

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ И КАЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ НЕ-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ В ПРОКАТЕ ИЗ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ МАРКИ 70, ВЫПЛАВЛЕННОЙ ПО РАЗНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Нажметдинова О. И.

научный руководитель вед. инженер Самойликова И. Я.

Челябинский металлургический комбинат

Одним из главных требований к качеству высокоуглеродистой стали является «чистота» по неметаллическим включениям, т.к. зарождение контактно – усталостных дефектов в металле и скорость их развития до разрушения определяются как свойствами матрицы, так и содержанием неметаллических включений, их морфологией и размерами.

Таким образом, целью настоящей работы являлся количественный и качественный анализ неметаллических включений в прокате из высокоуглеродистой стали марки 70 «борт», выплавленной по разным технологиям (с применением операции вакуумирования и без неё).

Процесс производства стали состоял из следующих операций: выплавка в конверторе; слив с отсечкой шлака; легирование в ковше ферромарганцем и ферросиликомарганцем; доводка металла на агрегате ковш - печь по химсоставу; разливка на машине непрерывного литья закрытой струей.

Перед разливкой сталь плавки №1 подвергали вакуумированию.

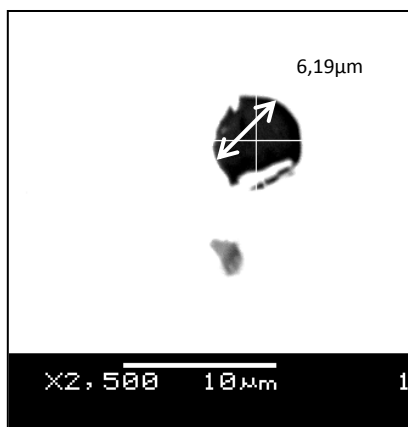
Загрязненность неметаллическими включениями проб оценивалась по DIN 50602:1985 методом КЗ (таблица 1), при этом сульфидные включения не учитывались.

Таблица 1 – Результаты оценки проб из стали марки 70 «борт» по DIN50602:1985, метод КЗ.

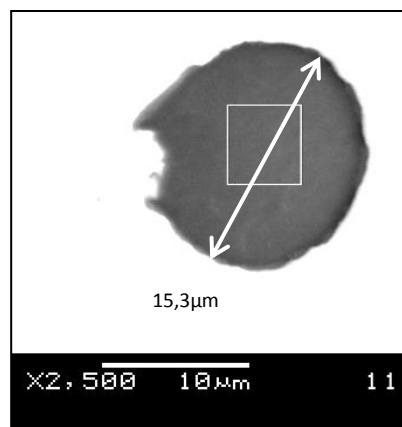
№ плавки	Профиль	Кол-во исслед. образцов	Максимальный балл включений	Наличие макровключений и их вид	КЗ (без учета макровключений)
1	кр.80	8	5	нет	8
2	кр.80	8	6	Пластичный силикат (9 балл)	28

При исследовании проб плавки № 1 от профиля кр.80 в продольном осевом сечении на растровом электронном микроскопе JEOL JSM -6460 LV были выявлены единичные глобулярные включения диаметром до 15,3 мкм (рис.1), а также раскатанные включения длиной до 67,2 мкм (рис.2), при этом скопления включений не встречаются.

Большинство включений - многофазные, состоящие из алюмосиликатов переменного состава, сульфидной оболочки, магнезиального соединения типа шпинели и корунда. В составе всех включений присутствует титан, а в некоторых карбонитрид титана.



а



б

Элемент	O	Na	Mg	Al	Si	K	S	Ca	Ti	Mn	Рис.
Масс. %	44.41	0.83	1.74	38.79	2.29	0.56		10.35	1.04		а
Масс. %	41.85		0.71	28.96	4.79		0.56	21.21	1.50	0.42	б

Рисунок 1 – Внешний вид, размер и химический состав неметаллического глобулярного включения, 3 заготовка от 1 ручья.



а



б

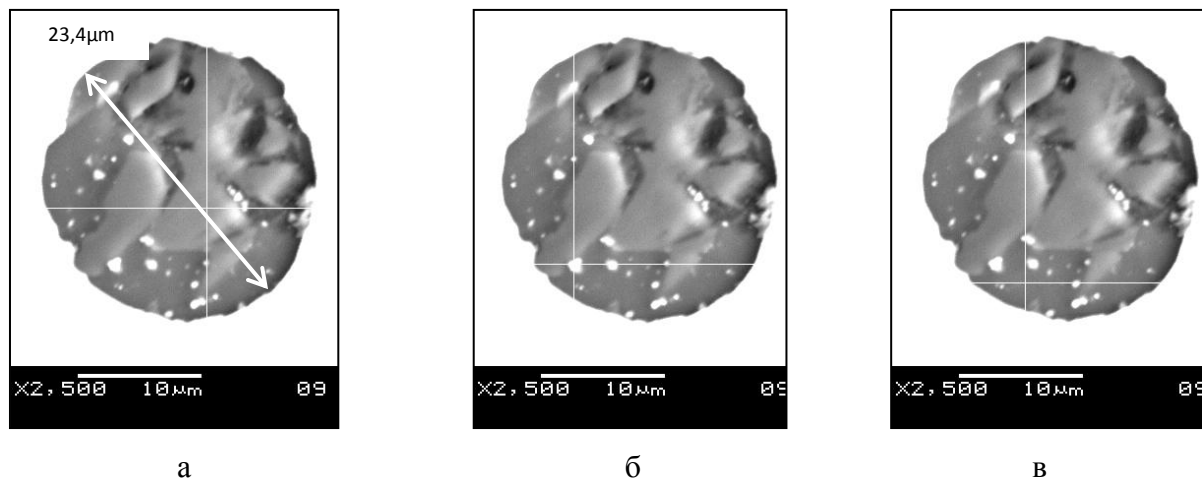
Элемент	C	N	O	Al	S	Ti	Mn	Mg
Масс. %	11.05	20.51	12.08	1.77	1.43	48.81	4.34	-
Масс. %	-	-	16.69	22.69	18.30	-	39.85	2.47

Рисунок 2 – Внешний вид, размер и химический состав неметаллического включения, 9 заготовка от 1 ручья.

При исследовании проб плавки № 2 от профиля кр.80 в продольном осевом сечении на растровом электронном микроскопе JEOL JSM -6460 LV были выявлены глобу-

лярные включения диаметром до 23,4 мкм (рис.3), их скопления (рис. 4) и раскатанные (пластичные и хрупкоразрушенные) включения длиной до 1,95 мм (рис.5).

Основной тип включений - хрупкоразрушенные и пластичные силикаты сложного состава, глобулы и их скопления. Многофазные включения состоят из силиката переменного состава, магнезиального соединения типа шпинели, сульфида марганца и диоксида циркония. В составе некоторых включений присутствуют фтор и натрий, что говорит об их шлаковой природе.



Элемент	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	Mn	Zr	Рис.
Масс. %	38.45	9.30	37.13			2.01	13.12		а
Масс. %	38.92	4.11	18.97	3.79	2.68	3.49	7.47	20.56	б
Масс. %	43.92		17.79	18.94	18.05		1.29		в

Рисунок 3 – Внешний вид, размер и химический состав неметаллического глобулярного включения, 2 заготовка от 3 ручья.

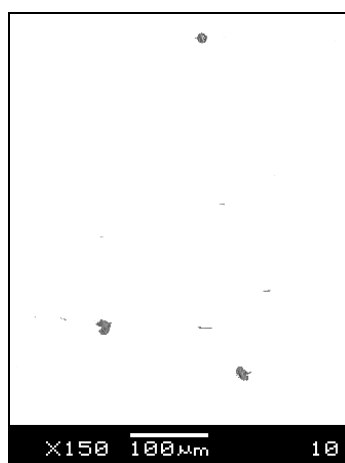
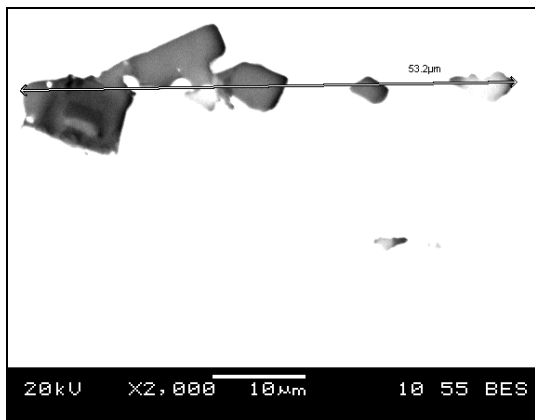
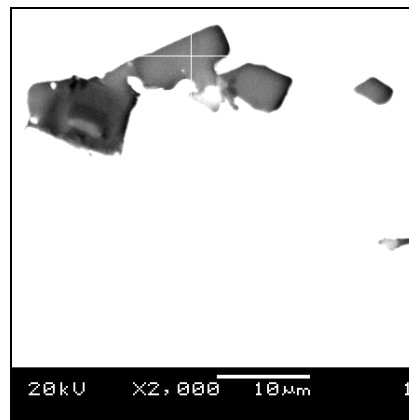


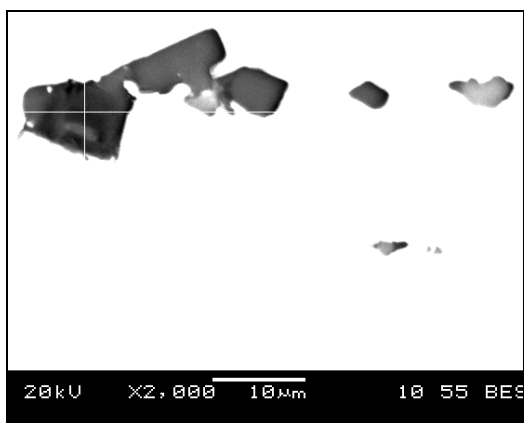
Рисунок 4 – Внешний вид скопления неметаллических глобулярных включений, 2 заготовка от 3 ручья.



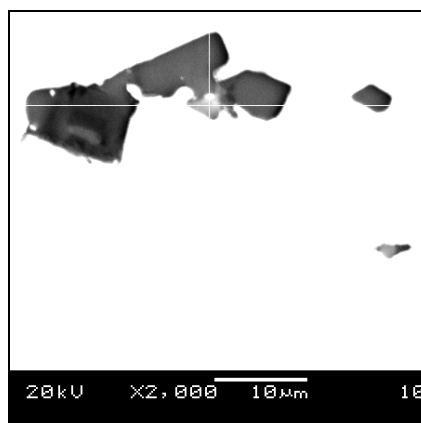
а



б



в



г

Элемент	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	S	Mn	Рис.
Масс. %	39.58	6.33	3.13	16.95	34.02				б
Масс. %	39.60	33.77	24.76	0.68	0.49	0.70			в
Масс. %		0.50		0.96	53.74		38.73	6.06	г

Рисунок 5 – Внешний вид, размеры и химический состав неметаллического включения, 2 заготовка от 1 ручья.

Из проделанной работы можно сделать следующие выводы:

- плавка № 1 имеет меньший балл по загрязненности неметаллическими включениями, что говорит о необходимости применения вакуумирования перед разливкой стали;
- основным типом включений в обеих плавках являются многофазные глобулярные и раскатанные (хрупкоразрушенные и пластичные) включения, состоящие из силиката переменного состава, магнезиального соединения типа шпинели и сульфида;
- в плавке № 2 обнаружены макровключения, содержащие натрий и фтор, что говорит об их шлаковой природе;
- в некоторых неметаллических включениях в плавке № 2 содержится диоксид циркония.