ОТЗЫВ

официального рецензента на диссертационную работу

Ахметовой Гульжайнат Есенжоловны

на тему: «Оптимизация фазового состава и структуры стали для производства нефтегазопроводных труб»,

представленную на соискание ученой степени доктора PhD по специальности 6D071000 - Материаловедение и технология новых материалов

1. Актуальность темы исследования и ее связь с общенаучными и общегосударственными программами

Диссертационная работа Ахметовой Г.Е. является составной частью актуальных исследований, проводимых на кафедре «Инженерной физики» КНИТУ им. К.И. Сатпаева в содружестве с кафедрой «Физики металлов и металловедение» МИСиС в области разработки единой методики контроля количественных и качественных показателей структуры металлических материалов, определяющей их физико-механические и эксплуатационные свойства. Актуальность диссертационной работы подтверждается также фактом ее выполнения в рамках научно-технических программ МОН РК ГФ12.17 по грантовому финансированию по теме «Разработка теоретических основ создания новых перспективных сплавов и функциональных материалов с заданным уровнем свойств на 2012-2014г.г.», а также по соглашению №14.578.21.0129 в рамках федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2015-2017г.г.». Решаемая в диссертации проблема имеет практическую ценность для регулирования и управления структурообразованием в трубной стали как ключевой составляющей, определяющей комплекс механических свойств готовой металлопродукции.

Значимость и востребованность таких исследований состоит в том, что в настоящее время отсутствует и не создана единая методика контроля всех параметров структуры, которые определяют конечные физико-механические свойства готовой продукции. Имеются разрозненные стандарты, которые описывают отдельные единичные параметры структуры сталей и сплавов. Для них характерна не только трудоемкость, но и субъективная составляющая, поэтому они не обеспечивают качество измерений, характеризуемые, как известно, точностью, достоверностью, воспроизводимостью и сопоставимостью результатов измерений. Поэтому диссертационная работа докторанта Ахметовой Г.Е., посвященная исследованию и разработке единой методики контроля структуры сталей, направленной на определение ее количественных и качественных характеристик, несомненно, актуальна, представляет практический и теоретический интерес.

2. Научные результаты и их обоснованность

Автором диссертации получен целый ряд интересных результатов с использованием современных металлографических методов исследования.

1. Для определения оптимального фазового состава и структуры, соответствующих требуемому уровню качества и механических свойств

трубной стали, идущей для производства нефтегазопроводных труб, в работе впервые разработана и внедрена эффективная методика количественной оценки структуры сталей с помощью компьютерных технологий. Показана универсальность методики количественной оценки структур в решении таких материаловедческих задач, как: контроль качества трубной стали по ее основным фазовым и структурным составляющим, оценки загрязненности стали неметаллическими включениями; определение строчечности структуры и степени ее анизотропности .

Разработан алгоритм количественного анализа структур трубной стали, предложена методика подготовки и обработки изображений с программным обеспечением, что позволяет получать количественные характеристики структур трубных сталей и возможность объективно сравнивать их между собой и находить критические значения параметров, определяющих те или иные свойства труб нефтегазового сортамента.

2. В целях улучшения качества бесшовных насосно-компрессорных и обсадных труб и их соединений, устранения склонности к хрупкому разрушению рекомендуется обеспечение заданного структурного состояния. Так, на стандартных марках сталей 30, 32Г2С, 38ХНМ, идущих для производства вышеуказанных труб установлено, что для получения лучшего комплекса механических свойств нормализованной трубной стали содержание углерода должно быть не менее 0,40 %, поскольку такое содержание углерода в стали обеспечивает получение большего количества упрочняющей структурной составляющей стали - перлита. Рекомендуется, чтобы объемная доля перлита в структуре стали составляла не менее 0,75, а степень вытянутости зерен не более 1,5. Практическая значимость такого нового подхода к разработке трубных сталей состоит в том, что переход от традиционного эмпирического подбора состава стали и технологий ее производства к конструированию оптимальной структуры трубных сталей обеспечивает требуемые механические и эксплуатационные свойства.

3. Докторантом убедительно показано, что альтернативным способом поверхностного упрочнения труб за счет изменения структуры стали является поверхностная обработка с использованием высококонцентрированным источником энергии-электролитно-плазменной обработки. Установлено, что путем регулирования температурно-скоростных режимов обработки и изменения электролита можно управлять структурно-фазовым состоянием поверхности стали, создавая при этом оптимальную структуру и механические свойства обрабатываемой стали.

3. Степень обоснованности и достоверности каждого научного результата (научного положения), сформулированных в диссертации

Обоснованность научных положений и выводов, рекомендуемых в диссертационной работе, подтверждаются корректностью поставленных задач, грамотным использованием теоретических положений, применением хорошо рекомендованных себя компьютерных программ, позволяющих автоматизировано выполнять вычислительные и графические операции по обработке массивов данных и изображений. Степень обоснованности выводов

сформулированных в диссертации определяется качественным и количественным согласованием результатов теоретических исследований с экспериментальными данными, полученных как самим автором, так и другими исследователями. Сильной стороной диссертационной работы является большая экспериментальная часть, где выполнен металлографический анализ структур с использованием традиционных и современных методов исследования, таких как оптическая микроскопия, сканирующая и просвечивающая электронная, микроскопии, измерение микротвердости фазовых и структурных составляющих, определение механических свойств исследуемых трубных сталей до и после традиционных термических обработок, а также электролитно-плазменной обработки. По результатам исследования разработаны новые компьютерные программы цифровой регистрации и описания изображений структур, универсальный метод количественной оценки структурных составляющих стали, новые компьютерные программы для оптимизации и управления фазовым составом и структурой, а также качества трубных марок сталей 35Г2, 40Г, 30, 32Г2С, 38ХНМ.

Заключения и выводы, сформулированные в работе, достаточно обоснованы и достоверны, логически вытекают из обширных экспериментальных исследований и подтверждаются ссылками на собственные публикаций и литературные источники других авторов.

4. Степень новизны каждого научного результата (положения), выводов соискателя, сформулированных в диссертации

В диссертации приведен алгоритм цифровой обработки изображений, который применительно к структурам трубных сталей ранее не применялся. Разработаны, опробованы и внедрены программный продукт и алгоритм работы, позволяющие автоматизировано определять количественные параметры структур и ее составляющих, получать контрастное изображение структур с помощью компьютера.

Разработанные программный продукт и методика количественной оценки структур сталей с помощью компьютеризованных процедур решают целый ряд металлографических задач, которые раньше по отдельности решались посредством государственных стандартов. Показана универсальность методики количественной оценки структур сталей в решении таких металловедческих задач, как контроль качества по основным фазовым и структурным составляющим трубной стали, оценки загрязненности неметаллическими включениями, определение показателя анизотропии и строчечности структуры труб. Предложенная в диссертационной работе единая методика определения структуры сталей с помощью автоматизированных компьютеризированных процедур является новой, доступной и недорогой, отличается универсальностью и позволяет заменить стандартные металлографические методы, отличающиеся, как было отмечено, трудоемкостью и субъективностью.

Методика определения оптимального фазового состава и структуры сталей для производства труб является логическим продолжением и углубленным подтверждением известной теории Холла-Петча.

Впервые примененная для упрочнения электролитно-плазменная обработка марганцовистой трубной марки стали 40Г, многократно увеличивая дисперсность структуры, обеспечивает тем самым требуемый уровень механических свойств поверхностного слоя материала.

Этот эффективный метод упрочнения поверхностного слоя материалов открывает перспективу замены применяемых в настоящее время диффузионных процессов насыщения поверхности деталей (цементации, азотирования и др.), упрочняющих методов термической обработки, электролитно-плазменной обработкой.

5. Оценка внутреннего единства полученных результатов

Результаты диссертационной работы обладают внутренним единством. Все разделы направлены на решение проблемы повышения качества труб, а именно, разработке методики оптимизации фазового состава и структуры стали для производства нефтегазопроводных труб.

6. Практическая и теоретическая значимость научных результатов

Разработанные и применяемые в работе компьютерные технологии универсальны, используются для качественной и количественной обработки изображений структур трубных сталей в целях оптимизации фазового состава и структуры, и тем самым улучшения качества нефтегазовых труб. Также впервые исследовано влияние электролитно-плазменной обработки на структуру и свойства трубной стали.

Результаты работы направлены на решение актуальных практических задач в технологии производства труб нефтегазового сортамента. Внедрение количественной оценки структур трубных сталей в производство позволит выявлять оптимальные или критические параметры структуры и качества металла труб и на этой основе принимать решения по регулированию технологии производства без кардинальных мер.

Результаты проведенных научных исследований и разработок используются в лекционных курсах специальности «Материаловедение и технология новых материалов». Разработанной методикой пользуются студенты, магистранты и докторанты при выполнении дипломных и магистерских проектов, докторских диссертаций.

Следует отметить, что представленные в диссертации результаты экспериментальных исследований являются иллюстрацией центрального принципа прикладного материаловедения о существовании глубокой связи между структурой и физико-механическими, технологическими, служебными свойствами материалов, заключающейся в том, что свойства материалов, определяется их внутренней структурой (прежде всего, микро и мезо структурой).

7. Подтверждение достаточной полноты публикаций основных положений, результатов, выводов и заключения диссертации.

Результаты исследований Ахметовой Г.Е. опубликованы в 10 работах, включая 2 статьи в международных рейтинговых изданиях, входящих в БД SCOPUS, с ненулевым импакт-фактором - News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan - Series of geology and technical sciences и Steel in Translation (United Kingdom); 4 статьи в журналах, рекомендованных ККСОН РК; 4 публикации – в материалах международных конференций, в том числе 3 в материалах зарубежных конференций.

Основные положения и результаты исследований доложены и обсуждены на: I Международной научно-практической конференции «Технология машиностроения и материаловедение» (Россия, Новокузнецк, 2017); Международной научно-практической конференции «Интеграция науки, образования и производства – основа реализации Плана нации» (Сагиновские чтения №9) КарГТУ (Казахстан, Караганда, 2017); XI Международной научно-практической конференции «INTERNATIONAL INNOVATION RESEARCH» МЦНС (Россия, Пенза); IX-й Евразийской научно-практической конференции «Прочность неоднородных структур» ПРОСТ 2018 НИТУ «МИСиС» (Россия, Москва, 2018), доклад по теме диссертации удостоен Диплома и золотой медали.

Полнота публикаций основных положений соответствует формальным требованиям, предъявляемым к диссертациям PhD.

8. Соответствие аннотации содержанию диссертации

Аннотация диссертационной работы полностью соответствует содержанию диссертации и отражает все необходимые аспекты научной работы.

9. Замечания, предложения по диссертации

1. При идентификации структурных и фазовых составляющих исследуемых сталей наряду с их морфологией было бы полезно учитывать и данные термокинетических диаграмм распада переохлажденного аустенита, где у большинства легированных сталях (типа 38ХНМ) области перлитного и бейнитного превращения разделены температурным интервалом. Это существенно облегчило бы идентификацию фаз и структурных составляющих исследуемых сталей. Прямые доказательства областей образования верхнего и нижнего бейнита углеродистых и легированных сталей в литературе имеются.

2. При исследовании полосчатости структур трубной стали автор пишет о формировании мартенсит-бейнитной, бейнит-перлитной, феррит-перлитной структурной полосчатости. Нельзя требовать от диссертанта проведения подробных исследований всех видов структурной полосчатости, объем выполненной экспериментальной работы достаточно большой, но можно предъявить замечание в отношении обсуждения. Какие факторы и как они влияют на формирование этих специфических видов структурной полосчатости не обсуждается и не объясняется.

3. В пункте 4.2 главы 4 на рисунке 57 не ясно, какая именно структурная составляющая (феррит или перлит) представляет интерес для расчета. В этой же главе следует уточнить какие (черные или белые) объекты бинаризованного

изображения подвергаются количественной обработке в программе. Непонятно, также как «в результате электролитно-плазменной обработки характерные зерна феррита и перлита переходят в структуру бейнита».

4. В главе 5 диссертации не указана глубина закаленного (упрочненного) слоя образца трубной стали 40Г, полученная в результате электролитно-плазменной обработки и возможность внедрения прототипа установки для электролитно-плазменной обработки в производство.

В целом, эти замечания и предложения носят уточняющий пояснительный характер, не умаляют научную и практическую значимость диссертационной работы, достоинства которой очевидны. Диссертация имеет большой прикладной потенциал, выполнена на высоком научно-методическом уровне.

10. Соответствие содержания диссертации в рамках требований Правил присуждения ученых степеней

Диссертационная работа «Оптимизация фазового состава и структуры стали для производства нефтегазопроводных труб» по своей актуальности, научной новизне, важности для теории и практики, объему экспериментальных исследований полностью соответствует предъявляемым требованиям раздела 2 «Правил присуждения ученых степеней» к содержанию и оформлению диссертации PhD, а ее автор - Ахметова Гульжайнат Есенжоловна заслуживает присуждения ученой степени доктора PhD по специальности 6D071000 - Материаловедение и технология новых материалов.

Официальный рецензент
доктор технических наук, профессор
Казахского агротехнического университета
им. С. Сейфуллина _____ **А.Т. Канаев**