

Анализ данных показал, что у ЧВГ, как и у ЧПГ и ЧШГ, протекание линейной усадки ($\epsilon_{\text{лин}}$) складывается из следующих основных этапов: предусадочного расширения ($\epsilon_{\text{пр}}$), доперлитный ($\epsilon_{\text{дп}}$) и послеперлитный ($\epsilon_{\text{пп}}$) и расширения при перлитном превращении ($\epsilon_{\gamma \rightarrow \alpha}$). При этом по абсолютной величине отдельные этапы линейной усадки ЧВГ несколько отличаются от ЧПГ и ЧШГ. Прежде всего, это относится к величине предусадочного расширения. Абсолютная величина предусадочного расширения ЧВГ несколько больше, чем у ЧПГ, но почти в два раза меньше, чем у ЧШГ. При этом для чугунов с различной формой графита характерна закономерность: с уменьшением степени их эвтектичности уменьшается предусадочное расширение и увеличивается линейная усадка.

Также можно отметить, что предусадочное расширение у ЧВГ, как и у ЧПГ, происходит в основном при эвтектической кристаллизации, в то время как у ЧШГ оно начинается выше температуры эвтектической кристаллизации и заканчивается в твердом состоянии. Такая разница в величине и времени проявления предусадочного расширения у чугунов с вермикулярным и шаровидным графитом, по-видимому, и объясняет их различие в склонности к образованию усадочных дефектов.

Малая по сравнению с высокопрочным чугуном величина предусадочного расширения ЧВГ в первый момент кристаллизации обуславливает сохранение первоначальных размеров отливки и литейной формы, что способствует сокращению объема усадочной раковины за счет меньшего при этих условиях дефицита жидкого металла для питания отливки. Кроме того, выделение основной массы достаточно разветвленных вермикулярных включений графита в период эвтектической кристаллизации также способствует более полной компенсации усадки чугуна в жидко-твердом состоянии. В результате этого ЧВГ имеет более низкую склонность к образованию усадочных дефектов, чем ЧШГ, и незначительно отличается по этому показателю от ЧПГ.

Таким образом, ЧВГ обладает высокими литейными свойствами и может широко применяться вместо ЧПГ, а также успешно использоваться в некоторых случаях вместо ЧШГ при получении сложных фасонных отливок, в которых трудно, а порой и невозможно предотвратить образование усадочных дефектов. При такой замене наряду с повышением теплотехнических характеристик обеспечиваются более высокая плотность кристаллизующегося металла и конструктивная прочность детали в целом, что в значительной степени компенсирует некоторое снижение прочностных свойств ЧВГ по сравнению с отдельными марками высокопрочного ЧШГ.

УДК 621.745.

Литье в песчано-глинистые формы магниевых сплавов

Студент гр. 104310 Петровец С.В.
Научный руководитель – Чичко А.Н.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Особенности литья магния и его сплавов определяется возможностью их самовоспламенения при температурах на 10-20 °С, превосходящих их температуру плавления, равную 680 °С для чистого магния и около 650 °С – для его сплавов, что требует применения при плавке специальных защитных атмосфер или флюсов.

Стандарт NF П 57-704 (Франция) регламентирует марки магниевых сплавов, их обозначение и свойства. Стандарт включает сплавы на основе системы Mg–Al–Zn: G-A8Z, G-A9Z, G-A6Z3, и сплавы, содержащие цирконий: G-Z5Zr, G-Z4TRZr, G-TR3Z2Zr, G-Z6Th2Zr, G-Zr, G-Th3Z2Zr, G-Ag3TR2Zr (TR – обозначение PM3).

Основные легирующие элементы магниевых сплавов: алюминий – растворим в магнии, измельчает зерно сплавов, улучшает жидкотекучесть; цинк – используется в ограничен-

ных количествах, растворим в магнии, улучшает литейные свойства сплавов; марганец – растворим в магнии, в небольшом количестве (при содержании около 0,3%) увеличивает сопротивление коррозии; цирконий, вводимый в небольших количествах (0,7%), измельчает зерно и обеспечивает высокие механические свойства после термической обработки; РЗМ – церий, торий, мишметалл – повышают сопротивление ползучести при 200-300 °С; медь – очень мало растворима в магнии, повышает тепло- и электропроводность сплавов, но снижает сопротивление коррозии. Кремний и сурьма – вредные примеси, даже в небольших количествах снижают механические свойства сплава.

Для плавки Mg-сплавов применяются каменные печи, электропечи сопротивления, индукционные со съёмными литыми или сварными стальными тиглями. Не рекомендуется использовать поворотные печи.

Для обеспечения безопасности при плавке необходимо выполнять наружную изоляцию печи из материала, не содержащего кремний (магнезит, доломит, графит); тигли снаружи алитировать или покрывать электролитически; периодически контролировать толщину тигля и при потере 50% толщины его заменять; при работе не допускать опорожнения тигля, компенсировать отбор расплава, добавляя равноценное количество свежей шихты. Плавка магниевых сплавов проводится позащитным флюсом, который должен препятствовать окислению сплава во время плавки, очищать металл, позволять вводить легирующие компоненты.

Марганец вводится в сплав в виде состава на основе хлорида марганца с калием, барием и фторидом кальция; цирконий – на основе хлорида калия и циркония или хлорида калия, двойного фторида калия и циркония, можно вводить цирконий в виде лигатуры Mg-Zr.

Для получения мелкого зерна в отливках из магниевых сплавов рекомендуется сплав перегреть до 900 °С, выдерживать при этой температуре 10 мин, затем быстро охлаждать до температуры заливки и вводить в ванну таблетки из гексахлорбензена, гексахлорэтана, выполняющих роль центров кристаллизации.

Перед литьем проводится дегазация сплава продувкой хлора, при разливе не следует перемешивать расплав, избегая увлечения флюса. В ковш и на струю металла посыпают немного серы или борной кислоты, чтобы создать вокруг металла защитную атмосферу.

Магниевые сплавы обладают низкой плотностью и для изготовления формовочных смесей выбирается хорошо смачиваемый песок с величиной зерна 60-90 по AFS. Ограничивается степень уплотнения смесей и предусматриваются многочисленные венты.

Формы из песчано-глинистых смесей для литья магниевых сплавов должны тщательно высушиваться при 450 °С до удаления воды из глинистой составляющей. Чаще используются синтетические смеси на основе силикатов – CO₂, фурановых смол. Во все смеси вводятся ингибиторы – сера и борная кислота.

Перед литьем формы желательно обогреть горелками. Обогрев особенно необходим, если в формах установлены холодильники.

Холодильники изготавливаются, в основном, из чугуна. Перед каждым использованием они очищаются наждачной бумагой, покрываются графитом, взвешенном в спирте, тальком или мелом. В обмазку добавляют немного силиката натрия и борной кислоты.

Отливки из магниевых сплавов требуют использования очень крупных прибылей. При анализе формы деталей для определения зон последней кристаллизации, а также при определении размеров прибылей для магниевых сплавов берется отношение H/D, равное 2,5-3. Эффективность прибылей может быть усилена при использовании теплоизолирующих или экзотермических втулок.

Стояк выполняется или обычной цилиндрическо-конической формы или пластинчатой; в литниковой системе необходимо применять сетчатые фильтры или высушенную железную окалину. Они располагаются в основании стояка в каждом из каналов литниковой системы.

Сплавы типа G-A6Z3 после литья просто стабилизируются, другие – типа G-A9Z – подвергаются смягчающему отжигу, закалке в воде или на воздухе, естественному старению или отпуску.

УДК 621.745.

Применение фильтровальных сеток при литье чугуна

Студент гр. 104310 Овчинников И.П.
Научный руководитель – Соболев В.Ф.,
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время при производстве отливок из серого и высокопрочного чугунов с шаровидным графитом применяют фильтровальные сетки из материала трех видов: керамики, стеклоткани или вспененной керамики. При этом, сетки из стеклоткани, используемые с целью улучшения технологичности при простановке в литейные формы, для придания им жесткости могут быть пропитаны синтетическими смолами. Дальнейшее увеличение жесткости сеток, пропитанных смолами, может быть достигнуто прокаливанием их при температуре 250-300 °С в муфельных печах.

Помимо основного назначения – предотвращать возможность попадания в тело инородных включений – фильтровальная сетка является своего рода дросселем, обеспечивающим «спокойный» вход металла без размывов формы и захвата металлом газов из атмосферы полости формы в процессе заливки. Кроме того, сетки могут попутно облегчать удаление литников и питающих бобышек от отливок. Поэтому при разработке технологического процесса производства отливок положение сеток в форме определяется с учетом вышеуказанных возможностей сеток. Отмечается, что при изготовлении фильтровальных сеток из керамики наиболее пригодно пористая керамика, а не глазурованная.

Установлено также, что при производстве отливок из серого и высокопрочного чугунов наиболее эффективными являются керамические сетки с диаметрами отверстий 3 мм при минимально возможном расстоянии между соседними отверстиями. В настоящее время керамические фильтровальные сетки изготавливаются с расстоянием между соседними отверстиями, равными 1,5 мм; изыскиваются пути получения сеток с меньшими расстояниями. Малые диаметры отверстий сеток при минимальном расстоянии между ними обеспечивают более спокойное заполнение полости формы без значительного увеличения длительности заливки. Уменьшение расстояния между соседними отверстиями способствует снижению трения металла об сетку, а следовательно, и сокращению продолжительности заливки в форме. Керамические фильтровальные сетки обеспечивают отделение инородных частиц от металла в основном за счет торможения металла при заливке, в результате более легкие инородные частицы успевают всплывать в литниковой системе не попадая в тело отливки.

Используемые при производстве чугунных отливок сетки из стеклоткани («фирам»-процесс) имеют размер отверстий 1,5x1,5 мм, однако эти размеры под давлением металла в процессе заливки нарушаются. В отличие от фильтровальных сетки из стеклоткани не тормозят поток металла, поэтому всплывание инородных частиц в литниковой системе не наблюдается: отделение от металла этих частиц идет за счет отфильтрования самой сеткой. При определении размеров фильтровальной сетки необходимо учитывать то, что часть ее забивается в процессе заливки отфильтрованными инородными частицами. Размеры сеток принято выбирать в зависимости от размеров стояка.

Площадь сетки, контактирующей с жидким металлом, для серого чугуна равна 4-кратной суммарной площади поперечного сечения питателей, а для высокопрочного чугуна – 8-кратной площади поперечного сечения питателей. Указывается, что для крупных отливок, при заливке которых расход металла составляет 20 кг/с и выше, не рекомендуется применять