

МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫЙ КОМПАУНД НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА И НАНОДИСПЕРСНОГО ПИРОУГЛЕРОДА

А. С. Григор, В. А. Марков

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

В статье рассмотрены факторы, позволяющие использовать в составе песчано-глинистых смесей механо-активированных композиций на основе бентонита и углеродосодержащего материала. Позволяющие улучшить свойства формовочной смеси и повысить активность глинистого связующего.

Ключевые слова: механоактивация, бентонит, нанодисперсный пироуглерод, активность

THE MECHANOACTIVATION MIX INTO BASIS BENTONIT AND NANODISPERSIVE PIROCARBON

A. S. Grigor, V. A. Markov

Altai state technical university, Barnaul, Russia

Factors permitting use in composition moulding sand mechanoactivation composition of bentonit with carbon materials are described in the article. Quality of moulding sand is permitting improve and promoted loam binder.

Keywords: mechanoactivation, bentonit, nanodispersive pirocarbon, activity

В практике производства отливок из чугуна на сегодняшний день широко применяются комплексные добавки (компаунды), позволяющие за счет малого количества компонентов более тщательно осуществить перемешивание единых песчано-глинистых смесей (ЕПГС). Содержащиеся в них компоненты, улучшают противопригарные, связующие, пластические, технологические свойства смеси. Такими компонентами могут быть молотые угли, крахмалит, кальцинированная сода, поверхностно-активные вещества и другие. Компаунд обычно содержит необходимое количество бентонита. Применение бентонита в составе комплексных связующих может значительно повысить свойства приготовленных на их основе формовочных смесей и значительной степени, решающих проблему улучшения качества поверхности отливки – предотвращение пригара, ужимин и снижение шероховатости, что в свою очередь является следствием высокого качества ЕПГС.

В настоящее время в России разработаны и прошли производственные испытания комплексные добавки – Блескол, Литакарб и БЛЕСКОЛ-П. Литакарб и БЛЕСКОЛ-П эффективно применяются в нескольких российских литейных цехах и их зарубежные аналоги

Antrapur 200RU [1], Карболуксон (Германия), добавка фирмы Huttenes-Albertus (Франция) и добавка Шведской фирмы Swerea SWECAST «NAYVOC*» [2, 3]. Наибольший противопригарный эффект обеспечивает добавка БЛЕСКОЛ-П. Применение добавки БЛЕСКОЛ-П приводит к максимальному снижению литейных дефектов и получению литой поверхности с минимальной шероховатостью. Если говорить о физико-механических свойствах смеси при использовании БЛЕСКОЛ-П, то частично снижается газотворность готовой ЕПГС. Однако собственный опыт приготовления суспензии с применением БЛЕСКОЛ-П показывает, что в процессе смешивания добавки с водой происходит пенообразование, что затрудняет дозирование суспензии в смеситель. Кроме образования пены применение БЛЕСКОЛ-П также приводит к тому, что молотый уголь, находящийся в его составе, выпадает в осадок при хранении суспензии.

Технология приготовления порошкообразных композиций представляет собой взаимосвязанные адсорбционные и механохимические процессы. Для получения качественных комплексных добавок со стабильными свойствами особое внимание должно уделяться условиям взаимодействия компо-

МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫЙ КОМПАУНД НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА И НАНОДИСПЕРСНОГО ПИРОУГЛЕРОДА

ентов. Для производства композиций с соблюдением выше перечисленных условий необходимо использовать смесительные комплексы, обеспечивающие тщательное диспергирование компонентов.

Таким образом, наиболее эффективным для производства комплексных добавок можно считать процесс совместной механоактивации ее компонентов в специальном оборудовании. На практике установлено, что ЕПГС приготовленные на основе механоактивированных бентонитов обладают высокими физико-механическими свойствами.

Дезагрегация (разрушение) частиц происходит по направлениям, совпадающим с плоскостями спайности сложных силикатов и разрывом слабых связей, локализованных в этих областях, что приводит к образованию разорванных связей и увеличению заряда на поверхности вновь образованных мелких частиц. Плоскости спайности являются базальными поверхностями частиц, следовательно, наибольшее количество открытых связей образуется на базальных поверхностях. При отсутствии свободной воды за счет электростатики частиц глинистого связующего и поверхности зерен песка происходит дальнейшее развитие процесса пространственной ориентации частиц. Они стремятся занять более устойчивое положение, то есть ориентируются друг относительно друга по базальным поверхностям.

На микроуровне процесс измельчения частиц глинистого связующего с деформациями сдвига сопровождается снижением степени их окристаллизованности и образованием в поверхностных слоях аморфной фазы с разорванными силановыми и силоксановыми связями, обладающими высокой реакционной способностью. При сухом перемешивании процесс дезагрегации частиц глинистого связующего не может продолжаться до бесконечности. Накопление определенной плотности гомолитически разорванных связей на поверхности частиц приводит к развитию процесса аутогезии с агрегатированием и рекомбинацией частиц. Иными словами, вновь образованные разорванные связи смежных частиц, достигнув определенной плотности, начинают взаимодействовать между собой, и наступает динамическое равновесие между процессами измельчения и агрегатирования частиц. Образующиеся мелкие частицы формируют рентгеноморфную высокоактивную фазу, которая является главным источником вяжущих свойств не только глинистых минералов, но и любых нанодисперсных активированных материалов.

Основным параметром, определяющим

скорость реакции и качество конечного продукта, является величина активной поверхности. Поэтому целью механической обработки является диспергирование материала для получения порошка с максимальной величиной активной поверхности и однородным распределением частиц по размерам, а также осуществить необходимое геометрическое распределение частиц одного компонента относительно частиц другого и достаточный контакт между частицами реагентов.

Резюмируя выше изложенное, следует учесть, что при изготовлении комплексной добавки необходимо учитывать не только совместимость исходных компонентов и размер их частиц, но и возможности протекания механохимических реакций между исходными компонентами в процессах их диспергирования и активации.

В состав разработанного компаунда помимо глинистого связующего входит нанодисперсный пироуглерод (НДПУ) состоящий из: 89–99 % С; 0,3–0,5 % Н; 0,1–10 % О; 0,1–1,1 % S; до 0,5 % минеральных примесей. Средний диаметр частиц НДПУ марки N-330 24–32 нм, активная поверхность частиц 75–82 м²/г. Также НДПУ имеет большую термостойкость и при воздействии высоких температур не выделяет в атмосферу вредных веществ, чем выгодно отличается от других углеродосодержащих материалов.

Приготовление компаунда осуществляется в процессе механоактивации бентонита с введением определённого количества НДПУ. В общепринятом понимании явления, связанные с изменением активности и состояния поверхности дисперсного материала в процессе переработки механическим способом, определяются общим понятием – механоактивацией.

Формовочные бентонитовые глины состоят из мелкодисперсных частиц, не превышающих 0,02 мм, которые образуют систему, обладающую сильно развитой поверхностью и имеющие свойства коллоидной системы. Частицы бентонита из-за содержащейся в нем природной воды очень прочно скреплены друг с другом и при простом перемешивании бентонита и НДПУ не происходит равномерное распределение пироуглерода вокруг всех частиц бентонита. При нагревании бентонита до определенной температуры удаляется природная вода из межпакетного пространства, то есть частицы бентонита подвергаются измельчению с открытием базальных поверхностей.

При механоактивации бентонита с добавками НДПУ в планетарной мельнице в результате сухого перемешивания происхо-

дит дополнительная дезагрегация частиц бентонита и равномерное распределение среди частиц бентонита и одновременном покрытии их поверхности НДПУ. На стадии приготовления компаунда частицы НДПУ равномерно распределяются по поверхности частиц бентонита, формируя плотную термостойкую оболочку.

При добавлении воды в компаунд, она проникает к частицам бентонита, которые разделены между собой частицами НДПУ и происходит дополнительное диспергирование частиц бентонита на более мелкие. Образуется слоистая текстура адгезивной оболочки, то есть частицы адгезивной оболочки разделены между собой не только молекулами воды, но и частицами НДПУ. Наличие пироуглерода в составе смеси позволяет исключить агрегирование частиц бентонита и обеспечить более свободное проникновение молекул воды к базальным поверхностям частиц глинистого связующего и их гидратацию, а также регидратацию глинистого связующего оборотной формовочной смеси, что позволит существенно сократить расход бентонита освежения.

Испытания комплексной добавки на основе бентонита и нанодисперсного пироуглерода показывают улучшение свойств ЕПГС для получения отливок из чугуна.

Содержание в смеси пироуглерода, в пределах 0,5–1 %, позволяет повысить прочность смеси, в случае введения в состав формовочной смеси пироуглерода, начиная с 0,5 %, происходит существенное увеличение прочности. Это увеличение имеет место при содержании пироуглерода до 1 % в смеси, а при содержании в смеси более 1,5 % пироуглерода повышение прочности не наблюдается, так как начинает проявляться экранирующий эффект частиц пироуглерода по отношению к смежным частицам глинистого связующего.

Экспериментально установлено снижение работы по удалению пригара с увеличением содержания НДПУ в составе ЕПГС по сравнению с ЕПГС без добавления НДПУ на 65–85 %. Работа по удалению пригара значительно снижается по сравнению с аналогичными показателями на отливках полученных с использованием ЕПГС без добавления компаунда и компаунда после 150 сек механоактивации на 40–90 % при соотношении обработанного при 300 °С бентонита/НДПУ как 9/1 и по сравнению со смесью без добавления НДПУ на 75–95 %.

В результате производственных испытаний установлено, что дезагрегирующее действие пироуглерода на зерновой состав и адгезивную оболочку проявилось в снижении брака по вине форм. Благодаря тому, что все

компоненты адгезивной оболочки присутствуют в компаунде, привело к сокращению времени на смесеприготовление необходимого для достижения технологической готовности ЕПГС. Исключение из состава смеси каменного угля привело к снижению газотворности формовочной смеси, что выразилось в уменьшении газовых дефектов на отливках.

Отливки, полученные с применением формовочной смеси с добавками компаунда, полностью удовлетворяли требованиям по чистоте поверхности и наличию пригара, предъявляемым к ним.

Принципиально важным моментом применения компаунда на основе бентонита и НДПУ является то, что в процессе приготовления формовочной смеси вводится необходимое количество глинистого связующего и углеродосодержащего материала, которые при перемешивании распределяются по поверхности зерновой основы формовочной смеси, то есть на стадии приготовления смеси создаются условия управляемого процесса формирования ее противопригарных, физико-механических и гидравлических свойств.

Производственные испытания единой песчано-глинистой смеси на основе речного песка с механоактивированным компаундом, проведенные на базе литейного цеха ООО «БМК» при получении опытной партии отливок, показали улучшение технологических и физико-механических свойств единой песчано-глинистой смеси, что позволило снизить вероятность образования пригара и сократить расход бентонита при освежении на 25–30 % в расчете на тонну годных отливок. Ожидаемый экономический эффект при использовании единой песчано-глинистой смеси с добавками компаунда при использовании карьерного песка составляет экономию финансовых средств в размере 10–15 % по формовочным материалам на тонну годных отливок.

Список литературы

1. Маляшов, И. Н. Опыт применения противопригарных добавок при производстве чугунных отливок [Текст] / И. Н. Маляшов, Д. В. Скарюкин [и др.] // Литейное производство. – 2006. – № 8. – С.18-20.
 2. Новая углеродосодержащая добавка NAYVOC® для песчано-бентонитовых смесей [Текст] // Литейное производство. – 2010. – № 9. – С. 24–26.
 3. Holmgren, M. The green foundry / M. Holmgren, P. Nayström // 68th World foundry congress. – 2008. – P.15-17.
- Григор Андрей Сергеевич** – к.т.н., доцент, e-mail: asgrigor84@mail.ru
Марков Василий Алексеевич – д.т.н., профессор ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия