

УДК 669.72

***А. А. Барабашова, А. Р. Хамбалеев, О. Н. Полухина***

Уральский федеральный университет имени первого президента России Б. Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург

*\*sov23@mail.ru*

Научный руководитель – доцент, канд. техн. наук *О. В. Селиванова\**

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ТРУБНЫХ СТАЛЕЙ ТИПА 06Г2МБ ПОСЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ В МЕЖКРИТИЧЕСКОМ ИНТЕРВАЛЕ ТЕМПЕРАТУР

В работе методами оптической микроскопии изучены структура низкоуглеродистых экономнолегированных сталей после контролируемой прокатки, а также после различных режимов термической обработки. Рассмотрено влияние температуры нагрева и скорости охлаждения на механические свойства исследуемых сталей.

*Ключевые слова:* контролируемая прокатка, межкритический интервал, трубные стали.

***A. A. Barabashova, A. R. Hambaleev, O. N. Polukhina***

## STUDY OF KINETICS OF PHASE TRANSFORMATIONS LOW CARBON STEELS

In this work by means of optical microscopy the structure of low-carbon lowalloyed steels after controlled rolling and after different heat treatment regimes was studied. The influence of heating temperature and cooling rate on the mechanical properties of this steels was investigated.

*Keywords:* controlled rolling, inter-critical interval, pipe steels.

В работе исследованы стали 08Г2МБ (0,08% С, ~2% Мн, 0,2% Мо,  $\Sigma$  (Ti-V-Nb)  $\approx$  0,15%, 0,004% N, 0,04% Al, 0,004% S, 0,007% P) и 05Г2МБ (0,05% С, ~2% Мн, ~0,02% Ti, ~0,024% Nb, 0,49% Cu, 0,004% N, 0,04% Al, 0,004% S, 0,007% P). Структуру и свойства сталей изучали после контролируемой прокатки и ускоренного охлаждения, а также после термической обработки по различным режимам.

В результате микроструктурных исследований в обеих сталях определен межкритический интервал температур (МКИ), который составил 730...870 °С, при этом при обработке в нижнем интервале МКИ среда охлаждения после нагрева не влияет на вид структуры, при этом сохраняется текстура, характерная для сталей после КП+УО [1]. Увеличение  $T_n$  в МКИ приводит к повышению в структуре доли продуктов распада переохлажденного аустенита по сдвиговому механизму. Наиболее существенное влияние среды охлаждения наблюдается после нагрева на

температуры, сопоставимые с  $A_{c3}$ . Охлаждение обеих сталей с температур выше  $870\text{ }^{\circ}\text{C}$  в воде и в масле приводит к формированию в структуре бейнита/мартенсита, после нормализации с  $T_H \geq 900\text{ }^{\circ}\text{C}$  в структуре наблюдается феррит+перлит.

В результате дюротрических исследований обнаружено, что после КП+УО твердость составила  $2220 \pm 20$  и  $2140 \pm 10$  МПа для стали 08Г2МБ и 05Г2МБ соответственно (рис. 1) Сталь 08Г2МБ обладает более высоким уровнем твердости, чем сталь 05Г2МБ. Это обусловлено большим содержанием УСС в структуре стали 08Г2МБ (14...18 %) по сравнению со сталью 05Г2МБ (10...15 %). Среда охлаждения оказывает влияние при аустенитизации в верхнем интервале МКИ и при температурах выше  $A_{c3}$ .

Охлаждение в разных средах (вода, воздух, масло) после нагрева в нижний интервал МКИ практически не влияет на структуру и твердость исследуемых сталей [2].

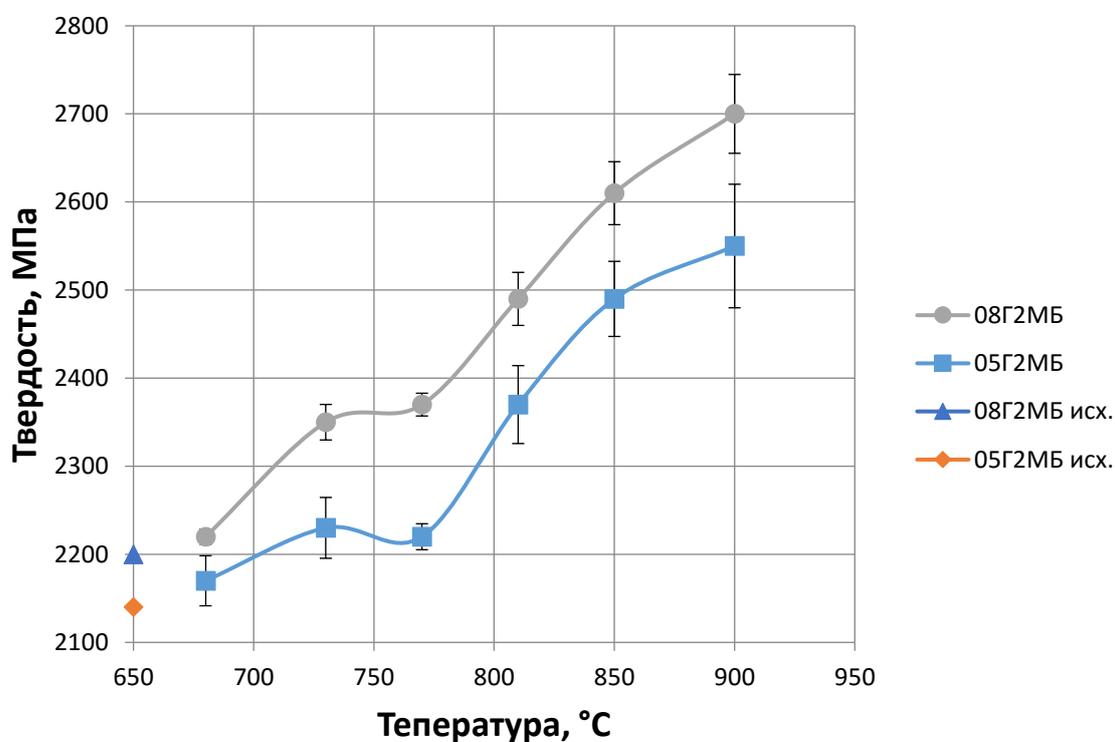


Рис. 1. Изменение твердости исследуемых сталей после закалки в масло от различных температур нагрева

Найдено, что оптимальный комплекс механических свойств ( $\sigma_{0,2} = 580$  МПа,  $\sigma_B = 690$  МПа,  $\sigma_{0,2}/\sigma_B = 0,83$ ,  $\delta = 26,5\%$ ), удовлетворяющий требованиям АРІ-Х80, наблюдается в стали 08Г2МБ после высокого отпуска при  $T_H = 680\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Отпуск стали 05Г2МБ при  $T_H = 680\text{ }^{\circ}\text{C}$  не обеспечил уровень механических свойств ( $\sigma_{0,2} = 530$  МПа,  $\sigma_{0,2}/\sigma_B = 0,95$ ), соответствующий требованиям АРІ-Х80 (рис. 2).

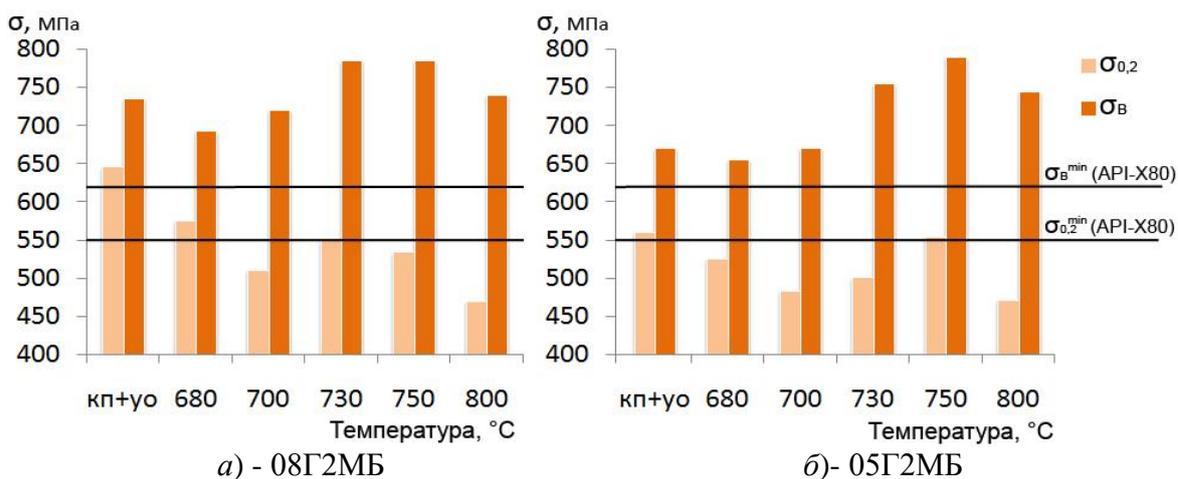


Рис. 2. Прочностные свойства сталей после нагрева на различные температуры (охлаждение на воздухе)

Охлаждение в разных средах (вода, воздух, масло) после нагрева в нижний интервал МКИ практически не влияет на структуру и твердость исследуемых сталей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности структуры и свойств опытных партий труб категории прочности K65 (X80), изготовленных для комплексных испытаний / И. Ю. Пышминцев [и др.] // Наука и техника в газовой промышленности. 2009. № 1. С. 56 – 61.
2. Мак Лин Д. Механические свойства металлов. М. : Metallurgy, 1965. 365 с.