

А. М. БОРЗДЫКА

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЛЗУЧЕСТИ
ХРОМНИКЕЛЕВОЙ И ХРОМОМАРГАНЦОВОЙ
ТЕПЛОУСТОЙЧИВОЙ СТАЛИ ТИПА 14/14

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 15 I 1948)

Преыдущими исследованиями (¹⁻⁴) было установлено, что замена никеля марганцем в стали на хромоникелевой основе при условии сохранения аустенитной структуры не вызывает снижения теплоустойчивых (жаропрочных) свойств. Эти выводы были сделаны на основании как кратковременных разрывных испытаний при высоких температурах, так и испытаний на ползучесть (крип). Однако последние испытания в силу необходимости первоначально проводились сокращенным методом: длительность опытов составляла 48—100 час. В последнее время достоверность результатов укороченных испытаний на крип многими исследователями берется под сомнение. В связи с этим мы сочли целесообразным испытать несколько марок хромоникелевой и хромомарганцовой стали длительным методом.

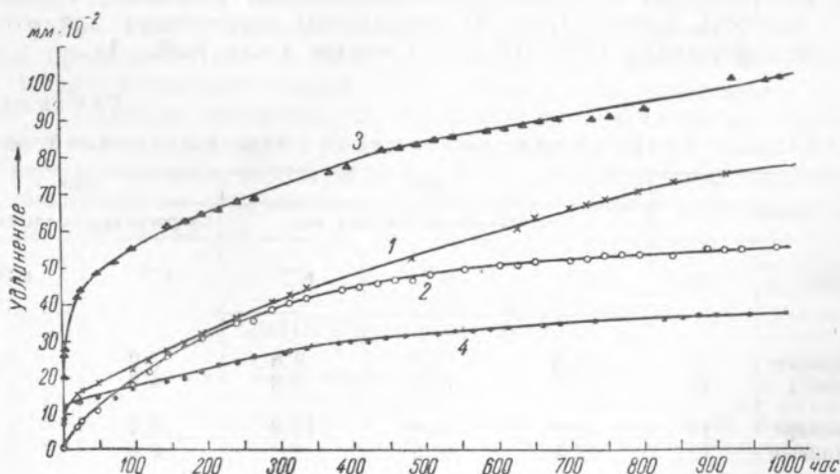


Рис. 1. Сталь ХНВМ (0,13% С). 1 — 600°, $\sigma=12$ кг/мм²; 2 — 500°, $\sigma=21$, 6 кг/мм²; 3 — 500°, $\sigma=25,6$ кг/мм²; 4 — 600°, $\sigma=10$ кг/мм²

Исследованы четыре марки стали типа 14/14: две на хромоникелевой и две на хромомарганцовой основе. Каждая пара марок включает в себя малоуглеродистую (~0,15%С) и среднеуглеродистую (~0,5%С) сталь. Во всех марках присутствует около 2,5% вольфрама. Обе хромоникелевые стали относятся к аустенитно-карбидному классу (⁵).

Из хромомарганцовых сталей среднеуглеродистая также принадлежит к аустенитно-карбидному классу, малоуглеродистая — к феррито-аустенитному. Относительное количество α -фазы в последней стали, в зависимости от термической обработки, составляет от 10 до 25%.

Каждая сталь испытывалась в двух вариантах термической обработки: а) после закалки с общепринятых температур (1000—1100°) и б) после закалки с весьма высоких температур (1200—1250°).

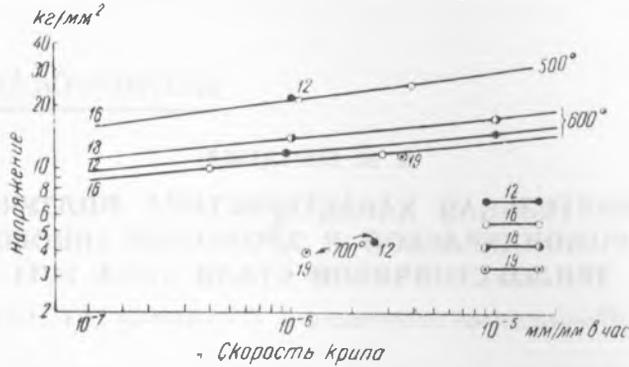


Рис. 2. 12 — ХНВ, 0,5% С; 16 — ХНВ, 0,1% С; 18 — ХМВ, 0,5% С; 19 — ХМВ, 0,1% С

Испытания на ползучесть производились изотермическим методом, т. е. при постоянных нагрузке и температуре. Длительность опытов была доведена до 1000 час. Температурный режим опытов и методика измерения деформаций ползучести соответствовали рекомендуемому ГОСТ 3248-46 методу.

В результате испытаний для каждой стали были получены кривые «удлинение — время» (пример на рис. 1), по которым подсчитывались скорости ползучести в различные интервалы времени. Путем графической интерполяции в логарифмической системе координат «напряжение — скорость крипа» (рис. 2) определены напряжения для относительной деформации 10⁻⁵, 10⁻⁶ и 10⁻⁷ мм/мм в час (табл. 1).

Таблица 1

Предельные напряжения ползучести опытных сталей (кг/мм²)

Сталь		600°			700°	
		Скорость крипа, мм/мм в час			Скорость крипа, мм/мм в час	
Тип	Марка	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶	10 ⁻⁷	10 ⁻⁵	10 ⁻⁶
Хромоникелевые	12	15,0	12,0	9,6	7,0	4,5
	16	13,5	11,0	8,8	6,0	4,0
Хромомарганцовые	18	18,0	14,0	11,0	7,0	5,0
	19	13,5	10,5	—	6,0	4,0

Из экспериментальных данных следует, что по сопротивляемости ползучести при 500—800° хромовольфрамомарганцовая сталь не только не уступает хромовольфрамоникелевой, но даже превосходит ее. Так, предельные напряжения ползучести для среднеуглеродистой хромомарганцовой стали при 600° на 20% выше, а при 700° на 10—15% выше напряжений для хромоникелевой стали с аналогичным содержанием углерода. Характеристики ползучести малоуглеродистой хромомар-

ганцовой стали практически одинаковы с таковыми малоуглеродистой хромоникелевой стали, несмотря на отмеченное различие в их структуре.

Тот факт, что феррито-аустенитная хромомарганцовая сталь по сопротивлению ползучести вполне выдерживает сравнение с аустенитной хромоникелевой сталью, сам по себе является достаточно примечательным. Он может быть объяснен большей теплоустойчивостью (жаропрочностью) хромомарганцового аустенита сравнительно с хромоникелевым, компенсирующей снижение теплоустойчивости за счет появления α -фазы. Лишь увеличение количества α -фазы выше 20—25% вызывает ощутимое понижение общей теплоустойчивости сплава, и сопротивление ползучести двухфазной хромомарганцовой стали становится ниже, чем однофазной хромоникелевой (рис. 3).

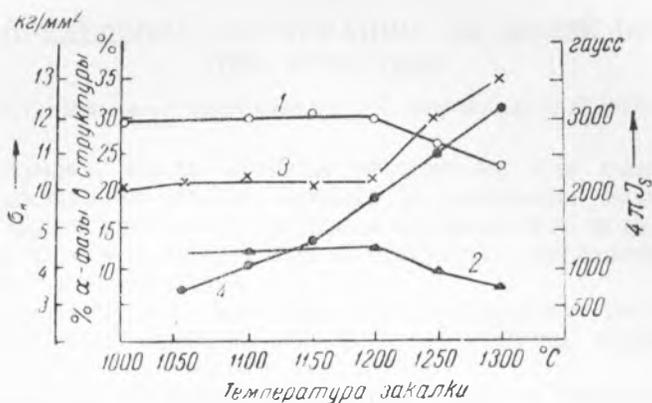


Рис. 3. 1 — предел ползучести σ_k при 600°; 2 — σ_k при 700°; 3 — содержание α -фазы в процентах, 4 — магнитное насыщение $4\pi J_s$

Представленные в табл. 1 показатели ползучести получены на материале, термически обработанном при умеренно высоких температурах (1000—1100°). С повышением температуры исходной термообработки предельные напряжения ползучести как для хромоникелевой, так и для хромомарганцовой аустенитной стали существенно возрастают (6), причем преимущество хромомарганцовой стали над хромоникелевой выявляется еще в большей степени.

Вышеизложенное подтверждает, что микроструктура сплава подчас оказывает на сопротивление ползучести большее влияние, чем его химический состав.

Поступило
4 I 1948

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ А. М. Борздыка, Качественная сталь, № 4 (1934); № 8 (1937). ² А. М. Борздыка, Техника воздушного флота, № 8 (1934). ³ А. Борздыка и С. Вольфсон, Качественная сталь, № 8/9 (1936). ⁴ Н. А. Минкевич и А. М. Борздыка, Металлург, № 1 (1939). ⁵ А. Борздыка и К. Ланская, Металлург, № 10 (1940). ⁶ А. М. Борздыка, Сталь, № 6 (1945).