

МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ ПИРОУГЛЕРОДА В ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТОЙ ЛИТЕЙНОЙ ФОРМЕ

В. А. Марков, А. С. Григор, А. А. Шнейдер

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

Известно, что антипригарное действие углеродосодержащих материалов связано с их термическим разложением под действием тепла залитого металла и образованием пиролитического углерода.

Несмотря на большое количество работ по исследованию различных углеродосодержащих материалов (УСМ) с позиции образования пироуглерода, нет единого мнения о механизме его образования в слоях материала литейной формы.

Противоречия в понимании процесса связаны с тем, что до момента контакта расплава с поверхностью формы нет ее нагрева и, соответственно, нет условий для образования пироуглерода из углеродосодержащего материала. Получается, что пироуглерод образуется уже после контакта расплава с поверхностью формы. Если согласиться с известными представлениями о механизме образования пироуглерода, то встает закономерный вопрос, каким образом образующийся в слоях формы пироуглерод создает антипригарное действие в зоне контакта уже залитого металла. Получается, что после прямого контакта залитого металла с твердой поверхностью материала формы, образующаяся газовая фаза в слоях формы, должна проникнуть в контактную зону между твердой поверхностью материала формы и затвердевающей коркой металла, разделить их и в образовавшемся зазоре сформировать твердую фазу пиролитического углерода. Такая схема, наиболее часто объясняющая механизм антипригарного действия УСМ, несколько идеализирована, а по ряду положений противоречит законам физики и термодинамики.

В частности, если расплав смачивает поверхность зерна, то газовая фаза не имеет возможности преодолеть поверхностное натяжение и разделить две другие фазы (твердую и жидкую). Далее, почему газовая фаза будет стремиться раздвинуть твердую и жидкую фазы в зоне контакта, когда у нее есть возможность перемещаться в глубинные более холодные слои литейной формы, где меньше давление, то есть такая схема про-

цесса противоречит основным законам термодинамики [1]. Принимая во внимание утверждение ряда исследователей о том, что процесс термического разложения УСМ происходит в режиме термического удара, то отложение пироуглерода может иметь место на участках поверхности формы, которые в процессе заливки еще не вступили в прямой контакт с жидким металлом. Однако учитывая, что время заливки для мелкого и среднего развеса отливок составляет несколько секунд, то этого времени явно мало для нагрева, образования газовой фазы и отложения пироуглерода в поверхностных слоях литейной формы. Следовательно, в существующем понимании процесса образования пироуглерода неучтены некоторые факторы или параметры процесса.

Рассмотрим поэтапно предлагаемый механизм образования пироуглерода в слоях материала литейной формы.

Первый этап: смесь приготовлена на свежих материалах; зерна песка покрыты адгезивной оболочкой глинистого связующего; в составе смеси содержится твердый углеродосодержащий материал (в качестве примера: молотый каменный уголь).

Условия механизма образования пироуглерода можно иллюстрировать схемой (рисунком 1), где: по ординате отложена температура; по абсциссе слой литейной формы.

В момент контакта расплава с поверхностью формы, слои формы достигают температуры T_3 и температурное поле распространяется в глубинные слои формы по известным законам теплопередачи [1] с изменением температуры слоев от T_3 до T_Φ – начальной температуры формы. Фронт нагрева смеси постоянно перемещается в глубину формы, на кривой температурного фронта имеется горизонтальный участок, соответствующий температуре зоны влаgekонденсации. При движении фронта температуры, в зону его действия попадают частицы УСМ и происходит их трансформация в зависимости от температурных условий каждого слоя литейной формы. В зонах с высокой температурой (более 800°C) происходят процессы получения кокса из ка-

ру плавления и кипения в пределах 150 – 450 °С и прочность которых в холодном состоянии достаточно высокая [2, 3].

В зависимости от температурных условий и исходного количества углеродосодержащего материала, конденсация газовой фазы продуктов термического разложения может происходить в виде отдельных капель или отдельные капли могут образовывать гидрофобную пленку на поверхности частиц адгезивной оболочки. Естественно, образующиеся капли имеют размер несколько нанометров (10^{-9} м), то есть на уровне коллоидных частиц адгезивного субстрата. Толщина пленки, если она образуется, имеет аналогичный порядок.

В слоях формы остается твердый коксовый остаток, минеральная составляющая (зола), а также побочные продукты типа сернистых соединений.

Таким образом, по температурным и термодинамическим условиям, возможность образования пироуглерода имеется только в очень тонких слоях литейной формы, близко прилегающих к контактной зоне с металлом отливки, а в остальных объемах материала формы преобладает процесс конденсации продуктов термического разложения УСМ.

На следующем этапе форма разрушается, обратная смесь проходит цикл подготовки, перемешивается и производствен-

ный цикл повторяется. Через некоторое количество оборотов смеси в адгезивной оболочке, покрывающей зерновую основу содержится весь спектр промежуточных продуктов термического разложения УСМ, начиная от свежего УСМ до пироуглерода.

Причем ни качественный, ни количественный состав углеродосодержащих материалов в адгезивной оболочке не поддается определению. Обычно оцениваются потери при прокаливании, а существующие методы определения «активного углерода» дают общую оценку потери веса, без вскрытия состояния углеродосодержащего материала [4].

Список литературы:

1. Вейник, А. И. Термодинамика литейной формы / А. И. Вейник. – М.: Машиностроение, 1968. – 332 с.
2. Александров, В. М. Пироуглерод в литейном производстве / В. М. Александров, Б. А. Кулаков // Литейное производство. – 1993. – №1. – С. 17-18.
3. Осаждение пиролитического углерода в корундовых формах при прокаливании в вакууме. / А. И. Бадер, В. М. Сидоров, М. И. Чуйкин, З. А. Машарова и др. // Литейное производство. – 1978. – №6. – с. 28–29.
4. Определение активного угля в составах формовочных смесей / Ю. Д. Позднев, О. М. Магрилова, Р. А. Суханова, Я. И. Сеницын, Г. С. Гусева // Литейное производство. – 1977. – № 6. – С. 18.