

ИНТЕНСИВНАЯ ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И КОРРОЗИОННЫХ СВОЙСТВ ВЫСОКОАЗОТИСТОЙ АУСТЕНИТНОЙ СТАЛИ

Меркушкин Е.А.

Руководитель – профессор, д.т.н. Березовская В.В.

УрФУ им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург

evgenmerk89@mail.ru

Приведены испытания питинговой коррозии (ПК) новой высокоазотистой аустенитной стали (ВАС) 06X18AG19M2 в 3,5%-ном водном растворе NaCl после закалки от 1150°C, а также равноканального углового прессования (РКУП) с различной степенью деформации. Выполнены исследования механических свойств путем испытаний на сосредоточенный изгиб. После интенсивной пластической деформации (ИПД) методом РКУП ($e_N=1,8$) сталь показала более высокое сопротивление ПК, чем сталь 12X18H10T. Прочность стали при этом ($e_N=3,6$) существенно повысилась, а характер и механизм разрушения при снижении общей пластичности почти не изменились.

Как известно, азот находит широкое применение в высоколегированных коррозионностойких сталях, так как он позволяет улучшить коррозионные свойства и уменьшить содержание в них дефицитных легирующих элементов. Кроме того, он благоприятно влияет на механические свойства этих сталей.

Представляло научный интерес исследование влияния ИПД методом РКУП на механические и коррозионные свойства высокоазотистой аустенитной стали 06X18AG19M2.

Исследованная коррозионностойкая сталь химического состава (мас.%): 0,06% С, 0,65% Si, 19,13% Mn, 17,51% Cr, 0,13% Ni, 2,20% Mo, 0,81% N, 0,08% V, 0,018% P, 0,001% S, остальное Fe, была выплавлена методом электрошлакового переплава под давлением азота. После исходной обработки (ИО), включающей горячую пластическую деформацию прокаткой при 1200–1220°C и последующий отжиг при 1150°C в течение 1 часа с закалкой в воде, сталь была деформирована методом РКУП с различной степенью деформации в результате нескольких циклов прессования (2, 4 и 8). РКУП проводилось при температуре 450°C по маршруту Вс с углом пересечения каналов 120° (Рис. 1). В результате интенсивной пластической деформации были получены образцы со степенями истинной деформации $e_N = 1,8; 3,6$ и $7,2$, рассчитанной по формуле в работе [1].

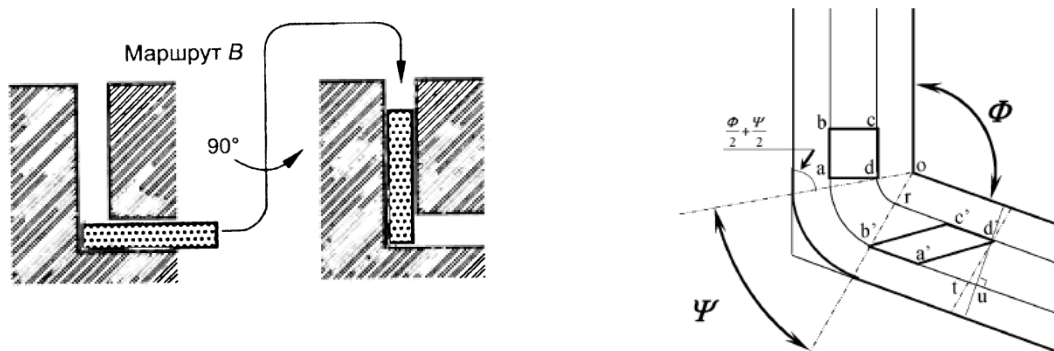


Рис. 1. Принцип РКУ прессования: $a-b-c-d$ и $a'-b'-c'-d'$ – элементы объема материала соответственно до и после РКУ прессования; Φ и Ψ – внутренний и внешний углы

$$(\Psi = \pi - \Phi) [1]$$

Исследования ПК проводили с использованием электрохимической лаборатории VoltaLab 10-PGZ100 в 3,5%-ном водном растворе NaCl комнатной температуры в соответствии с ГОСТ 9.912-89. В результате испытаний были получены кривые, по которым определили основные параметры ПК: E_{no} – потенциал питтингообразования; E_p – потенциал репассивации, при котором происходит восстановление пассивной пленки на поверхности металла при реверсивной поляризации, и $\Delta E = E_{no} - E_p$ – разность потенциалов.

Механические свойства стали исследовали путем испытаний на сосредоточенный изгиб со скоростью 0,15 мм/мин призматических образцов (8×8×50 мм) с V-образным надрезом по ГОСТ 9.901.1-89 с использованием машины Tinius Olsen H50KS.

Показано, что сталь 06X18AG19M2 после ИО способна к глубокой пассивации, которая нарушается с образованием питтингов только при потенциале 1,3 – 1,4 В. После РКУП со степенями деформации 3,6 и 7,2 E_{no} значительно снижается до значений –0,22 В и –0,27 В соответственно (табл. 1). Необходимо отметить, что после РКУП при степени деформации 1,8, E_{no} имеет значение 0,4 В, что превышает по этому показателю сталь 12X18H10T, согласно ранее проведенным исследованиям [2].

Таблица 1. Параметры ПК стали 06X18AG19M2 после ИО и РКУП при различных степенях деформации e_N

Обработка	e_N	Основные параметры ПК, В		
		E_{no}	E_p	ΔE
ИО	–	1,4	1,39	0,01
	1,8	0,4	<0,3	–
ИО + РКУП	3,6	–0,22	–0,26	0,04
	7,2	–0,27	–0,29	0,02
Сталь 12X18H10T, (3 – 1150 °C)	–	0,14	0,06	0,08

Результаты механических испытаний стали 06X18AG19M2 на воздухе в исходном и интенсивно деформированном со степенью деформации $e_N=3,6$ состоянии приведены на рис. 3.

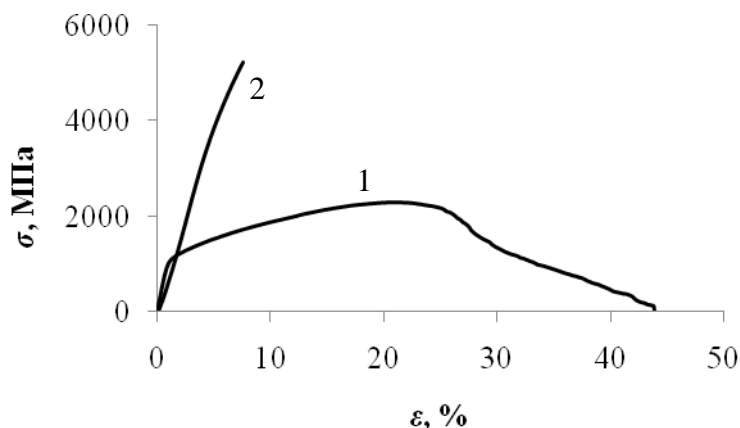


Рис. 3. Кривые деформации стали 06X18AG19M2 после: 1 –ИО; 2 –ИО + РКУП ($e_N=3,6$)

Показано, что после РКУП сталь существенно упрочняется. Прочностные характеристики σ_B и $\sigma_{0,2}$ достигают значений 5220 МПа и 3060 МПа соответственно (рис. 4).

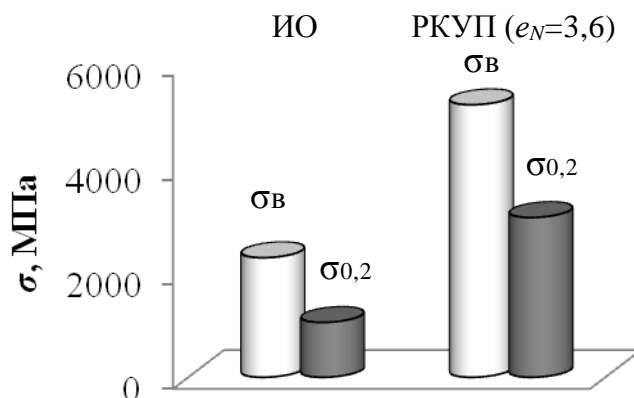


Рис. 4. Влияние РКУП со степенью деформации $e_N=3,6$ на предел прочности (σ_B) и предел текучести ($\sigma_{0,2}$) стали 06X18AG19M2

Исследования изломов образцов после механических испытаний показали, что в состоянии после ИО и после РКУП разрушение носило вязкий с элементами квазискола характер. Отличие заключалось в уменьшении размера ямок и площади поверхностей квазискола во втором случае (рис. 5).

а

б

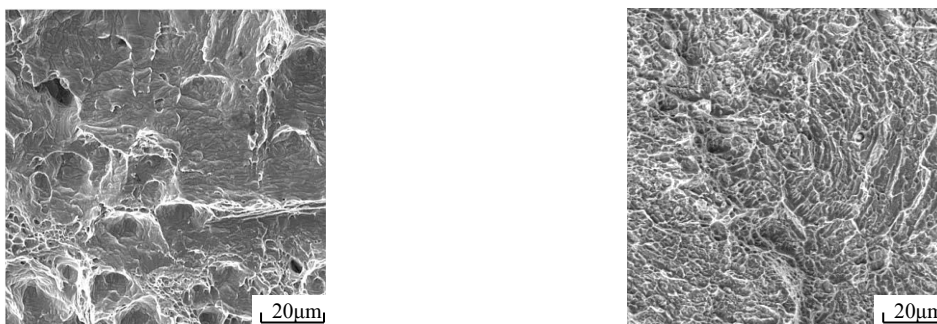


Рис. 5. Поверхность разрушения стали в состоянии после ИО (а) и после РКУП (б)

Таким образом, после ИПД методом РКУП ($e_N=1,8$) сталь показала более высокое сопротивление ПК, чем сталь 12X18H10T. Прочность стали при этом ($e_N=3,6$) существенно повысилась, а характер и механизм разрушения при снижении общей пластичности почти не изменились.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Валиев Р.З., Александров И.В. Объемные наноструктурные металлические материалы: получение, структура и свойства. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2007. – 398с.: ил.

2. Березовская В.В., Саврай Р.А., Меркушкин Е.А., Макаров В.А. Исследование структуры, механических и коррозионных свойств новых высокоазотистых Cr-Mn-сталей с молибденом. Металлы, 2012, № 3. С. 31-39.