

УДК 621.77.07.001.57

Б. Н. Гузанов*, О. С. Лехов, Д. Х. Билалов

Российский государственный профессионально-педагогический университет,
г. Екатеринбург

**guzanov_bn@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ СОВМЕЩЕННОГО ПРОЦЕССА НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ И ЦИКЛИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Предложена схема непрерывной разливки и деформации для производства стальных полос с использованием специализированной ресурсосберегающей установки. Проведено теоретическое исследование напряженно-деформированного состояния металла и приведены результаты металлографического анализа структуры металла по длине очага циклической деформации.

Ключевые слова: установка, непрерывная разливка, деформация, напряжение, микроструктура, рекристаллизация.

B. N. Guzanov, O. S. Lekhov, D. H. Bilalov

FEATURES OF STEEL STRUCTURE FORMATION UNDER CONDITIONS OF COMBINED PROCESS OF CONTINUOUS CASTING AND CYCLIC DEFORMATION

A scheme of continuous casting and deformation for the production of steel strips using a specialized resource-saving installation is Proposed. A theoretical study of the stress-strain state of the metal is carried out and the results of metallographic analysis of the metal structure along the length of the cyclic deformation focus are presented

Key words: installation, continuous casting, deformation, stress, microstructure, recrystallization

Для оценки новой технологии производства листовой металлопродукции из стали и биметалла с использованием компактной установки совмещенного процесса непрерывного литья и циклической деформации провели теоретические и экспериментальные исследования применительно к получению листа из стали 45.

На первом этапе расчета определяли напряженно-деформированное состояние металла при формировании полосы из оболочки с жидкой фазой путем гибки ее узких граней. Полученные результаты свидетельствуют о сложном характере напряженно-деформированного состояния при гибке.

На втором этапе расчета определяли напряженно-деформированное состояние металла на участке, где одновременно происходят процессы смыкания широких граней оболочки при наличии жидкой фазы и деформация тонкого сляба бойками. Как следует из этих данных, металл при деформации находится практически в условиях всестороннего сжатия. Это особенно важно при обработке непрерывнолитого металла с целью получения стальных листов высокого качества (рис.).

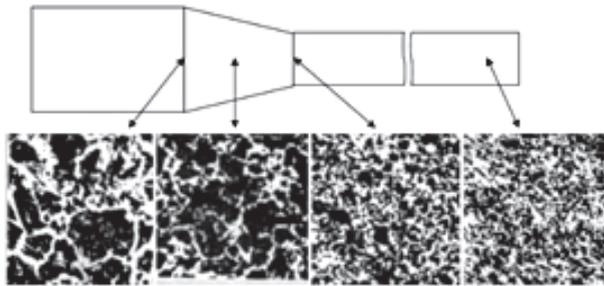


Рис. Микроструктура стали 45 по длине очага деформации ($\times 100$)

Кроме того, циклическая деформация бойками затвердевшего металла с высокой степенью обжатия (до 90 %) позволяет в условиях повышенных температур существенно изменить литую структуру стали и на выходе получить лист с однородной мелкозернистой структурой. На рис. показана динамика структурообразования по длине очага циклической деформации при получении листа из стали 45.

Для обоснования выбора режима циклической деформации с точки зрения формирования требуемой структуры необходимо учитывать два аспекта: во-первых, кинетику превращения горячедеформированного аустенита и, во-вторых, кинетику его рекристаллизации.

Известно, что критическая точка A_{r3} начала выделения феррита при небольших скоростях охлаждения для углеродистых сталей находится в области температур 800–820 °С, причем температура рекристаллизации аустенита для таких сталей также находится вблизи 800 °С.

В результате совмещения процесса непрерывного литья и циклической деформации удастся измельчать зерна аустенита путем многократной рекристаллизации в том случае, когда температура деформации выше температуры начала рекристаллизации аустенита. При этом мелкозернистая структура аустенита сохраняется до начала (γ - α)-превращения и способствует образованию мелкозернистой структуры феррита, которая при ускорении скорости охлаждения вне стенок бойков формирует исходную структуру листа. Расчеты показали, что средний условный диаметр зерна в начале очага деформации с размера $d_{\Sigma}^H \sim 0,111 \text{ мм}^2$ уменьшился до значения $d_{\Sigma}^H \sim 0,0099 \text{ мм}^2$ на выходе из бойков, т. е. практически в 11,5 раз. Следует отметить, что образованная зеренная структура остается неизменной вплоть до полного охлаждения металла.

Таким образом, особенности структурообразования стали в процессе непрерывного литья и циклической деформации в случае оптимально выбранных температурно-деформационных параметров способствуют получению заготовок и изделий высокого качества в сочетании с мелкозернистой структурой, обеспечивающей удачное сочетание таких свойств, как прочность, вязкость и хладостойкость.