

**Изучение некоторых технологических особенностей сварки плавлением стали 40Х**

Студент гр. 104829 Щавелева О.А., Снарский А.А.  
Научный руководитель – Голубцова Е.С.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Углерод и все основные легирующие элементы отрицательно влияют на свариваемость. Однако пределы содержания различных легирующих элементов в стали, с которых начинается активное ухудшение свариваемости для разных элементов, различны. Кроме того, эти пределы зависят и от уровня легирования стали другими элементами. Лучше всего сваривается сталь с низким содержанием углерода. Повышение содержания углерода в нелегированной стали до 0,15 % С несколько улучшает свариваемость за счет того, что при этом ограничивается рост зерна феррита. В нелегированной и низколегированной стали содержание углерода до 0,25 % несущественно ухудшает свариваемость. Заметное ухудшение свариваемости наступает при повышении содержания углерода сверх 0,3 %. Особенно плохо свариваются стали с содержанием 0,5 % С и более. Для сварки таких сталей нужны специальные технологические меры, обеспечивающие получение качественного сварного соединения. Отрицательное влияние углерода на свариваемость связано с повышением склонности стали к образованию горячих и холодных трещин, с повышением хрупкости металла в зонах теплового влияния, из-за образования неравновесных структур.

Цель этой работы – оптимизация условий сварки конструкционной легированной хромистой стали 40Х, обеспечивающих создание требуемого уровня механических свойств металла сварного соединения, и предотвращение образования нежелательных структурно-фазовых превращений в зоне термического влияния (ЗТВ), а также сравнение с её заменителем сталью 45.

Сталь 40Х также как и сталь 45 является доэвтектоидной, т.е. структура данной стали состоит из зерен перлита и феррита. Исходные микроструктуры обеих сталей 45 и 40Х представлены на рисунке 1.

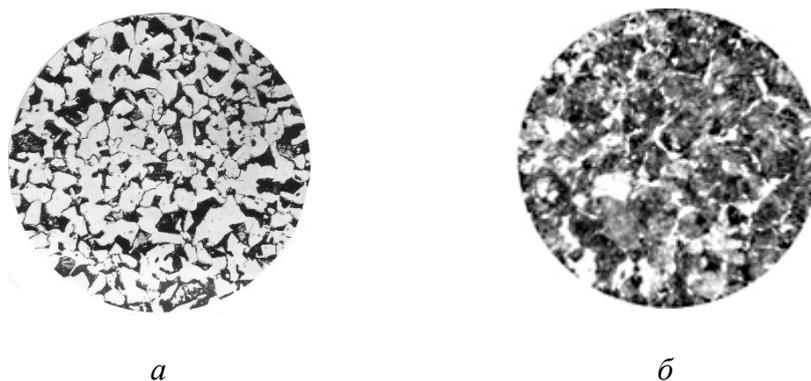


Рисунок 1 – Микроструктуры сталей 45 (а) и 40Х(б) ( $\times 300$ )

Отличия сталей по химическому составу связано с наличием хрома. В стали с 0,1 – 0,12 % С содержание до 3 % Cr сохраняет хорошую свариваемость стали. При содержании 5 % Cr сталь сваривается удовлетворительно. При повышении содержания углерода (до 0,25 %) содержание хрома до 2 % сохраняет у стали достаточно хорошую свариваемость. При большем содержании хрома свариваемость стали значительно ухудшается. Влияние хрома на ухудшение свариваемости связано с несколькими факторами. Хром повышает склонность к закалке стали в зоне теплового влияния сварки. Карбиды, содержащие хром, более трудно растворимы,

чем  $Fe_3C$  и поэтому при сварочном нагреве аустенит в зоне теплового влияния (ЗТВ) будет менее однородным, чем в нелегированной стали, например, стали 45. При высоком содержании хрома сильно возрастает неоднородность свойств в ЗТВ, появляются участки с низкотемпературным мартенситом, и повышается склонность к образованию холодных трещин. Это приводит к повышению уровня остаточных напряжений в сварном соединении.

Химический состав сталей 45 и 40X различается только содержанием хрома, в стали 40X хрома содержится примерно в 4 раза больше. Получение качественного сварного соединения при участии стали 40X потребует дополнительные операции: предварительный подогрев до  $150\text{ }^\circ\text{C}$ ; термообработка после сварки – отжиг.

Измеренные значения микротвердости в сварных соединениях стали 40X представлены на рисунке 2.

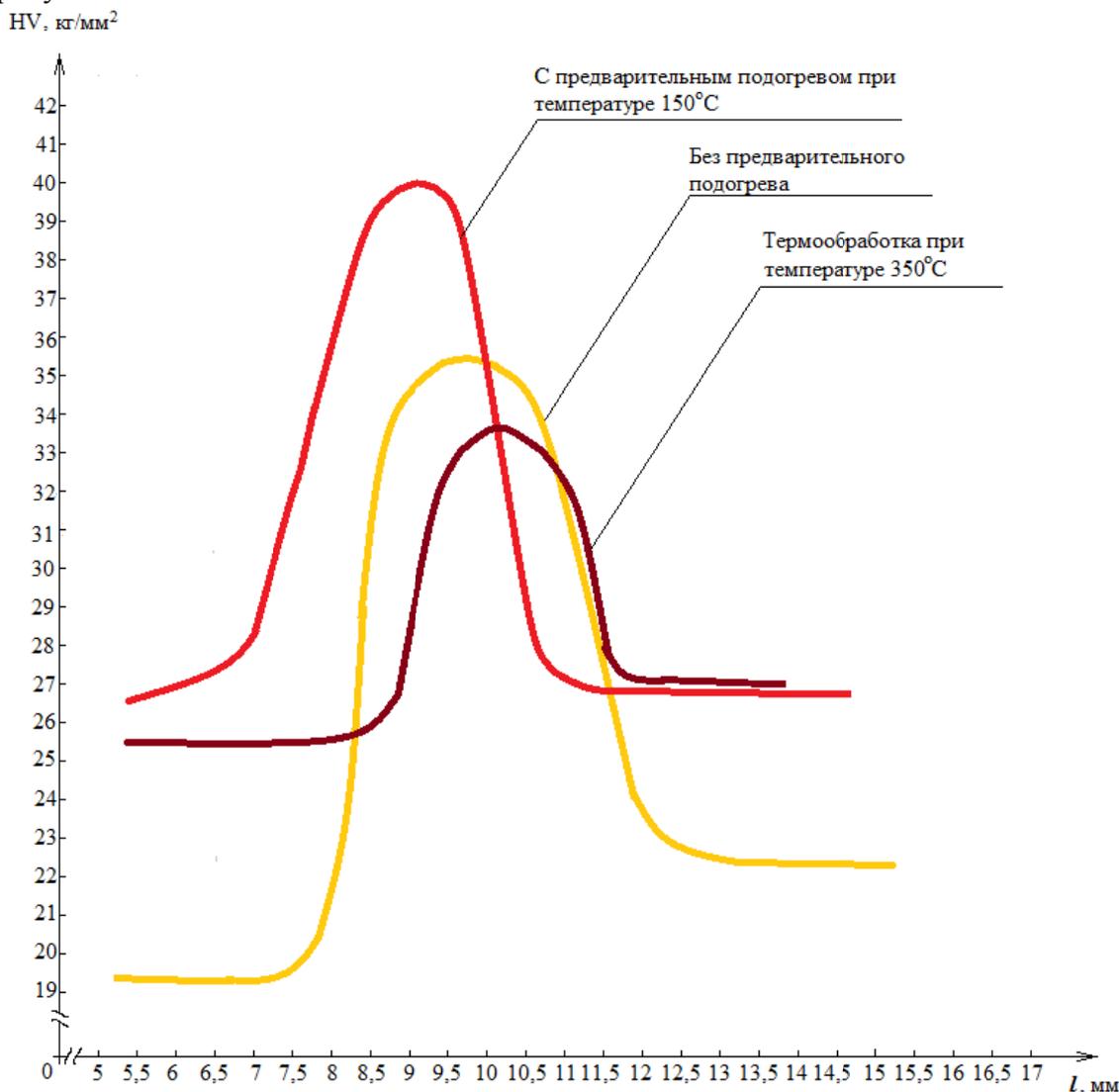


Рисунок 2 – Распределение в сварных соединениях из стали 40X

Возможность получения качественного сварного соединения с надлежащими свойствами зависит от состава свариваемой стали, технологии и условий сварки, толщины свариваемого металла, конструкции объекта и др. Даже трудно свариваемая сталь, склонная к образованию закалочных структур и холодных трещин при сварке, может быть с успехом сварена получением сварного соединения, удовлетворяющего всем требованиям, если обеспечить при сварке необходимую скорость нагрева и главное замедленное охлаждение или (и) провести термообработку сварного соединения сразу после сварки.