

Свиридов А. В.
A.V.Sviridov

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИТЬЯ В ГИПСОВЫЕ ФОРМЫ

SOME PROPERTIES OF PLASTER MOULD CASTING



Свиридов Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Машины и технология литейного производства» Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета (Россия, Комсомольск-на-Амуре).
Mr.Andrey V. Sviridov – PhD in Engineering, Associate Professor at the Department of Foundry Machinery and Technology, Komsomolsk-on-Amur State Technical University.

Аннотация. В статье приводится краткое описание процесса изготовления литейных гипсовых форм, область их использования, достоинства и недостатки. Описано влияние различных факторов на свойства форм и качество получаемых отливок. Также отражены сведения об используемых формовочных материалах и приведены некоторые составы известных гипсовых смесей.

Summary. The paper presents a short description of the process of manufacturing plaster moulds, their applications, advantages and shortcomings. Characterized is the work of different factors and their impact on the moulds' properties and on the quality of the resulting casts. Also the authors have reviewed available data on molding materials in use and on the composition of certain well-known plaster blends.

Ключевые слова: гипсовая литейная форма, гипсовая смесь, цветное литье, художественное литье, ювелирное литье.

Key words: plaster mould, plaster blend, nonferrous castings, ornamental castings, jewelry casting.

УДК 621.74.045

Литье металлов и сплавов в гипсовые формы известно давно. Русские мастера-литейщики широко использовали гипс, в частности при отливке Царь-пушки, Царь-колокола и др. Обычно для этого в качестве наполнителя применяли толченый кирпич. В XIX в. гипсовую форму применяли в России для отливки оловянных и свинцовых скульптур. Также использование гипса было распространено в зубопротезной и ювелирной промышленности. Позднее, благодаря созданию таких огнеупорных материалов как шамот, диас, кристобалит и др., область использования гипсовых форм значительно расширилась, что позволило отливать промышленные и в частности художественные изделия практически любой сложности из различных цветных сплавов на основе Sn, Zn, Al, Cu, в том числе из драгоценных металлов.

Область применения литья в гипсовые формы весьма разнообразна. Это изготовление отливок из цветных сплавов различной конфигурации (корпусные детали, турбинные колеса со сложными лопатками и т.п.); зубопротезное производство (драгоценные сплавы); ювелирное и художественное литье.

К отличительным особенностям литья в гипсовые формы относят главным образом то, что гипс является как связующим веществом, так и огнеупорным наполнителем вместе с

другими материалами (шамот, диас, кристобалит); материалом литейной формы является жидкоподвижная самотвердеющая суспензия, а гипсовая форма изготавливается без уплотнения, что позволяет использовать модели из мягких материалов (пластилин, воск, резина и т.д.).

К достоинствам данного вида литья часто относят следующее: получение отливок с чистой поверхностью и высокой точностью, соизмеримыми с отливками, полученными литьем по выплавляемым моделям и литьем под давлением; простота технологического процесса получения отливки по модели-эталону, изготовленному из разных материалов (дерево, пластмасса, пластилин, любой металл и др.); малая теплопроводность форм и их достаточная прочность в холодном и горячем (до 800 °С) состояниях обеспечивает спокойное заполнение металлом сложных и тонкостенных отливок.

Из недостатков можно выделить ограниченность изготовления отливок только цветными металлами и сплавами с температурой плавления до 1300 °С; длительность сушки гипсовых форм; повышенный расход огнеупорных материалов; преобладающее использование ручных операций при изготовлении отливок; ограниченное применение использованных формовочных материалов [1].

Для гипсовой формы характерно то, что она может иметь одну или несколько поверхностей разъема или быть неразъемной. В первом варианте используют постоянную модель, например из металла, дерева, пластилина, резины и т.п. Во втором варианте используют удаляемую модель.

Этапы изготовления гипсовых форм, например по выплавляемым моделям, состоят в следующем. Модельный блок обезжиривают каким-либо растворителем. Стояк укрепляют на резиновом поддоне литниковой чашей вниз и устанавливают опоку. Гипсовую формовочную смесь готовят смешиванием в заданной пропорции воды, гипса, мелкодисперсных огнеупорных наполнителей и специальных добавок, улучшающих свойства смеси. Далее полученную массу заливают по краям опоки спокойной струей для предупреждения разрушения хрупкого блока моделей и замешивания воздуха. Опoку с залитой гипсовой смесью помещают на вибростол с вакуумной системой (остаточное давление 10⁴ Па) и вибрируют три-четыре мин. После заполнения опоки и длительной выдержки на воздухе (несколько часов) ее ставят в печь литниковой чашей вниз и ведут выплавление моделей при 120 – 140 °С [1]. Время выплавления определяется размерами моделей и формы. При выплавлении значительная часть модельного состава впитывается формой, также в гипсе находится около 20 % кристаллизационной воды. Поэтому форму прокаливают при температуре не более 800 °С, время прокаливания зависит от размеров формы.

При схватывании гипсовая масса расширяется, что обеспечивает хороший отпечаток с модели. Расширение гипса при схватывании колеблется от 0,008 до 0,5 % и уменьшается при использовании малопрочных сортов гипса, снижении содержания гипса в смеси, увеличении водосодержания, применении песка и асбеста.

При нагреве и последующем охлаждении происходит усадка гипсовой формы. Причинами объемных изменений гипсовых форм при нагреве являются собственно термическое расширение и физико-химические процессы, происходящие при дегидратации и модификационных превращениях формовочных материалов.

Следует отметить, что при нагреве до 800 °С и более, с последующим охлаждением, усадка формы резко увеличивается и может достигать до 4 %. Это связано с полной потерей гипсом кристаллизационной воды и образованием ангидрида, который разлагается при нагреве выше 800 °С. Для снижения усадки применяют огнеупоры, расширяющиеся при нагреве. К ним относятся кварцевый песок, пылевидный кварц, кристобалит [2].

Составы гипсовых смесей зависят от требований, предъявляемых к отливке, ее массы, размеров и вида заливаемого сплава. Например, для получения малогабаритных художественных отливок, особенно ювелирных из драгоценных сплавов, используют в основном тонкодисперсные материалы, а в случае изготовления отливок повышенной массы и размеров в состав гипсовой смеси вводят наполнитель в виде огнеупорных песков с размерами зерен до 0,315 мм и более.

Часто применяют готовые гипсовые смеси с кристобалитом. В них также содержатся вещества, замедляющие схватывание гипсовой массы и удлиняющие период ее живучести. Например, в гипсовой массе «К-90» (Италия) замедлителями служат смесь борной кислоты и буры, в составах «Суперкаст» и «Сатинкаст» (США) – смесь буры и силикатов калия, натрия и магния. Химический состав этих смесей приведен в табл. 1, масс.% [1].

Таблица 1

Состав гипсовых смесей

Марка	B ₂ O ₃	CaO	SiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃
«Суперкаст»	0,58	11,71	66,18	1,67	0,15	0,24	0,71	-	0,25	16,7
«К-90»	0,83	9,5	74,31	-	0,03	0,01	-	-	-	13,5
Сатинкаст	0,35	10,83	70,25	0,75	0,12	0,4	0,25	0,44	0,15	15,3

Литье металлов в гипсовые формы имеет свои особенности [3]. Так, детали из медных сплавов в гипсовые формы отливают сравнительно редко и главным образом те, которые трудно получить в керамических формах по выплавляемой модели из-за прогибания керамики при отливке деталей значительных габаритов и веса (10 – 20 кг и более). В данном случае режимы нагрева гипсовых форм и металла значительно отличаются от режимов, принятых при отливке тех же деталей в керамических формах. Например, керамические формы нагревают до температуры 600 – 700 °С, а для отливки аналогичных деталей в гипсовые формы они могут быть лишь слегка нагретыми (80 – 100 °С) или вовсе холодными, чтобы уменьшить или полностью устранить рыхлоту и пористость в отливках.

В гипсовых формах по постоянной модели из медных сплавов отливают также детали значительных габаритов и веса (до 20 – 25 кг), протяженностью до 500 мм.

Для отливки деталей из латуни ее обычно нагревают до температуры 950 – 980 °С, а при литье мелких деталей – до 1050 – 1070 °С. В этом случае часто используют центробежные машины. Кремнистую латунь необходимо заливать при возможно меньшей температуре металла, чтобы избежать образования ноздреватой поверхности отливок.

Магниевые сплавы способом точного литья отливают только в гипсовые формы и чаще всего по постоянной модели. Ввиду того что эти сплавы обладают довольно высокой жидкотекучестью, в гипсовых формах часто изготавливают тонкостенные, со значительной поверхностью отливки, такие, как волноводы, кронштейны, тонкостенные стержневые ящики, пресс-формы и пр. Причем мелкие детали отливают в горячие формы, а более массивные – в подогретые до 80 – 100 °С. Тонкостенные детали среднего веса (0,5 – 1 кг) и длиной до 0,5 м большей частью отливают в нагретые или очень горячие гипсовые формы. Металл на-

гревают до температуры 720 °С, а гипсовую форму до 150 – 200 °С.

При литье магниевых сплавов необходимо, чтобы составные части формы были тщательно подогнаны и между ними не было зазоров, и не происходило загорания магниевого сплава. Кроме того, для предупреждения окисления и образования загаров (черных налетов окиси на отливках) литниковое отверстие перед заливкой в него сплава припыливают смесью серного порошка и борной кислоты (50 % серы и 50 % борной кислоты) [3].

Анализируя практику приготовления и использования гипсовых смесей, можно сделать следующие выводы [3].

На свойства гипсовой формы влияют концентрация в смеси гипса, воды, различных видов связующих, огнеупорных наполнителей и их гранулометрического состава, обработка форм паром, температура сушки форм.

С увеличением количества гипса прочность формы растет, а при увеличении содержания воды – уменьшается. Введение связующих веществ повышает прочность в сыром и прокаленном состояниях, а использование огнеупорного наполнителя с комбинацией мелкой и крупной фракций увеличивает газопроницаемость и трещиностойкость гипсовых форм. Обработка гипсовых форм паром с повышенным давлением приводит к перекристаллизации гипса с образованием крупных округлых зерен, что снижает усадку формы после прокаливания и увеличивает ее газопроницаемость. При содержании в смеси 20 – 30 % гипса вид наполнителя практически не влияет на прочность формы. Для получения наибольшей прочности сушку форм необходимо производить при температуре 200 – 250 °С. Также следует уделять внимание пропорциям смешиваемых компонентов, которые должны быть просеяны и не должны содержать посторонних примесей [3].

Сокращение технологического цикла изготовления литейных гипсовых форм и улучшение их свойств без использования трудоемких операций будут способствовать более широкому применению данного вида точного литья в промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Иванов, В. Н. Специальные виды литья: учеб. пособие / под ред. В. С. Шуляка. – М.: МГИУ, 2007. – 316 с.
2. Ефимов, В. А. Специальные способы литья: справ. / В. А. Ефимов, Г. А. Анисович [и др.] / под ред. В. А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 436 с.
3. Кестнер, О. Е. Точное литье цветных сплавов в гипсовые и керамические формы / О. Е. Кестнер, В. К. Бураданьянц. – М.: Машиностроение, 1973. – 287 с.