

СТРОЕНИЕ И МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ НАНОРАЗМЕРНЫХ СПЕЦКАРБИДОВ ХРОМА В СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ НИЗКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

С. В. Ковалев, М. Н. Сейдуров

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

Известно, что сформировавшиеся под действием термомеханических циклов обработки наноструктуры оказывают наиболее благоприятное влияние на служебные свойства сварных конструкций, работающих в особо сложных условиях. Использование современных физических методов исследования материалов позволило обнаружить в сталях наноразмерные частицы карбидной фазы. Отмечено, что образование при сварке и термомеханической обработке стойких карбидов в виде мелкодисперсных частиц внутри зерен феррита существенно влияет на структуру и свойства стали.

Во время деформации происходит подавление обычного процесса рекристаллизации, образуется мелкозернистый феррит, характеризующийся повышенной прочностью и вязкостью. Поэтому влияние мелкодисперсных карбидов на изменение фазового состава стали имеет первостепенное значение для эксплуатационных свойств сварных конструкций. Для определения механизма формирования благоприятных хладостойких структур низколегированных сталей в околосварной зоне (ОШЗ) были выполнены эксперимен-

тальные исследования кинетики формирования наноразмерных частиц спецкарбидов.

Цель работы – исследование кинетики и механизма формирования наноразмерных спецкарбидов. Исследовался горячекатаный прокат толщиной 8 мм с исходной феррито-перлитной структурой из стали 25Х2Н химического состава (%): 0,23 С; 1,55 Cr; 1,14 Ni; 0,32 Si; 0,24 Mn; 0,005 S; 0,015 P. Комплексные исследования проводили на образцах-имитаторах, подверженных воздействию поперечных сварочных напряжений и упруго-пластических деформаций. Тонкую структуру и фазовый состав изучали с помощью растворовой (EVO50) и просвечивающей электронной микроскопии (Technai G2 FEI), микрохимического (EDS X-Act (Oxford Instruments)) и рентгеноструктурного анализа (ARL X'TRA).

Как показали рентгеноструктурный анализ и металлографические исследования по своему строению промежуточные структуры зернистой морфологии представляют смесь из доэвтектоидной (мезоферритной) и бейнитной α -фазы, остаточного аустенита и двух типов карбида – карбида хрома (Fe, Cr)₂₃C₆ и карбида железа (Fe, Cr, Mn)₃C (рисунок 1).

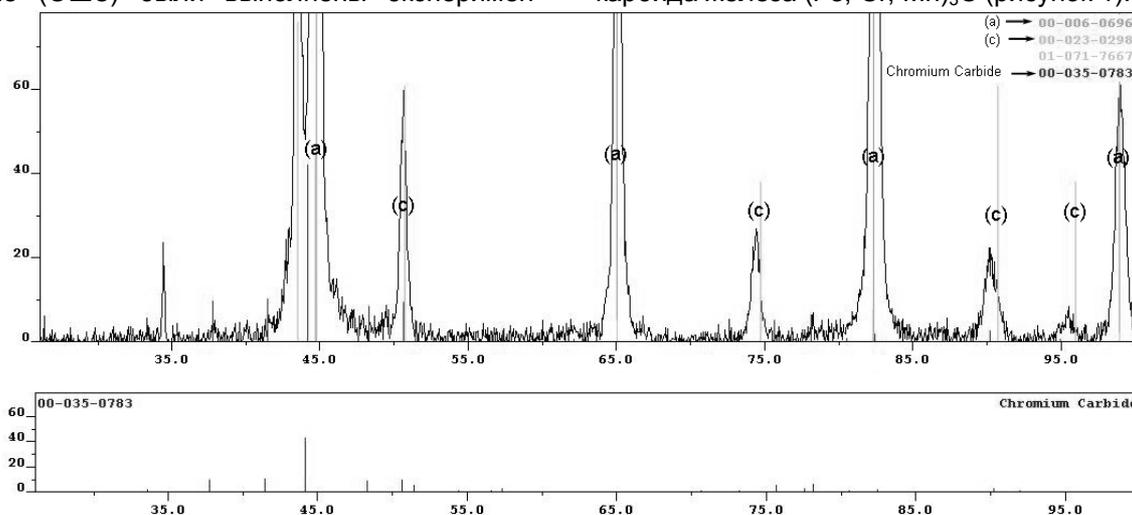


Рисунок 1 – Рентгеновская дифракционная картина. Участок полной перекристаллизации ОШЗ стали 25Х2Н, $\omega_{6/5}$ от 5,2 до 2,9 °C/c

Спецкарбид хрома имеет глобулярную форму (рисунок 2) и составляет вместе с α -фазой основу бейнита зернистой морфологии [1]. По мере повышения температуры аустенизации происходит изменение структурно-фазового состава ОШЗ. Структура приобретает игольчатое строение, в ней присутствуют только две морфологические составляющие α -фазы – нижний бейнит и мартенсит, пропорции которых изменяются в зависимости от температуры нагрева и скорости охлаждения. При переходе от бейнита зернистой морфологии к игольчатой уменьшается объемная доля карбида типа $Me_{23}C_6$, но увеличи-

вается – типа Me_3C .

Установлено, что при формировании игольчатой бейнито-мартенситной структуры образованию холодных трещин будет способствовать не только повышенные напряжения, но и особенности строения карбидной фазы. Она имеет вытянутую пластинчатую форму располагается по границам реек бейнитной α -фазы, резко снижая способность металла ОШЗ релаксировать внутренние напряжения за счет локальной пластической деформации. В последствии микротрещины подрастают и развиваются в холодные трещины.

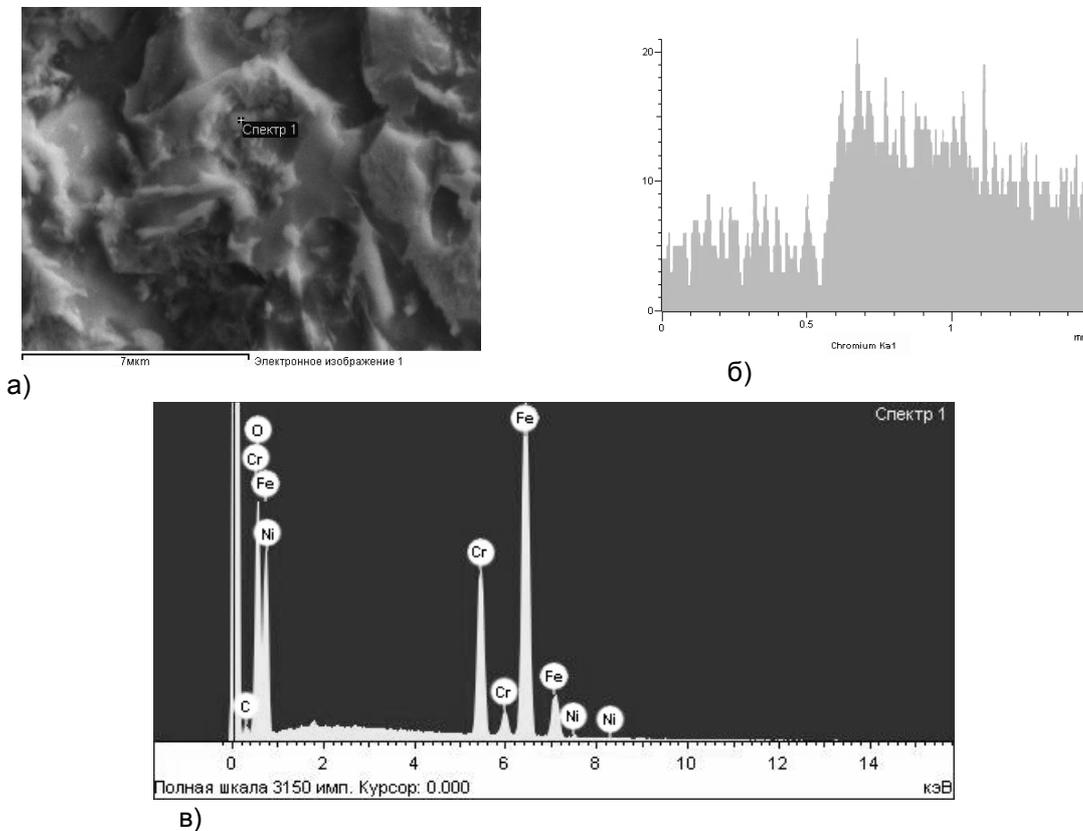


Рисунок 2 – Микроструктура и фазовый состав ОШЗ стали 25X2H: а) расположение глобулярных частиц; б), в) Спектр 1 – карбиды $(Fe,Cr)_{23}C_6$

При формировании бейнита зернистой морфологии распад аустенита сопровождается выделением спецкарбида хрома округлой формы и непрерывной релаксацией внутренних напряжений за счет микропластической деформации, которая облегчена из-за низкого предела текучести кристаллов α и γ -фаз. Это способствует повышению сопротивляемости металла ОШЗ зарождению очагов замедленного разрушения, ведущих к образованию холодных трещин.

Проведенные исследования послужили

основанием для разработки состава металлургической присадки для сварки под флюсом низколегированных сталей с учетом регулирования структурно-фазового состава ОШЗ и повышения хладостойкости сварных соединений.

Список литературы:

1. Чепрасов Д.П. Обеспечение качества и свойств сварных соединений сталей бейнитного класса / Д.П. Чепрасов, М.Н. Сейдулов // Сварка и диагностика. – 2012. – № 3. – С. 30-33.