

ТАРАТУГА А. И.,
кандидат технических наук

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ ОТ КОНЦА ДЕФОРМАЦИИ ДО ЗАКАЛКИ ПРИ ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКОМ УПРОЧНЕНИИ НА СУБСТРУКТУРУ РЕССОРНЫХ СТАЛЕЙ

На основании теоретических и экспериментальных данных, полученных при исследовании влияния параметров высокотемпературной термомеханической обработки (ВТМО) на механические свойства рессорных сталей, установлено, что из всех интервалов исследуемых степеней деформации (5, 15, 25 и 40%) наилучшее сочетание прочностных и пластических характеристик и ударной вязкости в процессе ВТМО достигается после 15—25% пластической деформации. При этом нагрев перед деформационным наклепом должен осуществляться при 950—970°C для стали 55С2 и 900—920°C для стали 50ХГ [1].

ВТМО также способствует ($\lambda = 15\%$) увеличению усталостных характеристик сталей 55С2 и 50ХГ на 5—22% по сравнению с усталостными характеристиками прочности тех же сталей, термически обработанных по стандартным режимам [2].

Исследованиями было установлено, что оптимальным временем выдержки сталей 55С2 и 50ХГ до закалки после деформации, обеспечивающим получение сочетания наилучших механических свойств, является 6—8 секунд [3]. Уменьшение или увеличение этого времени приводит в первом случае к возрастанию прочности и уменьшению пластичности (ниже допустимых норм), а во втором, наоборот, к заметному снижению прочности (что нежелательно) и увеличению пластичности (рис. 1). Следует отметить, что при производственном использовании прямой высокотемпературной термомеханической обработки для изготовления (или восстановления) рессорных листов* выдержка металла в течение 6—8 секунд до закалки после деформации является практически достаточной для подачи прокатанных листов в штампы гибочно-закалочной машины с целью придания им соответствующей стрелы прогиба и проведения закалки.

Представляло научный интерес выяснение причин сохранения повышенных механических характеристик сталей даже после таких сравнительно длительных выдержек деформированного металла на воздухе.

* Имеется в виду использование ручной передачи листов от прокатного стана в гибочно-закалочную машину.

Для изучения влияния времени от конца деформации до закалки на точную структуру, образцы из исследуемых сталей обрабатывали по установленному для них оптимальному режиму ВТМО, т. е. нагревали до температуры 950—970°C (ст. 55С2) и 900—920°C (ст. 50ХГ), прокатывали со степенью обжатия 15%

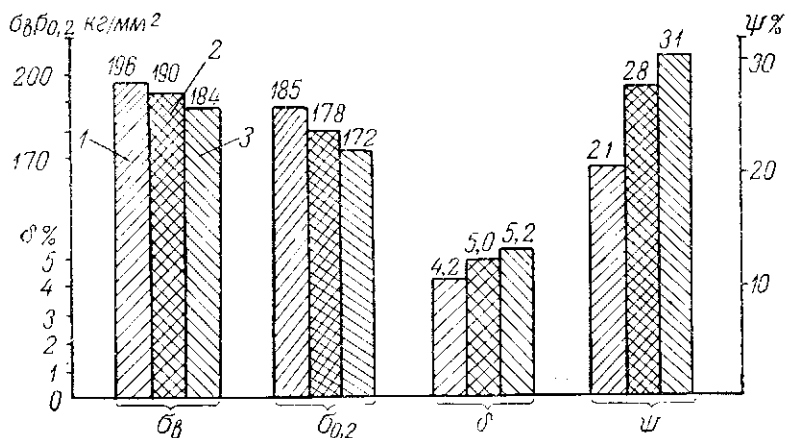


Рис. 1. Зависимость механических свойств стали 55С2 от времени до закалки после деформации. Режим ВТМО: нагрев до 950—970°C; деформация 15%; закалка через 1—2 сек. (1), 6—8 сек. (2), 15 сек. (3); отпуск 400°C, 1 час.

и затем закаливали в масле через 1—2, 6—8 и 15 секунд. После закалки образцы отпускали на 400°C (ст. 55С2) и 300°C (ст. 50ХГ) в течение 1 часа. Температура закалки сталей через 15 секунд после 15% деформации была равна, а в отдельных случаях на 10—15°C выше критической точки A_{c3} . Рентгеноструктурному анализу подвергали образцы из сталей 55С2 и 50ХГ до и после высокотемпературной термомеханической обработки. Образцы для рентгеноструктурного исследования размером 15×15 мм вырезали абразивным кругом из середины заготовок.

После шлифования с поверхности образцов травлением в «царской водке» снимали слой 0,3 мм. Состав реактива: $\frac{1}{4}$ HNO_3 и $\frac{3}{4}$ HCl .

Съемку рентгенограмм проводили с вращающихся образцов на установке УРС-50И на кобальтовом излучении. Определяли физическое уширение линий (110) и (220). Режимы съемки линий: ширина щели 1—1—0,1 (мм); напряжение на рентгеновской трубке 30 кв; сила тока 12 мА; скорость поворота счетчика — 1° в минуту; скорость движения диаграммной бумаги 4800 мм/час. Ширина интерференционной линии определялась по 2—3 об-

разцам, обработанным по одному и тому же режиму, и бралось их среднее значение.

Размер блоков и величину микронапряжений II рода оценивали по уширению интерференционных линий (методика Г. В. Курдюмова и Л. И. Лысака). Эталонном служило отожженное армко-железо.

Все использованные в расчетах материалы (формулы, графики для исправления ширины линий на геометрию съемки и расчета поправки на неоднородность K_x кобальтового излучения при различных распределениях интенсивности в интерференционной линии) взяты из литературных данных [4—5].

Величину плотности дислокаций вычисляли по формуле, предложенной профессором М. Л. Бернштейном [6].

Результаты исследований влияния времени выдержки деформированных образцов до закалки на тонкую структуру (рис. 2)

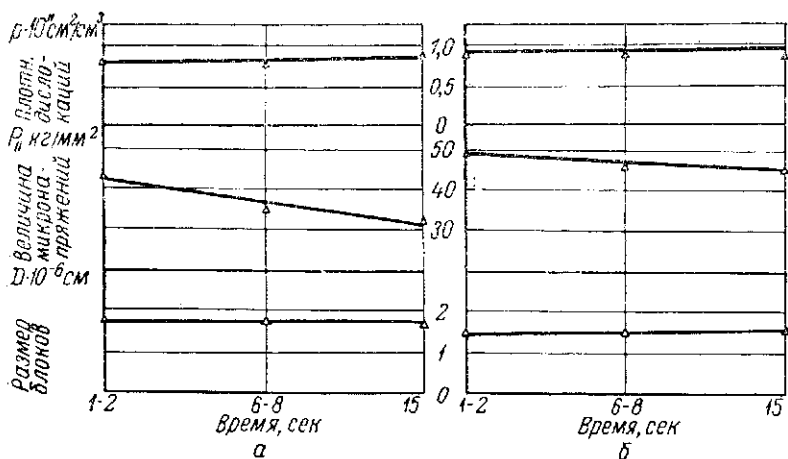


Рис. 2. Изменение тонкой структуры рессорных сталей в зависимости от времени между окончанием деформации и закалкой после ВТМО: а — λ -15%, отпуск 400°C, 1 час (ст. 55С2) и б — λ -15%, отпуск 300°C, 1 час (ст. 50ХГ).

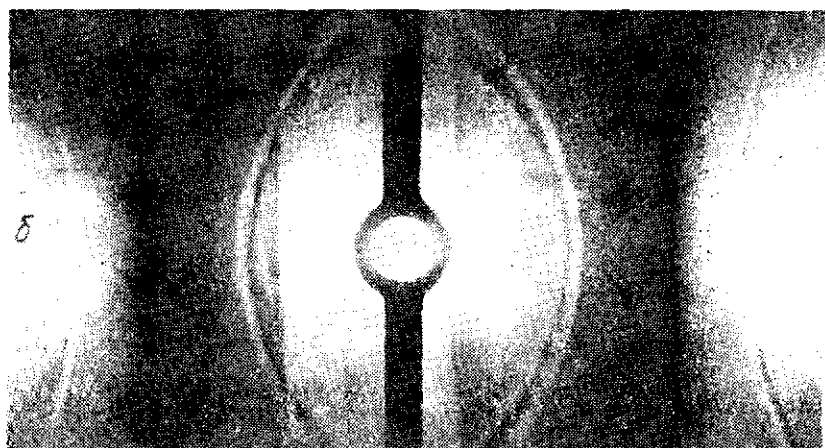
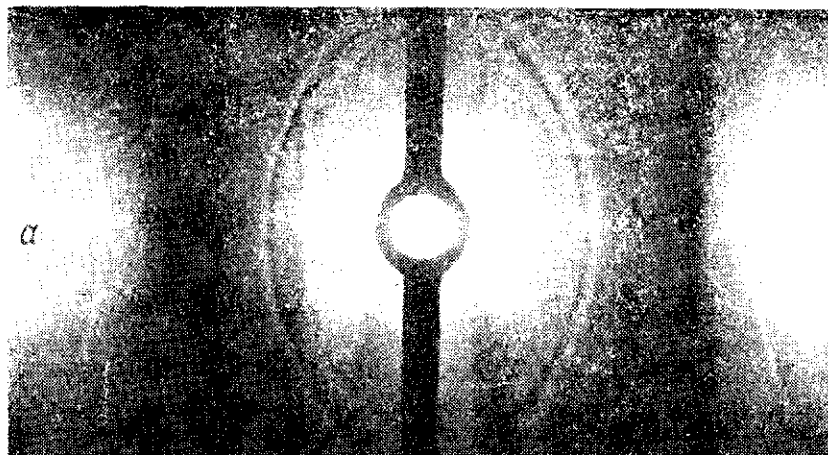
показали, что увеличение времени выдержки деформированного металла на воздухе с 1—2 до 15 секунд не оказывает влияния на величину блоков и плотность дефектов кристаллической решетки. Практически они сохраняются неизменными, наблюдается лишь заметное снижение напряжений II рода, т. е. происходят процессы возврата.

Как известно, свойства металла в значительной степени определяются характером распределения дислокаций. Поэтому процесс возврата, неизбежно сопровождающий процесс пластической деформации, очевидно, приводит к такой дислокационной структуре, которая, как показали механические испытания

(рис. 1), способствует сохранению прочностных свойств даже в условиях таких сравнительно длительных выдержек деформированного металла на воздухе.

Предполагалось, что одной из причин повышения прочностных свойств металлов при ВТМО является преимущественная ориентировка кристаллов по определенным кристаллографическим плоскостям, возникающая в процессе пластической деформации.

Поэтому было произведено исследование для выявления текстуры после деформирования ($\lambda = 15$ и 40%) и закалки (через 6—8 секунд) сталей 55С2 и 50ХГ.



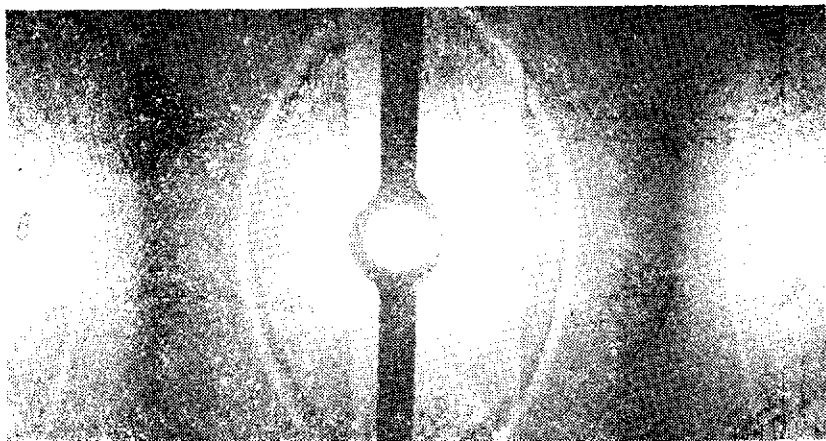


Рис. 3. Рентгенограммы стали 50ХГА после ВТМО:
а — деформация 15%, закалка в масле; *б* — деформация 15%, закалка в масле, отпуск 300°C, 1 час; *в* — деформация 10%, закалка в масле, отпуск 300°C, 1 час.

Съемка на рентгеновскую пленку производилась аппаратом УРС-70 в дебаевской камере на кобальтовом излучении (напряжение на трубке 30 кВ, сила тока 14 мА).

Съемка (на просвет) велась с плоских тамплетов, полученных травлением (в «царской водке») образцов толщиной 1 мм до 0,1—0,15 мм. Текстура оценивалась по неравномерной интенсивности дебаевских колец на рентгенограммах.

Как показали исследования (рис. 3), заметного изменения интенсивности интерференционных линий, характерного для текстурированного состояния при 15 и 40%-ном горячем наклепе, не обнаружено.

Вероятно, что ориентированная направленность кристаллографических плоскостей, вызываемая пластической деформацией аустенита, рассеивается по нескольким кристаллографическим направлениям образовавшегося мартенсита.

Выводы

1. Увеличение времени выдержки после горячей деформации до закалки приводит к протеканию процессов возврата. При этом количество дислокаций, образующихся при горячем наклепе, почти не изменяется, а очевидно изменяется их расположение в материале, обуславливающее сохранение прочностных свойств металла.

2. Ориентированная направленность кристаллографических плоскостей, вызываемая пластической деформацией аустенита,

рассивается по нескольким кристаллографическим направлениям образовавшегося мартенсита, в результате чего текстура при высокотемпературной термомеханической обработке ($\lambda = 15$ и 40%) не выявляется.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горин Д. И., Таратута А. И. Пути повышения производительности сельскохозяйственной техники. Сборник трудов Белорусского института механизации сельского хозяйства. Минск, Изд-во «Урожай», 1966.
2. Горин Д. И., Брон Д. И., Таратута А. И., Левитес И. И. «Автомобильная промышленность». 1965, № 1.
3. Горин Д. И., Таратута А. И. Сборник научных трудов аспирантов Белорусского института механизации сельского хозяйства. Минск, Изд-во «Урожай», 1965.
4. Под редакцией Ю. А. Багаряцкого. Рентгенография в физическом металловедении. М., Metallurgizdat, 1962.
5. Миркин Л. И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., Физматгиз, 1961.
6. Бернштейн М. Л. «Металловедение и термическая обработка». 1962, № 1.