

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**X МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«Химия нефти и газа»**

Томск

Издательский Дом ТГУ

2018

DOI: 10.17223/9785946217408/29

**ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СВАРНЫХ
СОЕДИНЕНИЙ СТАЛИ 09Г2С ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕГИРОВАНИЯ И
МОДИФИЦИРОВАНИЯ НАНОДИСПЕРСНЫМИ ЧАСТИЦАМИ КАРБОНИТРИДОВ
ТИТАНА**

Гальченко Н.К., Колесникова К.А., Самарцев В.П., Власов И.В.,
Зиганшин А.И., Гордиенко А.И.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск, Россия

Основными требованиями, предъявляемыми к сварным соединениям из высокопрочных низколегированных сталей, являются определенное соотношение прочностных и пластических характеристик, повышенные показатели ударной вязкости при отрицательных температурах. Ведущим технологическим процессом, используемым для сварки трубных сталей, является дуговая сварка с применением покрытых электродов. В последнее время широко обсуждаются вопросы повышения сварочно-технологических свойств соединений из этих сталей за счет комплексного легирования и экзогенного модифицирования наночастицами тугоплавких соединений жидкого расплава сварочной ванны через электродные покрытия, что позволяет за счет увеличения скорости охлаждения улучшить первичную структуру металла шва в момент кристаллизации.

Цель настоящего исследования состоит в изучении влияния комплексного легирования (Ni, Mo) и модифицирования частицами карбонитрида титана наноразмерного диапазона на формирование структуры и свойства электро-дуговых сварных соединений из кремнемарганцовистой стали 09Г2С в исходном после сварки состоянии. Легирование никелем (3 мас.%) и молибденом (0,6 мас.%) через покрытия электродов ОЗС-12 было обусловлено их стабилизирующим действием на аустенитную фазу и способностью влиять на получение более высоких и стабильных значений механических характеристик за счет формирования вторичной мелкозернистой ферритно-бейнитной структуры. Исследования проводили на стыковых сварных соединениях из стали 09Г2С с V-образной разделкой, полученных серийными (ОЗС-12) и экспериментальными электродами на их основе. В качестве присадочного материала использовали композиционный порошок системы TiC_xN_y-Fe при соотношении компонентов 1/1, полученный в проточном реакторе методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС). Частицы СВС-композиата ($TiC_{0,5}N_{0,5}-Fe$) после измельчения в вибромельнице в среде аргона имели размер 1 -3 мкм. Размер частиц карбонитрида титана в железной матрице составлял 80-120 нм.

В работе проанализировано влияние концентрации карбонитрида титана (0,25 мас.%, 0,5 мас.%, 1,00 мас.%), введенного в состав покрытий электродов ОЗС-12, на макро, микроструктуру и ударную вязкость сварных соединений из стали 09Г2С. Установлено, что в исследуемом диапазоне концентраций более измельченная, однородная структура характерна для сварного шва с 0,25 мас.%TiCN. Относительно базового состава (электрод ОЗС-12) средний размер зерна в структуре шва с 0,25 мас.% снизился с 8,3 мкм до 5 мкм, значения H_u повысились с 2000 МПа до 2500 МПа. При дополнительном легировании никелем и молибденом набор морфологических форм структурно-фазовых составляющих металла шва не претерпел существенных изменений, сопоставимы также параметры зеренной структуры. На данном этапе разработки составов и отработки технологических режимов сварки показано, что максимальные значения KCV достигаются в образцах, полученных экспериментальным электродом ОЗС-12- 0,25 мас.% TiCN, после испытания при температурах ниже $-40^{\circ}C$: Так, показатели сопротивления разрушению при динамическом нагружении составили KCV^{70} 40 и KCV^{60} 37 Дж/см², и уже обеспечивают требования нормативных документов по ударной вязкости металла шва для эксплуатации до температуры не ниже $-60^{\circ}C$.

Пониженные и нестабильные значения ударной вязкости сварных соединений, комплексно- легированных никелем и молибденом, могут быть связаны с их завышенной концентрацией в ванне расплава, приводящей к превалированию твердорастворного над зернограницным и дисперсионным упрочнением. Обсуждается взаимосвязь параметров микроструктур и прочностных характеристик в зависимости от систем легирования сварных соединений из стали 09Г2С.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ 18-08-00516.