

Методы уплотнения форм при производстве отливок по газифицируемым моделям. Технологии ЛГМ, преимущества и недостатки

Студент группы 10404121 Сарвилин О.В.

Научный руководитель Коренюгин С.В.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При литье по газифицированным моделям используется однократно применяемая модель из пенополистирола. Модель заформовывается в песчаной неразъемной форме. При заливке формы модель газифицируется и замещается сплавом. Модели изготавливаются из пенополистироловых блоков механической обработкой, а для отливок сложных конфигураций из вспененного полистирола - в специальных пресс-формах.

Специфика ЛГМ позволяет во многих случаях отказаться от отдельно изготавливаемых стержней, так как модель по конфигурации достаточно точно воспроизводит конфигурацию отливки. Процесс изготовления формы сводится к засыпке модели в опоке сухим песком при равномерном уплотнении его вибрацией. При ЛГМ упрощаются требования к технологичности конструкции отливок. Неразъемность модели и отсутствие операции ее извлечения из формы обеспечивают допустимость на модели поднутрений и теневых участков, также отпадает необходимость в уклонах на стенках отливки. Отсутствие разъема формы и модели обеспечивает повышенную точность отливки и исключает образование облоев и дефектов, связанных со смещением полуформ.

Применение пенополистироловых моделей облегчает организацию питания отливок. Прибыли можно устанавливать в любом участке отливки и любой желательной конфигурации. Расход металла на прибыли снижается на 20-30 %. В материал пенополистироловой модели можно вводить порошки легирующих или модифицирующих материалов для обеспечения легирования и модифицирования сплава в литейной форме.

Существует несколько вариантов литья по газифицируемым моделям. Выбор варианта зависит от массы и размеров отливки, требований к ней, а также характера производства. При индивидуальном и мелкосерийном производстве крупных отливок применяют цельные, не извлекаемые из формы пенополистироловые модели, разъемные газифицируемые модели, извлекаемые из формы модели из пенополистирола, частично извлекаемые и комбинированные, состоящие из деревянной извлекаемой модели с отъемными частями из пенополистирола.

Формовка может осуществляться в одной, двух или более опоках или в кессоне. Для формовки применяют песчано-глинистые, самотвердеющие и жидкие самотвердеющие смеси. Для крупных форм используют облицовочные и наполнительные смеси. При применении специальных опок для вакуумирования форм вместо песчаноглинистых смесей целесообразно использовать сухой песок, уплотняемый вибрацией. При вакуумировании обеспечивается достаточно высокая прочность формы, как при вакуум пленочной формовке. Модель отливки устанавливается на подмодельную плиту и в нижнюю опоку подается песчано-глинистая смесь, которую уплотняют трамбовкой. Далее опоку с моделью переворачивают на 180°, устанавливают модель прибыли и верхнюю опоку. Производится формовка верхней полуформы. Стояк выполняется из керамических трубок. Эта технология применяется на ряде автомобильных заводов.

При формовке используется облицовочная самотвердеющая смесь и наполнительная песчано-глинистая смесь. При серийном производстве применяют формы из кварцевого песка марок 061- 063 и К1-К3 с зернистостью 016 и 02 (ГОСТ 2138-91). Для обеспечения повышенной прочности после вибрационного уплотнения используют смешанные пески фракций 03 и 016 в соотношении 1:1. Для повышения скорости охлаждения сплава добавляют

металлическую дробь марок ДСК-03 и ДЧК-03. При формовке применяют модельные блоки, включающие в себя соединенные друг с другом модели отливок и литниковой системы. Стояк в блоке может выполняться из керамики, стержневой смеси или оформляться пенополистироловой моделью. Блоки либо изготавливают целиком, либо собирают из отдельных элементов перед формовкой или во время формовки.

Replicast-процесс. Этот способ разработан английскими фирмами в двух вариантах. Первый вариант (FM) отличается от обычного ЛГМ тем, что при заливке формы сплавом она вакуумируется. Применение вакуума повышает сопротивление формы из песка сдвигу. Это расширяет сферу применения ЛГМ для более крупных отливок. При этом отсасываются продукты деструкции пенополистироловой модели, что повышает экологическую чистоту технологии.

При втором варианте (CS) блок моделей покрывается несколькими слоями огнеупорного покрытия, как при литье по выплавляемым моделям. Оболочка прокаливается при температуре 900- 1000°C в течение 5-10 мин. При этом происходит удаление пенополистироловой модели. Для улучшения качества поверхности отливки применяется пенополистирол повышенной плотности (40 кг/м³). Перед заливкой оболочка заформовывается в контейнере песком и при заливке вакуумируется. Удельные затраты при этом методе литья значительно ниже, чем при литье по выплавляемым моделям. Очень важно, что при заливке расплав не контактирует с пенополистироловой моделью и продуктами ее деструкции. Это исключает поверхностное науглероживание отливок, что для отливок из качественных сталей недопустимо. **ГАМОДАР-процесс.** Данный способ литья был разработан в Институте проблем литья АН УССР (ныне ФТИМС НАН Украины). Пенополистироловая модель заформовывается песком в контейнере. В нижней части формы установлен пуансон, который состыкован с футерованной камерой. В камеру залита порция сплава, необходимая для заполнения формы. В процессе заливки камера с определенной скоростью поднимается относительно контейнера, выдавливая металл в полость формы. Отличительной особенностью данного метода литья является отсутствие литниковой системы. Преимущества этого метода литья сводятся к повышению до 85 % и более выхода годного и увеличение механических свойств сплавов в отливке за счет воздействия давления в период ее затвердевания.

Способ литья вакуумным всасыванием. Как показали исследования, наилучшие результаты по качеству отливок и их механическим свойствам (на уровне значений для кокильных отливок) достигаются при заливке вакуумным всасыванием. При этом обеспечивается экологическая чистота производства, так как продукты деструкции пенополистироловой модели из вакуумной камеры, в которую помещена форма, отсасываются в ресивер.

При решении вопросов о применении ЛГМ необходимо учитывать не только его достоинства, но и недостатки, ограничивающие область использования ЛГМ. При изготовлении моделей для протяженных отливок с толщиной стенки менее 8-10 мм механической обработкой возможна деформация моделей режущим инструментом. При этом механическая обработка не обеспечивает высокого качества поверхности модели. Процессы получения моделей из гранул требуют дорогостоящих пресс-форм и оборудования. При изготовлении тонкостенных отливок возникает проблема обеспечения необходимой жесткости и прочности модели.

Следует учитывать, что из-за тепловых потерь на газификацию модели заполняемость форм для тонкостенных отливок с толщиной стенки 3-8 мм ниже, чем при литье в обычные формы. Рассмотрим основные процессы, происходящие при формировании отливок при ЛГМ и определяющие их качество. К ним относятся: гидродинамические и тепловые процессы при заполнении форм сплавом; процессы деструкции пенополистироловой модели; физико-химические и газодинамические процессы в зазоре между расплавом в форме и телом модели; процессы фильтрации парогазовой смеси через стенку формы; затвердевание отливки и

кристаллизация сплава. Центральное место занимают процессы, связанные с деструкцией материала модели при тепловом взаимодействии с расплавом. Именно они определяют специфику формирования отливки в условиях ЛГМ.

Основным материалом для изготовления моделей является пенополистирол. В нашей стране применяют пенополистирол марок ПСВ-Л, ПСВ-ГМ 409, ПСВ-ГМ 406, ПСВ-ГМ 404 и др. Исходным продуктом для получения пенополистирола является стирол $C_6H_5CH=CH_2$. Молярная масса стирола 104,15, а плотность - 0,906 г/см³. Пенополистирол получают при суспензионной полимеризации стирола. Гранулы пенополистирола подвергают тепловой обработке в присутствии порообразователя. При этом объем гранул увеличивается в 30- 40 раз, а плотность падает с 600 до 18-25 кг/м³.

Вспененные гранулы прессуются в плиты, которые и поступают на производство. Выпускаемые промышленностью пенополистироловые плиты имеют толщину от 10 до 300 мм, ширину от 800 до 1000 мм и длину от 900 до 3000 мм. Литейный пенополистирол имеет низкую плотность - 15-30 кг/м³. Прочность пенополистирола на изгиб должна быть не менее 1,8-2,5 МПа. Теплофизические свойства пенополистирола приведены ниже: Плотность твердого пенополистирола, кг/м³ 15-30 Плотность жидкого пенополистирола, кг/м³ 1000 Теплопроводность пенополистирола, Вт/м К 0,035-0,045 Теплостойкость пенополистирола, Дж/кг-К 1500 Удельная теплота плавления, Дж/кг 150000 . Деструкция пенополистирола В процессе нагрева при температуре выше 80 °С пенополистирол переходит из стеклообразного состояния в эластичное, а при температуре выше 239 °С - в вязкотекучее. Температуру, равную 239 °С, считают температурой плавления пенополистирола Т_м. При температуре 340 °С пенополистирол начинает интенсивно испаряться. Поэтому эту температуру считают температурой кипения пенополистирола. До температуры 500 °С парогазовая фаза в основном состоит из паров стирола. При дальнейшем нагреве формируются 4 вида продуктов деструкции пенополистирола: жидкая фаза, пары, газообразные продукты и твердый остаток. В газообразных продуктах содержится угарный газ, водород, газообразные углеводороды и активные группы, являющиеся продуктами радикально-цепных реакций. При высоких температурах конечными продуктами деструкции являются водород и углерод. Количественное соотношение различных видов продуктов деструкции зависит от температуры. С повышением температуры в парогазовой смеси увеличивается доля газов и уменьшается доля парообразной фазы. При этом значительно возрастает количество твердых выделений. По данным В.С. Шуляка, при температуре 700 °С содержание паров составляет 87 %, газов - 11 % и твердой фазы - 2 %. При температуре 1300 °С содержание паров снижается до 15 %, а содержание твердой фазы увеличивается до 70 %. Количество газообразных продуктов изменяется незначительно (увеличивается до 15 %). Твердая фаза представляет собой выделение углерода и сажи. Их наличие при литье стали может приводить к нежелательному поверхностному и объемному науглероживанию отливки.

Для описания кинетики газификации модели в условиях ЛГМ В.С. Шуляком предложена следующая эмпирическая формула: $g = aSt^m$, где S- площадь модели, см²; g - отнесенный к нормальным условиям (температура 273К и давление 0,1033 МПа) объем парогазовой фазы, образовавшейся к моменту времени t, см³; a и m- эмпирические величины, зависящие от скорости сплава, температуры и плотности пенополистирола.