

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ЗАКАЛКИ СТАЛЕЙ ТИПА X12 НА КОРРЕЛЯЦИЮ ТВЕРДОСТИ И КОЛИЧЕСТВО ОСТАТОЧНОГО АУСТЕНИТА

Субботина М.Г.

Руководитель – кандидат технических наук, доцент Марчук С.И.

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

Ssdd-jovanny@mail.ru

Известно, что твердость сталей типа X12 коррелирует с количеством остаточного аустенита не всегда, особенно, если его в стали много и если он метастабилен. Для проверки этого утверждения была проведена закалка образцов из сталей X12 и X12Ф1, химический состав которых был определен на сертифицированном предприятии и соответствует марочному составу этих сталей. Закалку проводили от температуры $900 \div 1100^{\circ}\text{C}$ с шагом 50°C , охлаждали в масле. Время нагрева образцов $15 \div 20$ минут. После этого определяли твердость, оценивали количество остаточного аустенита по безэталонному методу, снимая на дифрактометре ДРОН-3 в железном K_{α} излучении интерференционные линии $(111)\gamma$ и $(110)\alpha$ -фаз. В связи с высокими температурами закалки, ожидалось получение крупного зерна, поэтому для усреднения результатов съемку проводили со всех сторон плоских граней образцов.

Результаты измерения твердости приведены в таблице 1.

Таблица 1 –Твердости сталей после разных режимов закалки, HRC

Марка стали	Температура закалки, $^{\circ}\text{C}$				
	900	950	1000	1050	1100
X12 №1	58 ± 2	64 ± 1	63 ± 1	60 ± 1	63 ± 1
X12 №2	60 ± 1	64 ± 2	64 ± 1	$64 \pm 0,5$	62 ± 2
X12Ф1 №1	58 ± 2	$61 \pm 1,5$	59 ± 1	$58 \pm 1,5$	62 ± 1
X12Ф1 №2	58 ± 1	62 ± 2	62 ± 2	61 ± 2	$61 \pm 0,5$

Из таблицы 1 видим, что максимальная твердость для стали X12 - 64HRC, для стали X12Ф1- 62 HRC. Пик твердости наблюдается после закалки с 950°C . После закалки от 1050°C и 1100°C была получена аномально высокая твердость, не смотря на значительное количество остаточного аустенита. Единственным приемлемым объяснением этого факта может служить метастабильность остаточного аустенита, который под воздействием индентора может превращаться в мартенсит деформации.

С целью анализа такой закономерности изменения твердости, были проанализированы структурные составляющие стали: размер и распределение карбидов и количество остаточного аустенита.

Карбиды в сталях ледебуритного класса представлены эвтектическими и вторичными. Эвтектические карбиды довольно крупные, имеют вид вытянутых пластин, вторичные – мелкие, близки к сферической. Средняя длина и ширина эвтектических карбидов составляла 1,51 и 0,52 мкм соответственно, а средний диаметр вторичных – 0,22 мкм. С повышением температуры закалки

эвтектические не изменяют свой размер и форму, а вторичные постепенно растворяются. Существует также зависимость: чем больше в стали остаточного аустенита, тем меньше в ней карбидов.

Результаты определения количества остаточного аустенита приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Количество остаточного аустенита в сталях после закалки

Марка стали	Температура закалки, °С	A _{ост} на шлифе, %	A _{ост} , максимум, %	A _{ост} , среднее, %
X12 №1	1100	22	58	51
	1050	-	36	36
	1000	2	26	20
	950	-	17	17
	900	-	-	-
X12 №2	1100	-	60	59
	1050	-	49	43
	1000	22	44	39
	950	17	40	37
	900	-	10	10
X12Ф1 №1	1100	19	43	43
	1050	-	16	16
	1000	-	1	1
X12Ф1 №2	1100	-	59	59
	1050	-	36	36
	1000	3	4	4

Что касается определения количества остаточного аустенита, была обнаружена одна интересная особенность. Поскольку ожидаем получения крупного зерна, что мешает корректной оценке, съемку проводим со всех возможных сторон образцов, количество которых варьировалось от двух (для цилиндрических образцов) до шести (для кубических). Оказалось, что во всех случаях при съемке со стороны шлифа количество остаточного аустенита было либо гораздо меньше, либо его вообще не было обнаружено. Однако статистически обнаружение минимального количества остаточного аустенита на любой стороне шлифа – события равновероятные. Именно поэтому в таблице 2 приведены рассчитанные по дифрактограммам значения количества остаточного аустенита со стороны шлифа, максимальные и средние (без учета стороны шлифа). На рисунке 1 представлены дифрактограммы, демонстрирующие указанную особенность. Следует отметить, что ранее такая зависимость была обнаружена на некоторых других высокоуглеродистых высоколегированных сталях.

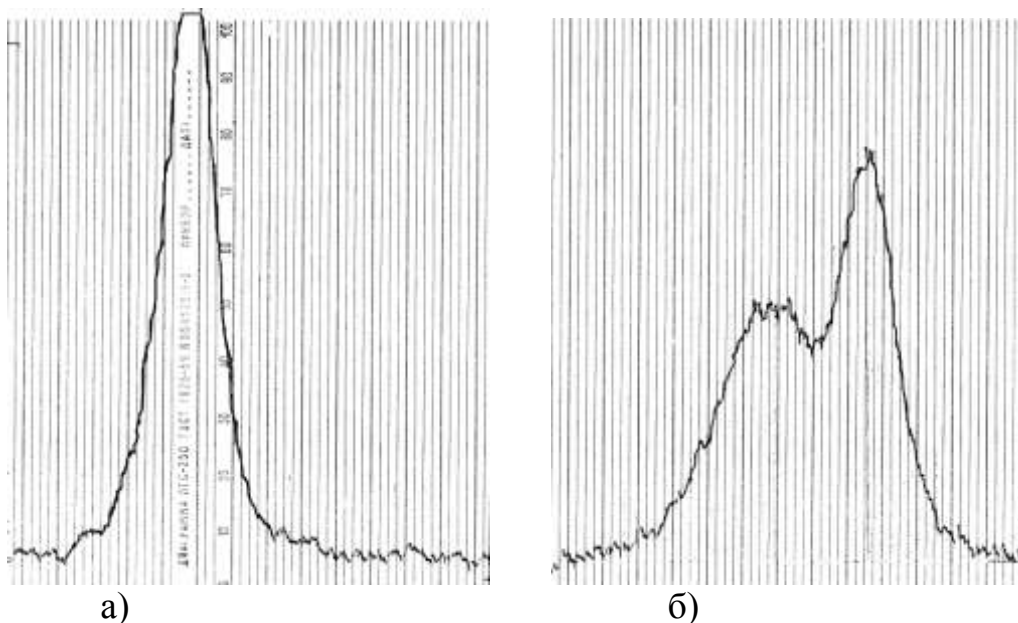


Рисунок 1 – Рентгенограмма стали X12Φ1 №2, закаленной с 1100°С со стороны шлифа (а) и второй стороны (б)

Таким образом, результат эксперимента дает возможность говорить о том, что:

- 1) На образцах из сталей типа X12 после закалки от высоких температур зафиксирована аномально высокая твердость, не соответствующая количеству остаточного аустенита;
- 2) Выявлена закономерность, которая заключается в том, что во всех случаях относительная интенсивность дифракционных линий аустенита, снятых со стороны шлифа, гораздо ниже, чем при съемке с других сторон образца.