

ОТЗЫВ

официального оппонента кандидата технических наук **Кноринга Семена Давыдовича** на диссертацию **Зыкова Сергея Алексеевича** «Влияние конструктивных и технологических факторов сварки на свойства сварных соединений из алюминиевых сплавов при криогенных температурах», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности
05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии»

Актуальность темы

Постоянно возрастающее водоизмещение строящихся в мире судов-газовозов, имеющих грузовые танки из алюминиевых сплавов, диктует необходимость разработки более высокопрочных, чем ныне используемые, алюминиевых конструкционных сплавов. Важной задачей при этом является обеспечение работоспособности новых сплавов и их сварных соединений в условиях криогенных температур. Решение этой задачи требует проведения исследований прочностных и пластических свойств металла различных участков сварных соединений сплавов при статическом, динамическом и циклическом нагружении, оценки влияния конструктивных и технологических факторов сварки на механических свойств сварных соединений из алюминиевых сплавов при криогенной температуре.

Все изложенное подтверждает высокую актуальность представленной работы, направленной на решение указанной проблемы.

Цель работы определена как разработка технологии сварки плавлением созданного нового деформируемого алюминиево-магниевого сплава 1565ч, а также сплава 1550, обеспечивающей высокий эксплуатационный ресурс и надежность сварных конструкций при криогенных температурах.

В этой связи в диссертационной работе Зыкова С. А. при разработке технологии сварки плавлением разработаны требования по выбору присадочных материалов, требования к сварным соединениям для криогенных конструкций, исследованы характеристики работоспособности

Вх. № <u>3426</u> <u>01</u> <u>11</u> 20 <u>16</u> г.	Исполнено В ДЕЛО
Основн. <u>6</u> л.	№ <u>1</u>
Прил. _____ л.	подп. _____

сплавов и соединений (статическая и усталостная прочность, трещиностойкость) при криогенных температурах.

Новизна и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Считаю, что автор правильно выделил основные научные результаты работы:

1. Оценка влияния химического состава и структуры, способа сварки, внесенных тепловложений, температуры испытаний (77 К ÷ 293 К) на механические свойства металла, наплавленного присадочными материалами различного химического состава (СвАМг61, Св1597, СвАМг5).

2. Определение влияния химического состава, структуры основного металла и металла шва, способа сварки, конструктивного оформления шва и температуры испытаний (77 К ÷ 293 К) на механические свойства сварных соединений из алюминиевых сплавов марок 1565ч и 1550.

3. Обоснование выбора присадочного материала, обеспечивающего прочность сварных соединений листовых полуфабрикатов алюминиево-магниевого сплава не ниже 0,9 прочности основного металла при криогенной температуре.

4. Разработка технологии импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в защитном газе полуфабрикатов из деформируемых алюминиево-магниевого сплава 1565ч и 1550 в широком диапазоне толщин (5 - 80 мм).

Использование разработанной технологии обеспечивает получение сварных конструкций с высоким эксплуатационным ресурсом и надежностью в эксплуатации при криогенных температурах.

Степень обоснованности выводов и результатов, полученных диссертантом, определяется:

-применением стандартных методов определения прочностных свойств наплавленного металла и сварных соединений при статическом и динамическом нагружении в условиях комнатной и криогенной температур,

апробированных методик усталостных испытаний и испытаний на трещиностойкость сварных соединений;

- металлографическими исследованиями с использованием атомно-эмиссионного спектрального анализа и микрорентгеноспектрального анализа (МРСА) химического состава металла;

- статистической обработкой результатов испытаний дисперсионным и регрессионным методами.

- критическим анализом мирового опыта изготовления сварных алюминиевых конструкций и сопоставлением результатов с доступными литературными данными.

Значимость для науки и практики полученных автором результатов

Разработана и освоена технология полуавтоматической импульсно-дуговой сварки в защитном газе листов и плит толщиной от 5,0 до 80,0 мм из нового деформируемого алюминиевого сплава 1565ч и сплава 1550, впервые допущенных Российским морским регистром судоходства (РМРС) к применению в системах хранения груза газовозов. Разработанная технология сварки не имеет аналогов, как в России, так и за рубежом, новизна технологии подтверждена патентом РФ №2553769 от 17.09.2013 г.

Результаты диссертационной работы использованы ФГУП «ЦНИИ КМ «Прометей»:

- при разработке нормативно-технической документации на сварку - технологической инструкции сварки типовых соединений листов и плит из алюминиево-магниевых сплавов толщиной до 80 мм для конструкций емкостей газовозов;

- при разработке требований к сварочным материалам и сварным соединениям при сварке полуфабрикатов из алюминиевых сплавов 1565ч и 1550, одобренные Российским морским регистром судоходства (РМРС) для их включения в «Правила классификации и постройки морских судов», в том числе для применения в конструкциях систем хранения груза газовозов;

- при выполнении опытно-конструкторской работы «Криоген» и в ПК ЦНТУ «Прометей» при оптимизации технологии сварки загрузочных приспособлений для БИН с транспортировочной рамой из алюминиево-магниевого полуфабриката толщиной 30, 50 и 70 мм.

Публикации

Основные результаты работы представлены на 8 конференциях, включая международные; опубликовано 9 работ (в соавторстве, доля автора более 50%), из них 4 статьи в изданиях, определяемых Перечнем ВАК РФ; получен 1 патент РФ на изобретение.

Структура и объем работы

Диссертация состоит из введения, пяти глав, основных выводов, списка литературы и трех приложений, содержащих акты и предложения о внедрении результатов диссертационной работы. Общий объем работы составляет 190 страниц печатного текста, включая 68 рисунков, 41 таблицу и 121 литературную ссылку.

Автореферат отражает основное содержание работы.

Оценка содержания диссертации и ее завершенности

Содержание работы соответствует специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии». Работа написана хорошим языком, имеет ясную структуру, а выносимые на защиту положения являются обоснованными. Выводы, сделанные в работе, отражают содержание диссертации.

Диссертационная работа С.А.Зыкова оформлена в соответствии с требованиями ВАК и представляет собой законченное научное исследование, содержит научно обоснованные технологические разработки сварки листов алюминиевых сплавов больших толщин.

По тексту диссертационной работы и автореферата можно сделать следующие **замечания**:

1. Сформулированная цель несколько не соответствует названию диссертационной работы. Цель - разработка технологии, название - влияние конструктивных и технологических факторов сварки на свойства сварных соединений из алюминиевых сплавов при криогенных температурах.

2. Представляется недостаточно полным освещение мирового опыта изготовления сварных конструкций из алюминиевых сплавов. В частности, для больших толщин (как и для малых) весьма перспективным является сварка трением с перемешиванием - согласно данным компании TWI, этот способ сварки трением позволяет за два прохода с разных сторон сваривать алюминиевый лист толщиной до 75 мм.

3. На рисунке 13 диссертации (стр. 71) одно из мест нанесения надреза указано ГС – граница сплавления. Непонятно, с какой точностью наносился надрез, учитывая малую ширину этой границы. Вероятно, имелась в виду зона сплавления (ЗС).

4. Встречаются некоторые редакционные погрешности:

- марки сплавов обозначаются то с добавкой буквы М, то без нее (стр. 6);
- название присадочного материала 1597 вместо Св1597, рис. 28 (стр. 102);
- на рисунках 31 (стр.111) и 32 (стр. 112) диссертации приведены макроструктуры, но отсутствует увеличение;
- на рисунке 40 диссертации (стр. 126) представлена плохая фотография, на которой не видно, где произошло разрушение сварных образцов.

Указанные замечания не снижают практической ценности и научной значимости работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Представленную диссертацию оцениваю как завершенную научно-квалификационную работу, вносящую большой вклад в разработку технологии сварки алюминиевых сплавов, обеспечивающей эксплуатационную надежность конструкций при криогенных

температурах. Приведённые результаты можно квалифицировать как новые и имеющие большое практическое значение для развития отечественного судостроения, в частности применительно к изготовлению сварных алюминиевых конструкций, работающих при криогенных температурах. Ее результаты могут быть использованы при изготовлении сварных алюминиевых конструкций грузовых танков для перевозки сжиженных газов. Диссертационная работа С.А.Зыкова по ее актуальности, практической ценности и полученным результатам соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения учёных степеней», утверждённого постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук. Её автор, Зыков Сергей Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии».

Официальный оппонент

Старший научный сотрудник ФГУП «Крыловский государственный научный центр», кандидат технических наук, старший научный сотрудник



Кноринг Семен Давыдович

Подпись С.Д.Кноринга подтверждаю.

Начальник отдела кадров ФГУП «Крыловский государственный научный центр»



Н.В.Мещерякова

Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр»: адрес - 196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, 44; тел. +7(812)415-46-07; E-mail: krylov@krylov.spb.ru