

Остаточные напряжения II-го рода в стали IX18H9T, отожженной при температурах, меньших 900°C, снимаются в значительно меньшей мере, чем остаточные напряжения I-го рода. Это можно объяснить возможностью мартенситных превращений при медленном охлаждении хромоникелевой стали. При температурах 1000°C и выше ширина рентгеновской линии (220) своей величины не изменяет, что означает полное снятие остаточных напряжений II-го рода. Не обнаружено увеличения ширины линии (220) и при охлаждении в воде после нагрева до 1150°C.

Проведенное исследование позволяет заключить, что наиболее целесообразным режимом отжига указанного материала с точки зрения получения минимальных остаточных напряжений является отжиг при таких температурах, когда в металле начинает протекать процесс рекристаллизации. Такой температурой для стали IX18H9T является 900°C. Остаточные напряжения в стали IX18H9T можно также снять нагревом до 1150°C с последующим быстрым охлаждением в воде. Последний вид термообработки может оказаться предпочтительным, поскольку при таких режимах в стали IX18H9T фиксируется чисто аустенитная структура.

Л и т е р а т у р а

1. Курдюмов Г.В., Лысак Л.И. ЖТФ, 17, 1947.
2. Рентгенография в физическом металловедении. Под ред. Ю.А. Багряцкого. М., 1961.
3. Биргер И.А. Остаточные напряжения. Машгиз, М., 1963.

УДК 639.4.014.13

П.С.Овчинников

ИЗМЕНЕНИЕ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ГЛУБОКОЙ ВЫТЯЖКИ

В процессе пластической деформации поликристаллического тела вследствие хаотической ориентировки кристаллографических направлений кристаллитов, анизотропии свойств в различных направлениях и, наконец, различных механических свойств отдель-

ных зерен последние стремятся к различному изменению размеров, что является причиной возникновения в таком теле остаточных напряжений II-го рода.

В данной работе величину остаточных напряжений II-го рода определяли в деталях из стали 10 КП-ВГ, полученных глубокой вытяжкой за один, два и три перехода. Образцы вытягивали в штампе со сменными радиальными матрицами с радиусами закругления 5, 10 и 15 мм со смазкой машинным маслом, смазкой с наполнителем и без смазки. Исследовали влияние коэффициента контактного трения и радиуса закругления матрицы на величину указанных напряжений.

Определение величины микроскажений кристаллической решетки и размеров блоков мозаики производили на поверхности колпачков, центр пятна облучения находился на расстоянии 13 мм от верхнего края при расположении вертикальной оси пятна вдоль образующей цилиндра.

Рентгенографическое исследование проводили на установке УРС-50И-М с ионизационной регистрацией дифракционных максимумов.

Определение величины микроскажений кристаллической решетки и размеров блоков проводили по рентгеновским линиям K_{α} -серии от плоскостей (110) и (220) с углами отражения $2\theta^{036}$ и 72^{021} соответственно на Fe - излучении.

Поправку на неоднородность излучения, геометрические условия съемки и разделение влияния микроскажений кристаллической решетки и дисперсности блоков на уширение рентгеновских интерференционных линий определяли, пользуясь методикой, предложенной Джонсом /1/ и детально разработанной В.Г.Курдюмовым и Л.И.Лысаком /2/.

На рис. I представлены результаты исследования влияния коэффициента контактного трения на величину остаточных напряжений второго рода. Видно, что с увеличением коэффициента контактного трения между рабочей поверхностью матрицы и деформируемым металлом возрастает величина остаточных напряжений II-го рода. Так, на первом переходе (наружный диаметр 70 мм) при уменьшении коэффициента трения от 0,19 до 0,08, что соответствует вытяжке без смазки и со смазкой с наполнителем, величина остаточных напряжений II-го рода снизилась на 15%. Те же условия при вытяжке на втором и третьем переходах привели к снижению величины остаточных напряжений II-го рода на 12 и 9% соответственно. Следо-

вательно, с увеличением порядкового номера перехода вытяжки, т.е. с увеличением степени деформации, интенсивность изменения величины остаточных напряжений II-го рода в зависимости от коэффициента контактного трения между рабочей поверхностью матрицы и деформируемым металлом уменьшается.

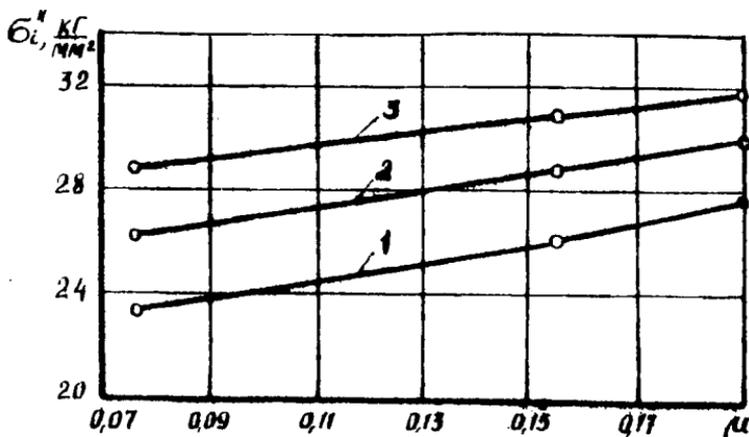


Рис. 1. Изменение остаточных напряжений II-го рода в зависимости от коэффициента трения:

1 - диаметр образца 70 мм; 2 - 57 мм;

3 - 48 мм.

Такую закономерность изменения характеристик тонкой структуры в зависимости от коэффициента контактного трения можно объяснить следующим образом.

Увеличение сил контактного трения приводит к росту неоднородности деформированного состояния. При этом неоднородность деформаций увеличивается не только между отдельными слоями металла, но и между отдельными кристаллитами, что приводит к повышению значений остаточных напряжений II-го рода.

С другой стороны, сопротивление деформированию, вызываемое силами контактного трения, обуславливает увеличение рабочих напряжений, необходимых для осуществления деформирования металла.

При более высоких напряжениях процесс дробления кристаллитов на отдельные фрагменты происходит более интенсивно, образуется большее количество блоков сравнительно меньших размеров, вследствие чего увеличивается площадь поверхностей раздела между блоками, являющаяся носителем всевозможных дефектов в материале, на которых происходит концентрация напряжений. Это приводит к увеличению количества микрообъемов металла, охваченных пластической деформацией, упругому взаимодействию между отдельными пластически деформируемыми участками поликристаллического материала, вследствие чего возрастает величина микроискажений кристаллической решетки и остаточных напряжений II-го рода.

Результаты исследования влияния радиуса закругления матрицы на величину остаточных напряжений II-го рода представлены на рис. 2.

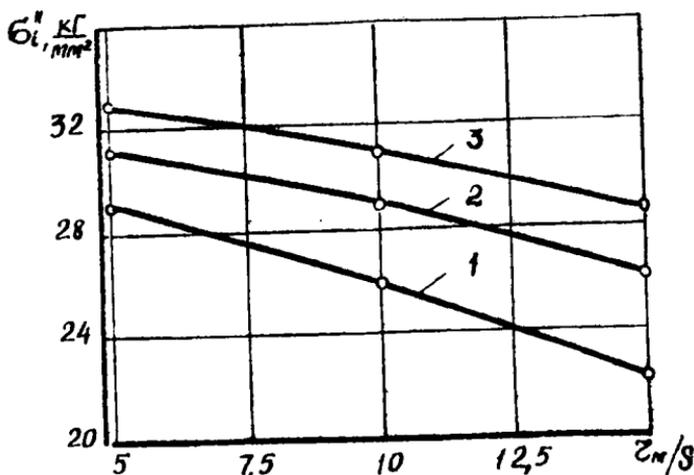


Рис. 2. Влияние радиуса закругления матрицы на остаточные напряжения 2-го рода:

1 - диаметр образца 70 мм; 2 - 57 мм;

3 - 48 мм.

Видно, что на всех трех переходах вытяжки уменьшение радиуса закругления матрицы приводит к увеличению остаточных напряжений II-го рода. Так при вытяжке на первом переходе (наружный диаметр 70 мм) уменьшение радиуса закругления матрицы от 15 до 5 мм привело к возрастанию остаточных напряжений II-го рода на 23%. На втором и третьем переходах вытяжки, т.е. с увеличением степени деформации, изменение радиуса закругления матрицы на величину остаточных напряжений II-го рода сказывается в меньшей мере, чем при вытяжке на первом переходе. На этих переходах уменьшение радиуса закругления от 15 до 5 мм вызвало повышение величины остаточных напряжений на 16 и 12% соответственно. Следовательно, с увеличением степени деформации при вытяжке интенсивность изменения величины остаточных напряжений II-го рода в зависимости от радиуса закругления матрицы уменьшается.

В процессе вытяжки элементы заготовки, перемещаясь относительно матрицы, испытывают изгиб при входе на скругленную кромку матрицы и спрямление при выходе с нее. При изгибе металла деформированное состояние отдельных слоев по толщине заготовки и отдельных кристаллитов неоднородно, причем эта неоднородность тем выше, чем меньше величина радиуса изгиба. При спрямлении наружные слои металла, деформированные при изгибе в большей мере, чем внутренние, снова получают большую степень обратной деформации, чем внутренние слои. В результате изгиба и спрямления суммарная степень деформации наружных и внутренних слоев получается различной, возникает упругое взаимодействие между отдельными слоями и кристаллитами деформированного металла. Это приводит к появлению микроискажений кристаллической решетки металла, величина которых будет тем выше, чем меньше радиус изгиба, т.е. радиус закругления матрицы. К тому же в результате изгиба и спрямления элементов заготовки в металле увеличиваются рабочие напряжения, которые приводят к более интенсивному дроблению кристаллитов на блоки, возникновению всевозможных дефектов кристаллической решетки, вследствие чего возрастает величина микроискажений кристаллической решетки и остаточных напряжений второго рода.

Л и т е р а т у р а

1. F. Jones. *Proc. Roy. Soc.*, 166, 1938.
2. Курдюмов Г.В., Лысак Л.И. *ЖТФ*, № 17, 1947.