

УДК 669.72

**Д. С. Култышева, Г. Д. Кореннов, О. В. Селиванова\***,

**В. А. Хотинов, Я. А. Кылосова**

Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

\*sov23@mail.ru

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ДЕФОРМАЦИИ И ОТЖИГА НА СТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СРЕДНЕУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ**

Изучено влияние предварительной деформации величиной 2 % и последующего низкотемпературного отжига при 250 °С на структуру и механические свойства среднеуглеродистых сталей 37Г2С и 37ХГФ.

*Ключевые слова:* среднеуглеродистая сталь, предварительная деформация, закалка, отпуск, кривые растяжения.

**D. S. Kultisheva, G. D. Korennov, O. V. Selivanova,**

**V. A. Khotinov, Y. A. Kylosova**

## **RESEARCH OF THE PRE-STRAIN AND ANNEALING EFFECT ON THE STRUCTURE AND MECHANICAL BEHAVIOR OF MEDIUM CARBON STEELS**

The influence of pre-strain value of 2 % and subsequent low-temperature annealing at 250 °C on the structure and mechanical properties of medium carbon steels 37G2S and 37HGF.

*Key words:* medium-carbon steels, pre-strain, quenching, tempering, strain-stress curves.

**М**атериалом исследования являлись среднеуглеродистые стали промышленной выплавки, используемые для изготовления бесшовных насосно-компрессорных и обсадных труб, химический состав которых приведен в табл. 1.

*Таблица 1*

**Химический состав исследованных сталей, мас. %**

Сталь	C	Mn	Cr	Si	S	P	Mo	V
37Г2С	0,37	1,30	—	0,44	0,020	0,020	—	—
37ХГФ	0,36	0,69	0,57	0,25	0,012	0,016	0,08	0,08

Образцы исследуемых сталей подвергали улучшению [1]: закалка-

ке от 850 °С и отпуску при 650 °С с выдержкой 1 ч с последующим охлаждением в воде. Дальнейшая обработка включала в себя наложение небольшой пластической деформации ( $\delta \sim 2\%$ ) в испытательной машине и старение при 250 °С в течение 1 ч с охлаждением на воздухе.

Улучшение исследованных сталей приводит к формированию в структуре сорбита отпуска [2]. Такая структура обеспечивает следующий комплекс механических свойств:  $\sigma_{0,2} = 680$  МПа,  $\sigma_B = 770$  МПа,  $\delta = 21\%$ ,  $\psi = 66\%$  в стали 37 Г2 С и  $\sigma_{0,2} = 860$  МПа,  $\sigma_B = 910$  МПа,  $\delta = 16\%$ ,  $\psi = 52\%$  в стали 37ХГФ (табл. 2).

Таблица 2

**Механические свойства исследуемых сталей после обработки**

Сталь	Обработка	$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\delta_T$ , %	$\delta_p$ , %	$\delta_c$ , %	$\delta$ , %	$\psi$ , %
37Г2С	Улучшение	680	770	3,1	7,6	10,3	21	66
	Улучшение + + деф. + отжиг	815	830	0,2	2,5	11,3	14	55
37ХГФ	Улучшение	860	910	2,9	4,5	8,6	16	52
	Улучшение + + деф. + отжиг	960	960	1,8	—	8,2	10	44

Деформация и последующий низкотемпературный отжиг приводят к заметному изменению как хода кривых растяжения, так и уровня механических свойств исследованных сталей (табл. 2). Предел текучести возрастает на 180 и 140 МПа в сталях 37 Г2 С и 37ХГФ соответственно, временное сопротивление увеличивается на 120–145 МПа, для обеих сталей характерно снижение  $\Delta\delta$  на 6–7 %,  $\Delta\psi$  на 8–11 %. При этом резко уменьшается протяженность равномерной стадии у стали 37Г2С  $\delta_p$  падает с 7,6 до 2,5 %, у стали 37Г2С – с 4,5 до 0 %. Однако, несмотря на столь значительное уменьшение пластичности равномерной стадии растяжения, на сосредоточенной стадии пластические свойства сохраняются на достаточно высоком уровне ( $\delta_c \cong 8–11\%$ ).

**ЛИТЕРАТУРА**

- 1 Новиков И. И. Теория термической обработки металлов : учебник. М. : Металлургия, 1986. 392 с.
- 2 Лахтин М. Ю. Металловедение и термическая обработка металлов : учебник. М. : Металлургия, 1983. 320 с.