

ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА И ПЛАСТИЧНОСТЬ СТАЛИ 20 ПОСЛЕ РОТАЦИОННОЙ РАСКАТКИ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ

А.А. Батаев, З.Б. Батаева (г. Новосибирск, Россия)

Работа посвящена проблеме формирования структуры доэвтектоидных сталей с явно выраженной анизотропией структурных составляющих. В литературе эта проблема отражена достаточно слабо [1, 2]. Анализ многих процессов пластической деформации, обеспечивающих формирование анизотропной гетерофазной структуры, позволил в качестве одного из наиболее эффективных процессов, основанных на деформации в холодном состоянии, выбрать процесс ротационной раскатки трубчатых заготовок. Основным достоинством этого метода обработки является возможность деформации сталей с высокими степенями и сохранение при этом сплошности материала.

Объектом исследования служила нормализованная сталь 20, имевшая феррито-перлитную структуру. Деформация осуществлялась методом обратной раскатки. Степень деформации составляла 70 %.

Основным дислокационным механизмом повышения прочностных свойств сталей в процессе ротационной раскатки является упрочнение путем увеличения плотности дислокаций. В результате интенсивного охлаждения стальные заготовки имеют относительно низкую температуру. Протекание релаксационных процессов, способствующих снижению уровня внутренних напряжений в материале, при таких температурах затруднено.

В результате ротационной раскатки со степенью 70 % предел текучести стали 20 превышает 800 МПа, а предел прочности составляет величину более 950 МПа. Показатели пластичности стали при этом соответственно снижаются. Относительное сужение составляет ~ 20 %, относительное удлинение ~ 3 %.

Следует отметить, что даже после раскатки с обжатием до 75 % сталь 20 с явно выраженной анизотропной феррито-перлитной структурой сохраняет сплошность. Однако с позиции обеспечения надежности материала, повышения показателей пластичности и трещиностойкости необходимо проведение дополнительной операции, обеспечивающей релаксацию внутренних напряжений.

В работе исследовали влияние температуры нагрева на изменение показателей прочности, пластичности и ударную вязкость стали 20. Результаты проведенных исследований отражены на рисунках 1, 2.

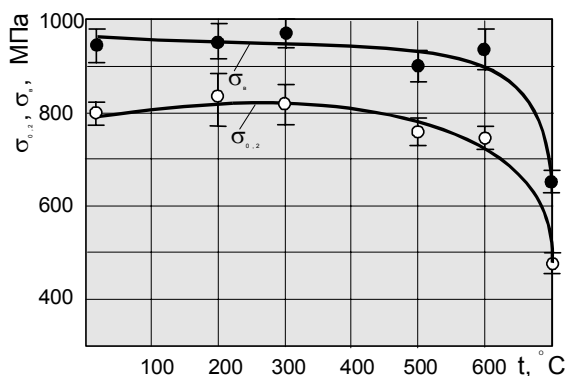


Рисунок 1 – Влияние температуры нагрева на прочностные свойства стали 20, подвергнутой ротационной раскатке

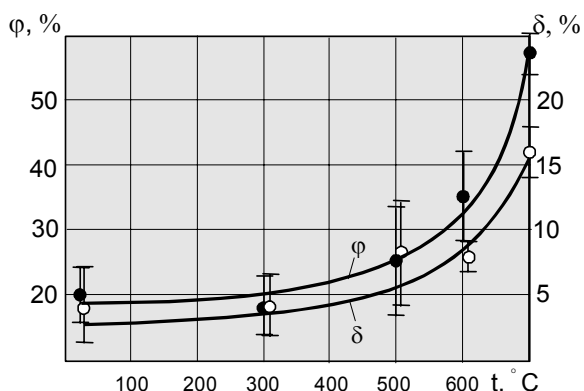


Рисунок 2 – Влияние температуры нагрева на показатели пластичности стали 20, подвергнутой ротационной раскатке

Анализ приведенных данных свидетельствует о том, что отжиг при температурах до 500 °C не приводит к существенному изменению указанных свойств. С позиции обеспечения высокого комплекса свойств эффективным является отжиг при 600 °C. После такого отжига предел текучести остается на высоком уровне (~ 750 МПа). В тоже время наблюдается значительный рост показателей пластичности (рисунок 2) и ударной вязкости (рисунок 3).

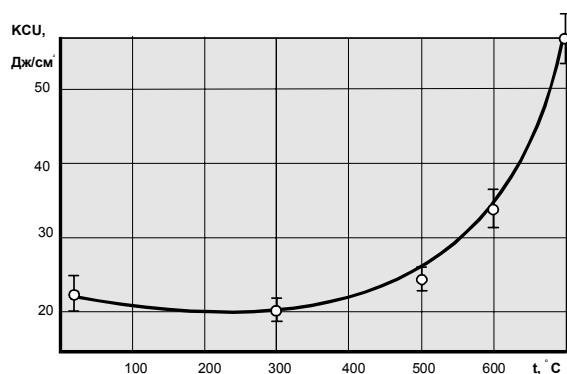


Рисунок 3 – Зависимость ударной вязкости образцов из стали 20, со слоистой структурой (после ротационной раскатки) от температуры нагрева

Одна из особенностей, зафиксированных при исследовании сталей 20, подвергнутой термической обработке после ротационной раскатки, заключается в повышении предела текучести в результате нагрева при 200°C . Прирост предела текучести составляет 50 МПа (рисунок 1). Объясняется этот эффект проявлением механизма деформационного старения. В процессе холодной пластической деформации в феррите резко возрас-

тает плотность дислокаций. При нагреве стали до 200°C углерод перемещается к дислокациям, формируя в их окрестностях атмосферы Коттрелла. В результате этого подвижность дислокаций снижается, что и приводит к росту предела текучести. В большей степени эффект старения проявляется при нагреве до 200°C стали 20 со слоистой феррито-мартенситной структурой. Величина прироста предела текучести, обусловленного эффектом старения, составляет 80 МПа.

Выводы

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что с целью эффективного снижения уровня внутренних напряжений и сохранения высокого уровня прочностных свойств, обеспеченного раскаткой стали в холодном состоянии, рационально выполнять отжиг при $\sim 500\ldots 600^\circ\text{C}$.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лизунов В.И. Композиционные стали. – М.: Металлургия, 1978. – 151 с.
2. Голованенко С.А., Фонштейн Н.М. Двухфазные низколегированные стали. – М.: Металлургия, 1986. – 207 с.