

А. А. Гусев¹, А. Н. Мушников²,¹ Уральский федеральный университет

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

² Институт машиноведения УрО РАН, г. Екатеринбург

Научный руководитель — проф., д-р техн. наук М. А. Гервасьев

СТРУКТУРА, ФАЗОВЫЙ СОСТАВ И СВОЙСТВА ВЫСОКОМАРГАНЦЕВЫХ АУСТЕНИТНЫХ СТАЛЕЙ

В работе исследованы Fe–Mn–C и Fe–Mn–Si–C стали. Используются рентгеноструктурный, электромикроскопический и магнитометрический анализы. Показано как изменяется в процессе деформации на растяжение состав стали.

Ключевые слова: аустенитные стали, фазовый состав, мартенсит деформации, TRIP/TWIP-эффект.

A. A. Gusev, A. N. Mushnikov

STRUCTURE, PHASE COMPOSITION, AND PROPERTIES OF HIGH-MANGANESE AUSTENITIC STEELS

Fe–Mn–C and Fe–Mn–Si–C steels were investigated in this work. X-ray diffraction, electron microscopy and magnetometric analyzes were used. Effect of tensile deformation on phase composition of steel is shown.

Key words: austenitic steels, phase composition, strain martensite, TRIP/TWIP-steels.

В ходе данной работы материалом для исследования служила аустенитная сталь на базе Fe–Mn и Fe–Mn–Si. Традиционно данные стали используются в качестве износостойких и кавитационностойких сталей. В последние годы появилось много работ, где такие стали используются в качестве конструкционных [1, 2, 3]. В работе исследованы стали 40Г20 и 25Г20С3 (табл. 1).

Таблица 1

Химический состав исследуемых материалов

Сталь	Химический состав, %						
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
40Г20	0,40	0,22	20,04	0,015	0,017	1,10	0,13
	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
25Г20С3	0,25	3,15	20,65	0,018	0,018	1,07	0,19

Просвечивающая электронная микроскопия позволила выявить структуру стали (рис. 1). В структуре материала после закалки наблюдается γ -аустенит и ϵ -фаза, возникшая при пластической деформации.

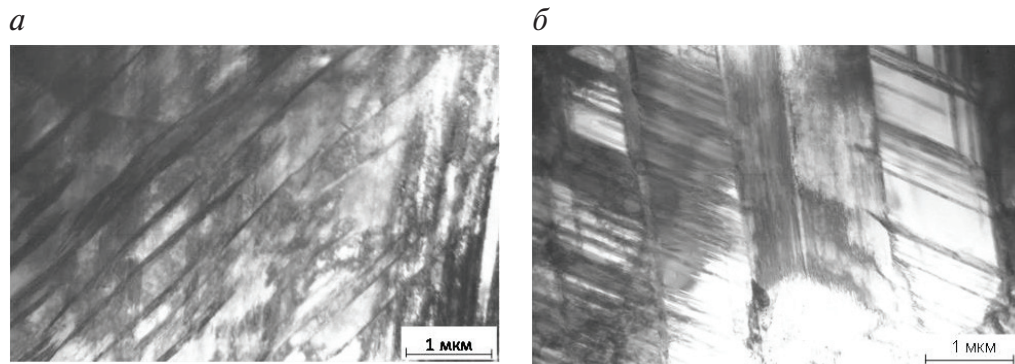


Рис. 1. Структура образцов после закалки 1050 °С:
а – 40Г20; б – 25Г20С3

Проведен рентгеноструктурный фазовый анализ стали (табл. 2).

Таблица 2

Фазовый состав

Марка стали	Состояние материала	Фазовый состав
Ст40Г20	После термообработки	γ -Fe, 100 %
Ст25Г20С3	После термообработки	γ -Fe, 99 %
		α -Fe, < 1 %

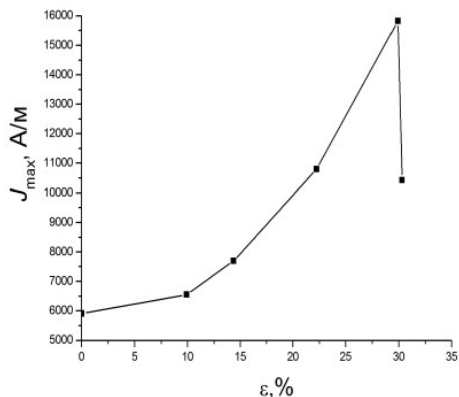
Видно, что стали 40Г20 и 25Г20С3, закаленные на 1050 °С, имеют двухфазную структуру (γ -аустенит и ϵ -фазу) и небольшое количество α -фазы.

Для определения зависимости намагниченности в процессе деформации использовалась гидравлическая машина Tinius Olsen серии Super «L 60». Показано, что при разрыве намагниченность закаленных образцов возрастает, что свидетельствует об образовании магнитной α -фазы.

При испытаниях на растяжение стали начинают деформироваться при относительно низких значениях нагрузки и кривые растяжения характеризуются большой равномерной деформацией. Образование шейки происходит только перед разрывом (рис. 2).

По результатам испытаний на растяжение были определены основные прочностные и пластические свойства исследуемых сталей (табл. 3).

а



б

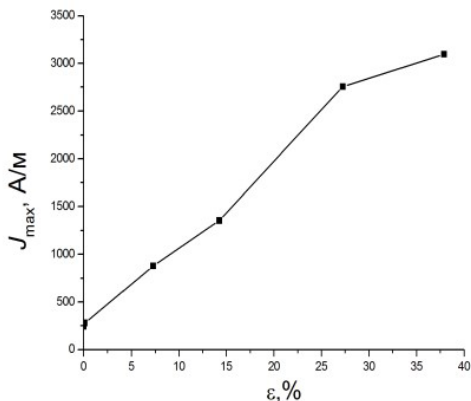


Рис. 2. Зависимость значения намагнитченности в процессе деформации:
а – 25Г20С3 закаленный; б – 40Г20 закаленный

Таблица 3

Механические свойства исследуемых сталей после закалки (1050 °С)

Сталь	σ_B	$\sigma_{0,2}$	δ	ψ
	МПа		%	
25Г20С3	820	320	30,3	16,8
40Г20	780	270	37,9	23,4

Из полученных значений следует вывод, что исследуемые стали имеют высокую пластичность, высокое временное сопротивление и низкий предел текучести. Прочностные свойства характеризуются значительным отличием предела текучести от временного сопротивления. Исследуемые стали имеют высокое относительное удлинение и относительно малое сужение.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что аустенитные стали являются перспективным конструкционным материалом и могут быть использованы в машиностроении в качестве материалов для глубокой вытяжки.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Steinmetz D. R., Jāpel T., Wietbrock B. Revealing the strain-hardening behavior of twinning-induced plasticity steels: Theory, simulations, experiments // Acta Materialia 61. 2013. P. 494–510.
- 2 Yan F. K., Tao N. R., Archie F. Deformation mechanisms in an austenitic single-phase duplex microstructured steel with nanotwinned grains // Acta Materialia 81. 2014. P. 487–500.
- 3 Pierce D. T., Jimémez J. A., Bentley J. The influence of stacking fault energy on the microstructural and strainhardening evolution of Fe–Mn–Al–Si steels during tensile deformation // Acta Materialia 100. 2015. P. 178–190.