

Заготовки поршней, изготовляемые литьем с кристаллизацией под давлением

д.т.н. Батышев А.И., д.т.н. Батышев К.А., к.т.н. Смолькин А.А., к.т.н. Безпалько В.И.
 Университет машиностроения, г. Москва
 8 (495) 683-9972. (konstbat@rambler.ru).

Аннотация. Приведены данные об изготовлении заготовок поршней двигателей внутреннего сгорания литьем с кристаллизацией под давлением (ЛКД). Рассмотрены схемы прессования и влияние давления на качество отливок.

Ключевые слова: литьё, кристаллизация, давление, отливки, поршни, качество

Литьем с кристаллизацией под давлением (ЛКД) изготовляют плотные отливки как из литейных, так и из деформируемых сплавов (главным образом из сплавов на основе алюминия и меди). Их можно и даже желательно подвергать всем видам термической обработки для улучшения структуры и свойств.

Большое внимание исследователи уделяют ЛКД поршней для двигателей внутреннего сгорания автомобилей, судов и т. п., применяя для их изготовления заэвтектические силумины [1, 2].

Наиболее простые схемы пресс-форм для ЛКД поршней представлены на рисунке 1.

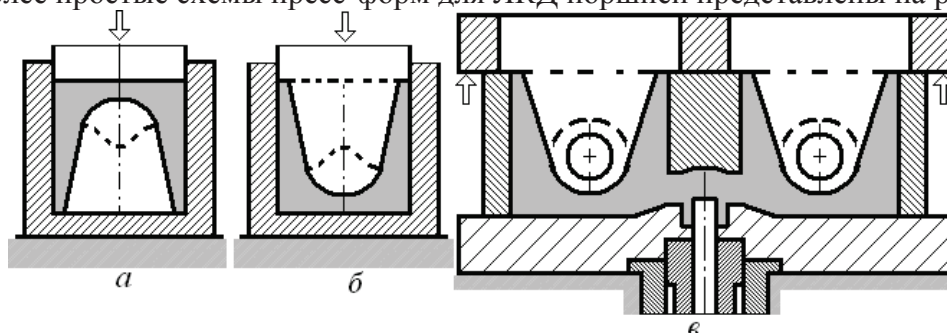


Рисунок 1. Схемы изготовления поршней при поршневом (а), пуансонном (б) видах прессования и через литники-питатели (в). Матрицы пресс-форм (рисунок 1, а, б) являются неразъемными, здесь только один разъем – между матрицей и прессующим пуансоном. При прессовании через литники-питатели расплав вначале заливают в металлоприемник, из которого его вытесняют нижним прессующим пуансоном; в этом случае пресс-форма может иметь разъемы как вертикальный, так и горизонтальный. На рисунке 1, в показана схема пресс-формы с горизонтальным разъемом (показано стрелками), в которой одновременно могут быть изготовлены две отливки.

Более удачная схема прессования (рисунок 1, в) реализована в промышленной установке, разработанной фирмой UBE (Япония), схема работы которой представлена на рисунке 2.

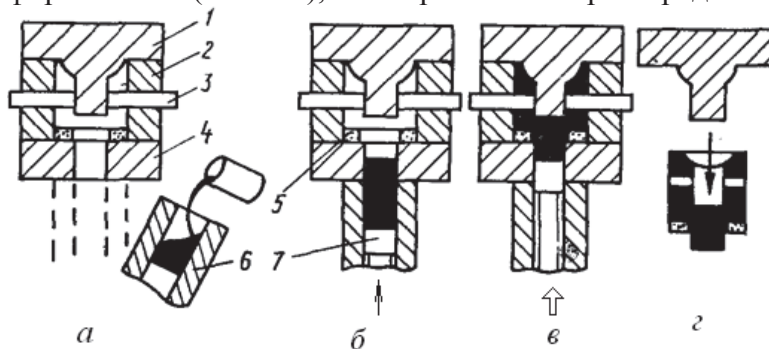


Рисунок 2. Изготовление поршней способом ЛКД на литейной машине с нижним узлом прессования: а – заливка металлического расплава в металлоприемник; б – начало вытеснения расплава из металлоприемника в матрицу; в – уплотнение затвердевающей отливки; г – сьем отливки с верхней полуформы; 1, 2, 4 – детали пресс-формы; 3 – стержень; 5 – керамическая вставка; 6 – металлоприемник; 7 – пуансон (плунжер)

Особенности изготовления отливок при работе на подобных установках следующие:

- малая, по сравнению с традиционным ЛКД, скорость заполнения формы, сравнимая со скоростью заполнения формы при литье под низким давлением;
- большая площадь сечения питателя при его толщине, почти равной толщине стенки отливки в месте подвода металла;
- медленное, равномерное (по параболической кривой) ускорение плунжера на стадии заполнения пресс-камеры; при этом газовоздушный пузырь вытесняется из пресс-камеры, не замешиваясь в расплаве;
- регулируемая скорость заполнения формы каждой отдельной отливки. При этом, в зависимости от показаний датчиков уровня расплава в форме, осуществляется ускорение или замедление движения плунжера;
- максимальное заполнение объема пресс-камеры;
- направленное к литнику затвердевание отливки, регулируемое за счет системы охлаждения формы;
- применение новых смазок на основе слюды или графита, облегчающих заполнение формы и препятствующих привариванию отливок к форме при литье сплавов с низким содержанием железа и т.д.

Технологические режимы ЛКД устанавливаются опытным путем в каждом конкретном случае, поэтому приведенные ниже рекомендации носят общий характер: температура заливаемого расплава должна превышать температуру ликвидус сплава на 30...50°C; температура матрицы – 150...250°C (более высокая температура назначается при литье небольших по габаритам и массе поршней давление прессования - 80...200 МПа (в зависимости от схемы прессования); выдержка под давлением (время прессования) – 1,0...1,2 с на 1 мм толщины стенки.

Механические свойства поршней, изготовленных литьем в кокиль и ЛКД с использованием поршневого и пуансонного прессования (рисунок 1, а, б), приведены в таблице 1. Видно, что отливки, изготовленные способом ЛКД, имеют более высокие механические свойства в интервале температур 20...300°C.

Таблица 1.

Механические свойства поршней

Сплав	Способ литья	Термическая обработка	Температура испытаний, °С	σ_b , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
АК12М2МгН (АЛ25)	Литье в кокиль	Т6	20	220	220	0,2
			200	190	185	0,4
			300	115	110	1,0
			350	60	55	4,8
	ЛКД		20	330	315	0,5
			200	240	225	1,9
			300	125	115	13,5
			350	60	55	27,5

При ЛКД используют преимущественно металлические (стальные) формы, поэтому формирование отливок протекает в условиях повышенных скоростей охлаждения. Время затвердевания отливки сокращается в 3...4 раза по сравнению с литьем в кокиль, ширина двухфазной зоны при литье сплавов с широким интервалом кристаллизации уменьшается.

В последние годы находят применение керамических вставок 2 (рисунок 3), оформляющих элементы боковой поверхности поршня. Возможно использование любых схем прессования при ЛКД. Вставки 3 закрепляют на стержнях, оформляющих отверстия под поршневые пальцы. После заливки металлического расплава в матрицу при помощи прессующего пуансона создается давление 50...200 МПа. Температура заливки алюминиевого сплава находится в пределах 700...800°C.

Более высокие механические свойства отливок из КМ, изготовленных ЛКД (по сравне-

нию с другими способами литья), обусловлено тем, что металлический расплав под давлением лучше проникает в поры и промежутки между частицами керамического материала, и создается более прочная связь между керамическим материалом и металлической матрицей.

В Государственном научном центре ВНИИМЕТМАШ им. академика А.И. Целикова отработана технология композитных поршней для двигателей внутреннего сгорания. Материал поршня – литейный алюминиевый сплав, керамическая вставка – алюминий-кремнеземистые волокна диаметром 2...4 мкм с модулем упругости 150 ГПа, пределом прочности 1700 МПа, плотностью (объемное содержание волокон) 10...20% и содержанием неволокнутой составляющей – не более 5%.

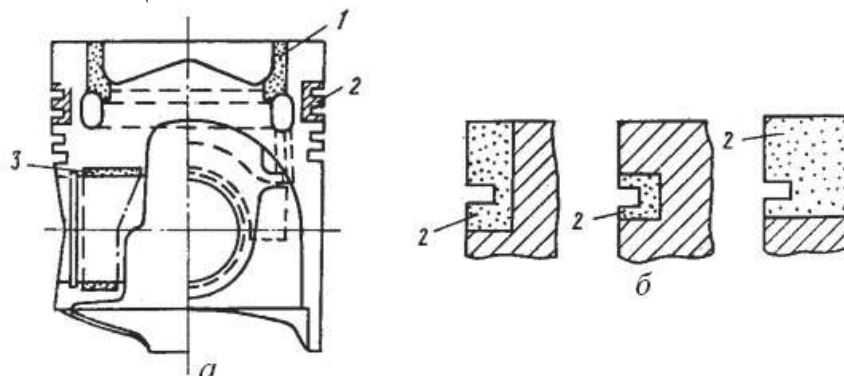


Рисунок 3. Эскиз поршня с керамическими вставками (а) и схемы размещения боковых вставок (б): 1 – вставка торцовая (в донной части поршня), 2 – вставки боковые; 3 – вставка в отверстие под палец

Способ ЛКД в сочетании с упрочнением головки поршня керамическими волокнами по сравнению с традиционной технологией литья в кокиль позволило: снизить расход металла на 30...40%; получить плотную и мелкозернистую структуру без дефектов и газовой пористости; повысить физико-механические свойства на 15...20%; добиться высокой термической стабильности упрочняющего эффекта; существенно повысить термоустойчивость и снизить износ рабочих поверхностей поршня без появления термических трещин на кромках; совершенствовать конструкцию поршня и эффективность работы двигателя.

Литература

1. Новые технологии и материалы в литейном производстве / А.И. Батышев, К.А. Батышев, В.Д. Белов и др.; под ред. А.И. Батышева. – М.: Изд-во МГОУ, 2009. – 181 с.
2. Производство отливок в автомобилестроении / А.И. Батышев, В.Д. Белов, К.А. Батышев и др.; под ред. А.И. Батышева. – М.: Изд-во МГОУ, 2011. – 205 с.
3. Поверхностное упрочнение отливок в процессе их производства / И.М. Абачараев, А.Р. Юсупов, Н.К. Санаев: Известия МГТУ «МАМИ», 2010, №1, с. 83-85.

Структура и механические свойства отливок из силумина, затвердевших под давлением

к.т.н. Л Станчек¹, Б. Ванко¹, д.т.н. Батышев А.И.², д.т.н. Батышев К.А.²

¹Институт технологии и материалов Словацкого технического университета, г. Братислава, Республика Словакия.
8-10-421-264-36-80-73 (ladislav.stancek@stuba.sk).

² Университет машиностроения, г. Москва, Россия. 8 (495) 683-9972. (konstbat@rambler.ru).

Аннотация. Приведены результаты исследования влияния времени выдержки под закалку отливок, изготовленных из силумина литьем с кристаллизацией под давлением, на их структуру и механические свойства.

Ключевые слова: силумин, отливки, структура, свойства, литье, термическая обработка

Изучены структура и механические свойства отливок типа стакана, изготовленных ли-