

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ПЕРЕСЧЕТА СОСТАВА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ ИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО ПО ОКСИДАМ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТАБЛИЦЕ EXCEL И СПОСОБЫ ЕЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Нажметдинова О.И.,

Научный руководитель начальник группы отдела «Металловедения и термообработки» Самоликова И.Я.

Челябинский металлургический комбинат

Неметаллические включения присутствуют в любой стали. Они появляются в результате различных химических реакций между компонентами расплавленной стали при раскислении или в результате взаимодействий металла со шлаком и огнеупорами, а также вследствие изменения констант равновесия соответствующих реакций в процессе охлаждения и кристаллизации металла. Кроме того, неметаллические включения частично вносятся в сталь с шихтовыми материалами, ферросплавами, а также возникают в результате вторичного окисления стали при разливке.

Неметаллические включения образуются или трансформируются во всех процессах, которым подвергается сталь при производстве и применении. Круг этих процессов достаточно широк и включает выплавку, раскисление и разливку стали, ее горячую и холодную деформацию, термическую и механическую обработку (в том числе обработку резанием). Неметаллические включения во многих случаях определяют технологические свойства стали, а также ее служебные характеристики, включая сопротивление циклическим нагрузкам и склонность к хрупким разрушениям. 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.

Изучение образующихся неметаллических включений и их влияние на технологические и физико-механические свойства стали является актуальной задачей.

Для определения состава и структуры включений используется метод растровой электронной микроскопии, позволяющий изучить форму, размеры и химический состав неметаллических включений.

Элементный состав неметаллических включений специалисты ОАО «ЧМК» изучают с помощью растрового электронного микроскопа JEOLJSM -6460 LV (ЮУрГУ).

Для получения более полной информации о составе неметаллических включений и источниках их образования была разработана автоматизированная система пересчета состава включений из элементного по оксидам в электронной таблице EXCEL.

Рабочее окно программы представлено на рисунке 1.

В ячейки столбцов A, D, G, J, M, P и S вставляются исходные данные (количество элемента во включении, %) и в ячейках B, E, H, K, N, Q и T рассчитывается количество оксида, %.

Расчет производится по формуле:

$$MeO = (M*m)/A, \text{ где}$$

M – молекулярная масса оксида, г/ моль;

m – количество металла во включении, %;

A – атомная масса металла, г/моль.

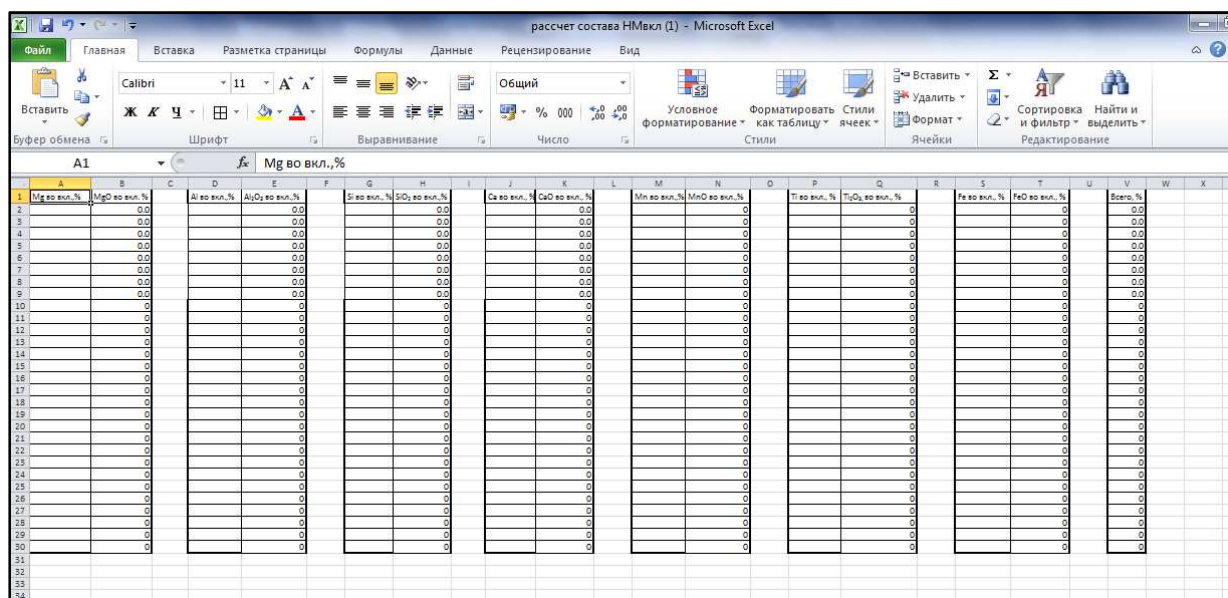


Рисунок 1 – Рабочее окно программы пересчета состава включений

Включение на рисунке 2, состоит из 3 фаз, состав которых представлен в таблице 1.

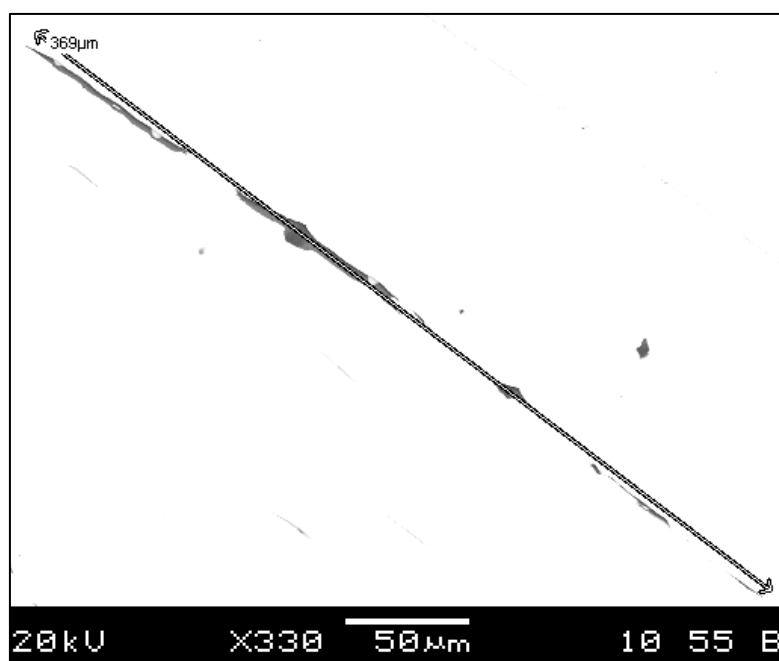


Рисунок 2 – Внешний вид и размер неметаллического включения в стали марки К76Ф.

Таблица 1 – Состав фаз неметаллического включения на рисунке 2.

Элемент	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Ti	Mn
Масс. %	30.75	15.58	41.38					
Масс. %	32.19		12.51	17.69		30.25		
Масс. %					30.70			59.66

Результаты пересчета состава фаз с помощью электронной таблицы EXCEL представлены в таблице 2.

Таблица 2 – результаты пересчета состава неметаллического включения по оксидам.

Оксид	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	S	CaO	Mn	Название фазы
Масс. %	25,8	78,2					Магнезиальная шпинель
Масс. %		23,6	37,9		42,3		Высокоглиноземистый кальциевый силикат
Масс. %				30,70		59,66	Сульфид марганца

По полученным расчетам включение (рисунок 2) представляет собой магнезиальную шпинель в оболочках высокоглиноземистого кальциевого силиката и сульфида марганца. Можно сделать вывод, что включение образовалось до кристаллизатора МНЛЗ в результате взаимодействия частиц шлака с футеровкой ковша.

Помимо этого, полученные после пересчета данные по оксидному составу включений можно наносить на диаграмму Пирелли или на диаграмму шлаков, что при анализе включений в заготовках может дать прогноз их деформируемости.

Диаграмма Пирелли представляет собой треугольник составов (CaO, MgO, MnO)-SiO₂-Al₂O₃, разбитый на три области: область «А» - обогащенная SiO₂; область «В» - обогащенная CaO, MgO и MnO; область «С» - обогащенная Al₂O₃ – рисунок 3. При этом область «С» является запретной зоной, т.к. включения, содержащие большое количество Al₂O₃, при деформации разрушаются хрупко, негативно влияя на эксплуатационные свойства стали.

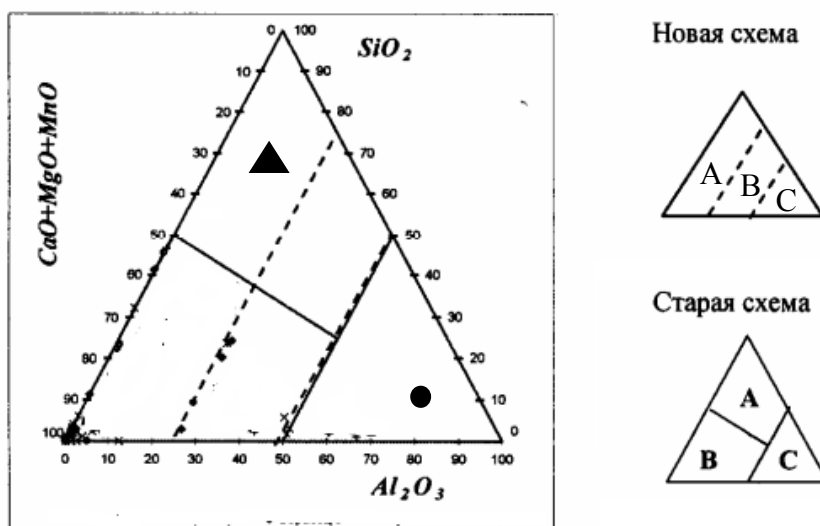


Рисунок 3 – Диаграмма Пирелли: ● - состав 1-ой фазы (магнезиальной шпинели) включения на рисунке 2; ▲ - состав 2-ой фазы (высокоглиноземистого кальциевого силиката) включения на рисунке 2.

После нанесения состава включения на диаграмму Пирелли видно, что одна фаза (магнезиальная шпинель) при деформации разрушается хрупко, а вторая фаза (высокоглиноземистый кальциевый силикат) деформируется пластично.

Таким образом, разработанная система пересчета состава неметаллических включений позволяет определить причину образования включений и разработать методы борьбы с ними, и как следствие, снизить загрязнение металла неметаллическими включениями и повысить качество стали. Полученный состав можно наносить на диаграмму Пирелли или на диаграмму шлаков, что при анализе включений в литых заготовках может дать прогноз об их деформируемости и загрязненности неметаллическими включениями в готовой продукции.