

## ДИССЕРТАЦИЯ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



**Зубер Т.А. Влияние кинетики распада аустенита на структурообразование и механические свойства сварных соединений высокопрочных углеродистых сталей.** — На правах рукописи.

Диссертация на соискание научной степени кандидата технических наук по специальности 05.02.01 —

«Материаловедение». — Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Киев, 2019. Дата защиты 04.07.2018 г.

Для изготовления сварных металлоконструкций корпусов машин используются высокопрочные стали. Формирование в металле зоны термического влияния сварных соединений закалочных мартенситных структур приводит к ухудшению механических свойств и влияет на склонность к хрупкому разрушению.

Работа посвящена определению влияния кинетики распада аустенита на особенности структурно-фазовых превращений в металле зоны термического влияния сварных соединений высокопрочных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,12...0,74 мас. %.

С помощью системы имитации термического цикла сварки Gleeble 3800 путем построения термокинетических диаграмм превращения переохлажденного аустенита расширены представления о механизме и кинетике развития структурных превращений, установлены более точные температуры и интервалы начала и конца образования фаз в зависимости от содержания углерода при разных скоростях охлаждения высокопрочных углеродистых сталей.

Установлена связь между содержанием углерода, температурами фазовых превращений и структурой. Для сталей разного применения увеличение содержания углерода в каждой группе (строительные до 0,12...0,19, специальные до 0,26...0,31, железнодорожные до 0,58...0,74 мас. %) снижают температуры фазовых превращений на 40...60 °С, что влияет на увеличение образования критической доли закалочных структур, которые приводят к ухудшению механических свойств. В строительных сталях фазовые превращения происходят по двум стадиям: диффузионному механизму с образованием ферритно-перлитных структур при скорости охлаждения до 10 °С/с, а потом бездиффузионному — с образованием закалочных структур при скоростях охлаждения выше 15 °С/с. В специальных сталях — по диффузионному механизму с образованием ферритно-

перлитных структур при скорости охлаждения до 7 °С/с; бездиффузионному — с формированием бейнитных и мартенситных структур разной морфологии при скорости охлаждения выше 10 °С/с. В железнодорожных сталях превращения происходят по диффузионному и бездиффузионному механизму в ферритно-перлитной области с образованием троостито-мартенситных структур при скорости охлаждения 5...30 °С/с.

Установлены оптимальные параметры термического цикла сварки при скорости охлаждения 5...20 °С/с, что обеспечивает формирование ферритно-перлитных структур для железнодорожных сталей и бейнито-мартенситных для строительных и специальных сталей при предупреждении образования холодных трещин в металле зоны термического влияния высокопрочных углеродистых сталей с содержанием углерода 0,12...0,74 мас. %.

Для того, чтобы обеспечить трещиностойкость, высокие характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости путем формирования оптимальной структуры феррита и нижнего бейнита в металле ЗТВ строительных сталей сварку необходимо проводить при скорости охлаждения 10...20 °С/с при погонной энергии сварки 9...20 кДж/см. Трещины в металле ЗТВ высокопрочных сталей S460M, S355J2, NAXTRA700, Quardian 500, Armstal 500, KC2, углеродный эквивалент которых меньше единицы (0,41...0,81 %), не обнаружены, в то время как в сталях 30X2H2MФ, 65Г и М76, углеродный эквивалент которых является близким к единице (0,96...1,07 %), при скорости охлаждения 30 °С/с и выше, они образуются. Повышение скорости охлаждения специальных сталей Quardian 500, Armstal 500 и 30X2H2MФ до 30,0 °С/с приводит к возрастанию твердости мартенсита от 3360...3830 до 4170...4720 МПа за счет уменьшения размеров пакетного мартенсита от 8...4, 9...5 и 36 до 12,5 мкм соответственно.

Для обеспечения прочности и пластичности всего сварного соединения путем формирования оптимальной структуры высокопрочных углеродистых сталей сварку рекомендовано проводить при скорости охлаждения металла зоны термического влияния 5...10 °С/с для стали Naxtra 700 с применением предварительного подогрева исходного металла до температуры 200 °С.

При электродуговой сварке строительных сталей S460M и S355J2 рекомендуется применять скорости охлаждения 10...20 °С/с для того, чтобы обеспечить характеристики прочности, пластичности и ударной вязкости при температурах +20, -20 та -40 °С на уровне свойств основного металла.