

ОТЗЫВ

НИЦ «Курчатовский институт»- ЦНИИ КМ «Прометей»		
доу	Вх. № <u>1709</u>	в ДЕЛО
	« <u>06</u> <u>06</u> 20 <u>18</u> »	№ _____
	Осн. <u>6</u> л.	подп. _____
	Подп. _____ л.	

официального оппонента на диссертационную работу

Вихаревой Татьяны Викторовны

на тему «Управление структурой и свойствами маломагнитной стали при термической и термомеханической обработке на основе исследования кинетики выделения вторичных фаз и процессов рекристаллизации», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

Возрастающие потребности современных отраслей промышленности в материалах, обладающих уникальной комбинацией свойств, таких как высокая прочность, пластичность, коррозионная стойкость, низкая магнитная проницаемость, обуславливают создание и применение новых сталей. Повышение требований к материалам способствуют разработке прецизионных технологий их изготовления, позволяющих гарантировать стабильное получение механических и эксплуатационных свойств. В связи с этим представляется целесообразным уделить внимание вопросам формирования и наследования структуры на всех этапах производства: от кристаллизации до окончательной термической обработки. Таким образом, исследования, проведенные Вихаревой Т.В. и посвященные выявлению особенностей формирования структуры и свойств в процессе горячей прокатки и термической обработки в зависимости от изменений фазового состава и термомодеформационных условий, особенно **актуальны**.

Научная новизна определяется следующими результатами диссертационной работы. Использование современных методов проведения комплексных исследований позволили определить и подтвердить, что формирование аустенитной структуры исследуемой стали при

кристаллизации происходит по перитектической реакции через δ -феррит. Установлены граничные термодетформационные условия реализации основных процессов структурообразования при ВТМО, учитывающие влияние фазового состава на формирование конечной структуры исследуемой высокопрочной азотсодержащей стали.

Практическая значимость диссертационной работы Вихаревой Т.В. заключается в обеспечении стабильного получения механических свойств листового проката толщиной менее 20 мм в широком диапазоне значений, разработкой и внедрением технологических режимов по изготовлению опытной партии листового проката высокопрочной коррозионно-стойкой азотсодержащей аустенитной стали.

Достоверность и обоснованность полученных результатов, сформулированных выводов и рекомендаций основана на использовании взаимодополняющих современных методов исследования с применением современного оборудования, включающих в себя возможность моделирования технологических режимов горячей деформации на установке Gleeble 3800 и их апробации на опытном стане. Комплексный анализ структуры стали с помощью оптической, просвечивающей и растровой электронной микроскопии с использованием метода дифракции обратно-отраженных электронов (EBSD) позволил детально изучить механизмы структурообразования при горячей деформации и термической обработке.

Объем и структура диссертационной работы соответствуют установленным требованиям. Диссертация изложена на 221 страницах компьютерного текста и включает введение, пять глав, основные выводы, список литературы, состоящий из 134 источников. Работа содержит 126 рисунков, 34 таблицы и одно приложение.

Введение отражает актуальность темы диссертационной работы, содержит сформулированные цели и задачи исследований, научную новизну

и практическую ценность, сведения о личном вкладе соискателя и апробации работы.

В первой главе представлены результаты анализа научно-технических источников, посвященных вопросам формирования фаз в коррозионно-стойких аустенитных сталях, в том числе азотсодержащих, в процессе кристаллизации и затвердевания. Уделено особое внимание влиянию технологических параметров горячей деформации на механизмы формирования структуры. Сформулирована цель диссертационной работы и определены основные задачи для ее решения.

Во второй главе содержится информация об объекте исследования, методах его исследований и испытаний с применением современного оборудования, позволяющая получить наиболее полные сведения о механизмах формирования структуры и свойств изучаемой стали.

В третьей главе приведены результаты термодинамического моделирования эволюции структуры исследуемой стали при кристаллизации и затвердевании. Полученные данные подтверждены исследованиями структуры стали в литом состоянии, охлажденной с разными скоростями. *Несомненным достоинством* работы является глубокое изучение процессов рекристаллизации при горячей деформации. Определены термодиформационные условия реализации основных процессов структурообразования в исследуемой стали, а именно - динамической, метадинамической и статической рекристаллизации в зависимости от изменения температуры и скорости деформации. Приведены результаты влияния второй фазы на формирование структуры стали в процессе горячей деформации. Уделено внимание влиянию частиц вторичных фаз на процессы структурообразования и определены температурно-временные параметры распада твердого раствора. Полученные знания позволили определить граничные термодиформационные условия для реализации процессов

структурообразования, позволяющие получать однородную мелкозернистую структуру по сечению образца.

В четвертой главе приведены результаты имитационного моделирования многопроходной горячей деформации на формирование структуры исследуемой стали на малых образцах. На основании полученных знаний о закономерностях формирования структуры в ходе горячей деформации, а также учитывая уже имеющийся опыт изготовления листового проката толщиной менее 20 мм, разработаны и опробованы режимы ВТМО на опытном стане, установлена взаимосвязь между получаемой структурой и свойствами стали. Также рассмотрены вопросы влияния термической обработки на структуру и свойства листового проката в зависимости от степени предварительной деформации, фазового состава исследуемой стали. Установлены условия начала и развития статической рекристаллизации при термической обработке.

В пятой главе с учетом результатов имитационного моделирования разработаны и внедрены технологические режимы горячей прокатки изготовления листов толщиной менее 20 мм, позволяющие управляемо получать однородную мелкозернистую структуру, обеспечивающую стабильное получение механических свойств. Приведены технологические режимы термической обработки.

В совокупности разработанные технологические режимы ВТМО и термической обработки позволяют изготавливать листовой прокат толщиной менее 20 мм, обеспечивая в таком сечении получение стабильных свойств в широком диапазоне значений. Приведены результаты испытаний эксплуатационных свойств, на основании которых установлено, что сталь, имеющая изотропную структуру, обладает высокой коррозионной стойкостью к различным видам коррозии, сохраняет высокие значения ударной вязкости вплоть до температуры -80°C , проявляет высокую сопротивляемость усталостным нагрузкам на воздухе и в коррозионной

среде. Полученные результаты позволяют расширить область применения азотсодержащей стали.

В приложении приведен акт внедрения результатов диссертационной работы.

Структура диссертации соответствует требованиям ВАК. В автореферате отражены основные положения диссертационной работы, они полностью соответствуют ее содержанию. Основные результаты работы опубликованы и представлены к обсуждению на научных конференциях (11 печатных публикаций, из них 4 статьи в журналах, рекомендованных перечнем ВАК).

При общей положительной оценке диссертационной работы может быть сделан **ряд замечаний**.

1. В работе проведены исследования выделения частиц вторичных фаз в зависимости от температуры нагрева, скорости и степени горячей деформации, однако, практически не приведены количественные оценки содержания нитридов и карбонитридов.

2. В рассматриваемой работе крайне мало информации о влиянии разрабатываемой технологии обработки на формирование в сталях σ -фазы, а также об образовании интерметаллидных соединений.

3. В диссертации не отражены вопросы свариваемости стали с точки зрения влияния структуры и фазового состава проката на формирование структуры сварного соединения, изменения остаточных сварочных напряжений. Поскольку эта сталь предназначена для изготовления сварных конструкций, подобные сведения необходимы для ее промышленного внедрения.

4. В работе недостаточно полно рассмотрены вопросы изменения коррозионной стойкости азотсодержащей стали в зависимости от формирующейся структуры листового проката.

Приведенные замечания не снижают общего положительного мнения о проведенных исследованиях.

Диссертационная работа Вихаревой Т.В. представляет собой законченную научно-исследовательскую работу. По актуальности, научной новизне, практической и теоретической значимости, объему и оформлению работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа соответствует паспорту специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов». Автор диссертационной работы Вихарева Татьяна Викторовна заслуживает присуждения ей степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов».

Доктор технических наук, доцент,
доцент кафедры инженерного проектирования
систем жизнеобеспечения
Федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
Санкт-Петербургского национального исследовательского
университета информационных технологий,
механики и оптики

Подпись Вологжаниной Светланы Антониновны
удостоверяю.

Директор мегафакультета БТИИС
Доктор технических наук, профессор

 С.А. Вологжанина



 И.В. Баранов