

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Общие сведения

Изготовление деталей машин и других изделий способом литья называется литейным производством, а изделия, полученные этим способом, называют отливками.

Литейное производство - это изготовление разнообразных металлических изделий путем заливки расплавленного металла в форму, где он затвердевает. Оно является одним из важнейших производств в машиностроении. Изготовление литых деталей в машиностроении составляет 60-80 % всех видов технологических процессов. Способ получения деталей отливкой является более дешевым по сравнению с ковкой и штамповкой. Литьем изготавливают отливки очень сложной конфигурации, в особенности полые, которые нельзя изготовить ковкой, штамповкой или иной механической обработкой из прокатанного или из прессованного материала. Вес литых деталей не ограничен - от нескольких граммов до сотен тонн.

Литейные формы изготавливаются из специальных формовочных смесей, часто называемых в литейных цехах землей.

Полость формы в виде отпечатка будущей отливки получается с помощью деревянной или металлической модели. Внутреннюю полость получают при помощи стержня, устанавливаемого в форму.

Стержень изготавливается из специальной стержневой массы, набиваемой в стержневой ящик. Жидкий металл заполняет полость формы, протекая по каннам литниковой системы. После затвердевания отливка удаляется из формы, для чего литейная форма разрушается (разовая форма).

В современном литейном производстве, кроме земляных форм, применяют металлические формы (кокильное литье, центробежное литье и литье под давлением). Литье в металлические формы - прогрессивный метод литья, позволяющий повысить качество, точность отливки, производительность труда.

ЛИТЬЕ В ЗЕМЛЮ

Литье в землю является сравнительно простым и экономичным технологическим процессом. Во многих отраслях машиностроения (автомобилестроение, станкостроение, вагоностроение и др.) при массовом производстве отливок чаще всего применяется этот метод. Для изготовления художественных отливок литье в землю используется гораздо реже, главным образом, из-за сравнительно низкого качества поверхности.

Модели

При литье в землю формовка производится по постоянным моделям.

По конструкции модели могут быть цельными, разъемными. С отъемными частями и со знаками (для пустотелых отливок).

Для изготовления художественных отливок сравнительно простой формы, без высоких сложных выступов, больших углублений (пепельницы, настенные барельефы, детали архитектурного литья и т.п.) используют цельные модели.

Модели более сложных изделий, боковые стенки которых имеют уклоны не в одном направлении, изготавливают разъемными. Линия разъема модели должна лежать в плоскости

разъеме опок. Части разъемных моделей соединяются между собой шипами. При изготовлении формы одна часть модели извлекается из верхней опоки, а другая - из нижней. Если изделие имеет выступы, которые не позволяют извлечь модель из формы, модель изготавливают с отъемными частями, которые крепятся к основной модели шпильками. После завершения формовки сначала удаляют модель из формы, оставляя в ней отъемные части, которые удаляют отдельно.

Модели пустотелых отливок имеют знаки (специальные полости). В местах расположения знаков крепятся стержни, которые формируют внутреннюю полость отливки. Когда полость отливки имеет выходы с двух сторон (колонки, трубы, втулки), знаки на модели также делаются с двух сторон. Если внутренняя полость имеет выход только в одну сторону (как в бюстах и статуэтках), необходимо обеспечить надежное крепление знака стержня в форме.

Модели изготавливают из различных материалов: дерева, гипса, металла.

Чаще всего используют дерево, как наиболее дешевый и легкообрабатываемый материал.

Для изготовления модели крупного архитектурно-художественного литья с простым рельефом (колонки, тумбы, решетки, постаменты) обычно применяют сосну. Сосна слабо впитывает влагу и мало подвержена колебанию. Для наибольших моделей со сложной поверхностью сосна непригодна: она имеет крупные волокна, легко колется вдоль них, выкрашивается в тонких сечениях и задирается при обработке на токарных станках.

Модели, которые необходимо обрабатывать на токарных станках, чаще всего делают из березы.

Наиболее сложные модели, поверхность которых декорирована тонкой резьбой, вытачивают из прочных и вязких пород дерева: яблони, груши, красного или черного дерева. Эти модели значительно дороже сосновых и березовых, но хорошее качество и продолжительный срок службы вполне окупают затраты на материалы.

В отличие от деревянных, металлические модели имеют целый ряд преимуществ. Они не коробятся, хорошо сохраняют свою форму, имеют прочную чистую поверхность и значительный срок службы.

Для изготовления модели широко используют чугун, как дешевый и достаточно прочный материал. Из чугуна чаще изготавливают крупные простые модели, не имеющие острых и мелких выступов (модели решеток, колонн, постаментов, поручней и т.п.).

Однако чугун плохо поддается ручной обработке, обладает низкой коррозионной стойкостью, плохо паяется, кроме того, это хрупкий материал, из-за чего выкрашивается поверхность модели.

Латунь является одним из лучших материалов для изготовления моделей мелких и сложных художественных отливок. Латунные модели не ржавеют, хорошо воспринимают и сохраняют чеканку и гравировку, имеют чистую гладкую и плоскую поверхность, они хорошо паяются. Из латуни обычно делают модели небольших ажурных кабинетных украшений, а также модели, которые необходимо сохранить на продолжительный срок.

Преимуществом алюминиевых моделей по сравнению с другими металлическими моделями является их незначительная масса. К недостаткам этих моделей относят меньшую поверхностную прочность по сравнению с моделями из чугуна и латуни. Поверхность алюминиевых моделей быстро изнашивается, на ней остаются следы от наколов при формовке, подрезке кусков формовки. Ремонт моделей затруднен, поскольку алюминий плохо поддается пайке.

Гипсовые модели очень удобны для сохранения художественного оригинала, как правило выполненного скульптором из пластика, глины или воска. Гипсовые модели изготавливают путем заливки раствора гипса в приготовленную по пластилиновому, восковому или глиняному оригиналу гипсовую же форму.

Опоки

Опока - это ящик без дна и крышки, предназначенный для изготовления литейной песчаной формы. Форму собирают из двух или нескольких опок, которые соединяются между собой штырями через уши , расположенные на боковых стенках. Для того чтобы формовочная смесь не выпадала, опока снабжена ребрами и буртиками , которые расположены у плоскости разъема опок.

Применяют в основном металлические опоки - из чугуна, стали или алюминия. Деревянные опоки используют в тех редких случаях, когда необходимо срочно изготовить небольшое количество отливок.

Стержни

Стержни применяют главным образом для формирования в отливках внутренних полостей и отверстий.

При заливке формы стержни обычно со всех сторон окружены расплавом, поэтому они должны обладать высокой газопроницаемостью, прочностью, податливостью, выбиваемостью, что обеспечивается выбором соответствующей стержневой смеси и конструкции стержня.

Стержни изготавливают в стержневых ящиках. Для увеличения прочности стержней в них заформовывают проволоочный каркас.

При заливке металла в стержне образуются много газов, для отвода которых в нем подготавливают вентиляционные каналы путем накладывания, укладки восковых фитилей (при сушке стержня воск выплавляется, а шнуры затем вынимаются), установки сетчатых трубок и соломенных жгутов, которые при заливке выгорают, укладки кокосовой гари (в крупных стержнях).

Сложные стержни склеивают из нескольких частей. Для увеличения газопроницаемости, прочности и уменьшения газотворной способности стержни сушат. Температура и продолжительность сушки зависят от массы стержня, связующего материала. Продолжительность сушки колеблется от нескольких минут до нескольких часов и устанавливается экспериментально.

Стержни из смеси на основе глины сушат при 350-400 °С, на основе бетона - при 200 °С. Если стержневая смесь содержит крахмал, сушку ведут при 165-190 °С, в случае связующего термореактивных смол - при 150-160 °С, в случае применения масляного связующего - при 150-200 °С.

Точная установка стержня достигается с помощью знаков - специальных фиксирующих полостей в форме.

Размеры знаков выбирают с учетом массы стержня и давления расплава. Их конфигурация должна исключать возможность каких-либо смещений стержня.

Иногда крепление стержня в знаках оказывается недостаточно надежным, например при использовании длинных стержней, которые могут прогибаться при заливке. В этом случае используют другие способы. Так, стержни можно крепить специальными стойками - жеребейками. Форма и размеры жеребеек зависят от массы и конфигурации опорных поверхностей стержня и формы.

При изготовлении сравнительно небольших художественных отливок стержни удобнее крепить с помощью концов и каркасов. При окончательной отделке отливок концы каркасов обрубаят, поверхность зачеканивают.

В некоторых случаях стержни крепят подвешиванием в верхней опоке. Таким образом изготавливают различные постаменты к статуэткам.

Технология изготовления сырых песчано-глинистых форм

Одним из распространенных способов изготовления художественных отливок является ручная формовка сырых песчано-глинистых форм. Рассмотрение этого способа позволяет ознакомиться с основными принципами изготовления литейных форм.

Формовщик при изготовлении художественных отливок пользуется довольно большим арсеналом инструментов, который включает лопату для заполнения опоки формовочной смесью, сито для просеивания смеси с целью отделить комки, ручные трамбовки для уплотнения в опоке, гладилки для ланцеты и крючки для отделки полости формы, стальные иглы-душники для газоотводящих каналов.

Кусковая формовка

Модели художественных отливок часто имеют чрезвычайно сложную поверхность с разного рода впадинами и выступами, препятствующими извлечению модели из формы. Для изготовления форм по таким моделям применяется кусковая формовка.

Впадины на модели заполняют формовочной смесью повышенной прочности, получая так называемые куски. Наружную поверхность кусков подрезают в виде болванов с пологими стенками так, чтобы с них было удобно снять набитую на модель опоку. Кроме того, на поверхности кусков вырезают знаки, чтобы куски можно было закрепить в форме. Форму набивают по модели с закрепленными на ней кусками. После того как форму снимают с модели, на форму устанавливают куски. В форме получается отпечаток поверхности модели вместе с кусками.

Рассмотрим, например, процесс изготовления формы для корпуса пепельницы "дровни". Он состоит из следующих операций .

1. Модель корпуса без отъемной головки укладывают на подмодельную плиту. Около задней стенки модели плотно набивают кусок. Поверхность куска заглаживают и посыпают разделительным песком.
2. Модель с набитым куском заформовывают обычным способом в верхней опоке с боковым литником. Опоку переворачивают вместе с подмодельной плитой и подрезают поверхность формы по контуру краев модели.
3. На модель корпуса устанавливают головку. Поверхность разъема посыпают разделительным песком. На набитый кусок накладывают плотную бумагу и набивают болван облицовочной смесью. Затем устанавливают нижнюю опоку и набивают ее так же, как и верхнюю.
4. Обе опоки переворачивают. Удалив модель литника, снимают верхнюю опоку. Модель с прилегающим к ней куском остается в нижней опоке. В верхней опоке прорежают литники.
5. Прилегающий к задней стенке модели кусок отодвигают от модели на такое расстояние, чтобы можно было снять с болвана. Удалив модель с болвана, вынимают отъемную модель головки.
6. Отъемный кусок размещают на старом месте, заглаживают шов, скрепляют опоки и устанавливают их под заливку.

Формовка по шаблону

Формовку по шаблону применяют преимущественно для изготовления отливок, имеющих форму тел вращения, например колоколов.

Вначале в специальной яме на полу литейной мастерской устанавливают подпятник, в который позднее будет крепиться металлический шпindel. Вокруг подпятника уплотняют формовочную смесь и затем в него вставляют шпindel. Яму засыпают формовочной смесью и уплотняют смесь. На шпindel надевают первый шаблон и вращают его вокруг оси, чтобы сформировать наружную поверхность будущей отливки.

Затем устанавливают верхнюю опоку, модели литниковой системы и набивают верхнюю опоку. Верхнюю опоку снимают, надевают на шпindel второй шаблон. Вращая шаблон, формируют внутреннюю поверхность будущей отливки.

Литейную форму отделяют, верхнюю устанавливают на прежнее место и заливают металл.

ЛИТЬЕ В КОКИЛЬ

Общая характеристика способа литья

В общем объеме производства отливок из цветных металлов и сплавов на долю кокильного литья приходится около 40%. Это обусловлено такими преимуществами литья в кокиль, как повышенная размерная точность отливок, высокая производительность процесса, многократность использования литейных форм, возможность автоматизации процесса экономное использование производственных площадей, возможность комбинированного использования кокилей и сложных песчаных стержней, стабильность плотности и структуры отливок, высокие механические и эксплуатационные свойства.

При увеличении толщины стенки прочностные и пластические свойства отливок понижаются, но в меньшей степени, чем при литье в песчаную форму.

Недостатки литья в кокиль - высокие трудоемкость изготовления и стоимость металлической формы, повышенная склонность к возникновению внутренних напряжений в отливке вследствие затруднительной усадки и более узкого по сравнению с литьем в песчаную форму интервала оптимальных режимов, обеспечивающих получение качественной отливки.

Литье в кокиль широко используют при изготовлении фасонных отливок из алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов; реже - при литье медных сплавов и редко используется при изготовлении отливок из тугоплавких сплавов.

Средняя толщина стенок кокильных отливок из алюминиевых сплавов составляет 3-7 мм. Характерная номенклатура кокильных отливок из алюминиевых сплавов: детали моторной группы (блок цилиндров, поршень, головка блока, картер); корпуса насосов, фильтров, выключателей; колеса автомобилей, вентиляторов; детали бытовых приборов.

Оптимальная толщина стенок кокильных отливок из магниевых сплавов составляет 5-10 мм. Литье в кокиль из магниевых сплавов ограничено используют при изготовлении тонкостенных отливок сложной конфигурации. Характерная номенклатура отливок: крышки (сальника, головки цилиндров, гидрораспределителя); картеры (коробок передач, сцепления); патрубки; опоры подшипников; корпуса (насосов, фильтров, подшипников); кронштейны, колеса вентиляторов и др.

Литье в кокиль медных сплавов чаще всего применяют при изготовлении отливок из кремнистой латуни типа ЛЦ16К4. Оптимальная толщина стенки отливок 8-12 мм. Характерная номенклатура: водная и паровая арматура втулки, шестерни, корпусные детали насосов, подшипники.

Конструкция металлических форм

При литье в кокиль определяющее значение имеют тепловые условия формирования структуры отливки, которые в широких пределах могут изменяться варьированием толщины стенки кокиля, а также составом и толщиной покрытия, наносимого на рабочую поверхность кокиля.

При толщине стенки кокиля δ_n не равной или меньшей толщины стенки отливки $\delta_{отл}$, определяющее значение внешний теплообмен между кокилем и окружающей среде; с увеличением толщины стенки кокиля роль внешнего теплообмена снижается и при $\delta_n > 3 \delta_{отл}$ отл внешние теплотери пренебрежимо малы, а основное значение приобретает теплоаккумулирующая способность формы. Время затвердевания отливки и максимальная температура на рабочей поверхности кокиля уменьшается по мере увеличения объемного состояния массы кокиля и массы отливки до 4; дальнейшее увеличение этого показывает практически не оказывает влияние на время затвердевания отливки.

Толщину стенки кокиля можно рассчитать, используя соотношение (рекомендации А.М. Петриченко).

$$\delta_n = (3B / 2K_p) * X_1 * (K_n + (1 + K_n / T_3 - T_{2n}) + r_t / c_1) (1)$$

где

B - коэффициент, учитывающий склонность кокиля к короблению и окислению ($B = 1,25 / 2,00$);

X_1 - половина толщины стенки отливки;

K_p - коэффициент, учитывающий сложность конфигурации отливки;

K_n - коэффициент, учитывающий сложность конфигурации отливки;

$K_p = 2X_1 / R_{np}$; R_{np} - приведенная толщина стенки отливки;

K_n - коэффициент, учитывающий интенсивность теплообмена между отливкой и формой;

$K_n = b_3 / b_1$, где b_1 и b_2 - коэффициенты аккумуляции теплоты для материала соответственно отливки и формы;

T_3 и T_{2n} - температуры соответственно металла в момент заливки и начальная кокиля;

r_1 и c_1 - удельные соответственно теплота затвердевания теплоемкость материала отливки.

При изготовлении отливок из алюминиевых сплавов используют также практические рекомендации; для отливок с толщиной стенки до 5 мм толщина стенок кокиля составляет 20-40 мм (большее значение относится к сплавам с хорошей жидкотекучестью), для отливок с толщиной 5-20 мм - соответственно 40-80 мм.

Высокая стоимость изготовления кокилей вынуждает особое внимание уделять оценке эксплуатационной стоимости и соответствующему выбору материалов для рабочих элементов кокиля. Пригодность материала для кокилей оценивают по различным параметрам.

Для хрупких металлов этим параметром является временное сопротивление

$$Z_x = (\sigma_y \cdot \lambda) / \alpha E$$

где

σ_y - временное сопротивление;

λ - теплопроводность;

α - коэффициент линейного расширения;

E - модуль упругости.

Для пластичных материалов пригодность материала оценивают по относительному удлинению

$$Z_x = (\delta_y \cdot \lambda) / \alpha E$$

где δ - относительное удлинение.

Стойкость кокилей возрастает с увеличением параметров Z_x и Z_n . Наиболее высокой стойкостью обладают кокили с литой поверхностью.

Многообразие номенклатуры литых деталей определяет разнообразие конструкций кокилей. Приведена классификация кокилей по их применению.

Кокили различают также по способу их изготовления (литьем, сваркой, обработкой резанием), по числу одновременно получаемых в их отливок (одно - и многоместные), способу регулирования температуры, степени универсальности конструкции (составные, из нормализованных элементов, специальные).

Среди специальных кокилей перспективны охлаждаемые, а также кокили из спеченных и композиционных материалов. Принудительное охлаждение стержня и боковых вставок позволяет устранить пористость в зоне стержня и повысить темп работы кокиля. Однако требуемый тепловой режим кокиля можно стабилизировать только при автоматическом регулировании процесса охлаждения, что усложняет конструкцию кокиля и его обслуживание.

Для регулирования охлаждения кокиля могут быть использованы специальные устройства - тепловые трубки, в которых используется испарительное охлаждение с замкнутым циклом обращения хладагента.

Кокили из спеченных порошковых материалов обеспечивают повышение газопроницаемости форм, дифференцированный (за счет армирования) отвод тепла от отливки и повышенную термостойкость.

При проектировании кокилей необходимо правильно выбрать зазоры и подвижных частях, а также между знаками песочных стержней и соответствующими отверстиями в кокиле.

При конструировании кокилей необходимо предусмотреть вентиляцию литейной формы, особенно при наличии развитых поверхностей, выемок и глухих полостей. Для этого на плоскости разъема кокиля делают вентиляционные каналы, а на развитых поверхностях и в глухих полостях устанавливают вентиляционные пробки. Реже для этой цели устанавливают фильтры из спеченных порошковых материалов. Эффективным средством вентиляции формы является нанесение мелкопрофильных узоров и сеток на рабочую поверхность; при этом, помимо вентиляции формы, можно сформировать требуемый фронт потока металла на данной поверхности и устроить затвердевание наружной корочки отливки.

Тепловой режим работы кокиля зависит от вида сплава, массы и сложности конфигурации отливок. Рабочие температуры кокилей находятся в интервале 100-470 °С. Для тонкостенных отливок кокили нагревают сильнее, чем для массивных и толстостенных.

Составы кокильных покрытий

Покрытия, наносимые на рабочие поверхности кокиля, позволяют регулировать интенсивность теплообмена между отливкой и кокилем, защищают поверхность кокиля от химического взаимодействия с жидким металлом и обеспечивают литейной формы за счет их газопроницаемости.

В состав покрытия исходят огнеупорные наполнители связующие, активизаторы и вода. В качестве наполнителей используют мел, окись цинка, асбест, тальк, двуокись титана, шамот, графит. Все наполнители предварительно размалывают и просеивают через сито с ячейками размером не более 0,3-1,0 мм². Асбест предварительно прокаливают при температуре 1000-1100 °С и просеивают через сито с ячейками 2-3 мм². для магниевых сплавов применяют наполнители более грубого помола, чем алюминиевых.

В качестве связующего чаще всего используют жидкое стекло, в качестве активизатора - борную кислоту.

При приготовлении покрытия наполнители замешивают в подогретую до 70-80 °С воду; борную кислоту вводят в виде отдельно приготовленного раствора, а жидкое стекло - после охлаждения суспензии до комнатной температуры.

Важнейшей характеристикой покрытия является теплопроводность. Она зависит от теплопроводности наполнителя, пористости покрытия и состава газообразных продуктов, находящихся в порах. Увеличение пористости на 33 % снижает теплопроводность на 45 %, а замена азота в порошковом пространстве на водород приводит к росту теплопроводности почти на порядок. Теплопроводность покрытия равна 0,12-0,54 Вт/(м * °С); теплопроводность анодной пленки на кокиль из сплава АЛ9 - 0,5 Вт/(м * °С).

Способность покрытия выдерживать термохимические воздействия при литье оценивают параметром:

$$z_n = (\sigma_v * (1 - P)) / \alpha E \delta \quad (4)$$

где

р - коэффициент Пуассона;

α - коэффициент линейного расширения;

Е - модуль упругости;

δ - разность температур заливаемого металла и покрытия

Из чего следует, что стойкость покрытия повышается при уменьшении α, увеличении σ в и снижении температуры заливки металла. Значения μ и Е изменяются в менее широких пределах и их роль менее значительна.

Покрытия наносят на рабочие поверхности кокиля (литники, прибыли) кистью или с помощью пульверизатора. При нанесении покрытия кистью температура кокиля не должна превышать 130 °С. Окрашивание из пульверизатора осуществляют на расстоянии 350-500 мм от окрашиваемой поверхности при давлении сжатого воздуха 0,25-0,35 МПа; температура кокиля не должна превышать 200 °С.

Толщина (мм) наносимого покрытия на поверхность литниковой системы составляет 0,5-1,0, на поверхность прибылей - 2,0-3,0; на рабочую поверхность кокиля - 0,1-0,3.

Покрытия на основе окиси цинка при нанесении ложатся тонким ровным слоем и обеспечивают низкую шероховатость поверхности отливки. Поверхность с большой шероховатостью покрывают мелом и тальком; еще более грубую поверхность - асбестом (обеспечивает хорошую заполняемость формы). Вентилируемость кокиля улучшается при использовании покрытий с более грубым смолом составляющих.

Особенности технологии литья в кокиль цветных сплавов

При литье в кокиль алюминиевых сплавов вследствие повышенной скорости затвердевания газоусадочная пористость подавляется, что способствует получению плотных отливок. Положительно сказывается повышенная скорость затвердевания на дисперсность структурных составляющих и фазовом составе сплавов: измельчается эвтектика, уменьшаются размеры и улучшается форма железосодержащих фаз. Однако кокиль хуже заполняется сплавом, чем песчаная форма, поэтому необходима повышенная температура металла при заливке. Улучшению заполняемости способствует также повышение температуры кокиля и применение

покрытий с высокими теплоизолирующими свойствами. Большое значение имеют условия теплообмена между отливкой и кокилем для алюминиевых сплавов с широким температурным интервалом затвердевания.

Высокопрочные алюминиевые сплавы склонны к образованию горячих трещин, поэтому при изготовлении отливок на этих сплавах рекомендуется податливые песчаные или оболочковые стержни вместо металлических или применять комбинированные литейные формы: нижнюю - металлическую, верхнюю - облицованную или полностью песчаную. Вследствие повышенной склонности к окислению и малой плотности необходимо проводить фильтрацию алюминиевых сплавов при заливке в кокиль. Чаще всего для этого используют сетки из стеклоткани или из перфорированной металлической ленты.

Для магниевых сплавов из-за их повышенной склонности к окислению, большой усадки и низкого теплосодержания предусматривают специальные средства защиты от окисления, повышенного перегрева металла перед заливкой, а также усиленное питание затвердевающей отливки из массивных прибылей и ускоренные подрыв стержней и раскрытие формы по сравнению с литьем в кокиль алюминиевых сплавов.

Для предотвращения возгорания жидкого металла полость кокиля припудривают серым цветом, иногда им достаточно присыпать кромки кокиля у литниковой чаши и выпора. Заливочный инструмент перед использованием промывают в расплавленном флюсе.

При конструировании кокилей необходимо учесть, что линейная усадка отливок на магниевых сплавах составляет: для мелких отливок (до 100 мм) 1,0-1,3 %; для средних отливок (100-400мм) 0,8-1,2 %; для крупных (400-1000 мм) 0,6-1,1.

Отливки из медных сплавов склонны к образованию трещин, что затрудняет их изготовление в кокилях. Медные сплавы имеют низкую жидкотекучесть. Из медных сплавов наибольшую жидкотекучесть имеют кремнистые бронзы, наиболее низкую - марганцевые. Для свинцовых бронз характерна ликвация компонентов, поэтому при изготовлении отливок из этих сплавов рекомендуют применять водоохлаждаемые кокили.

Температура заливки оловянных бронз 1080-1200 °С; латуней 950-1100 °С.

Кокильные машины. Специальные технологические приемы и способы заливки кокилей. Основным технологическим оборудованием при литье в кокиль являются однопозиционные кокильные машины и многопозиционные карусели.

При гравитационной заливке используют машины с поворачивающимся или наклоняемым кокилем. Угол поворота составляет 15-180 °С. Поворот кокиля способствует устранению турбулентности потока, улучшению направленности питания и затвердеванию отливок, расширению диапазона допустимых отклонений технологического процесса по различным параметрам. В кокильной машине повторного типа объединены раздаточная печь-миксер и кокиль, электронагреватели герметизированы трубой из силицированного графита и обеспечивают подогрев жидкого металла в тигле. Регулируемый поворот миксера приводит к заливке жидким металлом металлической формы. в процессе затвердевания миксер играет роль обогреваемой прибыли.

ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Литье по выплавляемым моделям, широко применяемое в машиностроении при изготовлении тонкостенных сложных по конфигурации отливок, является наиболее распространенным методом получения мелких художественных отливок. Этот метод имеет долгую историю. Хорошо известны примеры литья пушек, колоколов, скульптуры с применением моделей, изготовленных из воска.

Технология литья по выплавляемым моделям имеет ряд специфических особенностей:

модель служит для получения только одной отливки, потому что вытапливается в процессе изготовления формы;

- металл заливают в тонкостенные неразъемные формы, получаемые путем нанесения огнеупорного покрытия на модель, сушки покрытия, удаления (вытапливания) модели и последующего прокаливании формы;

- формовочная смесь предоставляет собой суспензию, состоящую из мелкозернистого огнеупорного материала и связующего раствора;
- применение мелкозернистых пылевидных огнеупорных материалов обеспечивает очень высокое качество поверхности отливки;
- высокая точность отпечатка модели достигается путем повышения температуры заливаемого металла, что требует использования высокоогнеупорных формовочных и связующих материалов.

Шероховатость поверхности отливок зависит от их толщины и некоторых особенностей технологии.

Так, при создании восстановительной атмосферы в форме во время заливки металла высота микронеровностей на поверхности стальных отливок толщиной от 10 до 40мм снижается с 1-160 до 5-80 мкм.