

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Скутина Виталия Сергеевича

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СВАРКИ КОНТЕЙНЕРОВ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩЕЙ ХЛАДОСТОЙКОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ТЕМПЕРАТУРАХ ДО МИНУС 50°С

на соискание ученой степени кандидата технических наук

Специальность: 05.02.10 – «Сварка, родственные процессы и технологии»

Актуальность темы

Актуальность избранной диссертантом темы не вызывает сомнений, поскольку проблема повышения хладостойкости сварных конструкций в целом влечёт за собой, помимо создания специальных сварочных материалов, также и разработку технологии сварки.

Предметом исследования диссертационной работы, на мой взгляд, является детальный анализ путей повышения хладостойкости металла шва, выполненного ручной дуговой сваркой покрытыми электродами, механизированным способом в среде защитных газов и автоматической сваркой под слоем флюса путём управления процессами охлаждения с целью общего повышения качества конструкций, эксплуатирующихся при отрицательных температурах.

Вопросы повышения качества сварных конструкций остаются сложными для исследования, поскольку на их свойства влияет большое число факторов. В настоящее время сложилось известное противоречие между прочностью применяемых конструкционных материалов и их хладостойкостью. Это дает основание утверждать, что научная проблема, сформулированная в диссертации, является актуальной. Решение указанной проблемы позволило значительно повысить хладостойкость металла сварных соединений из низколегированной кремнемарганцовистой стали.

Практическая ценность заключается в обеспечении возможности использования более дешевых безникелевых сварочных материалов, наиболее близких по химическому составу к основному металлу при сварке кремнемарганцовистой стали марки 09Г2СА-А.

Вх. №	476	Исполнено В ДЕЛО
15 02 2016 г.		
Основн.	6	л. №
Прил.		л. подп.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Предложенный комплекс исследований структуры и механических свойств металла сварных соединений стали марки 09Г2СА-А позволил выполнить поставленные задачи диссертационной работы, достоверно изучить факторы и экспериментально подтвердить условия формирования хладостойкой структуры металла шва и ЗТВ, а также подтвердить качество и хладостойкость производственных сварных соединений ТУК МБК, выполненных по разработанной технологии сварки.

Автор достаточно корректно использует известные научные методы обоснования полученных результатов, выводов и рекомендаций. Автором изучены и всесторонне анализируются известные достижения и теоретические положения авторитетных исследователей в области повышения надежности и эксплуатационных свойств сварных соединений из низколегированных кремнемарганцовистых сталей.

Список использованной литературы содержит 90 наименований. Для анализа путей совершенствования управления технологическими процессами изготовления конструкций автором использована сложная методика, позволяющая выявить закономерности влияния технологических процессов сварки на качество конструкции в целом. Показано, что одним из основных путей повышения хладостойкости конструкций является введение жесткой системы контроля режимов сварки, контроля межваликовой температуры при сварке многопроходных швов и термической обработки на каждом технологическом этапе изготовления.

В работе установлено, режим, традиционно рекомендуемый ПНАЭГ 7-009-89, не может быть использован для сварки кремнемарганцовистой стали марки 09Г2СА-А, так как не обеспечивает требуемой скорости охлаждения металла шва композиции С-Mn-Si для формирования хладостойкой структуры.

Анализ результатов исследований термокинетических диаграмм показал, что анизотермический распад переохлажденного аустенита металла шва композиции С-Mn-Ni сопровождается феррито-бейнитным превращением в широком диапазоне скоростей охлаждения, а для металла шва композиции С-Mn-Si обеспечивается при скорости охлаждения не менее 20 °С/с. В работе показано, что наиболее благоприятной, с точки зрения обеспечения высокой хладостойкости низколегированного металла шва, является структура игольчатого феррита. Кроме того, высокую хладостойкость металла шва могут обеспечивать структуры нижнего бейнита, гранулярного

бейнита, а также квазиполигонального феррита с равномерным распределением карбидных частиц.

Принципиальное отличие выполненных в данной работе исследований заключается в том, что охлаждение дилатометрических образцов регламентировалось не только, как принято традиционно, в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита 800-500°C, а также и в высокотемпературном интервале 1200-800 °C.

Установлено, что область одновременного обеспечения оптимальных скоростей охлаждения в интервале температур 1200-800°C = 40-60 °C/с и 800-500°C = 20-30 °C/с формируется в достаточно узком диапазоне значений погонной энергии 1,25-1,8 кДж/мм.

Обеспечение оптимальных скоростей охлаждения металла шва композиции C-Mn-Si и C-Mn-Ni в высокотемпературном интервале 1200-800°C и в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита 800-500°C может быть реализовано при следующих технологических параметрах автоматической дуговой сварки под флюсом:

сила сварочного тока $I_{св} = 450-520$ А, напряжение на дуге $U_d = 30-33$ В, скорость сварки $V_{св} = 50-55$ см/мин., при этом величина межпроходной температуры регламентируется на уровне не выше 100°C, а рекомендуемый диапазон погонной энергии составляет 1,5 -1,8 кДж/мм.

Следует отметить, что наиболее эффективное управление скоростью охлаждения металла шва в высокотемпературном интервале 1200-800°C обеспечивается регулированием силы сварочного тока и напряжения на дуге, а в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита 800-500°C преобладающее влияние оказывают межваликовая температура и скорость сварки. Также обоснован выбор режимов сварки покрытыми электродами, ручной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов и механизированной сварки в защитном газе.

Оценка новизны и достоверности

Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств и методик проведения исследований. Положения теории основываются на известных достижениях фундаментальных и прикладных научных дисциплин, математике и математической статистике.

В работе диссертант грамотно использует математический аппарат, корректно вводит новые понятия.

Научную новизну работы определяют следующие положения:

1. Установлено, что в результате высокого отпуска, необходимого для повышения хладостойкости металла ЗТВ и снижения остаточных сва-

рочных напряжений металлоконструкций контейнеров для ОЯТ, происходит распад промежуточных структур феррито-бейнитного типа, что может приводить к рекристаллизации структурно свободного феррита и резкому снижению ударной вязкости металла шва композиции C-Mn-Ni и C-Mn-Si при температуре минус 50 °С.

2. Установлено, что формирование структурных состояний металла шва композиции C-Mn-Si и C-Mn-Ni, помимо скорости охлаждения в интервале температур наименьшей устойчивости аустенита 800-500 °С, также зависит от скорости охлаждения в высокотемпературном интервале 1200-800 °С.

Условия формирования хладостойкой структуры игольчатого феррита, характеризующегося высокой устойчивостью к распаду при отпуске, включают охлаждение металла шва со скоростями $V_{1200-800} = 40-60$ °С/с и $V_{800-500} = 20-30$ °С/с.

Увеличение скорости охлаждения металла шва $V_{1200-800}$ до 80-120 °С/с, при скорости $V_{800-500} = 30-40$ °С/с, способствует формированию неустойчивых к высокому отпуску мелкодисперсных промежуточных структур бейнитного типа.

3. Получены возрастающие зависимости ударной вязкости KCV⁵⁰ от процентного содержания перекристаллизованной структуры в сечении металла шва, в состоянии до и после высокого отпуска.

Установлено, что при содержании перекристаллизованной структуры в сечении металла шва менее 45 % высокий отпуск снижает ударную вязкость. Формирование в макроструктуре шва свыше 45% однородной перекристаллизованной структуры позволяет повысить его хладостойкость после высокого отпуска.

Указанный эффект связан с разнонаправленным воздействием отпуска на литую и перекристаллизованную структуру. Отпуск литой структуры приводит к частичной рекристаллизации феррита и, как следствие, к снижению ударной вязкости шва. Отпуск перекристаллизованной структуры позволяет повысить однородность дисперсной феррито-перлитной смеси, способствует сфероидизации карбидной фазы и увеличивает ударную вязкость металла шва.

4. Научно обоснована и экспериментально доказана возможность использования экономнолегированных безникелевых сварочных материалов композиции C-Mn-Si для сварки кремнемарганцовистой стали, с обеспечением хладостойкости металла шва при температуре минус 50°С в состоянии до и после проведения высокого отпуска.

5. Установленные оптимальные сочетания технологических параметров сварки позволяют предотвратить формирование крупнозернистой структуры на участке перегрева зоны термического влияния кремнемарганцовистой стали и обеспечить хладостойкость металла сварного соединения при температуре минус 50 °С.

6. На основании полученных экспериментальных зависимостей и результатов исследований научно обоснованы требования и экспериментально подтверждены условия формирования хладостойкой при температурах до минус 50 °С структуры металла шва сварных соединений из кремнемарганцовистой стали, как в исходном состоянии после сварки, так и после проведения высокого отпуска.

В целом, результаты, полученные автором, являются новыми научными знаниями в области сварки.

Результаты, представленные на защиту, согласуются с данными, полученными другими исследователями.

Основные результаты диссертации опубликованы в 17 печатных работах, они неоднократно обсуждались на различных конференциях и симпозиумах и получили одобрение ведущих специалистов.

Замечания по диссертационной работе в целом

1. Как объяснить, что при фиксированном режиме сварки (таблица 3.3 п/п №1) получены значения коэффициента формы провара, различающиеся в столь значительном диапазоне (1,2-3,8).
2. На стр.88 необходимо уточнить условия определения критических точек начала и конца полиморфного превращения.
3. Не указана методика определения коэффициента формы провара.
4. Не ясен принцип выбора оптимальных режимов сварки, т.к. ни математических моделей, ни их оптимизации не присутствует. Такие исследования хорошо поддаются анализу с помощью метода математического планирования эксперимента.
5. Следует разъяснить, как выбраны параметры сварочных режимов для остальных способов сварки.
6. Объем автореферата превышает требуемый ВАК.

Отмеченные недостатки следует учесть в дальнейшей научно-исследовательской работе, однако они не влияют на главные теоретические и практические результаты диссертации.

Заключение

Диссертация является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно и на высоком научном уровне. Полученные автором результаты достоверны, выводы и заключения обоснованы. Работа базируется на достаточном числе исходных данных, примеров и расчетов. Она написана доходчиво, грамотно и аккуратно оформлена. По каждой главе и работе в целом сделаны четкие выводы. Автореферат соответствует основному содержанию диссертации. Диссертационная работа отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней» (Постановление Правительства РФ от 24.09.2013г. №842), а ее автор, Скутин Виталий Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата наук по специальности 05.02.10 - сварка, родственные процессы и технологии.

Официальный оппонент,
Заведующий кафедрой «Сварка судовых конструкций»
Санкт-Петербургского Государственного
Морского Технического университета,
кандидат технических наук

Мурзин Виктор Васильевич

Подпись официального оппонента заверяю:
Ученый секретарь университета

Фрумен А.И.



ознакомлен 15.02.16