

## ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

на диссертационную работу Кожевниковой Елены Васильевны  
«Изучение трансформации структурно-фазового состава толстолистового проката из  
низколегированных сталей для обеспечения потребительских свойств»,  
представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук  
по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка  
металлов и сплавов

На сегодняшний день в России активно осваиваются нефтегазовые месторождения, ведется строительство новых и расширение действующих магистралей. В связи с этим появилась необходимость повышения производительности трубопроводов, т.е. применение труб больших диаметров с уменьшением толщины стенки в условиях более высокого давления в трубопроводе при более низкой стоимости материала. Такие требования приводят к созданию новых сталей с более высокой прочностью, повышенной ударной вязкостью и улучшенной свариваемостью, что, в свою очередь, повышает надежность трубопроводов при эксплуатации в различных условиях. По оценкам специалистов перспективная потребность основных российских потребителей труб большого диаметра (Газпрома, Роснефти, Транснефти) составляет ежегодно 1,4 – 1,6 млн. тонн труб диаметром 520 – 1420 мм. Основными сталями для производства магистральных трубопроводов большого диаметра являются низколегированные стали категорий прочности К60 и К65. Таким образом, теория и практика производства металла для труб большого диаметра является одной из наиболее сложных проблем современной металлургии и материаловедения массовых высококачественных сталей и является одним из приоритетных направлений развития современной металлургической науки и технологии. Поэтому дальнейшие исследования структурно-фазового состава для совершенствования качества низколегированных сталей для труб большого диаметра является актуальной задачей научного исследования.

Для решения теоретических задач диссертационного исследования соискатель использует современные методы анализа структуры, дополняющие друг друга, позволяющие получить достоверную информацию, необходимую для разработки методов определения качества непрерывнолитого сляба и толстолистового проката. Основным направлением работы является исследование структуры и фазового состава сталей категорий прочности К60 и К65, предназначенных для труб большого диаметра. Изучение изменения структурно-фазовых характеристик проводилось на всех этапах производства сталей от непрерывнолитого сляба до готового толстолистового проката с акцентом на некоторые

технологические особенности непрерывной разливки, такие как технология мягкого обжата. Установлено, что во всех зонах непрерывнолитого сляба формируется одинаковая по фазовому составу структура, представленная полигональным ферритом, выделившимся по границам исходных аустенитных зерен, с внутренними игольчатыми структурами различной морфологии, и отличающаяся формой и размером исходных аустенитных зерен. Идентификация структурных составляющих проведена с использованием классификации, принятой в отечественной литературе. Особое внимание уделено структуре осевой зоны слябов, в частности осевой химической неоднородности. Обнаружено повышенное количество карбидов и карбонитридов, определен их количественный и фазовый состав, показано их зарождение на сульфидах. По результатам промышленного эксперимента подтверждено положительное влияние технологии мягкого обжата на снижение осевой ликвации сляба и структурной неоднородности толстолистого проката. Анализ осевой химической неоднородности большого количества макротемплетов, проведенный в НИОКР по договору № 229991 с ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат» (ПАО «ММК»), позволил разработать методику количественного оцифрованного определения величины осевой химической неоднородности, согласованную в соответствующих отделах предприятия и принятую к работе в ПАО "ММК". Разработанная методика исключает субъективный характер балльной оценки осевой химической неоднородности. В работе уделено большое внимание изучению структурно-фазового состояния толстолистого проката, структурной неоднородности, возникающей в толстом листе. Исследована трансформация структуры от непрерывнолитого сляба в структуру готового проката, показано наследование включений карбидов осевой зоны сляба прокатом и их количественные изменения в результате нагрева и прокатки слябов. Обнаружено, что микротвердость объемов со структурой низкоуглеродистого бейнита в стали категории прочности К65 меньше, чем в структуре с полигональным ферритом, включающей, собственно, мелкозернистый феррит, границы зерен с пограничным выделением карбидов. В стали категории прочности К60 предложен механизм образования мартенситно-ферритной полосчатости в осевой зоне и перлитно-ферритной полосчатости по сечению проката. По результатам исследования разработана методика определения качества проката по пятибалльной шкале структурной неоднородности, которая принята к рассмотрению в ПАО «ММК». В работе проведена исследована термической обработки трубных сталей категорий прочности К60 и К65. Определены рациональные температуры нагрева под закалку и отпуска, обеспечивающие твердость, сопоставимую с твердостью сталей после прокатки, но более равновесную структуру, а также определена величина прокаливаемости этих сталей. Показано, что в результате низкой прокаливаемости закалка с отпуском выше 450 °С для

зано, что в результате низкой прокаливаемости закалка с отпуском выше 500 °С для проката из низколегированных сталей К60 и К65 толщиной более 20 мм не целесообразны.

По теме диссертационной работы опубликовано 22 научных работы, в том числе 7 статей опубликованы в журналах, включенных в Перечень ведущих российских рецензируемых научных журналов и изданий ВАК РФ, 3 статьи проиндексированы в наукометрической базе Scopus.

В период работы над диссертацией Е.В. Кожевникова проявила себя грамотным инициативным специалистом, самостоятельно ставила и проводила промышленные эксперименты и решала поставленные задачи, использовала различные новейшие методы исследования в области металловедения. В ходе выполнения диссертационных исследований ею проведен всесторонний анализ большого массива промышленных образцов, отобранных от непрерывнолитых слябов и от прокатанных из них же листов, что позволило лучше понять трансформацию структурно-фазового состава.

На основании вышеизложенного следует считать, что диссертационная работа «Изучение трансформации структурно-фазового состава толстолистового проката из низколегированных сталей для обеспечения потребительских свойств» является законченной научно-квалификационной работой, имеющей важное значение для народного хозяйства, которое состоит в анализе и идентификации структурно-фазового состава и уровня химической и структурной неоднородностей непрерывнолитого сляба и толстолистового проката из низколегированных сталей категорий прочности К60 и К65 в зависимости от технологии производства и разработке методик контроля их качества. Полученные результаты достоверны и обоснованы, работа актуальна, обладает научной новизной и практической значимостью, соответствует требованиям п. 2, 3, 4 «Положения о присуждении ученых степеней», а ее автор Кожевникова Елена Васильевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Научный руководитель

доктор технических наук, профессор

профессор кафедры литейных процессов и материаловедения

ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный

технический университет им. Г.И. Носова»

Завалицин Александр Николаевич

Шифр научной специальности 05.16.01 – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов 455000 Челябинская обл. г. Магнитогорск, пр. Ленина - 38  
ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
Тел. +7 - (3519) – 298567, e-mail: zavall35@mail.ru



**ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ**  
Завалицин Александр Николаевич  
Д.Г. Семенова