

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ

Марков В.А., Григор А.С., Луганский А.Ю.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
(г. Барнаул)

Для улучшения товарного вида отливок и уменьшения пригара в составе формовочных смесей используют углеродсодержащие материалы (УСМ) [1]. При использовании твердых УСМ их частицы покрываются адгезивной оболочкой глинистое связующее, однако из-за отсутствия на поверхности частиц УСМ активных центров взаимодействие с частицами адгезивной оболочки не происходит и, соответственно, прочность смеси ниже. Если УСМ содержит активные центры, свободные связи или функциональные группы, то возможно образование соединений с частицами адгезивной оболочки, и прочность песчано-глинистых (ПГС) повышается. При применении жидких УСМ возможно несколько вариантов взаимодействия:

- жидкость не содержит фракций или соединений, имеющих открытые связи, тогда она чисто механически распределяется по гидрофильной поверхности твердой фазы, участки, покрытые УСМ, становятся гидрофобными и не покрываются гидрофильной адгезивной оболочкой или адгезивным субстратом;

- жидкий УСМ содержит соединения с открытыми связями. В этом случае возможно их взаимодействие с участками поверхности частиц твердой фазы и в зависимости от степени гидрофобности такую тина УСМ могут улучшаться либо ухудшаться прочностные свойства, смеси.

В процессе формообразования в микрообъемах смеси на точечных контактах частиц ультрадисперсной фракции адгезивной оболочки возникают колоссальные давления (150...180 МПа), зерна сближаются, адгезивная оболочка деформируется, в результате чего частицы глинистого связующего сближаются, выдавливая лишнюю свободную воду в межзерновое пространство и образуя "сухой" контакт зерен и частиц через адгезивный субстрат. При "сухом" контакте и высоких точечных давлениях термодинамически возможно образование химических связей между основными компонентами.

При заливке формы металлом слои ПГС подвергаются тепловому воздействию, в результате которого происходят следующие

процессы: полиморфные превращения в зернах кварцевого песка сопровождающиеся изменениями их объема, накоплением внутренних напряжений или образованием трещин; дегидратация глинистого связующего и адгезивного субстрата.

В результате теплового воздействия металла изменяется состояние УСМ, находящегося в слоях формы:

- под действием высоких температур в слоя смеси, близко прилегающих к отливке (5...20 мм), идет термоокислительное разложение УСМ с образованием пироуглерода (8...12%), газовой фазы, коксового остатка и побочных продуктов;

- в отдаленных слоях формы происходит терморазложение УСМ с образованием газообразных продуктов в соответствии с температурой слоя формы, их последующей фильтрацией в глубинные слои формы и конденсацией на поверхности твердой фазы;

- часть продуктов разложения УСМ, имеющих низкую температуру газообразования, удаляются за пределы литейной формы, где при избытке кислорода могут сгорать;

- основная масса продуктов терморазложения УСМ конденсируется в соответствии с их температурой кипения и температурой слоев формы на поверхности частиц адгезивной оболочки;

- тяжелые полиароматические углеводороды с высокой температурой плавления и кипения (200...450°C), попадая в слои формы, прогретые выше $T = 100...105^\circ\text{C}$ конденсируются на обезвоженных поверхностях частиц адгезивного субстрата, проникая в поры, трещины или между частицами, прочно скрепляя их между собой плотной гидрофобной углеродсодержащей пленкой, что способствует укрупнению зерновой основы смеси.

К углеродсодержащим материалам, таким как молотый уголь, каменноугольная пыль, битум, кероген и другие органические вещества, предъявляются следующие основные требования: максимальный выход "блестящего углерода"; оптимальный выход летучих; оптимальные температуры термического разложения; наличие пластических

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ДОБАВОК НА СВОЙСТВА ПЕСЧАНО-ГЛИНИСТЫХ СМЕСЕЙ

свойств; технологическая совместимость с другими формовочными материалами, входящими в состав смеси; технологичность; соответствие нормам санитарно-гигиенических условий производства.

Основной противопопригарной добавкой в составе песчано-бентонитовых формовочных смесей является молотый каменный уголь [2], применение которого наиболее целесообразно ввиду его сравнительно низкой стоимости, доступности и эффективности.

Каменный уголь - неотъемлемый компонент песчано-бентонитовых смесей для производства чугунных отливок в современных литейных цехах. Действие его многофункционально: предотвращение трудноудаляемого пригара; уменьшение шероховатости поверхности отливок; снижение вероятности появления на отливках ужимин; улучшение выбиваемости формовочной смеси (ФС), то есть разделения смеси и отливок на выбивных решетках.

Противопригарное действие каменного угля связывают с образованием пиролитического (блестящего) углерода при разложении угля в момент контакта формы с расплавленным металлом. Газифицирование угольной пыли, начинающееся при температуре около 100°C, развивается вначале медленно, а затем, по достижении точки размягчения, очень быстро, что приводит к образованию восстановительной атмосферы в поверхностном слое формы. В интервале температур размягчения угля, совпадающем с интервалом интенсивного выделения из формовочной смеси газов, уголь вспучивается и вследствие большого объемного расширения проникает в поры смеси, обволакивая зерна песчаной основы полукоксом. Из углеводородов, содержащихся в газовой фазе, при температуре свыше 600 °C выделяется пиролитический углерод, оседающий в виде тонкой пленки на поверхности кварцевых зерен, находящихся в зоне интенсивного прогрева формы металлом. Пиролитический углерод благодаря высокой прочности сцепления с зернами кварца и незначительной смачиваемости металлом уменьшает проникновение металла в поры формы.

К недостаткам каменноугольной противопопригарной добавки следует отнести низкий выход пироуглерода, накопление в процессе оборота смеси мелочи, снижение газопроницаемости смеси при использовании мелкодисперсного молотого угля, ухудшение санитарно-гигиенических условий работы. Для устранения этих недостатков практикуют

применение композиций из углеродсодержащих материалов (жирного или коксующегося каменного угля, пека, битума, керогена, торфа и др.). Применяют также твердые продукты переработки нефти - асфальтовые продукты, нефтяной кокс и битум взамен молотого угля. Эффективность их применения обусловлена высоким выходом пироуглерода - более 40 %.

Практикуют применение жидких углеродсодержащих добавок, например мазута, однако этот компонент в составе песчано-бентонитовых смесей вызывает обильное дымовыделение, что нецелесообразно по санитарно-гигиеническим условиям. К жидким противопопригарным добавкам относят также битуминизированные эмульсии, газойль, петролеум и др. Преимуществами жидких противопопригарных добавок являются повышение противопригарных свойств, улучшение условий автоматического дозирования в бегуны, повышение газопроницаемости смесей путем уменьшения содержания мелочи, улучшение санитарно-гигиенических условий, сокращение складских помещений. К недостаткам жидких углеродсодержащих добавок следует отнести уменьшение эффективности их действия с увеличением толщины стенок отливок.

В качестве стабилизатора влажности песчано-бентонитовой смеси, а также для повышения ее пластичности и улучшения качества отпечатка формы используют злаковые добавки в виде порошков, крахмалит, меляссу, экструзионные крахмалсодержащие реагенты, продукты переработки растительного сырья и их разнообразные композиции.

В зарубежной практике получили широкое распространение комплексные добавки - премиксы, или компаунды, стабилизирующие свойства песчано-бентонитовых смесей, снижающие расход формовочных материалов, улучшающие условия автоматического дозирования компонентов смеси в бегуны, снижающие дефекты форм и отливок. Премиксы представляют собой механическую смесь компонентов формовочной смеси, состав которой и количественные соотношения между компонентами определяются назначением смеси. Премиксы, используемые при приготовлении формовочных смесей, предназначенных для получения чугуновых отливок, содержат бентонит, УСМ, крахмалсодержащие добавки, различные ПАВ. Рациональный подбор рецептур премиксов обеспечивает возможность их эффективного и универсального воздействия на качество песчано-

бентонитовых формовочных смесей.

Накопление в оборотной смеси побочных продуктов термического разложения углеродосодержащих материалов порождает проблему регенерации оборотной смеси.

В целях устранения вышеуказанных недостатков, свойственным традиционным углеродосодержащим материалам предлагается вводить готовый нанодисперсный пироуглерод марок П – 324 или N – 330 ГОСТ 7885-86 в состав которого входит: 89...99 % C; 0,3...0,5 % H; 0,1...10 % O; 0,1...1,1 % S; до 0,5 % минеральных примесей. Средний диаметр частиц – 24...32 нм., активная поверхность частиц 75...82 м²/г., добавляемого непосредственно в ФС при приготовлении или в составе комплексной добавки. Также пироуглерод имеет большую термостойкость и при воздействии высоких температур не выделяет вредных веществ, чем выгодно отличается от других углеродосодержащих материалов.

Применение пироуглерода, получаемого за пределами литейной формы, со стабильными свойствами и высоким содержанием чистого мелкокристаллического углерода (до 90...98%) исключает накопление в оборотной смеси побочных продуктов терморазложения, характерных для известных УСМ, и принципиально изменяет механизм формирования технологических и физико-механических свойств смеси. В процессе перемешивания частицы ГС распределяются по поверхности зерен песка и одновременно покрываются нанодисперсными частицами пироуглерода. Первоначальное хаотическое расположение глинистого связующего можно определить как структуру типа «карточного домика». В процессе перемешивания частицы глинистого связующего с необходимой плотностью, покрытые частицами пироуглерода, формируют слоистую текстуру типа «сэндвич». Отдельные частицы глинистого связующего разделены не только слоем связанной воды, но и частицами пироуглерода.

В результате адсорбции частиц пироуглерода интенсифицируется диспергирование частиц глинистого связующего и уменьшается их агрегатирование, что приводит к повышению прочности смеси и, соответственно, к уменьшению содержания глинистого связующего в смеси.

Наличие текстуры глинистого связующего типа «сэндвич» придает смеси улучшенные технологические свойства: высокую сыпучесть и текучесть, меньшую комкуемость и слеживаемость. В процессе заливки и прогрева слоев формы уменьшается усадка глинистого связующего, так как его частицы разделены между собой частицами пироуглерода. При повторном использовании смеси агрегаты частиц глинистого связующего разрушаются по тем поверхностям, где расположены частицы пироуглерода до дисперсности, которую они имели в предыдущем цикле приготовления, при этом образуются новые мелкие активные частицы.

Применение готового пироуглерода вместо традиционных УСМ позволяет: сократить расход последних в 75 раз, снизить газотворность формовочной смеси, оптимизировать физико-механические и технологические свойства смеси, улучшить экологическую обстановку.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Литейные формовочные материалы. Формовочные, стержневые смеси и покрытия: Справочник. / А. Н. Болдин, Н. И. Давыдов, С. С. Жуковский и др. – М: Машиностроение, 2006. – 507с.
2. Кваша, Ф.С. Современные углеродосодержащие противопожарные материалы для песчано-глинистых формовочных смесей. Состояние и перспективы / Ф.С. Кваша, Л.П. Туманова // Литейное производство. – 2003. - № 10. – С.20 – 24.