

УДК 620.192.46

Е.С.Бахвалов (6 курс, каф. СиЛТ), Б.С.Ермаков, д.т.н., проф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЛАДОСТОЙКОСТИ ЗТВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО В СЕВЕРНЫХ ОБЛАСТЯХ

Последние десятилетие характерно неуклонным перемещением основных мощностей нефте- и газодобывающей промышленности в более холодные регионы страны – Сибирь, Крайний Север, Сахалин. Это привело к изменениям условий эксплуатации оборудования. Если в центральной полосе России средняя температура самой холодной пятидневки не опускается ниже минус 23⁰С, то в условиях Северного Сахалина или Сургута она достигает минус 55⁰С и минус 58⁰С соответственно. Была поставлена задача, изучить особенности эксплуатации нефте и газодобывающего оборудования при температурных условиях этих регионов страны. Наиболее повреждаемая часть оборудования буровой установки это системы производства, транспортировки и реализации пара и сжатого газа. Повреждаемость этого оборудования в зимние месяцы в условиях Сургута в восемь раз превышает такие же показатели для оборудования установленного в Центральных районах страны. Наиболее опасным является холодный пуск оборудования, когда сжатый газ или пар высокого давления распространяется по системе, температура стенки металла которой, в момент пуска равна температуре окружающей среды. Происходит, так называемый газодинамический удар, приводящий к образованию трещин по ЗТВ сварных швов, с последующей опасностью разрушения трубопровода подачи пара и тампонирующее буровой установки.

Наибольшую опасность представляют участки деформационного старения ЗТВ сварных швов, т.е. зона разогрева температур ниже температуры рекристаллизации металла. Эта зона характеризуется протекающей в ходе сварки металла пластической деформацией, возникновением и накоплением хрупких и усталостных дефектов. Чтобы избежать подобных разрушений, необходимо повышать прочность и хладостойкость ЗТВ сварных швов, тем самым, повышая предел выносливости металла и сопротивление холодному разрушению. Такого эффекта можно добиться либо термической обработкой металла после сварки, либо микролегированием стали. Понятно, что в условиях Крайнего Севера, первый вариант не применим, т.к. сборка и сварка трубопроводов ведется в максимально упрощенных полевых условиях, а термообработка потребует дополнительных материальных и физических затрат.

Таким образом, необходимо проработать второй вариант.

В данной работе были проведены испытания на образцах вырезанных из емкости и трубопровода. На них была проведена термомеханическая обработка, имитирующая зону термического влияния и соответствующие ей деформации и остаточные напряжения после сварки, созданная путем одноосного статического растяжения образцов при повышенных температурах. Образцы были выбраны из стали 10 и 20. Дополнительно, были испытаны образцы из опытных сталей, микролегированных ванадием и ниобием.

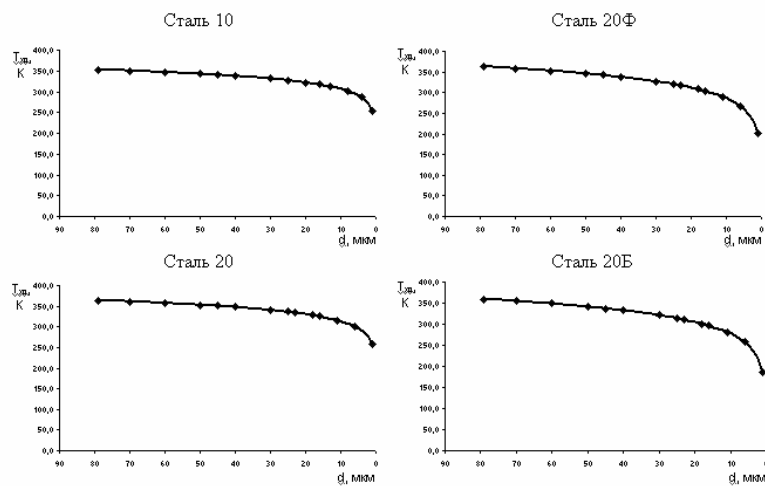


Рис. 1. Влияние размеров зерен на переходную температуру вязко-хрупкого перехода сталей после деформационного старения

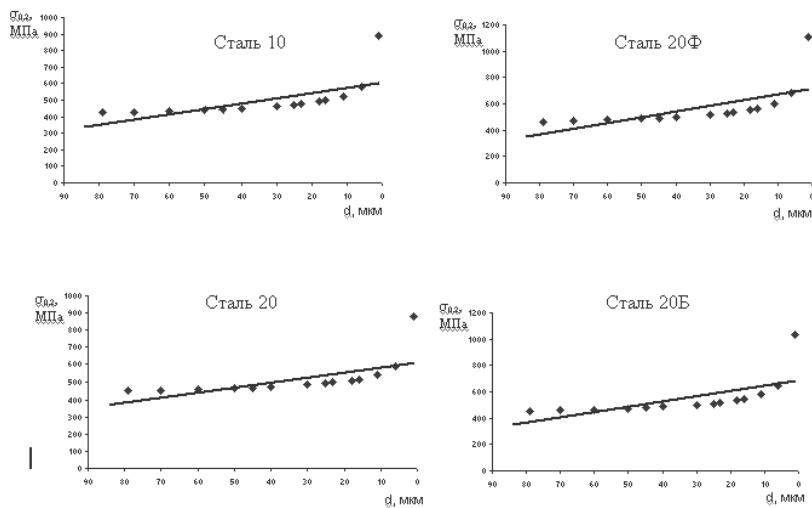


Рис. 2. Влияние размеров зерен на предел текучести сталей после деформационного старения

Результаты исследования свойств зоны деформационного старения ЗТВ сварных швов сталей показаны на рис. 1 и 2. В табл. 1,2 приведены уравнения регрессии изменения температуры вязко-хрупкого перехода и предела текучести от размеров зерна стали. Как следует из данных, приведенных на рис. 1, 2, по мере уменьшения размеров зерен в сталях наблюдается рост предела текучести и уменьшение температуры вязко-хрупкого перехода.

Таблица 1. Взаимосвязь зерен углеродистых сталей с температурой вязко-хрупкого превращения в условиях деформационного старения.

Марка стали	Уравнения регрессии	Число точек	Стандартное отклонение
10	$T_{xp} = 410 - 44,9 \ln d^{-1/2}$	14	14,3
20	$T_{xp} = 426 - 48,7 \ln d^{-1/2}$	14	12,6
20Ф	$T_{xp} = 457,1 - 74,1 \ln d^{-1/2}$	14	11,7
20Б	$T_{xp} = 460 - 79,1 \ln d^{-1/2}$	14	14,9

Таблица 2. Взаимосвязь размеров зерен углеродистых сталей с пределом текучести в условиях деформационного старения.

Марка стали	Уравнения регрессии	Число точек
10	$\sigma_{0,2} = 364,7 + 16,7 d^{-1/2}$	14
20	$\sigma_{0,2} = 392,2 + 15,3 d^{-1/2}$	14
20Ф	$\sigma_{0,2} = 384,8 + 22,8 d^{-1/2}$	14
20Б	$\sigma_{0,2} = 381,7 + 20,6 d^{-1/2}$	14

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что микролегирование низкоуглеродистых сталей измельчает зерно, увеличивает предел текучести стали и понижает температуру вязко-хрупкого перехода, тем самым, продлевая срок службы оборудования, эксплуатируемого в условиях Крайнего Севера.