ф.-м.н.



Филиппова
Варвара Петровна