

2,78, 3,28, 4,07, 4,27 %. При дальнейшем повышении концентрации до 4,75, 5,03, 5,24, 5,71, 6,60, 6,67 % (вес.) ионизация атомов железа растет до уровня Fe^{5+} , Fe^{6+} , Fe^{7+} , Fe^{8+} , Fe^{9+} , Fe^{10+} .

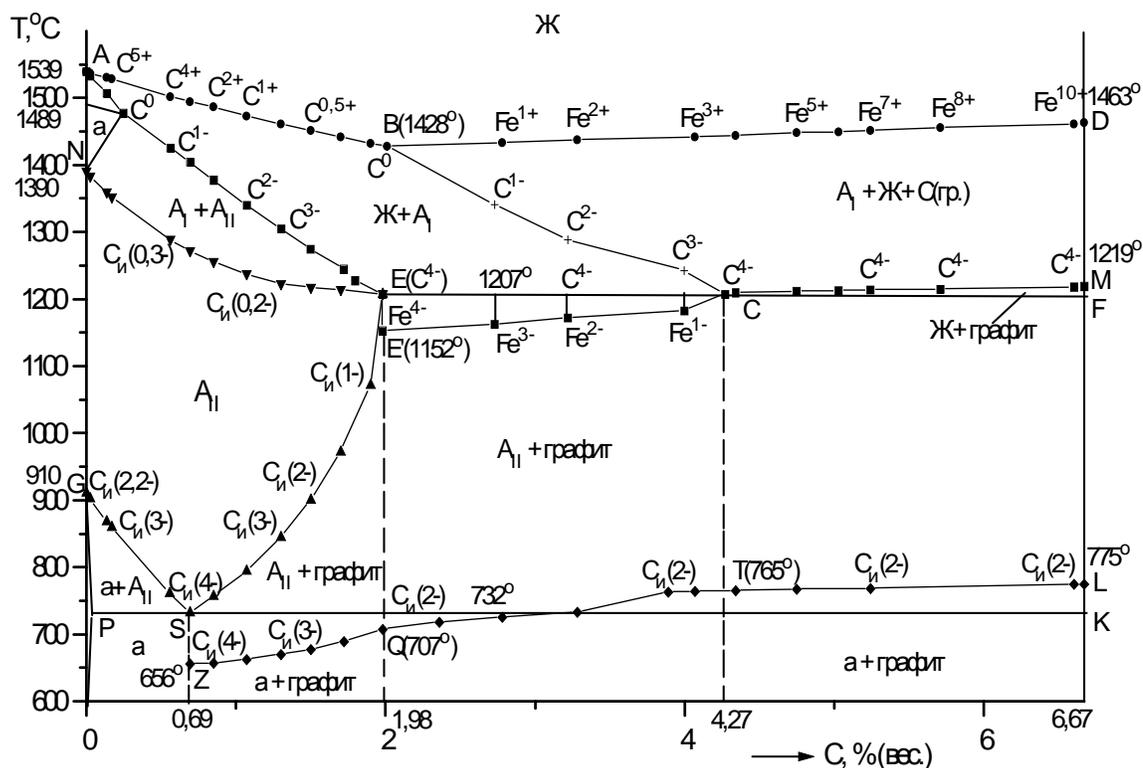


Рис.1. Диаграмма состояния сплавов «Fe - C (графит)» с ионными связями атомов углерода в графите на линии ZQTL

Минимум температуры в точке **B** (1428 °C) при концентрации 2,012 % (вес.) углерода можно объяснить различным межатомным взаимодействием элементов в области сталей и в области чугунов.

С изменением радиуса атома происходит также изменение энергии электронных уровней взаимодействующих атомов и, соответственно, температуры сплава.

УДК 621. 179

Изучение способов производства поршней

Магистрант Сошенко А.А.
 Научный руководитель – Довнар Г.В.
 Научный консультант – Арабей А.В.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

В конструкции поршня принято выделять следующие элементы: головку 1 и юбку 2. Головка включает днище 3, огневой (жаровой) 4 и уплотняющий 5 пояса. Юбка поршня состоит из бобышек и направляющей части (рисунок 1).

Сложная конфигурация поршня, быстро меняющиеся по величине и направлению тепловые потоки, воздействующие на его элементы, приводят к неравномерному распределению температур по его объему и, как следствие, к значительным переменным по времени локальным термическим напряжениям и деформациям (рисунок 2).

Для изготовления поршней в настоящее время в основном используют алюминиевые сплавы, реже серый или ковкий чугун, а также композиционные материалы.

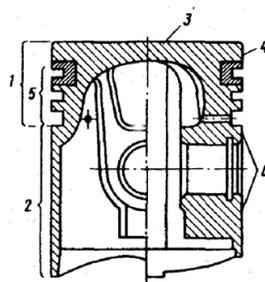


Рисунок 1 – Основные элементы поршня

Алюминиевые сплавы имеют малую плотность, что позволяет снизить массу поршня и, следовательно, уменьшить инерционные нагрузки на элементы цилиндропоршневой группы. При этом упрощается также проблема уменьшения термического сопротивления элементов поршня, что в сочетании с хорошей теплопроводностью, свойственной данным материалам, позволяет уменьшать теплонапряженность деталей поршневой группы. К положительным качествам алюминиевых сплавов следует отнести малые значения коэффициента трения в паре с чугунными или стальными гильзами.

Однако поршням из алюминиевых сплавов присущ ряд серьезных недостатков, основными из которых являются невысокая усталостная прочность, уменьшающаяся при повышении температуры, высокий коэффициент линейного расширения, меньшая, чем у чугунных поршней, износостойкость, сравнительно большая стоимость.

В настоящее время при изготовлении поршней используют два вида силуминов: эвтектические с содержанием кремния 11...14% и заэвтектические – 17...25%.

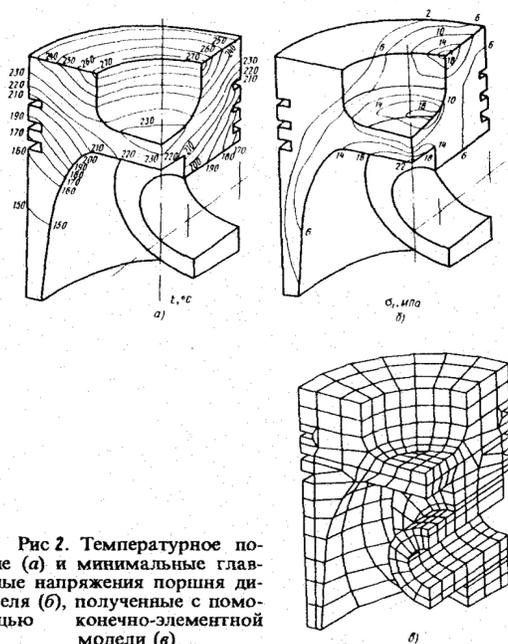


Рис 2. Температурное поле (а) и минимальные главные напряжения поршня дизеля (б), полученные с помощью конечно-элементной модели (в)

Увеличение содержания Si в сплаве приводит к уменьшению коэффициента линейного расширения, к повышению термо- и износостойкости, но при этом ухудшаются его литейные качества и растет стоимость производства. Заготовки поршней из алюминиевых сплавов получают путем отливки в кокиль или горячей штамповкой. После механической обработки они подвергаются термической обработке для повышения твердости, прочности и износостойкости, а также для предупреждения коробления при эксплуатации. Кованые поршни пока используются реже, чем литые.

Материал поршня должен быть малой плотности, иметь низкий коэффициент линейного расширения, обладать износостойкостью, высокой теплопроводностью, в том числе при повышенных температурах, иметь хорошую обрабатываемость. При этом важными являются комплексные характеристики материала, а не только отдельные его свойства.

Для улучшения физико-механических свойств силуминов в них вводят различные легирующие добавки. Добавка в алюминиево-кремниевый сплав до 6% меди приводит к повышению усталостной прочности, улучшает теплопроводность, обеспечивает хорошие литейные качества и, следовательно, меньшую

стоимость изготовления. Однако при этом несколько снижается износостойкость поршня. Использование в качестве легирующих добавок натрия, азота, фосфора увеличивает износостойкость сплава. Легирование никелем, хромом, магнием повышает жаропрочность и твердость конструкции.

Чугун в качестве материала для поршней по сравнению с алюминиевым сплавом обладает следующими положительными свойствами: более высокими твердостью и износостойкостью, жаропрочностью, одинаковым коэффициентом линейного расширения с материалом гильзы. Последнее позволяет существенно уменьшить и стабилизировать по режимам работы зазоры в сочленении юбка поршня — цилиндр. Однако большая плотность не позволяет использовать его широко для поршней высокооборотных автомобильных двигателей. Данный недостаток может быть частично нивелирован включением в структуру чугуна шаровидного графита, что позволяет отливать элементы поршня существенно меньшей толщины.

В настоящее время на производстве поршни изготавливают следующими способами:

1. Литье в оболочковые формы.

Оболочковые формы (разъемные, тонкостенные), изготавливают следующим образом: металлическую модельную плиту, нагретую до температуры 200—250 °С, закрепляют на опрокидывающем бункере с формовочной смесью и поворачивают его на 180°. Формовочная смесь, насыпается на модельную плиту и выдерживается 10—30 с. От теплоты модельной плиты термореактивная смола в пограничном слое переходит в жидкое состояние, склеивает песчинки с образованием песчано-смоляной оболочки толщиной 5—20 мм в зависимости от времени выдержки. Бункер возвращается в исходное положение, излишки формовочной смеси сыплются на дно бункера, а модельная плита с полутвердой оболочкой снимается с бункера и нагревается в печи при температуре 300—350 °С в течение 1—1,5 мин, при этом термореактивная смола переходит в твердое необратимое состояние. Твердая оболочка снимается с модели специальными толкателями. Аналогично изготавливают и вторую полуформу.

Готовые оболочковые полуформы склеивают быстротвердеющим клеем на специальных прессах, предварительно установив в них литейные стержни, или скрепляют скобами.

Заливка форм производится в вертикальном или горизонтальном положении. При заливке в вертикальном положении литейные формы помещают в опоки-контейнеры и засыпают кварцевым песком или металлической дробью для предохранения от преждевременного разрушения оболочки при заливке расплава.

Литье в оболочковые формы обеспечивает высокую геометрическую точность отливок, так как формовочная смесь, обладая высокой подвижностью, дает возможность получать четкий отпечаток модели. Точность отпечатка не нарушается потому, что оболочка снимается с модели без расталкивания. Повышенная точность формы позволяет в 2 раза снизить припуски на механическую обработку отливок. Применяя мелкозернистый кварцевый песок для форм, можно снизить шероховатость поверхности отливок. Высокая прочность оболочек позволяет изготавливать формы тонкостенными, что значительно сокращает расход формовочных материалов.

2. Литье по выплавляемым моделям.

Этим способом отливки получают путем заливки расплавленного металла в формы, изготовленные по выплавляемым моделям многократным погружением в керамическую суспензию с последующими обсыпкой и отверждением. Затем модельные блоки сушат 2 – 2,5 ч на воздухе или 20—40 мин в среде аммиака. На модельный блок наносят четыре – шесть слоев огнеупорного покрытия с последующей сушкой каждого слоя.

Модели из форм удаляют выплавлением в горячей воде. Для этого их погружают на несколько минут в бак, наполненный водой, которая нагревается до температуры 80—90 °С.

После охлаждения отливки форма разрушается. Отливки на обрезных прессах или другими способами отделяются от литников и для окончательной очистки направляются на химическую очистку. После травления, отливки промывают проточной водой, сушат, подвергают термической обработке и контролю.

3. Литье в кокиль

При литье в кокиль отливки получают путем заливки расплавленного металла в металлические формы. По конструкции различают кокили: вытряхные; с вертикальным разъемом; с горизонтальным разъемом и другие.

Полости в отливках оформляют песчаными, оболочковыми или металлическими стержнями. Кокили с песчаными или оболочковыми стержнями используют для получения отливок сложной конфигурации из чугуна, стали и цветных сплавов, а с металлическими стержнями — для отливок из алюминиевых и магниевых сплавов.

Для получения сложной полости отливки используют разъемные стержни, состоящие из нескольких частей.

Рабочую поверхность кокиля и металлических стержней очищают от ржавчины и загрязнений. Затем на рабочую поверхность кокиля наносят теплозащитные покрытия для предохранения его стенок от воздействия высоких температур заливаемого металла, для регулирования скорости охлаждения отливки, улучшения заполняемости кокиля, облегчения извлечения отливки. Заливку металла осуществляют разливочными

ковшами или автоматическими заливочными устройствами. Затем отливки охлаждают до температуры выливки, составляющей 0,6—0,8 температуры солидуса сплава, и выталкивают из кокиля. После этого отливки подвергают обрубке, очистке и в случае необходимости – термической обработке.

Кокильные отливки имеют высокую геометрическую точность размеров и малую шероховатость поверхности, что снижает припуски на механическую обработку вдвое по сравнению с литьем в песчаные формы. Этот способ литья высокопроизводителен.

Недостатки кокильного литья: высокая трудоемкость изготовления кокилей, их ограниченная стойкость, трудность изготовления сложных по конфигурации отливок.

4. Литье под давлением.

Литьем под давлением получают отливки в металлических формах (пресс-формах), при этом заливку металла в форму и формирование отливки осуществляют под давлением. Изготавливают отливки на машинах литья под давлением с холодной или горячей камерой прессования. В машинах с холодной камерой прессования камеры прессования располагаются горизонтально или вертикально.

На машинах с горизонтальной камерой прессования порцию расплавленного металла заливают в камеру прессования, который плунжером под давлением 40—100 МПа подается в полость пресс-формы, состоящей из неподвижной и подвижной полуформ. Внутреннюю полость в отливке получают стержнем. После затвердевания отливки пресс-форма раскрывается, извлекается стержень и отливка толкателями удаляется из рабочей полости пресс-формы. Перед заливкой пресс-форму нагревают до 120—320 °С. После удаления отливки рабочую поверхность пресс-формы обдувают воздухом и смазывают специальными материалами для предупреждения приваривания отливки к пресс-форме. Воздух и газы удаляют через каналы, глубиной 0,05—0,15 мм и шириной 15 мм, расположенные в плоскости разъема пресс-формы, или вакуумированием рабочей полости; перед заливкой расплавленного металла. Такие машины применяют для изготовления отливок из медных, алюминиевых, магниевых и цинковых сплавов массой до 45кг.

5. Изготовление отливок специальными способами литья.

Точность геометрических размеров, шероховатость поверхности отливок, полученных в песчаных формах, во многих случаях не удовлетворяет требованиям современной техники. Поэтому быстрыми темпами развиваются специальные способы литья: в оболочковые формы, по выплавляемым моделям, кокильное, под давлением, центробежное и другие, позволяющие получать отливки повышенной точности, с малой шероховатостью поверхности, минимальными припусками на механическую обработку, а иногда полностью исключают ее, обеспечивают высокую производительность труда и т. д.

УДК 669.715.018

Изучение влияния карбонатных композиций на пористость сплава АК5М2

Студенты гр. 104125 Полюян М.О., Зенько П.В., гр. 104126 Шахлович И.Г.

Руководители – Чайкина Н.В., Задруцкий С.П.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Вопросы экономической безопасности рафинирующей обработки силуминов приобретают все большую значимость в современных производственных условиях. В связи с этим, перспективным представляется проведение рафинирующей обработки с использованием карбонатных композиций, претерпевающих термическую диссоциацию в расплаве алюминия с образованием большого количества высокодисперсных пузырьков рафинирующего газа.

Термодинамические расчеты показывают непрерывное протекание $\text{MeCO}_3 \rightleftharpoons \text{MeO} + \text{CO}_2$ в интервале температур 700...800°С при условии нахождения разлагающегося карбоната в расплаве и обеспечения отвода образующегося углекислого газа из зоны реакции. Учитывая то, что реакция разложения карбоната интенсивно идет на поверхности раздела фаз расплав-карбонат, регулируя дисперсность последнего, можно обеспечить требуемую интенсивность термической диссоциации и время ее протекания.

На основе проведенных термодинамических расчетов и экспериментальных работ был создан экологически безвредный рафинирующий карбонатный препарат обеспечивающий умеренное бурление расплава и время разложения 5...7 минут.

Промышленные испытания препарата проводились в условиях предприятия СООО «Антонар». Снижение пористости сплава АК5М2 при обработке в печи типа САТ разработанным препаратом в количестве 0,05% от массы расплава составило 1 балл (с 2 до 1-ого) по ГОСТ 1583. Из обработанного металла была изготовлена опытная партия отливок. Механические и эксплуатационные свойства отливок опытной партии соответствуют требуемым.