

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАЗМАТРОНА ДЛЯ ПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ БАЗАЛЬТА

PROSPECTS FOR THE USE OF THE PLASMA TORCH FURNACE FOR MELTING BASALT

Жумушта базальт-таш куймасын алуу максатында эритүүчү печти түзүү үчүн плазматронду колдонуу мүмкүнчүлүктөрү изилденди.

Ачкыч сөздөр: таш куймасы, базальтты эритүү, плазматрон, плазмохимиялык процесстер, квази тең салмактуу процесстер

В работе исследовались возможности применения плазматрона для создания плавильной печи с целью получения базальто-каменного литья.

Ключевые слова: каменное литье, расплав базальта, плазматрон, плазмохимические процессы, квазиравновесные процессы.

In work possibilities of use of the plasmatron for creation of the melting furnace for the purpose of receiving basalto-stone casting were investigated.

Keywords: basalt, basalt superfine fiber, wastage of production of basalt fiber.

Запасы железной руды в мире постепенно истощаются и настанет время когда она станет большим дефицитом. Поэтому многие уже сегодня задумываются о новых материалах, способных заменить сталь. Одним из таких материалов является каменное литье и запасы его сырья в мире практически неисчерпаемы.

Каменное литье относится к числу тех немногих материалов, которые сочетают в себе целый комплекс положительных эксплуатационных свойств [1-3].

Целью работы является исследование возможности применения плазматрона для плавильной печи базальта с целью получения высококачественного базальто-каменного литья.

Одним из основных и наиболее затратных технологических процессов считается плавление. Расплав базальта получается путем нагрева в различных устройствах это: Вагранка с подогреваемым копильником. Специфические условия плавления шихты в вагранке, трудность регулирования температуры выходящего расплава и восстановительная атмосфера плавления усложняют получения качественного литья. При многокомпонентной шихте в условиях ваграночного производства трудно добиться в плавильной зоне однородного по химическому составу расплава.

В настоящее время в камнелитейной промышленности используется несколько видов плавильных печей [1-6].

Шахтно - ваннные печи широко распространены на Чешских камнелитейных заводах. Печи такого типа наиболее приспособлены для плавления кусковатой породы, а мелкая порода практически не находит применения на таких печах.

Вращающиеся печи для производства каменного литья впервые были применены на Донецком камнелитейном заводе. Основным преимуществом данных печей является возможность интенсивного перемешивания шихты, за счет вращения. Вращающаяся печь обеспечивает хорошие условия теплопередачи в шихте, что сокращает время плавки. Такие печи удобны для многокомпонентной и мелкой шихты. Внутри печь выложена

хромомагнезитовым кирпичом это позволяет проводить до 250 плавов. Такие печи меняют химический состав расплава за счет того что обмуровка переходит в расплав, сложный восстановительный ремонт и сравнительно низкий КПД. Все вышеперечисленные печи не позволяют достичь температуры в 1850-1900⁰ С, что необходимо для распада силикатных минералов - альбит, олигоклаз, лабрадор, микроклин, мусковит, кварц, оливин, близкий к форстериту, и сподумен.

В настоящее время разработано и внедрено в производство печи с горизонтально расположенными электродами, вертикально расположенными электродами различной мощности [6]. Из всех видов электрических печей в камнетейной промышленности применяются только дуговые печи. Они имеют высокий КПД, хорошую экономичность, компактность и возможность получать температуру 1500-1900⁰С. Питание печей производится через печные трансформаторы. Мощность печей колеблется от 100 кВт/час до нескольких тысяч кВт/час. Но, как и все печи - электрические печи не лишены недостатков. В процессе работы графитовые электроды восстанавливаются из расплава практически все металлы, а особенно железо, это явление весьма нежелательно для получения моноклинного пироксена. Приходится постоянно делать корректировку расплава - путем введения дополнительных элементов. Восстановленные металлы: железо, молибден, вольфрам, титан и другие элементы, которые находятся в сырье. Сплав металлов накапливается в донной части плавильной ванны и создает много проблем технологического характера. Наиболее качественные расплавы дают электрические печи с молибденовыми электродами, которые не взаимодействуют с расплавом и не образуют газов. В электрической печи, применяя для разогрева шихты молибденовые электроды, можно избежать образования ферросилиция. Графитовые электроды из процесса плавки убираются вообще. Печь состоит из холодильников охлаждения, которые опоясывают печь по всему периметру. Крыша также водоохлаждаемая, футерованная шамотным кирпичом. Дно печи сложено из кирпича марки МЛС. Имеется лоток для слива и освобождения печи от расплава. Для перемешивания расплава применяется качающиеся печи. При всех своих многих достоинствах эта печь имеет тоже имеет один существенный недостаток. Верхняя часть расплава покрывается корочкой, что затрудняет введение новых порций шихты, но это преодолимый недостаток. Установка нихромовых спиралей не полностью решает эту проблему. Периодически необходимо вручную разрушать корку.

Первые плазмотроны появились в середине 20-го века в связи с появлением устойчивых в условиях высоких температур материалов и расширением производства тугоплавких металлов. Другой причиной появления плазмотронов явилась элементарная потребность в источниках тепла большой мощности. Замечательными особенностями плазмотрона как инструмента современной технологии являются:

- Получение сверхвысоких температур (до 150 000⁰С, в среднем получают 10 000-30 000⁰С), недостижимых при сжигании химического топлива.
- Компактность и надежность.

Легкое регулирование мощности, легкий пуск и остановка рабочего режима плазмотрона.

Наибольшее распространение в качестве источников плазмы получили электрические разряды, в которых нагрев плазмы осуществляется взаимодействием заряженных частиц плазмы с электромагнитным полем. В зависимости от форм электрического разряда, реализуемого в генераторе для получения плазмы, различают электродуговые, высокочастотные и сверхвысокочастотные плазмотроны, а также генераторы на электромагнитных колебаниях оптического диапазона частот – оптических разрядах и потоках частиц высоких энергий – пучковый разряд. В настоящее время наибольшее распространение и применение получили электродуговые генераторы плазмы – электродуговые плазмотроны.

Плазменная горелка дугового плазмотрона имеет, по меньшей мере, один анод и один катод, к которым подключают источник питания постоянного тока или переменного тока. Для охлаждения используют каналы, омываемые обычно водой [8, 9].

При использовании для образования плазмы определяемого газа (аргона, азота, водорода и др.) над жидким расплавом базальта может быть создана любая атмосфера – нейтральная, восстановительная, окислительная и благоприятные условия для протекания в расплаве тех или иных реакций.

Плавка в плазменных печах с нейтральной атмосферой и низким парциальным давлением по возможностям дегазации расплава базальта сопоставима с вакуумной индукционной плавкой. Это позволяет осуществлять эффективную дегазацию расплава базальта без использования дорогостоящего вакуумного оборудования, а при повышенном давлении в объеме плазменной печи эффективная дегазация не сопровождается повышенным угаром летучих примесей. Отшнурованная плазменная дуга в принципе может поддерживаться при изменении в рабочей камере давления в широких пределах от пониженного, близкого к давлениям в вакуумных агрегатах, до избыточных. Это делает ПДП более гибкой и универсальной по сравнению с обычной электродуговой плавкой. Именно эта особенность позволяет получить отливки из базальта без газовых раковин и повышенной плотности.

Известно, что все плазмохимические процессы можно разделить [7-9] на два класса (рис. 1):

- квазиравновесные процессы;
- неравновесные процессы.



Рис. 1. Классификация плазмохимических процессов

Квазиравновесные процессы. В зависимости от фазового состояния системы (плазма – обрабатываемые вещества (сырье) – продукты их взаимодействия) квазиравновесные процессы, в свою очередь, делятся на:

- гомогенные процессы;
- гетерогенные процессы.

Учитывая, что плазма (газ) – обязательный компонент любой плазмохимической системы, возможен лишь один вариант гомогенной системы, при котором сырье и продукты реакции находятся в одной фазе – газовой (Г).

В гетерогенных процессах либо сырье, либо продукты взаимодействия, либо и то, и другое находятся в конденсированной фазе – жидкой (Ж) или твердой (Т). Здесь подразумевается фазовое состояние веществ с момента контакта их с плазмообразующим газом до момента вывода из плазмохимического реактора. Например, если в процессе получения синтез-газа углеводород (бензин) контактирует с плазмой в газообразном (пар)

состоянии, то этот процесс относится к гомогенным, если же он контактирует с плазмой в жидком состоянии, то процесс рассматривается как гетерогенный. Принципиально возможны три варианта гетерогенных систем:

- газ – жидкость (Г-Ж);
- газ – твердое вещество (Г-Т);
- газ – жидкость – твердое вещество (Г-Ж-Т).

Система может быть гетерогенной как по сырью, так и по продуктам реакции. Однако, большее влияние на технологическое оформление процесса оказывает фазовое состояние сырья, исходя из которого гетерогенные процессы подразделяют на три группы, основанные на переработке:

- газообразного (Г) сырья с получением жидких (Ж) или твердых (Т) продуктов;
- жидкого (Ж) сырья с получением жидких (Ж), твердых (Т) или газообразных (Г) продуктов;
 - твердого (Т) сырья с получением продуктов в твердом (Т), жидком (Ж) или.

Отметим, что во всех гетерогенных плазмохимических процессах обязательно присутствует газовая фаза, состоящая из плазмообразующего газа и газообразных продуктов взаимодействия, если таковые образуются.

Подача сырья в плазмохимический реактор должна быть равномерна в пределах заданного расхода для увеличения поверхности раздела фаз твердое сырье измельчают. Степень измельчения сырья зависит от способа его дальнейшей переработки. Основными являются три способа переработки сырья:

- сырье подается в плазменную струю и перемещается вместе с ней;
- сырье находится во взвешенном слое;
- сырье обрабатывается плазмой в неподвижном слое.

Необходимый химический и гранулометрический состав шихты получают путем дробления, измельчения и смешения отдельных компонентов. Подача сыпучих материалов в плазмохимический реактор и предварительное их дозирование осуществляются механическими или пневматическими питателями различных типов. Основные требования, предъявляемые к питателям – равномерность подачи и возможность регулирования расхода.

Плазмотроны как элемент передачи тепла для получения расплава базальта обладают широкими возможностями, позволяя в ближайшей перспективе получать материалы с новыми свойствами, которые будут по многим характеристикам превосходить металлы, пластмассы. В общем виде установка плавления базальта выглядит следующим образом:

измельченная шихта поступает в бункер накопитель (1), откуда с помощью шнекового питателя-дозатора(2) поступает в приемный конус (3) плазмохимического реактора (5). Электродуговые плазмотроны (4) поступающую твердую шихту нагревают до жидкого состояния с температурой 1800-2000⁰С. В зависимости от технологических условий необходимый плазмообразующий газ (11) заводится в плазмотроны. Жидкий расплав через диафрагму (6) стекает в печь накопитель расплава (7). Поверхность расплава постоянно подогревается отходящими газами через дымовую трубу(8). Питатель (9) служит для выдачи расплава с необходимой температурой. На выходе из питателя можно поставить центрифугу (раздувочную головку) и получать штапельное базальтовое волокно или фуруму для разлива и получать необходимое базальтовое литье.

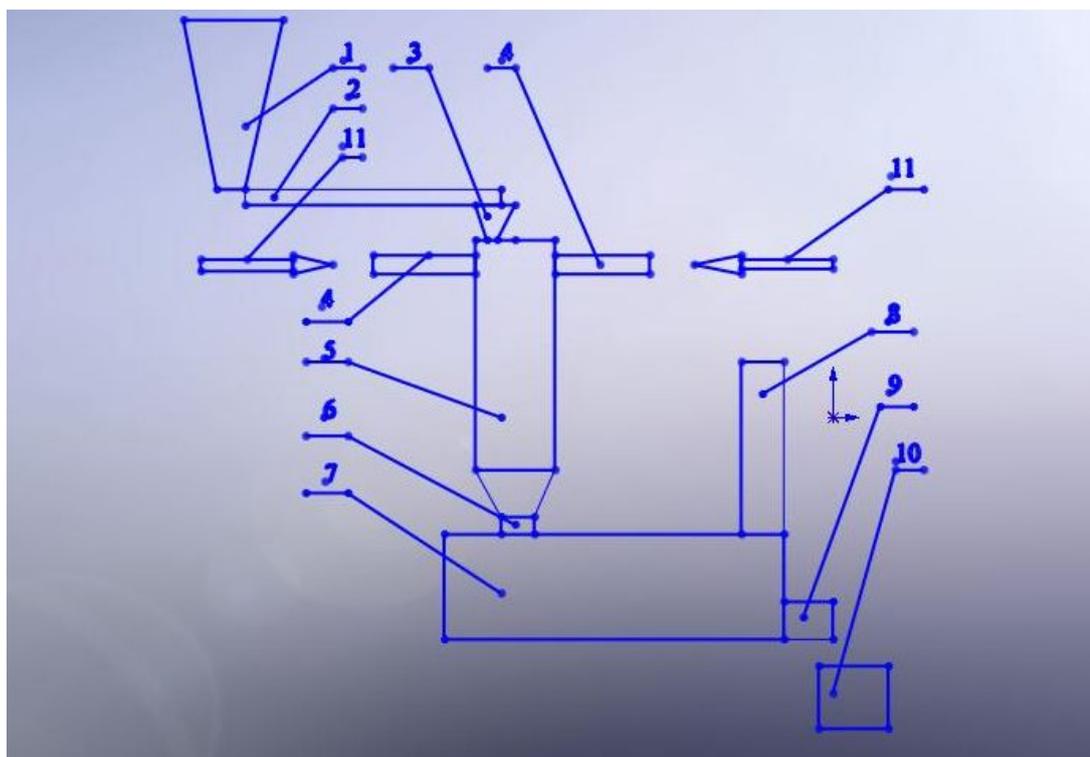


Рис. 2. Структурная схема установки плавления базальта плазмотроном

Человечество в эру своего становления использовало примитивные каменные орудия производства и быта. История развивается по спирали и на новом витке это будут каменные орудия и материалы с новыми свойствами.

Список литературы

1. Вольдман Я. Исследование процесса плавления и кристаллизации горных пород типа базальта [Текст] / Я.Вольдман // Проблемы каменного литья. - Киев: Изд-во АН УССР, 1963. - С. 72.
2. Косинская А.В. Камнелитые материалы для получения коррозионно- и радиационно стойких изделий [Текст] А.В. Косинская, С.С. Затуловский // Литейное производство. -2001. - № 10. - с. 21-22.
3. Липовский И.Е. Основы петрургии [Текст] / И.Е.Липовский, В.А.Дорофеев. - М.: Metallurgy, 1972. - 320 с.
4. Ормонбеков Т.О. Техника и технология производства базальтовых волокон [Текст] / Т.О.Ормонбеков. - Бишкек: Илим, 2005. - 150 с.
5. Ормонбеков Т.О. Технология, оборудование и производство базальтовых волокон электрическим плавлением [Текст] / Т.О.Ормонбеков, Э.А.Байсалов, Ю.Н.Дубинин, Т.М. Касымов. – Бишкек: Илим, 2007. – 96 с.
6. Фомичев С.В. Оценка и модифицирование исходного состава габбро-базальтовых пород для получения минеральных волокон и изделий каменного литья [Текст] / С.В. Фомичев, И.З. Бабиевская, Н.П. Дергачева и др. // Неорганические материалы. - 2010. - том 46, № 10. - с. 1240-1245.
7. Моссэ А.Л., Печковский В.В. Применение низкотемпературной плазмы в технологии неорганических веществ [Текст] А.Л. Моссэ, В.В.Печковский. - Мн.: Наука и техника, 1973.
8. Электродуговые плазмотроны (рекламный проспект) [Текст] / Под. Ред. М.Ф.Жукова. - Новосибирск: Наука, 1977.
9. Сергеев П.В. Электрическая дуга в электродуговых реакторах [Текст] / П.В.Сергеев. - Алма-Ата: Наука, 1978.