

нии модели тепловое воздействие лазера расплавляет связующее, а частички песка склеиваются. По окончании спекания получается «грин-модель», которая требует аккуратного обращения при очистке. После чего форму помещают в печь для прокалики, где полностью (при температуре 300-350°C) отверждают массив формы. Затем выращенные фрагменты формы собирают и подготавливают к заливке металлом обычными методами.

При технологии Binder Jetting, строительный материал (литейный песок, кварц или корунд заранее смешанный с активатором) подают и разравнивают на рабочей платформе послойно с шагом 0,2-0,4 мм. За тем в соответствии с формой сечения модели на песок, при помощи струйной печатающей головки, наносится фурановая смола. В результате химической реакции смолы и активатора форма становится твердой. По окончании построения рабочий бункер вынимают из машины, форму очищают и подготавливают к сборке. В этом случае песчаные формы не нуждаются в дополнительной термообработке.

Заключение

Рассмотренные технологии для литейного производства показывают широкие возможности 3D-печати для получения литейных форм с очень сложными геометрическими параметрами, с внутренними каналами и полостями. При этом отпадает необходимость изготовления литейной оснастки.

Список используемых источников:

1. Смирнов, В.В., Барзали В.В., Ладнов П.В. Перспективы развития аддитивного производства в российской промышленности // Опыт ФГБОУ УГАТУ. Новости материаловедения. Наука и техника. №2 (14). 2015. С. 23-27.
2. Зорин В.А., Полухин Е.В. Аддитивные технологии. Перспективы применения аддитивных технологий при производстве дорожно-строительных машин // Строительная техника и технологии. 2016. №3(119). С. 54-57.
3. Смуров И.Ю., Конов С.Г., Котобан Д.В. О внедрении аддитивных технологий и производства в отечественную промышленность // Новости материаловедения. Наука и техника. 2015. № 2. С. 11-22.

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

*Е.В. Тимонова, студент гр. 10В81., научный руководитель: Ибрагимов Е.А., к.т.н., доц.,
Юргинский технологический институт (филиал) Томского политехнического университета,
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. +7 (913) 409 34 17
E-mail: lizochka.utrobina_66@mail.ru*

Аннотация. Рассмотрение вторичных энергоресурсов и переработка различных отходов черной металлургии.

Abstract. Consideration of secondary energy resources and processing of various ferrous metallurgy wastes.

Ключевые слова: доменный газ, чугуны, ВЭР, протекании процесса, технологическими газами, агломерационные машины.

Keywords: blast furnace gas, cast iron, VER, process flow, process gases, sintering machines.

Металлургия относится к числу промышленных отраслей, отличающихся особенно высоким уровнем потребления топлива, чем обуславливается ряд присущих ей особенностей. Обилие технологических процессов, протекающих в условиях высоких температур, приводит к значительному падению эффективности использования топлива. Вместе с тем значительный процент задействованной в процессах энергии покидает агрегат вместе с энергоносителями, которые впоследствии могут быть применены в качестве вторичных энергоресурсов (ВЭР). К категории горючих ВЭР в черной металлургии причисляют газы, исходящие из доменных, конвертерных и ферросплавных печей. Реже сюда также относят коксовый газ. Формирование доменного газа происходит в процессе получения чугуна в печах доменного типа. На выход газа и нюансы его состава влияет ряд факторов, включая топливные свойства, характеристики шихты, режим функционирования печи, используемых для придания большей интенсивности процессу методов и так далее. Объем получаемого с тонны чугуна газа составляет приблизительно 1,5–2,5 тысячи кубометров. Однако он отличается невысокой теплотой сгорания, равной 3–5 Мдж на кубометр, что обусловлено высоким содержанием в нем компонентов негорючего типа (до 70 процентов). Сжигание данного вида газа позволяет при стандартных условиях получать температуру на уровне 1400–1500 градусов по Цельсию. Дойти до ее повышения можно за счет подогрева воздуха перед сжиганием. При выходе из печи газ

содержит в себе загрязнения колошниковой пылью, в которой присутствуют компоненты из шихты. Уровень запыленности доменного газа находится на уровне 20–25 грамм на кубометр, в связи с чем требуется его предварительная очистка для дальнейшего использования в качестве топливного ресурса. Для того, чтобы данный продукт мог использоваться для обогрева различного рода установок, оборудования и агрегатов, в одном его кубометре не должно быть более 4 миллиграмм пыли. Формирование ферросплавного газа происходит в печах рудовосстановительного типа, которые служат для получения ферросплавов. Исходящий из закрытых печей газ может быть задействован в качестве топливных ВЭР. При применении открытых печей этого невозможно в связи с тем, что сгорание газа происходит еще на колошнике.

На объеме получаемого газа и его составе сказываются такие факторы, как марка сплава, шихтовый состав, режим функционирования печи, ее мощностные характеристики и ряд других. При его использовании можно добиваться максимальной температуры горения на уровне 2000 градусов по Цельсию. Для данного газа также характерен высокий уровень запыленности, равный в среднем 30–40 граммам на кубометр.

Образование газа конвертерного типа происходит в процессе получения стали в специальных кислородных конвертерах. На одну тону стали приходится около 80–100 кубометров газа, в каждом из которых содержится до 200 грамм пыли. Его основным компонентом выступает оксид углерода, на долю которого приходится около 70–80 процентов от общего объема. Предельная температура сгорания данного газа равна 2 тысяч градусов по Цельсию. Формирование коксового газа наблюдается при спекании угольной шихты с целью получения кокса. На каждую тонну материала приходится в среднем 400–460 кубометров газа, который может быть задействован в качестве топлива исключительно после отсеивания содержащихся в нем химических продуктов высокой ценности. При сгорании он дает возможность получать температуру на уровне 2 тысяч градусов по Цельсию. В совокупном объеме ВЭР на долю тепловых приходится примерно 30 процентов. В металлургии из используемых печей с агрегатами извлечение конечного продукта и шлака происходит при высокой температуре. Чугун со сталью чаще всего представляют собой промежуточную продукцию, а исходящая от них теплота задействуется в сталеплавлении и изготовлении проката. В связи с этим она не причисляется к категории ВЭР. При задействовании теплоты шлаков жидкой консистенции удается добиваться получения тепловой энергии на уровне, равном примерно 6 процентам от всей теплоты, высвобождаемой в ходе технологического процесса. При получении чугуна при температуре на уровне 1,5 тысяч градусов на долю шлаков приходится 40–60 процентов, тогда как выплавляемая при 1,6 тысячи градусах сталь оставляет всего 30–40 процентов шлаков. Используется также теплота, присущая вторичным газам, которые разделяют на горючие и дымовые (негорючие). Образование первых происходит собственно при протекании процесса, а вторых – при топливном горении. Их получают из мартеновского, коксового, электросталеплавильного, нагревательного, обжигового и иного оборудования. Некоторые производственные процессы предполагают смешивание продуктов сгорания с технологическими газами.

Температура выходящего из печи коксового газа составляет 600–700 градусов, при этом в нем присутствует значительный процент смол, в связи с чем применение его крайне осложнено. Доменный газ имеет температуру 150–350 градусов, и перед использованием он требует обязательно очистки сухим способом.

Конвертерный газ характеризуется наиболее высокой температурой, достигающей до уровня 14–1,8 градусов.

Ферросплавный газ может иметь различную температуру в зависимости от того, какого вида сплав получается. В частности, ферромарганец дает температуру 200–300 градусов, а ферросилиция – 500–700 градусов. В отходящие от мартеновских печей газы входят продукты топливного сгорания и газообразные компоненты имеющих место в технологическом процессе химических реакций. На тонну стали приходится 60–80 кубометров газа с запыленностью на уровне 10–15 грамм на кубометр. Сразу за пределами ванной температура составляет 1,65 тысячи градусов, а когда газ покинет регенераторы – 600–850 градусов.

Имеющие место в сталеплавильных печах электротипа химические реакции также дают газы, которые могут рассматриваться в качестве ВЭР. Если имеет место задействование горелок топливно-кислородного типа, то газы смешиваются с продуктами топливного сгорания. Газы при выходе имеют температуру на уровне 1,6–1,8 тысячи градусов, при этом в каждом их кубометре содержится около 50–60 грамм пыли. Получаемые из печей известково-обжигового типа газы включают в себя

продукты топливного сгорания, а также сгорания газов, которые высвобождаются в процессе разложения карбонатов. Печи вращающегося типа обеспечивают получение на каждую тонну до 3 тысяч кубометров газа с температурой до 800 градусов. Содержание пыли может варьироваться от 5 до 75 грамм в каждом кубометре. Агломерационные машины дают выход газов, состоящих из продуктов горения топлива газообразного и жидкого типа, летучих веществ и карбонатных продуктов. Максимальная температура составляет 250 градусов, а количество пыли в кубометре достигает 4,7 грамма. Исходящий из коксовых батарей газ после регенератора имеет температуру на уровне 250–350 градусов. Нагревательные печи дают отходящие газы, состоящие из продуктов топливного сгорания и нагревающиеся до температуры от 800 до 1,3 тысячи градусов. Применяются они для воздухонагрева, при этом их теплота падает примерно вдвое. Дымовые газы, получаемые из доменных печей, имеют температуру не более 300 градусов и, как правило, не применяются в практических целях. Ферросплавные газы дают в печах закрытого типа при сгорании температур на уровне 1600 градусов. К категории тепловых ВЭР причисляются также водяной пар с горячей водой, которые образуются при остуживании технологических установок, а также тепловые выбросы из вентиляционных каналов. ВЭР горючего типа и отходящие газы имеют высокий уровень запыленности, в связи с чем они требуют обязательной очистки перед применением.

Список используемых источников:

1. Общество Америки. Нью-Йорк: Springer-Verlag. Боззола Дж. Дж. И Рассел Л. Д. (1998).
2. Вторичные энергоресурсы, 2-е изд. Бостон: Festler & Bartlett Publishers. Дикстра МД (1992).
3. Михайлов В.В. «Рационально использовать энергетические ресурсы», 1980г.
4. Розенгарт Ю.И. «Вторичные энергетические ресурсы черной металлургии и их использование». – К.: " Высшая школа", 2008г.
5. Гольстрем В.А., Кузнецов Ю.Л. «Справочник по экономии топливно-энергетических ресурсов» – К.: Техника 1985г.