Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

**Реферат**

**Технология конструкционных материалов в приборостроении**

Студент: Александровский С.С.

Группа: ИУ2-51

Преподаватель: Гоцеридзе Р.М.

2015г

1. **ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К КОНСТРУКЦИЯМ ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ.**

Конструируя литую деталь, необходимо **учитывать свойства заливаемого сплава**, такие как жидкотекучесть, усадку и ликвацию после кристаллизации расплава.

*Жидкотекучесть* определяет выбор оптимальной толщины детали. Чем больше жидкотекучесть, тем тоньше может быть получаемая стенка. В тоже время жидкотекучесть зависит от условий теплоотдачи в форме. В водоохлаждаемых стальных формах жидкотекучесть сплава падает очень быстро.

Средняя толщина стенки отливки колеблется от 3 мм (при литье по выплавляемым моделям) до 8,5 мм (при литье в песчаные формы), а минимальная толщина стенки от 0,3 до 4 мм.

*Усадка* при затвердевании расплава приводит к следующему (Рис. 3.1, *а*): *объемная усадка* вызывает образование усадочной пористости в утолщенных местах отливок, а *линейная усадка* – образование трещин и коробление вследствие торможения усадки в отдельных местах отливки.



Для обеспечения равномерности усадки и отсутствия усадочных раковин желательно, чтобы толщина стенок отливки на всем ее протяжении оставалась одинаковой **(требование равностенности)**.

*Кристаллизация сплава* происходит в направлении, перпендикулярном поверхности теплоотдачи. Скорость кристаллизации меняется от максимальной у поверхности до минимальной в середине стенки отливки. Одновременно происходит рост кристаллов-зерен. Все это приводит к ликвации (неоднородности) в материале отливки.

Для создания равномерной и мелкозернистой структуры желательно уменьшать толщину стенок отливок **(требование тонкостенности).**

В местах сопряжений двух стенок необходимо делать радиусы закруглений *R* (рис. 3,*б*) для того, чтобы избежать образования трещин вследствие неравномерности кристаллизации. Рекомендуется также скруглять острые внешние *r* и внутренние кромки *R.* Острые кромки допускаются только на плоскостях разъема формы (например, на плоскости *А*). Величина радиусов закруглений зависит от способа литья.

При литье по выплавляемым моделям и при литье под давлением рекомендуемая величина *R* = 0,8… 1 мм (для остальных методов литья больше). Радиусы закруглений на внешних кромках *r* обычно уменьшают в 2 раза по сравнению со значениями радиусов *R* на стыках поверхностей стенок.

Для сохранения необходимой прочности **отливка усиливается ребрами жесткости,** толщина которых меньше средней толщины стенок отливки.

На необработанных поверхностях, расположенных перпендикулярно плоскости разъема формы, необходимо соблюдать уклоны или конусность для удобства удаления модели из формы. В случае недопустимости конусности по конструктивным соображениям она должна входить в припуск и удаляться при механической обработке, опасность на внутренних и на внешних поверхностях при литье в землю. В кокиль и в оболочковые формы выбирается в пределах 2…5°, а при литье по выплавляемым моделям и под давлением – 15…30ʹ.

**Переходы от толстых сечений к тонким должны быть плавными** и выполняться так, как показано на рис. 3.1, *г* (а не как на рис. 3.1, *в*).

**Отверстия рекомендуется изготовлять сразу при литье**, так как последующем сверлении в утолениях отливок вскрываются усадочные или газовые раковины. При необходимости получения отверстий с качественной поверхностью и точными размерами оставляется припуск на механическую обработку. Не рекомендуется делать очень глубокие отверстия, для которых *l>3D* (где *l* и *D* – соответственно длина и диаметр отверстия). В крайнем случае отверстие выполняется с перемычкой.

**Минимальные значения диаметров отверстий, получаемых литьем** следующие (мм):

Литье в песчаные формы, в кокиль, в оболочковые формы 10

Литье по выплавляемым моделям 5

Литье под давлением:

из цинковых сплавов 1

из алюминиевых сплавов 1,5

и латуни 3

В зависимости от вида затвердевания конструирование отливки моет осуществляться либо *для затвердевания по всему объему* ( см. рис. 3.1, *б*), либо *для направленного (переменного) затвердевания,* которое обеспечивает максимальную плотность литых деталей и отверстие усадочных раковин. С этой точки зрения наиболее рациональной является конструкция отливок с равномерно возрастающей толщиной стенок ( см. рис. 3.1, *д* и *е*).

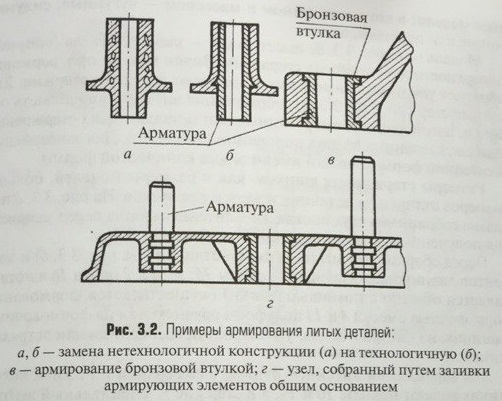
**Метод армирования отливок** широко применяется в промышленности, особенно при литье в кокиль и под давлением. Армирование значительно расширяет область применения литых деталей.

В зависимости от назначения можно рассматривать **три направления армирования:**

* для создания равностенности ( рис. 3.2, *а* и *б*);
* для создания качественно новых изделий (рис. 3.2,*в*);
* армирование, заменяющее сборку (рис. 3.2, *г*).

При конструировании отливок необходимо **обеспечивать удобство**

**извлечения отливок и формы** (например, устранение поднутренний при литье в многократные формы и др.), а также **учитывать сложность последующей обработки отливки** (например, создание специальных технологических приливов в качестве баз, которые после их использования срезаются с отливки и др.).



1. **ЛИТЬЕ В ПЕСЧАНЫЕ ФОРМЫ.**

**Сущность литья в песчаные (песчано-глинистые) формы** – изготовление отливок свободной заливкой расплавленною материала *в песчаную форму* (разовую литейную форму, изготовленную уплотнением формовочной смеси). После затвердевания и охлаждения отливки осуществляется ее выбивка с одновременным разрушением формы.

***Чертеж отливки*** разрабатывают на основе чертежа детали с учетом припусков, литейных уклонов, напусков, приливов, галтелей и т.п.

Конструкция отливки, имей наружные и внутренние поверхности, представлена на рис. 3.3, *а*.

По чертежу отливки делают ***чертеж модели***. Нужно иметь в виду, после литья имеет место **три вида линейной и объемной усадки**: свободная; затрудненная; смешанная.

Размеры модели отличатся от размеров отливки на величину усадки и припусков. На практике размеры модели выполняют «усадочному метру», который учитывает процент усадки материала.

На рис. 3.3, *б* показана модель, с помощью которой в песчаной форме изготавливают рабочую полость, оформляющую наружную поверхность отливки (см. рис. 3.3, *а*). Эту модель делают из двух половинок, соединяемых по плоскости разъема с помощь направляющих шипов. В мелкосерийном производстве применяют деревянные модели, в крупносерийном и массовом – чугунные, силуминовые или пластмассовые.

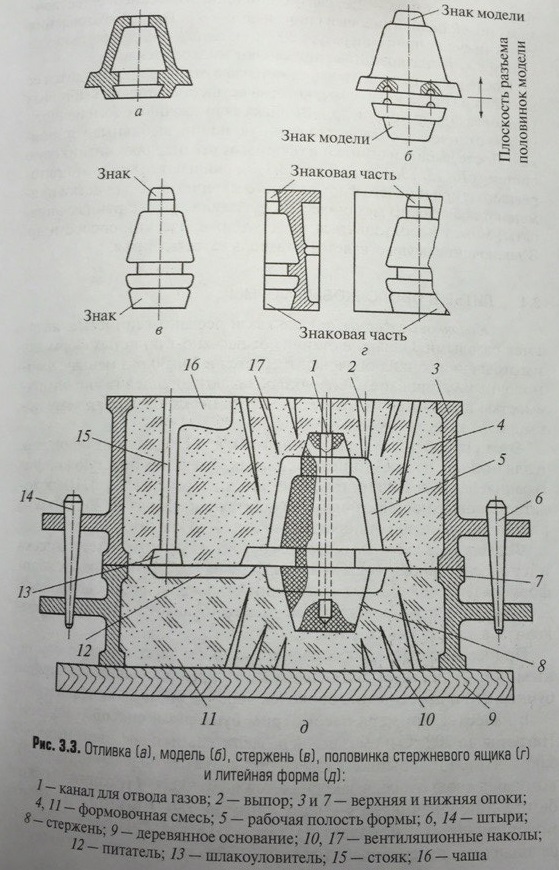
Модель (см. рис. 3.3, *б*) имеет знаки – знаковые части (опорные поверхности для литейных стержней). Знаки модели при формовке образуют углубления, в которых закрепляют литейные стержни. Литейные стержни (рис. 3.3, *в*), образующие внутреннюю полость отливки, изготавливают в деревянных или металлических стержневых ящиках, сделанных из двух половинок (рис. 3.3, *г*). Для закрепления в литейной форме стержни имеют знаки конической формы.

Размеры стержневых ящиков, как и размеры моделей, больше размеров отливки на величину усадки и припусков. На рис. 3.3, *д* показана собранная в двух опоках 3 и 7 литейная форма перед заливкой для получения отливки, представленной на рис. 3.3, *а*.

Перед сборкой формы по моделям отливки (см. рис 3.3, *б*) и элементов литниково-питающей системы *15, 13, 12, 2* (чаша *16* изготавливается обычно с помощью ложки) осуществляется формование формовачных смесей *4* и *11* полуформ вручную или на формовочных машинах, на которых землю уплотняют прессованием или встряхиванием.

Для вентиляции литейной формы в её верхней и нижней половинках делают наколы *11* и *77*, а в стержне специальный вентиляционный канал-газоотвод *1*. Внутренние поверхности отливки оформляют с помощью литейного стержня *8*. Перед сборкой литейной формы знак стержня *8* устанавливают в углубление в формовочной смеси *11* на нижней половине формы. Сборку из двух полуформ фиксируют с помощью штырей *6* и *14*, и в литейной форме образуется её рабочая полость *5*, в которой будет оформляться наружная поверхность отливки.

Литниковая система состоит из следующих элементов: чаши *16,* стояка *15,* шлакоуловителя *13,* питателя *12* (эта часть литниковой системы предназначена для подвода расплавленного металла в ра­бочую полость и ее заполнения) и выпора *2* (вертикального канала в верхней части литейной формы). Выпор выпускает воздух и газы при заливке расплава и обеспечивает контроль заполнения рабочей полости 5 литейной формы.



Формовочные смеси состоят из кварцевого песка, глины, связу­ющего (в частности, жидкого стекла) и противопригарных добавок (каменного угля для чугунных отливок, мазута для бронзовых отливок и др.), смешиваемых с некоторым количеством воды. В состав формовочной смеси обычно входят: отработанная смесь – 94…96%, свежие материалы (песок, глина) – 3…5%, добавки (каменноугольная пыль) – 0,5%.

Для приготовления стержней применяются быстросохнущие стержневые смеси. Состав этих смесей: кварцевый песок – 92%, формовочная глина - 2%, связующий (синтетические и естествен- поливиниловый спирт и др.) - 6%. После изготовления стержни сушат при температуре 200 °С. С целью ускорения процесса сушки в качестве крепителя применяют жидкое стекло.

После полного затвердевания металла в отливке производится ее выбивка из песчаной формы, которая осуществляется на выбивных установках (вибраторах и др.). Выбивка формовочной смеси и стерж­ней из отливок производится вручную или на выбивных установках. После выбивки отливки из формы от нее отделяют литниковую систему *(16*, *15*, *13, 12* и *2* на рис. 1.3, *д*), очищают отливку от приго­ревшего и приставшего формовочного материала. Для очистки при­меняются барабаны механического действия, дробеструйные аппа­раты, может использоваться песко-гидравлический способ и др.

В заключение осуществляется контроль качества литья.

1. **ЛИТЬЕ В ОБОЛОЧКОВЫЕ ФОРМЫ**

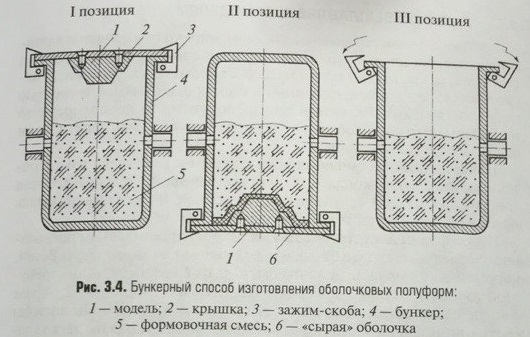
*Оболочковые формы*, так же как и песчано-глинистые, явля­ются разовыми. Однако в отличие от песчано-глинистых форм для изготовления тонких оболочек требуется в 20...30 раз меньше фор­мовочных материалов. Оболочки обладают хорошей газопроница­емостью и делаются из мелкозернистого песка, благодаря чему по­вышается качество поверхности отливок.

Этот способ литья применяется как для стальных отливок, так и для отливок из алюминиевых сплавов, имеющих простую конфи­гурацию без полостей (плиты, кронштейны, рычаги и др.). Шерохо­ватость поверхностей отливок находится в пределах 40...80 мкм, а точность размеров отливки достигает 14-го квалитета.

*Формовочная смесь для оболочек* состоит из мелкозернистого песка и термореактивной смолы — пульвербакелита (смесь порошка феноло - формальдегидной смолы с уротропином), являющегося связующим. Для цветного литья используется смесь с добавкой 3...4% пульвербакелита, а для стального литья — 7...8%.

Процесс изготовления оболочковых форм легко поддается меха­низации. Существует **два способа изготовления оболочковых форм:** бункерный и прессование оболочек через резиновую диафрагму.

Вкачестве примера рассмотрим **бункерный способ** (рис. 1.4). Нагретая до 200 ºС и смазанная разделительным составом модель *1 закрепляется на крышке 2 (здесь она является модельной плитой), которая в свою очередь закрепляется на бункере 4 (позиции I) скобами 3 и поворачивается вместе с ним на 180º (позиция II). Формовочная смесь 5 попадает на нагретую модель. Пульвербакелит расплавляется и песчинки, образуя «сырую» оболочку 6.*



Толщина оболочки зависит от времени выдержки смеси на модели.

В течение 15...20 с образуется оболочка толщиной 2...8 мм. Через 15...20 с бункер возвращается в первоначальное положение (пози­ция III), сухая формовочная смесь ссыпается вниз, а модель вместе с оболочкой *6* и крышкой *2* помещается на 2...3 мин в электропечь, где при температуре 250...300 °С происходит окончательное затвер­девание пульвербакелита.

Для мелкосерийного производства используют деревянные мо­дели. В этом случае пульвербакелит заменяют крепителем МФ-2, который спекается при температуре 160... 180 °С.

Оболочковые полуформы склеиваются клеем БФ-2 в нагретом состоянии и зажимаются перед заливкой пневматическими за­жимами с резиновыми амортизаторами. Крупные оболочки перед заливкой устанавливаются в металлические опоки и засыпаются дробью.

Полученную оболочковую форму заливают сплавом в вертикальном или горизонтальном положениях через литниковую систему, изготовленную в оболочках.

Оболочковая форма из песчано-смоляной смеси после затверде­вания металла легко разрушается, освобождая отливку.

В промышленность внедрены многопозиционные карусельные автоматы для изготовления оболочковых форм.

В оболочковых формах изготавливают отливки с толщиной стенки 3…15 мм и массой 0,25... 100 кг из чугуна, углеродистых сталей, сплавов других металлов.

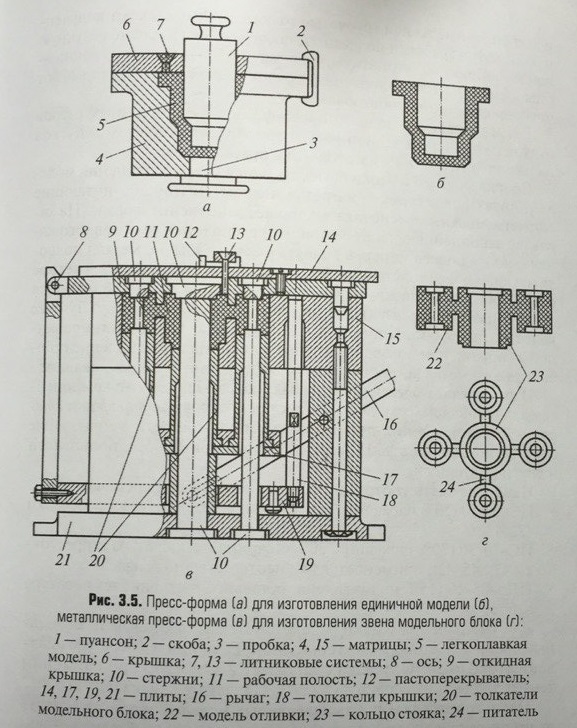
1. **ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ**

Литье по выплавляемым моделям широко применяется в приборостроении для изготовления отливок сложной конфигурации (корпуса, рамы, втулки и т.д.) массой от нескольких килограммов, с толщиной стенок 0,3...20 мм, с точностью размеров до 12-го квалитета при шероховатости поверхности до Rz 80 мкм. Этим способом можно получить отливки практически из любых литейных сплавов.

Процесс литья по выплавляемым моделям заключается в изготов­лении модели из легкоплавкого состава (парафин, стеарин), которая покрывается тонкой керамической оболочкой. Впоследствии модель выплавляется, а полость оболочки заливается металлом.

Пресс-формы *для* изготовления моделей. К пресс-формам предъяв­ляются следующие требования: размеры рабочих поверхностей, оформляющих модель, должны быть на 1...2 квалитета выше требу­емой точности отливки, а шероховатость их поверхностей в 2...4 раза меньше шероховатости поверхности отливки, пресс-формы должны иметь минимальное количество разъемов; модели должны легко уда­ляться, пресс-форма должна быть проста и удобна в работе. Кон­струкция пресс-форм зависит от характера производства отливок. Для единичного и опытного производства применяют пресс-формы с ручным разъемом и выталкиванием моделей.

На рис. 1.5, а показана металлическая одногнездная пресс - форма для изготовления единичной модели, приведенной на рис. 3.5, б, с ручным удалением пуансона (стержня) 1 и модели 5. При сборке пресс-формы на матрицу 4 устанавливаются пробка 3, крышка 6, которая закрепляется скобами 2, и пуансон 1. Через лит­никовую систему 7 под давлением 0,2...0,3 МПа в рабочую полость пресс-формы заливается легкоплавкий состав, после затвердевания которого пресс-форма разбирается и через нижнее отверстие полу­ченная легкоплавкая модель 5 выталкивается из матрицы 4.



В приборостроении для крупносерийного и массового производ­ства конструируют *многоместные* металлические пресс-формы, ко­торые закрепляют на поворотных столах. Чаще всего в таких пресс- формах изготовляют не единичную модель, а звено модельного бло­ка вместе с элементами литниково-питающей системы (рис. 1.5, *г*). Количество гнезд зависит от серийности производства и от кон­струкции модельного блока («елочки»).

На рис. 1.5, *в* показана типовая четырехгнездная пресс-форма для изготовления звена модельного блока, изображенного на рис. 1.5, *г*.

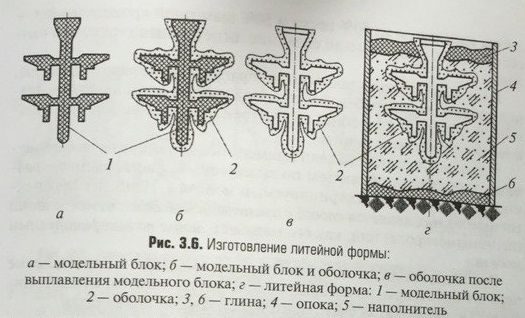
**Процесс изготовления легкоплавких моделей в таких пресс-формах** следующий: в закрытую пресс-форму через литниковую систему 13 в рабочую полость 11 запрессовывается модельный состав (затем литниковый канал системы *13* перекрывается пастоперекрывателем *12*); после этого происходит охлаждение состава и его затвердевание; с помощью рычага *16* поднимается вверх плита 19; закрепленные на этой плите толкатели *18* поднимают откидную крышку 9, которая поворачивается вокруг оси 8 и открывает рабочую полость 11 с моделью; затем плите *19* от рычага *16* сообщается дальнейшее движение вверх до упора в плиту 17, которая также поднимается вверх, и закрепленные на ней трубчатые толкатели *20* извлекают полученную модель из рабочей полости 11, после чего она удаляется вручную или механически (автоматически) в тару; рабочая полость 11 очищается и смазывается; поворачивая крышку 9 вокруг оси 8, закрывают пресс-форму, и цикл повторяется.

**Изготовление моделей и модельных блоков.** Основными компонен­тами выплавляемых модельных составов являются *парафин* и *сте­арин.* Для повышения прочности и теплостойкости в модельные составы добавляют этилцеллюлозу, буроугольный воск, полиэтилен и другие материалы.

Наиболее часто употребляются такие модельные составы:

* ПС-50-50 (50% парафина, 50% стеарина, температура запрессовки 42...43 °С);
* ПС-70-30 (70% парафина, 30% стеарина, температура запрессов­ки 42...45 °С), применяется для неответственных изделий;
* ППэ-85-15 (15% полиэтилена, остальное парафин, температура запрессовки 58...60 °С).

Для уменьшения усадки рекомендуется запрессовывать модель­ный состав в пастообразном состоянии. Если при температуре плав­ления (около 50 °С) усадка составляет 2...2,5%, то при снижении температуры запрессовки до 42...43 °С усадка уменьшается до 0,8%.



**Процесс изготовления выплавляемых моделей состоит из следу­ющих операции**: очистка и смазка пресс-формы; запрессовка модельного состава под давлением 0,2...0,3 МПа; охлаждение моделей до 15...18 °С.

**Изготовление и заливка литейной формы** (рис. 1.6).*Формовочная смесь для оболочки* представляет собой жидкую сметанообразную суспензию, состоящую из связующего раствора и мелкозернистого песка-маршалита. Формовочную смесь наносят на поверхность модельного блока (см. рис. 1.6, *а* и *б*) путем окунания его в суспензию. Затем на слой суспензии наносят крупнозернистый песок, который фик­сирует суспензию на модели и не дает ей стекать. Кроме того, песок утолщает оболочку, делает ее более газопроницаемой.

Свеженанесенный слой не обладает прочностью и удерживается на поверхности модели только благодаря смачиванию. В процессе сушки, одновременно с испарением влаги, происходит необратимый процесс перехода коллоидного связующего раствора из жидкого в твердое состояние, из золя в гель.

На модель наносят 3...5 слоев с сушкой каждого слоя, при средней толщине одного слоя 1 мм.

В качестве связующих материалов применяют растворы, приго­товленные на основе этилсиликата или жидкого стекла. Наиболее качественные оболочки, а следовательно, и отливки получаются при использовании этилсиликата. С целью экономии дефицитного и до­рогостоящего этилсиликата применяют комбинированные покры­тия. Для основного слоя суспензия состоит из гидролизованного раствора этилсиликата (30...40% по весу) и маршалита (70...80%), а для упрочняющих слоев — из жидкого стекла (35...45%) и мелкого кварцевого песка (55...65%).

**Выплавление моделей** может осуществляться в горячей воде, горячим воздухом, перегретым водяным паром. Наиболее распространен *способ выплавления в горячей воде.* После выплавления керамические оболочки необходимо прокалить для удаления из пор ° модельного состава и влаги. Кроме того, в процессе прок оболочка нагревается до 900...1000°С, что повышает заполняемость тонких сечений формы.

Перед прокаливанием оболочку заформовывают, т.е. засыпают в ящике-опоке наполнителем. В качестве наполнителя применяют смесь, состоящую из 50% песка и 50% шамотной крошки (**шамот** - обожженная, чаще всего до спекания, огнеупорная глина, или као­лин).

Полученную форму заливают расправленным сплавом из ковша, под действием центробежных сил, под низким давлением (послед­ний способ будет подробнее рассмотрен в параграфе 3.6, при озна­комлении с литьем в кокиль).

В промышленности начали применять следующие **способы полу­чения точных отливок**: литьем по выжигаемым, растворяемым, раз­мораживаемым и по газифицируемым моделям. Наиболее перспек­тивным из них является *способ с применением моделей из пенопласта* (пенополистирола) или, как его называет, *литье по газифицируемым моделям*.

Особенность литья по пенопластовым моделям — применение неразъемных форм, из которых модель не извлекается, а газифици­руется (испаряется) за счет теплоты расплавленного металла.