

ЦНИИ КМ «Прометей»	
Вх. № 1794/17	в ДЕЛО
«29» 05 2024 г.	№ _____
Осн. 4	Д. _____
Д. _____	подп. _____

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации на соискание ученой степени **доктора технических наук Сыч Ольги Васильевны**, выполненной на тему: **«Научно-технологические основы формирования структуры и свойств хладостойких сталей для Арктики»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. – **Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов**

Диссертационная работа Сыч О.В. относится к одному из приоритетных направлений развития науки и технологий Российской Федерации, связанных с созданием новых материалов, реализуемых в конкретном секторе экономики. Эта работа, цель которой заключается в создании хладостойких судостроительных свариваемых сталей широкого спектра прочности для работы в условиях Арктики и технологий их производства, является чрезвычайно актуальной и своевременной.

В работе, состоящей из 8 глав, на основе анализа опыта развития хладостойких сталей определены требования, предъявляемые к сталям для конструкций арктического базирования, включая требования к их структуре, которые введены впервые.

Проведены комплексные исследования структурообразования в сталях классов прочности от 355 до 750 МПа с использованием методов дилатометрического фазового анализа, современной оптической металлографии, растровой (в т.ч. EBSD-анализ) и просвечивающей электронной микроскопии, имитационного моделирования на пластометре «Gleeble 3800». По стандартным методикам определены механические свойства и характеристики работоспособности и ряд других критериальных параметров сталей и сварных соединений. Большой объем исследований посвящен оптимизации химических составов и структуры судостроительных сталей с точки зрения повышения сопротивления хрупкому разрушению.

Комплексные материаловедческие исследования, технологические проработки позволили разработать ряд хладостойких свариваемых сталей, которым присвоен индекс «Arc». Составы разработанных сталей и технология их обработки защищены патентами РФ.

Основной проблемой при производстве толстолистового проката по технологии термомеханической обработки является обеспечение изотропности структуры и свойств по всему сечению листа. Для разработки новых технологий важное значение имеет достоверное количественное описание процессов структурообразования. Автором научно обоснован выбор количественных требований к параметрам структуры низко- и экономнолегированной стали,

обеспечивающей требуемые характеристики работоспособности, и разработаны технологические приемы горячей пластической деформации с ускоренным охлаждением применительно к толстолистовому прокату, которые позволяют обеспечить достаточно однородную структуру стали по всему сечению.

Новизна работы состоит в научном обосновании разработанных технологических приемов термомеханической и термической обработки, обеспечивающих гарантированную работоспособность при поставках низкоуглеродистой низколегированной стали с индексом «Arc» с пределом текучести 355 - 750 МПа для морских технических сооружений, ранее не производившейся в ни России, ни за рубежом.

Интересные закономерности установлены при исследовании с помощью метода дифракции обратно рассеянных электронов зависимостей «параметры структуры-характеристики работоспособности» для низкоуглеродистых сталей. Скрупулёзные исследования не вызывают сомнения в их достоверности, полученные научные результаты подтверждены в промышленном производстве. Это позволило уточнить принципы легирования сталей с индексом «Arc» по отношению к ранее созданным хладостойким сталям категории F для достижения гарантируемого уровня свойств. Следует отметить, что комплекс исследований по взаимосвязи тонких параметров структуры с характеристиками работоспособности по своей глубине и актуальности применительно к современным судостроительным сталям не имеет аналогов в отечественной и зарубежной литературе и представляет несомненную научную новизну. Полученные результаты позволяют говорить о дальнейшем развитии научного направления создания специальных хладостойких сталей для экстремальных арктических условий эксплуатации.

Важным для практического использования представляются данные по исследованию структуры металла в зоне термического влияния при разных погонных энергиях сварки.

Представленная работа отличается системным подходом и выверена методически, что обеспечивает полное понимание представленных результатов и прослеживаемость при поэтапном обосновании выдвинутых гипотез. Предложенные научные подходы обладают большой практической ценностью, подтвержденной при изготовлении опытно-промышленных и промышленных партий листового проката.

Значительным достоинством работы является масштаб внедрения разработок в производство – в общей сложности изготовлено уже более 300 тыс. тонн хладостойких сталей, в том числе порядка 20 тыс. тонн сталей с индексом «Arc». Ряд других объектов практической реализации разработанных сталей

весьма широк, а их конкурентоспособность неоспорима для российской Арктики.

Результаты работы широко представлены в публикациях, патентах и выступлениях на международных, всероссийских и отраслевых конференциях и симпозиумах, прошли широкое обсуждение и опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК, представляют несомненную научно-практическую ценность, найдут дальнейшее развитие в отечественной промышленности.

**Замечания по диссертационной работе Сыч О.В.:**

1. Не исследовано влияние текстуры на механические свойства сталей, деформация которых осуществляется вблизи точки  $A_{r3}$ , хотя это может оказывать существенное влияние.

2. Целесообразно повысить нормы требований по величине работы удара разработанных марок стали, поскольку фактически получаемые значения значительно выше регламентируемых ГОСТ Р 52927-2023.

3. Разработанные стали, по мнению автора, являются экономичными и технологичными. Вместе с тем, было бы полезно дать сравнительный технико-экономический анализ их производства после закалки и отпуска, закалки с прокатного нагрева и отпуска и термомеханической обработки.

Диссертационная работа Сыч О.В. выполнена на высоком научном уровне с применением современных методов и методик исследования, оформлена в соответствии с действующими требованиями ВАК (п. 9 Положения ВАК о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842). Автором выполнен комплекс научно-исследовательских, экспериментальных и опытно-промышленных работ, результатом которых явилось создание серии новых хладостойких судостроительных сталей с индексом «Агс», технологий их изготовления и внедрение на ПАО «ММК», ПАО «Северсталь» и ООО «ОМЗ-Спецсталь». Решена важная для страны задача по обеспечению хладостойкими сталями строительства ледоколов и морских арктических технических сооружений.

Сыч Ольга Васильевна, несомненно, заслуживает присуждения ей ученой степени доктора технических наук по специальности 2.6.1. – Металловедение и термическая обработка металлов и сплавов.

Лауреат Премии Правительства РФ в области науки и техники, д.т.н., проф.



Я, Ермаков Борис Сергеевич, полностью, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Сыч Ольги Васильевны и их дальнейшую обработку.

ФИО: Ермаков Борис Сергеевич

Полное название организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный политехнический университет Петра Великого. Почтовый адрес: 195251, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, д.29.

Должность: заведующий лабораторией ресурса материалов

Ученая степень: доктор технических наук

Ученое звание: профессор

Специальность, по которой защищена докторская диссертация: 05.16.01

Контактный телефон: +7 931 308-6730, [Ernikov55@bk.ru](mailto:Ernikov55@bk.ru)