

ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНАЯ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА СТАЛИ 9ХС

Л. А. ВЕРНИК

(Представлена проф. А. Н. Добровидовым)

За последние годы проведено много интересных исследований влияния высокотемпературной термомеханической обработки на механические свойства различных сталей, а также были сделаны попытки выяснить причины упрочнения стали в результате термомеханической обработки.

В данной работе исследовалось влияние высокотемпературной термомеханической обработки на свойства инструментальной стали 9ХС промышленной плавки. Изменение формы при высокотемпературной термомеханической обработке задавалось ковкой.

Свободная ковка осуществлялась в цеховых условиях на молотах модели МБ412. Заготовки образцов нагревались в печи до заданной температуры в течение 45 мин. Температура начала ковки составляла 1100° и конца ковки — 900°. Образцы проковывались с различной степенью деформации (30, 40, 50, 60 и 75%) и затем закаливались в масле. Степень деформации подсчитывалась по логарифмической формуле

$$\varepsilon = 2 \ln \frac{F^0}{F},$$

Для предотвращения рекристаллизации деформированного аустенита промежуток времени между концом ковки и началом закалки не превышал 15—20 секунд.

Используя «наследственность» термомеханической обработки [1] — сохранение высоких прочностных свойств после термомеханической обработки, высокого отпуска и повторной закалки — заготовки образцов подвергались высокому отпуску (680°) для улучшения обрабатываемости. После изготовления образцы закаливались при 870° и отпускались при 180°.

Исследовалось влияние высокотемпературной термомеханической обработки стали 9ХС на механические и физические свойства.

Результаты исследования изменения твердости в зависимости от температуры отпуска представлены на графике 1 (рис. 1).

Процесс разупрочнения после термомеханической обработки протекает значительно медленнее, чем после обычной закалки.

Так, образцы, обработанные со степенью деформации 50, 60 и 75%, сохраняют высокую твердость (60RC) после отпуска при температуре 320°, а с 40% деформации после отпуска — при 370°, в то время как необработанные образцы уже после отпуска при 250° показывают твердость 59RC.

Такая разница в твердости образцов связана, вероятно, с энергетическим порогом рекристаллизации. Высокотемпературная термомеханическая обработка повышает энергетический порог рекристаллизации [2]. Резкое падение твердости у образцов с 30% деформации после отпуска при 250° и выше объясняется достижением порога рекристаллизации и более интенсивным после этого разупрочнением.

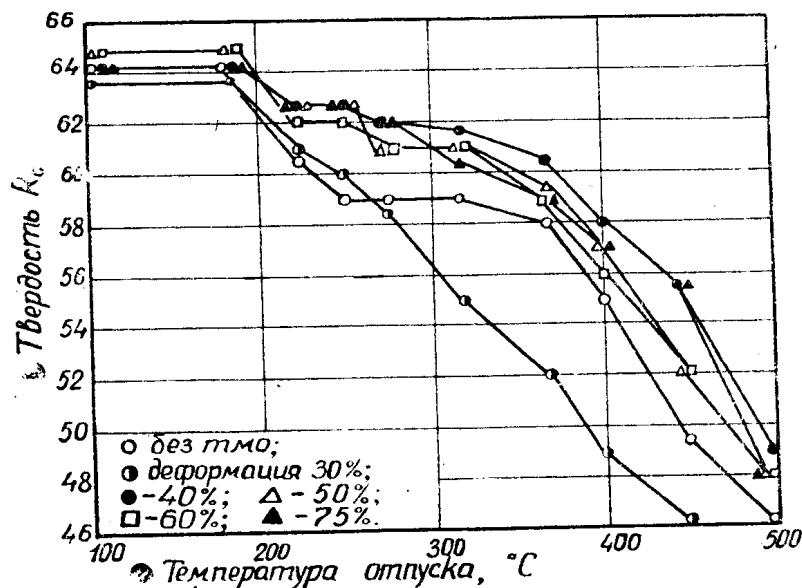


Рис. 1

Влияние степени деформации на твердость и количество остаточного аустенита показано на графике 2 (рис. 2).

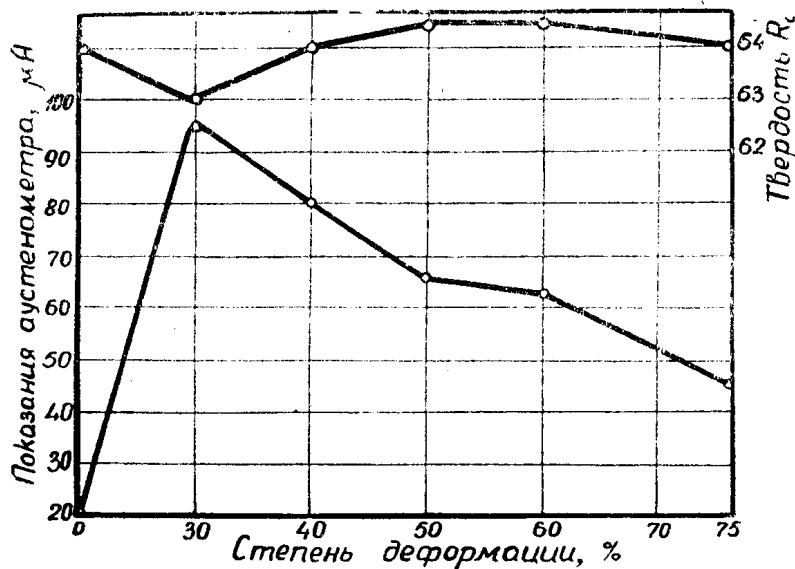


Рис. 2

Существенное влияние на превращение остаточного аустенита имеет диффузия углерода, которая повышается с увеличением степени деформаций [3]. При малых степенях деформации, не вызывающих значитель-

ного выделения углерода из твердого раствора, происходит упрочнение аустенита. С повышением прочности способность аустенита к превращению уменьшается. Это приводит к увеличению остаточного аустенита (30% деформации). При более высоких степенях деформации решающую роль играет выделение углерода из твердого раствора. Повышается способность аустенита к образованию полос сдвига, являющихся центрами кристаллизации мартенсита. Количество остаточного аустенита у образцов со степенью деформации 40, 50, 60 и 75% уменьшается.

Упрочнение, вызываемое высокотемпературной термомеханической обработкой, объясняется увеличением плотности структурных несовершенств в исходной фазе, сохраняющихся в мартенсите.

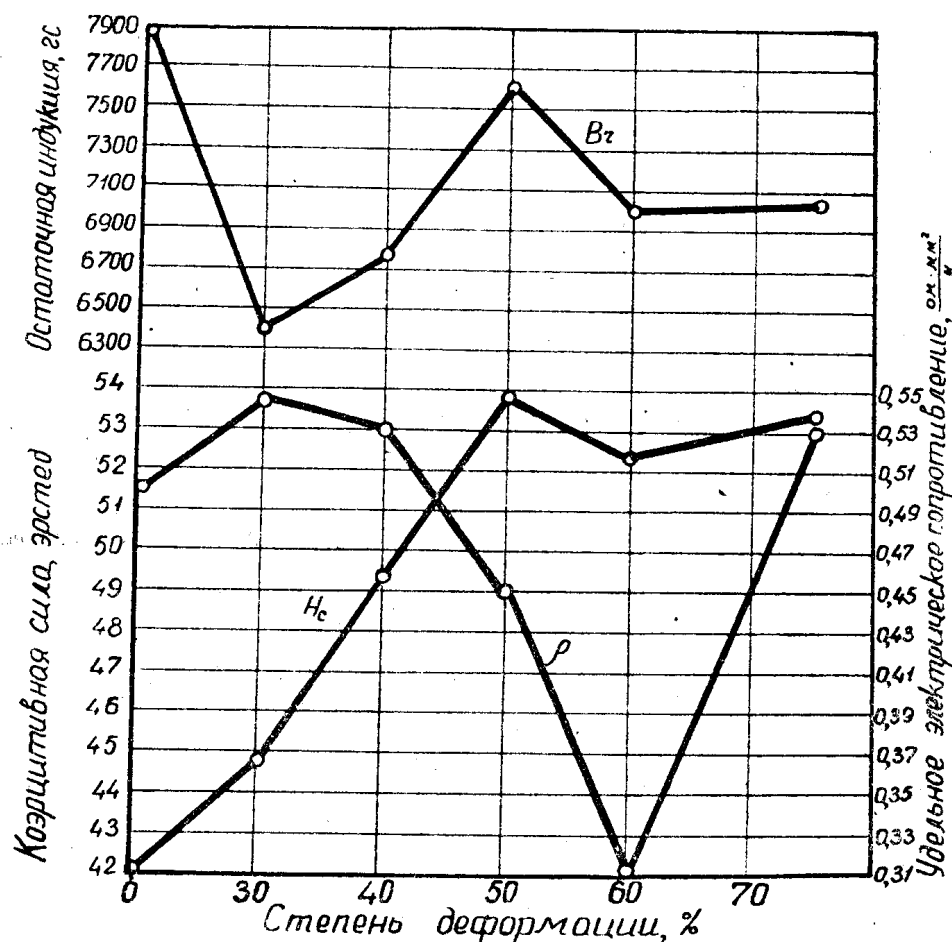


Рис. 3

О повышении плотности дислокаций в стали после высокотемпературной термомеханической обработки по сравнению с суммарной плотностью дислокаций после закалки можно судить по изменению таких величин, как удельное электросопротивление ρ , коэрцитивная сила H_c , остаточная индукция B_r .

Все типы дефектов кристаллического строения оказывают влияние на проводимость в стали, затрудняют процессы намагничивания и размагничивания вследствие рассеивания на дефектах.

Изменение удельной электропроводности, коэрцитивной силы и остаточной индукции от величины степени деформации при высокотемпературной термомеханической обработке показано на графике 3 (рис. 3).

С увеличением степени деформации коэрцитивная сила H_c возрастает с 42 эрстед для необработанных образцов до 54 эрстед при 50% деформации. Остаточная индукция B_r уменьшается, удельное электросопротивление возрастает.

Выводы

1. Высокотемпературная термомеханическая обработка повышает температуру разупрочнения.
2. Высокотемпературная термомеханическая обработка с деформацией до 30% приводит к увеличению остаточного аустенита, а свыше 40% — к уменьшению остаточного аустенита.
3. Упрочняющее действие термомеханической обработки связано с увеличением плотности структурных несовершенств.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Л. Бернштейн, Э. П. Демина, К. Э. Сафонова. Металловедение и термическая обработка, № 1, 1962.
 2. Л. И. Миркин. Металловедение и термическая обработка, № 1, 1962.
 3. А. П. Гуляев, А. С. Шигарев. Металловедение и термическая обработка металлов, № 4, 1963.
-