

В. Ю. НОВИКОВ

**ТЕКСТУРА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ РОСТ ЗЕРЕН
ОПРЕДЕЛЕННОЙ ОРИЕНТИРОВКИ**

(Представлено академиком Г. В. Курдюмовым 26 I 1973)

Образование текстуры при отжиге металлов и сплавов объясняется с позиций теории ориентированного зарождения и избирательного роста (¹). В настоящей работе сделана попытка на основе принципа избирательности роста построить текстуру матрицы, которая была бы благоприятна для формирования определенной, наперед заданной текстуры отжига.

Для решения поставленной задачи необходимо иметь сведения либо о зависимости подвижности границ зерен от угла и оси разориентировки, либо о параметрах разориентировки зерен, границы которых обладают максимальной подвижностью. Данные о подвижности индивидуальных границ с разными углами разориентировки весьма ограничены (^{2, 3}), а их непосредственное использование для описания роста зерен, окруженных соседями с разной ориентировкой, затруднительно. Сведения о границах могут быть получены также при статистическом анализе данных для зерен, наиболее быстро поглощающих матрицу с известной ориентировкой (^{4, 5}). При этом исходят из предположения, что границы зерен, обладающих максимальной скоростью роста, имеют большую подвижность. В нашем случае, очевидно, следует отдать предпочтение результатам именно такого анализа, поскольку процесс текстурообразования при отжиге определяется статистическими закономерностями роста зерен.

Для получения данных о границах с большой подвижностью мы изучали первичную рекристаллизацию и рост зерна в 3% кремнистом железе. Поглощаемой матрицей в первом случае являлся слабдеформированный монокристалл, во втором — мелкозернистая структура с текстурой $\{110\}\langle 001\rangle$. Ориентировку самых крупных зерен, выросших при первичной рекристаллизации или нормальном росте зерна, определяли по фигурам травления с помощью гониометрического микроскопа (точность $\sim 2^\circ$). Минимальный угол разориентировки и ось разориентировки этих зерен относительно матрицы находили путем построений на стереографической проекции.

При первичной рекристаллизации наиболее быстро растут зерна, разориентированные на угол $\theta = 31,0 \pm 0,8^\circ$ ($\sigma = 7,8^\circ$); средний угол разориентировки для зерен, наиболее быстро растущих при нормальном росте, равен $33,4 \pm 0,9^\circ$ ($\sigma = 8,4^\circ$). Найденные средние значения не различаются при уровне значимости 0,05. Однако в дальнейшем мы будем пользоваться значениями θ для зерен, выросших при первичной рекристаллизации, поскольку при определении угла разориентировки зерен, поглощающих поликристаллическую матрицу, имелась неизвестная систематическая ошибка, связанная с тем, что не учитывалось рассеяние текстуры матрицы.

Оси разориентировки зерен, выросших на начальном этапе первичной рекристаллизации, распределены на стереографической проекции (рис. 1а) примерно так, как это предсказано для кристаллитов, имеющих беспорядочную ориентировку (⁶). Стереографические проекции осей разориентировки быстро растущих зерен и матрицы на более поздней стадии первичной ре-

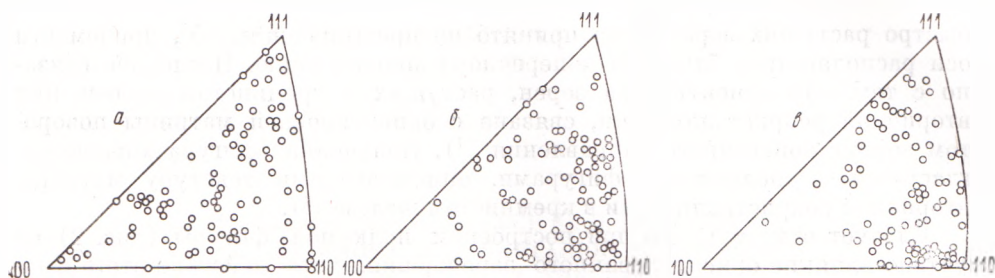


Рис. 1. Стереографические проекции осей разориентировки быстро растущих зерен на начальном (а) и более позднем (б) этапах первичной рекристаллизации, а также при нормальном росте зерна (в)

кристаллизации (рис. 1б) и при нормальном росте зерна (рис. 1в) отличаются от распределения (а) заметным скоплением осей вблизи полюса $\langle 110 \rangle$. Действительно, согласно (6), количества осей разориентировки вблизи полюсов $\langle 100 \rangle$, $\langle 111 \rangle$, $\langle 110 \rangle$ и $\langle 112 \rangle$ должны относиться как 1:3,1:4,8:6,9, тогда как на рис. 1б количество осей, отклоняющихся от указанных полюсов на угол менее 10° , составляет 0, 3, 22 и 15, а на рис. 1в — 0, 4, 28 и 15.

Из полученных данных следует, что подвижность границ зерен с углом разориентировки $\sim 30^\circ$ такова, что поначалу достаточно быстро растут все зерна, развернутые относительно матрицы на указанный угол около любой оси. Однако со временем выявляется разница в подвижности границ и зерна, разориентированные относительно матрицы на угол $\sim 30^\circ$ поворотом вокруг оси, близкой к $\langle 110 \rangle$, приобретают преимущество в размерах.

Эти результаты мы использовали для построения текстуры матрицы, обеспечивающей преимущественный рост зерен заданной ориентировки. На стереографическую проекцию наносили полюса заданной ориентировки и графически определяли область ориентировок, развернутых относительно заданной на угол $\theta \pm \sigma$ поворотом около всевозможных осей (7). Полученная таким способом полюсная фигура описывает текстуру, в которой могут расти зерна заданной ориентировки, разориентированные относительно матрицы поворотом около любой оси. Остается лишь учесть, что по мере развития процесса преимущество в скорости роста должны получить зерна, развернутые на угол $\theta \pm \sigma$ около оси, близкой к $\langle 110 \rangle$. Для длительного поддержания их роста необходимо, чтобы относительный объем матрицы, которую они поглощают, был достаточно большим, во всяком случае интенсивность текстуры матрицы в участках, связанных с заданной ориентировкой поворотом вокруг оси, близкой к $\langle 110 \rangle$, должна быть больше, чем в остальных.

На рис. 2 приведена построенная таким способом полюсная фигура $\{110\}$ для кремнистого железа; в качестве заданной ориентировки использовали $\{110\} \langle 001 \rangle$ *. Отклонение осей разориентировки от $\langle 110 \rangle$ для наиболее

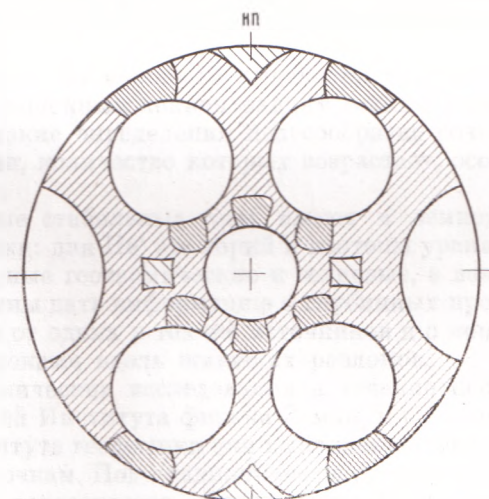


Рис. 2. Полюсная фигура $\{110\}$ матрицы, обеспечивающей преимущественный рост зерен с ориентировкой $\{110\} \langle 001 \rangle$

* Более частая штриховка на рис. 2 соответствует повышенной интенсивности.

быстро растущих зерен было принято не превышающим 15° , причем эти оси располагались близко к поперечному направлению. Последнее связано с тем, что ориентировка зерен, растущих в кремнистом железе при вторичной рекристаллизации, связана с ориентировкой матрицы поворотом вокруг поперечного направления (⁷). Полученная фигура хорошо согласуется с полюсными фигурами, описывающими текстуру матрицы вторичной рекристаллизации в кремнистом железе (⁷).

Следует отметить, что при построении полюсной фигуры (рис. 2) не учтено влияние ориентированного зарождения, хотя действие этого фактора несомненно проявляется при образовании текстуры отжига (^{7, 8}).

Московский
институт стали и сплавов

Поступило
26 XII 1972

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ W. G. Burgers, T. J. Tiedema, *Acta met.*, **1**, № 2 (1953). ² B. B. Rath, H. Hu, *Trans. Met. Soc. AIME*, **245**, № 6 (1969). ³ A. V. Antonov, Ch. V. Kopezki et al., *Phys. Stat. Sol. (a)*, **10**, № 1 (1972). ⁴ T. Taoka, S. Takeuchi, E. Furubayashi, *Trans. Met. Soc. AIME*, **239**, № 1 (1967). ⁵ G. Ibe, K. Lücke, *Arch. Eisenhüttenwesen*, **39**, № 9 (1968). ⁶ J. K. Mackenzie, *Acta Met.*, **12**, № 2 (1964). ⁷ J. E. May, D. Turnbull, *Trans. AIME*, **212**, № 6 (1958). ⁸ В. Ю. Новиков, *Итоги науки и техники. Металловедение и термическая обработка*, 1967, М., 1969. ⁹ Д. Б. Титоров, *Физ. мет и металловед.*, **36**, № 1 (1973).