



ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

**ЦЕНТР ТЕХНОЛОГИИ
СУДОСТРОЕНИЯ И СУДОРЕМОНТА**

Промышленная ул., д. 7, Санкт-Петербург, 198095, тел.: (812)786-1910 факс: (812)786-0459 E-mail: inbox@sstc.spb.ru
ОКПО 07502259 ОГРН 1097847011371 ИНН 7805482938 КПП 997850001

№ _____
На № _____ от _____

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора
по научно-производственной
деятельности, канд. техн. наук



Л.Г. Горбов

2014 г.

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации

Коротовской Светланы Владимировны

на тему «Разработка технологии термомеханической обработки, обеспечивающей унификацию судостроительных и трубных сталей по химическому составу за счет формирования ультрамелкозернистой и субмикроструктурной структуры», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.01 - «Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов»

За последние десятилетия можно отметить значительное продвижение в разработке и освоении месторождений углеводородов на шельфе северных морей России, кроме того, увеличивается использование Северного морского пути для перевозки грузов, в частности сжиженного природного газа (СПГ), например, на Ямале строится порт Сабетта для осуществления перевозок СПГ. В связи с этим предполагается увеличение объемов строительства в России танкеров и газозовов ледового класса, средств разведки и добычи углеводородов (морских буровых платформ и газопроводов) для работы в районах с очень низкими климатическими температурами. Указанное увеличивает потребность в крупногабаритном толстолистовом металлопрокате из хладостойких высокопрочных сталей улучшенной свариваемости. Здесь следует учесть, что судостроение потребляет в несколько раз меньше металла, чем его идет на трубное производство (штрипс), особенно в связи со строительством магистральных трубопроводов. Поэтому исследование, выполненное автором, а именно, создание высокопрочных хладостойких сталей, унифицированных для различного применения, а также разработка технологических процессов производства листового проката из этих сталей является актуальным.

Одним из основных требований к рассматриваемым в работе хладостойким сталям является низкая цена, что вынуждает вместо легирования исследовать возможность измельчения зерна и влияния на структуру металла методами термомеханической обработки непосредственно в процессе прокатки. Здесь, действительно, может быть получен

Вх. № <u>3587</u>	Исполнено
<u>24</u> <u>11</u> <u>20</u> <u>14</u> г.	В ДЕЛО
Основн. <u>4</u> л.	№ _____
Прил. _____ л.	подп. _____

значительный технический эффект, поскольку, как известно из основ теорииковки, чередование значительной пластической деформации (обжима) и промежуточного охлаждения позволяет добиться измельчения зерна, повышения показателей пластичности и ударной вязкости стали, при этом степень деформации вначале, при максимальной температуре нагрева, максимальная, а при последующих обжатиях постепенно уменьшается; последняя деформация должна выполняться при самой низкой температуре, ниже температуры A_{r3} – для низколегированных сталей температура концаковки около 750°C. Вполне закономерно, что те же принципы пластической обработки низколегированной низкоуглеродистой стали автор работы решил применить и при прокатке толстолистового металла. Таким образом, предмет и направление исследований выбраны автором верно.

Целью работы явилось определение условий формирования ультрамелкозернистой и субмикроструктурной структуры и разработка технологических режимов термомеханической обработки судостроительных сталей с пределом текучести 420-460 МПа, унифицированных по химическому составу с трубными сталями категории прочности K65.

Методом исследования явилось проведение имитационных и натурных экспериментов без разработки какой-либо математической модели, что при данном исследовании можно считать оправданным.

Достоверность научных результатов обеспечена выполнением имитационного моделирования режимов термомеханической обработки на пластомере Gleeble 3800, а также подтверждена положительными результатами исследований и сертификационных испытаний свойств металла опытных партий листового проката из новой стали на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат», выполненных в объеме программы Российского морского Регистра судоходства.

Научная новизна заключается в результатах исследований фазовых и структурных превращений низколегированных низкоуглеродистых сталей с ферритно-бейнитной структурой (влияние термомеханических параметров прокатки на фазовые превращения и их кинетику в низколегированных низкоуглеродистых сталях, количественный анализ конечной структуры в зависимости от режимов горячей и теплой пластической деформации), а также установлении граничных условий достижения ультрамелкозернистой структуры (размер структурного элемента 2-4 мкм) с достижением требуемых характеристик высокопрочной хладостойкой стали только путем строгой регламентации степени деформации при прокатке листового металлопроката, количества и продолжительности междеформационных пауз при температуре ниже температуры рекристаллизации на 150-200 °C при сниженном содержании легирующих элементов.

Практическими результатами работы явились разработанный унифицированный химический состав для высокопрочных хладостойких сталей различного назначения с пределом текучести 420-460 МПа с учетом формирования структуры ультрамелкозернистого и субмикроструктурного размера, а также технологические режимы термомеханической обработки стали, обеспечивающие формирование ультрамелкозернистой структуры при изготовлении указанных судостроительных сталей.

Замечания по автореферату:

1 Разработанная сталь марки РСЕ460W относится к хладостойким сталям высокой прочности. Аналогами являются применяемые стали марок: Е460W по ГОСТ Р 52927-2008 и Е450СВ по ТУ5.961-11679-2005, ТУ5.961-11845-2004 поставки ОАО «СеверСталь». На стр. 6 автореферата, в п. 2 раздела «Практическая значимость» автореферата, указано, что разработаны и утверждены технические условия, распространяющиеся на технологический

процесс изготовления горячекатанного листового проката толщиной от 8 до 50 мм из новой разработанной автором стали высокой прочности для судостроения, однако не указан номер ТУ, по которым будет поставляться новая сталь и чем новая сталь будет отличаться от применяемых, кроме сниженного содержания никеля. На основании таблицы 3 на стр. 18 автореферата можно предположить, что требования к свойствам новой стали для судостроения соответствуют требованиям ГОСТ Р 52927-2008.

2 В автореферате не указано, предполагается ли замена применяемых марок стали на новую или новая сталь будет выпускаться в дополнение к имеющимся. Также, не указано планируется ли выпуск новой стали другими предприятиями, кроме ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат». В частности, в автореферате указано, что формирование квазиоднородной развитой субзеренной структуры по толщине проката листовой стали возможно вплоть до толщины листа 50 мм (см. стр. 15 автореферата), однако, согласно таблицы 1 ГОСТ Р 52927-2008 (см. стр. 5), прокат высокопрочной хладостойкой стали марок D460W, E460W, F460W с пределом текучести 460 МПа поставляется в диапазоне толщин от 7,5 до 70 мм. Таким образом, разработанная новая сталь не сможет полностью заменить уже выпускаемые марки стали.

3 При исследовании влияния легирования и микролегирования на фазовые превращения и структуру стали не указан критерий отбора исследованных плавов, см. таблицу 1 на стр. 8 автореферата, нет обоснованного научного подхода: доля химических элементов от одной плавки к другой изменяется случайным образом. По видимому, были исследованы уже имеющиеся случайные плавки.

4 Не обосновано, что понижение температуры начала превращения, вызвано увеличением содержания марганца. На основании приведенного на рисунке 1 графика (стр. 9 автореферата) и химического состава плавов (см. таблицу 1 на стр. 8 автореферата) то же можно утверждать относительно молибдена: увеличение его содержания с 0,002-0,003 % по массе до 0,196-0,21 % могло привести к понижению температуры начала превращения, см. плавки № 3, 4, 5. В результирующей таблице 2 на стр. 16 автореферата содержание молибдена в новой стали вообще не указано. Тем более, что диапазон содержания марганца предложенной и существующей стали перекрываются (1,55-1,75 % против 1,15-1,60 %): минимальное содержание марганца разработанного унифицированного химического состава (1,55 %, см. таблицу 2 на стр. 16 автореферата), меньше максимального содержания марганца применяемой судостроительной стали (1,60 %).

5 Не приведено исследование влияния измельчающих зерно химических элементов (ниобий, ванадий, алюминий, титан) на свойства стали и не сделан вывод относительно возможности снижения их содержания за счет получения ультрамелкозернистой и субмикрокристаллической структуры: в разработанной стали по сравнению с применяемой суммарное содержание ниобия и ванадия практически не изменилось (см. таблицу 2 на стр. 16 автореферата).

6 В автореферате не приведен экономический эффект от внедрения новой стали. По видимому, он будет получен за счет уменьшения в стали содержания дорогостоящих легирующих элементов (количество никеля снижается в 2,5-3 раза) при усложнении технологии прокатки стали. Здесь автору следовало бы рассмотреть размер денежной экономии: если она в сравнении со стоимостью стали невелика, то следовало бы сосредоточиться на качестве стали и рассмотреть риски влияния пониженного уровня культуры производства на качество стали при усложнении технологии прокатки листов.

7 Не обоснованы и не указаны количественные показатели снижения ресурсо- и энергозатрат, см. стр. 6 автореферата.

8 В автореферате не приведены данные об исследованиях работоспособности металлоконструкций из новой стали, если таковые были изготовлены (прочность, усталостная прочность, ползучесть, трещиностойкость и пр.). Как минимум, следовало бы изготовить сварные узлы металлоконструкций и испытать сварной шов на разрыв и загиб, особенно зону термического влияния, а также выполнить испытания на малоцикловую усталостную прочность сварных соединений.

9 В автореферате не рассмотрены вопросы влияния горячей и холодной гибки на свойства новой стали, не приведены результаты испытания на изгиб широких образцов на угол 120° на оправке диаметром, равным двум толщинам, без образования надрывов и трещин (см. п. 7.3.1.4 стр. 18 ГОСТ Р 52927-2008), не указаны режимы термообработки стали, выполняемой после гибки и сварки. Указанное не позволяет включить новую сталь в состав ОСТ5Р.95079-2010 и, соответственно, применять ее при изготовлении деталей корпусных металлоконструкций.

10 По оформлению автореферата имеются следующие замечания:

– пп. 3, 4 раздела «Практическая значимость» автореферата относительно внедрения технологии и освоения производства листового проката следовало перенести в раздел «Внедрение результатов в рамках выполненной работы»;

– последний пункт раздела «Внедрение результатов в рамках выполненной работы» автореферата относительно сертификации разработанной судостроительной стали с пределом текучести 420-460 МПа по программе Российского морского Регистра судоходства следовало перенести в раздел «Апробация работы»;

– по оси ординат графиков на рис. 7 (стр. 14 автореферата) доля структурных элементов указана в процентах, а по градуировке – в долях от единицы;

– в тексте на стр. 13 автореферата и на рис. 6 рассматривается дробность деформации 2х25%, однако на рисунке 7 указана деформация 25 %.

Приведенные замечания носят частный характер и не снижают научной новизны и практической ценности работы, выполненной Коротовской Светланой Владимировной.

Работа является законченной и выполнена автором самостоятельно на достаточно высоком научном уровне. Проведенные исследования можно характеризовать как научно обоснованные теоретические разработки, обеспечивающие решение важных прикладных задач.

Работа по совокупности признаков соответствует всем требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Директор НТФ «Судотехнология», канд. техн. наук

В.М. Левшаков

Главный научный сотрудник, д-р техн. наук

О.С. Кушлин

Ведущий научный сотрудник, канд. техн. наук

В.Ю. Шуньгин

Подписи В.М. Левшакова, О.С. Кушлина и В.Ю. Шуньгина заверяю:



Начальник отдела кадров

Б.Г. Розанов