

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертационной работы Варнак Ольги Васильевны «**Влияние структуры на склонность к деформационному старению и проявлению эффекта Баушингера в низкоуглеродистых сталях для трубопроводов**», представленный на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Тема диссертационной работы Варнак О.В. является весьма актуальной, поскольку в современных условиях проектирования, строительства и эксплуатации трубопроводов из электросварных и бесшовных труб вследствие ужесточения условий работы труб (подвижки грунтов, укладка с перегибом на дно морей, пульсации давления) требуется учитывать изменение механических свойств сталей из-за деформационного старения и проявления эффекта Баушингера. При этом для низкоуглеродистых высокопрочных сталей с ферритно-бейнитной структурой такие изменения свойств могут быть значительными и должны быть спрогнозированы.

Данная проблема решалась путем проведения масштабного исследования влияния деформации (с изменением ее величины в широких пределах – 1...10%) и последующего нагрева (250 °С, 1 час) на свойства при растяжении, вязкость (KCV), хладостойкость ( $T_{50}$ ) и трещиностойкость (CTOD) низкоуглеродистых сталей типа 06Г2ФБ с ферритно-перлитной и ферритно-бейнитной структурой. Характерные структуры стали получены путем обработки на лабораторном оборудовании. Помимо влияния собственно типа структуры стали на изменение свойств при указанных воздействиях, также определено влияние температур нагрева под прокатку, а также величины деформации при прокатке стали. Оценка влияния старения и эффекта Баушингера проведена с применением схемы обработки с промежуточным нагревом, что позволило выявить также зависимость упрочнения от направления предварительной циклической деформации.

Исследование выполнено на материале современных низколегированных сталей типа 06Г2ФБ и 07Г2МФБ, а кроме того, сталей 102ФЮ и 14ГБМ для бесшовных труб. Важным моментом работы является то, что автор провел исследования применительно к двум типам труб - электросварным и бесшовным.

Результаты работы имеют научную новизну и практическую значимость. Наиболее значимыми положениями научной новизны работы, по нашему мнению, являются:

- установление большей склонности к деформационному старению и проявлению эффекта Баушингера для низкоуглеродистых сталей с ферритно-бейнитной структурой по сравнению со сталями того же состава с ферритно-перлитной структурой;
- определение влияния объемной доли бейнита в структуре низкоуглеродистых сталей на склонность к деформационному старению и проявлению эффекта Баушингера;
- выявление влияния горячей пластической деформации аустенита при ВТМО на склонность к обратимой отпускной хрупкости сталей с ферритно-бейнитной структурой.

Практическая ценность работы, по нашему мнению, состоит в следующем: определении конкретных значений изменения свойств сталей с определенным типом структуры при деформационном старении, что позволяет оценивать свойства труб в состоянии после укладки и при эксплуатации; разработке методики механических испытаний для оценки склонности металла труб к деформационному старению в соответствии с



требованиями DNV-OS-F101; разработке состава стали для бесшовных труб группы прочности X65 для морских трубопроводов с укладкой труб с барабана.

Автореферат в целом хорошо оформлен и написан грамотным техническим языком. Основные положения исследований подкреплены графическим материалом. Иллюстрации микроструктур стали содержат результаты исследований по современной методике EBSD.

Положительным моментом работы Варнак О.В. является большое количество публикаций по теме диссертации – всего 16, из них 8 в изданиях, рекомендованных ВАК. Автор отзыва ознакомился с указанными публикациями и отмечает, что статьи написаны на высоком научном уровне и имеют большое практическое значение для трубной отрасли.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1) Было бы полезно для стали 06Г2ФБ (таблица 4) помимо исходного состояния и состояния после деформации с последующим нагревом, также представить данные по свойствам после малой деформации до нагрева, что позволило бы оценить характер изменения механических свойств труб большого диаметра (1-я группа сталей) при трубном переделе, а также после нанесения антикоррозионного покрытия (АКП).

2) При рассмотрении структур и свойств сталей, содержащих МА-составляющую, следовало бы представить фактические размеры выявленных островков и прослоек (помимо указания что они крупные). Было бы желательно показать состав таких островков МА-составляющей после деформации и нагрева, поскольку такое воздействие должно стимулировать превращение остаточного аустенита в мартенсит.

Указанные замечания не снижают значимости диссертационной работы, поскольку не затрагивают ее основных положений.

На основании изложенного считаю, что диссертационная работа «Влияние структуры на склонность к деформационному старению и проявлению эффекта Баушингера в низкоуглеродистых сталях для трубопроводов» является законченной научно-исследовательской работой, удовлетворяет требованиям п. 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней (Постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842), а ее автор – Варнак Ольга Васильевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Заместитель руководителя экспертно-технического центра  
ООО «Центр Экспертизы Трубопроводных  
Систем и Инжиниринга» (ООО «Центр ЭТСИ»),  
д.т.н. (специальность 05.16.01)

*Сергей Юрьевич Настич*  
06.05.2019

Подпись С.Ю. Настича заверяю,  
Начальник Отдела управления персоналом  
ООО «Центр ЭТСИ»

Г.Ю. Курдюева

Адрес: 127051, г. Москва, Цветной бульвар, д. 2, этаж 6, комн. 5, ООО «Центр ЭТСИ»  
e-mail: snastich@cepse.ru; раб. тел.: +7 (495) 988-77-46

