

Б. В. СТОЛЯРОВ

ПРОИЗВОДСТВО ОТЛИВОК ИЗ ЛЕГКИХ И УЛЬТРАЛЕГКИХ СПЛАВОВ

ЮНТАКРФ



ОНТИ ★ НКТП ★ СССР ★ 1936

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ДЕП

Б. А. СТОЛЯРОВ

ПРОИЗВОДСТВО ОТЛИВОК ИЗ ЛЕГКИХ И УЛЬТРАЛЕГКИХ СПЛАВОВ

2005

84450



РЕСПУБЛИКАНСКАЯ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА



ОНТИ • НКТП • СССР

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ
ЛИТЕРАТУРЫ ПО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
МОСКВА 1936 ЛЕНИНГРАД



АННОТАЦИЯ

Книга Б. А. Столярова „Производство отливок из легких и ультралегких сплавов“ — предназначена, главным образом, для рабочих, работающих в области легких сплавов.

В ней подобран материал в том объеме, в каком он требуется для рабочих этой специальности. Здесь затронуты все вопросы, связанные с этой отраслью литейного дела и поэтому книга будет полезна как формовщику и стерженщику, так и плавильщику и другим категориям рабочих, работающих в литейных легких сплавах.

В основном содержание книги является систематизацией опыта работы автора в этой области.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Быстрое развитие нашей авиационной и автомобильной промышленности создало большой спрос на сложное фасонное алюминиевое и электронное литье и, следовательно, на большое количество формовщиков, стерженщиков, плавильщиков по алюминиевому и электронному литью.

Алюминиевое, особенно электронное, литье сильно отличается от литья из чугуна, стали и бронзы, и формовщику, стерженщику или плавильщику, переходящему с производства чугунного, стального или бронзового литья на производство алюминиевого или электронного литья, часто приходится заново переучиваться.

Ввиду того что по вопросам алюминиевого, особенно магниевого, литья совершенно нет никакой литературы, доступной пониманию широких рабочих масс, автор поставил перед собой задачу дать рабочим-литейщикам по алюминиевому и электронному литью книгу, которая помогла бы разобраться в некоторых неясных и непонятных вопросах. К этому автора побудило еще близкое, непосредственное соприкосновение с рабочими. Являясь мастером на производстве и преподавателем в кружках техминимума, автор увидел, какую большую пользу для рабочих приносит прохождение курса техминимума.

Не только молодые малоквалифицированные рабочие, но и рабочие высоких разрядов, часто не понимают точного назначения некоторых производственных моментов, выполняя их механически.

Автор надеется, что книга принесет пользу рабочим. Отдельные моменты в книге разобраны с недостаточной полнотой. Например, недостаточно объяснены все приемы формовки, нет сведений о

машинной формовке. Сделано это потому, что эти отделы подробно освещены в ряде других книг, которые автор приводит в конце данной книги.

Основная задача книги — помочь рабочим бороться с браком и выполнять блестяще порученную работу.

Пользуюсь случаем принести благодарность Н. Н. Марсель, Н. М. Королеву, А. Г. Журкину, Н. И. Рошину и А. С. Лугаськову, оказавшим мне помощь в подготовке и выпуске книги.

1. ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

Каждый литейщик должен хорошо знать физические свойства тех сплавов, с которыми он работает.

Удельный вес

Из повседневного опыта известно, что все тела, в том числе и металлы, имеют различные веса при одном и том же объеме: один легче, другой тяжелее. Если взять несколько различных материалов одинакового объема, например железо, алюминий, дерево, пробку, то увидим, что все они имеют различный вес.

Железо тяжелее алюминия, алюминий — дерева, дерево — пробки и т. д. О том, насколько одно вещество тяжелее или легче другого, в технике принято судить по удельному весу.

Удельным весом какого-либо тела называется отношение веса этого тела к весу воды такого же объема.

Вес выражают обычно в граммах, а объем — в куб. сантиметрах. Например вес 1 см^3 алюминия равен 2,7 г. В таком случае говорят, что удельный вес алюминия 2,7. Вес 1 см^3 меди равен 7,8 г, следовательно, удельный вес ее 7,8 и т. д. Удельный вес любого вещества можно определить следующим образом. Сначала надо определить его объем в куб. сантиметрах, после чего взвесить. Полученный вес в граммах разделить на объем в куб. сантиметрах. Результат от деления и будет удельным весом данного вещества.

Пример 1. Определить удельный вес куска цинка, представляющего собой брусок длиной 10 см, шириной 5 см и высотой 4 см.

Определяем объем бруска. Он будет равен $10 \times 5 \times 4 = 200 \text{ см}^3$. Весит брусок 1420 г. Разделив вес бруска на его объем, определяем удельный вес цинка. Он будет равен $\frac{1420}{200} = 7,1$.

Таким образом, зная объем любого вещества и вес, всегда можно определить его удельный вес. Знание удельного веса помогает литейщикам в их повседневной работе.

Пример 2. Определить, сколько необходимо взять алюминия, чтобы его хватило на отливку плиты длиной 25 см, шириной 10 см и высотой 5 см. Определяем объем плиты. Он равен $25 \times 10 \times 5 \text{ см} = 1250 \text{ см}^3$. Зная удельный вес алюминия (2,7), умно-

жаем объем на удельный вес. Полученный результат даст вес алюминиевой плиты. Он равен $1250 \times 2,7 = 3375$ г. К этому следует еще прибавить вес литника.

Температура плавления

Все существующие в природе тела делятся на твердые, жидкие и газообразные. В зависимости от различных условий одно и то же число может переходить из одного состояния в другое. Примером может служить вода в твердом состоянии в виде льда, в жидком и в газообразном в виде пара.

Если какой-либо металл подвергнуть нагреву, то по достижении некоторой определенной температуры он начинает плавиться. Та температура, при которой металл начинает плавиться, т. е. переходит из твердого состояния в жидкое, называется температурой плавления металла.

Чистый алюминий начинает плавиться при 658° . Это значит, что, для того чтобы расплавить алюминий, его надо нагреть не менее чем до 658° . В табл. 1 приведены точки плавления различных металлов.

Таблица 1

ТЕМПЕРАТУРА ПЛАВЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ МЕТАЛЛОВ

Название металла	Точка плавления °C	Название металла	Точка плавления °C
Алюминий	658	Никель	1452
Магний	652	Цинк	419
Железо	1528	Свинец	327
Медь	1083	Олово	232

Теплопроводность

Теплопроводностью называется способность тела проводить тепло. Различные тела проводят тепло неодинаково: одни хорошо, например, медь, железо, другие плохо, например, стекло, дерево. Если взяться за один конец медного прутка и начать нагревать другой конец его над горелкой, то скоро можно почувствовать, как противоположный конец его постепенно начинает нагреваться. Через небольшой промежуток времени прутки невозможно будет держать незащищенной рукой. Это значит, что тепло от горелки переходит по прутку и передается руке.

2. МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛОВ

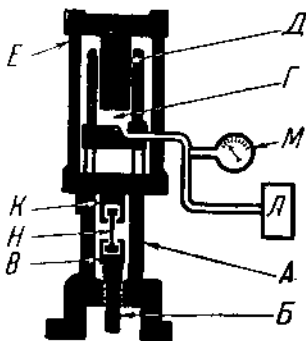
Легкие металлы и сплавы, применяемые в авиационной промышленности, помимо своей большой легкости должны обладать еще очень высокими механическими свойствами. Под механическими свойствами надо понимать способность металла сопротивляться различным действующим на него нагрузкам.

Для определения механических свойств различных металлов и сплавов существует ряд приборов. На каждом заводе имеются лаборатории по испытанию материалов.

Металл обладает различными механическими свойствами: прочностью, твердостью, тягучестью, упругостью и пр.

Прочность

Если на тело начинают действовать какие-нибудь силы, то под их действием тело начинает изменяться — становится длиннее или шире и т. д. Способность всякого тела сопротивляться действующим на него нагрузкам называется прочностью данного материала. Для определения прочности существует ряд специальных разрывных прессов, на которых производят испытание образцов испытываемого материала. Наибольшее распространение для определения прочности получила машина Амслера (фиг. 1). Она состоит из станины *А*, в которой на винте *Б* закреплен нижний захват *В*. Верхняя часть машины состоит из цилиндра *Г*, в котором перемещается поршень *Д*. К поршню прикреплена подвижная рама *Е*, которая соединяется с верхним подвижным захватом *К*. Испытуемый образец *Н* крепко зажимается между захватами. В цилиндр особым насосом *Л* по трубке накачивается масло, которое с силой давит на поршень и заставляет его подниматься вверх. Вместе с поршнем вверх поднимается и рама с верхним захватом. Образец при этом начинает медленно растягиваться, так как нижний захват стоит на месте до тех пор, пока образец не разорвется. По специальному прибору, называемому манометром *М*, определяют при какой нагрузке в килограммах разорвался образец.



Фиг. 1. Схема пресса Амслера.

Если нагрузку, при которой образец разорвался, разделить на площадь первоначального поперечного сечения его в квадратных миллиметрах, то получается величина, называемая сопротивлением разрыву и характеризующая прочность испытанного материала.

Пример. Допустим, что образец после испытания имеет в длину 10 мм, в ширину 5 мм. Площадь поперечного сечения такого образца будет равна $10 \times 5 = 50 \text{ мм}^2$. Предположим, что он разорвался при нагрузке в 1000 кг. Определим его сопротивление разрыву: $\frac{1000}{50} = 20 \text{ кг на } 1 \text{ мм}^2 (\text{кг/мм}^2)$. Это значит, что 1 мм² испытываемого материала разрывается при нагрузке в 20 кг.

Удлинение

При испытании на машине Амслера образец под действием растягивающих его сил начинает постепенно растягиваться и становится длиннее. Если измерить первоначальную длину испытуе-

мого образца и длину его после разрыва, то окажется, что образец стал длиннее. Разницу между длиной образца в момент разрыва и первоначальной длиной выражают в процентах к первоначальной длине. Эту величину называют относительным удлинением.

Чтобы определить относительное удлинение образца, надо величину прироста длины образца в миллиметрах разделить на его первоначальную длину и полученный результат умножить на 100.

Пример. Первоначальная длина образца была 150 мм. После испытания его на разрывной машине длина его стала 165 мм, т. е. образец удлинился на 15 мм. Следовательно, относительное удлинение будет равно $\frac{15 \times 100}{150} = 10\%$.

По удлинению также судят о пластичности материала. Если образец разрывается почти не удлиняясь, значит, материал хрупкий, и деталь из него будет непрочной.

Твердость

Твердостью называют способность поверхности тела сопротивляться проникновению в него другого тела. Все тела, следовательно, и металлы, обладают неодинаковой твердостью. Так например, если начать с силой вдавливать кусок железа в кусок свинца, то железо вонзится в свинец. Это произойдет потому, что железо обладает большей твердостью, чем свинец.

Для определения твердости металлов существует несколько приборов. Наибольшее распространение получил пресс Бринеля. По способу Бринеля в испытуемый образец металла с постоянной силой вдавливается закаленный стальной шарик определенного диаметра—обычно 3,5 или 10 мм. На образце от вдавливания шарика остается отпечаток, диаметр которого точно измеряют. Затем подсчитывают площадь его в кв. миллиметрах. Полученную площадь отпечатка делят на нагрузку, при которой в образец был вдавлен шарик.

Пример. Предположим, что шарик был вдавлен в образец при нагрузке 500 кг, а площадь получившегося отпечатка шарика равна 8 мм². В таком случае твердость по Бринелю будет равна $\frac{500}{8} = 62,5$.

3. СПЛАВЫ

Алюминий и магний в чистом виде для отливки деталей не применяются вследствие их низких механических свойств.

В авиационном и автомобильном машиностроении к литым алюминиевым и магниевым деталям предъявляется много различных технических требований. Так например, одни детали должны обладать очень высокими механическими свойствами, как-то: картеры, улитки, корпуса нагнетателей и пр., другие детали наряду с высокими механическими свойствами должны обладать жаростойкостью, т. е. способностью работать при повышенных температурах. При этом прочность их не должна уменьшаться. К таким деталям относятся поршни, цилиндровые головки, блоки. Некото-

рые детали должны хорошо сопротивляться коррозии, как например, водяные помпы, рубашки.

Для того, чтобы повысить механические свойства чистых металлов и придать им нужные свойства, их сплавляют в определенных пропорциях с другими металлами, получая таким образом сплавы.

Алюминий и магний легко сплавляются с большинством металлов, преимущественно с медью, цинком, никелем, кремнием, железом и титаном. Алюминий и магний хорошо сплавляются также друг с другом, образуя самостоятельные сплавы, получившие широкое распространение.

Литейные свойства сплавов

Сплавы обладают различными литейными свойствами.

Сплавы для сложного фасонного алюминиевого и магниевового литья должны обладать хорошей жидкотекучестью, т. е. способностью свободно и легко заполнять всю форму. При сложном фасонном литье, когда необходимо получить отливку ребрами, бабышками, мельчайшими выступами и углублениями, требуются сплавы, особенно хорошо заполняющие форму.

Жидкотекучесть различных сплавов не одинакова: одни сплавы хорошо заполняют форму, другие плохо. Жидкотекучесть в значительной мере зависит от склонности металла к окислению. Так например, магниевые сплавы обладают худшей жидкотекучестью, чем алюминиевые, так как магний сильнее окисляется, образуя пленку окиси, препятствующую заполнению формы металлом.

Коррозия

Большинство металлов и сплавов под влиянием воздуха, воды, водяного пара, кислот, щелочей и прочих веществ постепенно разрушается, приходя в негодность. Этот процесс постепенного разрушения называется коррозией металла. Железо, например, со временем начинает ржаветь от продолжительного пребывания на открытом воздухе.

Явление коррозии объясняется тем, что большинство металлов, в особенности магний, легко соединяется с кислородом воздуха, образуя так называемые окислы.

Алюминиевые сплавы

Существует очень большое количество различных алюминиевых сплавов, которые можно подразделить на три основные группы:

1) сплавы алюминия с медью, называемые медноалюминиевыми сплавами;

2) сплавы алюминия с цинком — алюминиевоцинковые сплавы;

3) сплавы алюминия с кремнием, носящие общее название силуминов.

Медноалюминиевые сплавы

Существует много различных двойных сплавов алюминия с медью, причем содержание меди в них колеблется в пределах от 2 до 14%. Наибольшее распространение имеет так называемый

американский стандартный сплав с 8% меди. Из него отливают ответственные детали для авиамоторов: картеры, корпуса нагнетателей и пр. Этот сплав стоек при высоких температурах. Механические свойства его при литье в землю следующие:

Сопротивление разрыву	12—14,5 кг/мм ²
Удлинение	1%
Твердость при нагрузке 500 кг	60

Сплав с 12% меди обладает хорошей жидкотекучестью, позволяющей изготавливать отливки с очень тонкими стенками в 2,5—3,5 мм. Из него отливают различные сложные детали. К недостаткам его следует отнести значительную хрупкость: он дает очень часто мелкие трещины в отливке. Сопротивление разрыву колеблется в пределах 13—15 кг/мм², удлинение очень невелико — 0,5%.

Алюминиевоцинковые сплавы

Существует большое количество сплавов алюминия с цинком. Содержание цинка в них колеблется от 0,5 до 33%, а иногда и выше. С прибавлением к алюминию до 25% цинка механические свойства сплава сильно повышаются. Данные табл. 2 показывают, как с прибавлением к алюминию цинка повышаются сопротивление разрыву и твердость его.

Таблица 2

Состав сплава, %		Сопротивление разрыву кг/мм ²	Удлинение %	Твердость по Бринелю
Алюминий	Цинк			
99,40	0,6	11,8	32	—
97,00	3,0	12,7	27	34
94,30	5,7	13,7	26	37
92,20	7,8	14,6	28	—
89,70	10,3	17,6	32	42
87,30	12,7	21,1	33	—
84,00	16,0	18,4	25	60
81,50	18,5	29,7	20	—
77,00	23,0	36,3	17	—
74,70	25,3	38,8	15	12,4

Из алюминиевоцинковых сплавов очень хорошо отливаются различные сложные фасонные детали. Недостатками этих сплавов являются снижение механических свойств при высоких температурах и плохое сопротивление коррозии. Следовательно, из алюминиевоцинковых сплавов нельзя отливать детали, работающие при высоких температурах, и детали, соприкасающиеся с водой, например водяные помпы, рубашки и пр.

Алюминиевоцинковые сплавы в процессе их изготовления ни в коем случае нельзя сильно перегревать, чтобы не понизить их прочности. Заливку форм надо производить по возможности при низких темпе-

ратурах. В табл. 3 приведены данные о сопротивлении разрыву образцов алюминиевоцинкового сплава, отлитых при разных температурах.

Таблица 3

Температура литья °C	Сопротивле- ние разрыву кг/мм ²
650	14,3
700	13,6
750	12,9
800	12,4
850	11,5

Наибольшее распространение из алюминиевоцинковых сплавов получил немецкий сплав, состоящий из 8—12% цинка, 2—3% меди, остальное алюминий. Механические свойства его следующие:

Сопротивление разрыву . . .	17—20 кг/мм ²
Удлинение	1,5—2%

Значительно лучшими механическими свойствами обладает сплав под названием альнеон. Состав его следующий: 2—3% меди, 22% цинка, остальное алюминий. Механические свойства его следующие.

Сопротивление разрыву . . .	20—30 кг/мм ²
Удлинение	1,5—2%

Силумины

Сплавы алюминия с кремнием в пределах от 5 до 22% получили общее название силумины. За последнее время они все больше и больше применяются благодаря хорошим литейным и высоким механическим свойствам.

Силуминовые сплавы хорошо сопротивляются коррозии и работают при повышенных температурах. Из них отливают почти все ответственные детали, как-то: картеры, блоки, рубашки водяного охлаждения, улитки, корпуса нагнетателей и пр.

За последнее время к сплавам силумина стали добавлять медь, магний, кобальт, что еще больше повысило их механические свойства.

Из силумина вследствие небольшой усадки (по сравнению с другими сплавами) легко отливаются детали очень сложной формы.

В табл. 4 приведен химический состав алюминиевых сплавов, получивших наибольшее распространение в практике советских заводов.

Таблица 4

Марка сплава	Химический состав, %						Алюми- ний
	Медь	Кремний	Железо	Магний	Никель	Примеси	
В	8,0	1,2	1,2	—	—	< 0,7	Ост.
У	4,0	< 0,7	< 0,8	1,5	2,0	< 1,3	"
О	1,2	5,0	—	0,5	—	< 1,0	"

Заметим, что сплав В применяется для сложных и сильно нагруженных деталей, которые сразу после литья и соответствующей механической обработки идут в дело.

Сплав У является жаростойким сплавом и применяется поэтому для тех деталей, которые работают в условиях высокой температуры. Сюда относятся поршни, головки блока, головки цилиндров воздушного охлаждения и др. Детали, отлитые из сплава У подвергаются термической обработке, которая значительно повышает его механические свойства.

Сплав О (американского происхождения), как и сплав В, применяется для сложных и сильно нагруженных деталей (картеры, нагнетатели, помпы и пр., а также головки блоков водяного охлаждения), но так как термическая обработка сильно повышает механические свойства сплава О, то он начинает с успехом вытеснять сплав В.

В табл. 5 приведены механические свойства указанных трех сплавов.

Таблица 5

Механические свойства	Сплав В	Сплав У		Сплав О	
		сырой	термически обработанный	сырой	термически обработанный
Сопротивл. разрыву, кг/мм ²	17	20	24	18	26
Удлинение, %	1,0	0,8	0,8	2,2	3,0
Твердость по Бринелю . .	76	95	95	92	100

Магниевые сплавы

Сплавы, в которых магний является главной составляющей, называются электроном. Наибольшее распространение получили следующие сплавы:

1) сплав с содержанием алюминия от 7,5 до 9,5%, марганца от 0,1 до 0,2%; вредных примесей—железа и кремния—не должно быть больше 0,05—0,20%;

2) сплав с содержанием алюминия от 9,5 до 10,5%, марганца от 0,1 до 0,2%; примесей железа и кремния не должно быть больше 0,5%;

3) сплав с содержанием алюминия от 3,5 до 6,5%, цинка от 2,5 до 3,5%, марганца от 0,3 до 0,45%; примесей не больше 0,5%.

Сплавы 1 и 2 применяются главным образом в Америке. Сплав 3 получил наибольшее распространение в Европе. Существует еще ряд различных сплавов магния с бериллием, титаном, бором, кальцием, но все они пока промышленного применения не имеют.

Промежуточные сплавы или лигатуры

Изготовление сплава из металлов с сильно различающимися температурами плавления, как например, сплав У, где наряду с медью, (точка плавления 1083°) и никелем (1450°), имеются алюминий и магний с значительно более низкими точками плавления, весьма затруднительно. Если сплавлять все эти металлы вместе, то, для того чтобы расплавить никель и медь, в печи должна быть очень высокая температура. При этом алюминий очень сильно окислится, а большая часть магния совершенно выгорит. Следовательно, состав сплава сильно изменится; алюминия и магния будет меньше полагающегося количества, меди и никеля, наоборот, больше.

Если температура печи немного выше точки плавления алюминия, то потребуется очень продолжительное время для растворения всей меди и всего никеля в алюминии. При этом окисление алюминия и магния также значительное, так как растворение происходит очень медленно и на полное их расплавление требуется очень много времени.

Для того чтобы изготовить сплав, вначале изготавливают ряд промежуточных сплавов, так называемых лигатур, температура плавления которых значительно ниже температуры плавления составляющих сплава. Например, при сплавлении меди с марганцем получается сплав, температура плавления которого значительно ниже температур плавления меди — около $800-900^{\circ}$.

Таким образом точка плавления сплава получается ниже точки плавления входящего в этот сплав наиболее тугоплавкого металла. Для получения сплава У вначале изготавливают две лигатуры: лигатуру алюминия с медью и лигатуру алюминия с никелем или одну общую лигатуру алюминия с медью и никелем. Основной сплав получают, сплавливая лигатуру с алюминием и магнием в необходимых пропорциях. При этом уже не требуется сильно перегревать металл, и большого окисления не происходит. Существует большое количество различных лигатур.

Общие условия приготовления лигатур

В качестве исходных материалов для приготовления лигатур применяются электролитическая медь, алюминий чушковой технической сорта I, никель в зернах сорта I и железная проволока (лишь в крайнем случае мягкая стальная) диаметром 2—2,5 мм, очищенная от ржавчины. Все идущие в переплавку материалы должны быть очищены от грязи, песка и пр.

Перед введением в печь все материалы предварительно подогреваются. Отлитые в подогретые, чистые изложницы (при соблюдении определенных для каждой лигатуры температурных условий) лигатуры не должны давать глубокой усадки.

Поверхность и излом лигатур не должны быть пористыми, ноздреватыми.

Лигатура № 1

Химический состав лигатуры: 48—51% меди, кремния и железа в виде загрязнений не больше 1,5%, остальное алюминий.

Шихта составляется из 50% меди и 50% алюминия по весу. Плавка меди осуществляется обычно в нефтяных горнах. Приготовление лигатуры ведется в следующем порядке. Сначала в тигле расплавляют медь под слоем древесного угля с целью предотвращения ее от окисления. Медь перегревается до 1100—1150°. В другой печи расплавляют две трети всего чистого алюминия. По расплавлении алюминия при 670—680° в него вливают всю медь и присаживают весь оставшийся алюминий.

Твердый алюминий присаживают с целью охлаждения сильно перегретого медью алюминия. При 700—710° лигатуру очищают (рафинируют) от окислов и прочих загрязнений, находящихся в сплаве, введением в него в специальном железном колпачке 0,1% хлористого цинка от общего веса шихты. Действие хлористого цинка состоит в том, что он способствует всплыванию на поверхность металла окислов, запутавшихся в металле. Перед разливкой в подогретые изложницы с поверхности аккуратно снимается весь шлак. Температура разливки 680—710°. Угар при плавке не должен превышать 6—8%.

Лигатура № 3

Химический состав: 29—32% меди, 4—6% железа, не больше 0,7% кремния в виде загрязнений, остальное алюминий.

Сначала, как и для лигатуры № 1, расплавляют медь под слоем древесного угля. Затем присаживают все железо. Металл поддерживается при температуре 1150°, пока не перейдет в жидкое состояние большая часть железа. После этого постепенно добавляют алюминий с таким расчетом, чтобы температура ванны была не ниже 870°. Когда весь загруженный металл расплавлен, лигатуру очищают хлористым цинком в количестве 0,1%. Затем снимают шлак, и разливают лигатуру в чистые подогретые изложницы. Температура разливки 850—870°.

Лигатура № 6

Химический состав: 8—10% марганца, не больше 1,3% кремния и железа в виде загрязнений, остальное алюминий.

Сначала расплавляют алюминий с перегревом до 900—950°, затем присаживают весь марганец, раздробленный на куски размером не более 1 см в поперечнике. Металл при постоянном перемешивании доводится до полного растворения марганца, причем температура должна быть (после растворения) около 800°. После этого лигатуру рафинируют хлористым цинком в количестве 0,1%, снимают шлак и разливают в подогретые и очищенные от грязи изложницы. Температура разливки 900—930°. Угар при плавке не должен превышать 4—6%.

Лигатура № 8

Химический состав: от 18 до 20% никеля, не больше 1,5% железа и кремния в виде загрязнений, остальное алюминий.

Сначала расплавляют с перегревом до 850—900° алюминий. Затем добавляют небольшими порциями зернистый никель, причем каждая следующая порция добавляется только после полного расплавления предыдущей. Температура лигатуры после растворения никеля должна лежать в пределах 900—920°. Лигатуру рафинируют присадкой хлористого цинка в количестве 0,1%, после чего снимают шлак, а лигатуру разливают в подогретые чистые изложницы. Температура разливки 830—870°.

Лигатура № 9

Химический состав: 29—32% меди, 14—16% никеля, не более 1,5% кремния и железа в виде загрязнений, остальное алюминий.

Сначала расплавляют медь под слоем древесного угля и доводят до температуры 1150—1200°. Затем присаживают подогретый сухой зернистый никель. По мере того как вновь присаживаемый никель расплавится, добавляют алюминий при быстром и тщательном перемешивании. По расплавлении всех составляющих шихты лигатуру рафинируют хлористым цинком и разливают по изложницам при температуре 900—920°.

Лигатура № 13

Химический состав: 4,5—6,5% железа, не более 0,7% кремния в виде загрязнения, остальное алюминий.

Сначала расплавляют алюминий с перегревом до 900—950°. Затем присаживают все железо. Металл поддерживают при температуре не выше 950° до полного растворения железа. После этого лигатуру рафинируют хлористым цинком в количестве 0,1% и разливают с температурой 850—900° в подогретые чистые изложницы. Угар не должен превышать 4—6%.

Лигатура № 18

Химический состав: 11—13% кремния, не больше 0,5% железа в виде загрязнений, остальное алюминий.

Сначала расплавляют алюминий, причем температура его не должна превышать 750°. Весь кремний загружают в специальный цилиндр с отверстиями в его стенках, причем до полного растворения кремния цилиндр поддерживается ниже уровня ванны. По растворении кремния лигатуру рафинируют хлористым цинком в количестве 0,1% и по снятии шлака разливают с температурой 680—710° в подогретые чистые изложницы. Угар не должен превышать 3—5%.

Расчет шихты

Чтобы приготовить ту или иную лигатуру или основной сплав, надо уметь правильно составить шихту. Разберем несколько примеров расчета шихты.

Пример 1. Нужно приготовить 90 кг лигатуры № 1, состоящей из 50% алюминия и 50% меди. Требуется определить, какое весовое количество алюминия и меди надо взять для ее составления.

Определим весовое количество алюминия. Для этого надо вес всей шихты 90 кг помножить на 50 и разделить на 100. Результат даст вес алюминия:

$$\frac{90 \times 50}{100} = 45 \text{ кг.}$$

Количество меди можно определить либо точно таким же путем, как и количество алюминия, либо путем вычета из общего веса шихты 90 кг вес алюминия:

$$90 - 45 = 45 \text{ кг.}$$

Пример 2. Нужно приготовить 90 кг тройной лигатуры № 9, состоящей из 30% меди, 15% никеля и 55% алюминия. Требуется определить, какое весовое количество меди, никеля и алюминия надо взять для ее составления.

Определим количество меди:

$$\frac{90 \times 30}{100} = 27 \text{ кг.}$$

Определим количество никеля:

$$\frac{90 \times 15}{100} = 13,5 \text{ кг.}$$

Определим количество алюминия:

$$\frac{90 \times 55}{100} = 49,5 \text{ кг.}$$

Пример 3. Разберем более сложный пример расчета шихты весом в 90 кг сплава У. Сначала сделаем расчет с чистым материалом, когда в шихту не вводят старых переплавов.

Для расчета шихты необходимо знать точный химический состав применяемых лигатур. Предположим, что в данном примере применяют лигатуру следующих составов: лигатура №1 — 50,4% меди, 49,6% алюминия; лигатура №8 — 19,5% никеля и 81,5% алюминия.

Расчет начинаем вести с магния. Если вес общей шихты 90 кг, то, для того чтобы сплав содержал 1,5% магния, надо взять магния

$$\frac{1,5 \times 90}{100} = 1,35 \text{ кг.}$$

Определим весовое содержание в сплаве меди. Если вес всей шихты 90 кг, то, чтобы сплав содержал 4% меди, в сплаве должно быть меди

$$\frac{4 \times 90}{100} = 3,6 \text{ кг.}$$

Медь вводится в сплав в виде лигатуры № 1, содержащей по анализу 50,4% меди. Чтобы узнать, сколько нужно взять лигатуры, чтобы в сплаве было 3,6 кг меди, нужно весовое количество меди (3,6 кг) разделить на процентное отношение меди, находящейся в лигатуре № 1:

$$3,6 : \frac{50,4}{100} = 7,142 \text{ кг.}$$

Определим весовое содержание в сплаве никеля. Рассуждаем точно так же, как и при расчете меди. Если вес всей шихты 90 кг, то, чтобы сплав содержал 2% никеля, в сплаве должно быть никеля

$$\frac{2 \times 90}{100} = 1,8 \text{ кг.}$$

Никель вводится в сплав в виде лигатуры № 8. Чтобы определить, какое весовое количество лигатуры № 8 надо ввести в сплав, чтобы в нем было 1,8 кг никеля, нужно весовое количество никеля (1,8 кг) разделить на процентное отношение никеля, находящегося в лигатуре № 8:

$$1,8 : \frac{19,5}{100} = 9,23 \text{ кг.}$$

Таким образом мы подсчитали, сколько надо ввести в шихту магния, лигатуры № 1 и 8. Сложим все это вместе:

$$1,350 \text{ кг} + 7,142 \text{ кг} + 9,23 \text{ кг} = 17,722 \text{ кг.}$$

Определим, какое количество чистого алюминия необходимо добавить в шихту:

$$90 \text{ кг} - 17,722 \text{ кг} = 72,278 \text{ кг.}$$

Пример 4. При употреблении старого сплава (уже бывшего в употреблении) необходимо знать точный его химический состав. Если старый сплав имеет правильный химический состав, то расчет шихты надо вести только лишь на часть свежей шихты, так же как и в предыдущем примере.

Разберем пример расчета шихты сплава У весом 90 кг, когда в нее добавляется 40 кг старого сплава с неточным химическим составом.

Химический состав сплава следующий: повышенное содержание меди и никеля против технических условий — 5% меди, 2,5% никеля, пониженное содержание магния — 0,8%. Лигатуры № 1 и 8 для данного примера те же, что и в примере¹ 3.

Расчет начинаем вести с определения магния. Определим необходимое количество его в шихте весом 90 кг:

$$\frac{1,5 \times 90}{100} = 1,350 \text{ кг.}$$

¹ Лигатура № 1: 50,4% меди, 49,6% алюминия; лигатура № 8: 19,5% никеля и 81,5% алюминия.

Определим содержание магния в переплаве:

$$\frac{0,8 \times 40}{100} = 0,320 \text{ кг.}$$

Определим необходимое количество магния, которое надо добавить в шихту. Для этого из общего количества необходимого магния (1,350 кг) надо вычесть количество магния, находящегося в переплаве (0,320 кг):

$$1,350 \text{ кг} - 0,320 \text{ кг} = 1,030 \text{ кг.}$$

Общее количество меди в шихте должно быть:

$$\frac{4 \times 90}{100} = 3,6 \text{ кг.}$$

Определим количество меди, содержащейся в 40 кг старого сплава:

$$\frac{5 \times 40}{100} = 2 \text{ кг.}$$

Определим, какое количество меди необходимо добавить в шихту весом 90 кг. Для этого надо из общего количества необходимой меди (3,6 кг) вычесть количество меди, находящейся в переплаве (2 кг):

$$3,6 \text{ кг} - 2 \text{ кг} = 1,6 \text{ кг.}$$

Определим, какое весовое количество лигатуры № 1 надо добавить в сплав, чтобы общее количество меди было 3,6 кг:

$$1,6 : \frac{50,4}{100} = 3,174 \text{ кг.}$$

Определим количество никеля, которое надо добавить в шихту. Общее количество никеля в шихте должно быть:

$$\frac{2 \times 90}{100} = 1,8 \text{ кг.}$$

Определим количество никеля, содержащегося в 40 кг старого сплава:

$$\frac{2,5 \times 40}{100} = 1 \text{ кг.}$$

Определим, какое количество никеля необходимо добавить в шихту весом 90 кг. Для этого из общего количества необходимого никеля (1,8 кг) надо вычесть количество никеля, находящегося в переплаве (1 кг):

$$1,8 \text{ кг} - 1 \text{ кг} = 0,8 \text{ кг.}$$

Определим, какое весовое количество лигатуры № 8 надо добавить в сплав, чтобы общее количество никеля было 1,8 кг:

$$0,8 : \frac{19,5}{100} = 4,102 \text{ кг.}$$

Определим, какое количество чистого алюминия необходимо добавить в шихту. Для этого сложим вес добавляемого магния, лигатуры № 1 и 8:

$$1,030 \text{ кг} + 3,174 \text{ кг} + 4,102 \text{ кг} = 8,306 \text{ кг}.$$

Вычтем из 50 кг 8,300 кг и получим 41,694 кг — вес чистого алюминия.

4. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СПЛАВОВ

Общие условия изготовления сплавов

Сначала необходимо убедиться в чистоте печи, тиглей и инструмента, как-то: ложек для очистки шлака, клюшек для перемешивания металла и пр. Лом, идущий в переплавку, должен быть очищен от пригоревшей земли и прочей грязи. Все материалы для переплавки во избежание взрыва необходимо хорошо просушить, причем особое внимание надо уделить хлористому цинку, применяемому для рафинирования алюминиевых сплавов, и солям, применяемым при плавке электрона.

Изготовление алюминиевых сплавов

Условия работы любой литейной заставляют прежде всего использовать отходы производства. Сюда относятся литники, прибыля и брак, избежать которого пока еще не удастся.

Но прежде чем пустить эти отходы в дело, необходимо их переплавить в штыковой металл, что, как показывает опыт изготовления сплавов, дает металл значительно более высокого качества, чем если отходы даются в шихту в непереплавленном виде.

С другой стороны, подмечено, что свежеприготовленный сплав без добавки отходов (переплавленных) также имеет более низкие свойства, чем сплав, приготовленный с добавкой переплавленных возвратов.

Поэтому при описании порядка изготовления сплавов мы будем рассматривать все эти отдельные операции самостоятельно, т. е. изготовление свежего металла, переплав возвратов производства и изготовление сплава для заливки деталей.

Такой порядок изготовления сплавов в значительной степени облегчает и работу плавильщика, который, получая точный химический анализ как свежеприготовленного сплава, так и переплавленных отходов, безусловно может обеспечить получение сплава точно по заданному составу.

СПЛАВ В

Изготовление свежего сплава. Последовательно доводят до расплавления алюминий, лигатур № 1, 3 и 18. По достижении 670° с поверхности металла снимают шлак и рафинируют сплав хлористым цинком, который вводится в количестве 1—2 г на 1 кг сплава (или 0,1—0,2%). В конце рафинирования сплав

должен иметь температуру 680—700°. После рафинирования сплав подогревают до 720—730° и разливают в чугунные изложницы.

Переplав возвратов производства. Всю шихту расплавляют. Температуру доводят до 680°. После этого рафинируют сплав хлористым цинком (в количестве 0,1—0,2%), снимают шлак, нагревают примерно до 720—730° и разливают в изложницы.

Изготовление сплава для заливки деталей. Шихту составляют из переплавленного лома (возвратов) в количестве от 40 до 70% и свежеприготовленного сплава той же марки В в количестве 60—30%.

Начиная с переплавленных отходов, всю шихту (постепенными добавками) доводят до полного расплавления. Когда температура сплава достигнет 645°, металл подвергают хлорированию в течение 20 мин. (см. дальше о хлорировании сплавов). По окончании хлорирования сплав рафинируют хлористым цинком (в том же количестве), причем температура сплава должна лежать в пределах 660—670°. Затем снимают шлак, доводят температуру металла до температуры, превышающей температуру заливки деталей примерно на 20°, и дают металл на заливку.

Если готовый сплав ожидает заливки формы более 20—15 мин., то он успевает поглотить из воздуха газы. Поэтому во избежание получения пористого литья следует сплав разлить в изложницы и применять его далее как переplав, т. е. добавляя его в количестве 40—70% при изготовлении сплава для заливки деталей.

СПЛАВ У

Изготовление свежего металла. Последовательно доводится до расплавления половина всего заданного в шихту алюминия, лигатура № 9 и остальной алюминий, а затем добавляют при постоянном перемешивании весь магний. Далее рафинируют сплав хлористым цинком, снимают шлак, доводят температуру до 720—730° и разливают в изложницы.

Переplав возвратов производства. Вся шихта доводится до расплавления и, когда температура сплава достигнет 680°, его рафинируют хлористым цинком. Затем снимают шлак и, подогрев металл до 720—730°, разливают в изложницы.

Изготовление сплава для заливки деталей. В шихту идет 40—70% переплавленного лома и 60—30% свежеприготовленного сплава. Расплавляют примерно третью часть всей шихты (переplав), затем добавляют и остальной металл. При достижении температуры 645° металл подвергают хлорированию в течение 10 мин., после чего его рафинируют хлористым цинком. В конце рафинирования температура сплава должна лежать в пределах 660—670°. Затем с поверхности металла снимают шлак. Температуру его доводят до температуры, превышающей температуру заливки деталей примерно на 20°, и дают металл на заливку.

Если сплав ожидает заливки более 15—20 мин., его, как и сплав В, следует разлить в изложницы.

Изготовление свежего металла. Весь алюминий частями доводится до расплавления. По достижении температуры 730—750° присаживают лигатуру № 1 и весь кремний. Металл перемешивают до полного растворения кремния, после чего добавляют магний. При температуре 710—720° сплав рафинируют хлористым цинком. Затем снимают шлак и металл разливают в изложницы.

Переplав возвратов производства. Производится совершенно аналогично переplаву возвратов из сплавов В и У. Поэтому останавливаться на нем не будем.

Изготовление сплава для заливки деталей. Шихта, как и в предыдущих случаях, составляется из 40—70% переplавленных возвратов и 60—30% свежеприготовленного сплава. Последовательно расплавляют переplав и остальную часть шихты. Когда температура сплава достигнет 645°, сплав подвергают хлорированию в течение 2 минут. По окончании хлорирования сплав рафинируют хлористым цинком, после чего температура сплава не должна превышать 660—670°.

Затем с поверхности металла снимают шлак, тигель закрывают плотно крышкой и металл подвергают „замораживанию“ (см. дальше о замораживании), т. е. выключают форсунку и выжидают падения температуры до 580°. Этот процесс замораживания длится 2—2½ часа (если температура упадет до 580° ранее этого срока, то металл после вторичного рафинирования хлористым цинком должен быть разлит в изложницы).

По окончании замораживания сплав вновь разогревают до 670—680°, рафинируют хлористым цинком, с поверхности его снимают шлак и, разогрев до температуры, превышающей температуры заливки деталей примерно на 20°, дают металл на заливку.

Как и в случае сплавов В и У, готовый сплав в ожидании заливки форм не должен стоять более 15—20 минут.

Изготовление магниевых сплавов

Магний при расплавлении очень энергично соединяется с кислородом воздуха. В расплавленном состоянии он начинает гореть. Поэтому приходится применять особые меры защиты его от окисления. Плавку магниевых сплавов производят под слоем флюса¹, который предохраняет от соприкосновения с воздухом. В качестве флюсов употребляют смеси различных солей: хлористый магний, хлористый калий, фтористый магний или фтористый натрий.

Наибольшее распространение получил флюс следующего состава: 60% хлористого магния, 40% хлористого калия и от 7 до 10% фтористого магния от общего количества или до 20% фтористого натрия. Фтористый магний является лучшим флюсом, так как он при плавке сплава образует на поверхности более прочную корку.

¹ Применяемые соли на практике принято называть флюсами.

Немецкий способ изготовления сплавов типа электрон. Тигель до плавки должен быть промыт водой, просушен и проверен в швах, так же как и при изготовлении алюминиевых сплавов.

Плавка электрона ведется обычно в нефтяных горнах или электропечах. Тигель устанавливают в печь, подогревают без металла, после чего загружают часть слегка подогретого магния, весь алюминий и марганцовистую лигатуру № 6. Во избежание окисления металл засыпают флюсом. По расплавлении сплава добавляют остальную магний.

В процессе плавления открытую поверхность сплава все время засыпают флюсом, чем предупреждают загорание металла. После того как расплавится весь магний, в металл вводят пирометр. При $690-700^{\circ}$ выключают форсунку, удаляют пирометр и перемешивают сплав подогретой железной мешалкой. Поверхность сплава при этом периодически засыпают флюсом.

Перемешивание надо начинать не выше 710° , так как перемешивание сплава при более высокой температуре ведет к сильному окислению. Если же перемешивание начать при более низкой температуре, то сплав может остыть и загустеть ранее, чем будет закончено перемешивание. Последнее ведется вначале в вертикальном направлении, т. е. снизу вверх и наоборот. Цель такого перемешивания заключается в придании сплаву более однородного химического состава. Затем перемешивают сплав в горизонтальном направлении по кругу с целью промывки флюсом всего металла. Флюс, замешанный в сплаве, при перемешивании соединяется с окислами и прочими вредными включениями и осаждается на дно, очищая сплав.

После перемешивания в течение 8—10 мин. в тигель снова погружают пирометр и засыпают всю поверхность сплава слоем флюса. Затем включают форсунку, температуру металла доводят до 880° , после чего форсунку выключают и металл выдерживают в печи в течение 10—15 минут.

Перегрев до 880° и выдерживание при данной температуре необходимы для того, чтобы поверхность, засыпаемая флюсом, успела загустеть. Иначе жидкий флюс при заливке легко может попасть в форму, и отливка станет бракованной. Кроме того за 10—15 мин. выдержки флюс, попавший в сплав, успеет весь осесть на дно тигля.

Необходимо отметить особую важность выдержки сплава при 880° . Сплав, залитый в форму без выдержки, содержит не успевший осесть на дно флюс. Последний, попав в глубь отливки, разъедает ее. Если это не будет обнаружено при контроле отливки или во время механической обработки, то изготовленная деталь может вызвать аварию во время работы мотора.

При изготовлении сплава, содержащего цинк, плавка производится точно в таком же порядке, только перед перемешиванием в расплавленный металл аккуратно вводится цинк, после чего идет обычный процесс перемешивания сплава, перегрев его до 880° , выдержка при этой температуре и разливка по формам.

При изготовлении сплава немецким способом расход флюса составляет 5—8% от веса всей шихты. Угар небольшой — 1,5—2%. Этот способ изготовления сплавов обеспечивает получение отливок с высокими механическими свойствами.

Американский метод. Плавка электрона по американскому методу производится в печах стационарного типа, отапливаемых обычно мазутом или газом, в чугунных или стальных литых тиглях большой емкости — 200 кг. Вначале в тигле расплавляют большое количество флюса следующего состава: 60% хлористого магния и 40% хлористого натрия. По расплавлении всего флюса в тигель загружают в подогретом виде шихту. В процессе расплавления загорающийся на поверхности тигля сплав тушат либо перемешиванием его с находящимся в тигле расплавленным флюсом, либо добавлением свежей порции флюса. После расплавления всей шихты сплав перемешивают, дают ему отстояться от флюса, доводят до нужной температуры и разливают по формам. Разливку производят ручными ковшами, снабженными специальным козырьком для предотвращения попадания флюса вместе со сплавом в форму. Перед употреблением ковша должны быть предварительно хорошо прогреты.

Американский метод расплавления сплавов очень прост и не требует от рабочих большого опыта, но в то же время он не обеспечивает полностью отливку от попадания в нее флюса. Флюс, попавший в отливку, разрушает металл (вызывает коррозию). В целях предохранения от коррозии отливку после обрубки и очистки от земли промывают горячей водой, которая растворяет флюс, после чего ее подвергают травлению, а затем окончательной обработке — окраске.

При американском методе расход флюса очень велик — около 30—35% от общего веса шихты.

Приготовление флюса для плавки электрона. Для плавки электрона должен применяться только хорошо просушенный, абсолютно не содержащий влаги флюс. Обычный технический хлористый магний содержит очень большое количество воды — до 50%. В таком виде его нельзя пускать в производство, и он подвергается специальной просушке.

Флюс готовят следующим образом. Хлористый магний перемешивают с хлористым калием и загружают в сварной железный ящик, плотно закрывающийся тяжелой крышкой. Ящик следует загружать не больше, чем на половину, так как при прокаливании флюс начинает бурно кипеть и может выплеснуться из ящика. Ящик с флюсом ставят в сушилку, служащую для просушки земляных форм, и оставляют в ней на 5—6 дней.

При 150—220° влага, находящаяся в флюсе, испаряется. Сушка флюса происходит одновременно с просушкой формы. Такой просушкой нельзя удалить всей влаги, находящейся во флюсе, и он подвергается дальнейшей обработке. Просушенный флюс загружают в железный тигель приблизительно на половину его объема.

Флюс расплавляется при 720—750°. Содержащаяся в нем влага начинает испаряться. По окончании испарения, о чем можно судить

по прекращению его кипения, флюс разливают тонким слоем на подогретые железные противни. Застывший, но еще горячий, флюс раскалывают на куски и убирают в плотно закрывающиеся ящики.

Прокалка флюса должна производиться в третью смену (при двухсменной работе цеха), так как при расплавлении флюса выделяется очень вредный газ — хлор. Рабочим, участвующим в прокалке флюса, рекомендуется надевать противогаз. По мере надобности крупные куски прокаленного флюса измельчают в порошок на шаровой мельнице или в чугунной ступе. Измельченный флюс просеивают через частое сито и добавляют к нему 5—7% фтористого магния, который может быть заменен 20% фтористого натрия, после чего весь флюс перемешивают и вторично просеивают. Готовый флюс должен храниться в специальных железных банках, снабженных плотно закрывающимися крышками, в сухом помещении. Необходимо помнить, что флюс быстро впитывает из воздуха влагу и отсыревший не может быть применен в производстве.

5. ГАЗОВАЯ ПОРИСТОСТЬ

Сильно перегретый сплав, а также находящийся продолжительное время в печи, насыщается газами и становится пористым. Металл в расплавленном состоянии впитывает из воздуха различные газы. Алюминий и алюминиевые сплавы, начиная с низких темпе-



Фиг. 2. Пористая отливка

ратур, интенсивно поглощают газы: водород, азот, углекислый газ и др. При 700° каждые 100 г алюминия поглощают 3 см^3 водорода, при 800° — около 10 см^3 и 1000° — около 25 см^3 . Газы распределяются в металле в виде очень маленьких пузырьков. Если отливку, залитую пористым металлом, разрезать и плоскость разреза хорошо отшлифовать мелкими номерами наждачной шкурки, а затем

протравить в слабом растворе щелочи, то на отшлифованной плоскости будут отчетливо видны маленькие черные точки. Это и есть пустоты, образованные очень мелкими газовыми пузырьками, растворенными в металле.

Особенно сильно насыщается металл газами при плавке в горнах, пламенных печах и печах Моргана, где металлы непосредственно соприкасается с топочными газами.

На фиг. 2 изображена разрезанная сильно пористая отливка. Пористость уменьшает механическую прочность отливки. Особенно вредна пористость в тех деталях, от которых помимо прочности требуется большая плотность металла. Такие отливки, как карбюраторы, масляные помпы, водяные рубашки и блоки, в которых под давлением протекает бензин, масло, вода, должны отливаться из особенно здорового, без пор, металла. Иначе при работе они будут давать течь.

Методы борьбы с газовой пористостью

Борьба с газовой пористостью ведется по двум направлениям. Во-первых, стараются предотвратить насыщение сплава газами путем ведения плавки в более усовершенствованных печах, в которых сплав не мог бы сильно насыщаться газом и перегреваться. Так например, в электропечах сплавы почти не насыщаются газами. Коксовые же и нефтяные печи дают худшие результаты. Во-вторых, стараются из расплавленного сплава удалить растворившиеся в нем газы. Удаление ведется несколькими методами.

Метод замораживания

Метод замораживания основан на свойстве сплава выделять при остывании растворенные в нем газы. Замораживание состоит в том, что расплавленному сплаву, нагретому до $660-670^{\circ}$, дают медленно остывать в печи. Процесс застывания длится приблизительно в течение 2 час., после чего сплав быстро подогревают до нужной температуры и разливают по формам.

Во время замораживания сплава из него постепенно выделяют поглощенные газы. При вторичном быстром расплавлении сплав не успеет снова растворить в себе газы и быстро разливается по формам.

Метод замораживания — дорогой способ борьбы с пористостью, так как требует дополнительного расхода топлива на вторичное расплавление сплава и сильно удлиняет процесс плавки.

Методы хлорирования и азотирования

Методы хлорирования и азотирования состоят в том, что в расплавленный до 670° сплав вводится фарфоровая трубка, через которую из баллона пропускают хлор или азот. Действие хлора и азота состоит в том, что они, проходя через расплавленный сплав,

выталкивают из него водород и другие растворенные газы и загрязнения.

Путем хлорирования и азотирования получается хороший, плотный сплав.

Комбинированный метод (замораживание и хлорирование)

Некоторые сплавы подвергают замораживанию, а затем хлорированию. Особенно хорошие результаты получаются при изготовлении кремниевых сплавов.

Описание установки для хлорирования

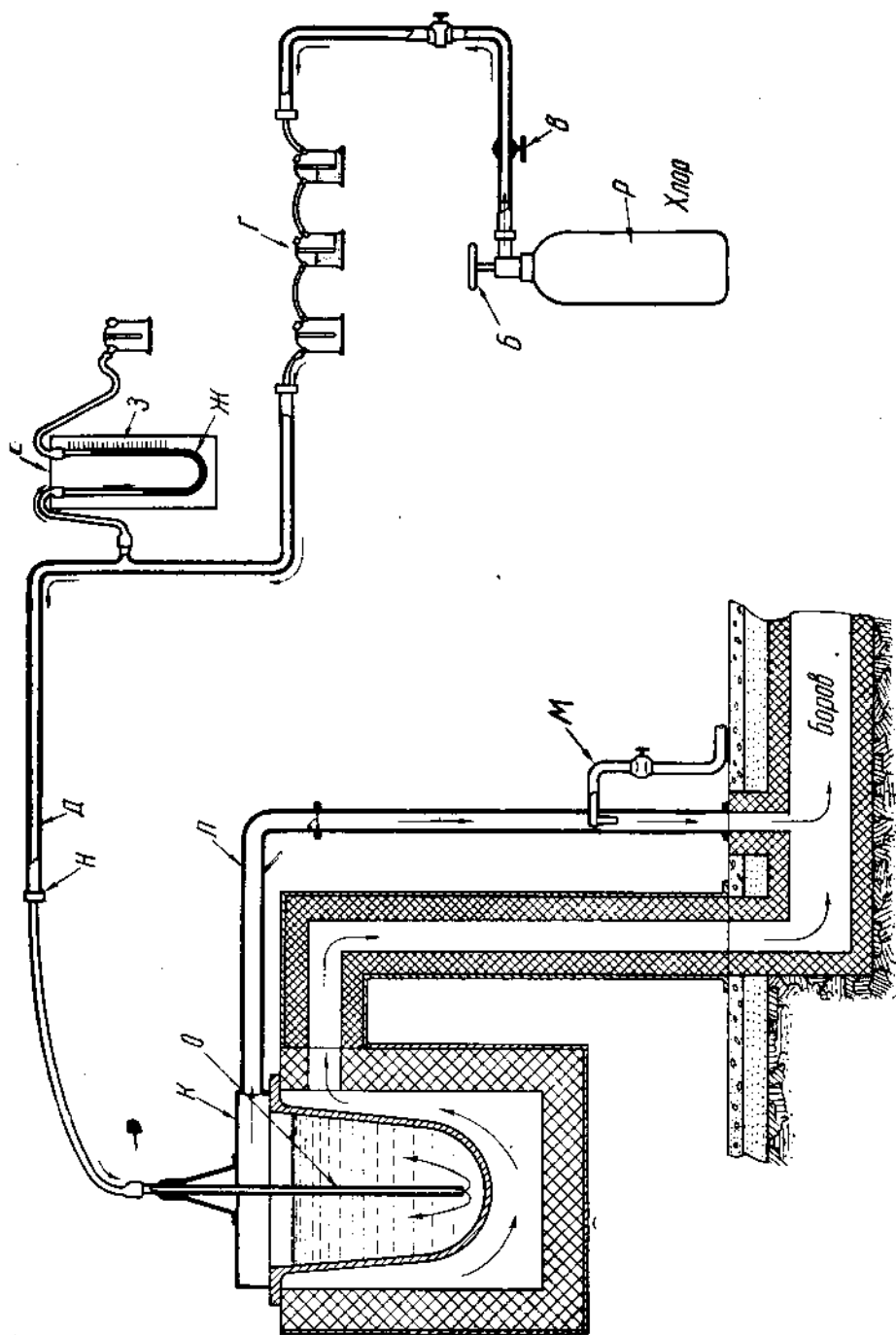
Установка для хлорирования состоит из баллона *Р* (фиг. 3), в котором под давлением находится хлор. Баллон снабжен вентилями *Б*, от которого идет железная труба с пусковым вентилями *В*, служащим для регулирования давления газа. Трубка подводится к склянкам Тищенко *Г*. В двух из них налита серная кислота, а третья, пустая, служит для улавливания серной кислоты, которая может быть выброшена хлором при неосторожном открытии пускового вентиля. Хлор, находящийся в баллоне, содержит влагу, которая, попадая вместе с хлором в металл, может только усилить его пористость. Хлор, пропускаемый через склянки с серной кислотой, осушается и поступает в металл уже сухим. От склянок хлор отводится по трубе *Д*, имеющей на конце фарфоровую трубку *О*, которая опускается в тигель с расплавленным сплавом.

Между очистительными банками и тиглем установлен ртутный манометр *Е*. Последний устроен следующим образом. В изогнутую стеклянную трубку *Ж* налита ртуть. К одному концу стеклянной трубки подведена резиновая трубка от главной трубы *Д*. Если по трубам пустить газ, то он, пройдя по трубе *Д*, будет давить на ртуть и вытеснит ее в правое колено. Уровень ртути в правом колене при этом будет повышаться. На шкале *З* нанесены деления, показывающие, на сколько газ вытеснил ртуть. По этому уровню можно судить, с каким давлением газ проходит через сплав. Склянка, соединенная с правым коленом изогнутой трубки манометра, служит для улавливания ртути, которая может быть выброшена избыточным давлением хлора.

Баллон и склянки с серной кислотой должны быть помещены в изолированном помещении с хорошей вентиляцией на случай просачивания газа из баллона.

Выходящий из сплава хлор улавливается железным кожухом *К*, который по трубе *Л* отводит его в боров. Для того чтобы заставить хлор уходить в боров, в трубу *Л* подводят через трубу *М* сжатый воздух от компрессора. Пускаемый в трубу сжатый воздух засасывает с собой хлор из-под кожуха и гонит его в боров.

Работа с установкой по хлорированию требует опыта и большого внимания. Необходим постоянный строгий надзор за установкой.



Фиг. 3. Схема установки для хлорирования.

Мерами надзора за установкой по хлорированию являются следующие:

- 1) наблюдение за герметичностью трубопроводки и вентилей;
- 2) наблюдение за исправностью показаний манометра;
- 3) своевременная смена серной кислоты в промывных склянках, а именно через каждые 5 суток.

Пуск в действие установки производится следующим образом.

1. Прежде чем приступить к хлорированию, необходимо убедиться, что все вентили установки закрыты.

2. Если температурный режим соблюден, установку закрывают вентиляционным кожухом и погружают фарфоровую трубку в сплав. Фарфоровую трубку вводят в сплав всегда с надетым на нее шлангом. Она не должна касаться тигля и отстоять от него не выше чем на 75 мм.

3. Открывают вентиль баллона (не больше $\frac{1}{4}$ оборота), после чего осторожным открытием пускового вентиля хлор медленным током пропускается через промывные склянки. При этом надо наблюдать за медленным подъемом ртутного манометра. При неосторожном начальном пуске хлора получается мгновенный удар давления на промывные банки, и они могут разорваться.

4. По достижении давления в 50—60 мм ртутного столба открывают вентиль В (фиг. 3) и выжидают давления в 90—100 мм ртутного столба; ток газа регулируется так, что на поверхности металла происходит слабое бурление.

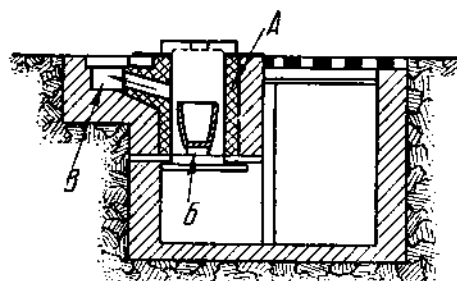
5. При отсутствии бурления металла и превышении давления свыше 100 мм ртутного столба необходимо закрыть пусковой вентиль и прочистить или заменить фарфоровую трубку.

6. ПЛАВИЛЬНЫЕ ПЕЧИ И ИНСТРУМЕНТ ПЛАВИЛЬЩИКА

Для изготовления алюминиевых и магниевых сплавов применяются плавильные печи различных конструкций. Мы разберем основные из них, получившие наибольшее распространение.

Тигельные горны

Самым простым плавильным устройством является тигельный горн. Устройство его очень несложно. На фиг. 4 изображен



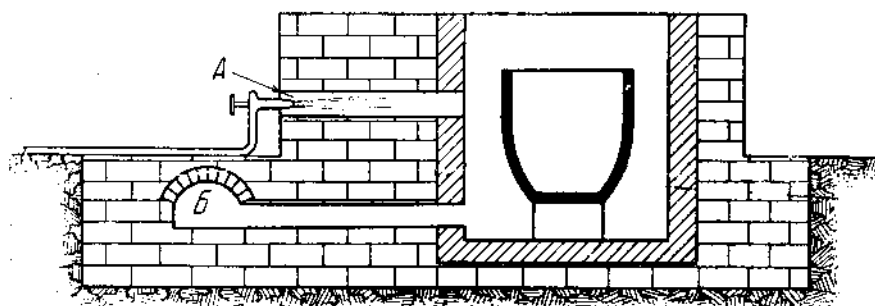
в разрезе коксовый горн. Он представляет собой шахту, выложенную огнеупорным кирпичом А. На чугунную решетку В ставится тигель. В нижнюю часть горна засыпают кокс, который горит и своим теплом расплавляет находящийся в тигле металл. Газы от сгорания кокса уходят в боров В через дымовую трубу.

Коксовые горны бывают двух типов: самодувные, когда процесс

горения происходит за счет тяги высокой дымовой трубы, и с искусственным дутьем, когда воздух нагнетается специальным вентилятором. Сверху горн плотно закрывается огнеупорной крышкой, в центре которой имеется отверстие. Через последнее перемешивают металл и следят за процессом плавления. Горн дает высокую температуру, и плавка в нем ведется довольно быстро. Постройка такого горна не сложна и не дорога.

К недостаткам его относится большой расход кокса. На изготовление металла тратится только 4—5% от всего топлива, а 95—96% уносится в трубу без всякой пользы. Недостатками коксовых горнов являются также большой процент угара металла, входящий до 6—8, и большой расход тиглей, которые быстро изнашиваются от частого вынимания их из горна.

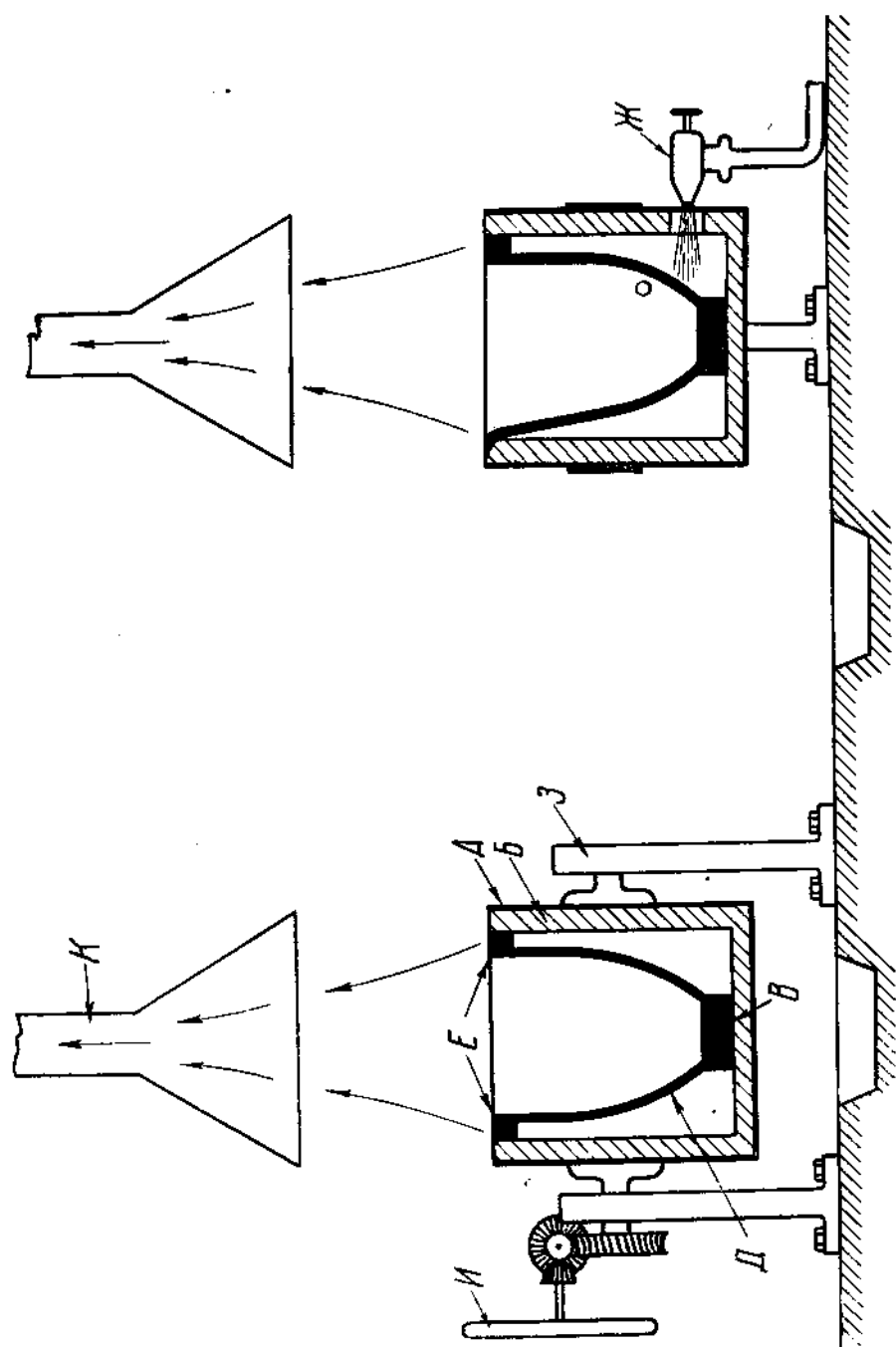
Наибольшее распространение за последнее время получили горны, работающие на нефти (фиг. 5).



Фиг. 5. Схема нефтяного горна.

Устройство их незначительно отличается от обычных коксовых горнов. Они представляют собой шахтную печь глубиной обычно в 1—1,5 м. На кирпичную подставку устанавливается тигель. Горн прикрывается огнеупорной крышкой. По каналу А в горн поступает пламя от нефтяной форсунки. Отходящие дымовые газы уходят через боров Б в дымовую трубу. Нефтяные горны могут развивать очень высокую температуру, примерно до 1500°, так что плавка в них ведется очень быстро.

Достоинствами нефтяного горна являются простота конструкции, дешевизна постройки и простота эксплуатации. Недостатками — неравномерный обогрев тиглей. То место тигля, в которое бьет пламя, поступающее из форсунки, разогревается значительно сильнее, чем остальная часть тигля, и это приводит к тому, что тигли быстрее разрушаются. Существенными недостатками горнов являются также и то, что поверхность сплава, находящегося в тигле, окружена пламенем и отходящими топочными газами, которые частично поглощаются сплавом и ухудшают его свойства, и кроме того сильный шум от нефтяных форсунок при работе горна.



Фиг. 6. Схема печи „Монарх“.

Печи системы „Монарх“

Печи системы „Монарх“ относятся к типу поворотных нефтяных печей. В них изготавливают лигатуры и алюминиевые сплавы. На фиг. 6 изображены разрезы этой печи.

Печь состоит из железного сварного или клепаного кожуха *А*, выложенного внутри кирпичом *Б*. В печь устанавливается на кирпичную подставку *В* графитовый тигель *Д*, закрепляемый в верхней части *Е*. В нижней части печи имеется окно, через которое в печь попадает пламя от нефтяной форсунки *Ж*. Вся печь опирается цапфами на чугунные стойки *З*.

Разливка из печи готового сплава осуществляется наклоном ее при помощи червячной передачи и конических шестерен, приводимых в движение маховиком *И*.

Отходящие газы улавливаются зонтом *К*, подвешенным над печью и выводящим дымовые газы наружу.

Печи „Монарх“ конструктивно просты, удобны в отношении ремонта и смены тиглей.

Основными недостатками их является то, что плавящийся в них сплав, как и в горнах, подвергается действию топочных газов, поглощаемых сплавом и делающих его пористым, а также сильный шум от форсунок при работе печи. Угар сплава составляет около 2,5—4%.

Печи системы Коллемана

Конструкция печей системы Коллемана очень похожа на конструкцию печей системы „Монарх“ (фиг. 7).

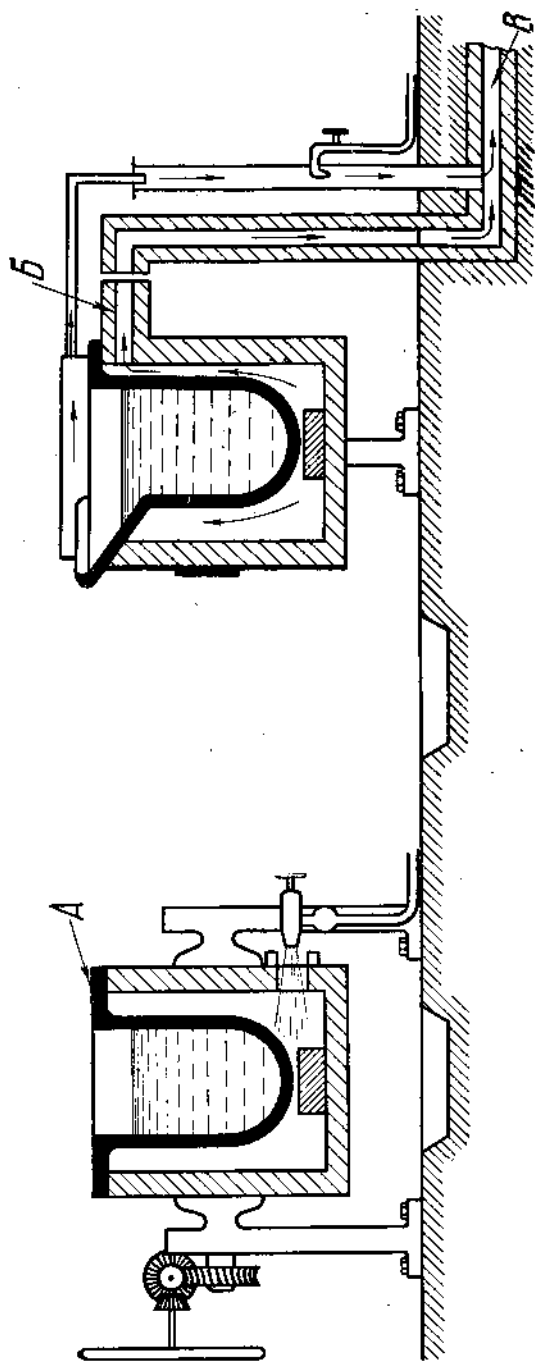
Различие состоит только в замене графитового тигля чугунным с бортиком *А*, плотно лежащим на краях печи, и отводе дымовых газов из печи через трубу *В*, соединенную с боровом.

Преимущество этих печей по сравнению с печами системы „Монарх“ состоит в том, что в печах системы Коллемана поверхность металла не соприкасается непосредственно с пламенем и отходящими топочными газами. Следовательно, изготавливаемый в них сплав значительно меньше насыщается газами, чем в печах системы „Монарх“ и горнах. В описываемых печах тепло используется уже несколько больше, чем в горнах — примерно до 7—8%. Угар также несколько меньше — 2—3%.

Электропечи

За последние годы для плавки металлов начинают все больше применять электропечи. В настоящее время существует много различных типов электропечей. Для плавки легких сплавов наибольшее распространение получили печи сопротивления. В основном принцип работы этих печей состоит в следующем. Внутри печи располагаются спиральные нихромовые¹ ленты *А* (фиг. 8).

¹ Нихром представляет собой сплав из 62% никеля, 15% хрома и 23% железа.

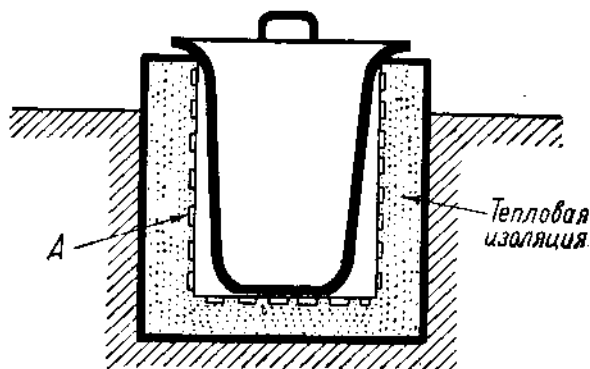


Фиг. 7. Схема печи „Коллеман“.

По лентам пропускается электрический ток, который сильно раскаляет их. Тепло от разогретых спиралей передается тиглю и находящемуся в нем металлу.

Электропечи такого типа могут давать температуру до 1150° , что вполне достаточно для расплавления алюминиевых и магниевых сплавов.

Электропечи бывают неподвижные и поворотные. Из неподвижных печей изготовленный сплав вынимают вместе с тиглем, в котором он расплавляется. При плавке в поворотных электропечах сплав разливают по разносным тиглям.



Фиг. 8. Схема электрической печи сопротивления.

Электропечи в недалеком будущем совершенно вытеснят коксовые и нефтяные печи.

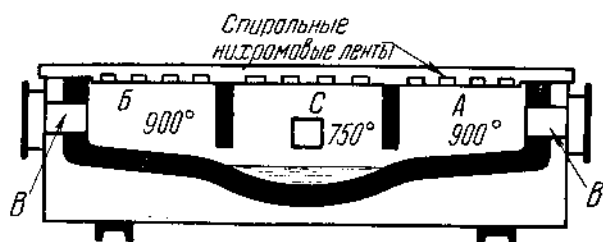
Основные преимущества электропечей следующие:

- 1) для легких сплавов они могут строиться очень большой емкости — до 10 т металла;
- 2) сплав равномерно нагревается; перегрев не имеет места;
- 3) можно установить любую необходимую температуру;
- 4) расплавленный сплав почти совершенно не поглощает газов, и сплав получается высокого качества;
- 5) управление очень простое, не требует большого опыта;
- 6) незначительный процент угара по сравнению с коксовыми и нефтяными печами;
- 7) высокий процент использования энергии;
- 8) совершенно нет шума от работы печи;
- 9) работа протекает в более гигиенических условиях, чем с коксовыми и нефтяными.

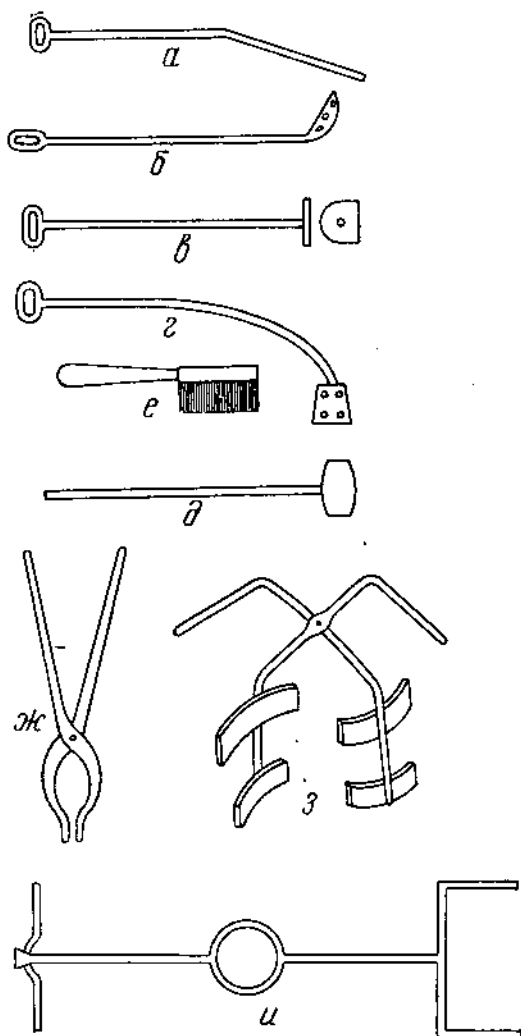
Печи системы Русса

Для плавки алюминиевых сплавов широкое распространение получили электропечи системы Русса прямоугольной формы (фиг. 9).

Внутренняя часть печи разделена на три отделения. Два крайних А и Б являются плавильными камерами. Они имеют покатый



Фиг. 9. Схема печи Русса.



Фиг. 10. Плавильный инструмент.

к середине под. В них расплавляется загруженная через загрузочные окна В шихта. Постепенно расплавляясь, она стекает в среднюю сборную камеру С. В плавильных камерах температура устанавливается 900°, в сборной камере значительно ниже — примерно 750°. В печах Русса сплав не может перегреться, так как, быстро расплавляясь, он сейчас же стекает, не успевая перегреться. Печь устроена таким образом, что ее можно наклонять. После того как вся шихта расплавлена, электрический ток на некоторое время выключают, и печь наклоняют на бок. Через специальное отверстие, устроенное внизу сборной камеры, готовый сплав разливают в различные ковши, из которых его разливают по формам.

Печи Русса надежнее, удобнее и экономичнее, чем нефтяные и коксовые. От 40 до 50% всей электроэнергии идет непосредственно на плавку. Угар составляет около 1%. Регулирование температуры в электропечах производится особым прибором, называемым терморегулятором.

Плавильный инструмент

Инструмент плавильщика очень не сложен. Он состоит из:

- 1) мешалки для перемешивания металла при приготовлении сплава (фиг. 10, а);
- 2) ложки для снятия шлака с поверхности сплава (фиг. 10, б);
- 3) держалки для задерживания флюсов при разливке магниевых сплавов (фиг. 10, в);
- 4) колокольчика для введения в сплав легкоплавких металлов и хлористого цинка (фиг. 10, г);
- 5) молотка для простукивания железных и стальных тиглей с целью определения их пригодности для плавки (фиг. 10, д);
- 6) стальной щетки для очистки железных и стальных тиглей от окалины и грязи (фиг. 10, е);
- 7) клещей для укладки металла в тигель (фиг. 10, ж);
- 8) клещей для ручной выемки тиглей из печи (фиг. 10, з);
- 9) носилок для переноски тиглей (фиг. 10, и).

Плавильный инструмент надо содержать в порядке и чистоте. Каждый раз после пользования мешалка, ложка, держалка и колокольчик должны быть тщательно очищены от приставшего к ним металла, шлака и прочих загрязнений. Необходимо помнить, что грязный инструмент засоряет металл.

Рекомендуется пользоваться для каждого сплава отдельным комплектом инструмента.

ГРАФИТОВЫЕ И ШАМОТОВЫЕ ТИГЛИ

Для плавки и переноски алюминиевых сплавов и лигатур применяются графитовые и шамотовые тигли.

Графитовые тигли изготавливаются из огнеупорной глины, графита и старых битых тиглей. В качестве связующего вещества служит необожженная жирная глина.

Шамотовые тигли изготавливаются из глины, битых шамотовых тиглей и чистого графита, добавляемого в количестве 6—8%.

Графитовые тигли дороже шамотовых, так как графит значительно дороже шамота. Графитовые тигли значительно более стойки в работе.

Механическая прочность как графитовых, так и шамотовых тиглей невелика. Они легко разбиваются, ломаются, так что обращаться с ними нужно особенно осторожно. Емкость тиглей измеряется марками. Изготавливаются они разных размеров. Одна марка соответствует 1 кг меди. Перевод марок в литры дан в табл. 6.

Таблица 6

ТАБЛИЦА ЕМКОСТИ ТИГЛЕЙ

Марки	Литры	Марки	Литры
25	3,925	80	12,580
30	4,710	90	14,120
35	5,495	100	15,700
40	6,280	150	23,550
50	7,850	200	31,400
60	9,420	250	39,250
70	10,990		

Чаще всего применяются тигли емкостью 100—150—200 и 250 марок.

Хранение тиглей. Графитовые и шамотовые тигли способны поглощать из воздуха находящуюся в нем влагу. Поэтому хранить тигли можно только в сухом помещении. Если специального сухого склада нет, то не менее чем за 2 недели до употребления тигли нужно перенести из обычного склада в сушилку для просушки форм. Для этой цели в верхней части сушилки рекомендуется сделать полки, с тем чтобы помещение в сушилку тиглей не мешало нормальной просушке форм. Тигель перед пуском в работу необходимо хорошо прогреть, чтобы он не лопнул от быстрого нагрева. Нагрев необходимо вести постепенно, медленно поднимая температуру. Эту операцию можно производить, ставя тигель в специальную печь для подогрева или на крышку работающего горна вверх дном.

Если не удалить сырость из тигля и пустить его в работу без предварительной просушки, то он лопнет при первой же плавке.

Загрузку тигля нужно вести осторожно, всегда помня, что стенки тигля значительно мягче металла, а следовательно, при неаккуратной загрузке острые углы кусков металла могут глубоко поцарапать стенки тигля, и он быстрее выйдет из строя.

Металл в тигли надо укладывать плотно, но не туго, так как при расширении металла в процессе нагревания тигель может разорваться.

После проведения двух-трех плавок тигель покрывается коричневой коркой глазури, после чего он уже не впитывает в себя влаги.

Опускать и вынимать тигель из печи можно только ухватами, обхватывающими его плотно с двух сторон. Ни в коем случае нельзя перетаскивать тигель клещами за одну его стенку, так как в результате этого или в стенке получается трещина, или надламываются края тигля.

После разливки сплава тигель надо тщательно очистить от остатков металла, шлака и различных включений, так как шлак разъедает стенки тигля и разрушает его.

Причины плохой стойкости тиглей. Причины плохой стойкости тиглей заключаются в следующем:

- 1) хранение тиглей, новых и бывших в работе, в сыром, не отапливаемом помещении;
- 2) недостаточная предварительная просушка тигля в сушилке как по времени, так и по температуре;
- 3) загрузка холодного тигля в горячий горн;
- 4) быстрый первоначальный нагрев нового тигля при закрытой крышке печи.

ТИГЛИ ДЛЯ ПЛАВКИ ЭЛЕКТРОНА

Для плавки электрона нельзя применять графитовые и шамотовые тигли, так как магний обладает большой способностью соединяться с кремнием, находящимся в материале тиглей.

Электрон изготавливают в литых стальных и чугунных тиглях, сварных стальных и железных толщиной стенок в 5—7 мм. Тигли изготавливаются различной емкости — от мелких на 15—20 кг до крупных на 250 кг. Емкость переносных ручных тиглей обычно не превышает 80 кг для облегчения переноски их.

ПИРОМЕТРЫ

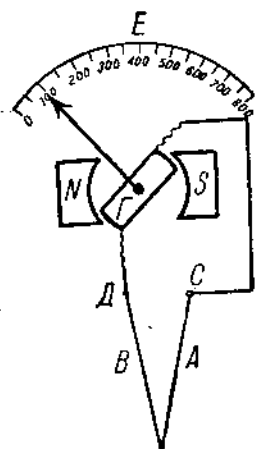
Процес плавки и разливки алюминиевых и магниевых сплавов ведется по точно установленным температурным режимам. Перегрев или недогрев сплавов часто приводит к браку.

В процессе изготовления сплава часто приходится измерять его температуру. Для этой цели пользуются специальными приборами, называемыми пирометрами. Существует много различных конструкций пирометров. Мы разберем только одну, получившую наибольшее распространение в практике алюминиевого и магниевого литья.

Термоэлектрический пирометр. Для измерения высоких температур (до 1600°) чаще всего пользуются термоэлектрическими пирометрами, иначе называемыми термопарами.

Действие термоэлектрического пирометра основано на следующем явлении. Если взять две проволоочки (фиг. 11) *А* и *В* из различных металлов или сплавов и сварить их концы вместе и полученный спай ввести в сферу высокой температуры (например в расплавленный металл), то на двух противоположных концах проволоочек *С* и *Д* появляется очень слабое напряжение электрического тока, измеряемое тысячными долями вольта. Напряжение тока тем больше, чем выше температура, действующая на концы сваренных проволоочек.

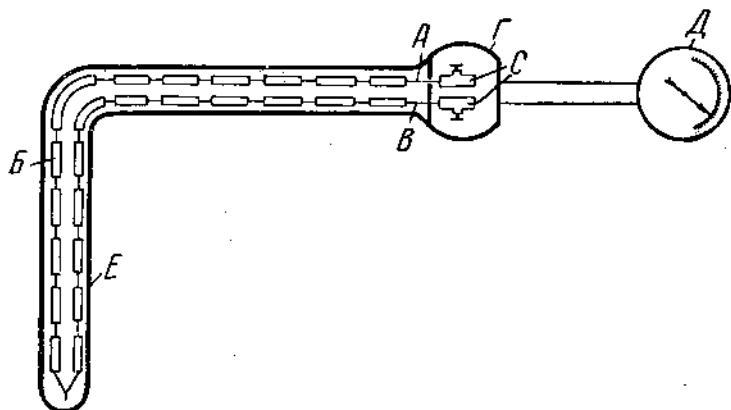
Напряжение электрического тока измеряется специальным прибором, называемым гальванометром. Гальванометр состоит из неподвижных магнитов *N* и *S* и подвижной катушки *Г*, находящейся между ними. К концу катушки присоединяются проволоочки, идущие от концов *C* и *Д*. Катушка под действием поступающего тока начинает отклоняться.



Фиг. 11. Схема термоэлектрического пирометра.

Прикрепленная к катушке стрелка указывает на шкале *E* возникающее в спаяе проволочек *A* и *B* напряжение тока. Напряжение развивается пропорционально повышению температуры. Определенному напряжению соответствует определенная температура. Поэтому на шкале гальванометра имеется шкала в градусах, по которой определяют, какая температура действует на спай.

Проволочки изолированы от замыкания одна от другой специальными фарфоровыми бусами *Б* (фиг. 12). Проволочки для предохранения от действия расплавленного металла вкладывают в трубку из тугоплавкого металла. Обычно для этой цели применяются нихромовые трубы. Конiec трубки *E*, опускаемый в сферу высокой температуры, заваривается. На другом конце трубки крепится головка *Г*, которая имеет клеммы *C*, к которым прикрепляются концы проволочек *A* и *B*. От клеммы идут провода к гальванометру *Д*.



Фиг. 12. Устройство термоэлектрического пирометра.

При пользовании термопарами необходимо соблюдать большую осторожность.

После выемки термопары из расплавленного металла необходимо тщательно очистить защитительную трубку от приставшего к ней металла, флюсов, окислов и пр., чтобы не загрязнить другой сплав при измерении его температуры этой термопарой. Термопара

по окончании работы должна быть аккуратно поставлена на свое место так как при неаккуратном обращении она легко может испортиться и давать неправильные показания, следствием чего может явиться брак литья.

7. ВОПРОСЫ

1. Перечислите основные свойства металлов.
2. Как производятся испытания механических свойств металлов.
3. Что такое сплав.
4. Что такое легатура.
5. Какие существуют три основные группы алюминиевых сплавов.
6. Какие существуют магниевые сплавы.
7. Каковы основные условия изготовления легатур.
8. Каковы общие условия изготовления сплавов.
9. Для чего необходимо перемешивать магниевые сплавы.
10. Для какой цели магниевые сплавы перегревают до 880° .
11. Как готовится флюс для плавки электрона.
12. Почему нельзя сильно перегревать алюминиевые сплавы.
13. Какие существуют методы борьбы с газовой пористостью.
14. Как надо пользоваться установкой для хлорирования.
15. Какие существуют конструкции плавильных печей для плавки алюминиевых и магниевых сплавов. Их положительные и отрицательные стороны.
16. Для чего необходимо обязательно сушить новые графитовые и шамотовые тигли и как сушка производится.
17. Какие тигли применяются для плавки электрона.
18. Чем измеряют температуру расплавленного металла.
19. Как устроен пирометр.
20. Перечислите инструмент плавильщика.
21. Почему нельзя пользоваться одним и тем же инструментом для различных сплавов.
22. Какими литейными свойствами должны обладать алюминиевые и магниевые сплавы.

8. ФОРМОВОЧНЫЕ И СТЕРЖНЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Происхождение формовочных материалов

Основными материалами, идущими на изготовление форм и стержней, являются пески и глины. Эти материалы очень распространены в природе и покрывают большую часть поверхности земли. Они получились от разрушения основных, или первозданных, горных пород. Наука считает вполне установленным, что много миллионов лет назад земной шар представлял собой огнен-

ножидкую массу, подобную солнцу. Эта огненная масса постепенно остывала, охлаждаясь, и затвердевала. Охлаждение шло с поверхности и постепенно проникало внутрь земли. Оно проходило очень медленно, миллионы лет, и существует предположение, что и до сих пор наша земля еще представляет собой шар, который только с поверхности имеет твердую корку, называемую в науке земной корой, а сердцевина его и до сих пор представляет расплавленное ядро.

Первая земная кора состояла главным образом из горных пород — гранита и кристаллического сланца. Эти породы образовались в первое время охлаждения земли и получили название первозданных, или коренных, пород. В течение долгих веков кора под действием воды, солнца и ветра изменялась. Происходило постепенное разрушение первоначальной земной коры. Это разрушение происходит и до сих пор. При остывании земная кора уменьшалась в объеме, и образовались трещины. В дальнейшем, когда поверхность земли остыла, в эти трещины стала попадать вода, которая, замерзая в них в зимнее время, расширялась в своем объеме и давила на стенки трещин, увеличивая их. С наступлением теплого времени трещины вновь заполнялись водой, которая вновь замерзала и постепенно разрушала поверхность земной коры. Разрушению сильно способствовала вода, размывавшая и уносившая с собой обломки горных пород. Ветер, постоянно действуя на породу, постепенно отрывал от нее отдельные мелкие кусочки, унося их далеко от первоначального их местопребывания.

Так постепенно происходило разрушение огромных гор. Мелкие частички горных пород уносились потоками воды, измельчались еще больше и оседали далеко в морях и реках, образуя массивные слои, называемые осадочными породами. К этим осадочным породам и принадлежат формовочные материалы — пески и глина. Они покрывают теперь почти всю поверхность земного шара.

Наука доказывает, что в тех местах, где сейчас находится суша, давно, когда-то было море. Море постепенно отходило в другое место, а его дно становилось сушей. Поэтому формовочные пески встречаются почти повсеместно.

Свойства формовочных и стержневых песков

Значительный процент брака, происходящего в литейных цехах, часто является следствием плохого качества формовочных и стержневых песков. Чтобы правильно подойти к выбору песков, необходимо знать их основные свойства и отчего они зависят.

Пластичность

Пластичностью песка (или земли) называется способность его во влажном состоянии давать точные отпечатки модели или стержневых ящиков, прочно сохраняя их после того, как модель вынута из земляной формы. Особенно высокие требования в смысле точности отпечатков предъявляются к сложному фасонному алюми-

ниевому и магнезиевому литью в авиационном моторостроении. Наибольшей пластичностью обладают формовочные пески, содержащие большой процент мелкого кварцевого песка с небольшим процентом связующих веществ. Такие пески дают точные и гладкие отпечатки. Формы, приготовленные из крупного песка, дают грубые, шероховатые поверхности на отливке.

Прочность

Прочностью, или крепостью, формовочных материалов называют способность выдерживать давление жидкого металла и удары его во время заливки о форму и стержни, а также способность стенок формы или стержней сохранять прочность в сухом и сыром состоянии, сопротивляться различным толчкам, связанным с перевозкой, переноской и сборкой форм. Прочность формовочных и стержневых песков зависит главным образом от связующих веществ — глины, льняного масла, декстрина и т. п.

Чем больше связующих веществ в песке, тем больше его прочность. На прочность песка влияет также форма его зерен. Песок, имеющий острые шероховатые грани, обладает большей способностью к сцеплению, чем песок с круглыми гладкими зернами. Большое влияние оказывает на прочность песка количество находящейся в нем влаги. Вода растворяет имеющуюся в песке глину, которая, обволакивая каждую отдельную песчинку тонким слоем, крепко скрепляет их вместе. Наибольшую прочность земля приобретает после просушки.

Наибольшей прочностью обладают земли, содержащие 4—6% влаги в зависимости от составных частей земли и количества находящихся в ней связующих веществ. Если воды в земле больше или меньше необходимого количества, то прочность ее будет меньше. Так например, при малом содержании влаги земля не имеет достаточной связности, и формы или стержни, изготовленные из такой земли, рассыпаются. Переувлажненная земля становится тяжелой, и формы или стержни разрушаются от тяжести собственного веса. Прочность земли также зависит и от плотности набивки формы или стержня. Чем лучше набита и утрамбована земля, тем большей прочностью она обладает.

Газопроницаемость

Газопроницаемостью земли называется способность ее пропускать через себя различные газы и воздух. При заливке формы металл вытесняет находящийся в форме воздух, который должен пройти через форму и выйти наружу. В случае литья всырую находящаяся в земле влага превращается в пар, который также должен пройти через землю. Кроме того сама земля выделяет из себя газы, которые также должны быть вытеснены через землю. Все это говорит о том, что формовочная земля должна обладать хорошей газопроницаемостью.

Посмотрим, что произойдет с отливкой, если земляная форма будет абсолютно газонепроницаемой и не сможет пропускать через

себя газы. Во время заливки формы металлом газы, не имея возможности выйти из формы через землю, будут сжиматься заливаемым в форму металлом. Сильно разогретые расплавленным металлом газы быстро увеличиваются в объеме, стремясь вырваться из формы наружу. Для выхода газов есть один путь — через жидкий металл по литниковой системе наружу.

Расплавленный металл будет сильно сопротивляться прохождению по нему газов, вследствие чего он будет сильно бурлить в форме, и нередко случаи, когда металл с силой вырывается из литникового стояка наружу. При этом форма полностью не заливается. В тех случаях, когда земляная форма малогазопроницаема и не может пропустить весь находящийся в ней газ, последний, так же как и в первом случае, пойдет через металл, но с меньшей силой. Часть газов, не успевших выйти, остается в металле в виде газовых пузырей. Для облегчения удаления газов из формы недостаточно только иметь газопроницаемую землю. С этой целью в форме делают так называемые духа, т. е. тонкие каналы, идущие через форму наружу. Газопроницаемость земли зависит от размера зерен песка: чем крупнее песок и круглее его зерна, тем больше он имеет промежутков (пор) между зернами, тем больше газопроницаемость земли. Различные примеси в виде пыли и глины сильно понижают его газопроницаемость, так как промежутки между зернами песка, заполненные глиной и пылью, сильно затрудняют прохождение между ними газов.

Податливость

Податливостью земли называется способность ее сжиматься под действием усадки металла при остывании.

Охлаждаясь, отливка сокращается в размерах и сжимает стержень. Сокращение стержня идет за счет промежутков - пор между отдельными песчинками. Если стержень сделать из очень крепкой, мало податливой земли, то отливка может лопнуть, будучи не в силах сжать землю.

Теплопроводность

Земля обладает очень малой теплопроводностью. Тепло от заливной отливки медленно передается земляной форме, и это способствует ее медленному остыванию. Теплопроводность воды в пять раз больше теплопроводности земли, поэтому металл, залитый в сырую форму, значительно скорее остывает, отдавая свое тепло влажной земле.

Огнеупорность

Огнеупорностью называется способность песка выдерживать высокую температуру металла, не сплавляясь и не пригорая к отливке. Отдельные песчинки не должны растрескиваться от высокой температуры. Для алюминиевого и магниевых литых это свойство не имеет большого значения, так как температура заливки этих сплавов невысока и пригорания земли не происходит.

Долговечность

Долговечностью песка называется способность его сохранять свои основные литейные свойства после многократных заливок форм. Под действием высокой температуры расплавленного металла песок постепенно теряет свои литейные свойства: прочность, газопроницаемость, податливость, и должен быть заменен. Хороший формовочный песок долго не теряет своих ценных формовочных свойств.

Различные сорта формовочных песков

В природе нельзя встретить двух песков, или земель, взятых из разных мест, с одинаковыми свойствами. Всегда один песок чем-нибудь отличается от другого песка: либо количеством содержащейся глины, либо формой зерен, величиной их и пр. Формовочные пески можно разделить на несколько сортов или классов. По содержанию глины: на жирные, содержащие более 20% глины, полужирные, содержащие 10—20% глины, тощие, содержащие не более 10% глины, просто пески, как-то: кварцевый и речной с содержанием глины не более 2%.

Кварцевые пески

Кварцевые пески отличаются большой чистотой. Они почти не имеют посторонних включений. Цвет их обычно белый или светло-желтый.

Зерна кварцевого песка, как показывает микроскоп (прибор, увеличивающий предметы во много раз), имеют угловатую форму с шероховатой поверхностью, благодаря чему они крепко сцепляются между собой.

Кварцевые пески состоят из однородных по величине мелких зерен. Вследствие большой чистоты они обладают хорошей газопроницаемостью. В Московской, особенно Ленинградской, областях имеются богатые залежи кварцевых песков. Хорошие кварцевые пески имеются вблизи Ленинграда на ст. Саблино, в Павловске, под городом Луга и в других местах. В Москве большое распространение получили люберецкие пески со ст. Люберцы (Казанской ж. д.).

Речные пески

Речные пески добываются по берегам рек и озер. Они сильно отличаются от кварцевых песков. Их зерна значительно более разнородны по величине, которая колеблется от 0,25 до 3 мм в поперечнике. Зерна его имеют округленную форму с гладкой поверхностью, которая получалась от перетирания зерен между собой течением воды. Речной песок обладает очень большой газопроницаемостью. Вследствие округленной формы и большого размера зерен между его отдельными песчинками имеется большое количество пор, через которые свободно проходит воздух и газы. В отличие от кварцевого песка речной песок вследствие гладкой поверхности своих зерен совершенно не обладает сцепляемостью и при-

меняется там, где от формы или стержня требуется большая газопроницаемость и податливость. Вследствие неоднородной величины зерен поверхность формы и стержней получается шероховатой.

Формовочные земли

Существует большое количество различных формовочных жирных земель. Все они в основном состоят из песков с различным содержанием в них глины. Обычно для алюминиевого и магниевого литья применяют земли с содержанием глины около 10—15%. Жирные земли служат для связи песка в формовочных и стержневых смесях.

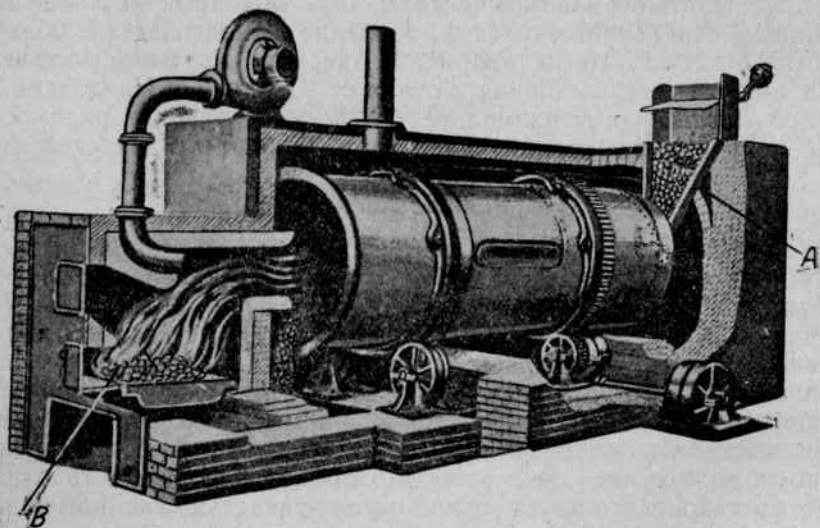
Жирная земля, равномерно перемешиваясь с песком, связывает его зерна, не давая им рассыпаться.

Жирные земли придают смесям хорошую пластичность, но в то же время сильно снижают газопроницаемость, забивая промежутки между отдельными песчинками глиной. В московских условиях для алюминиевого литья пользуются тамбовской и канатчиковской землей, для магниевого—тамбовской и главным образом липецкой.

Приготовление формовочных и стержневых материалов

Сушка земли

Пески, доставляемые на заводы, часто содержат большое количество влаги. Особенно много ее в осеннее и весеннее время. Земля часто привозится мороженой, в виде мерзлых комков. Постепенно оттаивая, она становится слишком влажной и не может в таком виде пускаться в производство. Формовочные и стержневые смеси должны содержать определенный процент влаги.



Фиг. 13. Горизонтальная печь для сушки формовочных песков.

Сушка песков в небольших литейных обычно производится на железных противнях, которые ставят в сушилки для просушки форм.

На крупных заводах, где расходуется очень большое количество земель, просушка ведется в специальных печах сложной конструкции.

На фиг. 13 изображена одна из таких печей. Печь представляет собой железный барабан, в который по желобу А ссыпается сырой песок. В противоположном конце барабана находится топка В. Барабан медленно вращается, песок постепенно пересыпается к топке, затем ссыпается в бункер, а оттуда направляется в специальные лари и в дальнейшую переработку. Горячие топочные газы, проходя через барабан, просушивают песок.

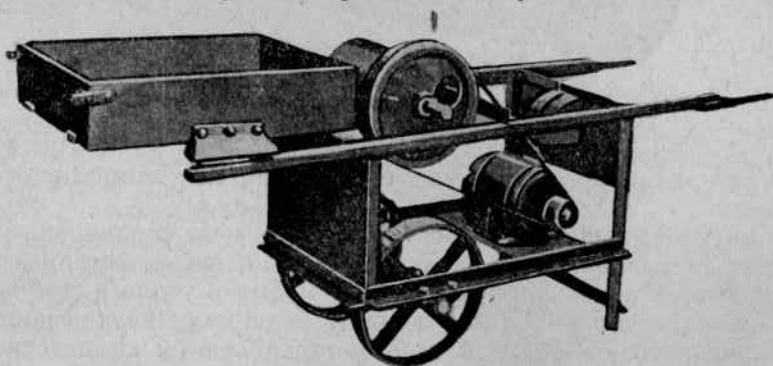
Формовочные и стержневые смеси составляют из различных песков, смешиваемых в различных пропорциях.

Существует большое количество различных формовочных и стержневых смесей. Почти каждый завод имеет свои собственные составы. Объясняется это тем, что исходные пески, применяемые на различных заводах, имеют неодинаковые свойства.

Приготовление смесей производится в земледельных мастерских на специальных землеприготовительных машинах.

Просеивание

После просушки пески и земли обязательно просеивают, так как они часто бывают засорены посторонними предметами в виде камешков, щебня и пр. Для просеивания применяются сеелки, при-



Фиг. 14. Передвижная землесеялка.

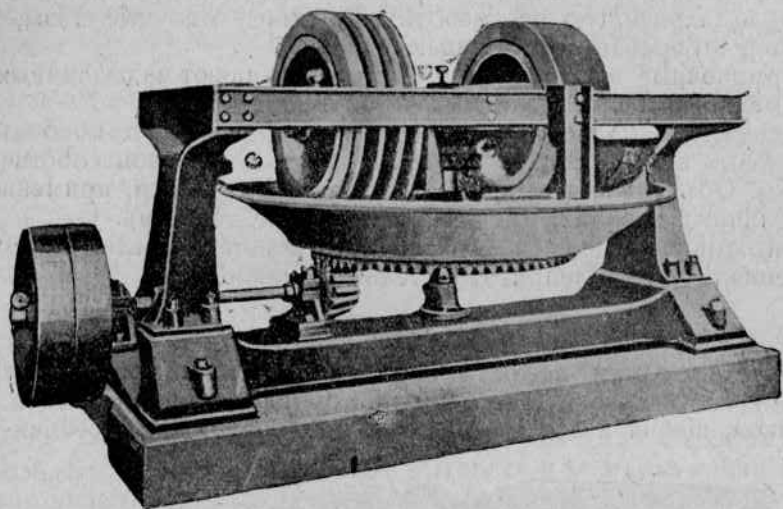
водимые в действие электромотором. Существует большое количество различных конструкций сеялок. На фиг. 14 изображена передвижная сеялка, получившая большое распространение. На таких сеялках можно очень легко и быстро просеять большое количество песка.

Перемешивание

Для составления формовочных и стержневых смесей применяются смесительные машины. Наибольшее распространение получили бегуны и желобчатые смесители.

Бегуны. Бегуны представляют собой машину, состоящую из двух тяжелых цилиндрических катков, катающихся в чаше.

На фиг. 15 изображены бегуны, в которых вращается чаша, а катки остаются на месте, вращаясь при этом вокруг своей оси от трения о дно чаши. Формовочные материалы засыпают в чашу. При вращении чаши они равномерно перемешиваются. Достаточно перемешанный материал удаляется из бегунов.



Фиг. 15. Бегуны для смешивания формовочных материалов.

Выгреб земли производится механически при помощи особого скребка.

Кроме перемешивающих бегунов существуют специальные бегуны, которые размалывают различные формовочные материалы, например высушенную жирную глиняную землю, уголь и др.

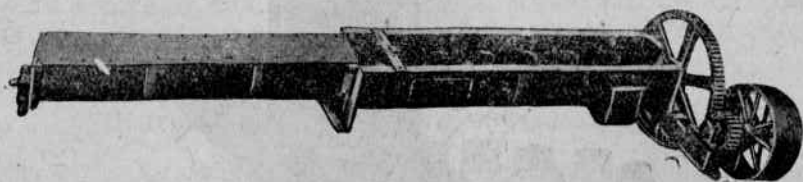
Увлажнение земли ведется в процессе перемешивания постепенным поливанием ее водой в строго определенном количестве. Необходимо следить за тем, чтобы смесь была совершенно равномерно перемешана и одинаковой влажности. Перемешивание земли — одна из самых важных операций в приготовлении формовочной смеси.

Желобчатые смесители

На фиг. 16 изображен желобчатый смеситель. Он представляет собой корыто, в котором вращается вал с насаженными на нем стальными лопатками, изогнутыми по винтовой линии. При вращении вала лопатки перемешивают засыпанную с одного конца желоба смесь и постепенно передвигают ее к другому концу. В желоб засыпается сухая смесь приблизительно до середины желоба. Она перемешивается всухую, с середины начинает увлажняться при

помощи трубки, идущей над желобом и имеющей внизу дырочки, через которые разбрызгивается вода.

Смесь, дойдя до конца желоба, хорошо перемешивается и увлажняется.



Фиг. 16. Желобчатый смеситель для желобчатых материалов.

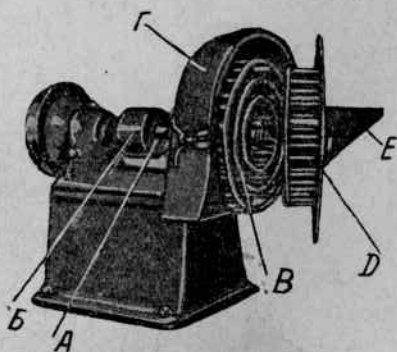
Разрыхление

Вышедшая из бегунов или смесительных желобов смесь часто имеет спрессованные плотные комки. Особенно много их бывает, когда в состав смеси входит жирная земля. В таких случаях вполне однородная, равномерно перемешанная смесь не получается, и для формовки она не годится. Перемешанная смесь подвергается разрыхлению на особых машинах—дезинтеграторах и аэраторах. Эти машины получили большое распространение и их можно встретить почти в каждой литейной. Разрыхленная смесь становится более хорошо перемешанной и рыхлой и обладает большой газопроницаемостью.

Дезинтеграторы

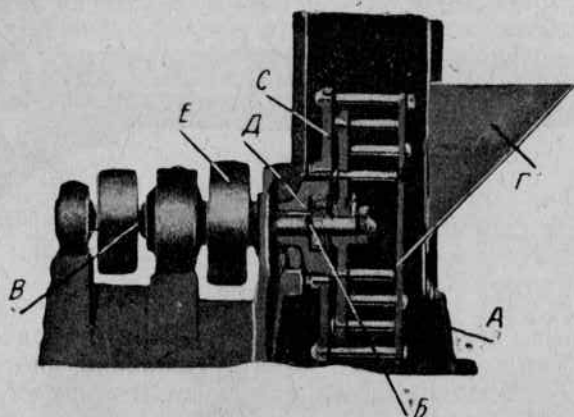
На фиг. 17 показан дезинтегратор. Он имеет вал *А*, приводимый в движение электромотором посредством шкива *Б* и ременной передачи. На вал *А* насажен круг *В*, на котором укреплены в три ряда стальные штифты.

Круг с насаженными на него штифтами закрывается кожухом *Г* из листового железа. Передняя стенка *Д* кожуха сделана отъемной, наподобие дверки. На ней укреплены два ряда неподвижных штифтов, входящих между штифтами подвижного круга. Сбоку отъемной стенки прикреплена воронка *Е* для засыпки смеси. Во время работы вал, а следовательно, и круг со штифтами дает около 1000 оборотов в минуту. Смесь, засыпанная в воронку, попадает между быстро вращающимися штифтами круга и неподвижными штифтами боковой стенки, с большой силой разбивается штифтами и отбрасывается на боковые стенки кожуха, с которого падает вниз, на пол. Комки плотной смеси совершенно разбиваются штифтами, и вся смесь хорошо разрыхляется.



Фиг. 17. Дезинтегратор.

Кроме описанной конструкции большое распространение получили дезинтеграторы с двумя дисками, вращающимися в разные стороны. На фиг. 18 показан такой дезинтегратор.

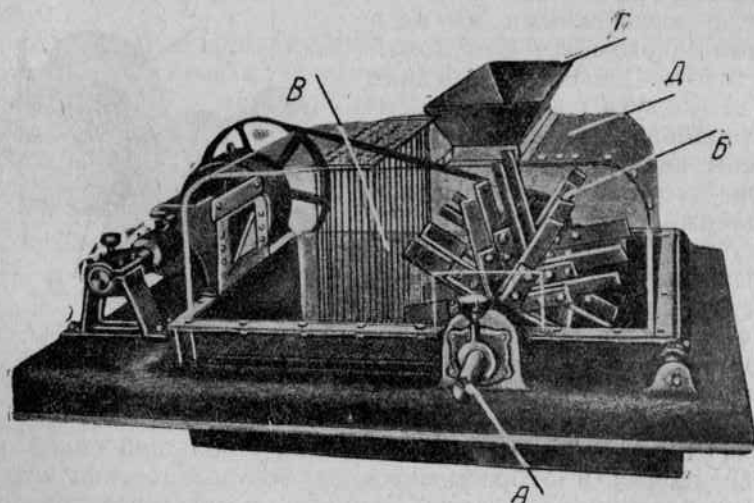


Фиг. 18. Дезинтегратор с двумя вращающимися дисками.

Внутренний диск *А* сидит на валу *Б*, соединенном со шкивом *В*, приводящим его в движение. Наружный диск *С* сидит на пустотелом валу *Д*, приводимом во вращение шкивом *Е*. Смесь засыпается через желоб *Г*, подающий ее в середину вращающихся дисков, где она с силой разбивается о штифты быстро вращающихся в разные стороны дисков.

Аэратор

На фиг. 19 изображен аэратор. Он состоит из вала *А* с насаженными на нем лопатками *Б*. В верхней части кожуха рядом при-



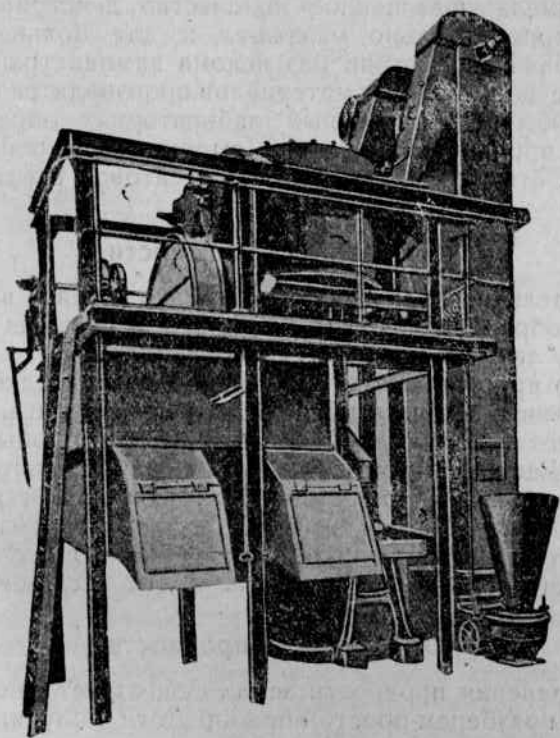
Фиг. 19. Аэратор.

креплены железные прутья *В*, а над лопастями имеется воронка. Смесь, загружаемая в воронку *Г*, подхватывается быстро вращающимися лопатками и с силой отбрасывается ими на железные прутья. Комки земли, попадающие на лопатки и прутья, разрыхляются и падают вниз.

Сам кожух *Д* при этом все время встряхивается особым механизмом и отряхивает землю, пристающую к пруткам и стенкам кожуха.

Центральные смесеприготовительные машины

На крупных литейных заводах массового производства, где требуется очень большое количество различных формовочных и стержневых смесей, приготовление их ведется в специальных установках, где все операции — просеивание, перемешивание, увлажнение и



Фиг. 20. Установка для приготовления формовочных материалов.

разрыхление — ведутся последовательно одной машиной. Эти установки занимают значительно меньше места, чем отдельные машины. Они экономичнее, так как требуют меньше рабочей силы. На фиг. 20 изображена смесеприготовительная установка Баденского машиностроительного завода.

Лабораторное испытание земель

Все современные литейные заводы оборудованы специальными земельными лабораториями. Задачей этих лабораторий является испытание качества вновь поступающих на завод песков и земель, контроль над приготовлением земли в земледельке, определение количества необходимых связующих веществ и пр. Земельные лаборатории вскрывают недостатки качества земли и помогают бороться с браком. Примером помощи земельной лаборатории может служить следующий случай из практики одного нашего завода. Одни и те же стержни делали два стерженщика. У одного из них стержни получались точных размеров, а у другого они расплазались и были значительно крепче. Проведенное испытание проб земли, взятых у этих рабочих с верстаков, показало, что у рабочего с неправильными стержнями земля была сильно перувлажена и имела повышенное количество декстрина. Оказалось, что он ее дополнительно увлажнял и для большей прочности стержня прибавлял декстрин без ведома администрации цеха.

Испытание формовочных материалов производится специальными приборами. Обычно в земельных лабораториях определяют влажность земли, прочность в сухом и сыром виде, процентное содержание глины, степень крупности песка (ситовой анализ) и газопроницаемость.

Определение влажности

Для определения количества влаги, находящейся в формовочной земле, из отобранной для лабораторного испытания пробы отвешивают 100 г земли.

Эту землю просушивают в маленьком электрическом шкафу при $110-120^{\circ}$ в течение 1 часа. За это время вся влага, находящаяся в земле, успеет испариться. После охлаждения пробы землю вновь взвешивают. Вес земли после сушки меньше исходного на величину испарившейся влаги. Количество воды, находившееся в земле, нетрудно определить, вычтя из 100 г вес земли после просушки. Допустим, что после просушки земля весит 95 г. Это значит, что воды в ней было $100-95=5$ г, т. е. 5% от веса земли.

Определение прочности

Для определения прочности земли существует много различных приборов. Мы разберем простой прибор Доти, получивший наиболее широкое распространение. Из испытуемой земли в специальном стержневом ящике изготавливается образец, имеющий вид бруска длиной 400 мм, шириной 50 мм и высотой 25 мм. Такой брусок весит около 1 кг. Чтобы испытуемые образцы имели постоянную плотность набивки, уплотнение земли ведется на особом приборе, называемом копром. Он состоит из стойки (фиг. 21); к которой подвешен груз весом 8 кг. Груз заставляют три раза падать с высоты 405 мм на деревянную колодку, лежащую на земле в стержневом ящике. Силой удара груза о колодку земля в ящике равно-

A line drawing of a hand-cranked mechanical device, possibly a pump or a press. It features a large flywheel on the left side, connected to a central shaft. A handle is attached to the shaft, and a belt or strap is visible around the flywheel. The device is mounted on a sturdy frame with a base and a vertical support. The drawing is in a simple, illustrative style.

Определение глинистых веществ

Допустим, что из 25 г песка удалена вся глина. После промывки песок весит 24 г. Следовательно, глины в песке находилось 25 г — 24 г = 1 г глины. Определим содержание глины в процентах, для чего составим пропорцию:

100			x		
-----	--	--	-----	--	--

т. е. в песке содержится 4% глины.

Пески, применяемые в литейном деле, имеют зерна неодинаковой величины. По величине зерен пески разделяют на три сорта. Крупным сортом является песок, величина зерен которого в диаметре не менее 0,2 мм. Средним сортом — песок, зерна которого имеют в диаметре не более 0,2 и менее 0,1 мм. Мелкие сорта песка состоят из зерен диаметром меньше 0,1 мм. Для определения сорта песка его подвергают испытанию на специальном приборе. Прибор этот состоит из ряда сит с отверстиями различных размеров. Сита устроены так, что каждое из них вкладывается одно в другое. Сверху идут сита с крупной сеткой, постепенно уменьшаясь и доходя до сита с отверстиями в сотые доли миллиметра. Последнее сито вставляется в тазик. Всего сит девять. При помощи особого механизма все сита встряхиваются. Для испытания берется песок, промытый для удаления глины и пыли. На верхнее сито насыпается определенного веса испытуемый песок, и сита приводят в сотрясение. Мелкий песок проскакивает вниз, а крупный задерживается в более крупных верхних ситах. Самые маленькие зерна попадут в тазик. После просеивания весь песок, задержавшийся на различных ситах, взвешивают в отдельности и затем определяют процентное содержание песка на отдельных ситах. На основании полученных результатов устанавливают, к какому сорту песков его следует отнести — к крупному, среднему или мелкому.

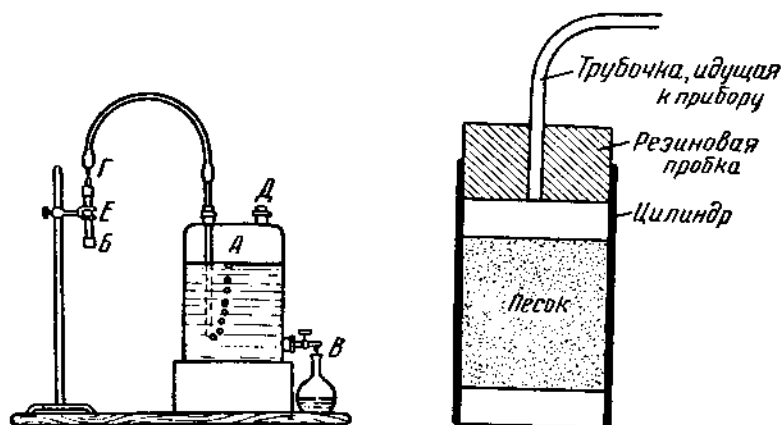
Определение газопроницаемости

Для определения газопроницаемости земли изготавливается специальный образец, через который пропускается определенное количество воздуха. При этом определяется время прохождения заданного количества воздуха и давление атмосферы. Образец готовят на особом приборе, называемом копер (фиг. 23). Копер состоит из станины *А* с кронштейнами *З*, имеющими отверстия. Между кронштейнами установлен круглый стальной стержень *Б*. К стержню прикреплены два стопорных кольца *Д*. На конце стержня имеет трамбуемую головку *В*. Между стопорными кольцами вдоль стержня скользит груз *Г* весом 6350 г. Испытуемую землю насыпают в латунную трубку *Е* внутренним диаметром 50 мм и высотой 127 мм. Латунная трубка ставится под копер на плотно входящее в нее дно *Ж*.

Фиг. 23. Копер для земляных образцов.

В трубу насыпают около 165—175 г испытуемого песка. Трамбующая головка *В* вводится в трубку и ложится на землю. Груз поднимается до верхнего стопорного

кольца, откуда падает вниз, ударяясь о нижнее стопорное кольцо. Удар передается на трамбующую головку, которая и уплотняет землю. Таким образом груз три раза падает, уплотняя землю, после чего образец готов для испытания. Испытание производится следующим образом. В трубку с уплотненным образцом земли плотно вставляется резиновая пробка (фиг. 24), через которую проходит изогнутая трубка Г, идущая к склянке А, наполненной определенным количеством воды. Склянка имеет пробку Д и краник В.



Фиг. 24. Прибор для определения газопроницаемости земли.

Если открыть краник, то вода вытекает из склянки. Через земляной образец по изогнутой трубке в банку будет поступать воздух, всплывая через воду в виде пузырьков, взамен вытекаемой воды. Чем более газопроницаем песок, тем быстрее проходит через него воздух и тем скорее выльется из банки вода. О газопроницаемости испытуемого песка судят по длительности вытекания из склянки воды.

Состав земель для алюминиевого литья

К формовочным материалам для алюминиевого литья предъявляются особенно высокие технические требования. Они должны обладать достаточно большой газопроницаемостью, податливостью и пластичностью.

Алюминиевое литье сильно отличается от литья чугуна и других сплавов с большим удельным весом. Алюминиевые сплавы вследствие малого удельного веса значительно труднее вытесняют воздух из формы при заполнении ее.

Алюминиевые сплавы в расплавленном состоянии покрываются тонкой пленкой окислов, которая сильно затрудняет заполнение формы, особенно в тонких сечениях, ребрах и острых углах. В горячем состоянии алюминиевые сплавы обладают низкими механическими свойствами и легко дают трещины при усадке отливки.

Исходными формовочными и стержневыми материалами для алюминиевых сплавов служат речные, кварцевые и жирные пески. Обычно для формовки алюминиевого литья применяются два состава земли: 1) облицовочная для обкладывания модели, ее называют также модельной; 2) наполнительная для заполнения остальной части опоки.

Облицовочная земля составляется из старой земли (бывшей в употреблении) с прибавлением к ней новой. Она должна обладать хорошей пластичностью, газопроницаемостью, нормальной прочностью и влажностью.

Наполнительная земля не нуждается в усиленном обновлении, так как с расплавленным металлом непосредственно не соприкасается и состоит из старой земли, периодически освежаемой небольшими порциями новой. Вследствие низкой температуры литья алюминиевых сплавов (максимум 760°) земля долгое время не изменяет своих положительных литейных свойств. Существует много различных сортов формовочных смесей для алюминиевого литья. Почти на каждом заводе имеются свои собственные составы смесей в зависимости от находящихся в распоряжении завода исходных песков. На ряде московских заводов для облицовки применяется земля, обладающая хорошей пластичностью, газопроницаемостью, прочностью и податливостью, следующего состава:

1) 50% по объему старой хорошо просеянной (бывшей в употреблении) земли;

2) 25% по объему речного москворецкого песка, добавляемого для повышения газопроницаемости;

3) 25% по объему глинистой тамбовской земли для повышения связи.

Влажность не превышает 5—6%.

Наполнительная земля обычно представляет собой старую землю, выколотенную из залитых опок, просеянную и смоченную водой. Увлажнить землю лучше в то время, когда она еще горячая. В этом случае влага лучше проникает в землю, разрыхляя комья слежавшейся сухой земли.

От продолжительного употребления земля постепенно теряет прочность, превращается в пыль, которая, забивая промежутки между зернами песка, сильно понижает ее газопроницаемость. Такая земля не годится для формовки. Ее надо срочно изъять из производства и заменить освеженной. Необходимо вести тщательный контроль за качеством земли. Надо помнить, что значительный брак в литье часто происходит из-за неудовлетворительного качества земли.

Земли для магниевого литья

Земли для магниевого литья в отличие от земли для чугунного и даже алюминиевого литья должны обладать особенно большой газопроницаемостью и податливостью. Магниевого сплавы в четыре раза легче чугуна и на 35% легче алюминиевых сплавов, так что вследствие малого удельного веса им особенно трудно вытеснять воздух из формы при заливке ее.

Усадка у магниевых сплавов несколько больше, чем у алюминиевых, следовательно, они больше подвержены образованию трещин при сокращении отливки. Магний, входящий в состав электрона, в расплавленном состоянии, как было указано, очень энергично соединяется с кислородом воздуха, начиная гореть. Особенно сильно электрон взаимодействует с влагой. При заливке его в сырую форму весь металл сгорает. Иногда получаются взрывы, разрушающие форму.

Чтобы помешать сгоранию электрона, в формовочную и стержневую смеси добавляют серный цвет и борную кислоту. При заполнении формы расплавленным металлом сера загорается, отнимая от воздуха кислород и превращаясь в газ, и сплав даже при заливке в сырую форму не сгорает.

Борная кислота, сплавляясь, дает тонкую поверхностную пленку, которая также препятствует горению металла.

При заливке формы образуется большое количество газов, которые должны быть вытеснены из формы через выпора и землю. Для формовки магниевого литья применяются смеси, состоящие из глиняной земли, применяемой как связующее речного и кварцевого песка. Процент земли, богатой глиной, для формы для магниевого литья должен быть меньше, чем для алюминиевого, так как глина сильно понижает газопроницаемость земли и делает ее неподатливой. В московских условиях для литья электрона в сухие формы можно применять смеси, состоящие из следующих составных частей: 20% тамбовской земли, 50% кварцевого люберецкого, 30% речного москворецкого, 2% серы от общего количества и 0,25% борной кислоты от общего количества.

При литье всырую содержание серы надо повысить до 5%.

Хорошей связью и высокой газопроницаемостью обладают липецкие земли, разбавленные речным и кварцевым песком.

Для литья всухую применяют следующий состав: 30% липецкого, 35% московского речного, 35% кварцевого люберецкого, 2% серы от общего количества и 0,25% борной кислоты от общего количества.

При литье всырую содержание серы увеличивают до 5%.

Для облицовки моделей должна применяться только свежая (не бывшая в употреблении) земля. В качестве наполнительной земли можно применять старую, бывшую несколько раз в употреблении, смоченную после выбивки и хорошо просеянную. Наполнительную землю периодически (через 5—6 дней) надо освежать 15—20% свежей смеси, пропуская ее через бегуны и дезинтегратор вместе со старой.

Земля для электрона должна быть равномерно перемешана с серой и борной кислотой во избежание горения металла в участках формы, бедных серой, и образования большого количества газовых раковин при излишнем содержании серы.

В формовочные и стержневые смеси сера должна прибавляться в виде очень тонкого порошка. Серный цвет, содержащий серу в виде мелких крупинок или спрессованных комочков, не может применяться в качестве добавок в земли для магниевого литья.

Комочки серы, попадающие на поверхность формы или стержня, загораются от соприкосновения с расплавленным металлом и дают сернистый газ. Если земля недостаточно газопроницаема, то серные газы, не находя выхода через форму, вдавливаются в расплавленный металл и при быстром остывании его либо остаются на поверхности, либо внутри отливки. Серные газовые раковины отличаются золотистым оттенком. Они идут вглубь отливки на 2—5 мм и более, поражая ее тело. Серные раковинки являются местным дефектом, и металл рядом с серной раковиной совершенно здоров.

Стержневые смеси

К стержневым смесям для алюминиевого, особенно магниевое литья, предъявляются очень высокие технические требования: они должны обладать хорошей пластичностью, газопроницаемостью и особенно большой податливостью.

Связующие вещества для стержневых смесей

Для того чтобы стержни, сделанные из песка, были прочны и не ломались при сборке форм, песок укрепляется связующими веществами. Имеется большое количество всевозможных связующих веществ и запатентованных составов. Мы разберем только те из них, которые получили наибольшее распространение в практике алюминиевого литья.

Масла

Существует много различных видов масел, но не все они пригодны для стержневых смесей. Масла разделяются на три группы:

- 1) быстро высыхающие;
- 2) плохо высыхающие (очень долго сохнут и дают непрочную пленку);
- 3) совершенно не высыхающие.

Для стержней можно применять только масла первой группы, т. е. такие, которые, быстро высыхая на воздухе, дают крепкую плотную пленку.

Пригодность масла проверяется очень простым способом. Каплю масла наносят тонким слоем на стекло и оставляют сохнуть на воздухе. Через 6—10 час. на поверхности хорошего масла образуется сморщенная пленка. Если же пленки нет и палец при прикосновении к покрытой маслом поверхности смачивается, то масло должно быть забраковано.

Одним из наиболее распространенных и лучших связующих веществ является вареное льняное масло. Оно получило широкое распространение как у нас, так и за границей. Льняное масло обладает следующими незаменимыми качествами. Стержни, изготовляемые из масляной земли, не впитывают влаги, т. е. не отсыревают, находясь часто продолжительное время в цехе, а следовательно, могут долго стоять изготовленными, не теряя своей прочности.

Сухие масляные стержни очень прочны и удобны для сборки форм. Для их укрепления не требуется сложных рамок и каркасов. После заливки формы сплавом масло, находящееся в стержне, выгорает, стержень теряет свою прочность и легко выколачивается из отливки. Для масляных стержней должны применяться чистые речные и кварцевые пески. Масло при перемешивании с песком обволакивает каждую песчинку тонким слоем и крепко склеивает песчинки вместе. В землю для масляных стержней нужно добавлять немного воды для лучшего перемешивания смеси и придания стержню в сыром состоянии некоторой необходимой прочности, чтобы он не развалился от тяжести собственного веса или от неизбежных толчков при переноске в сушку.

Стержни нужно сушить при температуре немного выше 200°. При 300° масло начинает выгорать, а стержень теряет прочность и рассыпается.

Декстрин

Декстрин является сильным связующим веществом, прочно склеивающим зерна песка. Он представляет собой порошок бурого или белого цвета. Декстрин вырабатывается из крахмала путем нагревания его до 160—200° при постоянном перемешивании.

При составлении стержневой земли декстрин добавляется путем присыпки его в землю в очень небольшом количестве — 0,5—0,75%. Особое внимание надо уделять сушке стержней. Слабо просушенные стержни с декстрином при заливке формы сплавом выделяют большое количество газов, которые могут испортить отливку. К недостаткам декстрина относится ее большая гигроскопичность, т. е. способность впитывать влагу. Стержни, изготовленные из песка с добавкой декстрина, не могут долго стоять незалитыми, так как впитывают влагу, находящуюся в воздухе. Поэтому после долгого пребывания сухих стержней в цехе перед пуском в дело их надо вновь просушить.

Сульфитные щелоки

Сульфитные щелоки являются хорошим связующим материалом для стержневых смесей. В продаже они имеются под названием глютрин, глютроза. Эти щелоки представляют собой отбросы целлюлозного производства. Состоят они из воды, танина, древесного сахара и растворимых смол. Положительной стороной их является то, что при сушке стержней они образуют крепкую поверхностную корку, в то время как внутри стержень гораздо слабее. Сульфаты щелоков в Советском союзе мало применяются, несмотря на то, что они являются дешевым материалом.

Патока

Патока является отходом сахарного производства. Она состоит из 16—19% воды, 45—53% сахара и различных примесей. Стержни, приготовленные с добавкой патоки, имеют достаточную прочность. Применение патоки, как связующего вещества, очень ограничено

несмотря на ее дешевизну. Патока обладает большими недостатками. Ее можно применять только в свежем виде, так как даже при непродолжительном хранении она начинает бродить и теряет свою связующую силу.

Стержни с добавкой патоки должны сушиться при строго установленной температуре и времени. Недосушенные стержни не обладают достаточной прочностью, а в пересушенных стержнях патока легко выгорает, и стержни рассыпаются, теряя прочность.

Прочие связующие вещества

Прочие связующие вещества, как мука и различные смолы, почти абсолютно не получили распространения в алюминиевом литье.

Составы стержневых смесей

В московских условиях для стержней для алюминиевого литья применяются следующие составы стержневых смесей. Для крупных стержней, служащих для образования внутренней полости, и прочих подобных им стержней применяется следующий состав: 90% кварцевого люберецкого песка, 10% тамбовской земли, 1% льняного масла от общего количества или 0,75% декстрина вместо масла.

Тамбовская земля применяется главным образом для придания сырому стержню прочности, тогда как льняное масло и декстрин повышают прочность стержня только после его просушки. Если по каким-либо причинам надо повысить прочность сырого стержня, то увеличивают содержание тамбовской земли в стержневой смеси. При этом количество льняного масла или декстрина может быть немного уменьшено.

В этом случае может быть применен следующий состав: 80% люберецкого кварцевого песка, 20% тамбовской земли, 0,5% льняного масла или 0,35% декстрина вместо масла от общего количества.

Наоборот, для увеличения прочности сухого стержня в стержневую смесь добавляют большое количество льняного масла или декстрина. В этом случае может быть применен следующий состав: 90% люберецкого кварцевого песка, 10% тамбовской земли, 1,5% льняного масла от общего количества или 1% декстрина вместо льняного масла.

От очень сложных стержней, например для лент блоков машин водяного охлаждения, требуется особенно высокая газопроницаемость и способность его выколачиваться из отливки. Для таких стержней применяются следующие составы: 100% люберецкого кварцевого песка и 1% льняного масла от общего количества.

Декстрин в такие стержни не применяют вследствие его способности поглощать влагу, содержание же воды в этих стержнях абсолютно недопустимо.

Для изготовления стержней для магниевого литья можно применять следующие стержневые составы: 50% кварцевого люберец-

кого песка, 40% речного московского, 10% тамбовской земли, 2% серы и 0,25% борной кислоты от общего количества.

Этот состав обладает довольно хорошей газопроницаемостью, податливостью и достаточной прочностью.

Применяются также смеси следующего состава: 30% липецкой земли, 35% москворецкого речного песка, 35% кварцевого люберецкого песка, 2% серы и 0,25% борной кислоты от общего количества.

9. ВОПРОСЫ

1. Главнейшие свойства формовочного песка.
2. Влияние формы и величины зерен песка на прочность и газопроницаемость его.
3. Почему сушат свежий формовочный песок.
4. Приготовление формовочных смесей.
5. Что представляют собой бегуны.
6. Назначение дезинтеграторов и аэраторов.
7. Почему горелую землю следует освежать.
8. Что такое модельная или облицовочная смесь.
9. Как и на каких приборах проводятся испытания земель.

10. ИНСТРУМЕНТ И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ ФОРМОВКИ

Инструмент формовщика

Для изготовления форм и стержней формовщики и стерженщики должны иметь следующий инструмент:

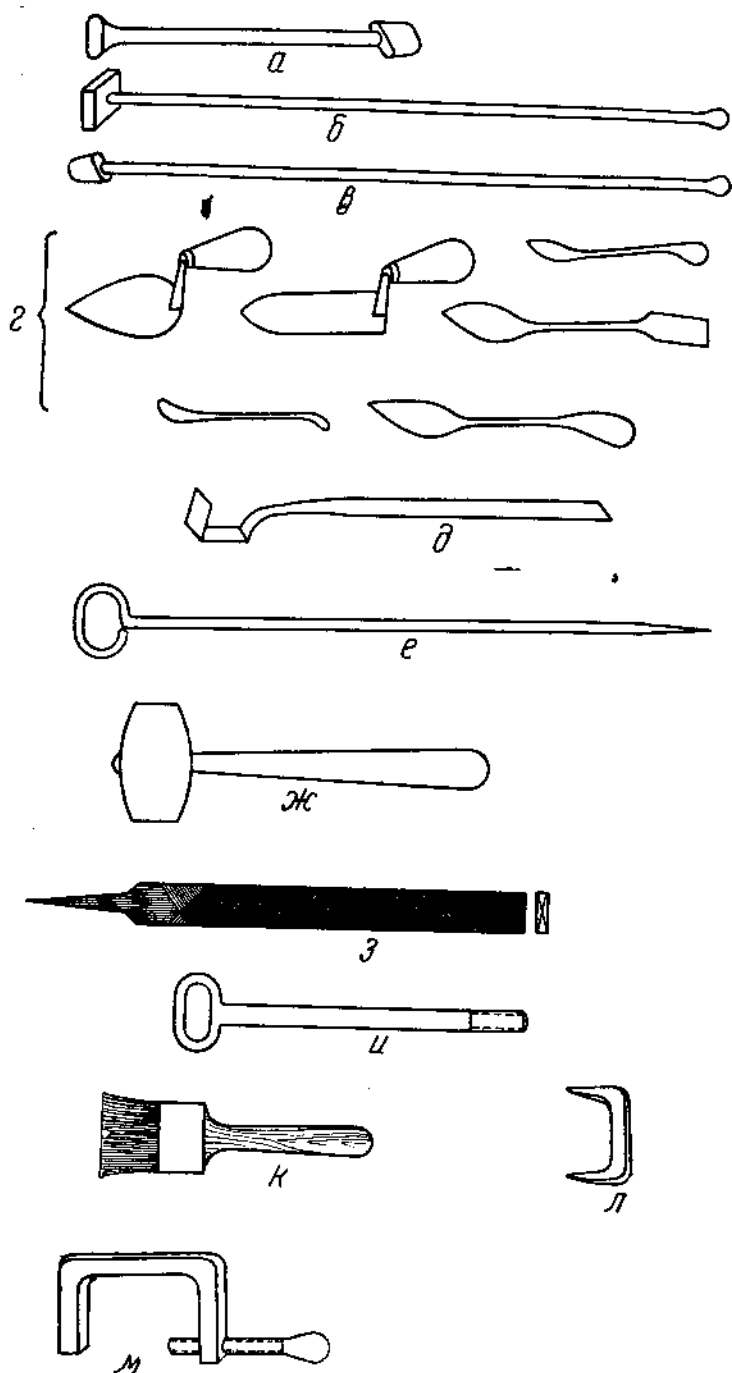
1. Легкую и удобную лопату для разрыхления и насыпки в опоку или стержневой ящик земли, чтобы рабочий не затрачивал бесцельно труд при работе с ней.

2. Ручное круглое сито для просеивания земли.

3. Трамбовки различных фасонов и величины в зависимости от размера формы, служащие для уплотнения земли в опоке. На фиг. 25, а изображена трамбовка а для набивки небольших форм. Работать ею можно двумя концами; один конец клинообразной формы предназначен для набивки формы в тесных местах, другим концом обычно ведут окончательную утрамбовку. На фиг. 25, б и в изображены трамбовки для набивки крупных форм. Они снабжены длинными железными ручками с литыми чугунными наконечниками.

Для отделки форм применяется набор гладилок, карасиков и ланцетов различной формы и величины (фиг. 25, г). Этот инструмент делается из латуни или стали. Рабочая часть его должна быть гладко отшлифована, чтобы удобно было выравнивать и подправлять поверхность формы.

Крючки (фиг. 25, д), при помощи которых формовщик удаляет из формы мусор и отваливающиеся кусочки земли во время сборки формы. Загнутый конец служит для выемки мусора, а заостренный



Фиг. 25. Инструмент формовщика.

конец с гладкими плоскостями — для подрезания и заглаживания поверхности формы.

Душники — длинные стальные иглы для прокалывания толстого слоя земли с целью усиления вентиляции формы (фиг. 25, е).

Деревянный молоток для расколачивания модели перед выемкой ее из земли (фиг. 25, ж).

Старые (бывшие в употреблении) слесарные пилы для подпилки стержней и прочих работ (фиг. 25, з).

Подъемники для выемки модели из земли; на конце их имеется резьба (фиг. 26, и).

Кисти и пульверизаторы для окраски форм и стержней.

Переносная электрическая лампочка с рефлектором для осмотра формы. Мешок из неплотной материи для припыла и серы.

Щетка для очистки модели и ящиков после работы (фиг. 25, к).



Фиг. 26. Щупы для проверки форм при сборке.

Шлямбур — длинная трубка диаметром 5—7 мм для образования в некоторых случаях дыр в сухой форме.

Ведерки небольшие для краски и воды.

Кусачки для перекусывания проволоки, необходимые при подвешивании стержней. Для скрепления половинок стержневых ящиков вместе применяются железные скобы и струбцины (фиг. 25, л и м).

Мерительные инструменты: деревянные линейки различной толщины и металлические круглые стержни (фиг. 26) для измерения тела отливки при сборке формы.

Линейка металлическая с делениями.

Кронциркули и нутрометр для проверки внутренних и наружных частей формы и стержня. При измерении формы или стержня нельзя слишком плотно сжимать концы ножек, так как они могут ободрать земляные стенки формы или стержня.

Опоки

Формовка моделей производится в особых ящиках без дна и крышки, называемых опоками. Опоки служат для предохранения формы от разрушения при переноске, сборке и заливке ее. Опоки изготавливаются из дерева, чугуна, железа, стали и алюминия.

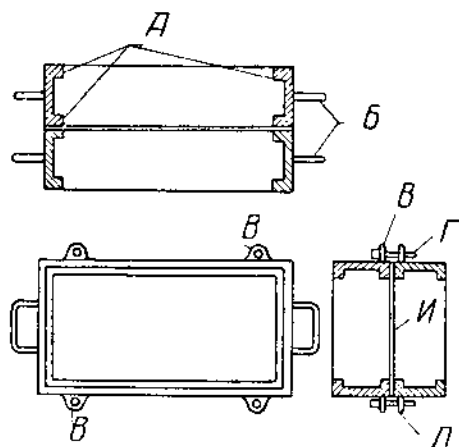
Деревянные опоки в настоящее время почти совершенно не употребляются вследствие незначительной точности их и способности загораться при случайном обливании металлом. Формы в деревянных опоках нельзя ставить в сушила.

Чугунные опоки прочны и дешевы, но очень тяжелы и вследствие этого неудобны.

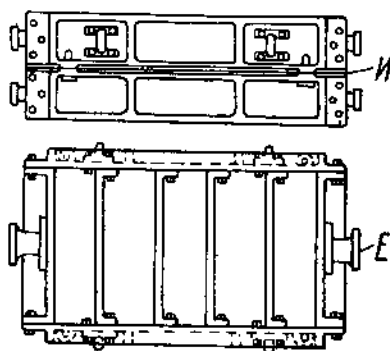
Стальные и железные опоки делают обычно сварными. Они легче и прочнее чугунных.

Алюминиевые опоки очень удобны вследствие своей легкости, но не обладают такой прочностью, как стальные, железные и чугунные, и значительно дороже. Обычно их отливают из сплесков отходов производства, которые не могут быть применены для отливки деталей.

Опоки бывают стандартные и специальные. Стандартные опоки изготовляют главным образом для мелкого и среднего по размерам литья. Специальные опоки изготовляют для определенной отливки или ряда подходящих по размерам и форме отливок.



Фиг. 27. Мелкие чугунные опоки.



Фиг. 28. Опоки для крупного литья.

Опоки небольших размеров обычно делают с гладкими внутренними стенками, имеющими на краях бортики, выступы (фиг. 27) для удерживания затрамбованной в них земли.

В стенках опоки укрепляются железные скобы *Б*, служащие ручками, за которые поднимают опоки. Приливы в виде ушков *В* на стенках одной опоки служат для закрепления в них стальных точеных штырей *Г*, в то время как ушки другой опоки имеют дыры, в которые точно входят эти штыри при соединении опоки друг с другом.

Опоки больших размеров часто делают сборными из нескольких составных частей, свинчиваемых болтами (фиг. 28). Эти опоки удобны тем, что в них можно формировать большое количество различных моделей. Для этого нужно переставить или убрать несколько крестовин или переставить стенки, тогда как в сплошной опоке этого сделать нельзя.

В опоках больших размеров для удержания в них земли от выпадения устанавливают поперечные и продольные ребра, называемые крестовинами. Эти крестовины, скрепляя стенки опоки, делают ее более жесткой и прочной.

Крупные тяжелые опоки кроме ручек имеют залитые в стенки опоки цапфы или шейки *Е* (фиг. 28), за которые опоки поднимают и переворачивают при помощи крана.

Специальные опоки выгодны только в массовом производстве, когда для большого количества одних и тех же отливок выгодно изготовлять специальные опоки. В таких опоках крестовины устанавливаются по профилю модели, а для литникового канала остается место. Крестовины располагают с учетом установки между ними выпоров.

Плоскости соприкосновения опок *И* (фиг. 27) обязательно должны быть точно простроганы или отфрезерованы. Опоки должны плотно прилегать одна к другой. Ввиду того что точность сборки формы зависит от правильного соединения опок, штыри должны быть точно подогнаны по дырам ушков и крепко привернуты к своему ушку. Опоки ни в коем случае не должны качаться одна относительно другой. Опока после каждой отливки обязательно должна проверяться и исправляться слесарями-опочниками. Опоки, у которых диаметр дыр со временем увеличивается, должны быть отремонтированы: появившийся зазор между штырем и стенками дыры должен быть залит баббитом.

Формовщик ни в коем случае не должен формировать в неисправных опоках, так как отливка может получиться бракованной.

Подмодельные доски

Формовка моделей ведется на подмодельных досках. Они представляют собой ровно выстроганные с одной стороны деревянные щиты, размером несколько больше опоки.

Подмодельные доски обычно делаются деревянными. Очень удобными и прочными досками являются строганные алюминиевые.

Модели и стержневые ящики

Модели изготовляют главным образом из дерева — самого дешевого материала, имеющего небольшой вес и легко поддающегося ручной и машинной обработке. Для моделей и стержневых ящиков применяется плотное, прямослойное, без трещин, сучьев и гнилых мест дерево. Оно должно быть хорошо просушено. Свежесрубленное дерево содержит большое количество влаги — до 40%. Его распиливают на доски, складывают в штабеля, и в специальных помещениях оно постепенно проветривается в течение 2—3 лет. После продолжительного выветривания дереву дают еще вылежаться в модельном помещении, либо просушивают в специальных сушилках. Изготовленная из сырого дерева модель при высыхании уменьшается в размерах. Правильные размеры ее нарушатся, модель покоробится и растрескается. Одним из основных недостатков дерева является его гигроскопичность, т. е. способность впитывать влагу, причем дерево впитывает влагу не только при непосредственном соприкосновении с водой, но и влагу, находящуюся в воздухе. Поэтому модели нельзя хранить и даже на короткое время оставлять в сыром помещении.

Модели окрашивают специальными лаками для предохранения от сырости. Окраска моделей не может полностью предохранить

их от сырости. Поэтому формовщики должны обращать особое внимание на смачивание их водой при выемке из земли. Необходимо особенно следить за тем, чтобы модели и ящики после работы тщательно вытирались тряпкой и хранились в сухом помещении. Ни в коем случае нельзя модели оставлять лежать на земле в формовочном зале. Для них должны быть поставлены специальные стеллажи с деревянными полками.

Для изготовления деревянных моделей применяются сосна, ольха, клен, бук и липа.

Сосна имеет небольшой вес, легко обрабатывается, дешева. Недостатком ее является легкая расщепляемость, вследствие чего при точке на токарном станке она дает негладкую, шероховатую поверхность. Из сосны изготовляют преимущественно несложные (дешевые, неответственные) модели — для небольшого количества отливок.

Ольха является хорошим материалом. Из нее обычно делают большую часть моделей и стержневых ящиков. Легко обрабатывается.

Клен и бук очень крепкое дерево с малой усушкой. Из этих пород изготовляют ответственные модели и стержневые ящики, а также отъемные части. Обработка их значительно труднее.

Липа легко поддается ручной долбежке. Из нее легко вырезать модели сложных форм. В большинстве случаев она идет на изготовление моделей и ящиков со сложной конфигурацией, где много ручной резной работы.

Очень хорошим, но дорогим, материалом являются яблоня, груша, орех. Они особенно хорошо поддаются токарной обработке. Особенно хорошим, но очень дорогим, материалом является красное дерево. Оно очень мало изменяется в объеме при высыхании или отсырении.

В последнее время большое распространение получили металлические модели — из бронзы, алюминиевых, магниевых и прочих сплавов. Металлические модели значительно точнее, прочнее и в меньшей степени боятся сырости, а следовательно, гораздо долговечнее деревянных. Изготовление их гораздо дороже и сложнее, стоимость значительно выше. Они применяются в тех случаях, когда требуется отлить очень большое количество деталей по одной и той же модели, так что высокая стоимость последней ложится незначительной долей на каждую отливку. Металлические модели выгодны только в массовом производстве.

Припуск на усадку

При изготовлении моделей необходимо учитывать усадку отливаемых деталей. Различные сплавы при охлаждении сокращаются, как говорят, дают усадку на неодинаковую величину. Одни сплавы дают большую, другие меньшую усадку. Если модель сделана точно по чертежу, то отлитая по этой модели деталь вследствие усадки имеет несколько меньшие размеры, чем по чертежу. Поэтому модели приходится делать больших размеров, чем по чертежу, на величину усадки сплава, с тем чтобы после усадки деталь имела нормальные размеры. Обычно припуск на усадку алюминиевых

сплавов для мелких и средних по размерам отливок дается в 1%. Для крупных усадка бывает различной, в зависимости от формы отливки и условий литья она колеблется в пределах 0,8—1,2%.

Электрон дает несколько больший процент усадки: она колеблется в пределах 1—1,5%. Особенно заметна усадка на больших деталях. Так например, крышка длиной 1300 мм, отлитая из электрона, имела нормальные размеры. Та же деталь, отлитая из алюминиевого сплава, удлинилась на 3 мм по сравнению с чертежом. Это произошло вследствие того, что модель имела припуск на усадку в 1%, а усадка алюминиевого сплава оказалась несколько меньшей. Отливка получилась поэтому длиннее.

Замечено, что различные детали, отлитые из одного и того же сплава, имеют неодинаковую усадку. Несложные детали, изготовляемые без стержней, дают большую усадку, чем детали сложной формы, изготовляемые с большим количеством стержней. Объясняется это тем, что стержни сильно сопротивляются усадке сплава и не дают ему сесть на нормальную величину.

Часто сложные модели, как например, блоки, картеры, рубашки автомобильных и авиационных моторов, изготовленные первоначально с припуском на усадку в 1%, приходится доводить до нужных размеров путем отливки по ним первой детали. С помощью контрольной разметки устанавливают истинную величину усадки и согласно полученным результатам исправляют модель.

Приступая к изготовлению модели, модельщик обязан узнать у литейщика, как будет формироваться модель, собираться форма, подводится металл, на какие места поставятся выпора, какой припуск нужно дать на механическую обработку. Только после предварительного согласования модельщик может приступить к изготовлению модели с учетом всех требований литейщика.

Припуск на обработку

Некоторые части отливок, например различные фланцы, болышки, различные отверстия, подвергают механической обработке. Места, подвергающиеся обработке, делаются на модели несколько полнее по сравнению с чертежом на величину обработки. Для деталей из алюминиевых и магниевых сплавов даются различные припуски на обработку: они колеблются от 3 до 12 мм в зависимости от условий литья. Припуск на плоскости во время литья верхних частей делается несколько больший, чем в нижних частях, так как на верхних плоскостях часто скопляется шлак, газовые раковины и мусор. При механической обработке все эти посторонние включения должны быть сняты резцом, и отливка должна получиться чистой.

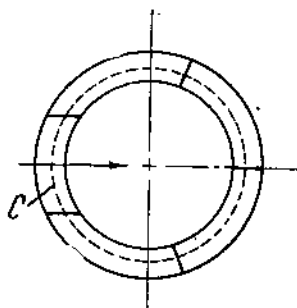
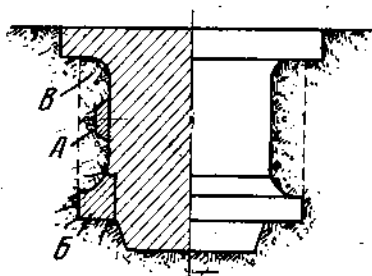
Обычно на механическую обработку дается припуск в 5 мм. В местах, находящихся при заливке в верхней части, припуск увеличивается до 8—10 мм. В некоторых сложных отливках, как в блоке, припуск в верхней части достигает 12 мм. Увеличенный припуск на обработку объясняется большим скоплением шлаков и рочих включений.

Конусность модели

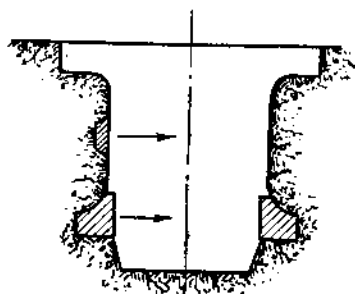
Модель может быть вынута из земляной формы только в том случае, если она сделана с конусом, т. е. когда верхняя часть ее немного шире нижней, находящейся глубже в форме. Для деревянных моделей величина конуса обычно берется 1:100, для металлических — 1:200.

Отъемные части

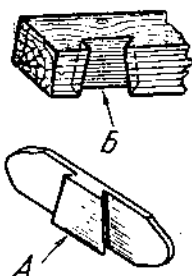
Выступающие части модели (различные фланцы, ребра, бортики), не позволяющие свободно вытащить модель из формы, не поломав ее при этом, приходится делать разъемными, соединяя их с моделью при помощи ласточкина хвоста, куска проволоки или шпильки. На фиг. 29 изображена заформованная модель, которая имеет с боку отъемный фланец *А* и кольцевой бортик *Б*. Если бы



Фиг. 29. Формовка по модели с отъемными частями.



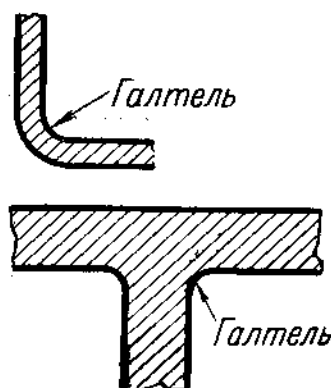
Фиг. 30. Формовка по модели с отъемными частями.



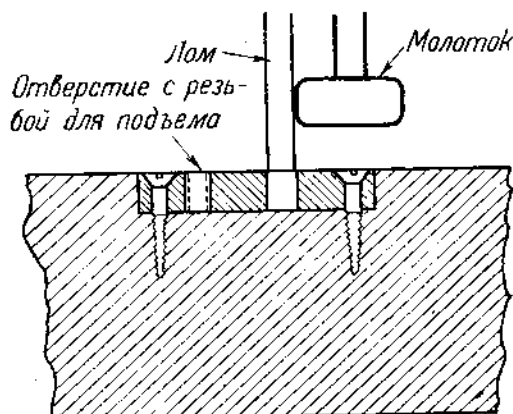
Фиг. 31. Ласточкин хвост для крепления отъемных частей модели.

фланец и бортик были сделаны неотъемными, т. е. как одно целое с моделью, то при вытаскивании модели вверх эти части потащили бы за собой вверх слой земли *В*, ограниченный пунктиром. При этом вся форма разрушилась бы. На фиг. 29 фланец и кольцевой бортик сделаны отъемными. По удалении модели они остаются в земле и вытаскиваются отдельно от нее, как изображено стрелкой на фиг. 30. Кольцевой бортик *Б* состоит из нескольких частей (фиг. 29). Выемку частей надо начать с куска *С*, который легко

можно сдвинуть внутрь формы, после чего можно тащить остальные куски. Отъемные части соединяют с моделью при помощи ласточкиных хвостов (фиг. 31). Часть *А* входит в паз *Б* на модели, и таким образом осуществляется соединение. Отъемная часть должна легко выниматься из модели, но не должна иметь слабину. При слишком свободной посадке фланец может встать косо, и отливка будет забракована по размерам. Для большей точности и прочности ласточкины хвосты лучше делать металлическими. Соединение очень мелких отъемных частей, как например, маленьких бобышек, невозможно при помощи ласточкиных хвостов вследствие их небольшой величины. В таких случаях соединение производится при помощи шпильки или куска проволоки, которые осторожно удаляются во время формовки.



Фиг. 32. Галтели в углах между двумя стенками.



Фиг. 33. Установка металлических пластин для подъемов.

Галтели

Модель и стержневые ящики не должны иметь острых углов. Все углы должны быть заменены плавными переходами — галтелями радиусом не менее 3—5 мм и больше (фиг. 32). Наличие острых углов в модели приводит к образованию в этом месте трещин в литье.

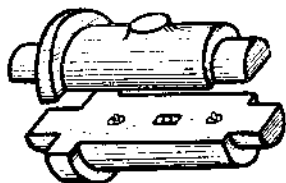
Подъемы

Необходимо обратить особое внимание на то, чтобы изготовленные модели имели приспособления для их расколачивания и выемки. Ни в коем случае нельзя пользоваться для расколачивания и выемки модели подъемами с острыми концами, вколачиваемыми в модель. Этот способ недопустим, так как модель сильно растрескивается и теряет правильные размеры. Каждая модель должна иметь врезанные металлические пластины толщиной 5—8 мм и больше в зависимости от размера модели. Пластины врезаются в модель и укрепляются шурупами. Пластины имеют два отверстия. Одно из них снабжено резьбой, в которую ввинчивается винтовой

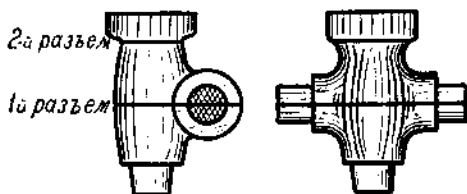
подъем. Второе служит для расколачивания модели. Перед выемкой модели во второе отверстие вставляют металлический стержень, в большие модели — небольшой лом, и слегка стучат по нему молотком (фиг. 33).

Разъемы в моделях

Модели бывают разъемными и неразъемными. Неразъемные модели обычно можно целиком вынуть из формы. В тех случаях, когда форма модели сложна и модель нельзя или неудобно заформовать и целиком вытащить из формы, модель делают составной

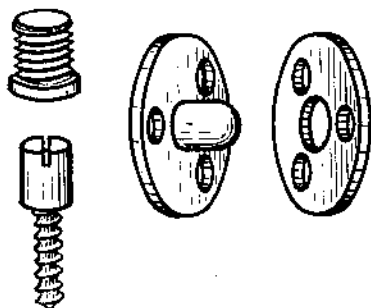


Фиг. 34. Модель с одним разъемом.



Фиг. 35. Модель с двумя разъемами.

из двух, трех и более частей, причем вытаскивают каждую часть в отдельности. На фиг. 34 изображена модель, имеющая один разъем, а на фиг. 35 — модель, имеющая два разъема.



Фиг. 36. Металлические шипы для правильного соединения моделей.

Чтобы разъемные половинки модели при складывании приходились правильно одна относительно другой, в одной половине модели устанавливают металлические гнезда, а в другой — шипы. При складывании половинок модели шипы должны точно войти в соответствующие им гнезда, и одна половинка модели не должна быть смещена относительно другой. Очень часто шипы изготовляют из дерева, а гнезда просто высверливают в модели. Такое соединение бывает непрочным: деревянные шипы быстро раскачиваются

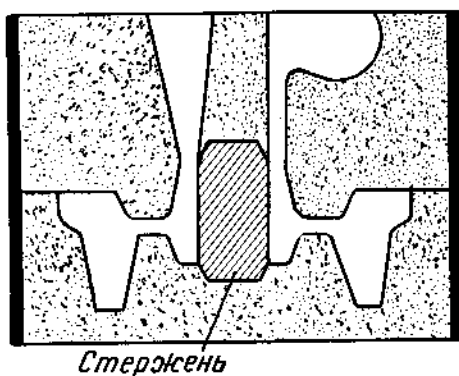
стираются, гнезда расколачиваются, и половинки модели начинают в них качаться, что часто приводит к перекосам формы, а следовательно, и к браку отливки.

На фиг. 36 изображены металлические шипы.

Стержневые ящики

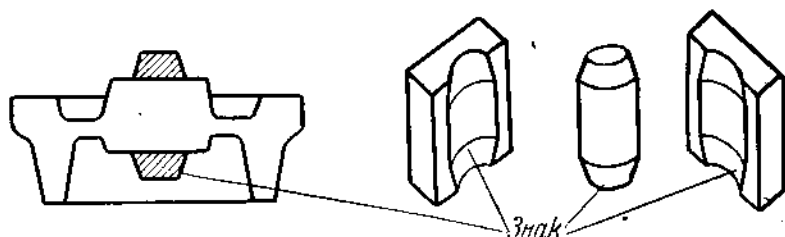
В тех случаях, когда внутренняя часть отливки должна иметь пустоту, в форму вставляют специально изготовленные по стержневым ящикам стержни, которые после заливки формы металлом выколачивают.

На фиг. 37 изображена форма колеса, в середине которого вставлен земляной стержень, образующий углубления в центре шкива. Стержневой ящик имеет углубление, соответствующее по размерам выступу на модели. Выступ на модели и углубление в стержневом ящике (фиг. 38) называются знаками. Последние служат для установки стержней.



Фиг. 37. Формовка колеса с установленным в ней стержнем.

Размеры знаков на модели и в стержневом ящике должны быть строго согласованы. В некоторых случаях знаки в стержневом ящике делают немного меньше знаков модели (0,5 или 1 мм), с тем чтобы стержень свободно входил в знак формы, не задирая при этом стенок.

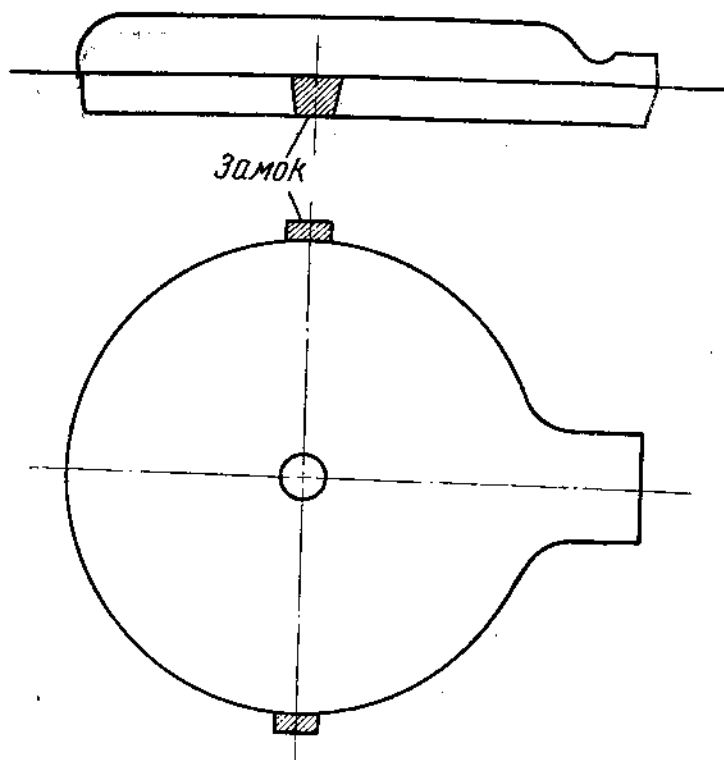


Фиг. 38. Знаки на модели колеса, стержня и стержневом ящике.

Знаки на моделях и стержневых ящиках должны быть удобными для сборки формы. Стержни должны надежно и прочно стоять в знаках формы.

Если стержень имеет сложную конфигурацию и должен точно стоять в своем знаке относительно формы, то знаки в стержневом ящике и на модели должны иметь замок, т. е. выступы, которые точно устанавливают стержень относительно формы, не позволяя ему смещаться в сторону.

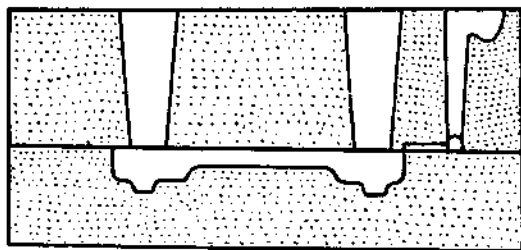
На фиг. 39 изображен стержень с замком.



Фиг. 39. Стержень с замками на знаке.

Приемы формовки

Простые модели обычно целиком формуют в двух опоках. На фиг. 40 показана формовка неразъемной модели. Модель вынимают целиком из формы. В нижней опоке получается отпечаток модели, а в верхней ставится литниковый канал и прибыль.

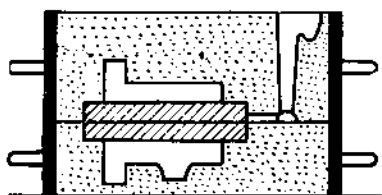


Фиг. 40. Формовка по неразъемной модели.

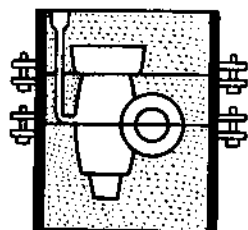
Более сложные модели изготавливают из двух, трех и более частей. Формовка таких моделей ведется в нескольких опоках, со-

ставленных вместе. На фиг. 41 показана формовка модели, состоящей из двух половинок. Формовка таких моделей ведется в двух опоках.

На фиг. 42 изображена модель, имеющая два разъема. Такая модель формуются в трех опоках, причем верхняя опока служит только для выпоров и литниковой чаши.



Фиг. 41. Формовка модели с одним разъемом.



Фиг. 42. Формовка модели с двумя разъемами.

Изготовление форм требует определенного навыка и умения. Формовка как простых, так и сложных моделей состоит из ряда операций: обкладки модели землей, уплотнения земли, выемки модели, отделки формы, окраски ее и пр. Порядок формовки для всех моделей одинаков. Разница между формовкой простой и сложной модели состоит только в том, что формовка более сложной модели требует большего опыта и знания, чем простая.

Подготовка рабочего места

Перед началом работы формовщик должен проверить в порядке ли его рабочее место. Оно должно быть чистым от земли и свободным от посторонних предметов. Необходимо помнить, что чистота и порядок — основной залог успешной работы. Формовщик должен быть обеспечен всем необходимым для формовки и сборки, чтобы бесперебойно работать весь рабочий день. У рабочего места должны быть подмодельная плита, проверенные опоки, модель, холодильники, крючки, выпора, литники, шаблоны, проверенные стержни и т. д. Закрома должны быть наполнены достаточным количеством облицовочной и наполнительной земли.

Перед формовкой необходимо осмотреть модель, имеет ли она все отъемные части, и проверить подгонку их к модели. Если отъемные части очень плотно сидят в модели, то их надо отправить в модельный цех для исправления.

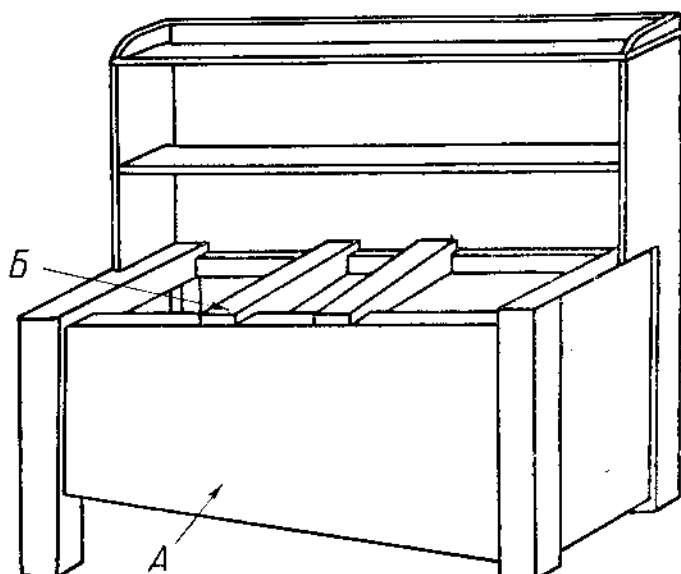
К новым моделям, формируемым в первый раз или же вновь окрашенным, зачастую прилипает земля. В таких случаях модель необходимо тщательно протереть тряпкой, смоченной керосином.

Формовка на верстаках

Формовку мелких моделей в небольших опоках удобно производить на формовочных верстаках (фиг. 43).

Нижняя часть верстака *А* представляет собой ящик, в который насыпается формовочная земля. Формовка ведется на передвижных брусках *Б*. К задней стенке верстака прибиты одна или две полки, на которых раскладывается весь необходимый инструмент, модели, ведерки с водой, краской и пр.

Формовка в мелких опоках на верстаках значительно удобнее и легче формовки на полу. Формовщику не приходится работать



Фиг. 43. Верстак для формовки.

в согнутом состоянии или сидя на полу, ему удобнее разложить нужный инструмент и вспомогательные материалы. Работа на верстаках также значительно производительнее.

Ручная формовка средних и крупных по величине моделей производится на формовочном полу. Рабочим местом формовщика является небольшой участок формовочного зала. Обычно формовка производится вблизи закров с формовочной землей.

Формовочное место должно быть обеспечено шлангом с сжатым воздухом, газовой горелкой, краном для подъема и перевертывания опок.

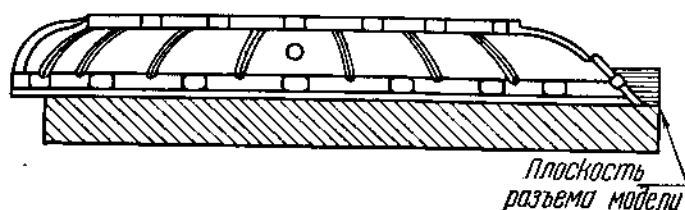
Формовка крышки

На фиг. 44 изображена модель крышки, состоящая из двух половинок. Верхняя часть фигуры — собственно модель крышки, нижняя (заштрихованная) — знак (фиг. 44).

Порядок формовки следующий. На подмодельную доску кладут модель без знака плоскостью разъема (фиг. 45). Модель припыливают лycopодием и накрывают опокой.

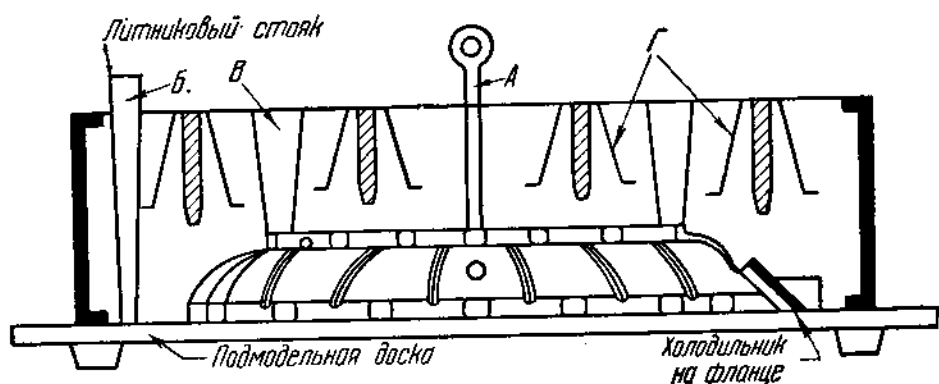
В верхнюю часть модели ввинчивают винтовой подъем *А*, закрепляемый над верхней опокой. Он служит для удержания модели в земле в момент переворачивания опоки.

Опока должна быть таких размеров, чтобы осталось место для прорезки литникового канала. Она не должна быть тесной. Между ее стенками и краями модели должен быть промежуток не менее чем в 30—40 мм.



Фиг. 44. Модель крышки.

Установив литниковый стояк *Б*, его обкладывают облицовочной землей. На модели в местах, подлежащих охлаждению, устанавливают холодильники, обмазываемые жидко разведенной глиной со стороны земли, с тем чтобы холодильник прочнее держался в форме.



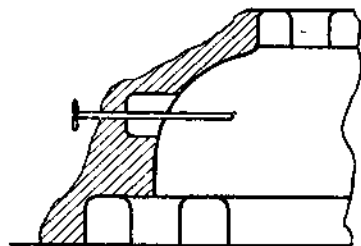
Фиг. 45. Набивка верхней опоки при формовке крышки.

Всю модель обкладывают слоем облицовочной земли в 30—50 мм и плотно обжимают руками. Отъемную бобышку, соединенную моделью шпилькой, аккуратно обкладывают слоем земли (фиг. 46). Затем шпильку вытаскивают, а отъемная бобышка остается на месте, прижатая к модели землей. Надо внимательно следить за тем, чтобы при вытаскивании шпильки не сбить бобышку в сторону. Поставив на нужные места модели прибыля *В* (фиг. 45), в опоку насыпают слой наполнительной земли, после чего его уплотняют трамбовкой с острым концом.

Прибыля не должны касаться крестовин опоки. В противном случае крестовины будут отнимать от прибылей много тепла, что приведет к быстрому их остыванию, а быстро остывшие прибыля прекращают питание отливки. В таких случаях под прибылью обычно появляется рыхлота и трещины. Это значит, что прибыля не питали отливку, а сами питались за ее счет.

Прибыля, поставленные вплотную или близко к крестовинам, препятствуют нормальному охлаждению отливки. При остывании отливка сокращается. Крестовины, расположенные близко к прибылям, мешают усадке, и отливка часто дает под прибылью трещину.

Если расстояние между крестовинами и выпорами невелико, то землю между ними надо слабо уплотнять, с тем чтобы выпора вместе с отливкой могли свободно сокращаться. Плотная набитая между выпорами и крестовиной земля мешает последней давать нормальную усадку.



Фиг. 46. Крепление отъемной бо-бышки в форме.

Земля вокруг модели должна быть одинаковой плотности. Уплотняя землю, надо следить за тем, чтобы не испортить модель острым концом трамбовки, особенно в тонких ребрах. Деревянные модели очень непрочны и легко могут поломаться даже при слабых ударах по ним трам-

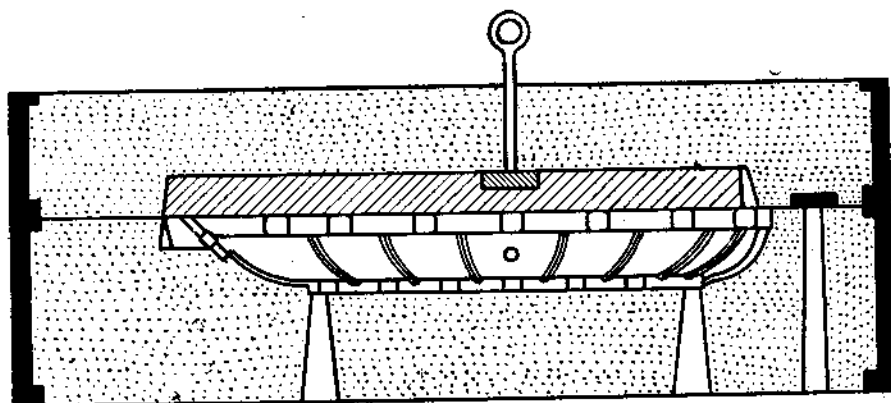
бовкой. Особое внимание надо обратить на то, чтобы трамбовкой не сбить в сторону отъемные части модели. Незначительное отклонение (на 2—3 мм) в сторону одной какой-нибудь маленькой бо-бышки может иногда вывести в брак дорогостоящую крупную отливку.

В тех местах, где крестовины опоки близко подходят к модели, набивку земли надо вести особенно осторожно — легкими ударами. В узких местах неудобно набивать землю: ее трудно равномерно уплотнить. При крепкой набивке легко могут получиться ужимины в отливке. Кроме того слишком плотно набитая земля сильно теряет свою газопроницаемость. Наоборот, при слишком слабой набивке форма получается недостаточно прочной, и земля может обвалиться от собственного веса или от давления металла.

В тех случаях, когда крестовины опоки далеко отстоят одна от другой и земля между ними может вываливаться, последнюю укрепляют при помощи железных крючков Г (см. фиг. 45).

Одним концом крючок подвешен на крестовине, а другим поддерживает слой земли между крестовинами. В процессе набивки опоки землю приходится несколько раз подсыпать в опоку до полного ее заполнения. Окончательно земля уплотняется тяжелой трамбовкой с широким плоским концом, когда опока уже доверху заполнена землей. Закончив уплотнение первой опоки, лишнюю землю счищают с ее верха, а всю землю прокалывают душком сверху до самой модели с целью облегчения вывода из формы газов, образующихся в процессе литья.

Вокруг прибылей и литникового стояка землю слегка смачивают водой, после чего выпора и литники с легким раскачиванием вытаскивают из земли. Верхнюю плоскость опоки посыпают мелким сухим песком, для того чтобы к ней не приставала земля. Опоку перевортывают, подъем, ввернутый в модель, вынимают, а опоку ставят на разровненный слой мягкой земли. Надо следить за тем, чтобы под опоку не попали твердые посторонние предметы в виде комьев сухой земли. Иначе форма может быть выдавлена и поломана. Поверхность земли в опоке заглаживают гладилкой вровень с моделью. Отверстие, образовавшееся от литника, закладывают небольшим кусочком фанеры или картона, с тем чтобы при запол-



Фиг. 47. Набивка нижней опоки при формовке крыши.

нении второй опоки канал не был засыпан землей. На модель, находящуюся в земле, накладывают знак (фиг. 47). При этом надо следить за тем, чтобы между знаком и плоскостью разреза модели не было земли и посторонних предметов. Иначе получится неправильный отпечаток, и размеры отливки будут неточными. Поверхность земли посыпают тонким слоем мелкого сухого песка (его называют разделительным, так как он служит для того, чтобы земля верхней и нижней опок не слипалась).

Смахнув лишний сухой песок щеткой и очистив края опоки от песка, накладывают вторую половинку опоки. В знак ввинчивают подъем для поддержания знака при разнятии и перевортывании опоки. Вторая половинка модели формируется в таком же порядке, как и первая. Первый слой земли надо набивать очень аккуратно, не ударяя сильно трамбовкой, чтобы не пробить слой земли в нижней опоке. В таких случаях в нижней опоке получают вмятины, а в верхней — бугры (старые литейщики их называют картошкой).

Дальнейшая формовка обычно ведется менее тщательно, так как во второй опоке находится только знак, служащий для установки в него стержня.

Вторую опоку по окончании набивки аккуратно снимают со штырей и перевертывают. Подъем, поддерживающий знак, при перевертывании опоки вывинчивают, и опоку аккуратно ставят либо на слой разрыхленной земли, либо на ровные подкладки, подставляемые под углы опоки.

Сухой песок сметают мягкой щеткой с плоскостями разъема опок. У первой опоки снимают фанеру, закрывающую отверстие литникового стояка, аккуратно прорезают нужных размеров литниковый канал и литники, подводящие металл к форме.

Литниковый канал и питатели не должны иметь шероховатой поверхности и должны быть тщательно проглажены карасиком. При шероховатой поверхности канала металл свободно может намыться в форму песок. Землю вокруг модели слегка смачивают водой при помощи кисти, для того чтобы она не осыпалась после выемки модели из формы.

С целью облегчения выемки модели из земли ее надо растолкать в разные стороны при помощи вставленного в металлическую пластину с отверстием стержня легкими ударами молотка по стержню. Расталкивать модель надо слегка в разные стороны, иначе можно сильно увеличить размеры формы. Выемку модели производят аккуратно за винтовой подъем, ввинченный в пластину модели. При выемке модели по ней слегка стучат сверху деревянным молотком, чтобы облегчить отставание прилипшей земли и отъемных частей от модели. Если при выемке модели какая-либо часть формы окажется немного подломанной, ее надо аккуратно заделать. Заделанное место должно строго отвечать размерам модели. Иначе отливка будет забракована по размерам. Ни в коем случае нельзя заглаживать форму гладилкой и карасиком, как чугунное и стальное литье. Наглаженная форма теряет точность, а в отливке получаются ужимины. Подправив попрочнее поврежденные места, всю форму окрашивают краской при помощи кисти или пульверизатора. Окраска пульверизатором значительно быстрее и лучше, так как краска ложится ровным слоем, но при этом не все места одинаково хорошо можно покрыть краской. Плохо окрашенные пульверизатором места (различные углубления, ребра) надо закрасить кистью¹.

Знаки также не должны заглаживаться и окрашиваться краской, так как они могут потерять свои правильные размеры. Литниковый канал окрашивают краской. Края знаков рекомендуется слегка обмазать вареным льняным маслом. После сушки форм земля в знаках, обмазанных маслом, становится очень прочной, и они не ломаются при установке стержня.

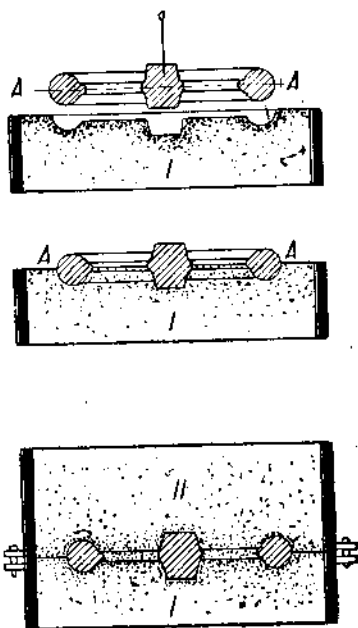
Окончательно отделанные формы ставят для просушки в сушильные печи. Опоки устанавливают одну на другую, под углами подкладывают специальные металлические подкладки, чтобы между опоками был достаточный проход для печных газов, циркулирующих в сушилке.

¹ Окрашенная краской поверхность формы ставится более прочной и не осыпается в сухом состоянии. Окраска придает отливке гладкий и красивый вид.

Формовка по неразъемной модели с фальшивой опокой

Неразъемную модель, которую нельзя формировать на подмодельной плите, формируют с так называемой фальшивой опокой (фиг. 48). Этот способ состоит в том, что одну половинку опоки плотно набивают землей, лишнюю землю срезают вровень с краями опоки. В землю слегка вдавливают модель, которая оставляет в ней отпечаток. По этому отпечатку вырезают из опоки часть земли, а модель снова вкладывают на старое место, вновь вдавливают в землю, оставляя в ней отпечаток, который опять вырезают. Это продолжается до тех пор, пока модель не углубится в землю до линии АА. Модель должна углубляться точно до самой широкой своей части, причем земля в опоке должна быть плотно набита. Землю заглаживают, присыпают сухим мелким песком, накладывают вторую опоку и набивают обычным путем.

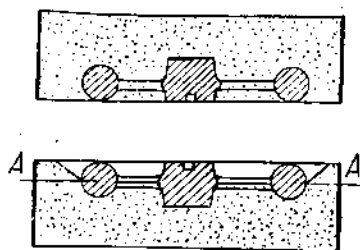
Разняв опоки, модель вкладывают во вторую половинку II опоки, а первую половинку I формы разрушают, так как она набита слишком крепко. Освобожденную от земли опоку надевают на оставшуюся половинку и ведут формовку обычным путем, ставя в опоке литниковый стояк и выпора. Способ формовки с фальшивой опокой дорог, так как приходится производить лишнюю работу по набивке фальшивой опоки. Кроме того при разьеме формы приходится не модель вынимать из формы, а форму снимать с модели, что значительно сложнее, так как при этом легко испортить форму. При изготовлении большого количества одинаковых отливок выгодно сделать одну хорошую фальшивую опоку из крепкой глинистой земли или из обыкновенной формовочной, жирно обмазав ее льняным маслом и хорошо просушив в сушиле. Такая фальшивая опока может служить для большого количества формовок, являясь как бы подмодельной доской. При большом количестве отливок в деревянной доске можно вырезать место для половинки модели. Это еще удобнее и точнее.



Фиг. 48. Формовка по неразъемной модели с фальшивой опокой.

Формовка с подрезкой

Неразъемную модель можно заформовать и другим способом, избежав применения фальшивой опоки. Модель кладут на ровную подмодельную доску, заформовывают (фиг. 49) и переворачивают на другую сторону. Модель оказывается забитой так, что ее нельзя сразу вынуть из земли. Модель можно свободно



Фиг. 49. Формовка по неразъемной модели с подрезкой.

вытащить из формы после того, как удалена лишняя земля с верхней части модели и произведена подрезка земли до самой широкой части ее.

Присыпав землю сухим песком, ставят вторую опоку и набивают ее обычным путем, после чего, разняв опоки и вынув модель, получают две половинки, одна из которых имеет подрезку, а другая — уступ, образовавшийся от подрезки.

Литниковая система

При формовке алюминиевого и магниевого литья необходимо очень тщательно выполнить литниковую систему и правильно выбрать место подвода металла в форму. Значительный процент получающегося в литье брака часто происходит от несоблюдения правил подвода металла в форму.

Основные правила подвода металла заключаются в следующем:

1) литниковая система должна быть построена таким образом, чтобы шлак, мусор и прочие посторонние включения, попавшие в литниковый канал, не могли проникнуть в форму;

2) заполнение формы металлом должно быть спокойным: металл не должен падать в форму с большой высоты; отливка крупных деталей по возможности должна производиться снизу;

3) литники должны быть подведены в тонкие части отливки.

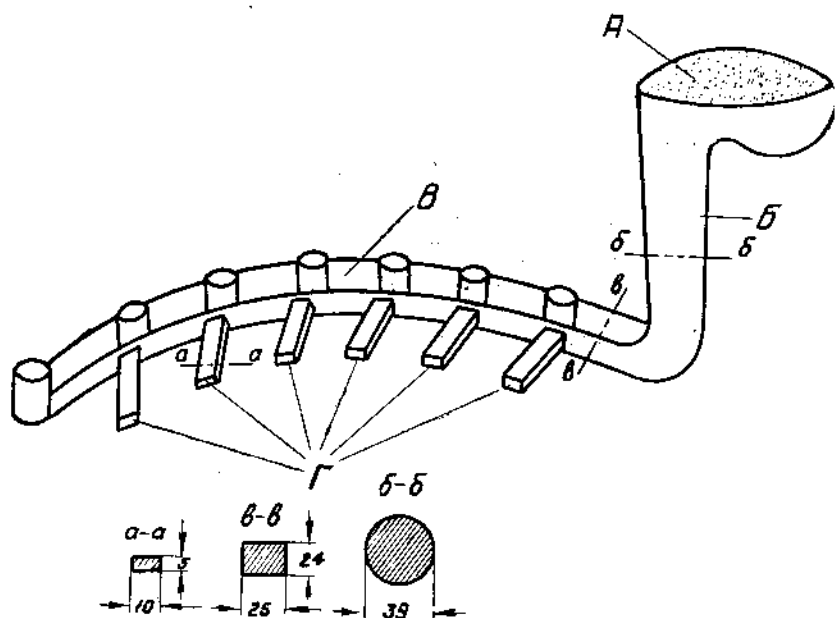
Построение литниковой системы

Литниковую систему можно разбить на четыре части (фиг. 50): литниковую чашу А, стояк Б, литниковый канал В и литники Г, подводящие металл к форме. При заполнении формы металлом вместе со струей металла в нее может попасть шлак, находящийся в самом металле или образующийся в процессе литья, мусор и пр. Все эти посторонние включения легче металла, поэтому они плавают на его поверхности в литниковой системе,

Расчет литников ведется следующим образом. Подсчитывается площадь поперечных сечений всех литников, подводящих металл к форме. Подсчитаем площадь поперечного сечения шести литников, изображенных на фиг. 50, шириной 10 мм и высотой 5 мм каждый. Площадь поперечного сечения одного литника равна $10 \times 5 = 50 \text{ мм}^2$. Площадь поперечного сечения всех литников равна $50 \times 6 = 300 \text{ мм}^2$.

Площадь поперечного сечения литникового канала должна быть больше площади поперечного сечения всех литников. Литниковый канал должен затормозить движение металла, задерживать шлак, мусор и прочие включения. Обычно принято площадь поперечного сечения литникового канала делать в полтора или два раза больше площади поперечного сечения всех литников. В настоящем примере

мы берем ее больше в два раза: $300 \times 2 = 600 \text{ мм}^2$. Площадь поперечного сечения в 600 мм^2 соответствует площади фигуры, у которой ширина равна 25 мм , а высота 24 мм . Таким образом получаем канал шириной 25 мм и высотой 24 мм . Площадь поперечного сечения стояка B в нижней его части берем в свою очередь в два



Фиг. 50. Литниковая схема.

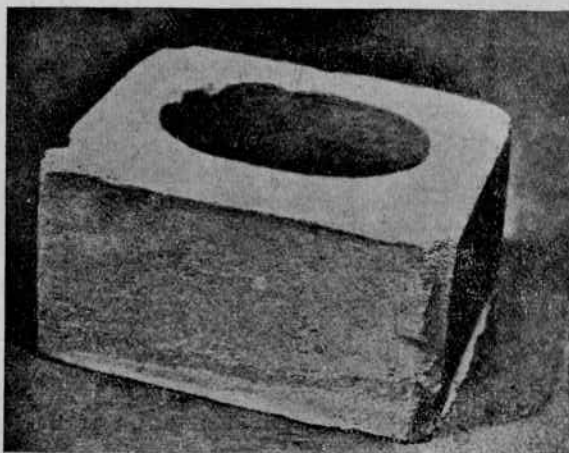
раза больше площади поперечного сечения литникового канала, что равно $600 \times 2 = 1200 \text{ мм}^2$. Площадь в 1200 мм^2 равна, примерно, площади поперечного сечения стояка диаметром 39 мм . Таким образом в результате подсчета получается, что стояк надо брать диаметром 39 мм , литниковый канал $25 \times 24 \text{ мм}$ и шесть литников с поперечным сечением в $10 \times 5 \text{ мм}$.

Литниковая чаша

Литниковая чаша служит приемником, в который заливается металл и из которого он растекается по литниковой системе. Размеры литниковых чаш зависят от размеров отливки. Они должны быть сделаны с таким расчетом, чтобы их легко можно было наполнить металлом и удержать в заполненном состоянии до конца заливки. Если чашу сделать очень больших размеров, то во время заливки ее трудно будет держать все время наполненной и шлак, попавший в нее вместе с металлом или образовавшийся в процессе литья, свободно сможет пройти в литниковый канал. В чашу же слишком маленьких размеров трудно заливать металл, так как при этом получается много splashes переливающегося через край чаши металла.

Для мелкого литья чашам придают форму воронки. Для средних по величине отливок хорошо пользоваться литниковыми чашами, сделанными по стержневым ящикам из крепкой стержневой земли с 1—2% льняного масла или декстрина. Хорошо просушенные в сушилке чаши очень прочны и могут несколько раз служить для заливки форм (фиг. 51).

Такие чаши ставят на верхнюю опоку над литниковым стояком. Их обмазывают с наружной стороны снизу глиной с тем, чтобы льющийся металл не мог сбить чашу в сторону. Эти чаши имеют большое применение, так как они очень удобны и дешевы.



Фиг. 51. Литниковая чаша.

Для отливки больших деталей, например картеров, обычно употребляют металлические литниковые чаши в виде сварных или литых коробок, обмазанных с внутренней стороны землей, окрашенных и хорошо просушенных. Литниковые чаши обязательно должны быть хорошо просушены. При заливке в сырую литниковую чашу металл быстро испаряет находящуюся в земле влагу, уносит ее с собой в форму в виде мелких пузырьков пара. От соприкосновения расплавленного металла с сырой землей образуется также шлак, который может попасть в литниковую систему.

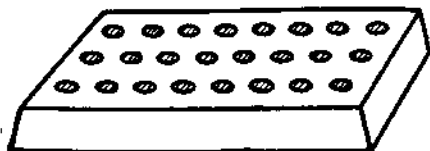
Литниковый стояк

Литниковому стояку для алюминиевого и мелкого магниевого литья обычно придают круглую форму с небольшим конусом вниз. При работе со сплавами, дающими большой процент брака из-за шлаковых включений, в нижнюю часть стояков ставят сетки, которые способствуют улавливанию шлаков литниковой системой. Сетки ставят металлические или земляные, сделанные по стержневым ящикам.

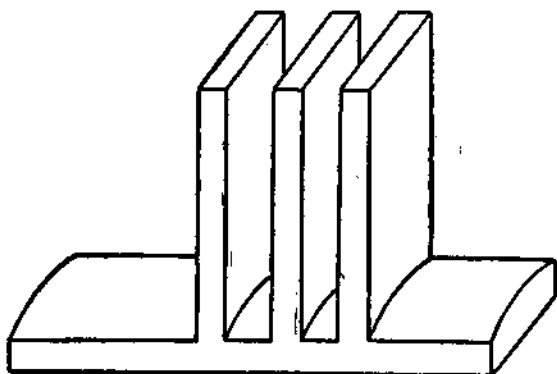
На фиг. 52 изображена сетка-фильтр, сделанная по стержневому ящику. Устройство ящика не сложно. Он представляет собой коробку, в дне которой закреплены конусные металлические шипы диаметром 4—5 мм.

Для среднего и крупного магниевого литья стояки делаются в виде тонких узких пластин по нескольку вместе. Их называют фильтрами (фиг. 53).

При такой форме металл меньше горит в стояке. Особенно это важно в тех случаях, когда через литниковый стояк в форму пропускается большое количество металла. Кроме того такая форма литников способствует улавливанию шлаков и флюсов, попадающих в литниковую чашу.



Фиг. 52. Сетка-фильтр.



Фиг. 53. Литник-фильтр для электрона.

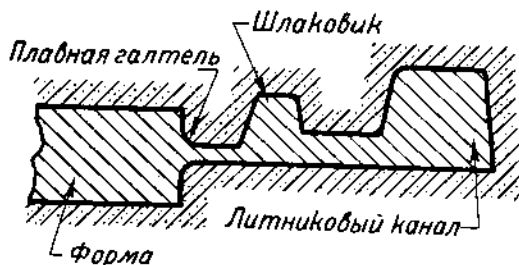
Литниковый канал

Из литникового стояка металл поступает в литниковый канал, или коллектор, от которого отходят маленькие литники, подводящие металл к форме. Основное назначение литникового канала — равномерно и одновременно заполнить всю форму металлом, задержать в нем шлак, мусор и прочие включения. Канал необходимо делать высоким с постепенным сужением к концу его длины. С целью облегчения вывода воздуха из литникового канала в его конце над шлаковиком делают „духа“ — наколы тонкой стальной иглой.

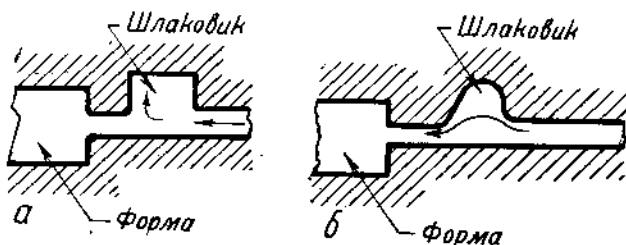
Литники

Как правило, литники, подводящие металл к форме, должны подрезаться только снизу канала в виде тонких щелей. Необходимо помнить, что шлак, мусор и воздух, попадающие в литниковый канал, легче металла и плавают на его поверхности. Литники, подрезанные снизу, забирают из канала только чистый металл.

Так как сумма поперечных сечений всех литников, подводящих металл в форму, меньше поперечного сечения литникового канала, то литники тормозят движение металла в литниковом канале, вследствие чего шлак и мусор задерживаются на поверхности и не могут попасть в форму. С целью лучшего улавливания шлака и мусора перед литниками на литниковом канале ставятся шлаковики (фиг. 54), т. е. в верхней части канала делаются углубления, в которые и собирается шлак. Углы у шлаковиков должны быть обязательно острые, с тем чтобы шлак и мусор задерживались в них и всплывали.



Фиг. 54. Поперечное сечение литника.



Фиг. 55. Правильное и неправильное устройство шлаковика.

На фиг. 55 показано правильное (а) и неправильное (б) выполнение шлаковика. Шлаковик с закруглением хуже улавливает шлак, так как он не может зацепиться за сглаженные углы шлаковика. Хорошие результаты в смысле улавливания шлака дает установка шлаковика на самом литнике. В этом случае поперечное сечение литника за шлаковиком должно быть меньше, чем до шлаковика.

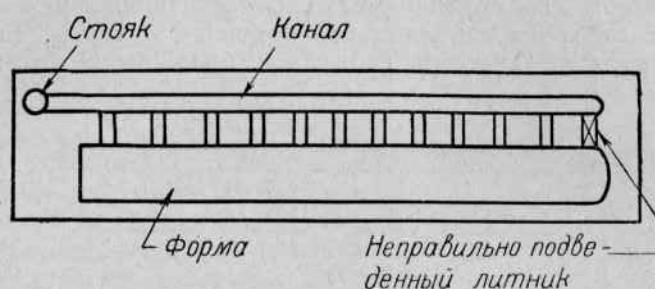
Подрезку литников не следует производить в самом конце литникового канала, так как в нем обычно скопится мусор, который через крайний литник может попасть в форму (фиг. 56).

Сечение и толщина литников устанавливаются в зависимости от сечения и толщины отливаемой детали. В моделях со сложной конфигурацией, где не всегда возможно подвести металл в нужное место с помощью обычного плоского литника, подводят металл при помощи рожков (фиг. 57).

Рожок должен иметь точное закругление по радиусу с конусом, позволяющим его легко вынимать из земли. Рожки бывают различной

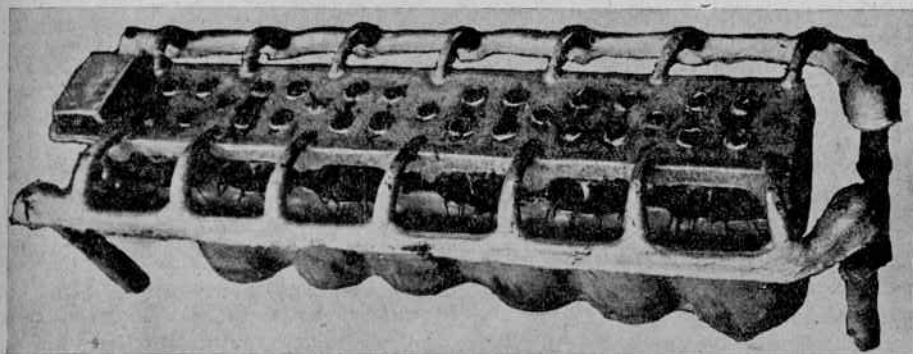
формы и размеров в зависимости от величины и формы отливки. Рожки очень удобны для подвода металла в форму, так как они забирают чистый металл снизу литникового канала.

Место подрезки литников в форме не должно иметь острых углов. Все они должны иметь плавные галтели (см. фиг. 54), так как острые углы способствуют образованию трещин под литником.



Фиг. 56. Схемы неправильно выполненного литника.

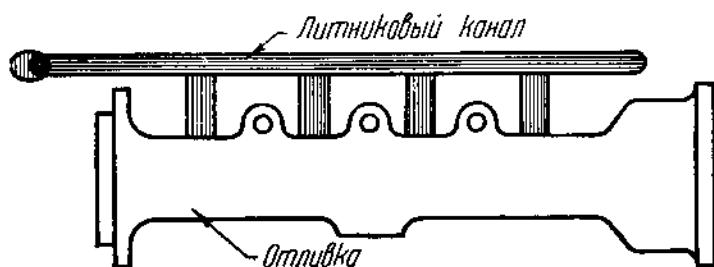
Количество литников, подводящих металл к форме, устанавливается в зависимости от ее размеров и толщины стенок отливки. Чем больше отливка и чем тоньше ее стенки, тем большее количество литников требуется для ее заполнения.



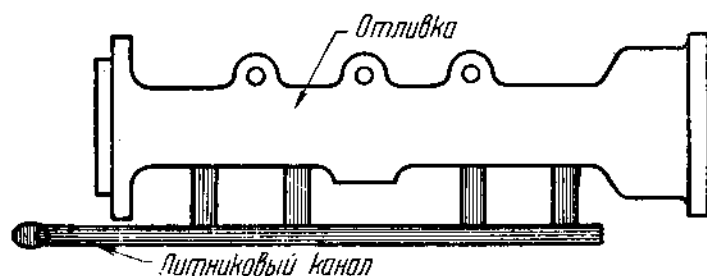
Фиг. 57. Отливки с рожковыми литниками.

Места подвода металла к форме обычно сильно разогреваются проходящим металлом, так что под литниками часто получаются усадочные раковины и рыхлоты. Количество литников, подводящих металл к форме, увеличивают, стараясь разогрев сделать наименьшим. С целью уменьшения местных разогревов в отливке под литниками на форме ставят металлические холодильники, которые, поглощая часть тепла, уменьшают степень ее разогрева и, следовательно, препятствуют образованию усадки и рыхлоты.

Литники в форме должны быть так устроены, чтобы их легко и удобно можно было срезать или срубить, не рискуя выломать их при обрубке с телом. Формовщики обычно не задумываются над тем, удобно ли будет обрубить отливку. Обрубщикам часто приходится тратить очень много времени на обрубку сложно подвешенного литника, тогда как формовщик мог его подрезать в другом, более удобном для обрезки месте, без ухудшения условий литья. На фиг. 58 показана неправильная подрезка литника. Его можно только аккуратно срубить зубилом, с большим риском испортить



Фиг. 58. Схема неправильного подвода литников.



Фиг. 59. Схема правильного подвода литников.

отливку, тогда как другим способом (фиг. 59) литник можно ровно срезать на ленточной пиле, затрачивая на это меньше времени и энергии.

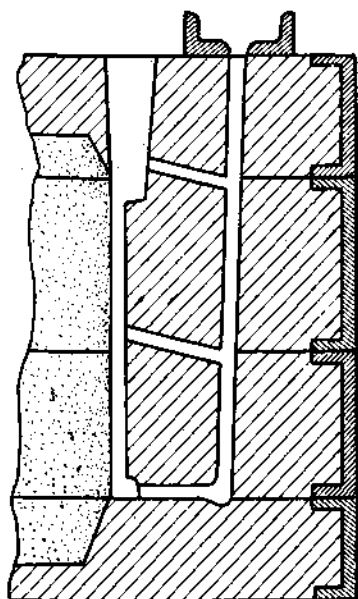
Как правило, металл подводится в тонкие сечения отливок, которые застывают раньше толстых, массивных частей. Необходимым условием получения хорошего литья является спокойное заполнение формы с постепенным вытеснением воздуха из нее. Наилучшим способом подвода металла в форму для алюминиевого, особенно магниевого литья, является подвод снизу с постепенным заполнением формы металлом и спокойным вытеснением из нее воздуха. Этот способ хорош для литья отливок с высотой формы не больше 300—400 мм. При литье высоких отливок с тонкими стенками металл, поднимаясь снизу вверх, соприкасается все с новыми и новыми стенками формы, быстро охлаждается и может загустеть раньше, чем заполнит всю форму. Отливка получится с незаливом.

Способ подвода металла в таких случаях сверху формы, хотя и помогает залить ее полностью, но в тоже время имеет крупные недостатки.

При заполнении формы сверху металл, падая на низ формы, захватывает с собой воздух и не дает ему спокойно выходить из формы. Воздух, проходя через металл, создает кипение последнего и часто, застряв в металле, остается в нем, образуя газовые раковины. Кроме того струя металла при падении с большой высоты на низ формы, соприкасаясь с воздухом, окисляется и образуется шлак.

Очень хорошие результаты дает ступенчатый способ подвода металла в форму. Он соединяет в себе выгоду обоих способов. Металл подводится снизу формы, но на некоторых расстояниях по высоте подводятся дополнительные боковые литники (фиг. 60). Металл в этом случае вначале заполняется спокойно через нижний литник. После того как форма заполняется до уровня второго литника, заполнение формы пойдет через него, причем в форму будут поступать новые порции горячего металла. Дойдя до уровня третьего литника, металл пойдет через него и т. д.

При этом способе соблюдается спокойное вытеснение воздуха из формы и ее заполнение. Боковые (дополнительные) литники необходимо делать с некоторым подъемом кверху, с тем чтобы в них не попадал металл из стояка раньше времени. При таком способе подвода наиболее горячий металл находится в верхней части отливки, вследствие чего газы и шлаки имеют возможность свободно всплыть через жидкий металл в прибыля.



Фиг. 60. Ступенчатый литник.

11. ИЗГОТОВЛЕНИЕ СТЕРЖНЕЙ

Подготовка рабочего места

Перед началом работы стерженщик должен проверить, в порядке ли его рабочее место. Верстак должен быть чистым, на нем не должно лежать посторонних предметов, которые мешают его нормальной работе, вносят беспорядок и рассеивают внимание. Стерженщик должен иметь весь инструмент и приспособления, необходимые для данной работы. Перед началом работы стерженщик должен осмотреть, в порядке ли его стержневой ящик, имеются ли в нем все отъемные части. Если таковые имеются, то хорошо ли они к нему подогнаны. Если отъемные части слишком плотно

сидят в ящике, их надо отправить в модельный цех на исправление. Если отъемные части слишком свободно сидят и болтаются в своих гнездах, ящик также надо отправить на исправление, так как изготовленные с перекошенными отъемными частями стержни могут вывести отливку в брак.

Вентилирование стержней

При изготовлении стержней необходимо обратить особое внимание на вывод из них воздуха и прочих образующихся при заливки в стержнях газов. Стержни по сравнению с формой находятся в значительно худших условиях, так как они почти кругом заливаются металлом, и выход из них газов возможен только через знаки.

При заливке формы металлом земля в стержне сильно разогревается окружающим его металлом. Воздух, находящийся в стержне в промежутках между отдельными песчинками, сильно разогревается и начинает расширяться в объеме. Находящиеся в стержне различные связующие вещества — декстрин, масло — начинают гореть и превращаются в газ, который также сильно расширяется, и все это с силой стремится вырваться из стержня наружу.

Выход газов из стержня возможен двоякий:

- 1) либо через знак формы,
- 2) либо через металл, пока он находится еще в жидком состоянии и не может сильно сопротивляться действию газов.

Если в стержне не сделать специальных каналов (духов), облегчающих выход газов, то они пойдут через жидкий металл, стремясь вырваться наружу. Залитый в форму металл начнет бурлить. Застывший в металле воздух образует газовые раковины.

В простых стержнях несложной формы, например в цилиндрическом стержне, достаточно сделать в центре насквозь один или два тонких канала душником во время его изготовления, чтобы через них уже мог свободно выходить из стержня газ.

В стержнях более сложной формы, где невозможно сделать душником канал, для этой цели применяются восковые фитили. При изготовлении стержня фитиль обычно прокладывают в плоскостях разъема ящиков. При сушке стержня воск расплавляется и впитывается в ближайший к фитилю слой песка. Фитиль сгорает или свободно выдергивается из сухого стержня. На месте фитиля образуется канал, по которому газы свободно выходят из стержня. Фитили обычно прокладываются в сложных ажурных стержнях, откуда иным способом невозможно вывести газы.

Среднюю часть стержней больших размеров для придания им лучшей газопроницаемости и податливости набивают небольшими (приблизительно 20 мм в поперечнике) кусками кокса. Между кусками кокса образуются промежутки, через которые из стержня через знак легко могут выходить наружу газы.

Еще лучшим способом облегчения вывода газов из массивных стержней является способ изготовления стержней с пустой серединой.

Пустотелые стержни изготовляют следующим образом. В середину ящика после обкладки стенок его землей закладывают деревянный чурбан. После набивки ящика землей чурбан вытаскивают, а в образовавшуюся пустоту засыпают сухой песок, ящик накрывают плитой, переворачивают, стержень вынимают из ящика, отделяют и направляют в сушку. После сушки стержня сухой песок легко удаляется из середины, и стержень получается пустым.

Стержневые рамки

Для того чтобы стержни были достаточно прочными и в сухом и в сыром состоянии и не разрушались при переноске их в сушилку от неизбежных легких толчков, их укрепляют специально изготовленными рамками (часто называемыми каркасами, или скелетами). Рамки закладывают в ящик и заформовывают вместе с землей. Для мелких и средних стержней рамки изготовляют из мягкой, хорошо отожженной проволоки. Для тяжелых массивных стержней рамки делают чаще всего литыми — обычно чугунными или из алюминиевых сплесков. Такие рамки отливают вместе с заформовываемой в землю проволокой, которая после заливки формы металлом составляет с ней одно целое.

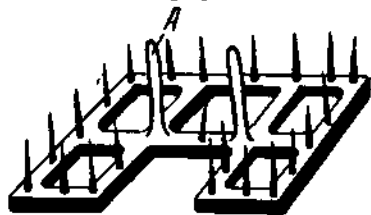
Для более сложных стержней рамки изготовляют из нескольких кусков проволоки, связанных вместе. Рамка должна быть изготовлена так, чтобы ее легко можно было удалить из заливной формы, не повредив при этом самой отливки.

Рамку сложной формы, которую удалить из отливки целиком не представляется возможным, составляют из нескольких частей, связанных тонкой проволокой. При удалении такой рамки из отливки ее легко разрушают, перекусив кусачками связанные места и вытаскивая по частям. К рамке средних и крупных стержней для удобного опускания их в форму и при сборке с подвешиванием прочно привязывают проволоочные вески. Вески должны быть сделаны из железной проволоки и крепко привязаны к рамке, так как ей приходится выдерживать на себе весь вес стержня.

Вески, привязанные к рамке, не должны качаться и вытягиваться, иначе стержень при поднятии может сломаться.

В литых рамках проволоочные вески обычно заливаются вместе с рамкой (фиг. 61). Вески должны быть расположены в центре тяжести стержня с таким расчетом, чтобы стержень при опускании его в форму не перекашивался.

Рамки изготовляют только из мягкой отожженной проволоки. Обычная проволока, не подвергнутая предварительному отжигу, не может применяться для изготовления стержневых рамок. Рамка, изготовленная из неотожженной проволоки, при сушке стержня будет коробиться и испортит стержень: он растрескается, покоробится и не будет иметь точных размеров.



Фиг. 61. Литая рамка с проволоочными весками.

Отжиг проволоки может быть произведен в обычных нефтяных волчках. Моток проволоки укладывают в печь и нагревают до красного цвета. После медленного остывания проволока становится мягкой и пригодной для вязки из нее рамок.

Отжиг лучше производить в электропечах при 850—900°. В них проволока отжигается ровнее и без окалины.

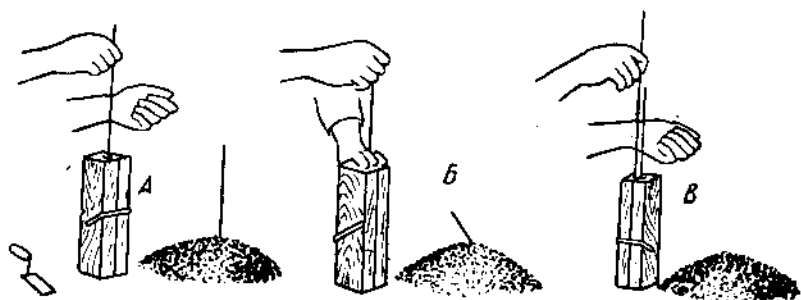
На изготовление стержневых рамок тратится много рабочего времени и ценного материала. Поэтому при выбивке стержней из отливки необходимо стараться не портить рамок.

После выбивки стержней рамки собирают и направляют на исправление. Если алюминиевая рамка расколота, то ее можно прочно связать проволокой. Если же исправить ее нельзя, то материал рамки идет в последующую переплавку для отливки новых рамок.

Приемы изготовления стержней

Приступая к работе, стерженщик должен чисто протереть тряпкой внутреннюю часть стержневого ящика, очистить его от пыли, песка и прочих посторонних предметов. Если ящик разъемный, то надо проверить, не набилась ли в гнезда, соединяющие обе половинки ящика, земля, так как она помешает им плотно соединиться.

Разберем в последовательном порядке изготовление стержней и приемы их изготовления.

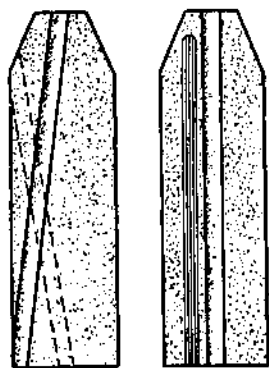


Фиг. 62. Формовка цилиндрического стержня.

Простой цилиндрический стержень по ящику, состоящем из двух половинок (фиг. 62), изготавливают следующим образом. Внутренние половинки ящика слегка припыливают лycopодием для того, чтобы к стенкам стержня при выемке его из ящика не приставала земля. Набить ящик землей можно двумя способами: либо скрепить обе половинки ящика плотно скобой или струбциной и, поставив его, засыпать сверху землю и уплотнять ее маленькой набойкой, либо набивать землю отдельно по двум половинкам ящика, а потом соединить их. Набивка стержня землей является серьезной и ответственной операцией. Если земля набита очень плотно, то она малогазопроницаема и плохо пропускает через себя газы, стержень получается прочным. Если земля набита слабо, то стержень имеет большую газопроницаемость, но в то же время непрочен и легко

может сломаться при установке его в форму или от удара о него струи расплавленного металла. При набивке стержня, так же как и формы, необходимо обращать особое внимание на равномерное уплотнение земли. При неравномерном уплотнении земли после заливки стержня металлом отливка часто имеет ужимины со стороны стержня. Умение правильно и равномерно набить стержень дается определенной практикой.

В ящик вместе с уплотняемой землей закладывают кусок проволоки немного короче тлины ящика. Проволока придает стержню большую прочность. Для создания канала для вывода газа из стержня уплотненную землю протыкают насквозь душником так, чтобы он проходил в пентре стержня. Необходимо избегать искривления канала, как показано на фиг. 63, так как в этом случае металл при заливке формы может попасть в отверстие канала и газам некуда будет выйти из стержня. Они смогут выйти только через металл и испортят, следовательно, отливку. Чтобы сделать канал более точным, в ящик закладывают конец прямой проволоки длиной немного больше самого ящика с таким расчетом, чтобы она проходила как раз посредине ящика. После окончательного уплотнения земли в ящике проволоку вытаскивают, и на ее месте в стержне образуется канал.



Фиг. 63. Неправильное выполнение вентиляционного канала в стержне.

Стержень освобождают из ящика следующим образом. По ящику несколько раз слегка ударяют (расстукивают) деревянным молотком, для того чтобы земля лучше отстала от стенок ящика. Сильные удары или продолжительное расстукивание легкими ударами сильно уплотняет землю в ящике, а размеры стержня уменьшаются.

После расстукивания с концов ящика необходимо ровной линейкой аккуратно счистить выступающую лишнюю часть земли, так как от расстукивания она выпирает из концов ящика. Если землю не счистить, то стержень будет длиннее, и при установке в форму он неверно встанет в знак формы, вследствие чего форма или стержень могут разрушиться. Ящик надо разнимать аккуратно, двумя руками. Вначале снимают верхнюю половинку ящика, после чего придерживая стержень слегка руками, его перевортывают вместе со второй половинкой ящика и аккуратно опускают на плиту (фиг. 64). Для того чтобы стержни, лежащие на плите, не сминались от собственного веса, на плиту насыпают ровный слой сухого мелкого песка, который служит мягкой постелью для стержней. После того как вся плита заполнена стержнями, ее ставят в сушку. После просушки стержни окрашивают и вторично слегка просушивают для удаления из стержня влаги от краски.

Более сложной формы стержни (фиг. 65) изготовляют в стержневом ящике, состоящем из двух одинаковых половинок (фиг 66).

Каждую половинку ящика набивают землей в отдельности. В каждую половинку ящика закладывают по одной проволочной

или литой рамке. Последняя должна находиться на одинаковом расстоянии от стенок ящика. Часто при уплотнении земли рамки сбиваются к одной из стенок. При этом часть рамки после освобождения стержня из ящика выступает на поверхность стержня. Такие стержни надо браковать, так как выступающая часть рамки отнимает от отливки в этом месте много тепла, что может привести к образованию в ней трещины.



Фиг. 64. Освобождение стержня из ящика.

Рамка не должна быть очень широкой и близко подходить к краям стержня, так как при усадке отливки она не даст стержню сжаться, и отливка может дать трещину.

После уплотнения земли счищают линейкой лишний слой земли с каждой из половинок ящика. На очищенную поверхность земли наносят слой жидкой глины, после чего обе половинки ящика плотно соединяют вместе. Глина служит для склеивания обеих половинок стержня. Между половинками ящика не должна попадать земля, чтобы размеры стержня не увеличились.



Фиг. 65. Готовый стержень.



Фиг. 66. Половина стержневого ящика.

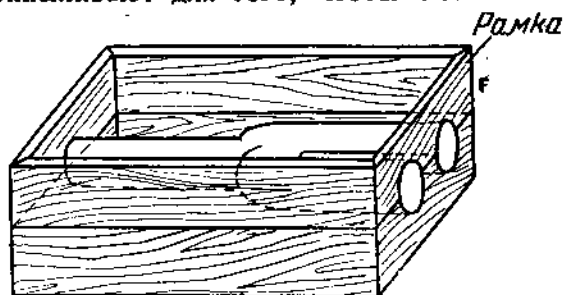
С концов ящика землю подбивают маленькой трамбовкой, душком делают духа, после чего производится выемка стержня.

После обычного расстукивания поднимают верхнюю половинку ящика. Ящики надо разнимать очень аккуратно, так как стержень легко можно поломать. Ящик надо поднимать прямо, чтобы стенки его при подъеме не поломали края стержня. При поднятии ящика вкось край стержня обязательно будет надломан.

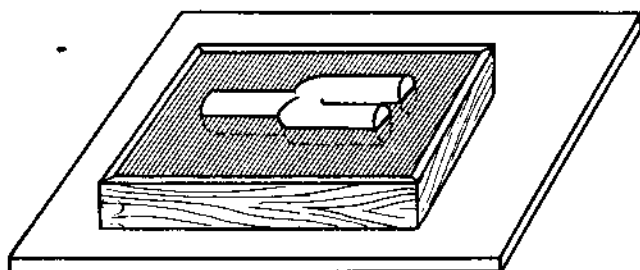
Стержень сложной формы нельзя так же просто вынуть из второй половинки ящика, как стержень простой формы.

Стержень освобождают при помощи деревянной рамки (фиг. 67). На плоскость разъема ящика ставят деревянную рамку, выступающую над поверхностью освобожденной половинки стержня на 25—

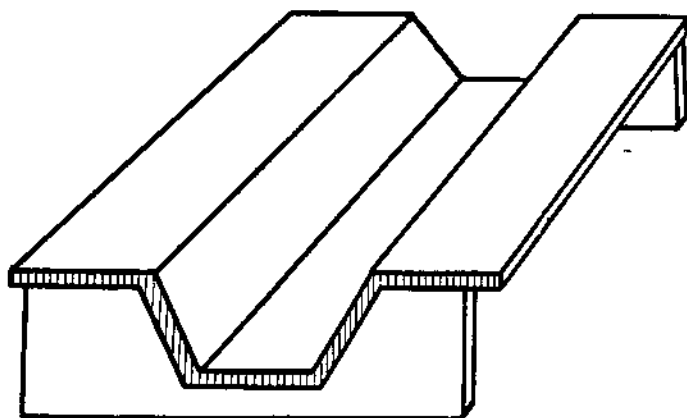
20 мм. Освобожденную из ящика часть стержня припыливают лycopодием и в рамку закладывают чистый, слегка сырой мелкий песок (лycopодием припыливают для того, чтобы песок не приставал



Фиг. 67. Рамка для установки стержня на плиту для сушки.



Фиг. 68. Стержень, уложенный в песок для сушки. Рамка не удалена.



Фиг. 69. Плита драйер.

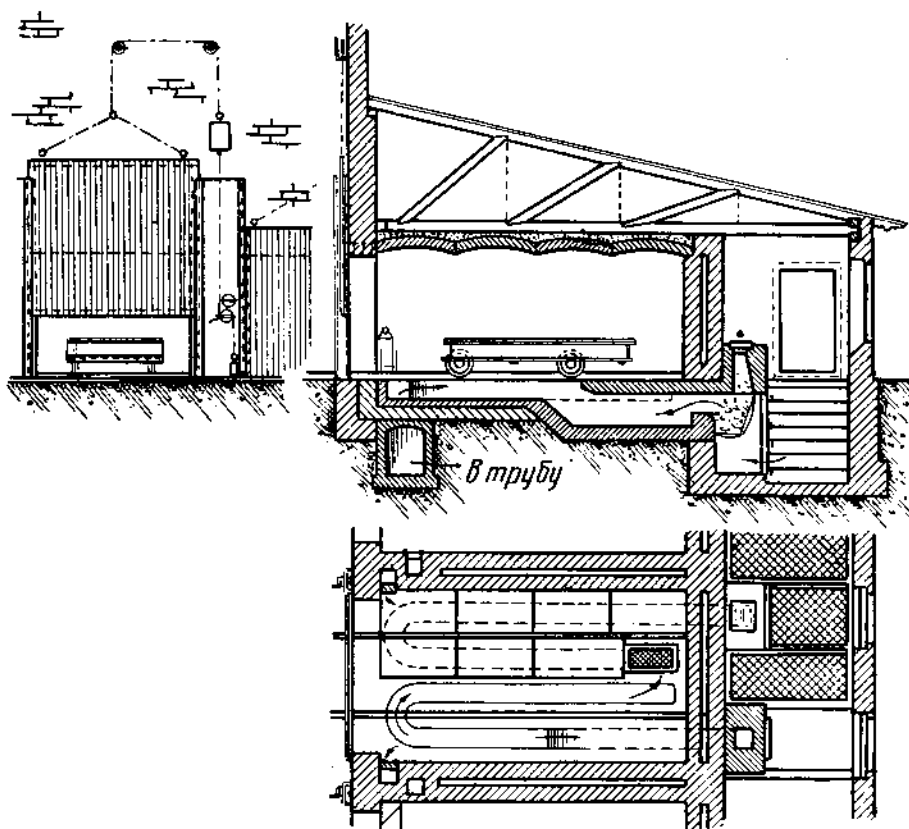
к стержню). Песок засыпают вровень с рамкой; лишнюю часть его счищают линейкой. На рамку накладывают стержневую плиту. Ящик и плиту крепко скрепляют скобой, после чего все вместе

перевертывают так, что плита оказывается вниз, а ящик вверх. Ящик, а затем и рамку аккуратно поднимают вверх, и стержень остается лежать на слое песка (фиг. 68).

При изготовлении большого количества стержней сложной формы, установить которые на ровную плиту нельзя, а операция перевертывания стержня отнимает много времени, изготавливают специальные фасонные плиты по форме стержня. Эти плиты называют также драйерами. На фиг. 69 изображена одна из таких фасонных плит. После снятия верхней половинки ящика на выступающую часть стержня накладывают фасонную плиту. Выступ стержня входит в углубления плиты. Ящик со стержнем и плитой перевертывают, вторую половинку ящика снимают, и стержень остается лежать на плите. При этом нет надобности ни в поворотной рамке, ни в подстилке под стержень песка.

Сушка форм и стержней

Как уже было упомянуто, большинство форм и все стержни без исключения подвергаются сушке в специальных сушилках. Сушка преследует две цели: удаление влаги из форм и стержней и повы-



Фиг. 70. Сушило для форм.

шение их прочности. Сушка производится в специально для этого устроенных помещениях, называемых сушильными камерами или просто сушилками. Существует много различных конструкций сушилок; мы опишем получившие у нас наибольшее распространение.

Камерные сушилки

Сушка форм и крупных стержней обычно производится в сушильных камерах больших размеров (фиг. 70). Они представляют собой кирпичные камеры различной величины в зависимости от размеров и количества помещаемых в них форм и стержней. Потолок делается сводчатый на железных балках. Крупные формы устанавливаются на тележку, вкатываемую в камеру по специально устроенному рельсовому пути. Более мелкие формы и стержни устанавливаются на железных полках, расположенных по стенам. Сушилки запираются массивными железными дверями.

Сушка форм и стержней производится горячими газами, образующимися в топке от сгорания в ней топлива. В качестве топлива обычно применяется кокс или мазут. Получающиеся газы идут по каналу под полом и выходят в сушильную камеру через специальные окна, расположенные по одной ее стороне. Поднявшись вверх, газы обогревают формы и спускаются вниз по другую сторону камеры в канал, отводящий их в дымовую трубу. Проходящими горячими газами формы и стержни нагреваются. Находящаяся в них влага испаряется, и они постепенно просушиваются.

Сушильные шкафы

Сушка мелких и средних стержней обычно производится в сушильных шкафах (фиг. 71) различных конструкций — газовых, коксовых, нефтяных или электрических. Стержни в шкафах устанавливаются на специальные выдвигающиеся полки.

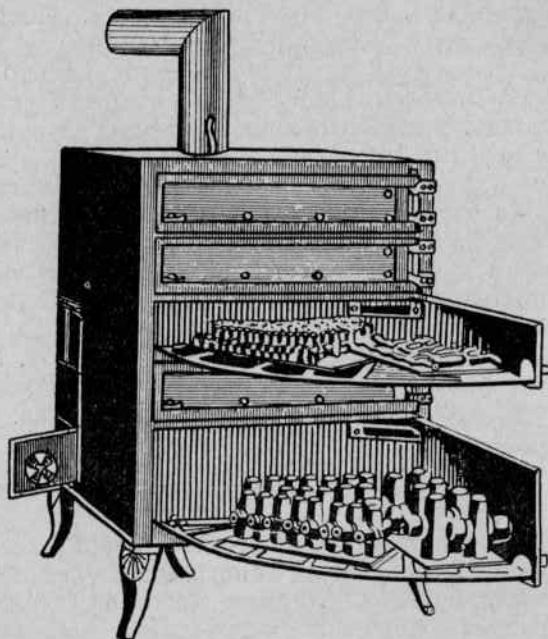
Сушка форм и стержней является серьезной операцией, особенно для стержней, имеющих в качестве связующих добавок органические вещества — масла, декстрины. Часто небольшие перегревы или передержки стержней приводят к их пережогу, и, наоборот, недосушенные стержни образуют в отливках газовые раковины от невыгоревших органических веществ. При массовом литье на каждый род форм и стержней устанавливаются специальные режимы (температура сушки и ее продолжительность), за проведением которых ведется строгое наблюдение.

В современных оборудовании литейных при каждом сушке устанавливается прибор, который автоматически записывает на особой ленте температуру сушки.

Электрические шкафы имеют такие приборы, которые не только записывают температуру сушки, но и регулируют ее. При помощи такого прибора в сушильном шкафу можно установить любую температуру, необходимую для сушки данных стержней. Такие сушилки почти не требуют за собой наблюдения.

Процесс сушки

В начале сушки стержни или формы должны постепенно прогреваться на всю глубину. Теплота проникает внутрь земли очень медленно вследствие ее плохой теплопроводности. Проникновение тепла идет, главным образом, за счет влаги, находящейся в земле, обладающей значительно большей теплопроводностью. Поэтому первая часть сушки должна проходить при низкой температуре ($120-130^{\circ}$), с тем чтобы вся форма или стержень хорошо прогрелись насквозь. Если стержни или формы начать сушить сразу при



Фиг. 71. Сушильный шкаф для стержней.

высокой температуре, то они будут сохнуть только снаружи, образуя тонкую сухую корку, которая будет мешать дальнейшему испарению влаги из внутренней части стержня. Поэтому ни в коем случае нельзя форму или стержни ставить сразу в сушило, имеющее высокую температуру, или быстро повышать ее, так как от сильного жара, сразу охватывающего форму или стержни, поверхность будет быстро высыхать и растрескиваться. Растрескивание происходит вследствие неравномерного расширения сильно разогретых наружных слоев земли относительно внутренних, менее прогретых. В результате стержень снаружи потрескается, а в середине будет сырой, и его придется забраковать. После хорошего предварительного прогрева стержня или формы насквозь в сушиле можно повышать температуру с тем, чтобы сушка шла скорее. Для сушки форм требуется значительно большее время, чем для

сушки стержней, так как формы соприкасаются с горячими газами только с одной поверхности, а остальная ее часть закрыта опоккой, тогда как стержни часто почти кругом подвергаются действию горячих газов.

Сушка форм для алюминиевого литья обычно ведется при 250—350° в течение 5—8 час. в зависимости от размеров форм и их количества в сушке.

Формы для магниевого литья сушат при более низких температурах по той причине, что формовочные смеси для магниевого литья содержат меньшее количество глины, что ускоряет сушку форм. Кроме того при более высокой температуре с поверхности сильно выгорает сера, находящаяся в земле. Формы для магниевого литья обычно сушат при 150—200° в течение 3—5 час. в зависимости от размеров форм и степени загрузки сушила. Сушка стержней для алюминиевого литья, изготовленных из смеси с добавкой льняного масла, производится при 220—250°. При более высокой температуре масло начинает сильно выгорать, и стержни теряют прочность, начиная осыпаться. Стержни, изготовленные из смеси с добавкой декстрина, сушат при 200—240°. Продолжительность сушки устанавливается в зависимости от размеров и формы стержней. Чем крупнее стержень, тем осторожнее его надо сушить. Крупные стержни надо сушить продолжительное время при низкой температуре, и только после хорошего прогрева стержня насквозь можно повысить температуру сушки. Открытые со всех сторон тонкие стержни скорее прогреваются до середины, и поэтому их можно сушить при более высокой температуре. Стержни для магниевого литья, так же как и формы, сушат при более низких температурах: 150—180°. Продолжительность сушки зависит от размеров и количества стержней в сушиле.

Контроль стержней

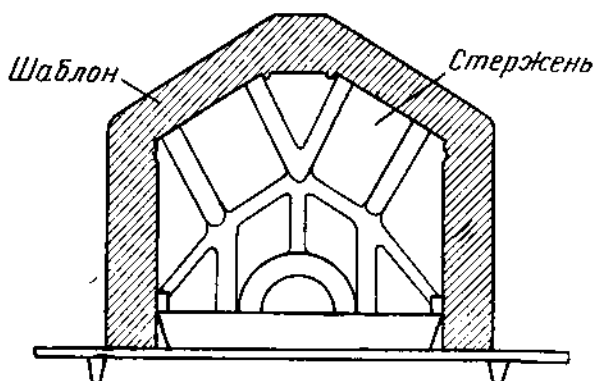
Хорошо просушенные стержни очищают от заусенцев, приставшего к ним песка и лишней краски и направляют на проверку в отдел контроля стержней. Контролер обязан осмотреть стержни и выявить имеющиеся дефекты. Контролер осматривает правильно ли выведены в стержне духа, на месте ли сделаны вески, не покрашены ли краской бобышки, хорошо ли просушены стержни и пр. Если в стержне должны стоять холодильники, то контролер осматривает, правильно ли они установлены в стержне и приняты ли меры против образования на них отдулин. Контролер проверяет также размеры стержней. Проверка производится на ровно выстроенных чугунных или алюминиевых плитах при помощи специальных шаблонов и различных мерительных инструментов.

Шаблом называется приспособление, при помощи которого можно проверить правильность размеров какого-нибудь изделия. Для проверки большого количества одних и тех же стержней изготовляют специальные шаблоны из дерева, железа или алюминия. Наиболее удобными надо считать алюминиевые, так как деревянные не так прочны, легко рассыхаются и коробятся, а железные

тяжелы. Для проверки стержни устанавливают на разметочные плиты.

Большие и сложные стержни удобно проверять на круглых вращающихся столах. Ставя стержень на стол и постепенно вращая его, можно легко и удобно осмотреть весь стержень, не сходя с места. Проверка стержней шаблоном ведется следующим образом. Стержень ставят на чистую ровную проверочную плиту. Под плоскость стержня, поставленного на плиту, не должен попадать мусор, песок и пр., так как он при этом встанет неверно, и его невозможно будет точно проверить.

В зависимости от того, как контролер сочтет удобным, шаблон либо опускают сверху на стержень, либо аккуратно надвигают сбоку. При этом шаблон не должен перекашиваться и ломать стенок



Фиг. 72. Схема проверки стержня шаблоном.

стержня. На фиг. 72 изображен стержень картера с надетым на него шаблоном. Шаблон должен плотно охватывать весь стержень и нижней своей частью лежать на плоскости плиты. По небольшому просвету, получающемуся между стенками шаблона и стержня, судят о пригодности стержня.

Если между стержнем и шаблоном в каком-нибудь месте получился большой зазор, допустить который нельзя, так как он поведет к сильному утолщению в этом месте отливки, то стержень бракуют. Если шаблон нельзя надеть на стержень, так как он получился слишком широким, то его бракуют. Залитая с таким стержнем форма будет иметь ненормально тонкие стенки, и отливка будет все равно забракована.

Изменение размеров стержней

Иногда при правильных размерах стержневого ящика и хорошей работе стерженщика размеры стержней после сушки все же оказываются неправильными. Это относится главным образом к крупным и средним стержням. Причину надо искать в качестве применяемой для изготовления стержней смеси и в неаккуратном обращении с сырыми стержнями при переноске и установке их в сушиле.

Если содержание глины в стержне недостаточно или земля сильно переувлажнена, то стержень оседает от собственного веса, становясь ниже и шире. В таких случаях надо применять менее влажную стержневую смесь, а если этого недостаточно, то повысить в стержневой смеси содержание глины. На изменение размеров стержня влияет также способ установки их на плите. В зависимости от размеров и формы стержни надо либо ставить на свои знаки, либо укладывать боком с подсыпкой песка. Особенно аккуратно надо обращаться с сырыми стержнями при выемке их из ящика на плиту и при переноске в сушило. Стержни в сыром состоянии очень непрочны и легко оседают даже при слабых толчках и сотрясениях.

Сборка форм

Сборка форм является одной из ответственных операций в работе формовщика. При недостаточно внимательной и аккуратной сборке формы отливка может выйти в брак, и большое количество времени, потраченного на формовку, изготовление стержней и приготовление сплава, пропадет даром. Пропадет также часть материала, пошедшего на отливку.

Подготовка формы к сборке

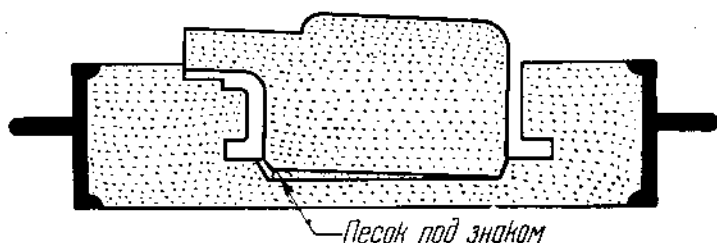
Приступая к сборке, формовщик должен внимательно осмотреть всю форму. Надо проверить, правильно ли в форме сделаны прибыли и прорезаны литниковые каналы, поставлены ли в форму нужные холодильники и не сбились ли они в сторону при формовке.

Необходимо проверить, не покрашены ли краской бобышки, фланцы, различные бортики, ребра и прочие места. Лишняя краска должна быть снята с формы мягкой кистью. В случае небольшой, несерьезной поломки формы формовщик должен ее аккуратно исправить, закрасив исправленные места краской и хорошо подсушив газовой горелкой или паяльной лампой. Знаки формы должны быть чистыми. В них не должно быть земли, мусора, краски. В знаках должен быть сделан канал для вывода газов из стержня. Если канал не был сделан в сырой форме или засыпан землей, его надо вновь хорошо прочистить душником. От душника на стержнях остается небольшой бугорок. Этот выступ обязательно должен быть снят вровень с плоскостью, так как он не дает стержню точно встать в свой знак. После того как форма готова, можно приступить к сборке стержней.

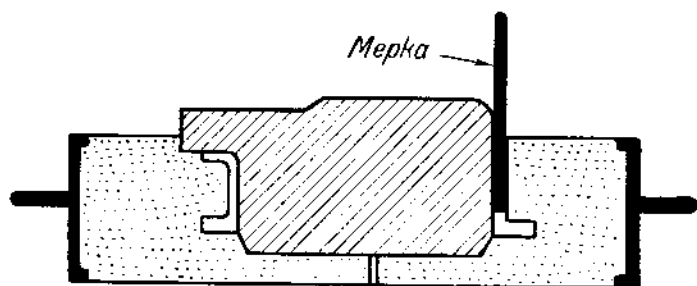
Приемы сборки форм

Прошедшие контроль стержни устанавливаются на свои места в знаки формы. При опускании в форму стержень должен прямо встать в свой знак в форме. Если стержень опущен криво, знак стержня может задрать края формы, под знак стержня насыпается песок, и стержень не может точно встать на свое место (фиг. 73).

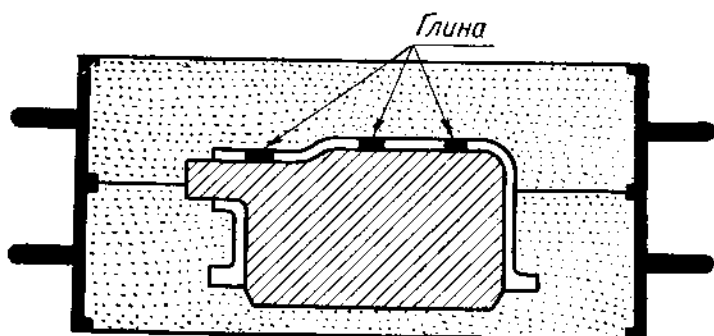
После установки стержня в форму надо проверить, верно ли он в ней стоит. Проверка правильности установки стержня в форме производится различными способами. В данном примере установку стержней можно проверить следующим образом. Промежуток между



Фиг. 73. Перекос стержня в форме вследствие засора в форме.



Фиг. 74. Проверка щупом толщины стенки в форме.



Фиг. 75. Способ проверки толщины стенки в форме с помощью глины.

стенкой формы и стержнем можно проверить при помощи мерки (фиг. 74). Узнав по чертежу, какой толщины должны быть стенки отливки (например 5 мм), берут соответствующей толщины деревянную мерку (щуп) и измеряют ею промежуток между формой и стержнем. Мерка должна плотно проходить вокруг всего стержня. Если с одной стороны мерка проходит слишком свободно, а с другой совершенно не проходит, значит стержень поставлен непра-

вильно, и его надо сдвинуть в сторону утолщенной стенки, установив точно по мерке, чтобы последняя могла свободно проходить кругом. Для того чтобы проверить, верно ли встал стержень по высоте, прибегают к помощи проверки „глинкой“. На верх стержня кладут маленькие комочки мягкой глины высотой 10—15 мм (фиг. 75). Аккуратно накрыв первую половинку формы второй половинкой и разняв их, увидим, что глина, лежащая на стержне, обжата верхней половинкой формы. Сняв аккуратно обжатую глину и смирив толщину ее линейкой или штангелем, определим, какой промежуток получается между стержнем и верхней частью формы. Если толщина глины точно соответствует толщине стенки детали, значит стержень встал точно по высоте, если же меньше, значит под стержень попал мусор, и он встал несколько выше. В таком случае стержень надо вынуть из знака, мусор, попавший под знак стержня, удалить, выдув сжатым воздухом, и стержень аккуратно поставить на прежнее место в форме. Для большей уверенности в правильности установки стержня его надо второй раз проверить с помощью глины.

Если же при проверке глиной окажется, что стенка больше, чем следует, значит стержень сел ниже. Это может произойти, если знак у стержня непрочный и осыпается или в результате сильного расстукивания модели перед выемкой ее из земли во время формовки. В этом случае под знак стержня, для того чтобы он встал точно по высоте, подкладывают песок или глину. При накрывании нижней опоки верхней плоскости соприкосновения опок должны быть чистыми. На них не должно быть краски, осыпавшегося песка и прочих посторонних предметов, так как попавший между опоками мусор не даст им плотно соединиться, и между опоками получается щель. Показания глины будут неверными.

Рекомендуется, убедившись в правильности установки стержня, перед окончательным накрыванием формы слегка прогреть ее газом вместе с стержнями, чтобы удалить с поверхности влагу, если форма и стержни долго стояли и успели уже отсыреть. Затем из формы выдувают попавший в нее мусор и окончательно накрывают второй половинкой опоки.

При алюминиевом, особенно магниевом, литье надо обращать внимание на то, чтобы в форме не оставалось мусора, так как вследствие своего небольшого удельного веса алюминиевые и магниевые сплавы не поднимают мусора вверх, и он не всплывает в прибыль, как это происходит в чугунном литье. Место разъема опок должно быть хорошо промазано сырой глиной, с тем чтобы металл не мог вытекать между разъемами опок при заливке формы. Грузы на верхнюю опоку не кладут, как это делается при литье чугуна, так как металл вследствие своего небольшого удельного веса не может приподнять верхнюю опоку. Сбранную опоку накрывают фанерой или клеенкой, с тем чтобы в литники или прибыль не мог случайно насыпаться мусор. Вокруг формы, устанавливаемой на бетонном полу, надо насыпать сухого песка, чтобы предохранить рабочих от ожогов, если металл при разливке будет разбрызгиваться.

Сборка стержней при помощи шаблона

В массовом производстве, когда приходится отливать большое количество одних и тех же деталей, для проверки и сборки крупных или сложных форм выгодно применять специально сделанные для этой цели шаблоны. Если сборка форм производится при помощи шаблонов, то к моделям прикрепляют специальные контрольные значки, на которые надевают специальные металлические чашечки. При формовке модели чашечки остаются в форме, образуя так называемые контрольные точки, в которые и устанавливается проверочный шаблон.

После установки шаблона смотрят на просвет, образовавшийся между шаблоном и стержнем. Если просвет получается большой, значит стержень сел ниже и под его знак надо подложить кусочек глины толщиной в величину просвета. После этого надо вторично проверить шаблоном установленный стержень.

Если шаблон не может сесть точно своими значками в чашечки и плоскость его лежит на верхней плоскости стержня, значит под знак стержня попал мусор, и он не дает стержню точно сесть в свой знак. В таком случае стержень надо вынуть из формы, а мусор, попавший под знак, выдуть сжатым воздухом. После этого стержень вновь надо установить в форму и проверить шаблоном. Шаблон должен плотно охватывать стержни, и между ним и формой должен быть еле заметный просвет.

Установив стержень точно по шаблону, форму продувают от мусора, слегка подогревают горелкой и накрывают второй половинкой формы, после чего ее можно заливать.

Общие замечания

При сборке форм необходимо обращать особое внимание на то, чтобы между стержнем и формой не получалось зазоров. Все зазоры должны обязательно заделываться землей или густо разведенным в воде тальком, после чего хорошо просушиваться горелкой. В оставленные при сборке зазоры заливается жидкий металл, образующий заливы и заусенцы, на обрубку которых обрубщикам приходится тратить много времени. Часто в отливке от заливов образуются трещины от того, что залив, будучи более тонким, остывает раньше отливки и начинает оказывать действие ненужного холодильника.

Особенно тщательно надо заделывать зазоры в сложных отливках с кругом заливаемыми стержнями, например в блоках, обрубить заусенцы в которых совершенно невозможно.

12. РАЗЛИВКА МЕТАЛЛА ПО ФОРМАМ

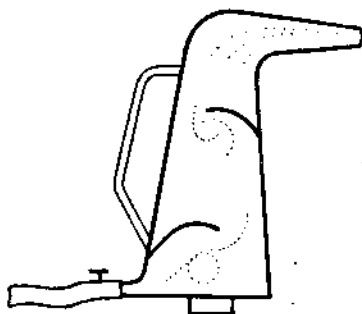
Заливка форм металлом производится при строго установленной для каждой отливки температуре, незначительные отклонения от которой часто выводят отливку в брак.

Разливка алюминиевых сплавов обычно производится из разносных графитовых тиглей, предварительно хорошо подогретых в особых печах или на крышках работающих нефтяных горнов.

Тигли подгревают для того, чтобы налитый в них металл подольше не охлаждался. Перед разливкой металла по формам железной ложкой тщательно скачивают весь плавающий в тигле на поверхности металла шлак. При заливке формы металлом литниковую чашу надо стараться все время держать наполненной до самого конца заливки, для того чтобы мусор и шлак, случайно попавшие в литниковую чашу, все время плавали на поверхности чаши и не могли попасть в форму. Ни в коем случае нельзя заливку формы вести прерывисто, так как отливка может получиться также с неслитинами и незаливками.

Мелкие формы заливают при помощи хорошо подогретых ручных железных ковшей, причем металл черпают прямо из печи.

Разливка магниевых сплавов обычно производится из тех же тиглей, в которых изготовлялся сплав. Тигли вынимаются из печи, устанавливаются в железные разносные носилки и подносятся к формам рабочими-заливщиками. При разливке магниевых сплавов по формам шлак и флюсы надо тщательно отводить железной держалкой к противоположному краю тигля, не давая им попасть в форму. В процессе всей заливки сплава льющаяся струя расплавленного металла и открытая поверхность металла в тигле все время слегка опыливаются серным порошком из специального прибора, называемого распылителем (фиг. 76.) Сера, падая на расплавленный металл, загорается и образующийся сернистый газ защищает его от окисления.



Фиг. 76. Серный распылитель для заливки электрона в формы.

Выбор температуры литья

Температура литья алюминиевых сплавов колеблется в пределах $690-760^{\circ}$. Выбор нужной температуры заливки устанавливается в зависимости от: 1) толщины стенок отливки и сложности формы, 2) размеров и высоты ее, 3) способа отливки формы — сверху или снизу.

Чем тоньше сечения стенок отливки и сложнее ее форма, тем выше должна быть температура литья. Так например, цилиндрические головки воздушного охлаждения с тонкими ребрами приходится заливать при $750-760^{\circ}$, с тем чтобы залить ребра, тогда как массивные отливки надо лить при возможно низкой температуре во избежание образования усадочных раковин и рыхлот.

На выбор нужной температуры заливки большое влияние оказывает способ подвода металла в форму. При подводе металла

снизу форму трудно заполнить, так как металлу приходится подниматься снизу вверх. В таких случаях повышают температуру заливаемого металла. Подводимый сверху металл падает вниз и легко заполняет форму, и температура металла может быть более низкой.

Температура литья магниевых сплавов берется несколько выше температуры алюминиевых сплавов. Объясняется это тем, что магниевые сплавы вследствие большой способности к окислению и малому удельному весу труднее заполняют форму.

Температура литья электрона колеблется в пределах 690—810°. Обычно температура литья для электрона берется на 20—25° выше литья алюминия той же формы. Обыкновенно температура для заливки той или иной детали устанавливается опытным путем. Отливается первая отливка, ее осматривают и устанавливают, правильно ли взята для нее температура, выбрано место подвода металла и сечение литников. Если отливка получилась с незаливом, то температуру повышают. Если отливка получается с усадкой или рыхлотой, то ее понижают. Как правило, температуру заливки металла надо брать по возможности низкой.

13. ОБРУБКА, ОЧИСТКА И КОНТРОЛЬ ЛИТЬЯ

Обрубка и очистка

Залитую и выбитую из формы отливку направляют в обрубное отделение, где ее подвергают очистке от приставшей к ее поверхности земли, выколачивают залитые в середину стержни, освобождают от стержневых рамок, образуют литники и прибыли. Обрезка литников и прибылей обычно производится на ленточных и ручных дисковых пилах. Заусенцы обрабатывают ручными или пневматическими зубилами.

Поверхность обрубленной и очищенной от земли отливки подвергают более тщательной очистке путем обдувки на пескоструйных аппаратах (фиг. 77).

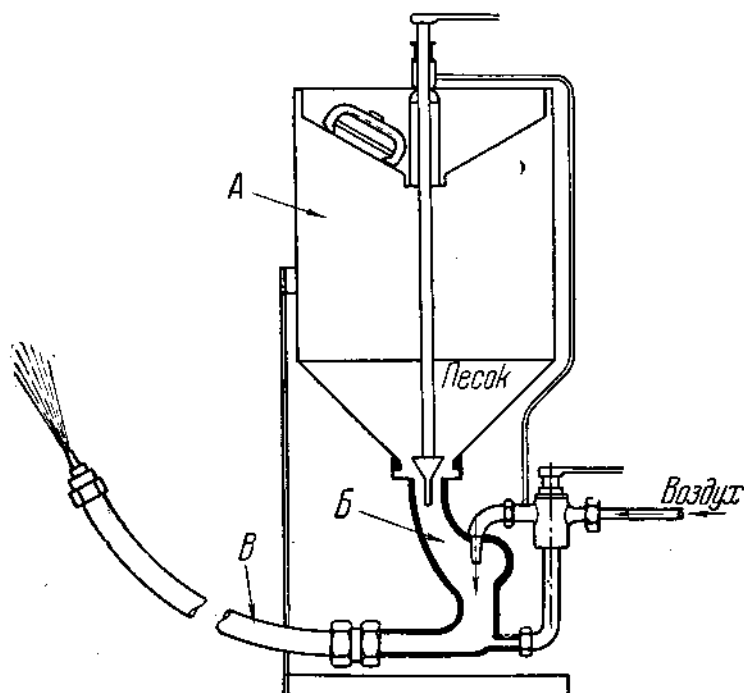
Принцип работы пескоструйных аппаратов основан на следующем. В клепаный резервуар *A* засыпают сухой речной песок. Сверху на песок давит сжатый воздух. От давления воздуха песок поступает в коленчатую трубку *B*, где подхватывается сжатым воздухом и гонится в гибкий шланг *B*, из которого направляется на обдуваемую отливку.

Сильная струя песка под давлением сжатого воздуха отбивает с поверхности отливки приставшую землю, пленки окислов и прочие посторонние включения. Хорошо очищенная таким образом поверхность отливки приобретает чистый матовый оттенок. Существует много различных конструкций пескоструйных аппаратов. Мелкие отливки обычно очищают на пескоструйных столах. Отливки укладывают на стол, который вращается, и отливка сверху обдувается струями песка. Крупные отливки, которые нельзя положить на пескоструйный стол, очищают в специальных пескоструйных

камерах ручным пескоструйным аппаратом (фиг. 78). Обдутая отливка поступает в контрольный отдел, где подвергается тщательному осмотру контролерами-браковщиками.

К деталям для авиационных моторов предъявляются особенно серьезные требования.

Контролеры производят внешний предварительный осмотр отливки, выявляя дефекты. В обдутых песком отливках хорошо выявляются до этого незаметные дефекты, как-то: мелкие трещины, рыхлота, газовые раковины, шлаковые включения и пр. Отливки, прошедшие первый осмотр, обычно проходят проверку



Фиг. 77. Схема пескоструйного аппарата.

размеров на разметочных плитах, где проверяют правильность сборки форм.

Годные по предварительному осмотру и размерам отливки подвергаются шабровке с наружной и внутренней поверхностей.

Шабровка литья преследует две цели:

1) придать отливке более гладкую, красивую поверхность, устранить шероховатости и неровности, получающиеся на поверхности литья;

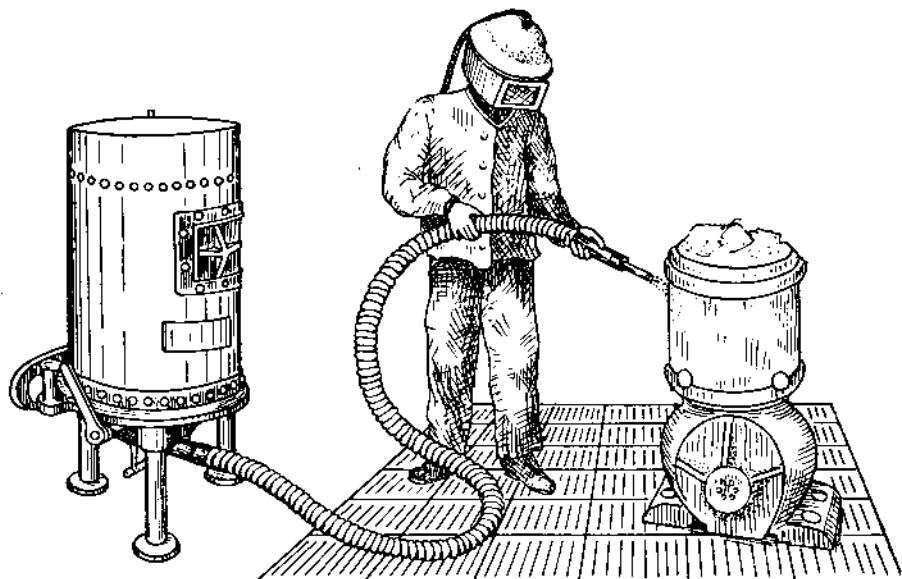
2) вскрыть внутренние дефекты, которые до этого были не видны—часто под тонким наружным слоем в 0,2—0,3 мм скрываются такие дефекты, как газовые раковины, засоры, шлаковые включения и пр.

При помощи шабровки браковщики часто определяют глубину небольших трещин, неслитин или рыхлоты. Вышабрывая эти места, можно определить, насколько серьезен тот или иной дефект. После шабровки отливки подвергают травлению. Травление алюминиевого и магниевого литья в последнее время широко применяется.

Алюминиевое литье травят в специальных травильных ваннах раствором щелочи.

Травлением уничтожается поверхностная окисленная пленка на отливке. Многие незаметные до этого дефекты становятся заметными, например мелкие трещины, шлаковые включения, неслитины.

После травления отливки тщательно промываются в чистой воде. Электронные отливки травят в растворе азотной кислоты и хромпика.



Фиг. 78. Обдувка детали струей песка.

Отливки сложной формы, изготовленные с большим количеством стержней, например цилиндрические блоки с местами, не поддающимися наружному осмотру, для проверки приходится разрезать на части.

Обычно из партии отливок проверяют одну-две отливки. Их подвергают осмотру, испытаниям для определения механических свойств металла, из которого они отлиты. Проверяют их размеры, а также химический состав.

14. УСАДКА И МЕТОДЫ БОРЬБЫ С НЕЙ

Различные металлы и сплавы при одних и тех же условиях расширяются при нагревании и сокращаются при охлаждении на неодинаковую величину: одни больше, другие меньше. При рас-

плавлении в печи металл начинает расширяться и занимать больший объем, чем в твердом состоянии. После заливки в форму расплавленный металл начинает остывать и сокращаться в объеме, причем это сокращение происходит до полного остывания отливки. Таким образом отливка получается несколько меньших размеров, чем форма, в которую был залит металл.

Различные алюминиевые и магниевые сплавы имеют неодинаковую величину усадки. Так например, чистый алюминий дает усадку в 1,65%. Это значит, что если в форму, имеющую длину 100 см, залить чистый алюминий, то после сокращения металла длина отливки будет только 98,35 см, т. е. отливка сократится на 1,65 мм.

Практика показывает, что один и тот же сплав может иметь различную величину усадки в зависимости от формы и размеров отливки.

Так например, установлено, что несложные отливки без стержней, как-то: крышки, плиты и пр., имеют большую усадку, чем отливки с большим количеством заливаемых в середину стержней, как например, картеры, водяные рубашки, особенно цилиндровые блоки.

Стержни сопротивляются нормальному сокращению отливки, так что она сокращается на меньшую величину.

Дефекты вследствие усадки

Усадка металла является причиной возникновения ряда дефектов в литье. К ним относятся усадочные раковины как внутри отливки, так и снаружи, рыхлота, трещины. Проследим явление усадки металла в залитой форме, имеющей вид круглой болванки.

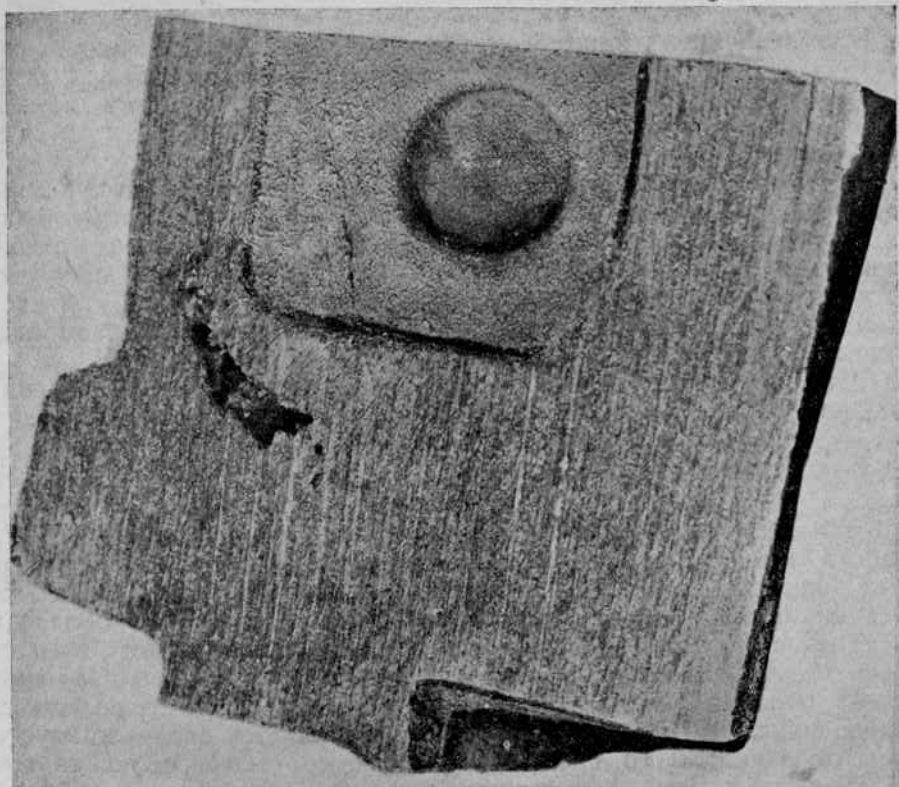
Тотчас же после заполнения формы металл начинает отдавать свое тепло земляным стенкам формы, разогревая их. В наружных слоях отливки температура падает значительно быстрее, чем во внутренних, и затвердевание металла начинается с наружных стенок болванки. В то время как наружные стенки болванки уже затвердеют, во внутренней части температура будет еще высокой, и металл еще долго будет в жидком состоянии. Жидкая часть металла, постепенно остывая, уменьшается в объеме как во время перехода в твердое состояние, так и при дальнейшем охлаждении. Сокращение объема внутренней массы больше, чем наружной, ранее застывшей, и, следовательно, металла не хватит для заполнения внутренней части болванки. Таким образом внутри останется незаполненное место — так называемая усадочная раковина. Усадочные раковины образуются в тех частях, которые застывают последними, т. е. в более массивных толстых местах. На фиг. 79 изображена усадочная раковина, вырезанная из массивной части алюминиевой отливки.

Рыхлота

Одним из наиболее частых дефектов вследствие усадки в алюминиевом литье является рыхлота. Она появляется главным образом в местах перехода массивных мест детали в более тонкие.

Место отливки, пораженное рыхлотой, представляет собой неплотный, как бы рыхлый металл, отчего и произошло самое название дефекта рыхлота.

Рыхлота бывает наружная, идущая на незначительную глубину, и сквозная, поражающая все сечение отливки. Степень поражения детали определяют шабровкой или проверкой керосином.



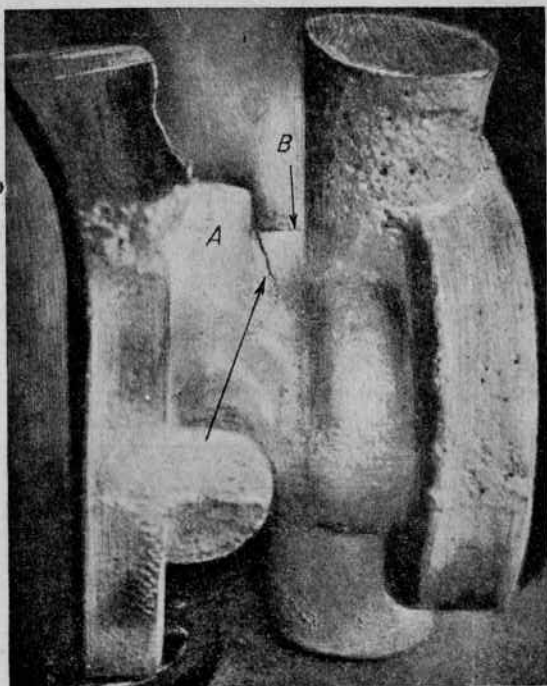
Фиг. 79. Отливка с усадочной раковинной.

Если рыхлота не удаляется при снятии шабром стружки глубиной 0,5—1,0 мм, то отливку подвергают испытанию на протекание. На пораженные места аккуратно наливают керосин, очень хорошо проникающий через поры отливки. При сквозной рыхлоте керосин проходит через тело отливки и появляется на противоположной стороне.

Более серьезным испытанием, требующим специальной установки, является проверка отливки под давлением воздуха или воды. В этом случае заделываются все отверстия детали (деталь, как говорят, в этом случае „заглушается“), и внутрь ее накачивается гидравлическим прессом вода или воздух из цилиндра с сжатым воздухом. При опрессовке водой пористая отливка снаружи отпоте-

вает, пропуская воду; в случае сильной рыхлоты вода будет бить тонкими струями. При проверке воздухом отливку погружают в ванну с водой. Появляющиеся пузыри указывают на наличие пораженных мест.

Часто рыхлота переходит в трещины. На фиг. 80 изображена отливка, имеющая трещину на сопряжении тонкого ребра *В* с массивной бобышкой *А*.



Фиг. 80. Отливка с трещиной.

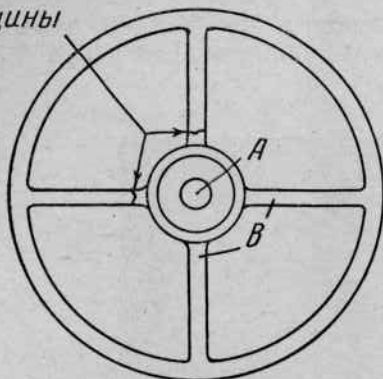
Трещины

Причина образования трещин кроется в неодновременности застывания различных частей одной и той же отливки. К моменту окончательного затвердевания оказывается, что благодаря неравномерности сечения детали температура ее в различных местах неодинакова: в более толстых, массивных частях она выше, чем в тонких, раньше застывших.

Это явление зависит от того, что более тонкие части детали быстрее отдают тепло стенкам земляной формы, чем толстые, имеющие больший запас тепла. Вследствие такой неравномерности охлаждения сокращение в объеме будет также неодинаково: в то время как тонкие части отливки уже сильно остыли и сократились в объеме, массивные находятся еще в горячем состоянии. При

своим сокращении они часто образуют трещины на переходе от массивных мест отливки к более тонким.

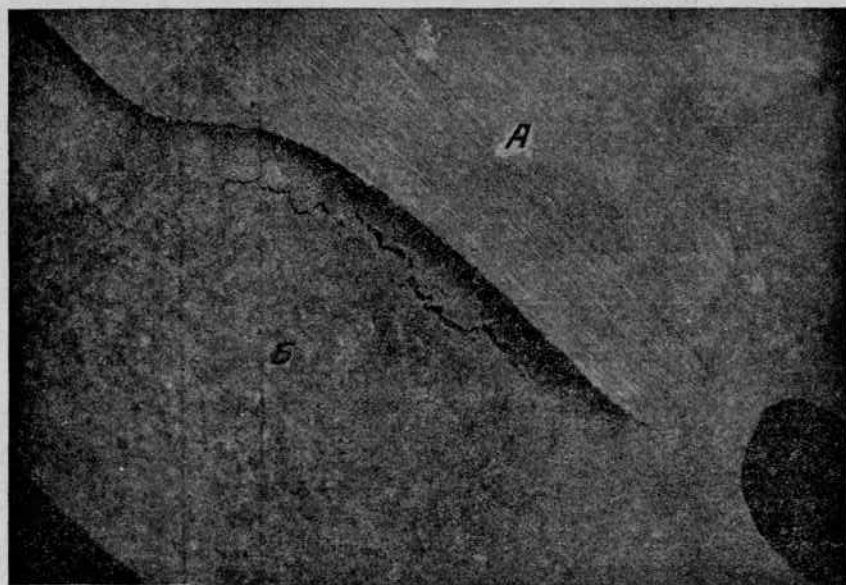
Трещины



Фиг. 81. Образование трещин на спицах штурвала.

На фиг. 81 изображена отливка штурвала, имеющая в середине массивную втулку *А* и соединяющиеся с нею тонкие спицы *В*. Застывание отливки начинается с тонкого обода и спиц. В то время как обод и спицы уже затвердели и сократились в объеме, массивная втулка еще только медленно начинает застывать, также сокращаясь в объеме. Спицы успевают сократиться на значительную величину, и в местах перехода от втулки к спице часто возникают трещины.

На фиг. 82 показана трещина, образовавшаяся в отливке в месте перехода от массивной бобышки *А* к тонкой стенке *Б*. Образование трещин зависит еще и от величины усадки самого сплава и



Фиг. 82. Фотография отливки с трещиной при переходе тонкой стенки в массив.

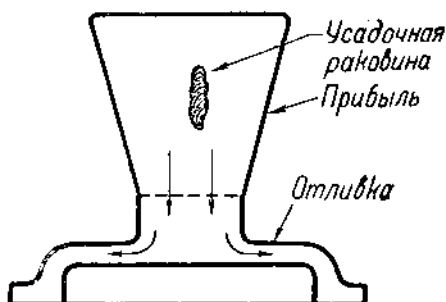
температуры заливки формы. Чем большей усадкой обладает сплав и чем выше температура заливки, тем скорее могут возникнуть трещины в отливке.

На возникновение трещин влияет также прочность формы и стержня. Если форма или стержень сделаны очень прочными и не поддаются под сжимающими силами металла при усадке, то отливка легко может дать трещину в наиболее слабом месте.

Выбивку отливок из земли необходимо производить аккуратно. Алюминиевое, особенно магниевое, литье в горячем состоянии имеет очень низкие механические свойства и при неаккуратной выбивке легко может дать трещину. В горячем состоянии литье выбивать не рекомендуется.

Прибыля

Наилучшим средством борьбы с усадочными раковинами, рыхлотой и трещинами служит способ применения прибылей, глубоко вкоренившийся в практику литейного дела. Прибыля является добавочным запасом металла, устанавливаемым на массивных частях отливки. Прибыля питает отливку, т. е. восполняет усадку металла при застывании. Прибыля ставится на массивных частях отливки, причем размеры их должны быть выполнены с таким расчетом, чтобы металл в прибылях застывал значительно позже, чем в питаемой ими отливке. Для этого необходимо, чтобы площадь прибыли в верхней ее части была в два-три раза больше площади питаемой ею части отливки.



Фиг. 83. Питание отливки прибылью.

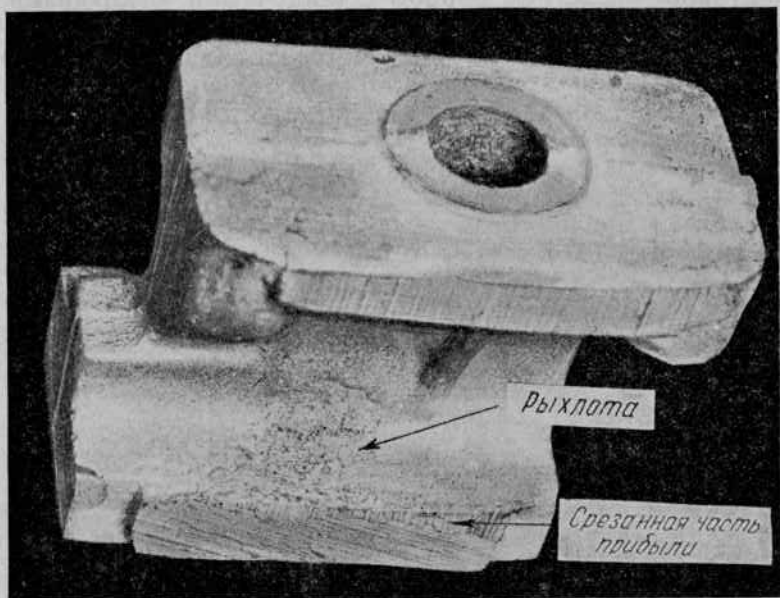
Разберем на примере, как происходит процесс питания. На фиг. 83 изображена деталь крышки, имеющей толстую, массивную бобышку в верхней ее части и тонкие прилегающие к ней стенки. Выпор устанавливается на массивную часть отливки. Залитый в такую форму металл начинает отдавать свое тепло земляным стенкам формы, причем вначале застынут тонкие стенки отливки, которые при своем сокращении в объеме будут питаться за счет массивной, еще жидкой бобышки и тянут из нее на свое питание металл. Бобышка в свою очередь будет питаться за счет массивной прибыли и тянуть из нее на свое заполнение металл.

При выборе размера прибыли надо учитывать то обстоятельство, что в нее попадает наиболее холодный металл, прошедший по всей форме и отдавший ей часть своего тепла. Если прибыль сделать недостаточно массивной, то она будет застывать раньше самой отливки. В этом случае прибыль не только не будет питать отливку, но еще сама будет питаться за ее счет, так что часть металла из отливки пойдет на ее питание. В таких случаях под прибылями на теле отливки видны утяжины и рыхлота, металл как бы утянуло, и его в этом месте не хватает. Срезав прибыль, часто можно обнаружить на теле отливки внутреннюю усадочную раковину.

На фиг. 84 изображена отливка с рыхлотой под прибылью, что указывает на то, что размеры прибыли были недостаточные.

Высота прибыли также имеет большое значение для правильного питания отливки. Если прибыль сделать очень высокими, то они не будут давать хорошего питания, так как металл, поднимаясь на большую высоту по стенкам прибыли, быстро остынет и прекратит питание отливки. Кроме того слишком высокие прибыль берут очень много металла на свое заполнение.

Прибыля не следует делать с острыми гранями, так как на острых местах быстрее остывает металл, и прибыль скорее осты-



Фиг. 84. Фотография отливки с рыхлотой из-за недостаточного размера прибыли.

нет. Прибыля должны быть выполнены с таким расчетом, чтобы при минимальном периметре была максимальная площадь поперечного сечения. С этой точки зрения наиболее выгодны прибыль круглого сечения. Прибыля, сделанные хотя и массивными, но недостаточной высоты, не могут пропитать всю отливку, так что усадочная раковина частично или полностью может остаться в отливке.

Часто формовщики с целью усиления действия прибыли наращивают форму сырой землей. Залитый в такие прибыль металл быстро отдает свое тепло сырым стенкам. Наросток быстро замерзает и прекращает нормальное питание отливки (сырая земля гораздо скорее проводит тепло, чем сухая).

Если наблюдать за охлаждением металла, залитого в сырые прибыль (при отливке в сухую форму), то видно, как он быстро начинает сокращаться в размерах, давая большую усадку. При

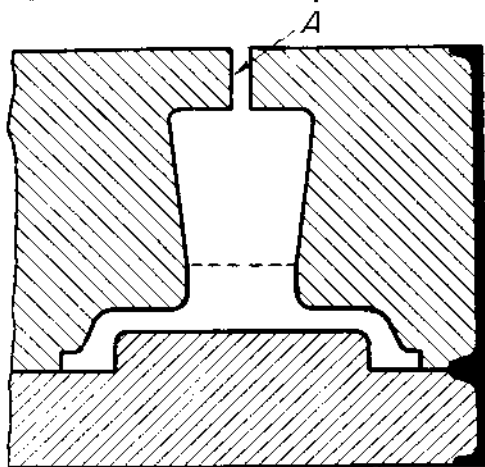
этом можно подумать, что прибыля сильно питает отливку. На самом же деле это не так. Прибыля, быстро охлаждаясь, сокращается в объеме. Земляные наростки перед заливкой должны быть хорошо просушены паяльной лампой или газовой горелкой. Хорошо прибыля наращивать специальными земляными наростками, сделанными по стержневым ящикам. Такие наростки ставятся, как и литниковые чаши, на форму над прибылью, и, будучи хорошо просушенными, они медленно берут от металла тепло, оставляя его продолжительное время жидким. В тех случаях, когда отливка требует особенно усиленного питания, ставят большие, мощные прибыли. При заливке их оставляют приблизительно на одну треть недолитыми металлом. Недолитые прибыли заливаются сверху из другого тигля значительно перегретым металлом. Горячий металл в выпорах долго остается жидким и хорошо питает всю отливку. Хорошее питание дают ложные прибыли, закрытые кругом землей. Вывод воздуха из формы в этом случае производится через духа А (фиг. 85).

Вследствие того что в прибылях, окруженные землей, металл медленно отдает свое тепло, он продолжительное время остается в жидком состоянии, хорошо питая отливку.

Кроме питания отливки прибыли имеют еще ряд других назначений. Через них выходит воздух, вытесняемый металлом из формы при ее заполнении. Шлаки и мусор, попадающие в форму, вследствие малого удельного веса частично всплывают и выходят из нее через прибыли. Формы прибылей и размеры их различны: они зависят от размеров и формы отливаемых деталей.

Для больших и сложных деталей, как например, блоков, картеров, цилиндрических головок, вес металла в прибылях доходит до 40%, а в некоторых случаях 60% от веса отливки и больше.

На фиг. 86 изображена отливка цилиндрического блока, имеющая массивную прибыль. Вес такого выпора составляет около 50% от общего веса отливки.



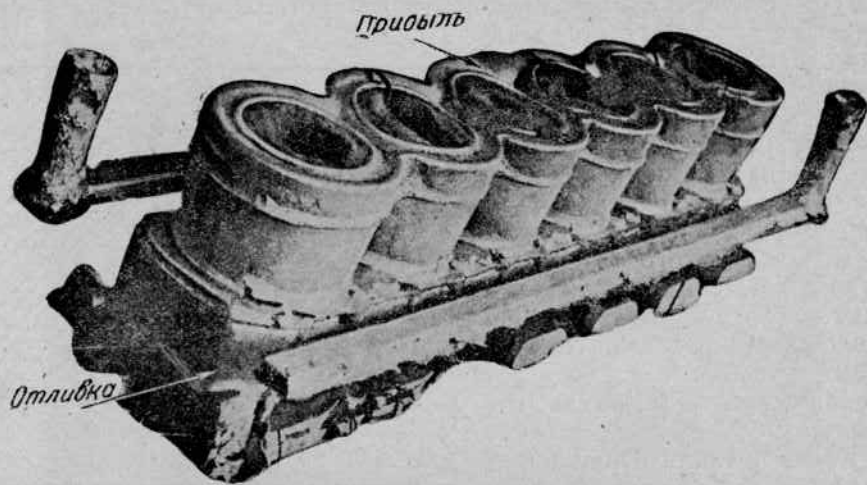
Фиг. 85. Схема закрытой прибыли.

Холодильники

В борьбе с усадочными дефектами в алюминиевом и магниевом литье большое распространение получил способ искусственного охлаждения массивных мест отливок путем установки так называемых холодильников, которые заформовываются в землю вместе с моделью. Этот способ основан на искусственном отнятии холо-

дильниками части тепла от массивных частей отливки. Металлический холодильник вследствие значительно большей теплопроводности по сравнению с земляной формой гораздо быстрее отнимает часть тепла от соприкасающейся с ним массивной части отливки, способствуя этим быстрому ее охлаждению.

Холодильники применяются в тех случаях, когда на массивную часть отливки, требующую питания, по каким-либо причинам невозможно поставить выпор. Обычно это имеет место в тех случаях, когда верх и низ отливки имеют массивные части, разделяемые тонкими стенками. Толщина холодильника в том или ином случае устанавливается опытным путем в зависимости от размеров охлаждаемой части отливки, температуры заливки и места подвода металла в форму. Чем массивнее охлаждаемая часть отливки и чем ближе



Фиг. 86. Фотография отливки цилиндрического блока с массивной прибылью.

она расположена к месту подрезки металла, тем толще должен быть холодильник. Обычно холодильники имеют те же размеры, что и охлаждаемая ими часть отливки. Если надо, например, охладить фланец толщиной 10 мм, то и холодильник надо оставить толщиной не менее 8—10 мм.

Применение тонких холодильников толщиной 1—2 мм почти не дает никаких результатов, так как тонкие холодильники, быстро нагреваясь, не могут отнять от металла много тепла.

Холодильники изготовляют либо слесарным путем, либо путем отливки по специально изготовленным моделям. Несложные холодильники изготовляются слесарями из полосового железа и проволоки. При массовом литье, когда для одной отливки требуется большое количество одинаковых холодильников, их отливают по гипсовым моделям, главным образом из чугуна, реже из бронзы, алюминия и сплавов и электрона.

Гипсовые модели изготовляются следующим образом: на моделях и в стержневых ящиках определяют места по которым тре-

буется изготовить гипсовые модели. Эти участки обкладываются мягкой глиной. Для этой цели целесообразно употреблять белую глину — белюгу. Отгороженный на модели или в стержневом ящике участок обмазывают льняным маслом, с тем чтобы гипсовый слепок лучше отставал от модели.

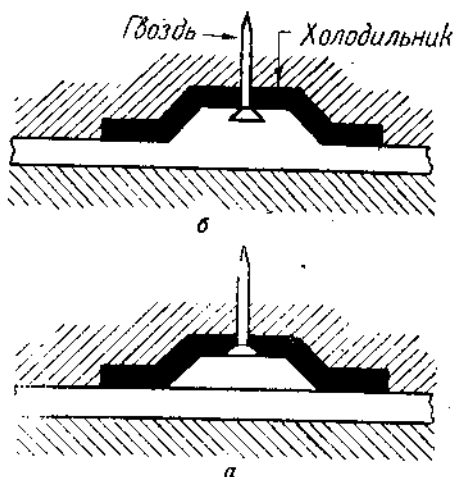
Разведенный в воде гипс заливается в отгороженный участок. К гипсу прибавляют 2—3% декстрина с целью придания ему большей прочности. Залитый гипс постепенно густеет. Через 20—30 мин. после заливки он настолько прочен, что его свободно можно снять с модели. На внутренней его стороне получается точный отпечаток модели. Не давая гипсу окончательно затвердеть и стать хрупким, его начинают обрабатывать с наружной стороны острым ножом, срезая лишний гипс и подгоняя под нужные размеры по толщине. На обратной стороне модели полезно ставить номер детали. Подогнанная под нужную толщину модель зачищается тонкой шкуркой, после чего просушивается в сушильном стержневом шкафу при 100—110° в течение $\frac{1}{3}$ часа или просто на воздухе, но более продолжительное время.

Просушенную гипсовую модель окрашивают лаком. Гипсовая модель очень непрочна. Она не может выдержать многократных формовок. Поэтому по ней отливают вторую алюминиевую модель, по которой уже и ведется формовка чугунных холодильников. Гипсовые и алюминиевые модели после работы хранятся в специальном складе моделей холодильников. Отлитые чугунные холодильники обрабатываются на наждачных кругах или напильниками.

При изготовлении холодильников необходимо следить за тем, чтобы они свободно выколачивались из отливки.

Холодильники не должны зажиматься металлом при его усадке. В тех случаях, когда форма холодильника не позволяет ему свободно выколачиваться из отливки, его надо делать составным из двух, трех и более частей.

Холодильники не должны иметь острых углов, так как они создают трещины в отливке. Для укрепления холодильников в земляной форме их просверливают в нескольких местах сверлом и припиливают через отверстия к форме гвоздями. С наружной стороны холодильники должны иметь раззенковку, иначе шляпка гвоздя будет высываться из холодильника и заливаться металлом, ее невозможно будет удалить из отливки, и последняя может пойти в брак (фиг. 87).



Фиг. 87. Крепление холодильников.
а — правильное, б — неправильное.

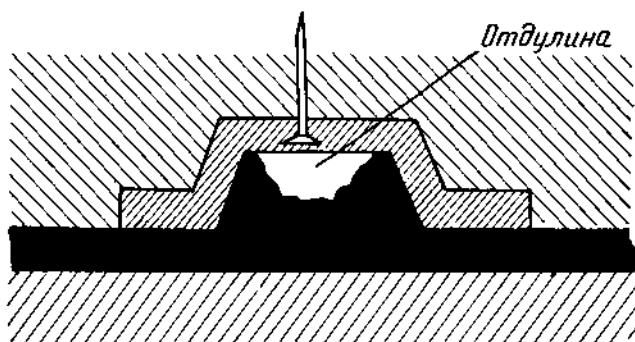
Хорошим способом является заливка холодильников со вставленными в форму гвоздями (фиг. 88). В этом случае не требуется просверливать отверстий и экономнее расходуются гвозди. На поверхности металлического холодильника обычно скапливается влага, которая во время заливки формы металлом превращается в пар. Образовавшийся пар, не имея возможности выйти из формы через землю (так как этому препятствует холодильник), стремится прорваться через металл, оттесняя его от холодильника и образуя часто очень большие и глубокие раковины, называемые отдулинами (фиг. 89).



Фиг. 88. Холодильник с залитым в нем гвоздем.

Особенно большой процент брака по отдулинам получается зимой, когда влага из воздуха легко конденсируется на холодном металле холодильника. В таких случаях обычно говорят, что они отпотели. Отдулины обычно образуются на холодильниках, заформованных в горизонтальном положении. На холодильниках, расположенных вертикально, отдулины получаются значительно реже. Это объясняется тем, что образуемому пару значительно легче выйти из формы вместе с поднимающимся по вертикальной стенке формы металлом.

С целью предохранения холодильников от отпотевания их обмазывают со стороны, прилегающей к модели, льняным маслом и присыпают мелким кварцевым песком, после чего ставят в сушильную печь при $225-250^{\circ}$ на $1\frac{1}{2}-2$ часа. Под действием высокой температуры масло на холодильниках образует прочную пленку, которая препятствует образованию на нем влаги.

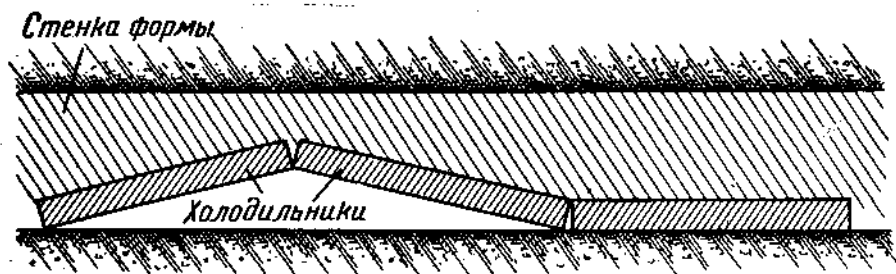


Фиг. 89. Образование отдулины под холодильником.

Присыпанный к холодильнику песок способствует лучшему отставанию его от отливки. Для смазки холодильников применяется только хорошее льняное масло. Необходимо следить за нормальной просушкой масла. Если температура в печи выше 250° , то все масло может выгореть, и пленка не образуется, а песок осыпается с холодильника.

Плохо просушенное масло при соприкосновении с расплавленным металлом образует большое количество газов, которые и дают отдулину.

Если несколько холодильников расположено рядом, то между ними обязательно должны быть сделаны зазоры в 2—3 мм в зависимости от размеров холодильников. Чем больше холодильники, тем большие зазоры должны быть установлены между ними. Холодильники, соприкасаясь с расплавленным металлом, быстро разогреваются и начинают расширяться, становясь длиннее и шире. Если между холодильниками не сделать зазоров, а поставить их плотно один к другому, то при расширении они начнут упираться концами один в другой, коробиться и выгибаться в сторону расплавленного металла (фиг. 90). Холодильники, входя в тело отливки, портят



Фиг. 90. Вдавливание холодильников в отливку из-за отсутствия между ними зазоров.

ее, часто выводят в брак. Зазоры между холодильниками обязательно должны заделываться землей и закрашиваться краской, иначе металл, залившийся между холодильниками, быстро остынет и не даст холодильникам возможности расширяться за счет сделанных зазоров.

Для охлаждения массивных или сильно разогретых литником частей отливки часто нашивают форму и стержни толевыми гвоздями. Этот способ охлаждения получил большое распространение. Недостатком является то обстоятельство, что при прошивании формы гвоздями земля в этом участке вздувается, и ее приходится заглаживать и выравнивать. При этом точные размеры отливки нарушаются. Прошивание формы отнимает много рабочего времени, и к нему надо прибегать только в крайних случаях. Еще более примитивным способом подхлаживания являются так называемые наколы: они делаются в форме острым концом тонкой шпильки.

В участке на форме или стержне, подлежащем охлаждению, прокладывается на глубину 10—12 мм шпилька диаметром 1,5—2 мм. Наколы оказывают такое же действие, как и гвозди, но менее сильное. Металл, заливаясь в наколотые части, быстро остывает и сам начинает охлаждать прилегающий к наколу участок отливки. Иногда вместо наколов на форме или стержне делаются царапины глубиной 5—6 мм различной формы, чаще в виде елочек. Наколы

применяются в тех случаях, когда необходимо охладить части уже просушенной формы. Наколы дают очень слабое охлаждение, сильно портят поверхность отливки, создают лишнюю работу обрубщикам. Применяется этот способ только в крайнем случае. Для охлаждения массивных частей отливки с успехом применяются мелкие железные и стальные опилки, являющиеся отходами механических цехов. Опилки смешивают с формовочной землей в количестве 10—20% по объему.

Подлежащие охлаждению места модели и стержневых ящиков обкладывают слоем земли, смешанной с опилками, толщиной 20—30 мм, после чего модель или стержневой ящик засыпают обычной формовочной землей. Земля, смешанная с опилками, обладает большой теплопроводностью и быстро отнимает тепло от массивных частей отливки. Применение металлических опилок очень удобно. Металлические опилки очень удобно применять в тех случаях, когда обычные холодильники трудно, а иногда просто невозможно, удалить из отливки, например когда они стоят в сложных, почти кругом заливаемых металлом стержнях. В таких случаях опилки легко выколачиваются из отливки вместе со стержневой землей.

15. НАИБОЛЕЕ ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В АЛЮМИНИЕВОМ И МАГНИЕВОМ ЛИТЬЕ

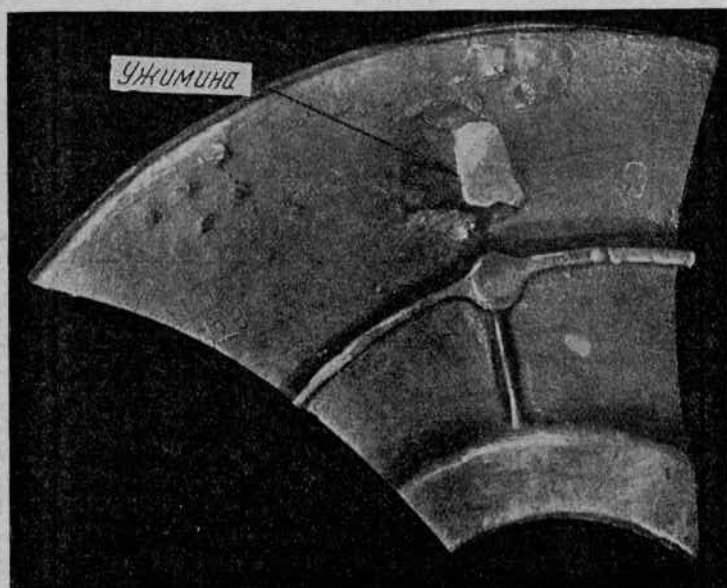
Ужимина

Ужиминной называется возникающий в отливке дефект от неправильной набивки земли в форме или стержне. Ужимина имеет вид вмятины угловатой формы. На фиг. 91 изображена часть отливки с характерной ужиминной. Если землю в форме или стержне набить неравномерно — местами очень крепко, местами слабо, — то при заливке формы металлом от действия высокой температуры земля в местах неравномерной набивки трескается, и более крепкие слои ее отстают от слабых. В образовавшиеся трещины заливается металл, который приподнимает слой отставшей земли. Отставший слой как бы вдавливаются в жидкий металл отливки и в нем остается. При очистке такой отливки от земли на ее поверхности видны вмятины, иногда идущие на значительную глубину, сильно ослабляющие тело отливки, часто выводя ее в брак.

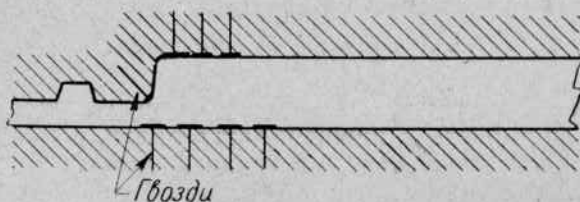
Обычно ужимины образуются вблизи мест подвода металла в форму, так как земля в этих местах подвергается наибольшему разогреву. С целью защиты места подвода металла от ужиминной формы под литниками рекомендуется припиливать толевыми гвоздями на расстоянии 10—15 мм один от другого (фиг. 92). Гвозди укрепляют в землю, не давая ей отслаиваться.

С целью предохранения алюминиевого литья от ужимин формы и стержни в сухом состоянии слегка обмазывают льняным маслом. Масло делает поверхность формы более прочной, так что во время заливки металлом она не растрескивается.

Особенно легко возникают ужины в магниевом литье, так что набивку форм и стержней для магниевого литья надо производить очень тщательно.



Фиг. 91. Отливка с ужиминной.



Фиг. 92. Прошпиливание формы около литника гвоздями.

Шлаковые включения

Шлаковые включения являются серьезным дефектом. Отливки со шлаковыми включениями не могут быть приняты, как годные. Место в детали, пораженное шлаком, легко выкрашивается от расковыривания стальной иглой. На фиг. 93 изображена отливка с большими шлаковыми включениями.

Избежать шлаковых включений можно лишь при абсолютно правильном выполнении литниковой системы, т. е. при улавливании шлака в литниковом канале. Подводить литники в форму надо с таким расчетом, чтобы всплывание шлака в прибыля было обе-

спечено. С этой целью металл лучше всего подводить к форме снизу.

Особенно часто шлак скапливается на верхних плоскостях отливок, имеющих большие горизонтальные плоскости. Поэтому на верхней плоскости надо ставить большое количество выпоров, через которые шлак мог бы выходить из формы. Те части отливок, кото-



Фиг. 93. Фотография отливки с шлаком.

рые необходимо получить особенно чистыми, без шлаковых включений, надо формовать в нижней части опоки, а места, подлежащие механической обработке, — в верхней опоке.

Шлак всплывает наверх и остается на обрабатываемых плоскостях, с которых его удаляют при механической обработке детали.

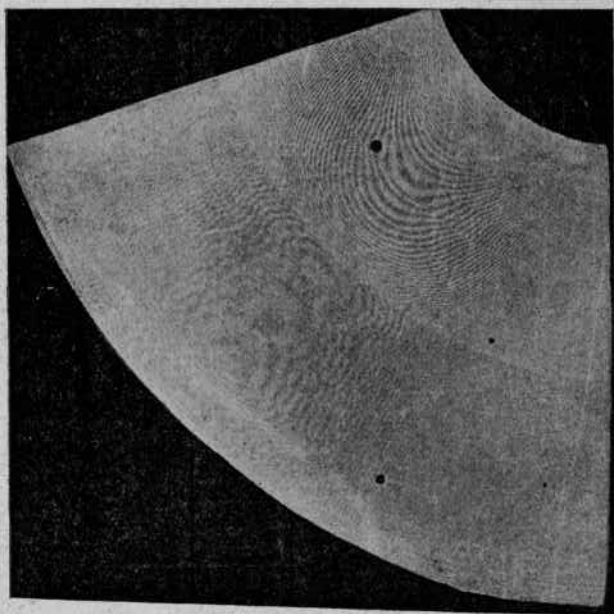
Газовые раковины

Газовые раковины, как указывает самое название, своим происхождением обязаны пузырькам газов, застрявшим в отливке. Они представляют собой пустоты обычно сферической формы, имеющие гладкую поверхность, чем сильно отличаются по внешнему виду от усадочных раковин.

В алюминиевом и магниевом литье образование газовых раковин происходит главным образом за счет выделения газов материалом формы при низкой газопроницаемости последней. Кроме того в момент заливки формы возможно захватывание льющейся струей металла пузырьков воздуха, которые, попав в металл, не успевают из него выделиться до затвердевания металла.

В литье из электрона чрезвычайно часто образуются серные раковины, имеющие красивую золотистую поверхность (фиг. 94). Происхождение этого вида раковин объясняется недостаточно равномерным распределением серного цвета в формовочных смесях. Там, где попадает большое количество серного цвета, в момент заливки выделяется значительное количество сернистого газа, который, не успевая найти выход через землю, выходит в форму и, встречая металл, застревает в нем.

Часто образование серных раковин вызывается заменой серного цвета молотой черенковой серой. Отдельные комочки, даже самые мелкие, выделяют в момент заливки формы значительные количе-



Фиг. 94. Отливка с газовыми раковинами.

ства сернистого газа. Поэтому в качестве меры борьбы с этим видом брака может быть рекомендовано применение хорошего серного цвета и чрезвычайно тщательное приготовление формовочной смеси.

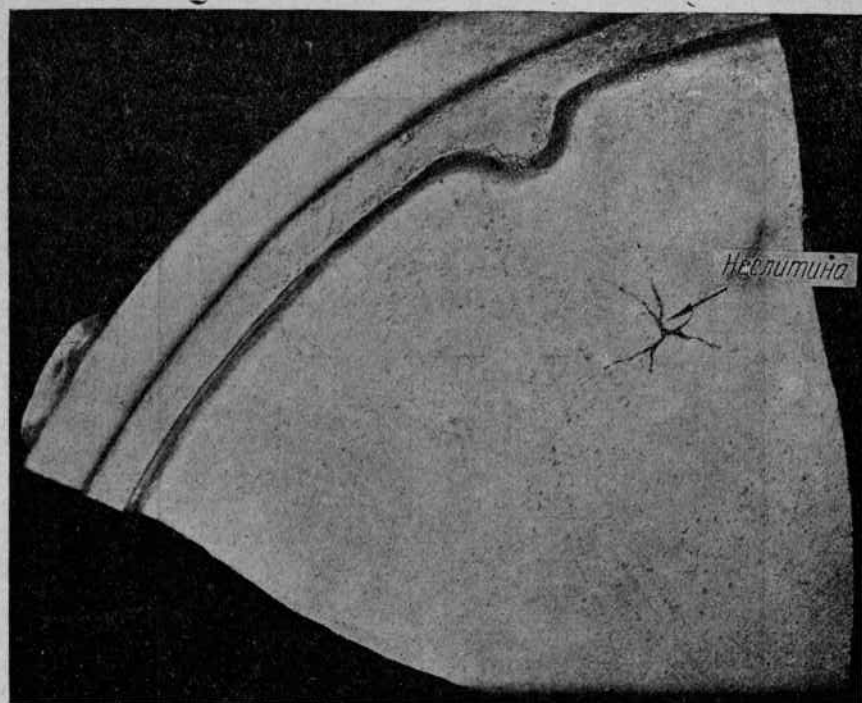
Неслитины или завороты

Неслитиной, или заворотом, называется дефект, получающийся на поверхности отливки в виде тонкого, иногда слабо заметного шва (фиг. 95).

Этот дефект происходит оттого, что алюминиевые сплавы и особенно магниевые в расплавленном состоянии быстро окисляются с поверхности, образуя тонкую пленку окиси, которая сильно затрудняет соединение двух встречных струй металла. Металл при

заполнении формы разбивается на ряд отдельных струй, которые при встрече друг с другом окисленными поверхностями часто образуют шов, неслитину. Неслитины получаются главным образом в тех случаях, когда металл, заливаемый в форму, имеет недостаточно высокую температуру.

В таких случаях надо повышать температуру заливки металла. Неслитины получаются также при беспокойном заполнении формы сверху, когда металл падает вниз и образует пленки окиси, застре-



Фиг. 95. Отливка с неслитинной.

вающие на поверхности отливки. Особенно часто возникают неслитины при литье сложных отливок, имеющих большое количество сложных стержней, например блоков и картеров. Металл при заполнении сложных форм разбивается на большое количество струй, которые, быстро отдав свое тепло стенкам формы, не всегда могут слиться вместе.

Неслитины часто образуются в формах, имеющих большое количество холодильников. Струя металла, попадая на холодильник, быстро остывает, как бы заворачивается, и не в состоянии слиться с общей массой металла. Обычно в таких случаях говорят, что металл „завернуло“, отчего и произошло название дефекта заворот. С целью предупреждения этого дефекта перед заливкой формы холодильники надо слегка прогревать газовой горелкой. На прогре-

том холодильнике труднее образоваться завороту. Чаще завороты образуются в отливках, имеющих гладко окрашенные стержни и форму. Замечено, что формы и стержни с шероховатой поверхностью почти не имеют неслитин. Явление это можно объяснить тем, что шероховатые стенки формы и стержня разрушают пленку окиси, не давая ей следовать за струей металла. Неслитины, кажущиеся на первый взгляд неглубокими, часто распространяются на большую глубину, поражая тело отливки.

Ответственные детали ни в коем случае не должны иметь неслитины в нагруженных местах. Наличие неслитин в отливке часто приводит к образованию трещин в детали при ее работе на моторе.

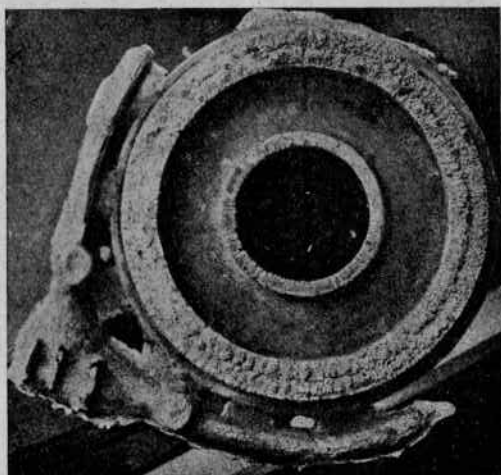
Горение металла

Расплавленный электрон обладает большой способностью загораться при соприкосновении с воздухом. Светлосерые пятна на электронных отливках указывают на то, что в этом месте металл горел. При легком расковыривании этих мест стальной иглой из них высыпается светлосерый порошок — окись магния.

Загорание происходит в том случае, когда металл заливается в сырые формы, а содержание серы в земле недостаточное для предохранения металла от загорания при соприкосновении его с влагой, находящейся в земле.

Обычно отливка горит под литниками вследствие того, что металл, проходя через небольшой участок формы, в этом месте сильно разогревает землю и выжигает с поверхности серу, так что место под литником оказывается обедненным серой. С целью предотвращения горения металла под литниками металл к форме надо подводить по возможности через большое количество литников. Через каждый литник пройдет меньшее количество металла, следовательно, форма под литником меньше будет разогреваться.

Особенно необходимо следить за правильным содержанием серы в земле. В случае сильного обеднения земли серой металл в форме начинает местами загораться. Сильное горение отливки происходит в местах большого скопления металла в форме. Из магниевых сплавов нельзя отливать в землю болванки или детали, имеющие большие массивы, со стенками толще 25—30 мм, так как отливка в местах большого скопления металла несмотря на присутствие



Фиг. 96. Горелая отливка из электрона.

в земле нормального количества серы начинает загораться и окисляется погоревшей с внешней стороны, иногда на значительную глубину — 5 мм и более. На фиг. 96 изображена сильно погоревшая электроная отливка вследствие большой ее толщины.

16. МЕТОДЫ ЛИТЬЯ КАРТЕРОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ И МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Опишем методы подвода металла в форму, установку прибылей, холодильников, какие дефекты получаются при литье в том или ином случае и на что надо обратить особое внимание при литье крупных отливок из алюминиевых и магниевых сплавов.

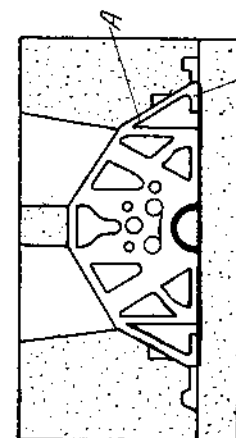
Метод литья верхних картеров моторов водяного охлаждения из алюминиевых сплавов

На фиг. 97 показан в нескольких проекциях верхний картер. Он имеет тонкие боковые стенки *А*, толщина которых обычно колеблется в зависимости от конструкции мотора от 5 до 7 мм. Средняя часть картера перегорожена поперечными перегородками *Б*, имеющими массивные бобышки и ложе коренных подшипников для коленчатого вала. Нижняя часть картера имеет фланец *Д* обычно толщиной 10—12 мм. Картеры отливают либо фланцем вниз (фиг. 97), либо вверх (см. фиг. 99).

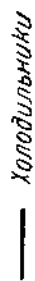
При литье картера фланцем вниз для питания его массивных бобышек и ложа подшипников на верхнюю часть картера, на поперечные перегородки, устанавливают массивные прибыля.

Нижние массивные части картера не могут быть пропитаны прибылями, и их замораживают массивными холодильниками (фиг. 97).

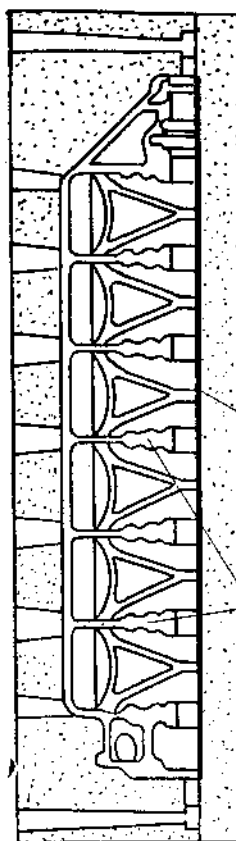
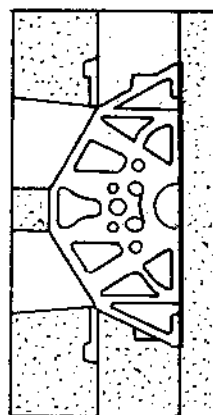
Металл к форме подводят двумя способами: либо сверху под прибыля (фиг. 98), либо снизу в фланец *Д* между перегородками (фиг. 97). Способ подвода металла сверху обеспечивает легкое заполнение формы, но в то же время при падении металла на дно формы в ней образуется шлак. Струя металла, льющаяся сверху, препятствует свободному выходу воздуха из формы. Картеры, отлитые таким способом, часто имеют шлаковые включения, неслитины и газовые пузыри. Подвод металла снизу формы (см. фиг. 97) обеспечивает плавное заполнение формы металлом и спокойный вывод воздуха из формы. В случае попадания в форму шлак может свободно всплыть через прибыля. При спокойном заполнении формы металлом в отливке очень редко образуются неслитины и газовые пузыри. Метод подвода металла снизу надо считать значительно лучшим, чем подвод сверху. При литье картера фланцем вверх прибыля устанавливают на массивные ложа коренных подшипников и поперечные перегородки (фиг. 99). Вся нижняя массивная часть картера охлаждается холодильниками толщиной 12—15 мм. Подвод металла в форму, как и первом случае (отливка фланцем вниз), производится двумя способами: сверху под прибыля (фиг. 99)



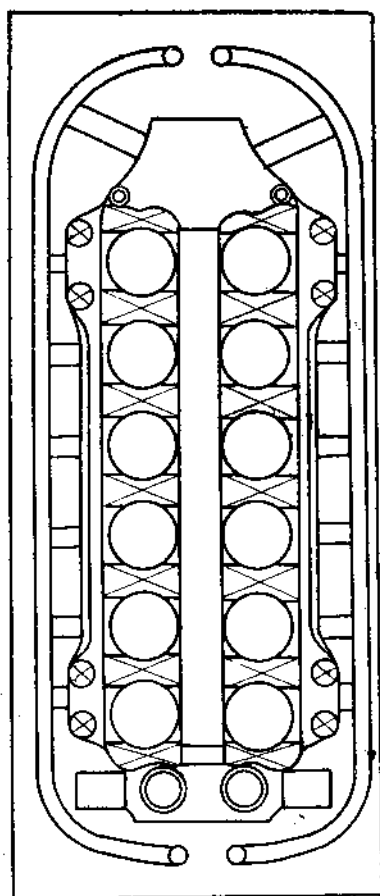
Прибыли



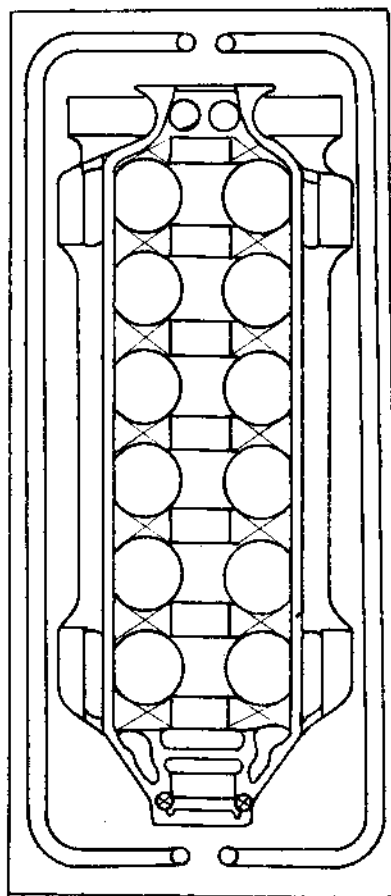
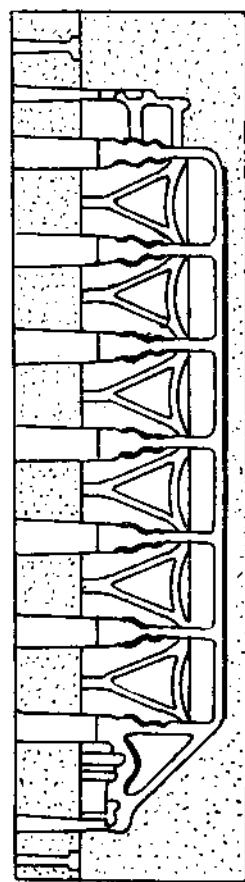
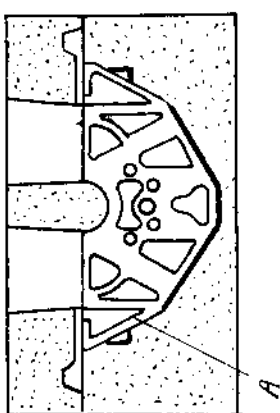
Холодильники



Фиг. 97. Схема формовки верхнего картера фланцем вниз, подвод металла снизу.



Фиг. 98. Схема формовки верхнего картера фланцем вниз, подвод металла под прибыли.



 Прибыли
 Холодильники

Фиг. 99. Схема формовки верхнего картера фланцем вверх, подвод металла под прибыли.

или снизу рожками (фиг. 100). Способ подвода снизу надо считать гораздо лучшим по тем же причинам, что и первом случае.

Способ отливки верхнего картера фланцем вверх надо считать более целесообразным, так как в этом случае массивное ложе подшипников и бобышек гораздо лучше питается металлом.

Методы литья нижних картеров моторов водяного охлаждения из алюминиевых сплавов

На фиг. 101 изображен в нескольких проекциях нижний картер мотора водяного охлаждения. Конструкция и размеры его соответствуют верхнему картеру.

Отливка нижних картеров, как верхних, производится также двумя способами: либо фланцем вверх, либо вниз. При литье фланцем вниз прибыля устанавливают на массивные части бобышек (фиг. 101).

При этом способе весь низ фланца, ложе подшипников и часть массивных бобышек захлаживаются толстыми холодильниками. Металл в этом случае подводится в нижнюю часть фланца. При этом способе металл спокойно заполняет форму, и шлаки, попавшие в форму, могут всплыть вверх через прибыля.

При литье фланцем вверх прибыля устанавливают на массивные ложе подшипников и поперечные перегородки (фиг. 102). Охлаждению подвергаются массивные бобышки *Д*, находящиеся на дне картера, и массивные бобышки в перегородках *В*. Металл подводится двумя способами: либо сверху под прибыля (фиг. 102), либо снизу в тонкие стенки картера между перегородками (фиг. 103).

Металл в форму сверху может быть подведен либо через два канала (фиг. 102а), либо через один, проходящий в средней части картера между прибылями (фиг. 102б). Способ подвода металла сверху более прост и удобен при формовке, но обладает теми же недостатками, что и способ литья верхнего картера, т. е. отливки получаются с неслитинами, шлаковыми и газовыми включениями.

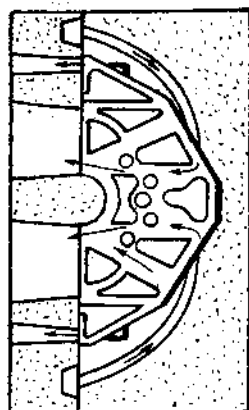
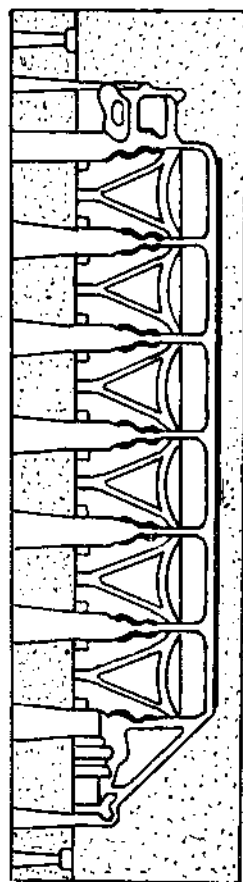
Подвод металла снизу при помощи рожков дает значительно лучшее литье, так как шлакам трудно попасть в форму через рожки, а в случае попадания они всплывают наверх в массивные прибыля. Неслитины получаются очень редко.

Способ отливки нижнего картера фланцем вверх с подводом металла снизу надо считать лучшим.

Метод литья электронных картеров

Метод литья верхних и нижних картеров из магниевых сплавов в основном такой же, что и из алюминиевых. Как правило, подвод металла в форму производится только снизу. Для лучшего улавливания шлаков и флюса применяется двойной литниковый канал (фиг. 104) отливки верхнего картера.

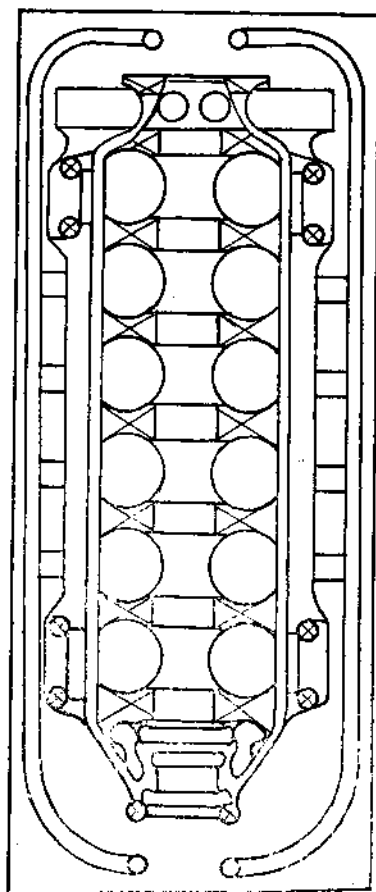
При заливке формы металл из литниковых стояков вначале падает в первый литниковый канал, из него во второй и из второго уже только в форму.



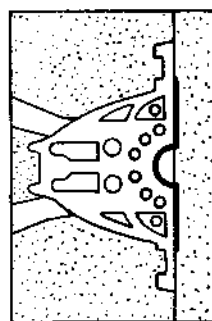
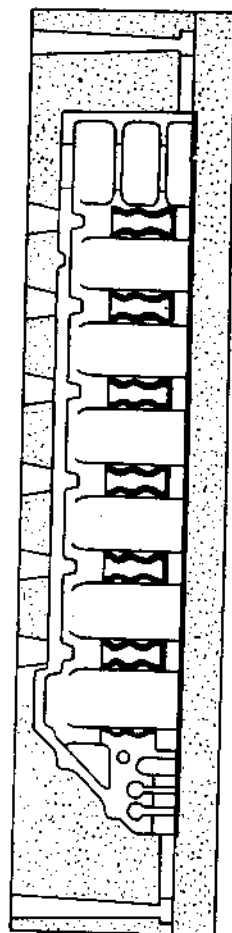
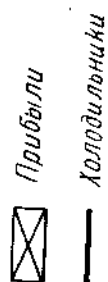
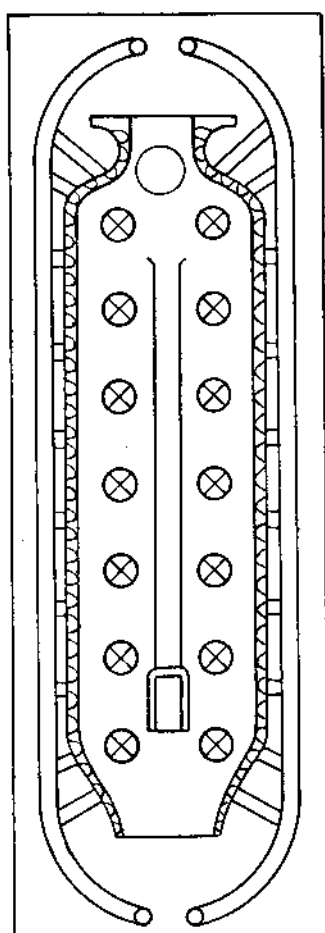
Прибыли



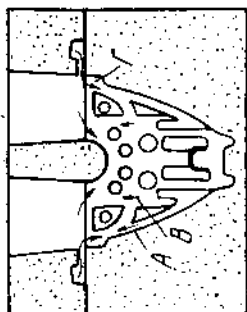
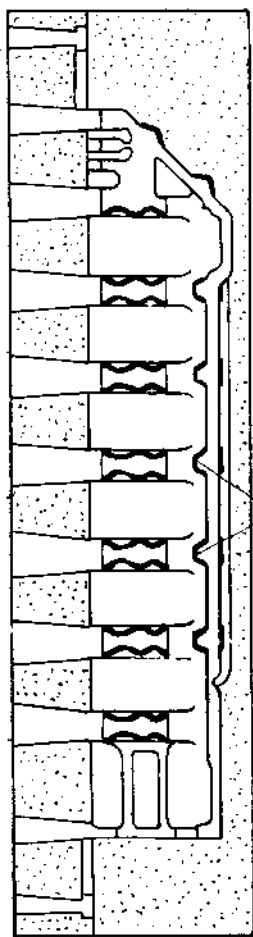
Холодильники



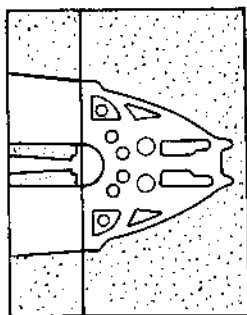
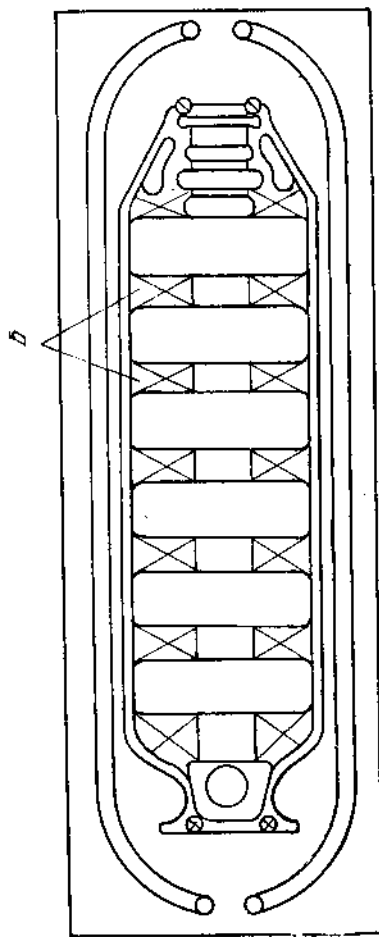
Фиг. 100. Схема формовки верхнего картера фланцем вверх, повод металла рожками вниз,



Фиг. 101. Схеми формовки нижнього картера фланцем вниз, подвод металла снизу.



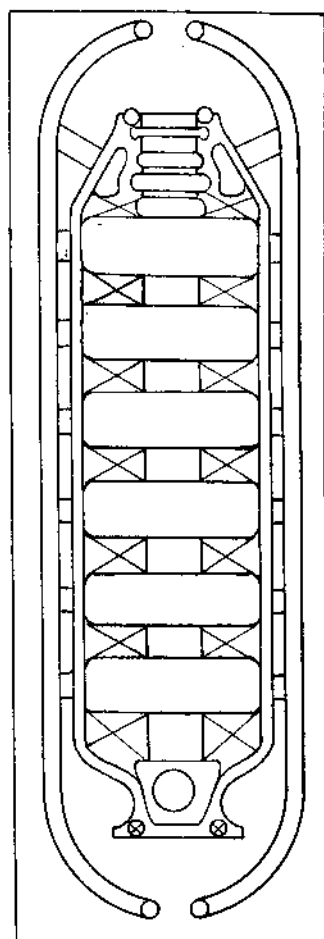
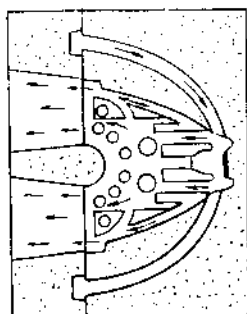
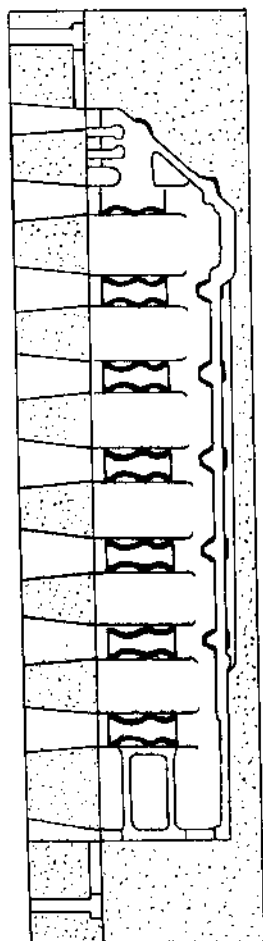
Фиг. 102а. Схема формовки нижнего картера фланцем вверх, подвод металла с боков под прибыли.



Прибыли

Холодильники

Фиг. 102б. Схема формовки нижнего картера фланцем вверх, подвод металла из центрального литника под прибыли.

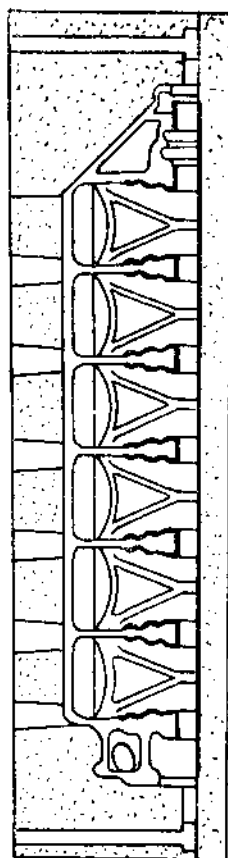
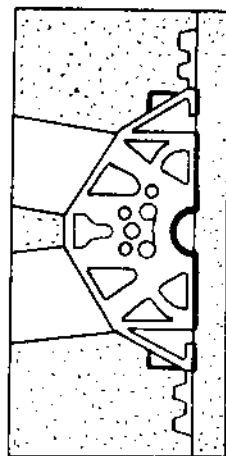


Прибыли



Холодильники

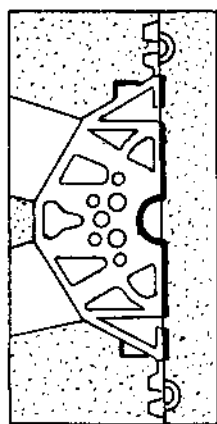
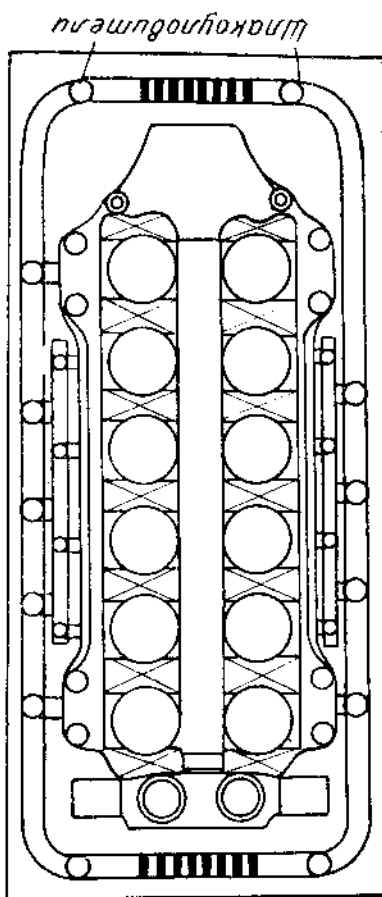
Фиг. 103. Формовка нижнего картера фланцем вверх, подвод металла рожками вниз.



Прибыли

— Холодильники

Фиг. 104. Формовка верхнего картера фланцем вниз, подвод металла снизу.



Фиг. 105. Формовка верхнего картера фланцем вниз, подвод металла снизу через двойной литник и рожки.

Для лучшего улавливания шлака металл из первого литникового канала переходит во второй через рожки (фиг. 105).

Вследствие большой усадки электрона прибыли ставятся более массивными — на 25—30% по сравнению с прибылями тех же картеров из алюминиевых сплавов.

17. БОРЬБА С ПОЖАРАМИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ЛИТЕЙНЫХ

При работе с магниевыми сплавами вследствие их способности загораться в расплавленном состоянии необходимо обращать особое внимание на возможность возникновения пожара. Пожар, происшедший от разливки электрона или при внезапной течи тигля, надо тушить сухим огнетушителем Тайфун и забрасывать сухим песком. Ни в коем случае нельзя тушить загоревшийся металл водой или пенным огнетушителем. Как было указано раньше, электрон при соприкосновении с водой разлагает ее на составные части. При этом образуется гремучий газ, и может произойти взрыв.

В литейных цехах, где работают с магниевыми сплавами, всегда надо иметь на видном месте сухие огнетушители Тайфун и большие запасы сухого песка. Песок следует содержать в железных ящиках с выдвигающейся вверх одной из боковых стенок. Таким образом стоит только поднять вверх выдвигающуюся стенку ящика, как песок сам из него высыпается, и его свободно можно брать для тушения. Около ящика с песком должна постоянно висеть лопата на случай пожара. В случае отсутствия песка и огнетушителя Тайфун горящий металл можно тушить сухим электронным флюсом.

Перед расплавлением магниевых сплавов надо хорошо проверить тигли, простукивая дно и боковые их стенки, обращая особое внимание на швы. В случае течи металла из тигля во время плавки металл надо срочно перелить в новый подогретый тигель.

В случае внезапной течи тигля, вынутого из печи, его надо установить на песчаный или железный поддон и завалить основание тигля снаружи сухим песком до необходимого уровня так, чтобы металл уже не мог вытекать. Затем металл надо разлить в изложницы предварительно подогретым ручным ковшом.

В случае загорания металла при разливке его по формам тушение производится сухим песком, а загоревшиеся предметы, расположенные рядом с горящим металлом, тушатся сухим огнетушителем Тайфун.

Пол в плавильном и формовочном помещениях обязательно должен быть сухим во избежание взрыва при разливке расплавленного металла.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Стр.</i>
Придислобие	5
1. Физические свойства металлов	3
2. Механические свойства металлов	6
3. Сплавы	8
Алюминиевые сплавы	9
Магниеые сплавы	12
Промежуточные сплавы или лигатуры	13
Общие условия приготовления лигатур	13
Расчет шихты	16
4. Изготовление сплавов	19
Изготовление алюминиевых сплавов	19
Сплав В	19
Сплав У	20
Сплав О	21
Изготовление магниевых сплавов	21
5. Газовая пористость	24
Методы борьбы с газовой пористостью	25
6. Плавильные печи и инструмент плавильщика	28
Тигельные горны	28
Печи системы „Монарх“	31
Печи системы Коллемана	31
Электропечи	31
Печи системы Русса	33
Плавильный инструмент	35
Графитовые и шамотовые тигли	35
Тигли для плавки электрона	37
Пирометры	37
7. Вопросы	39
8. Формовочные и стержневые материалы	39
Происхождение формовочных материалов	39
Свойства формовочных и стержневых песков	40
Различные сорта формовочных песков	43
Приготовление формовочных и стержневых материалов	44
Лабораторное испытание земель	50
Состав земель для алюминиевого литья	53
Земли для магниевого литья	54
Стержневые смеси	56
Связующие вещества для стержневых смесей	56
Составы стержневых смесей	58
9. Вопросы	59
10. Инструмент и приспособления для формовки	59
Инструмент формовщика	59
Модели и стержневые ящики	63
Приемы формовки	70
Литниковая система	78
Построение литниковой системы	78

	Стр.
11. Изготовление стержней	85
Сушка форм и стержней	92
Контроль стержней	95
Сборка форм	97
12. Разливка металла по формам	100
Выбор температуры литья	101
13. Обрубка, очистка и контроль литья	102
14. Усадка и методы борьбы с ней	104
Дефекты вследствие усадки	105
15. Наиболее характерные дефекты, встречающиеся в алюминиевом и магниевом литье	116
16. Методы литья картеров из алюминиевых и магниевых сплавов	122
Метод литья верхних картеров моторов водяного охлаждения из алюминиевых сплавов	122
Методы литья нижних картеров моторов водяного охлаждения из алюминиевых сплавов	125
Метод литья электронных картеров	125
17. Борьба с пожарами в электронных литейных	131

Редактор *Н. М. Королев*
Техн. редактор *М. Л. Темерлин*.
Сдано в набор 29 Декабря 1935 г. Формат 62×94/16. Учетных листов 9. Бумажных листов 41/4. Печатных знаков в бумажном листе 96000. Подписано к печати 3 Марта 1936 г. Тираж 1000. ТКК № 19. Изд. № 43. Индекс МП-52-2-2. Дог. № 3053. Уполномоченный Главлита № В-35701. Заказ 3296.

ЗАМЕЧЕННЫЕ ОПЕЧАТКИ

<i>Строка</i>	<i>Напечатано</i>	<i>Должно быть</i>
1 св.	Б. А. Столяров	Б. В. Столяров
7 св.	число	вещество
6 св.	и менее	и не менее
17 св.	к месту подрезки	к месту подводки

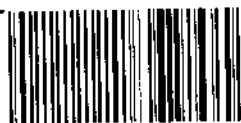
Р о в — «Производство отливок из легких и ультралегких сплавов».

Цена 1 р. 50 к.
МЦ-52-2-2

- 303088

Депозитарий

RLST



0000000029668

1936