

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ОСНОВНЫХ НЕСУЩИХ СВАРНЫХ УЗЛОВ БУРОВЫХ УСТАНОВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ БЕЙНИТНОГО КЛАССА

М. Н. Сейдуров, Д. П. Чепрасов, А. А. Иванайский

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

В настоящее время для изготовления сварных конструкций буровых установок в мировой практике широко применяются высокопрочные стали бейнитного класса (HSLA-bainitic steels). При этом особо актуальной является проблема повышения показателей ударной вязкости и сопротивления хрупкому разрушению металла шва и околошовной зоны (ОШЗ) при отрицательных температурах. Основной объем работ приходится на северные районы, что способствует зарождению и распространению очагов локальных микротрещин с образованием, в конечном счете, таких недопустимых дефектов как холодные трещины (рис. 1). Известно, что указанный комплекс физико-механических свойств в большей степени зависит от структуры металла ОШЗ сварного шва и условий ее формирования под действием термомодеформационных циклов сварки (ТДЦС).

Работа проводилась с целью выявления причин изменения эксплуатационной надежности ответственных сварных соединений в зависимости от протекания процессов структурообразования в условиях развития локальных пластических деформаций.

Для проведения научно - исследовательских и опытно-технологических работ по разработке технологии сварки плавлением на основе изучения особенностей формирования промежуточных структур под действием ТДЦС был проведен ряд мероприятий по апробации одно- и многопроходной ручной и автоматической дуговой сварки стыковых и угловых швов основных несущих узлов (буровая мачта и портал) самоходной установки колонкового бурения УКБ-5С (рис. 2). Установка представляет собой комплекс бурового и энергетического оборудования, предназначенного для бурения вертикальных и наклонных (до 70°) геологоразведочных скважин на твердые полезные ископаемые глубиной до 800 м с применением алмазных и твердосплавных коронок. Эксплуатация УКБ-5С происходит на открытом воздухе, круглогодично, в том числе и в северных макроклиматических районах, при температуре окружающего воздуха от минус 40 °С. Для работы в местах с трудной проходимостью предусмотрен гусеничный ход.

ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ №3 2008

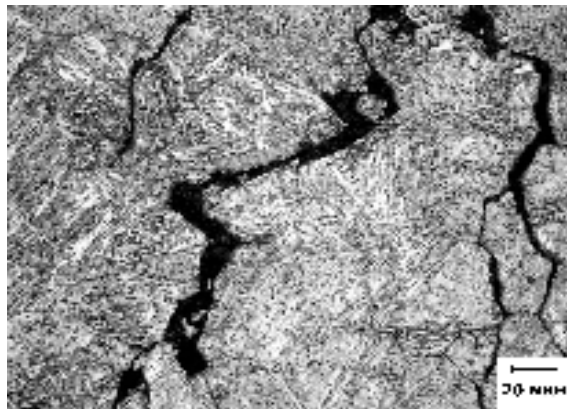


Рисунок 1 - Микроструктура с наличием холодных трещин в ОШЗ сварного шва из стали 30ХН3А



Рисунок 2 - Установка самоходная колонкового бурения УКБ-5С

Основным объектом изучения являлась сталь 24Х2НАч, предназначенная для изготовления тяжелонагруженных деталей и сварных конструкций ответственного назначения, работающих в климатических условиях Сибири и Крайнего Севера, главным образом для буровой техники. Комплексные исследования выполняли как непосредственно на сварных соединениях, так и на образцах-имитаторах с помощью оптической микроскопии (НЕОРНОТ-32), рентгеноструктурного анализа (ДРОН-2,0), просвечивающей электронной дифракционной микроскопии тонких фольг (ЭМ-125 и ЭМ-125К) и электронной микроскопии методом реплик (УЭМВ-100К).

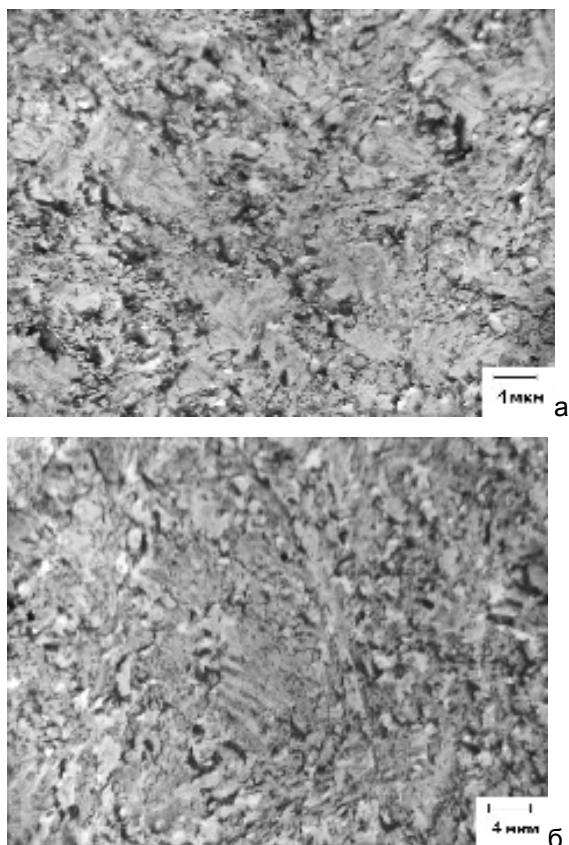


Рисунок 3 - Типичная микроструктура ОШЗ сварного соединения пластин толщиной 8 мм из стали 24Х2НАч, выполненного сваркой под флюсом АН-47 на флюсовой подушке за один проход сварочной проволокой Св-08ХНМ на погонной энергии q_n , Дж/см: а - 27700; б - 13200

Как известно, в процессе распада аустенита в промежуточной области возможно формирование бейнитных структур зернистой и игольчатой морфологии. В ходе исследований было установлено, что бейнитные структуры зернистой морфологии по своему строению представляют собой

смесь из фрагментированного дозвтектоидного феррита и мезоферрита, реечного или пластинчатого бейнитного феррита, двойникового феррита мартенситного происхождения, карбидов и остаточного аустенита. Карбидная фаза характеризуется наличием двух типов: $Me_{23}C_6$ – карбид хрома (Fe, Cr) $_{23}C_6$, глобулярной формы и Me_3C – карбид железа (Fe, Cr, Mn) $_3C$, вытянутой пластинчатой формы.

Выявлено, что бейнитная структура зернистой морфологии (рис. 3, а) формируется на участке полной перекристаллизации ОШЗ (860 – 1100 °С) – в широком диапазоне скоростей охлаждения $\omega_{6/5}$ от 1,6 до 7,0 °С/с, а на участке перегрева ОШЗ (1100 – 1350 °С и выше) – при условии низких скоростей охлаждения ($\omega_{6/5}$ от 0,7 до 2,9 °С/с), обеспечиваемых соответствующей погонной энергией, в противном случае происходит формирование игольчатых бейнитно-мартенситных структур (рис. 3, б).

Обнаружено, что ведущую роль в предотвращении очагов замедленного разрушения в процессе $\gamma \rightarrow \alpha$ - превращения в условиях развития локальных пластических деформаций играют карбиды глобулярной формы диаметром около 10 – 20 нм, расположенные преимущественно на дислокациях внутри всех структурных составляющих α -фазы.

Вывод

При сварке высокопрочных сталей бейнитного класса применяемая технология должна предусматривать меры, способствующие образованию промежуточных структур зернистой морфологии в ОШЗ. Формирование указанных структур обеспечивает устойчивое сопротивление образованию холодных трещин и повышение ударной вязкости, что является гарантом эксплуатационной надежности сварных конструкций, в том числе и буровых установок.