

Речь идет, в первую очередь, об обеспечении заданного состава слитков или отливок, полученных в тиглях разной емкости, из различных шихтовых материалов. Поскольку основным, а зачастую и единственным компонентом этих сплавов, интенсивно испаряющимся под действием электронного пучка, является алюминий, большое внимание изучению поведения этого элемента в ходе плавки.

Используя методику и алгоритм расчета конечного состава сплавов системы Ti-Al электронно-лучевой выплавки [3], а также методы математического программирования в среде MathCad 14 в данной работе сделана попытка её практического применения в качестве элемента технологической инструкции проведения плавки. Построенные на основе расчетов графики зависимости изменения содержания алюминия от режима плавки, позволяют выбрать наиболее оптимальные параметры для получения сплава заданного состава.

#### Список литературы

1. Левицкий М.И. Одержання сплавів на основі інтерметалідних сполук методом електронно-променевої гарнісажної плавки / В.І. Мірошніченко, Т.В. Лапшук, С.О. Матвієць // МТОМ. – 2002. – №3. – с. 17-20.
2. Левицкий Н.И. Качество литых заготовок из интерметаллидных сплавов TiAl, полученных электронно-лучевой плавкой / В.И. Мирошниченко, Т.В. Лапшук, Е.А. Матвиец, В.С. Голтвяница, С.К. Голтвяница // Процессы литья. – 2010.– № 1. – С. 33 – 37.
3. Ворон. М.М. Метод расчета испарения алюминия в интерметаллидных системах Ti-Al при электронно-лучевом переплаве // Металл и литье Украины. – 2010. – №11. – С. 31-33

УДК 621.74

*В. Г. Герасименко, Т. О. Широких*

*Національна металургійна академія України, Дніпропетровськ*

### **ПЕРСПЕКТИВИ ЗАСТОСУВАННЯ ІНОВАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОДЕРЖАННЯ ЯКІСНОЇ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОЇ ЗАГОТІВКИ ЗА ДОПОМОГОЮ «М'ЯКОГО» ОБТИСКУ ПРИ ЇЇ ТВЕРДІННІ**

Технологія безперервного розливання сталі освоєна більш, ніж в 90 країнах світу, де діє близько 2 тис. МБЛЗ різної конструкції і призначення. Понад 93% всієї виплавленої сталі (у 2008 році - 1,228 млрд. тон заготовки) розлита на МБЛЗ.

За підсумками 2009 року, Україна посіла дванадцяту позицію в світі і четверту в Європі (після Росії, Німеччини та Італії) за обсягами застосування

безперервного розливання сталі. Сьогодні ця технологія працює на одинадцять підприємств, з яких п'ять - комбінати повного циклу.

Так як безперервне розливання стало одним з основних способів розливання сталі, вимоги до її якості помітно зросли.

Одними з основних дефектів безперервнолитої заготовки є осьова пористість і осьова ліквіація, які при прокатці проявляються у вигляді внутрішніх тріщин і розслою. Боротися з цими дефектами можна двома способами: зовнішнім фізичним впливом на заготовку, що кристалізується, або методом «м'якого» обтиску. Перший спосіб досить дорогий і вимагає великих енерговитрат, а другий є більш перспективним, так як він не такий дорогий і його легше застосовувати.

Технологічний принцип «м'якого» обтиску полягає в тому, що безперервнолитою зливку у кінці твердіння проходить через зону «м'якого» обтиску, налаштовану на конус, при цьому кінець зони твердіння (кінець рідкої лунки) стискається і цим компенсується усадка при твердінні. При обтиску зливку утворюється більш дрібна і однорідна структура металу, ніж без обтиску.

Для того, щоб отримати позитивний результат, позиція і величина обтиску повинні бути оптимізовані. Якщо «м'який» обтиск занадто малий, він неефективний, наслідком чого є утворення у безперервнолитому зливку сильної сегрегації. Занадто великий обтиск впливає також негативно на осьову ліквіацію, підвищуючи її, а отже, веде до утворення тріщин.

Теоретично величина обтиску визначається за формулою:

$$D_0 = (D_1 + D_2) / \eta + D_3,$$

де  $D_1$ ,  $D_2$ - сумарний обтиск, необхідний для запобігання відповідно руху (витікання) рідкої сталі із зони твердіння і перетікання сталі при спученні заготовки (при використанні плоских брусків  $D_2 = 0$ );  $\eta$ -коефіцієнт пропорційності, що враховує перенесення поверхні внутрішнього фронту твердіння і, отже, умови гарячої деформації заготовки;  $D_3$ - сумарна термічна усадка твердої фази при зниженні температури в ході обтиску (розраховується на підставі аналізу процесів теплопереносу в зоні обтиску).

Параметри м'якого обтиску індивідуальні для різного хімічного складу, швидкісних режимів і сортаменту, а отже, вирішення питань технології «м'якого» обтиску можливо тільки на основі математичного моделювання всього процесу «м'якого» обтиску, починаючи з гідродинамічної роботи, обумовленої переміщенням фронтів кристалізації, закінчуючи призначенням у потрібному місці, на необхідній довжині раціональної величини обтиску.

У зв'язку з тим, що технологія «м'якого» обтиску до кінця недосліджена, вона потребує удосконалення і вирішення наступних завдань:

– розробки математичної моделі для реалізації процесу «м'якого» обтиску і дослідження з її допомогою впливу цього процесу на формування макроструктури безперервнолитої заготовки з рідкою серцевиною в зоні вторин-

ного охлаждения;

- розробки механізму впливу «м'якого» обтиску на формування макро-структури безперервнолитих заготовок;
- визначення кількості та місця прикладання зусиль обтиску (співвідношення між кількістю рідкої і твердої фаз в момент обтиску);
- визначення способів докладання зусиль до поверхні заготівки;
- дослідження якості безперервнолитих заготовок після «м'якого» обтиску і якості металопродукції з них;
- визначення взаємозв'язку технологічних параметрів безперервного розливання сталі з параметрами «м'якого» обтиску;
- розробки технології «м'якого» обтиску безперервнолитих заготовок на МБЛЗ.

УДК 669.15-198:669.017

*В. А. Гладких, В. Ф. Лысенко, А. В. Рубан*  
*Национальная металлургическая академия Украины,*  
*Днепропетровск*

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СОСТАВА ФЕРРОСИЛИКОМАРГАНЦА, ТЕМПЕРАТУРНОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМОВ РАЗЛИВКИ НА КАЧЕСТВО СЛИТКА СПЛАВА**

В соответствии с действующим стандартом (ДСТУ 3548-97) и стандартом зарубежных стран, производящих марганцевые ферросплавы, базовое содержание ведущих элементов (марганца и кремния) в ферросиликомарганце составляет 82 %. По сложившейся практике выплавка сплава MnC17 на отечественных ферросплавных заводах осуществляется с содержанием кремния 17–18 % и марганца 72–74 %, т.е. с суммарным содержанием этих элементов 89–92 %. В связи с поставкой ферросиликомарганца сталеплавильным и фасонолитейным цехам во фракционированном виде в процессе дробления слитка ферросплава и последующем рассеве образуется значительное количество (10–15%) мелких некондиционных фракций – отсев фракционирования. Вследствие отсутствия потребителей основная масса отсева переплавляется в составе шихты при выплавке ферросиликомарганца, что снижает технико-экономические показатели производства.

Кафедрой электрометаллургии НМетАУ совместно с ЦЗЛ ОАО «НЗФ» завода проведена опытная кампания по выплавке и разливке ферросиликомарганца базового состава. В работе приведены результаты эксперимен-

тальных исследований по изучению влияния химического состава сплава, температуры разлива, типа и конструкции мульд разливочных машин на структуру, физико-механические характеристики слитка сплава и на выход отсева фракционирования.

Температура сплава в начале разлива, как правило, была на 10–15 °С выше температуры металла в середине и на 30–40 °С выше, чем в конце разлива. При анализе полученных результатов исследований установлено, что выход отсева фракционирования уменьшается при снижении температуры разлива, использовании стержневых изложниц и исключении процесса дробления. Отмечена характерная зависимость снижения выхода отсева при повышении концентрации железа, снижении содержания марганца, кремния в сплаве до значений базовых величин и уменьшении доли фосфора в сплаве. Повышение концентрации железа в сплаве и, соответственно, в структурных силикокарбидных фазах слитка (по принципу замещения марганца в узлах кристаллической решетки железом) обеспечивает повышение плотности и микротвердости, пластичности и предела хрупкого разрушения структурных фаз под действием статических и динамических нагрузок.

Полученные в работе результаты подтверждают целесообразность организации выплавки ферросиликомарганца с базовым содержанием марганца, кремния и с повышенной долей железа (10–13 %), что является одним из направлений улучшения технологичности процесса выплавки ферросиликомарганца – на заводе, повышения физико-механических и потребительских свойств слитка и фракционированного металла и, в конечном итоге, улучшения технико-экономических показателей его производства.

УДК 669.15-198:669.141.25

*В. А. Гладких, В. Ф. Лысенко, А. В. Рубан*  
*Национальная металлургическая академия Украины,*  
*Днепропетровск*

#### **РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАРГАНЦЕВЫХ ФЕРРОСПЛАВОВ ПРИ ВЫПЛАВКЕ ЛИТЕЙНЫХ СТАЛЕЙ**

Вопросы рационального использования раскислителей и легирующих при выплавке литейных сталей различного назначения тесно связаны с номенклатурой производимых ферросплавов. Практически ни одна марка стали не может быть получена без использования марганцевых или кремнистых ферросплавов.