

УДК 621.74

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТАЛЛОФОСФАТНЫХ СМЕСЕЙ
В ЛИТЕЙНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**

**PERSPECTIVES OF APPLICATION OF METAL PHOSPHATE COMPOUNDS
IN FOUNDRY INDUSTRY**

И. Е. Илларионов, А. Ф. Журавлев

I. E. Illarionov, A. F. Zhuravlev

Чебоксарский политехнический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Московский государственный открытый университет им. В. С. Черномырдина», г. Чебоксары

Аннотация. Рассмотрены некоторые особенности применения металлофосфатных связующих и смесей и принципы управления их свойствами для получения отливок из черных и цветных металлов и сплавов.

Abstract. The article considers some features of metal phosphate binds and compounds and principles for changing their properties to get ferrous and non-ferrous metals and alloys.

Ключевые слова: *технологический процесс, холоднотвердеющие смеси, металлофосфатные связующие и смеси, трепел, отходы металлургического производства, теплоизоляционные покрытия, отливки.*

Keywords: *technological process, cold-hardening compounds, metal phosphate binds and compounds, tripoli, metal production waste, heat-insulating coating, casting.*

Актуальность исследуемой проблемы. В настоящее время для получения холоднотвердеющих смесей используются синтетические связующие материалы и катализаторы их отверждения, которые обладают высокой токсичностью, высокой стоимостью и малым сроком хранения. Однако в процессе приготовления смесей, формообразования, отверждения, выдержки, заливки, выбивки и охлаждения они выделяют высокотоксичные, канцерогенные вещества, отравляют окружающую среду (водный и воздушный бассейн), требуют установления специальной вытяжной вентиляции и 10–15-кратного обмена воздуха, а также обезвреживания или сжигания отходов производства отливок [1]. В связи с этим в работе рассматриваются вопросы разработки и применения металлофосфатных связующих и смесей для получения отливок из черных и цветных металлов и сплавов.

Следует отметить, что при производстве отливок в литейном производстве около 30 % (иногда значительно выше) жидкого металла расходуется на прибыли, предназначенные для питания отливок в процессе кристаллизации и служащие для устранения в отливках усадочных раковин и пористости. При этом нормальная работа прибыли достигается за счет увеличения ее массы, что снижает выход годного литья.

Известны методы уменьшения массы прибылей: применением газового и воздушного давления, электрообогрева, экзотермических смесей или вставок из них. Но данные методы не получили широкого распространения ввиду сложности технологической подготовки и значительных трудовых и материальных затрат. Теплоизоляция прибылей – наиболее перспективный метод снижения их массы. Метод теплоизоляции способствует замедлению отвода тепла от прибыли, тем самым увеличивает работу прибылей. В результате повышается выход годного литья, сокращается брак, снижается себестоимость литья. Технология применения теплоизоляционных смесей предусматривает изготовление прибыльной части формы из теплоизоляционных оболочек и облицовок, изготовление подприбыльных и тонких ее частей из теплоизоляционных облицовок и стержней-утеплителей.

Использование металлофосфатных связующих в составе теплоизоляционных материалов, разработка методов их применения позволяют повысить свойства смесей, их термостойкость и улучшить санитарно-гигиенические условия труда [2], [4], [5], [6].

Исследованы некоторые закономерности проявления связующих свойств большого числа исходных металлофосфатных ингредиентов. Установлены неограниченные возможности влияния их химического состава на свойства готовых изделий [1], [3], [6], [7].

Металлофосфатными связующими являются такие системы, которые в исходном состоянии представляют собой порошки оксидов металлов и водный раствор ортофосфорной кислоты, содержащий фосфатные функциональные группы, обеспечивающие образование кристаллогидратов (гидратов) и, как следствие, твердение композиции. Однако в одних случаях твердение связующих композиций проявляется в нормальных условиях, а в других требуется нагрев.

Условие отношения твердой фазы к жидкой фазе в процессе отверждения металлофосфатных смесей определяет их живучесть и является их кинетической характеристикой, которая определяет их применимость в литейном производстве.

Материал и методика исследований. Предлагаются к применению новые запатентованные составы теплоизоляционных металлофосфатных смесей, служащие для теплоизоляции прибылей отливок. Изобретение направлено на улучшение физико-механических и теплоизоляционных свойств теплоизолирующей смеси. Смесь содержит алюмохромофосфатное связующее, отходы металлургического (ваграночного) производства и дополнительно трепел при следующем соотношении компонентов, мас. %: алюмохромофосфатное связующее – 8–12, трепел – 5–10, отход ваграночного производства – остальное. Предлагаемый состав отличается введением в смесь трепела Первомайского месторождения Алатырского района Чувашской Республики. Трепел природного происхождения за счет порошкообразной структуры совместно с фосфатным связующим в результате приготовления смеси образует массу, которая обволакивает частицы отхода ваграночного производства, обеспечивает хорошую формуемость смеси и термостабильность при оптимальном расходе связующего. Теплоизоляционную смесь приготавливают следующим образом: отходы ваграночного производства, металлофосфатное связующее и трепел в указанных по изобретению количествах загружают в смеситель и перемешивают в течение 5–10 минут. Отверждение образцов производят в печи при температуре 150–200 °С в течение 20–40 минут.

Результаты исследований и обсуждение. Применительно к литейному производству при получении отливок из черных и цветных металлов рекомендуется широко использовать магнийалюмофосфатное (МАФС), алюмофосфатное, алюмоборфосфатное и

другие фосфатные связующие, представляющие собой водный раствор фосфатов магния, алюминия, бора, цинка, кальция и других металлов, которые отверждаются пылью (отходом) электросталеплавильного производства (ОЭСП) и другими оксидами [2]. Отвердителями служат мелкодисперсные порошки (с удельной поверхностью 250–550 м²/кг), содержащие оксиды основного металла (оксиды железа, магния, цинка и др.), а в случае кратковременной подсушки при температуре 180–250 °С отвердителей не требуется. Разработанные металлофосфатные связующие обладают длительным сроком хранения (не менее 6 месяцев), низкой стоимостью по сравнению с синтетическими связующими, экологической безопасностью. Предлагаемая технология обеспечивает соблюдение санитарно-гигиенических условий труда, высокую термостойкость, низкую газотворную способность (не более 5 см³ на 1 г смеси при температуре 950 °С). Технологический процесс защищен авторскими свидетельствами и патентами РФ № 954137, 980919, 1026925, 1077692, 1072929, 1159716, 1156805, 1168313, 2356688, 2455108 и др.

Технологический процесс изготовления отливок с применением холоднотвердеющих смесей на металлофосфатных связующих и отходов электросталеплавильного производства может применяться в литейном производстве для создания мелких, средних и крупных отливок.

В качестве порошкообразного отвердителя применяли отходы электросталеплавильного производства Баймакского литейно-механического завода им. Ш. Худайбердина, осаждаемые в системе пылеулавливания.

Для изготовления смеси могут быть использованы смесители любых типов. Желательно производить предварительное смешивание отходов электросталеплавильного производства с кварцевым песком или другим наполнителем, т. е. необходимо предварительно приготовить базовую смесь, которая при необходимости будет смешиваться с металлофосфатными связующими и выпускаться из смесителей, готовая к применению для изготовления стержней и форм из холоднотвердеющих смесей.

Время приготовления смеси 3–5 мин. Смеси не имеют запаха, так как не содержат вредных, токсичных и отравляющих веществ. В составе металлофосфатных связующих отсутствуют фенол, формальдегид и другие токсичные вещества.

Смесь хорошо выбивается (высыпается) из внутренних полостей отливок. Полученные отливки не имеют поверхностных дефектов. Ввиду того, что смесь обладает высокой термостойкостью, отливки получаются без пригара.

Применение данного технологического процесса позволяет ликвидировать брак отливок по пригару, ситовидной и газовой пористости, горячим трещинам и другим дефектам. Выбиваемость смесей находится на уровне песчано-глинистых смесей.

Для приготовления холоднотвердеющих смесей (ХТС) можно применять обогащенные и необогащенные (глинистые) пески.

Варьируя соотношение связующее – отвердитель, можно изменять живучесть смеси и прочность на различных этапах отверждения.

Внедрение разработанного технологического процесса возможно на любом машиностроительном и металлургическом предприятии страны.

В качестве отвердителей фосфатных холоднотвердеющих смесей успешно можно применять и отходы кузнечного, прокатного, кислородно-конверторного и других производств определенной дисперсности и влажности с заданным химическим составом.

Согласно техническим условиям магнийалюмофосфатное связующее имеет следующий химический состав: фосфорный ангидрид 38,0–42,0 %, оксид магния 4,5–5,5 %, оксид алюминия 4,0–5,0 % [2].

Разработанные технологии приготовления теплоизоляционных смесей на основе металлофосфатных связующих обладают существенным преимуществом по сравнению с известными аналогами теплоизоляционных смесей. Подобранный совокупность компонентов и их количественные соотношения обеспечивают увеличение теплоизолирующего эффекта смеси при достаточных физико-механических свойствах, необходимых для изготовления теплоизоляционной оболочки. Свойства улучшаются за счет порошкообразной структуры трепела и торфа с низкой степенью разложения и содержания в нем оксидов различных металлов, которые хорошо совместимы с оксидами, содержащимися в ваграночном шлаке, что способствует повышению теплостойкости смеси. Наиболее приемлемыми для изготовления теплоизоляционных смесей, как показывает практика, являются металлофосфатные связующие – алюмохромфосфатное связующие (АХФС) и МАФС. Металлофосфатные связующие обладают высокой термостойкостью, стабильностью свойств, низкими токсичностью, газотворностью и осыпаемостью [1], [2], [3].

Резюме. Предлагаемые металлофосфатные связующие и смеси для получения отливок из черных металлов и сплавов, а также теплоизоляционные смеси для утепления прибылей отливок обладают хорошими физико-механическими, технологическими и теплоизоляционными свойствами. При этом улучшается экологическая обстановка в литейных цехах за счет утилизации отходов металлургического производства и снижается себестоимость получаемых отливок в результате использования промышленных отходов, природного трепела и металлофосфатных связующих.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илларионов, И. Е. Математический подход к определению уплотняемости плакированных смесей / И. Е. Илларионов, С. Г. Макаров // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2012. – № 4 (76). – С. 74–78.
2. Илларионов, И. Е. Металлофосфатные связующие и смеси / И. Е. Илларионов, Е. С. Гамов, Ю. П. Васин, Е. Г. Чернышев. – Чебоксары : ЧГУ, 1995. – 524 с.
3. Илларионов, И. Е. Металлофосфатные связующие и смеси, особенности их отверждения / И. Е. Илларионов, И. А. Стрельников, Н. В. Петрова, А. Ф. Журавлев, А. А. Моляков, С. Г. Макаров // Вестник Чувашского государственного педагогического университета имени И. Я. Яковлева. – 2012. – № 4 (76). – С. 79–85.
4. Патент 2356688 Российская Федерация, МПК В 22 D 27/06, В 22 D 27/00. Теплоизоляционная смесь для утепления прибылей отливок / И. Е. Илларионов, И. А. Стрельников, Н. В. Петрова, А. Ф. Журавлев ; заявитель и патентообладатель Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова. – № 2007144151/02 ; заявл. 27.11.07 ; опубл. 27.05.09, Бюл. № 15. – 3 с. : ил.
5. Патент 2455108 Российская Федерация, МПК В 22 D 27/06, В 22 D 27/00. Теплоизоляционная смесь для утепления прибылей отливок / И. Е. Илларионов, И. А. Стрельников, Н. В. Петрова, А. Ф. Журавлев ; заявитель и патентообладатель Чувашский государственный университет имени И. Н. Ульянова. – № 2011117816 ; заявл. 03.05.11 ; опубл. 10.07.12, Бюл. № 19. – 3 с. : ил.
6. Судакас, Л. Г. Теория и практика управления свойствами фосфатных вяжущих систем : автореф. дис. ... д-ра тех. наук : 05.17.11 / Л. Г. Судакас. – Л., 1984. – 35 с.
7. Сычев, М. М. Твердение вяжущих веществ / М. М. Сычев. – Л. : Стройиздат., 1974. – 80 с.