

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОТПУСКА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА РИМ-ИЗДЕЛИЙ

Е.В.ДЕГТЯРЕВА; О.Ю.ВАУЛИНА

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

E-mail: evgeniya-degtyareva@mail.ru

Актуальность РИМ-технологий обусловлена возможностью получения сложных изделий, не требующих дополнительной механической обработки. Однако, на сегодняшний день все РИМ-изделия имеют остаточную пористость. Чаще всего от пористости страдает твердость изделия. Поэтому для повышения прочностных характеристик изделия из порошковых сталей часто подвергают термической обработке – закалке с последующим отпуском. Целью работы: исследование влияния режимов отпуска на структуру и свойства РИМ-изделий.

Материалы и методы исследования. Исследовали три партии образцов, изготовленных методом инжекционного формования из стали 420 (0,2%С и 13% Cr), русским аналогом данной стали является сталь 20Х13. Образцы были подвергнуты различным термическим обработкам. Образцы 1 партии (образец №1) - исходные образцы, без термической обработки (ТО), образцы 2 партии (образец №2) подвергались закалке при 1050 °С с выдержкой в течение 15 минут, охлаждением на воздухе и отпуску при 770 °С с выдержкой в 30 минут, охлаждением на воздухе. Отличие ТО для образцов 3 партии (образец №3) является температура отпуска - 300°С. Металлографические исследования и определение пористости проводили с помощью оптического микроскопа Лабо-Мет. Микротвердость измеряли на микротвердомере ПМТ-3.

Пористость образцов измерялась автоматически в программе SIAMS на микроскопе Лабо-Мет. На рисунке 1 мы видим микроструктуры образцов до травления.

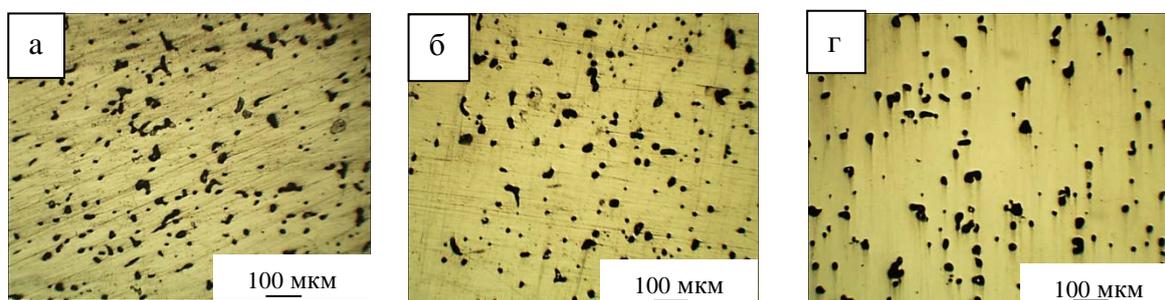


Рисунок 1 – Пористость образцов: а) образец №1, б) образец №2, в) образец №3

По фотографиям можно сказать, что поры имеют различные размеры и формы, присутствуют поры как сферические, так и неправильной формы. Распределение пор по сечению достаточно равномерное. Наибольшее количество пор имеет внешний диаметр в диапазоне от 10 до 25 мкм для всех образцов.

Для металлографического анализа поверхность образцов была протравлена «царской водкой», рисунок 2. Микроструктура исходного, без ТО, образца: ферритные зерна не равноосны, неправильной формы с неровными краями. В сравнении с исходным образцом структура после проведения термической обработки сильно изменилась. Но структуры, полученные для образцов №2 и №3 идентичны. У них одинаковая закалка, но разный отпуск (температура 770°С для образца №2 и 300°С для образца №3). Явной зеренной структуры не наблюдается. На рисунках можно различить две области – светлую матрицу и пластины более темного цвета.

Закалку проводили при температуре 1050°С на воздухе. Для стали 420 это соответствует аустенитно-ферритной области. Следовательно, закалка при данных режимах получается неполной. И в структуре получили низкий бейнит и феррит.

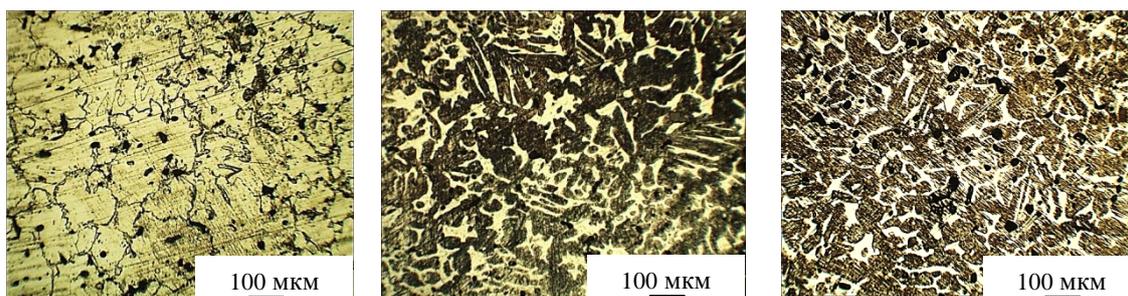


Рисунок 2 – Микроструктура образцов: а) образец №1, б) образец №2, в) образец №3

В сравнении с литой сталью для порошковых сталей все критические точки повышаются. Поэтому проведенный отпуск при температурах 300 и 770⁰С для литой стали являются средним и высоким соответственно. Для порошковой же стали они будут низким (300⁰С) и средним (770⁰С).

На рисунке 3 представлена совмещённая рентгенограмма образцов для трёх образцов. Можно видеть, что пики совмещены и не имеют значительных уширений, следовательно мартенситного превращения не произошло. Были построены экстраполяционные графики и найдены параметры решеток для всех образцов: $a_1=2,8720 \text{ \AA}$ (без ТО), $a_2=2,8727 \text{ \AA}$ (отпуск 770⁰С), $a_3 = 2,8719 \text{ \AA}$ (отпуск 300⁰С).

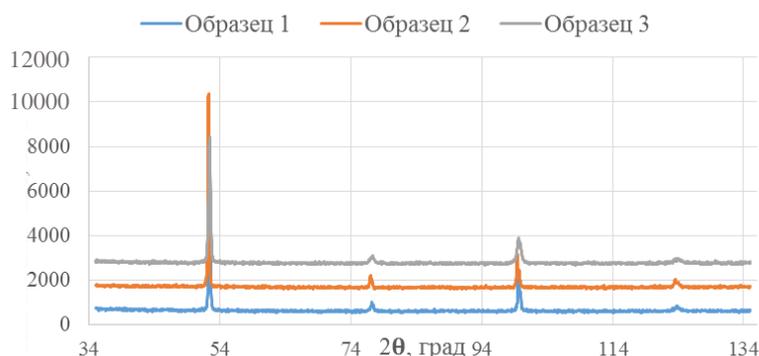


Рисунок 3 - Совмещённая рентгенограмма образцов

Микротвёрдость образцов была измерена на микротвердомере ПМТ-3. Для каждого образца было проведено по пять измерений и посчитано среднее значение. Несмотря на пористость, твёрдость термически необработанного образца очень близка к твёрдости литой стали. Микротвёрдость после закалки и среднего отпуска (образец №3) возрастает в 2 раза. После высокого отпуска, образец №2, твердость возрастает, но на меньшее количество единиц (таблица 1).

Таблица 1 - Микротвердость исследуемых образцов

Образец	ТО	Микротвердость, МПа
1	без ТО	1220±110
2	Закалка + отпуск 770 ⁰ С	1893±70
3	Закалка + отпуск 300 ⁰ С	2235±413

Заключение. Температура отпуска не значительно влияет на пористость; после ТО по сравнению с исходной структура изменилась – из ферритной стала бейнитно-ферритной; температура отпуска влияет на микротвёрдость (чем выше температура отпуска, тем меньше твёрдость).