

тельная деформация профиля заготовки, которая при определенных условиях обуславливает возникновение поверхностной продольной угловой трещины и, возможно, прорыва под кристаллизатором.

Развитие явления ромбичности при формировании твердого каркаса сортовой заготовки, на наш взгляд, обуславливается определенным уровнем внутренних напряжений, накопленных твердой корочкой при нахождении в кристаллизаторе. Как правило, отхождение двух углов твердой корочки заготовки может происходить уже в нижней части гильзы кристаллизатора вследствие, например, ее локального износа. После выхода заготовки из кристаллизатора ромбичность продолжает развиваться в большей или меньшей степени, что может приводить к формированию внутренних угловых трещин (преимущественно в тупых углах ромба).

Случай отхождения трех или четырех углов твердого каркаса заготовки от внутренней поверхности гильзы следует рассматривать, прежде всего, как несоответствие внутреннего профиля гильзы установленным параметрам разлива. При этом в определенных областях твердой корочки может существенным образом изменяться интенсивность теплоотвода, что с высокой степенью вероятности может приводить к развитию ромбичности в поперечном сечении заготовки.

Литература.

1. А.Н.Смирнов, Г.И.Касьян, А.Я.Минц, Е.В.Штепан Технологическое развитие параметров высокоскоростной разлива на сортовых МНЛЗ // Труды 8-го Конгресса Сталеплавыльщиков. Нижний Тагил. 18-22 октября 2004 г. – М.: Черметинформация, 2005. – С.484-488.
2. А.Н.Смирнов, И.В.Лейрих, Жибоедов Е.Ю., Е.Н.Любименко Особенности разрушения покрытий гильз кристаллизаторов высокоскоростных сортовых МНЛЗ // Электрометаллургия. 2007. №4. - С.29-32.
3. Смирнов А.Н., Штепан Е.В., Смирнов Е.Н. Опыт производства сортовых заготовок для длинномерного проката // Металл. 2005. №1. С.44-50.
4. Эльдарханов А.С. Процессы формирования отливок и их моделирование / А.С. Эльдарханов, В.А. Ефимов, А.С. Нурадинов. – М.: Машиностроение, 2001. – 208 с.
5. Смирнов А.Н. Особенности деформации твердой корочки заготовки в кристаллизаторе сортовой МНЛЗ / А.Н. Смирнов, В.Е. Ухин // Электрометаллургия. – 2009. – №6. – С. 14-20.
6. Ya Meng Heat transfer and solidification model of continues slab casting / Meng Ya, Thomas Brian G. // Metallurgical and materials transaction.-2003. –V.34B. -№5. –P. 685-705.
7. Thomas B.G. Continuous casting: Complex Models // The Encyclopedia of Materials: Science and Technology. – Oxford: Elsevier Science Ltd. Vol.2. 2001. – pp. 1599-1609.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ФЕРРОСПЛАВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ЛЕГИРОВАНИЯ МЕТАЛЛА**

*М.В. Ратников, студ. гр. 3-10В10,*

*Научный руководитель: Федосеев С.Н., асс. каф. МЧМ*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8-(38451)-6-22-48*

*E-mail: steel13war@mail.ru*

Одним из отличительных признаков производства черных металлов является образование огромных шлаковых отвалов, занимающих большие площади и оказывающих негативное влияние на экологическую обстановку.

Повышение конкурентоспособности металлопродукции может быть обеспечено снижением расхода сырьевых ресурсов, используемых при ее производстве. Поэтому переработка и утилизация шлаков и отходов металлургического производства является актуальным и обязательным элементом безотходной технологии, так как способствует ресурсосбережению, а также снижению загрязнений водного и воздушного бассейнов.

Особый интерес для металлургии представляют шлаки ферросплавного производства, которые содержат значительное количество ценных компонентов, используемых для рафинирования и легирования железоуглеродистых расплавов. Анализ различных видов отходов производства ферросплавов показал, что достаточно ценным металлургическим сырьем могут быть шлаки и шламы производства марганцевых ферросплавов.

Наиболее ценным компонентом марганцевых отходов является марганец, широко используемый для раскисления и легирования чугуна и стали. Содержание марганца в этих отходах превышает 10 %, и использование его при производстве ферросплавов в качестве марганецсодержащего сырья, а также других металлургических переделах будет способствовать значительному улучшению их технико-экономических показателей.

В данной работе предложен метод переработки шлака производства силикомарганца и шлама производства доменного ферромарганца с использованием дугового восстановления входящих в их состав полезных элементов непосредственно в железоуглеродистый расплав.

С целью ресурсосбережения и улучшения экологической обстановки, а также повышения эффективности переработки и утилизации ферросплавных отходов были проанализированы технологические схемы, используемые в настоящее время для обогащения отходов и извлечения из них ценных металлургических составляющих. Способы пневматической и магнитной сепарации, применяемые для обогащения ферросплавных шлаков с целью их дальнейшего использования в шихте для производства ферросплавов, являются достаточно сложными с точки зрения технологии и используемого оборудования. Кроме того, силикомарганец и силикаты марганца не обладают магнитными свойствами, плотность силикатов марганца близка к плотности других составляющих шлака, поэтому извлечение их из шлаков с использованием традиционных технологий затруднено [1]. В табл. 1 приведен примерный химический состав отвального шлака производства силикомарганца [2, 3].

Таблица 1

Химический состав отвального шлака производства силикомарганца

Компонент шлака	Mn	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	S	P	Na <sub>2</sub> O
Содержание, %	13-18	45-50	12-19	2-5	6-9	0,4-0,7	0,8-1,3	0,004-0,010	2-5

На первом этапе было исследовано влияние низких температур на эффективность использования магнитной сепарации для обогащения шлака силикомарганцевого производства. Перед обогащением шлака силикомарганца производили его предварительное дробление и рассев. Для исследований использовали фракции –0,1; 0,1-0,63; 0,64-2,5; +2,5 мм. Магнитную сепарацию осуществляли с использованием постоянных магнитов, предварительно охладив шлак жидким азотом. Исследования производили в трех температурных интервалах, °С (–196)–(–150), (–150)–(–100), (–100)–(–50).

Предложенный метод позволяет произвести обогащение шлака силикомарганцевого производства по содержанию марганца на 30,5-66,47 %. Максимальное обогащение характеризует температурный интервал (–150)–(–100)°С при этом содержание марганца возрастает с 17 до 28,3 %, то есть на 66,47 % [4]. Достигнутое в результате обогащения содержание марганца в сырье отвечает его содержанию в промышленных марганцевых рудах, которые могут использоваться в ферросплавном производстве. Однако этот способ подготовки сырья требует дополнительных теоретических и экспериментальных исследований для разработки эффективной и конкурентоспособной технологии.

Следующий исследованный способ переработки силикомарганцевого шлака предполагал переплав его в смеси с восстановителем в медеплавильной электродуговой печи ДМ-0,5 Стахановского ферросплавного завода, для чего использовали шихту следующего состава, кг: шлак – 300; уголь тощий – 20; известняк – 40; стальная обрезь – 14. Среднее содержание марганца в исходном шлаке составило 13,6 %. Переплав смеси производили непрерывно, без догрузки дополнительных порций шихтовых материалов. В результате получено 17 кг сплава с содержанием 21 % Mg. Степень восстановления марганца составила около 9 %. Шлак после переплава получился однородный с содержанием (%) Mg 12,8-13,0 и SiO<sub>2</sub> 47,5-48,4 и практически не имел вкраплений угля и известняка.

За время работы печи было израсходовано 400 кВт/ч электроэнергии, что свидетельствует о крайне низкой эффективности данного способа. Только по расходу электроэнергии затраты на получение лигатуры предложенным способом более чем в 25 раз выше по сравнению с традиционной технологией производства ферромарганца, и, несмотря на относительно низкую стоимость шихты, перспектив такая технология не имеет.

Кроме отмеченных технологий была опробована схема извлечения марганца и кремния из шлака производства силикомарганца непосредственно в чугун методом дугового восстановления.

Метод заключается в восстановлении компонентов шлака определенным восстановителем в условиях заглуженной в расплав электрической дуги.

Случай отхождения трех или четырех углов твердого каркаса заготовки от внутренней поверхности гильзы следует рассматривать, прежде всего, как несоответствие внутреннего профиля гильзы установленным параметрам разлива. При этом в определенных областях твердой корочки может существенным образом изменяться интенсивность теплоотвода, что с высокой степенью вероятности может приводить к развитию ромбичности в поперечном сечении заготовки.

Литература.

1. А.Н.Смирнов, Г.И.Касьян, А.Я.Минц, Е.В.Штепан Технологическое развитие параметров высокоскоростной разлива на сортовых МНЛЗ // Труды 8-го Конгресса Сталеплавыльщиков. Нижний Тагил. 18-22 октября 2004 г. – М.: Черметинформация, 2005. – С.484-488.
2. А.Н.Смирнов, И.В.Лейрих, Жибоедов Е.Ю., Е.Н.Любименко Особенности разрушения покрытий гильз кристаллизаторов высокоскоростных сортовых МНЛЗ // Электрометаллургия. 2007. №4. - С.29-32.
3. Смирнов А.Н., Штепан Е.В., Смирнов Е.Н. Опыт производства сортовых заготовок для длинномерного проката // Металл. 2005. №1. С.44-50.
4. Эльдарханов А.С. Процессы формирования отливок и их моделирование / А.С. Эльдарханов, В.А. Ефимов, А.С. Нурадинов. – М.: Машиностроение, 2001. – 208 с.
5. Смирнов А.Н. Особенности деформации твердой корочки заготовки в кристаллизаторе сортовой МНЛЗ / А.Н. Смирнов, В.Е. Ухин // Электрометаллургия. – 2009. – №6. – С. 14-20.
6. Ya Meng Heat transfer and solidification model of continues slab casting / Meng Ya, Thomas Brian G. // Metallurgical and materials transaction.-2003. –V.34B. -№5. –P. 685-705.
7. Thomas B.G. Continuous casting: Complex Models // The Encyclopedia of Materials: Science and Technology. – Oxford: Elsevier Science Ltd. Vol.2. 2001. – pp. 1599-1609.

#### **АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ**

*Е.С. Сергеева, студент группы УК-216,  
научный руководитель: Ходыревская С.В.  
Юго-Западный государственный университет  
Elena\_1294@mail.ru*

В настоящее время качество выпускаемой продукции является одним из важнейших средств конкурентной борьбы, завоевания и удержания позиций на рынке. В связи с этим большинство предприятий уделяют много внимания обеспечению качества продукции на высоком уровне, стараясь контролировать продукцию на всех стадиях производственного процесса, начиная с контроля качества используемых сырья и материалов и заканчивая оценкой соответствия выпущенного продукта техническим характеристикам и параметрам. Поэтому управление качеством продукции стало основной частью производственного процесса, направленной не столько на выявление дефектов или брака в готовой продукции, сколько на проверку качества изделия в процессе его изготовления.

Современные подходы к вопросу качества выпускаемой предприятием продукции основаны на применении организациями концепции Всеобщего менеджмента качества (TQM). Основные принципы TQM изложены в стандартах ИСО серии 9000 на системы менеджмента качества (СМК). Существуют различные подходы и мнения по поводу формирования СМК. [1-4]

Особое место в управлении качеством продукции занимает контроль качества. Именно контроль как одно из эффективных средств достижения намеченных целей и важнейшая функция управления способствует правильному использованию объективно существующих, а также созданных человеком предпосылок и условий выпуска продукции высокого качества. От степени совершенства контроля качества, его технического оснащения и организации во многом зависит эффективность производства в целом. [5]

Для упрощения процесса изготовления и увеличения эффективности процесса контроля на предприятиях активно внедряются разного рода автоматы. Автоматизация стала неотъемлемой частью любого процесса производства, будь то огромный производственный комплекс или маленькое частное производство. Сегодня, в условиях перегруженности информацией важность разработки и внедрения различных программных продуктов уже ни у кого не вызывает сомнений.