

© С.В. Беликов, М.С. Карабаналов, О.Ю. Корниенко, К.И. Сергеева,  
С.А. Мусихин, 2012 г.

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

г. Екатеринбург  
kc985432@mail.ru

## ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СТАЛИ 13ХФА ПРИ ЗАКАЛКЕ ИЗ АУСТЕНИТНОЙ ОБЛАСТИ И МКИ

Основным конструктивным элементом современных газонефтепроводных магистралей являются изготовленные металлургической промышленностью трубы. Надежность и долговечность эксплуатации трубопроводов высокого давления зависит от качества металла труб. Требования, предъявляемые к металлу труб сводятся к тому, что он должен иметь, возможно, более высокую прочность, обладать высокой вязкостью и сопротивлением вязкому и хрупкому разрушению при температурах строительства и эксплуатации, а также иметь хорошую пластичность, коррозионную стойкость и свариваемость.

На сегодняшний день актуальной проблемой является разработка режимов обработки экономнолегированных сталей для получения высокого комплекса механических свойств.

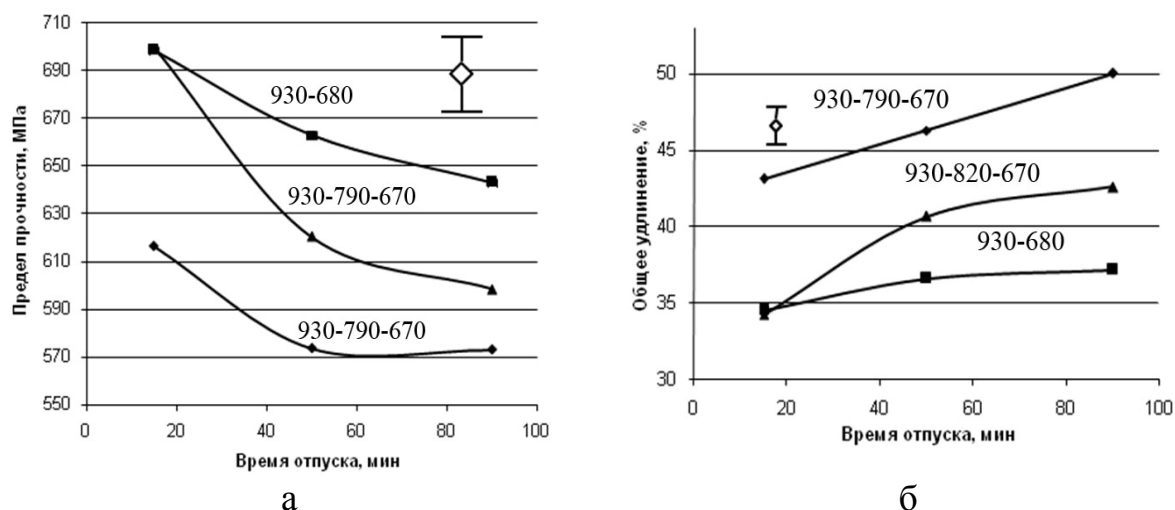


Рис. 1. Изменение механических свойств для стали 13ХФА:  
а) изменение предела прочности от времени отпуска; б) изменение  
относительного удлинения от времени отпуска

В данной работе проводилось сравнение комплекса механических свойств, получаемого в стали 13ХФА после закалки из аустенитной области (930 °С) и высокого отпуска, с комплексом свойств после двойной

закалки (вторая закалка из МКИ, 930–790 или 820 °С) и высокого отпуска. Ниже приведены зависимости изменения некоторых, наиболее важных механических свойств, от времени отпуска, при варьировании температуры закалки. Из графика (рис. 1а) видно, что значения предела прочности, достигаемые при отпуске исследуемой стали предварительно закаленной от температуры 930 °С выше, чем значения предела прочности для стали подвергнутой двойной закалке 930–790 °С. Разница в значениях  $\sigma_b$  после 90 минут выдержки составляет 70 МПа. Повышение температуры нагрева в МКИ до 820 °С приводит к снижению разницы в прочностных свойствах на 25 МПа (выдержка при отпуске 90 мин.), что связано с увеличением объемной доли упрочняющей фазы, получаемой в результате закалки.

Пластичность, в частности общее удлинение (рис. 1б), меняется обратным образом. Т.е. повышение температуры нагрева под закалку, в рассматриваемых пределах, ведет к снижению относительного удлинения исследуемой стали. Так общее удлинение исследуемой стали после закалки от 930 °С и высокого отпуска, продолжительностью 90 мин., ниже на 13 % чем после двойной закалки 930–90 и высокого отпуска.

Зависимость изменения ударной вязкости от времени отпуска приведена на рис. 2. На графике наглядно показано, что сталь после закалки из МКИ имеет более высокие значения ударной вязкости.

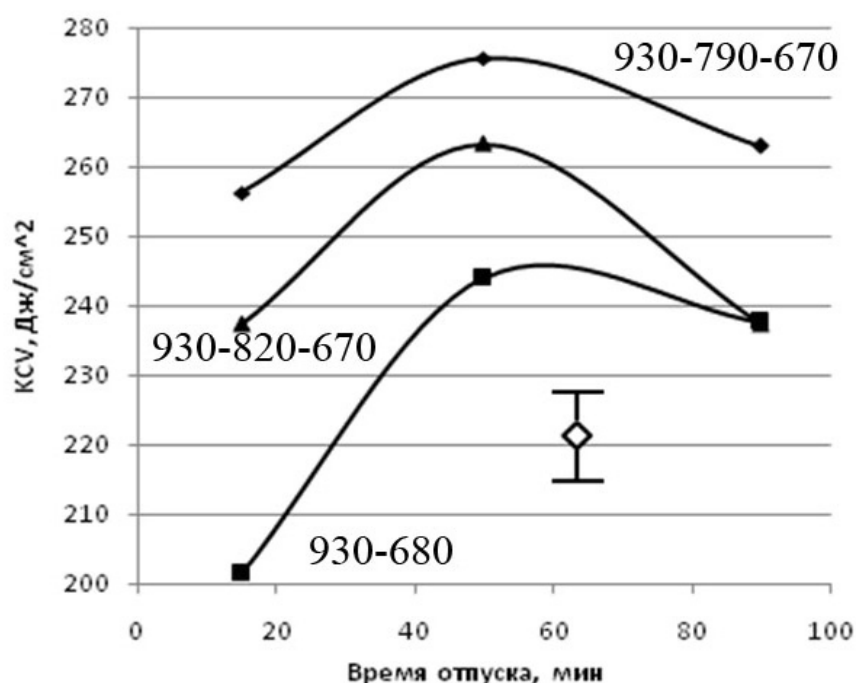


Рис. 2. Зависимость изменения ударной вязкости от времени отпуска для стали 13ХФА

Анализ полученных результатов показал, что во всех рассматриваемых режимах термической обработки, отпуск длительностью менее 15 мин. не позволяет получить высокое сочетание прочности, пластичности и ударной вязкости. При малых выдержках достигаются высокие значения предела прочности, при этом ударная вязкость находится на относительно низком уровне. Увеличение времени выдержки при отпуске приводит к повышению конструктивной прочности исследуемой стали. Установлено, что наиболее оптимальной выдержкой при отпуске для стали 13ХФА, после одинарной закалки, является 50 минут. Такая продолжительность отпуска позволяет резко повысить KCV и  $\delta$ , сохраняя прочностные характеристики стали на достаточно высоком уровне.