

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМБИНИРОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ОБОЛОЧКОВЫХ ФОРМ

А.С. Варламов

Для изготовления сложнопрофильных точных отливок на сегодняшний день особую популярность получил способ литья по выплавляемым моделям в оболочковые керамические формы. Использование этилсиликатного связующего при изготовлении таких форм позволяет получать отливки вы-

сокого качества, однако, его применение не всегда экономически оправдано, так как гидролизированный раствор этилсиликата является дорогим материалом. Использование жидкостекольного связующего позволяет сократить расходы на производство отливок, но, зачастую, в ущерб их качеству. Контактующие с расплавленным металлом слои керамической оболочки на жидком стекле при высоких температурах разупрочняются, изменяя геометрию и размерную точность отливок.

Оптимальной по соотношению «цена/качество» является технология с использованием комбинированных формоболочек, когда для нанесения первых двух слоев применяют суспензии на этилсиликатном связующем (ЭТС), а последующих – на основе жидкого стекла. Основным недостатком такого способа является длительный цикл формообразования, вызванный необходимостью промежуточной сушки каждого из последовательно наносимых слоев керамического покрытия. Несоблюдение технологической продолжительности сушки приводит к браку форм и отливок, обусловленному отслоением покрытия при нанесении последующих слоев суспензии.

Для ускорения формообразования используют химическое затвердевание слоев. В случае ЭТС связующего – это воздушно-аммиачная сушка, попеременное нанесение этилсиликатных и жидкостекольных слоев керамического покрытия, окунание формируемого слоя оболочки в растворы щелочей, а для жидкого стекла – это закрепление слоев жидкостекольного покрытия в водных растворах хлоридов алюминия или кальция [1]. В результате удается сократить цикл формообразования по сравнению с воздушной сушкой в 1,5...2 раза. Однако, отверждение каждого слоя покрытия протекает лишь с поверхности. В процессе сушки происходит усадка, свободному прохождению которой препятствует неравномерность гелеобразования. В результате возникающие напряжения вызывают появление в пленках связующего микротрещин, развивающихся в процессе прокалки керамических форм. Поэтому происходит нарушение точности, а в некоторых случаях и коробление форм, снижающее качество отливок.

Решение проблемы ускоренного изготовления оболочковых комбинированных форм с высокими физико-механическими свойствами было достигнуто разработкой принципиально новой технологии, состоящей из двух основополагающих идей. Сущность первой из них заключалась в плакировании в кипящем слое зернистых материалов катализаторами гелеобразования ЭТС-связующего и использования таких плакированных зернистых материалов (ПЗМ) в качестве обсыпки слоев керамического покрытия на основе этилсиликата [2]. Вторая концепция разработанной технологии заключалась в ускорении огеливания жидкостекольных слоев огнеупорной оболочки с помощью обработки нанесенных слоев упрочняющим раствором – водным раствором алюмоборфосфатного концентрата [3].

Сущность процесса плакирования ЗМ в кипящем слое состоит в следующем. Равномерно увлажненные впрыскиванием аэрозоля ПС зерна

верхних слоев кипящего слоя, как более тяжелые, мигрируют в нижние слои, а на их место перемещаются более легкие, неплакированные частицы ЗМ, которые подвергаются воздействию очередной порции аэрозоля. Процесс циклически повторяется, обеспечивая в отличие от обычных способов более высокую степень равномерности плакирования ЗМ при меньшем расходе ПС.

Для изучения структуры и основных характеристик комбинированных формооболочек с применением плакированных обсыпок и закрепляющих растворов были проведены следующие эксперименты. Изготавливались керамические образцы, у которых первые два слоя – на этилсиликатном связующем с обсыпкой плакированным зернистым материалом, а последующие два – на жидкостекольном с закреплением в растворе алюмоборфосфатного концентрата. Для этого на выплавляемую модель из массы МВС-15 наносили суспензию на гидролизованном растворе этилсиликата и пылевидном кварце для первых двух слоев. А для вторых двух слоев – суспензию из раствора натриевого жидкого стекла и пылевидного кварца. Обсыпку этилсиликатных слоев производили кварцевым песком марки $2K_1O_2O_3$, обработанным смесью из жидкого стекла и феррохромового шлака. Жидкостекольные слои обрабатывали заранее подготовленным раствором алюмоборфосфатного концентрата.

Для сравнения были изготовлены комбинированные образцы из двух этилсиликатных и двух жидкостекольных слоев, но с применением необработанного кварцевого песка в качестве обсыпочногo материала и без обработки закрепляющим раствором, а также четырехслойные образцы на этилсиликатном связующем также с применением обычного кварцевого песка.

В качестве показателей для сравнения служили прочность и продолжительность изготовления четырехслойного керамического образца. Свойства формооболочек представлены в таблице.

Свойства оболочковых форм

Связующее формооболочки	Продолжительность изготовления $\tau_{изг}$, ч	Прочность холодная $\sigma_{из}$, МПа	Прочность горячая $\sigma_{из}$, МПа	Прочность остаточная $\sigma_{из}$, МПа
ЭТС	15...17	3,3...3,8	5,5...5,9	2,2...2,6
ЭТС+ЖС	14...16	2,8...3,2	3,8...4,3	2,8...3,2
ЭТС (с ПЗМ) + ЖС (с АБФК)	5...7	3,7...4,1	4,0...4,6	2,0...2,2

Результаты проведенных испытаний показали, что разработанная технология позволяет существенно сократить цикл изготовления керамических форм, а также повысить их прочность в холодном и горячем состоянии. При этом, за счет разупрочняющего действия алюмоборфосфатного

концентрата после прокалки и охлаждения образцов, наблюдается значительное снижение их остаточной прочности и, как следствие, лучшая выбываемость огнеупорных оболочек. Кроме того, частично заместить дорогостоящее этилсиликатное связующее с соблюдением необходимых технологических требований по качеству и основным физико-механическим характеристикам изготавливаемых форм.

Библиографический список

1. Литье по выплавляемым моделям / под ред. Я.И. Шкленника и В.А. Озерова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 408 с.
2. Пат. 2404011 Российская Федерация. Способ подготовки зернистых материалов для изготовления керамических форм и стержней / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, А.С. Варламов, Е.В. Карачев. – 2010, Бюл. № 32.
3. Способ химического закрепления слоев жидкостекольного покрытия в литье по выплавляемым моделям / Л.Г. Знаменский, О.В. Ивочкина, А.С. Варламов, М.А. Мюллер. – Решение ФИПС о выдаче патента от 23 сентября 2010 г. по заявке № 2009147986/02.