

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу Рыбальченко Ольги Владиславовны «Влияние интенсивной пластической деформации на структуру, механические и служебные свойства стали 08X18H10T», представленную к защите на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов» в диссертационный совет Д 002.060.01 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институт металлургии и материаловедения им А.А. Байкова Российской академии наук

К настоящему времени многими отечественными и зарубежными специалистами показана возможность значительного повышения механических свойств металлов и сплавов за счет формирования в них ультрамелкозернистой (УМЗ) структуры и достигнут существенный прогресс в понимании процессов, протекающих при интенсивной пластической деформации (ИПД). В то же время, механизмы изменения структуры и свойств в таком технологически важном *классе* материалов, как стали, изучены недостаточно и требуют детального всестороннего анализа. Причины кроются как в трудностях деформирования образцов, так и в проблемах с интерпретацией полученных результатов из-за возможности структурно-фазовых превращений в сталях при ИПД. Аустенитные коррозионностойкие стали широко используются в различных отраслях промышленности, поэтому улучшение комплекса их свойств носит важное прикладное значение и является актуальным направлением физического металловедения. Комплексные систематические исследования структуры и свойств аустенитных коррозионностойких сталей после различных методов и режимов ИПД позволят получить представление о влиянии размера зерен / структурных составляющих, доли большеугловых границ и фазового состава на прочностные свойства и стабильность УМЗ структуры при нагреве, а также определить оптимальные режимы обработки, способные обеспечить не только высокую прочность, но и одновременно повысить различные служебные характеристики.

Диссертационная работа состоит из введения, шести глав, общих выводов, списка цитируемой литературы из 170 наименований и содержит 167 страниц машинописного текста, 72 рисунка и 18 таблиц.

Во введении автор обосновывает актуальность темы диссертационной работы, формулирует цель, научную и практическую значимость, приводит положения, выносимые на защиту.

В первой главе приведен обзор литературы, который посвящен методам

интенсивной пластической деформации, влиянию параметров деформации на структурообразование различных металлических материалов. В обзоре рассмотрены закономерности структурообразования при кручении под гидростатическим давлением (КГД) и при равноканальном угловом прессовании (РКУП), особое внимание уделено структурообразованию аустенитных сталей. Приведены имеющиеся литературные данные о влиянии ИПД на механические свойства, усталостные характеристики и радиационную стойкость аустенитных сталей.

На основе анализа литературных данных определены цель и задачи исследования, связанные с выявлением механизмов воздействия на структурно - фазовое состояние при ИПД и получением оптимальных режимов обработки для одновременного повышения механических свойств и служебных характеристик аустенитных коррозионностойких сталей.

Во второй главе представлена исследуемая сталь 08X18H10T и выбранные для сравнения аустенитная сталь с ГЦК решеткой 05X15H9D2ТАМФ с добавками азота, ванадия и молибдена, коррозионностойкая ферритная сталь 08X18T1 и армко-железо с ОЦК решеткой, описаны методики проведения экспериментов.

Третья глава посвящена изучению структурно-фазовых превращений и свойств аустенитной стали 08X18H10T после ИПД методом кручения под гидростатическим давлением (КГД) при комнатной температуре с определением влияния легирования и типа кристаллической решетки на упрочнение и термостабильность после КГД. Рассмотрены режимы КГД при повышенных температурах и режимы с повышением и понижением температуры деформации с целью получения нано- или субмикроструктурной аустенитной структуры.

В четвертой главе приведены результаты исследований структуры, фазового состояния и механических свойств после равноканального углового прессования (РКУП) и последующего нагрева. Рассмотрены механизмы, ответственные за формирование структуры (деформационное двойникование и сдвиговое фазовое  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращение) в процессе РКУП и обратное  $\alpha \rightarrow \gamma$  превращение при последующем нагреве деформированной стали.

Пятая глава посвящена исследованию процессов структурообразования в ходе РКУП и последующего нагрева, а так же изучению влияния структурно-фазовых превращений при циклической деформации на усталостную прочность стали 08X18H10T.

В шестой главе представлены результаты воздействия нейтронного облучения на микроструктуру, механические и коррозионные свойства стали 08X18H10T после КГД.

В заключении обобщены наиболее важные результаты и выводы, полученные в

диссертационной работе.

Большое количество экспериментальных результатов и использование диссертантом взаимно дополняемых экспериментальных методов исследования (просвечивающая электронная микроскопия, рентгеноструктурный анализ, растровая электронная микроскопия и метод дифракции обратно отраженных электронов) с применением современного оборудования и программного обеспечения определяет **достоверность и надежность полученных результатов**, а также аргументированность сформулированных заключений и выводов диссертации.

Следует отметить ряд важных и значимых результатов, определяющих **научную новизну диссертации**:

- Показано, что при КГД со ступенчатым понижением температуры деформации до комнатной при последовательном уменьшении размера структурных элементов можно понизить температуру образования мартенсита деформации и, в результате, получить полностью аустенитную структуру с размером зерна до 100 нм;
- С помощью различных методов исследования изучены структурно - фазовые изменения в ходе циклических испытаний после РКУП и выявлены процессы, влияющие на значительное повышение предела усталости стали 08X18H10T по сравнению с исходным состоянием.

**Практическая значимость работы** заключается в установлении закономерности формирования УМЗ структуры в аустенитной стали 08X18H10T при ИПД и последующей термообработке, а так же установлении влияния полученной структуры на свойства. Результаты позволяют дать рекомендации по созданию технологии производства заготовок с нано- и субмикроструктурной структурой, обеспечивающей необходимый уровень механических свойств и усталостной прочности.

К работе имеются **замечания и комментарии**, преимущественно методического характера:

1. Выполнено большое число экспериментов по деформации методами ИПДК и РКУП. Но есть ли и какая связь между полученными результатами не обсуждается.
2. В работе для разных исследований используются КГД образцы Ø10 и 20 мм. Однако обоснование выбора разных образцов и сопоставимости получаемых данных отсутствует. Не указана величина давления для образцов Ø 20 мм, что также не позволяет установить идентичность напряженного состояния.
3. При подготовке фольг для ПЭМ автор применяла вырезку заготовок толщиной 0.5 мм наждачным кругом. Данный метод препарирования из-за деформации и

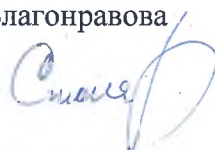
разогрева мог оказать влияние на структуру. Методически правильнее было бы делать это электроискровой резкой проволокой.

4. Поскольку радиационная стойкость стали изучалась при относительно низких параметрах облучения, то полученные результаты имеют в основном фундаментальное, но не практическое значение.
5. В методике "Shear Punch" не приводится зависимость или формула для пересчета напряжений течения при сдвиге в предел текучести при растяжении.
6. На стр.49 в последнем абзаце имеется описка - указано «...плоскость прокатки» вместо «.....плоскость в направлении РКУП».
7. На рис.29 график приведен для температур 20-750 °С, а в тексте для 20-900 °С.

Сделанные замечания не снижают положительной оценки работы. Оценивая работу в целом, можно отметить, что диссертация написана грамотным, научно-техническим языком и оформлена в соответствии с установленными требованиями. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации. Основное содержание работы подробно изложено в 10 опубликованных статьях, 7 из которых входят в перечень ВАК необходимых ведущих рецензируемых журналов. Результаты работы широко представлены на научных международных и российских конференциях.

В связи с вышеизложенным считаю, что диссертация полностью соответствует требованиям ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор – Рыбальченко Ольга Владиславовна заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Главный научный сотрудник ФГБУ науки  
Институт машиноведения им. А. А. Благонравова  
Российской академии наук,  
профессор, доктор технических наук



Столяров Владимир Владимирович

101990, г. Москва, Малый Харитоньевский переулок, д.4  
моб.: +7 915 294-69-41  
e-mail: [vlstol@mail.ru](mailto:vlstol@mail.ru)

Подпись Столярова В.В. заверяю



Начальник отдела кадров  
Петюков Э.Н.