

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА ВИД ИЗЛОМА ОБРАЗЦОВ ШАРПИ И УРОВЕНЬ УДАРНОЙ ВЯЗКОСТИ СТАЛЕЙ ТИПА 06Г2СМБД

Полухина О.Н.

Руководители проф., д.т.н. Фарбер В.М., к.т.н. Селиванова О.В.
УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
sov23@mail.ru

Материалом исследования являлись трубные стали типа 06Г2СМБД различных производителей, химический состав которых приведен в таблице 1. Термическая обработка проводилась в печах типа СНОЛ 2.3.1,5/10 по режимам:

- закалка: $T_H = 860$ °С, выдержка 30 мин., охлаждение в воде.
- изотермическая выдержка: $T_H = 860$ °С выдержка 30 мин., переохладение на воздухе $T_{II} = 680$ °С выдержка 2, 5, 10 мин. с последующим охлаждением в воде.
- старение при температурах $T_c = 150, 250$ °С с различными выдержками.

Таблица 1

Химический состав исследованных образцов, масс. %

Сталь	C	Mn	Si	S	P	V	Nb	Ti	Cu	Ni	Cr	Mo
1	0,08	1,85	0,39	0,001	0,013	0,02	0,05	0,02	0,17	0,22	0,19	0,13
2	0,06	1,82	0,21	0,004	0,005	0,04	0,04	0,02	0,24	0,22	0,02	0,18
3	0,07	1,67	0,27	0,002	0,007	0,02	0,05	0,01	0,18	0,20	0,18	0,20

Фрактографические поверхности разрушения образцов стали 1 приведены в таблице 2, $T_{исп} = -20$ °С.

Образец из стали 1 разрушился полностью вязко. Поверхность излома хорошо развита, большая степень утяжки – ярко выраженные губы среза. Зона стабильного роста трещины занимает около 40% поверхности излома, волокнистая зона - 60%. В волокнистой зоне есть два крупных и одно среднего размера расщепления.

В образцах Шарпи стали 1 после проведения изотермической выдержки расщеплений на поверхности не наблюдается. Ударная вязкость образцов стали 1 после изотермической выдержки 2 минуты сопоставима с величиной ударной вязкости исходного образца и составляет 232 Дж/см². Увеличение времени выдержки до 10 минут значительно снижает ударную вязкость, в изломе нарастает доля хрупкой составляющей, что связано, вероятно, с выделением специальных карбидов по границам зерен в

результате выдержки. После закалки уровень вязкости сопоставим с таковым в исходном состоянии и составляет 250 Дж/см².

Таблица 2

Поверхности разрушения образцов стали 1, T_{исп} = -20 °С.

Режим ТО	Исходное состояние	Изотермическая выдержка 2 мин.	Изотермическая выдержка 10 мин.	Закалка
Поверхности разрушения, х3				
Дж/См ² KCV,	250	232	158	250

Фрактографические поверхности разрушения образцов стали 2 приведены в таблице 3, T_{исп} = -20 °С.

Таблица 3

Поверхности разрушения образцов стали 2, T_{исп} = -20 °С

Режим ТО	Исходное состояние	Изотермическая выдержка 2 мин.	Изотермическая выдержка 10 мин.	Закалка
Поверхности разрушения, х3				
Дж/См ² KCV,	273	146	126	255

Образец из стали 2 T_{исп} = -20 °С разрушился полностью вязко. Поверхность излома хорошо развита, большая степень утяжки – ярко выраженные губы среза. Зона стабильного роста трещины занимает около 60 % поверхности излома, волокнистая зона – 30 %. После изотермической

выдержки расщеплений на поверхности изломов не наблюдается. С увеличением времени изотермической выдержки в изломе нарастает доля хрупкой составляющей, наблюдается хрупкий квадрат, KCV падает до 126 Дж/см². После закалки стали 2 на поверхности образцов Шарпи расщепления не обнаруживаются, на образцах имеется утяжка. Уровень ударной вязкости высокий и составляет порядка 250 Дж/см².

Поверхности разрушения стали 3, обработанной по режиму старение при температурах T_c=150, 250°C с различными выдержками, приведены в таблице 4.

Таблица 4

Поверхности разрушения образцов стали 3, T_{исп} = -80 °C

Режим ТО	Исходное состояние	Старение при 150 °C	Старение при 250 °C	Закалка
Поверхности разрушения, х3				
Дж/см ² KCV,	170	207	350	278

После старения образцов стали 3 при температурах 150 и 250 °C на ударных образцах присутствуют расщепления, уровень ударной вязкости высокий (~350...400). После старения при 250 °C видны небольшие практически равноосные, глубокие расщепления.

После закалки в изломах появляются области хрупкого скола, доля хрупкой составляющей увеличивается до 70% с понижением температуры до T_{исп} = -80 °C.

Найдено, что закалка во всех исследованных сталях не приводит к снижению ударной вязкости. В сталях 1, 3 после закалки на поверхности излома не наблюдаются расщепления, характерные для ударных образцов в исходном состоянии.