

ОСНОВЫ ВЕРСТАНИЯ

ПОРЯДОК
ОБРАБОТКА
МЕТАЛЛОВ

УЧЕБНИК

P. 11963

ОСКАР БЕРГМАН

ГОРЯЧАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

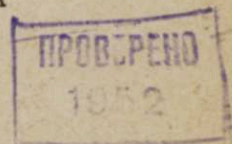
Том II

ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО

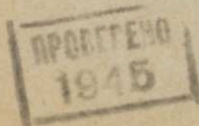
Часть I

Перевод с последнего шведского
издания инж. Ф. Н. Ананьина
с доп. инж. В. М. Пруссова
под редакцией и с дополнениями
профессора А. Н. ЕГОРНОВА

176 черт. и рис. в тексте



Р 11963 ✓
Донец, 1935



„КНИГА“

ЛЕНИНГРАД — 1929 — МОСКВА

Ing. OSCAR BERGMAN
Handbok i järn - och
metallbearbetning
2:dra uppl.

Ленинградский Областлит № 22.508.

Тираж 4200—175 $\frac{1}{8}$ л.

Типография „Коминтерн“ Центриздата Народов СССР. Красная, 1.

ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО

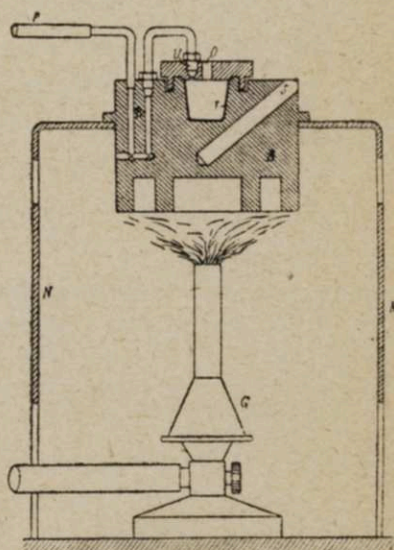
Печи для технических целей *).

Горение есть соединение горючих составных частей топлива—углерода (C), водорода (H) и серы (S) с кислородом (O) воздуха.

Одним из необходимых условий возникновения процесса горения является наличие вполне определенной температуры, при которой возможно химическое взаимодействие между частицами горючего и кислородом воздуха. Подобная температура называется температурой воспламенения.

Как природа реагирующих веществ, так и физические их свойства — теплоемкость, плотность, скорость диффузии — оказывают ускоряющее или замедляющее действие на воспламенение.

К числу внешних факторов, понижающих температуру воспламенения, относятся так называемые катализаторы (пла-



Фиг. 1. Аппарат Моог.

*) Настоящая глава написана инж. М. В. Прусовым. Основным материалом при составлении ее послужили следующие источники: Бляхер, «Теплота в заводском деле»; Окнов, «Топливо и его сжигание», Френкель, «Краткий курс металлургии», Babu, *Traité theorique et pratique de metallurgie generale* и др.

тина, никкель, железо, водяной пар), в присутствии конх горючие смеси всегда воспламеняются при более низких температурах, чем в их отсутствии.

Широкое распространение получил аппарат Мооге (фиг. 1), очень удобный для определения температуры воспламенения твердых и жидких тел. Прибор состоит из железного резервуара *B*, в котором через центральное углубление, прикрываемое ввинчивающейся железной крышкой с отверстиями, помещен тигель *T*.

Аппарат нагревается с помощью газовой горелки *G*, защищенной железным кожухом *N*. Через отверстие *O* небольшими порциями вводят горючее, а через боковой отросток *P* и отверстие *R* в тигель подводят кислород или воздух. По термометру, вставленному в отверстие *S*, отмечают температуру самовоспламенения горючего.

Ниже приведены температуры воспламенения отдельных видов горючего.

Твердые горючие	С°	Жидкие горючие	С°	Газы	С°
Торф . . .	255—280	Бензин {	350—430 415—460	Ацетилен	405—435
Твердое де- рево . . .	300	Каменно- угольная	—	Водород	560—650
Каменный уголь . .	320	смола	500—630	Окись угле- рода	650
Антрацит .	440	Бензол	520	Метан	650—750
Кокс . . .	700		—		—

Скорость горения топлива является крайне важным фактором при процессе горения. Для определения скорости горения газообразного горючего прибегают к измере-

нию скорости распространения пламени зажатой смеси этого горючего с кислородом в стеклянных трубках. В стеклянную трубку, закрытую с одного и открытую с другого конца, помещают горючую смесь и зажигают ее.

Вначале пламя движется с постепенно увеличивающейся скоростью и под конец явление принимает характер взрыва. Скорость равномерного движения пламени в трубках в первый период горения колеблется в пределах от 0,1 до 20 м в секунду, а в период взрывной волны—2000—3000 м в секунду. Максимальная скорость горения имеет место в трубках большого диаметра, наименьшая в металлических трубках малого диаметра. Последним свойством воспользовался Деви в изобретенной им предохранительной лампе для каменно-угольных шахт (диаметр трубки 3,2 мм).

Помимо температуры, скорость горения зависит от присутствия в смеси инертных молекул, не участвующих в горении.

Существуют пределы воспламенимости, в которых взрывчатые смеси горят и вне которых при обыкновенной температуре становятся негорючими.

Так, напр., пределы воспламенимости в объемных %:

водорода	9,45—66,4
окиси углерода	16,5—74,95
водяного газа	12,4—66,75.

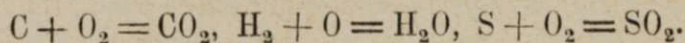
Нижеследующие %/о горючести, которые могут служить относительными характеристиками скорости горения, были получены для различных видов твердого топлива:

графит	16,0
кокс	25,8
древесный уголь	89,6.

Соединение всех горючих частей топлива с кислородом, так называемое полное сгорание, возможно только при определенных условиях. Первым и самым необходимым

условием полного сжигания топлива является достаточное для его сжигания количество воздуха.

Продуктами горения топлива являются: углекислота (CO_2), водяной пар (H_2O), сернистый газ (SO_2) рядом с азотом воздуха, согласно уравнениям:



Соответственно атомным весам соединяются:

$$12 \text{ кг С с } (2 \times 16) = 32 \text{ кг О в } 44 \text{ кг } \text{CO}_2$$

$$2 \text{ кг Н с } (1 \times 16) = 16 \text{ кг О в } 18 \text{ кг } \text{H}_2\text{O}$$

$$32 \text{ кг S с } (2 \times 16) = 32 \text{ кг О в } 64 \text{ кг } \text{SO}_2.$$

Таким образом требуется на сжигание

$$\text{одного кг С} \quad \frac{32}{12} = \frac{8}{3} \text{ кг О и получается } \frac{44}{12} = \frac{11}{3} \text{ кг } \text{CO}_2$$

$$\text{» » Н} \quad \frac{16}{2} = 8 \text{ кг О » » } \frac{18}{2} = 9 \text{ кг } \text{H}_2\text{O}$$

$$\text{» » S} \quad \frac{32}{32} = 1 \text{ кг О » » } \frac{64}{32} = 2 \text{ кг } \text{SO}_2.$$

Можно вычислить теоретически необходимое количество кислорода на 1 кг топлива, зная состав топлива в весо-

вых процентах, по формуле: $\frac{\frac{8}{3} \text{ C} + 8\text{H} + \text{S} - \text{O}}{100}$, где С, Н, S и О означают процентное содержание углерода, водорода, серы и кислорода в топливе.

А так как в 100 вес. частях воздуха содержатся 23 части кислорода, то теоретическое количество воздуха будет

$$\frac{\left(\frac{8}{3} \text{ C} + 8\text{H} + \text{S} - \text{O} \right) 100}{100 \quad 23}.$$

Чтобы найти объемное количество воздуха, необходимо последнюю величину разделить на вес 1 куб. м его—1,293,

тогда теоретическое количество воздуха определится по формуле

$$\frac{\left(\frac{8}{3} C + 8H + S - O\right)}{23 \cdot 1,293} \text{ куб. м.}$$

Количество составных продуктов горения 1 кг твердого или жидкого топлива выразится следующим образом:

$$\text{углекислого газа} = \frac{11}{3} \frac{C}{100} \text{ кг,}$$

$$\text{водяного пара} = \frac{9 \cdot H}{100},$$

$$\text{азота} \left(\frac{8}{3} \cdot \frac{C}{100} + \frac{8H}{100} - \frac{O}{100} \right) \frac{77}{23} + N \text{ кг,}$$

$$\text{сернистого газа} = 2SO.$$

Или в куб. метрах:

$$\text{углекислого газа} \frac{11 C}{3 \cdot 100 \cdot 1,98},$$

$$\text{азота} \frac{\left(\frac{8}{3} \cdot \frac{C}{100} + \frac{8H}{100} - \frac{O}{100}\right) \frac{77}{23} + N \text{ кг}}{1,257},$$

$$SO_2 = \frac{2S}{2,877}$$

При анализе полученных продуктов горения состав их в объемных %/о выразится:

$$\text{углекислого газа} = \frac{CO_2 \cdot 100}{N + CO_2},$$

$$\text{азота} \frac{N \cdot 100}{N + CO_2}.$$

При помощи вышеприведенных формул можно вычислить теоретически необходимое количество воздуха для полного сжигания топлива, состав которого известен.

Полное сжигание топлива с теоретическим количеством воздуха на практике недостижимо, фактически оно чаще всего происходит при большем или меньшем избытке воздуха, в зависимости от вида топлива.

Но так как избыток воздуха влечет за собой разного рода потери тепла, то по возможности следует его избегать.

В случае, когда сжигание топлива происходит при повышенном количестве воздуха, в продуктах горения наряду с CO_2 , H_2O и N_2 появляется и O_2 и тем больше, чем больше избыток воздуха по сравнению с теоретическим его количеством.

Если A теоретически необходимое количество воздуха при горении, B фактически употребленное количество воздуха при горении, то избыток его n выражается отношением $\frac{B}{A}$ или в $\%_0 n_1 = \frac{(B-A) 100}{A}$, каковую величину легко вычислить из анализа продуктов горения по количеству содержащегося в них кислорода.

Если в продуктах горения найдено в объемных процентах: O^0_0 кислорода, N^0_0 азота и $\text{CO}_2^0_0$ углекислоты, то количество N складывается из азота, отвечающего избыточному кислороду — $\text{O} \frac{79}{21}$, и из азота, отвечающего прореагировавшему кислороду $\left[N - \text{O} \frac{79}{21} \right]$.

Теоретически необходимое количество воздуха

$$A = \left(N - \text{O} \frac{79}{21} \right) \frac{100}{79}.$$

Избыточный воздух $B_0 = \frac{100}{21} \cdot \text{O}$, откуда

$$n = \frac{B}{A} = \frac{\frac{100}{21} \text{O} + \left(N - \text{O} \frac{79}{21} \right) \frac{100}{79}}{\left(N - \text{O} \frac{79}{21} \right) \frac{100}{79}} = \frac{N}{N - \text{O} \frac{79}{21}}.$$

Умножив числитель и знаменатель на $\frac{21}{N}$, получим

$$n = \frac{21}{21 - \text{O} \frac{79}{N}}.$$

Точно также n_1 в процентах выражается, как

$$n_1 = \frac{B_0}{A} 100 = \frac{100}{21} O$$

$$\left(N - O \frac{79}{21} \right) \frac{100}{79} \cdot 100 = \frac{100 \cdot \frac{79}{21} \cdot O}{N - \frac{79}{21} \cdot O}.$$

По приведенным формулам можно вычислить избыток воздуха при любом составе продуктов горения.

В топках твердое топливо сжигается с избытком воздуха в 60—70%, пылевидное при 30—40%, жидкое топливо в распыленном состоянии при 10—20%, а газообразное топливо и совсем без избытка воздуха.

Неполное сгорание может произойти или при недостатке кислорода воздуха, или если температура горения слишком низка. При этом, помимо окиси углерода, образуются и другие продукты неполного горения—углеводороды, выделяющиеся при нагревании топлива без доступа воздуха, т.-е. при сухой перегонке.

При нагревании топлива, вначале, не считая воду, выделяются тяжелые углеводороды, которые под действием высокой температуры и углерода распадаются, с выделением углерода, на более стойкие соединения CN_4 , C_2H_2 , C_2H_6 и др.

При техническом горении и химической переработке топлива особое значение приобретает равновесие системы $CO_2 + C \rightleftharpoons 2CO$.

Эта реакция является основной при горении топлива в шахтных печах и побочной при случае неполного горения в пламенных печах.

Практически полное горение получается, если предел равновесия сильно сдвинут влево (что имеет место в пламенных печах).

Нормальное горение в шахтных печах получается в случае, если предел равновесия сильно сдвинут вправо. Промежуточный между крайностями предел является ненормальным для обоих типов печей.

Равновесие системы CO_2 , CO и C при общем давлении смеси газов в 1 атм. (Boudouard).

В 100% смеси находится.

При температуре	CO_2 %	CO %
450	98	2
500	95	5
550	89	11
600	77	23
650	61	39
700	42	66
750	24	76
800	10	90
850	6	94
900	3,5	96,5
950	1,5	98,5
1000	0,7	99,3
1050	0,4	99,6

Рассматривая данные, приведенные в таблице, приходим к заключению:

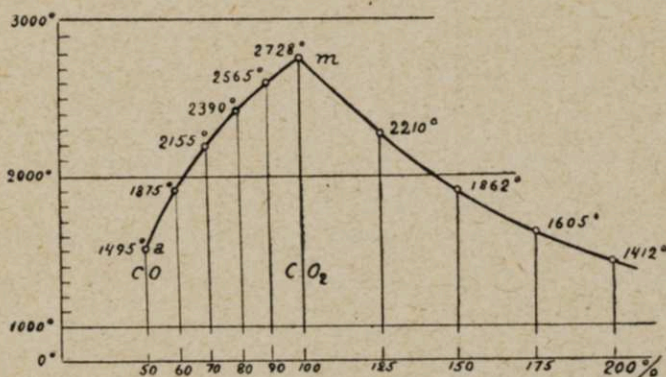
1. Реакция между углекислым газом и углеродом начинается при 450° , усиливаясь при повышении температуры и доходя до конца при 1050° .

2. При установившемся равновесии каждой температуре отвечает вполне определенный предел.

3. Если исходят из 2CO , то для ускорения реакции прибегают к действию катализаторов (железо, кобальт, никель или их окислы).

Из таблицы ясно видно постепенное возрастание содержания CO и убывание CO_2 в связи с возрастанием температуры.

Чем больше воздуха подводить при сгорании, тем получается большее количество продуктов сгорания, и так как выделяемая теплота должна распределиться между ними, то следствием этого является естественное понижение температуры продуктов горения. Если подводится слишком мало воздуха или кислорода, то горение, как указано выше, получается неполным, и температура газов опять-таки получается вследствие этого более низкой. Связь между теоретическими температурами горения и подведенным количеством воздуха при сгорании 1 кг угля представлена на нижеследующей диаграмме по Arzberger'y.



Фиг. 2. Кривая Arzberger'a.

Кривая показывает в градусах Цельсия теоретические температуры горения, достигаемые при различных количествах воздуха. Последние выражены в % от теоретически требуемого количества воздуха для полного сгорания, принятого равным 100% (фиг. 2).

Первая часть кривой от *a* до *m* показывает, как температура горения постепенно возрастает при сгорании: 1) C в CO (точка *a*), 2) частью в CO , частью в CO_2 и, наконец, 3) при полном сгорании в CO_2 (точка *m*) при теоретически наименьшем потребном для этого количестве воздуха. Падающая часть кривой показывает снижение температуры при увеличении избытка воздуха.

Однако, указанные на диаграмме температуры являются только теоретическими, на практике же сгорание никогда не получается полным, так как только часть отходящих газов представляет из себя CO_2 , в то время, как остальная часть уходит в виде CO .

Поэтому температура горения также получается соответственно ниже той температуры, которая должна была бы получиться при теоретическом подсчете при полном горении.

Большинство металлургических процессов происходит при высоких температурах, но обычные реакции совершаются почти всегда ниже 1600° .

Наиболее экономным и распространенным способом получения тепловой энергии является горение. Оно есть результат окисления органических и минеральных веществ, так называемых горючих. В металлургии утилизируются самые разнообразные горючие: дерево, торф, угли всех категорий, нефть и пр. По своему происхождению топливо подразделяется на естественное и искусственное, а по своему физическому состоянию—на твердое, жидкое и газообразное, как показано в следующей схеме.

Горючее	Естественные	Искусственные
Твердое	Дерево, торф, каменный уголь	Древесный уголь, кокс, брикеты
Жидкое	Нефть	Смола, смоляные масла
Газообразное	Натуральный газ	Газы: генераторный, колосниковый, водяной, светильный

Значение дерева, как горючего материала, для заводских целей из года в год все падает по причине высокой стоимости и малой теплопроизводительной способности его,

зависящей главным образом от содержания воды; так, напр., теплопроизводительная способность дерева с 30% воды падает с 4500 до 2970 калорий. Кроме того, является более экономически целесообразным использование дерева по его прямому назначению, а не в качестве горючего.

Торф есть самое новейшее по времени образования горючее ископаемое и представляет продукт разложения болотных растений.

Месторождения торфа имеются в Германии, Ирландии, СССР, Голландии, Франции, Сев. Америке. Чем глубже залегает торф, тем темнее его окраска, тем выше в нем содержание углерода. Применение торфа ограничено вследствие малой способности его к перевозке. Торф, высушенный на воздухе, содержит еще 15%—20% воды и от 2 до 20 и более процентов золы. Теплопроизводительная способность торфа 3300—4500 калорий.

Из всех видов горючего наибольшее значение в металлургии имеет каменный уголь, а также твердые и газообразные продукты, полученные из него.

Ископаемый уголь представляет собою изменившиеся под землею без доступа воздуха, в течение значительных геологических периодов, остатки когда-то живших на земле растений. Эти микробиологические и метаморфические процессы сопровождались обогащением массы углеродом и обеднением кислородом, как видно из приведенной ниже таблицы (см. табл. на стр. 16).

Все топливные материалы состоят главным образом из углерода, водорода, кислорода, азота, серы. Кроме них всегда имеются минеральные примеси, образующие после сжигания топлива золу и различные количества влаги. Наиболее важной составной частью является углерод.

Водород находится или в соединении с углеродом и другими элементами—«свободным», или в соединении с кислородом в виде H_2O —«связанным».

Горючие	Химический состав органической массы топлива			Теплотворная способность в калориях	Выход кокса	Свойство кокса
	С	Н	О			
					%	
Дерево . .	50	6	44	4500	15	Не спекается, порошок
Торф . . .	58—63	5—6,5	36—31,5	5100	25	Не спекается, порошок
Бурый уголь	65—75	6—7	29—28	6500	40—50	Не спекается, порошок
Каменный уголь						
а) сухой длиннопламенный .	75—80	4,5—5,5	19,5—15	8200	50—60	Слабо спекается, порошок
б) жирный длиннопламенный .	80—85	5—5,8	10—14,2	8600	60—68	Спекается
Жирный кузнечный со средним пламенем .	84—89	5—5,5	6,5—11	9000	68—79	Хорошо спекается
Жирный коксовый .	88—91	4,5—5,5	5,5—7,5	9400	74—82	Плотный
Тощий короткопламенный .	90—93	4,0—4,5	3—5,5	9300	82—92	Слабо спекается.
Антрацит .	93—95	2—4	3	9100	95	Не спекается
Графит . .	100	—	—	7800	100	Не спекается

Количество связанного водорода определяется количеством кислорода и по весу в 8 раз меньше кислорода. Если процентное содержание кислорода в топливе обозначим через O , то $\%$ содержание связанного водорода $\frac{O}{8}$, а свободного $H = \frac{O}{8}$.

Древесный уголь и кокс являются искусственными горючими, они получаются путем обугливания сырого топлива.

Древесный уголь является крайне ценным материалом для доменных печей ввиду отсутствия в нем серы и фосфора, но применяется только там, где много лесов—на Урале, в Швеции и Сев. Америке. Гораздо большее применение в металлургических производствах имеет кокс.

Крепость кокса или его сопротивление раздавливанию, а также его пористость составляют его основные качества. Он не раздавливается даже при большом давлении высокого столба (23—25 метров), не растрескивается, не дает мелочи. Сера в коксе колеблется в широких пределах, но кокс с содержанием серы более 2,5% и зольности выше 15% уже мало пригоден для доменной плавки. В лучших сортах кокса серы от 0,5 до 0,7%, в хороших 1—1,5%. Содержание золы в 10% считают небольшим.

Наш каменный кокс содержит до 2 и более процентов серы, 12—15% золы и 10, а при осенней и зимней доставке—20% влажности.

Западно-европейский и американский кокс значительно лучше.

Русский кокс содержит 1% серы, 8—10% золы, 8% влажности, пористость его 51.

Английский кокс содержит 0,7—1,0% серы, 6—8% золы, 5% влажности.

По своему качеству этот кокс является вторым в мире, самым же лучшим является американский кокс (каннельсвилльский). Он получается из каменного угля.



города Питсбурга, и содержит серы 0,5—0,7%, золы 8—11,5%, влаги не более 1%, а при перевозке — до 5%; пористость его 56. Ниже приведены состав и теплотворные способности искусственных твердых горючих.

Горючес	Состав			Зола	Теплотворная способность
	С	Н	О		
Древесный уголь кучной	87	2,3	8	1,5	7300
» » печной	78	3,5	16	1,2	6500
Кокс	82—89	1	2—3	4—12	7000

Не все виды топлива могут быть применимы для сжигания без предварительной обработки; так, напр., торф мало пригоден в своем первоначальном виде, бурый уголь легко распадается и часто получается очень влажным, у каменноугольных копей остается много мелкого каменного угля. Такому топливу придают более удобоприменимый вид прессованием, превращая его в твердую плотную массу при помощи брикетирования. Процесс этот заключается в склеивании мелкого высушенного материала при сильном давлении. Получают брикеты из торфа, бурого угля, каменного угля, антрацита. Брикеты можно изготовлять из горючих сланцев, мелкого кокса, древесного угля и опилок. Топить брикетами легко, вследствие однообразной величины и формы, горят они бездымно, но требуют большую колосниковую решетку.

Жидкое топливо, распространенное в природе менее твердого, имеет целый ряд преимуществ и является поэтому наиболее ценным. Главным преимуществом жидкого топлива является то, что его сжигание происходит почти с теоретическим количеством воздуха. Помимо того, в нем почти отсутствует зольность, содержание серы ничтожно, также мало в нем влаги, оно крайне удобно для транспортирования в наливных

судах и цистернах и даже по трубопроводам—на расстоянии сотен верст.

До настоящего времени известен только один вид естественного жидкого топлива — нефть. Мировые запасы ее ограничены и сосредоточены главным образом в Сев. Америке, Мексике и СССР (90% всей добываемой нефти), а также в Румынии, Галиции и Индии (остальные 10%). До сих пор нет общепризнанной теории происхождения нефти, хотя много данных говорит за то, что она животного происхождения.

В зависимости от месторождения, нефть по своему химическому составу представляет сложную смесь углеводородов: предельных C_nH_{2n+2} (пенсильванская) и непредельных C_nH_{2n} (бакинская).

Разница в составе сказывается на свойствах той или другой нефти.

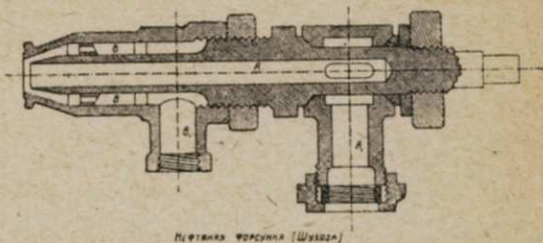
Состав нефти различных месторождений: $C=84\%$, $H=13\%$ и $N+O=3\%$.

Теплотворная способность нефти от 10000 до 11000 калорий. Жаропроизводительная способность 2248° .

В целях лучшего распыления нефти и смешения ее с воздухом для сжигания нефти употребляют форсунки (фиг. 3).

Нефть подается под давлением по внутренней трубке А, а сжатый воздух или водяной пар—по наружной концентрической трубке В. При выходе из трубки нефть увлекается струей пара или воздуха и пульверизируется. В зависимости от давления пара или воздуха при зажигании образовавшейся смеси распыленной нефти с воздухом начинается горение на некотором расстоянии от конца форсунки.

В целях более выгодного использования нефти ее подвергают перегонке, при чем она разделяется на ряд фракций,



Форсунка (Швабе)

Фиг. 3. Форсунка.

отличающихся друг от друга составом, удельным весом и температурой кипения.

Большая часть нефти подвергается частичному разделению на фракции, при чем выделяются бензиновый и керосиновый погоны, а остаток под именем мазута идет для сжигания во всякого рода топках.

Продукты перегонки нефти:

1. Бензин, точка кипения $70-120^{\circ}$, уд. вес 0,70.

2. Керосин или светильное масло, точка кипения $150-300^{\circ}$, уд. вес пенсильванского 0,73—0,87, бакинского 0,815—0,825.

3. Нефтяные остатки, кипящие выше 300° : смазочное масло, мазут, парафиновое масло, вазелин.

Состав мазута из бакинской нефти: С—87,1; Н—11,7, О+N—1,2.

Теплопроизводительность всех 3 фракций 10000—11000 калорий на 1 кг.

Содержание 3 фракций в сырой нефти, в зависимости от месторождений, приведено ниже.

Сырая нефть	Удельн. вес	Бензина %	Керосина %	Остатков
Пенсильвания	0,79—0,82	10—20	55—75	10—20
Баку	0,85—0,90	5	25—30	60—65
Галиция	0,82—0,88	5—20	35—50	30—45
Эльзас	0,90	0—5	25	65—70

Разница в выходе мазута из американской (35—40%) и бакинской (около 60%) объясняется исключительно характером углеводородов, входящих в состав той или иной нефти.

Так как жидкое топливо является необходимым видом топлива для ряда двигателей внутреннего сгорания, особый интерес уделяется так называемому крякинг-процессу. Последний сводится к получению из мазута и нефтяных остатков тех или иных легких углеводородов путем расщепления содержащихся в исходных продуктах тяжелых углеводородов, что производится в особых чугунных ретортах, нагретых до $550\text{--}700^\circ$. Этот способ осуществляется в крупно-заводском масштабе. Следует указать на гидрогенизацию, предложенную Бергиусом, как на способ искусственного получения жидкого топлива действием водорода под большим давлением (100—150 атмосфер) при определенных температурах на смолу, гудрон, пек и даже каменный уголь. При этом способе водород присоединяется к тяжелым углеводородам и превращает их в легкие.

Кроме нефти, в качестве жидкого топлива употребляются смолы, получающиеся при перегонке дерева, торфа, каменных углей, но значение их по сравнению с нефтью ничтожно. Теплопроизводительная способность 8500 кал., уд. вес 1,1—1,26.

Газообразное топливо является наиболее ценным, так как, обладая теми же преимуществами, что и жидкое, оно выгодно отличается от последнего: будучи нагрето перед сжиганием, дает возможность получать очень высокие температуры; кроме того, оно может быть получено из низших сортов горючего и даже топливных отбросов. Газообразные горючие представляют смеси в различных пропорциях газов, как горючих, главным образом CH_4 , CO и H_2 , так и не горючих CO_2 и N_2 . Наибольшей теплотворной способностью обладают CH_4 (8589 кал.), затем CO (3045 кал.) и, наконец, H_2 (2581 кал.).

По своему составу газообразные горючие делятся на 2 категории:

1. Газы с высокой теплопроизводительной способностью—выше 3000 кал., где преобладающей горючей составной частью является CH_4 (метан).

2. Газы с малой теплопроизводительной способностью—ниже 3000 калор., где преобладающей составной частью являются СО и H_2 .

К первой категории относятся газы: естественный, светильный, коксовальный, нефтяной; ко второй: воздушный, водяной, смешанный (генераторный) колошниковый.

а) Естественный газ выделяется из земли под большим давлением по соседству с месторождениями нефти и при атмосферном давлении в каменноугольных копях. Естественный газ имеет чисто местное значение. Г. Питсбург в Пенсильвании использует для своей тепловой и световой энергии естественный газ, который выделяется в его окрестностях. Однако, скопление этого же газа в каменноугольных копях часто приводит к катастрофам при взрывах его. Главной составной частью его является CH_4 (90—95%), теплотворная способность 8000 кал.

б) Светильный газ получается из газовых углей, дерева, нефти и различных минеральных масел—сухой перегонкой в печах с горизонтальными ретортами. Его свойства обуславливаются родом сырого материала и способом перегонки. Главной его составной частью является H_2 (48—51%); теплотворная способность его 4529 калор. Широкому применению этого удобного и хорошо используемого горючего препятствует его высокая цена.

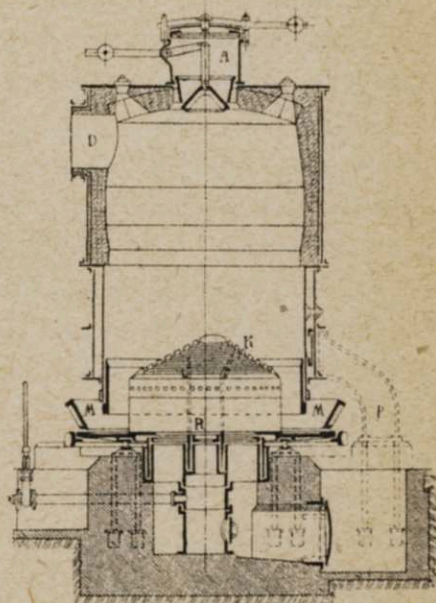
в) Коксовальный газ, являющийся побочным продуктом коксования, мало отличается от светильного газа. Характерным признаком его является повышенное содержание азота, достигающее иногда до 20%.

г) Нефтяной газ получается из мазута и соляровых масел при крекинг-процессе, путем расщепления их при высоких температурах. В последнее время этот газ применяется под именем блау-газа, получающегося из солярового масла при температуре 500—600°. Он горит ярким пламенем, развивает очень высокую температуру. Его теплотворная способность доходит до 10000 калорий.

Газы с малой теплопроводностью получают при продувании воздуха или водяного пара через раскаленный уголь.

В современных устройствах процесс газификации твердого топлива ведут в две стадии: сначала вдувают воздух, чем сообщается стенкам аппарата определенный запас тепла, которое затем расходуется на образование водяного газа при вдувании пара. Так как основным продуктом процесса считается водяной газ, а воздушный газ побочным, то период продувания водяного пара более продолжительный (10—15 мин.), чем период продувания воздуха (1—2 мин.). Водяной газ обладает высокими тепловыми свойствами и применяется при обработке стекла, сварке и резании металлов. В Америке он находит себе широкое применение вместо светильного, для чего подвергается карбонированию.

Смешанный или генераторный газ получается в газовых генераторах самых разнообразных конструкций. Особенно большое распространение получил генератор Кегрелю с вращающимся поддоном (фиг. 4). Он представляет собою шахтную печь, укрепленную на колонках *Р*. Топливо загружается через воронку *А*. Горение его происходит на конической колосниковой решетке *К*, составляющей одно целое с вращающимся тарелкообразным поддоном *М*. В этот последний шахта опускается своими краями. Холодный воздух и водяной пар поступают в шахту через отверстия в колосниках *К* по трубе *В*, и тогда получается на-



Фиг. 4. Генератор Кегрелю.

стоящая смесь водяного и воздушного газов. Смешанный генераторный газ находит широкое применение для отопления печей с высокой температурой, главным образом регенеративных печей в металлургическом и стеклоплавильном производствах. Будучи нагрет в регенераторе до температуры около 1000° , газ при сжигании в печи дает температуру около 1800° . Так как такую температуру может дать газ, полученный из торфа, бурого угля, дерева, то выгода превращения их в генераторный газ очевидна.

Колошниковый газ получается в качестве побочного продукта в доменных печах. В колошниковом газе при пониженном содержании H_2 , CH_4 и C_nH_m имеется больше CO_2 , чем в генераторном газе. Теплотворная способность его 890 кал./м^3 , жаропроизводительность 1425° .

Колошниковый газ частично используется для подогрева воздуха, поступающего в доменную печь. Для этой цели газ сжигается в аппаратах Каупера и нагревает его кирпичную насадку, которая впоследствии отдает воспринятое тепло проходящему через нее воздуху (см. Том I). Колошниковый газ используется также для получения механической энергии как для доменной печи, так и для других потребностей металлургического завода, для чего он сжигается под паровыми котлами и дает необходимое количество пара для паровых машин. Однако, еще более выгодно сжигать газ в газовых двигателях. Он также направляется в коксовальные печи и используется для нагревания коксовальных камер.

Ниже приведены данные о составе и тепловых свойствах различных видов газообразного горючего (см. табл. на стр. 25).

Самым главным свойством топлива является его теплотворная или теплопроизводительная способность. Она определяется числом калорий, выделяемых при полном сжигании единицы топлива путем сжигания навески его в калориметрической бомбе в чистом кислороде под давлением 25—30 атмосфер. По повышению температуры воды

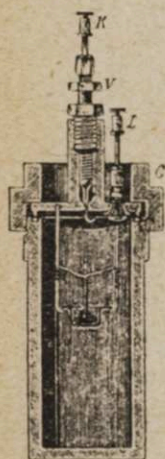
Химический состав различных видов газообразного горючего.

Название газо- образного горючего	Состав горючего в объемных %							Низшая тепло- творная способ- ность
	CO ₂	CO	CH ₄	C _n H _m	H ₂	O ₂	N ₂	
Естественный газ (Шитсбург) . . .	—	1,0	72,2	0,7	20,0	—	6,1	—
Светильный газ (ка- менноугольный) .	1,4	7,9	31,2	2,8	53,2	—	3,5	—
Газ при сухой пе- регонке дерева . .	25,72	40,59	11,06	6,91	15,07	—	0,65	—
Нефтяной газ . . .	2,62	9,21	34,64	7,01	39,78	0,16	6,58	6050
Генераторный газ (смешанный) . .	3	28	3	0,2	12	—	53,8	1450
Колошниковый газ коксовой печи . .	10	27,35	0,95	—	3,3	—	58,4	950
То же древесно- угольной печи . .	11,4	21,7	—	—	2,8	0,2	63,9	—

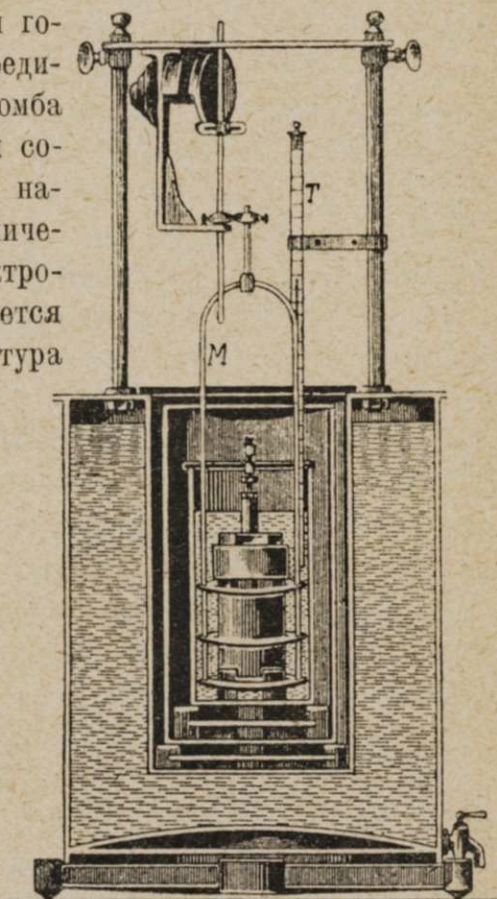
в калориметре, измеряемому точным термометром Бекмана, зная количество воды и сделав ряд поправок на нагревание механических частей прибора (водяной эквивалент калориметра), можно определить теплопроизводительность данного топлива.

Наиболее распространенным является калориметр Бертело (фиг. 5 и 5а), имеющий цилиндрическую форму бомбы. Бомба сделана из лучшей стали, ее внутренние стенки покрыты платиной. Между двумя платиновыми стержнями, проходящими через крышку бомбы, находится загнутая на конце платиновая трубка, закрываемая вентилем V. На нижнем конце левого стержня находится платиновая чашечка, где помещается навеска топлива, правый стержень электрически изолирован от бомбы. К стержням прикреплены спирали из железной проволоки, средняя часть спирали по фарфоровой трубке опускается до навески

топлива и служит запалом при дальнейшем его сожигании. Бомба, герметически закрываемая гайкой *G*, наполняется кислородом под давлением 25—30 атмосфер через специальное отверстие в вентиле *V* из особого баллона, при чем головки бомбы *K* и *L* присоединяются к аккумулятору. Бомба помещается во внутренний сосуд калориметра, который наполнен определенным количеством воды, в нем от электромотора вверх и вниз движется мешалка *M*. Когда температура



Фиг. 5а.



Фиг. 5. Калориметр Бертело.

воды в калориметре, измеряемая термометром Бекмана, устанавливается на определенной величине (начальная температура опыта), замыкают электрический ток. Последний, проходя через железную спираль, накаливает ее до такой степени, что она зажигает навеску топлива, которая сгорает в кислороде в течение нескольких секунд. Выделяющаяся

при этом теплота через стенки бомбы передается воде калориметра, которая по прошествии нескольких минут принимает некоторую постоянную температуру (конечная температура опыта).

Если Q — теплопроизводительность топлива, p — навеска топлива, M — количество воды в калориметре, mc — водяной эквивалент калориметра, t_0 — начальная температура воды, t_1 — ее конечная температура, p_1 — вес сгоревшей железной проволоки, а q_1 — теплота горения железа (1769 калор. на 1 kg), то

$$Q = \frac{M(t_1 - t_0) + mc(t_1 - t_0) - p_1 q_1}{p}.$$

Необходимо отметить, что калорийность топлива, т.-е. количество теплоты, даваемое килограммом его, выражается в технических калориях, т.-е. в таких единицах тепла, которые относятся к количеству тепла, потребного для нагревания воды на $1^\circ C$ в пределах от 15 до $20^\circ C$.

Для определения теплотворной способности газов, напр., генераторного, светильного, измеряемых обыкновенно по объему, пользуются калориметрами



Фиг. 6. Калориметр Юнкера.

Фишера, а для более точных определений — Юнкера (фиг. 6).

Продукты горения, образовавшиеся после сожигания газа, проходят систему трубок и выходят из O , имея температуру окружающего воздуха.

Вода протекает в сосуд E из сосуда H с переливной воронкой, каковая имеется и у сосуда E . Этим достигается

равномерное течение воды через калориметр, протекая через который она нагревается сожигаемым газом. Теплопроизводительность газа Q легко вычислить, зная: a — количество газа, b — количество воды, прошедшее через калориметр в то же время, и c — повышение температуры воды: $Q = \frac{b \cdot c}{a}$.

Теплотворная способность газов всегда относится к 1 куб м при 0° и 760 мм давления. Теплопроизводительность газов рассчитывают по данным анализа, суммируя теплотворные способности составных частей.

Теплопроизводительная способность жидкого топлива может быть определена или: 1) в калориметрах для твердых веществ: определенный объем жидкости помещается в платиновую чашку и зажигается фитилем, соединенным с накаливаемой платиновой проволокой или 2) в газовых калориметрах, где жидкость сожигается в лампочках, которые вставляются в калориметр.

Таким образом была определена теплотворная способность различных тел.

Важнейшие цифры для этого приведены в нижеследующей таблице.

1 кг	Продукты сгорания	Калорий на 1 кг
C	CO ₂	8140
C	CO	2440
CO	CO ₂	2429
H	H ₂ O (в виде воды)	34200
H	H ₂ O (в виде паров)	28800
S	SO ₂	2500
Метан	CO ₂ и H ₂ O (в виде воды)	13318
"	CO ₂ и H ₂ O (в виде паров)	11970
Ацетилен	CO ₂ и H ₂ O (в виде воды)	11914
"	CO ₂ и H ₂ O (в виде паров)	11499

Калориметрическую теплопроизводительность можно вычислить и теоретически на основании анализа топлива.

Первую формулу для такого определения дал Дюлонг

$$Q = \frac{8140 C + 34200 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2500 S}{100},$$

где C , H и S обозначают соответственно содержание в % углерода, водорода, серы.

Эта формула дает удовлетворительные результаты для каменных углей, древесного угля и некоторых газообразных топлив, но она не применима для дерева, торфа, бурого угля. Для этих сортов топлива хорошие результаты дает формула Менделеева

$$Q = 81 C + 300 H - 26 (O - S).$$

В виду того, что дымовые газы уносят влагу в виде пара, теплоты в печах от горения топлива будет меньше, чем в калориметре, и калориметрическая теплопроизводительность не пригодна для практических целей. По этой причине было установлено другое понятие, так называемая полезная теплопроизводительность, для расчета которой нужно из калориметрической теплотворной способности вычесть $600 (w + aq)$, где w влага топлива, aq — вода, образовавшаяся от горения водорода.

Полезную теплопроизводительность можно вычислить по общепринятой формуле Общ. Германских Инженеров

$$Q = \frac{8100 C + 29000 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2500 S - 600 W}{100}.$$

Второй величиной, характеризующей топливо, является его жаропроизводительность, т.-е. максимальная температура, выше которой нельзя получить при сжигании данного топлива. При этих идеальных условиях горение происходит с теоретически необходимым количеством воздуха,

при чем конечными продуктами должны быть продукты полного окисления С и $H_2 \div CO_2$ и H_2O .

Если из данного количества топлива P мы получаем при полном сжигании PQ калор. и все тепло распределится только между продуктами горения, количество коих p_1, p_2, p_3 , а теплоемкости их c_1, c_2, c_3 , то

$$PQ = (p_1c_1 + p_2c_2 + p_3c_3)t_{\max} \text{ и } t_{\max} = \frac{P \cdot Q}{p_1c_1 + p_2c_2 + p_3c_3}.$$

Теплоемкостью или удельной теплотой называется то количество теплоты, которое необходимо для нагрева единицы веса вещества на $1^\circ C$. За единицу принимается количество тепла, потребное для нагревания 1 кг воды на $1^\circ C$. Все известные вещества имеют теплоемкость меньше 1. Различают теплоемкость при постоянном давлении C_p и постоянном объеме C_v . Разница теплоемкостей, отнесенных к 1 кг, равна газовой константе R : $C_p = C_v + R$.

Можно определить теплоемкость не весовых, а объемных единиц.

Согласно гипотезе Авогадро, в равных объемах газов при одинаковых температуре и давлении содержится одинаковое число частиц, и теплоемкость многих газов (O, N_2, H, CO , воздуха) оказывается близкой друг к другу около 0,31, для CO_2 — 0,42, водяного пара 0,36.

Средние теплоемкости газов, отнесенные к 1 кг, между 0 и 200° при постоянном давлении приведены ниже:

Углерод	0,22	Углекислота	0,215
Водород	3,388	Окись углерода	0,242
Водяной пар	0,453	Кислород	0,218
Вода	1	Азот	0,241

Температуру горения с теоретическим количеством воздуха, т.-е. жаропроизводительность, можно вычислить по формулам Менделеева, Курнакова и др. Данные приведены в нижеследующей таблице.

Вычисленные теоретические температуры горения.

Наименование горючего	Курнаков	Blass	Менделеев
Твердый углерод в воздухе.	1900—1990	1860	1901
Углерод в кислороде . . .	2900—3300		
Водород » » . . .	2500—2700		
Хол. генер. газ из древ. угля	1530	1450	
Горячий генер. газ. в гор. воздухе.	2160—2220		
Светильный газ	1811—1823		
Водород в воздухе. . . .	1900	1650	1814
Окись углерода	2040	1955	1957
Водяной газ	1970	1875	
Древесн. уголь и кокс . .			1840
Нефть			1830

Большинство металлургических процессов происходит при высоких температурах в печах особой конструкции.

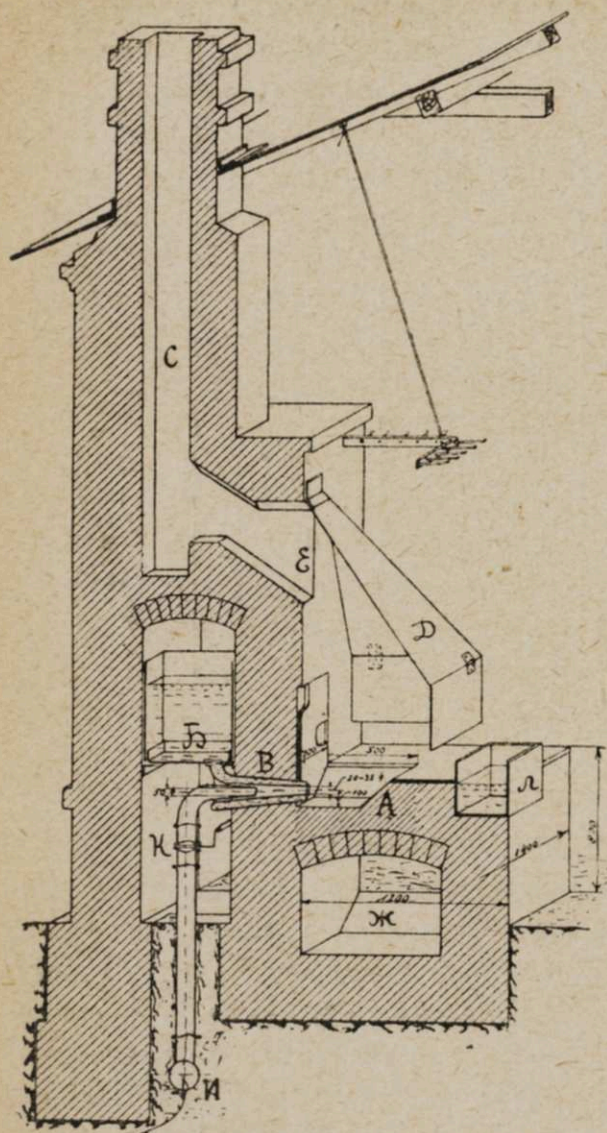
По способу получения тепла все печи делятся на 2 группы:

1) Нагреваемые топливом и 2) электрические.

В первой группе, в зависимости от того, в каком отношении находится шихта к топливу, различают: а) напольные печи—обжигательные кучи и стойла, б) шахтные печи: 1) с естественной тягой—известково-обжигательные и 2) с дутьем—доменные (в этих печах шихта смешана с топливом), в) пламенные печи—здесь шихта отделена от топлива и нагревается пламенем, г) тигельные печи, где шихта находится в особом сосуде, д) обжигательные печи и конвертора, где шихта содержит горючий материал. Ко второму типу—относятся электрические печи сопротивления и дуговые.

В случае, когда необходимо иметь наивысший жар, сосредоточенный в одном месте, нагревательным аппаратом

будет тот, где нагреваемый материал помещается в месте



Фиг. 7. Горн.

горения топлива, так называемый горн (фиг. 7). Горн представляет из себя открытый очаг, в котором интенсивность горения поддерживается при помощи искусственного дувания воздуха. В гнездо *А* засыпается уголь, через коническую насадку *В* воздух подается вентилятором, а продукты горения улавливаются колпаком *Д* и уносятся в трубу *С*. Иногда горн устраивается с центральным дутьем, где воздух в горн подводится снизу гнезда в его центр. Здесь нагрев металла

производится лучше и скорее, так как жар в таком горне распределяется равномерно. Топливо, применяемое в кузнечных горнах: древесный уголь, кокс и специальный кузнечный

уголь. Последний обладает способностью спекаться в горне. Неудобства нагревания металла в горнах состоят в том, что 1) неэкономно расходуется топливо, 2) сильно окисляется кислородом металл и 3) возможен перегрев металла.

В другом типе печей нагреваемый материал соприкасается с топливом и продуктами горения, так что его загружают сверху перемежающимися слоями с топливом, а готовый материал удаляют снизу в расплавленном виде. Шахтные печи характеризуются тем, что горизонтальные размеры их меньше вертикальных, чем достигается лучшее использование тепла. Продукты горения возможно полнее отдают тепло загруженным сверху материалам, которые, спускаясь вниз, встречают все более и более высокую температуру.

К этому типу печей относятся: доменная печь, все шахтные печи для получения из руд никкеля, меди, свинца, обжигательные шахтные печи для руд, известняка, сюда же относится и вагранка для переплавки чугуна для литья.

Печь снабжена металлоприемником, который помещается непосредственно под шахтой. Воздух для горения в таких печах вводится исключительно с помощью воздуховодов, иначе горение будет очень медленное. В смысле использования топлива шахтная печь является наиболее экономичным устройством (от 30 до 75%) и даже ниже (в вагранке).

Пламенные печи характеризуются тем, что в них шихта отделена от горючего. Топливо сжигается на колосниковой решетке; пламя, пройдя через порог, проходит по рабочему пространству печи и нагревает находящуюся на поду шихту главным образом посредством лучистой теплоты. Конструкция пламенных печей для обжига разнообразна. Старый тип печей, так называемых перегребных, имеет удлиненную форму. Шихта загружается в противоположную от входа пламени сторону печи и при посредстве боковых окон медленно и постепенно перегревается по направлению к пламени. Обжигаемые массы нагреваются все более и более,

и обжиг делается все совершеннее. Передвижение печи производится вручную или при помощи механического приспособления.

Обыкновенные пудлинговые печи для насадки в 220—275 кг чугуна представляют собой пламенные печи, снабженные колосниковой решеткой. В печах для нагрузки в 450—600 кг применяют газовое топливо, так как при этом в таких печах легче достигается равномерное распределение пламени в большом рабочем пространстве. Топливом для пудлинговых печей служит длиннопламенный уголь, некоторые породы торфа и нефть.

К печам с отдельной камерой для нагрева относятся цементовальные и муфельные печи. О цементовальных печах и о самом процессе цементации имеются указания в Томе I.

В целях изоляции нагреваемых предметов от продуктов горения, их помещают или в металлические ящики, как это имеет место при цементовальной печи, или же в самой печи делается изолирующая камера (муфель), изготавливаемая чаще всего из какого-нибудь огнеупорного материала: кирпича, шамота.

Муфельную печь можно получить, если в рабочее пространство обыкновенной печи вделать муфель, размеры которого имеют несколько меньшую величину, чем размеры рабочего пространства, таким образом во время работы муфель со всех сторон омывается горячими газами.

В подобных печах нагревание идет очень медленно.

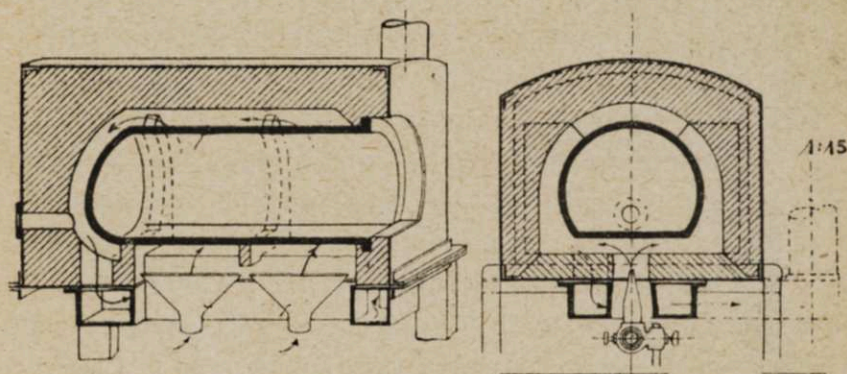
На фиг. 8 изображена муфельная печь с газовыми горелками для нагревания мелких предметов.

В нижней части помещаются две горелки, в которые притекает под напором смесь светильного газа с воздухом, продукты горения омывают муфель со всех сторон и затем уходят в трубу. Эти печи очень удобны для закалки стальных изделий. Накаливаемые предметы кладут не прямо на дно муфеля, а на железную подставку, для того, чтобы предмет,

положенный на нее, приблизить к центру муфеля, где имеется более равномерная температура. В целях более равномерного нагрева муфелю придают не слишком малые размеры.

Заводские термические процессы протекают при высоких температурах, обычно колеблющихся в определенных пределах. Для измерения их в заводской практике применяются специальные приборы. Определение температуры при их посредстве может быть: 1) непрерывным и 2) периодическим.

К приборам, дающим возможность наблюдать непрерывно изменения температур, в первую очередь относятся ртутные

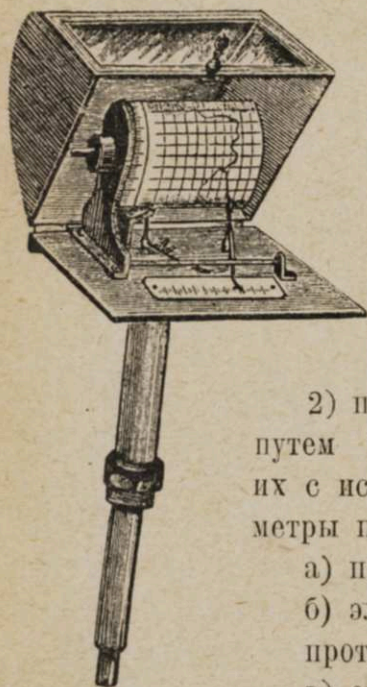


Фиг. 8. Муфельная печь.

термометры. Прибор представляет собою термометр тугоплавкого стекла, заделанный в металлическую оправу и имеющий шкалу с делениями на градусы. Во избежание кипения ртути, имеющее место в разреженном пространстве при $260-270^{\circ}$, в капилляр вводят азот под давлением в 25 атмосфер. Подобные термометры из кварцевого стекла могут давать показания до 750° . Для заводских целей термометры делаются длиною до 2 м, вставлены в стальные трубки и тщательно закреплены на всем протяжении. Эти термометры легко ломаются, и показания их меняются с течением времени от изменения емкости ртутного резервуара вследствие усадки стекла. В виду трудности наблюдения за показаниями

обыкновенных ртутных термометров, Штейнле и Гарtung предложили ртутные стальные термометры особой конструкции, пользующиеся значительным распространением. При повышении температуры давление ртути или находящегося над нею газа передается стальной пружине, имеющей вид капиллярной трубки, которая, разворачиваясь, или

вращает большую стрелку или вычерчивает на бумаге, вращаемой механизмом, кривую (фиг. 9).



Фиг. 9. Термометр Штейнле.

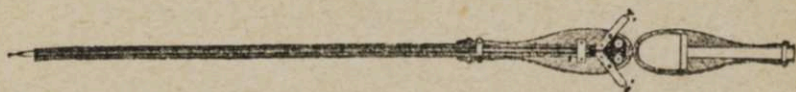
Приборы, служащие для измерения температуры свыше 600° , называются пирометрами. По способу употребления они делятся на:

- 1) пирометры для измерения температуры на расстоянии;
- 2) пирометры для измерения температуры путем непосредственного соприкосновения их с исследуемым телом. Кроме того, пирометры подразделяются на:
 - а) пирометры теплового расширения,
 - б) электрические: 1) электрического сопротивления, 2) термоэлектрические,
 - в) оптические: 1) фотометрические и 2) радиационные.

Самым точным пирометром является термоэлектрический пирометр Лешателье. Он состоит из 2 спаянных между собой в одной точке, а в дальнейшем—электрически изолированных друг от друга двух проволок, из которых одна из платины, а другая состоит из сплава платины и 10% родия; к ним присоединен градуированный милливольтметр, на котором нанесена температурная шкала от 0 до 1600° . В исследуемую нагретую среду помещается место спая проволок, и элек-

тродвижущая сила развивающаяся от нагревания его, измеряется указанным вольтметром, к двум зажимам коего прикреплены свободные концы термопары.

Для защиты термопары от вредных примесей нагретой среды проволоки изолируются друг от друга тем, что одна из них вставлена в тонкую огнеупорную трубочку, которая вложена в фарфоровую или кварцевую трубку, последняя в свою очередь вкладывается в железную. Крайней простотой отличается жезл Пеллена (фиг. 10).

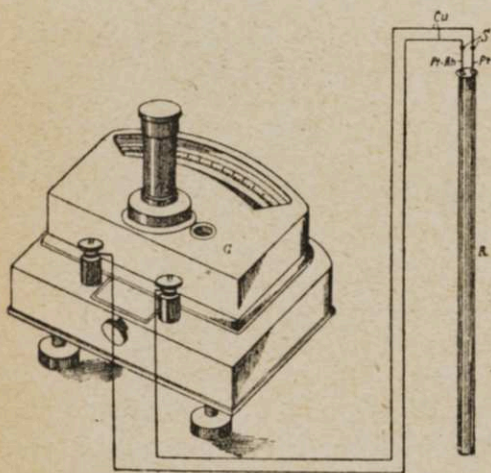


Фиг. 10. Жезл Пеллена.

Его оправа состоит из никкелевой трубки, к ней прикреплена деревянная рукоятка, которая состоит из 2 половинок, соединенных шарниром. Отвернув головку *a*, раскрывают рукоятку и получают доступ к термопаре. Проволоки ее проходят внутри трубки и для изоляции они пропущены через каналы в коротких цилиндриках из огнеупорной массы, заполняющих всю трубку. Проволоки в рукоятке подведены к клеммам, и избыток каждой проволоки наворачивается на особую катушку. В случае порчи спая легко вытянуть наружу потребное количество проволоки и привести прибор в порядок. Милливольтметр пирометра часто относят на большое расстояние от термопары, что дает возможность следить за ходом печей непосредственно в конторе цеха. Пирометр Ле Шателье дает возможность измерять с точностью от ± 1 до $\pm 5^\circ$ температуры до 1700° (близкой к плавлению платины).

На фиг. 11 пирометр Ле Шателье представлен схематически. Термоэлемент, как указывалось, имеет 2 тонких

(диаметром 0,2—0,6 мм, дл. около 1 м) проволоки, из которых одна платиновая, другая из сплава $Pt + 10\% Rh$. Проволоки тщательно изолированы друг от друга кварцевыми капиллярами или асбестовым шнуром, а для предохранения от вредных влияний нагретой среды заключены в никкелевую или железную трубку *R*. Нижние концы проволок



Фиг. 11. Пирометр Ле Шателье.

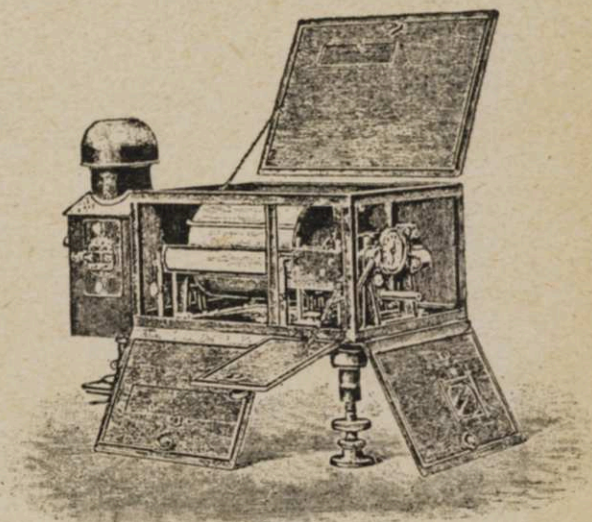
спаяны и образуют горячий спай, а верхние спаяны с медными проводами (Cu) и образуют холодные спаи *S*. Посредством медных проводов термopара присоединяется к милливольтметру *G*, показания которого и выражают степень нагрева горячего спаия термopары. Проверка шкалы производится при помощи ряда веществ, точка кипения или плавления коих хорошо изве-

стна: кипение серы, ртути, плавление сурьмы, золота и разных солей.

Пирометры электрического сопротивления основаны на изменении электропроводности платины при нагревании. Подобно термоэлектрическим пирометрам, они также предназначаются исключительно для помещения внутрь нагреваемого пространства в непосредственном соприкосновении с объектом, температура коего подлежит измерению. Интервал температур для пирометров сопротивления лежит между 200 и $+ 900^{\circ}C$.

Наиболее распространенным пирометром сопротивления является пирометр Callendar'a. Он состоит: 1) из платиновой проволоки *S*, спирально намотанной и монтированной

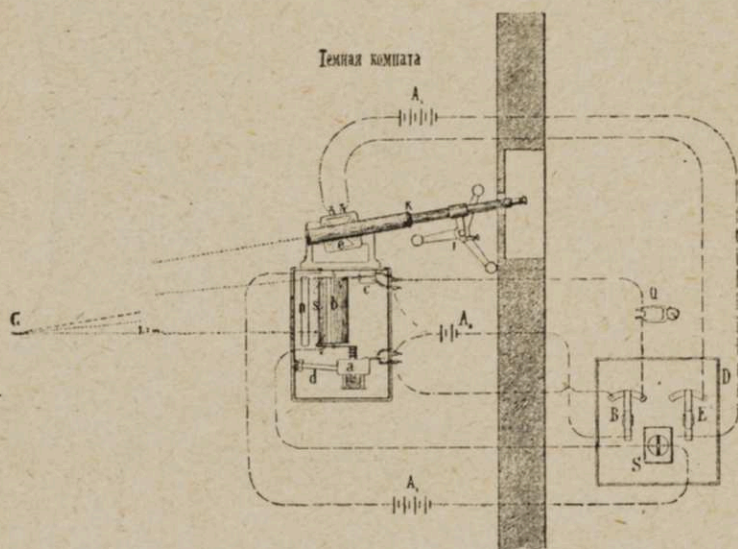
в кварцевой трубке *R*, 2) источника постоянного тока (аккумуляторная батарея), 3) электроизмерительной части— видоизменение мостика Уитсона. Распространение этих пирометров в виду их дороговизны ограничено; по точности показаний, легкости измерений, возможности производить отсчет температур на большом расстоянии от печи они наиболее близки к термоэлектрическим пирометрам. Кроме пирометра Callendar'a, имеется много других пирометров сопротивления, которые отличаются только способом монтажа платиновой проволоки и устройством измерительной части прибора (напр., конструкция Гереуса).



Фиг. 12. Общий вид регистрирующей части прибора системы Н. С. Курнакова.

Регистрирующие пирометры составляют необходимую принадлежность заводских лабораторий, так как изучение термических свойств сплавов и металлов возможно только при таких чувствительных приборах, которые легко выявляют самые незначительные изменения температур исследуемых тел. Из самозаписывающих пирометров оставимся на пирометре академика Н. С. Курнакова (фиг. 12), предназначенного для точных лабораторных исследований кривых плавкости различных металлов и сплавов, а равно и критических точек стали и других сплавов. Он состоит из термоэлемента Ле Шателье, зеркального

гальванометра и прибора для фотографической записи. Последний содержит часовой механизм, вращающийся барабан с навитой бромосеребряной бумагой. Все это помещено в металлическом ящике, снаружи коего прикреплен фонарик, бросающий свет на зеркальце гальванометра. В зависимости от изменения тока, проходящего через гальванометр, зеркальце поворачивается, изменение же силы тока зависит



Фиг. 13. Схема регистрирующего пирометра.

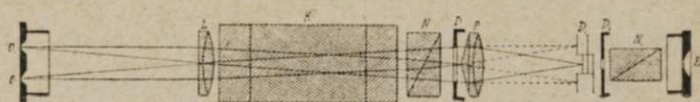
от степени нагревания соединенной с гальванометром термопары Ле Шателье. Зеркальцем зайчик отбрасывается на бромосеребряную бумагу, который и пишет на ней линию, видимую только по проявлению. Часовой механизм может вращать барабан с 4 разными скоростями: $1/2$ часа, 1 ч., 2 ч. и 24 часа; таким образом, можно быстро записывать проходящие тепловые явления, а также делать суточные записи хода температур. Кривые получаются очень чистыми, при чем может быть отмечено такое тонкое изменение температур, какое никаким другим способом определить невозможно.

Общая схема и внешний вид регистрирующего термоэлектрического пирометра системы Н. С. Курнакова представлены на фиг. 13.

Оптические пирометры заслуживают особого внимания, благодаря своему крайне удобному обращению. В заводской практике температура нагрева с достаточным приближением определяется мастерами на глаз по оттенку калильных цветов.

Соотношение между температурой и цветами каления всякого твердого вещества выражается следующим образом:

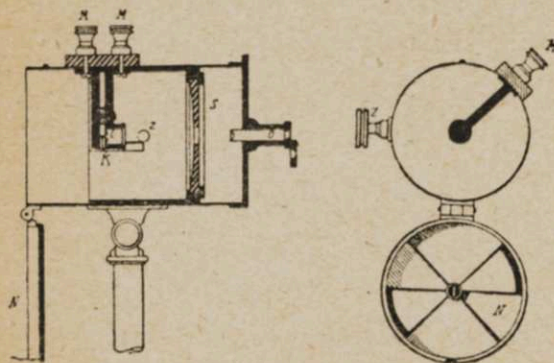
Начало свечения 525° .	Ярко-вишн.-красн. кален. 1000° .
Очень темно-красный цвет 600° .	Оранжевое каление 1100° .
Темно-красное каление 700° .	Желтое каление 1200° .
Начало вишнево-красного каления 800° .	Белое каление 1300° .
Вишнево-красное каление 900° .	Яркий белокалильный жар 1400° .
	Ослепительно-белое каление 1500° .



Фиг. 14. Пирометр Ваннера.

Такое приблизительное определение температур для заводских целей является недостаточным, а посему для определения температур по излучаемому свету применяются оптические пирометры, показывающие температуру в градусах. Наиболее распространенным является фотометрический аппарат Ваннера, очень пригодный для лабораторных и заводских потребностей. Температура измеряется в пределах от 900 до 2000°C , а при введении дымчатого стекла между прибором и исследуемым источником—до 4000° . Пирометр Ваннера (фиг. 14) представляет переносный спектрофотометр. Сила свечения нагретого тела, температуру коего подлежит

определить, сравнивается с силой света электрической калильной лампы, питаемой током от аккумулятора. Две щели O и O_1 расположены одна над другой с одного конца трубы. Перед одной (O_1) находится электрическая калильная лампа, снабжаемая электричеством из аккумулятора, другая (O) принимает лучи, испускаемые нагретым телом, температуру коего определяют. Лучи, поступающие через щели, проходят через линзы L и P и призмы K и N . На этом пути они



Фиг. 15. Пирометр Ферри.

разлагаются на спектральные лучи, при чем диафрагмой D они все задерживаются, за исключением красных. В призме Николя N они поляризуются, часть их проходит через диафрагмы D_1 и D_2 и доходят до второй призмы Николя N_1 (анализатор) в виде 2 пучков (один от эталонной лампочки, другой от нагретого тела), поляризованных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. Анализатор N_1 может вращаться вокруг своей оси, при чем угол поворота может быть отсчитан по шкале, прикрепленной к трубе прибора. Необходимо так повернуть его, чтобы обе половины поля зрения—одна освещаемая предметом, другая лучами нагретого тела—были одинаковы.

Угол поворота призмы N_1 будет зависеть от температуры нагретого тела. Поворот призмы обозначается стрелкой, показывающей определенную цифру. Шкалу пирометра градуируют, измеряя помощью термоэлектрического пирометра температуру тела, нагретого до разных температур.

Радиационный пирометр Ферри, получивший в последнее время значительное распространение, основанное

на изменении интенсивности теплового излучения тел с повышением температуры (фиг. 15), состоит из оптической трубы, в которую вставлена медно-константановая термопара, спай которой находится в фокусе оптического стекла трубы. Концы термопары присоединяются посредством зажимов и медных проводов к гальванометру, градуированному на температуры. Направив трубу, укрепленную на штативе, на нагретое тело, определяют температуру по гальванометру. Этим пирометром возможно измерять температуры от 900 до 4000°.

Периодическое определение.

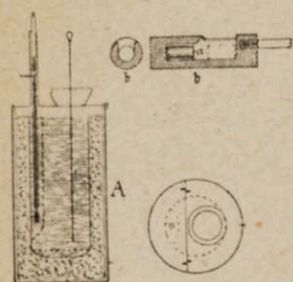
Ранее описанные различные приборы сложной конструкции и довольно дороги. Поэтому часто прибегают к более дешевым приборам, в основу которых положены точки плавления различных металлов, их сплавов, а также точки размягчения глинистых пород. Эти аппараты, называемые пироскопами, показывают лишь приблизительную температуру и служат для периодического определения температур.

Чаще всего применяются так называемые конуса Зегера, позволяющие определить температуру от 600 до 2000°. В состав их входит в различных пропорциях кремнезем, глинозем, окись железа, известь и поташ, при чем большему содержанию кремнезема и глинозема соответствует и более высокая точка плавления смеси. Конус Зегера имеет форму трехгранной пирамиды, его размеры: высота 30—60 мм, сторона основания 10—20 мм. Всех номеров имеется 59, разница в показаниях температур соседних номеров 20—30°.

В металлургии конуса Зегера применяются редко, в керамике же постоянно, при чем по степени точности дают вполне удовлетворительные результаты. Определение температуры сво-

дится к установке на глиняной подставке нескольких высушенных на воздухе конусов и помещению их в исследуемом пространстве, температура которого должна быть измерена. Конус считается расплавившимся, когда вершина его согнется и коснется поверхности подставки. По прошествии некоторого времени часть конусов ниже известного номера плавится, конуса же с более высокими номерами остаются без изменения. Таким образом, температура нагретого пространства будет средней между температурой плавления наиболее высокого из расплавившихся номеров и наиболее низкого из нерасплавившихся.

В нижеследующей таблице приведены номера и температуры плавления видоизмененных конусов Зегера, при чем надо иметь в виду, что даны лишь относительные значения, соответствующие падению температуры в промышленных печах при средних технических условиях (см. табл. на стр. 45).



Фиг. 16. Калориметр Фишера.

Для той же цели служат сплавы разных металлов, предложенные Принсепом и носящие его имя. Эти сплавы, (Au, Ag), (Ag, Pt), (Au, Pt) делаются в виде пластинок сплавляющихся в шарик.

Эргарт и Шертель составили таблицу, в которой различные сплавы (Принсеп и др.) расположены в последовательном порядке возрастания их точек плавления от 954—1775°. Эти сплавы дают показания с точностью до 25°.

К приемам периодического определения температур можно еще отнести измерение температуры пирокалориметром Фишера (фиг. 16).

Металлический цилиндр *a* (из железа, никкеля), вложенный в чашку *b* особой формы, нагревается в пространстве, температура коего должна быть измерена, и затем погружается в калориметр *A*, содержащий определенное количество воды.

Точки плавления конусов Зегера.

№№	Темпера- тура ° C	№№	Темпера- тура ° C	№№	Темпера- тура ° C	№№	Темпера- тура ° C
022	600	07 а	960	9	1280	27	1610
021	650	06 а	980	10	1300	28	1630
020	670	05 а	1000	11	1320	29	1650
019	690	04 а	1020	12	1350	30	1670
018	710	03 а	1040	13	1380	31	1690
017	730	02 а	1060	14	1410	32	1710
016	750	01 а	1080	15	1435	33	1730
015 а	790	1 а	1100	16	1460	34	1750
014 а	815	2 а	1120	17	1480	35	1770
013 а	835	3 а	1140	18	1500	36	1790
012 а	855	4 а	1160	19	1520	37	1825
011 а	880	5 а	1180	20	1550	38	1850
010 а	900	6 а	1200	(21 по 25 исклю- чены, как дающие почти одинаковые отсчеты)		39	1880
09 а	920	7	1230			40	1920
08 а	940	8	1250	26	1580	41	1960
						42	2000

Зная вес воды, водяной эквивалент калориметра, разность температур воды до выбрасывания цилиндрика и после, вес цилиндрика и его теплоемкость, легко вычислить температуру нагрева его, а следовательно и температуру исследуемого пространства. Если C — теплоемкость цилиндрика, M — вес его, W — вес воды в сосуде, включая и водяной эквивалент, t — температура воды в калориметре до погружения нагретого тела, T — температура тела в момент погружения, t_1 — конечная температура тела и воды в калориметре, то $CM(T-t_1) = W(t_1-t)$, откуда

$$T = \frac{W(t_1-t)}{M \cdot C} + t_1$$

ЛИТЬЕ МЕТАЛЛОВ.

Литьем называется рабочий процесс, имеющий конечной целью придание какому-либо материалу, находящемуся в жидком состоянии, напр., металлу, определенной формы, которую данный материал должен сохранить и после того, как он затвердеет. Литьем называют также и изделия, полученные отливкою.

Металл отливают в формы, выполненные таким образом, что они представляют собою полость, в точности отвечающую очертаниям предмета, который должен быть изготовлен путем заливки в нее расплавленного металла. Предметом литейного дела являются не только подготовка материалов, служащих для изготовления форм, и изготовление самих форм (формовка), но также плавка металлов и производство отливок из них.

Различные виды отливок можно классифицировать по следующим признакам:

а) по роду отливаемого металла: отливки чугунные, стальные, алюминиевые, бронзовые и т. д.;

б) по форме и назначению отливаемых изделий: литье машинное, колокольное, лущечное, художественное, литье типографского шрифта и т. д.;

в) по роду материала, из которого сделана литейная форма: литье в песке, в земле, в глине, в изложницах, в формах из различных материалов, отличающихся сравнительной долговечностью (постоянные и полупостоянные формы). В отношении литья, формы для кото-

рого сделаны в песке, различают литье в сыром песке (литье «в сырую») и в сухом песке (литье «в сухую»). Последнее выражение обозначает, что перед заливкой форма должна быть высушена;

г) в зависимости от способа ограничения формовочного материала, образующего форму для данной отливки, различают:

1) литье в открытом песке («почвенная формовка») и

2) литье в опоках.

Литейные формы можно подразделить на постоянные и одноразовые или обыкновенные; последние могут применяться для заливки только один раз, и их приходится делать заново для каждого отливаемого изделия. Постоянными формами являются, например, металлические изложницы (кокили), а также формы, изготовленные из специальных составов (напр., из смеси гипса, каолина и глины) и применяемые в производстве отливок из некоторых легкоплавких металлов (для отливки свинцовых пуль, plomb, типографских шрифтов и пр.). Для отливки более или менее крупных изделий постоянные формы применяются сравнительно редко. Подробнее о постоянных и полупостоянных формах—см. ниже.

В большинстве случаев для формовки пользуются специальной моделью, наружная форма которой почти совпадает с формой требуемого изделия. Для заливки металла в форму последняя снабжается одним или несколькими отверстиями, т. наз. литниками, а кроме того—еще одним или несколькими меньшими отверстиями для выпуска из формы воздуха и газов—выпорами. Если отливка должна иметь отверстия или внутренние полости, то в состав литейной формы входят еще шišки или стержни, форма которых совпадает с формой требуемой полости или отверстия.

Литейные формы изготавливаются в большинстве случаев из песка с известным содержанием глины, которая сообщает

ему необходимую пластичность. В других случаях формы готовятся из глины. Наконец, для отливок применяют также и металлические формы — изложницы или кокили. Для отливок из легкоплавких металлов и сплавов пользуются и другими формовочными материалами, напр., гипсом, графитом, деревом, папье-маше и др.

Металлы, обладающие литейными свойствами, позволяющими придавать им требуемые очертания путем отливки в соответствующую форму, были перечислены в Томе I настоящего издания. Для того, чтобы производство изделий из какого-либо металла посредством отливки было технически возможно и целесообразно и экономически выгодно, металл должен, вообще говоря, удовлетворять следующим условиям:

1) в расплавленном состоянии он должен быть настолько жидким, чтобы заполнить всю форму, включая самые мелкие и самые удаленные от литников полости ее;

2) будучи залит в форму, он должен заполнять ее и после того, как остынет;

3) он должен давать однородную по структуре отливку, при чем как поверхность, так и внутренние части последней должны быть свободны от газовых пузырей, раковин и т. под.

Специфический характер работы требует от формовщика и литейщика не только большого опыта и профессиональной ловкости, но зачастую также и большой сообразительности, а в известной мере — и теоретических знаний, которые, впрочем, у многих литейщиков заменяются результатом наблюдений в течение долгих лет практической работы. Литейный мастер должен знать в совершенстве не только свойства металлов и формовочных материалов, с которыми ему приходится работать, но также и ведение плавки, формовку, соответствующие печи и вспомогательные приспособления. Поэтому литейное дело можно с правом считать одной из наиболее многосторонних отраслей технологии металлов.

ЧУГУНО-ЛИТЕЙНОЕ ДЕЛО.

Формовочные материалы.

Формовочный песок. Важнейшим материалом для изготовления литейных форм является песок. Пригодные для этой цели сорта песка встречаются в природном состоянии во многих местах, но могут изготавливаться также посредством размола песчаника и примешивания соответствующего количества глины. Следует, однако, заметить, что последний способ приготовления формовочной земли применяется лишь в редких случаях. Обычно пользуются естественными формовочными песками или искусственными смесями основных составных частей и песков.

Формовочные пески содержат в качестве главной составной части кремнекислоту (SiO_2), далее—глинозем (Al_2O_3), и, наконец, ряд примесей—окись железа* (Fe_2O_3), известь (CaO), окись магния (MgO) и щелочные земли. Кремнезем, содержание которого в формовочном песке составляет от 78 до 97%, сообщает ему огнеупорность, глинозем (сод. 3—15%)—пластичность. Известь (сод. 0,4—2,5%) уменьшает как огнеупорность, так и пластичность формовочной земли. Точно так же вредными примесями являются и различные окислы металлов и щелочные земли. Поэтому хороший формовочный песок должен удовлетворять следующим условиям:

$$Fe_2O_3 \leq 6\%$$

$$MgO + CaO \leq 2,5\%$$

$$\text{щелочные земли} \leq 0,75\%$$

В лучших сортах формовочного песка для тяжелых отливок общее содержание всех перечисленных примесей не должно превышать 5—6%. Ниже приведены для примера химические анализы различных сортов формовочных песков.

Химический анализ различных формовочных песков *).

	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	CaO %	MgO %	Щелочн. земли, влага и пр. %
Немецкие форм. пески.						
Ascherslebener (серый)	84,35	5,96	6,45	0,44		
Halberstadt (зеленый)	81,80—86,70	3,75—4,20	2,70—3,95	4,40—0,60	0,80—0,90	6,45—6,55 (влаги 5,25%).
Elsterwärder	82,40	10,28	2,76	0,61		
Ellrich (красный)	85,76	6,00	3,30	2,60		
Кварцевый (для шишек)	98,58	0,76	0,27	0,12		
Французские форм. пески.						
Жирные	82—85	10—13,5	1,71	0,25		
Тощие	88—95	3,5—10	1,25	0,18		
Огнеупорный, для мелк. отливок . . .	92,0	5,0	2,50	следы		
Крупный, очень распростр.	91,0	6,0	2,50	0,50		
Английские форм. пески.						
Black	78,50	4,75	6,00	0,3		
Mansfield (красный)	83,40	7,47	3,14	0,20	0,62	
South Stafford	85,52	5,47	3,72	0,74	0,52	
Кварцевый (для шишек)	95,52	1,04	2,66	0,29	следы	0,79
Шведск. форм. пески.						
Åmålstrakten	76,35	12,60	1,60	2,20	0,35	6,90
Svedala	82,60	7,15	2,00	2,25	0,20	5,80
Hufvudsta	76,08	11,95	2,40	2,75	0,37	6,45
Askersundstrakten	80,70	8,95	2,40	1,05	0,40	6,50
Öresund	93,90	2,12	0,80	0,12	0,10	2,96
Американские форм. пески.						
Для средних отливок	85,85	8,27	2,32	0,50	0,81	1,89
Для тяжелых отливок	88,40	6,30	2,00	0,78	0,50	1,77

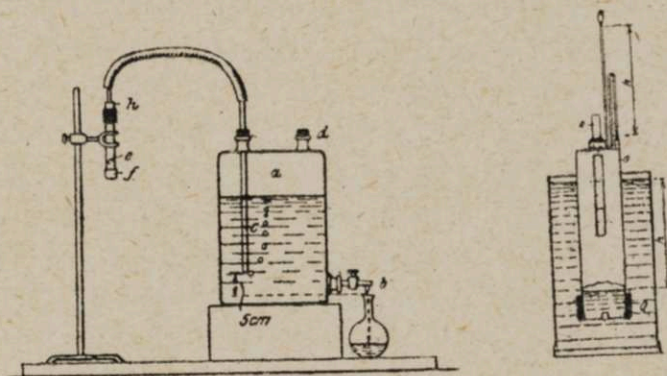
*) Часть данных таблицы заимствована из «Орга-Справочника» (1926).

Обыкновенные пески для формовки в сырую должны обладать известными свойствами, делающими их пригодными для этой цели. В влажном состоянии они должны быть пластичными и обладать достаточной связностью, т.-е. сцеплением между отдельными зернами материала, для того, чтобы вообще возможно было изготовить форму, обладающую необходимой стойкостью в смысле сохранения очертаний вынутой из формы модели и последующего сопротивления размыванию формы жидким металлом. Далее, песок в готовой форме должен пропускать газы, образующиеся в ней во время заливки ее металлом, иначе говоря, песок должен обладать известной газопроницаемостью. Для того, чтобы зерна песка не пригорали слишком легко к поверхности отливки, которая вследствие этого получает некрасивый вид и трудно поддается механической обработке, песок должен быть достаточно огнеупорен. Так как один и тот же песок употребляется для формовки неоднократно, то свойства его не должны изменяться слишком значительно после употребления. Наконец, песок должен возможно точно воспринимать очертания формуемой в нем модели, т.-е. контуры «отпечатка» модели должны получаться возможно острыми.

Большая или меньшая степень пластичности и связности (вязкости) песка зависит частью—от большего или меньшего содержания в нем глины, частью—от формы его зерен: т. наз. острый песок, с остроугольными зернами, форма которых, следовательно, обеспечивает более сильное взаимное сцепление, препятствующее относительному скольжению их, обладает большей степенью пластичности и связности, нежели «тупой» песок, зерна которого имеют форму, более близкую к круглой.

Пористость песка зависит от величины его зерен: чем песок крупнозернистее, тем, очевидно, большею газопроницаемостью он обладает; кроме того, песок, состоящий из

зерен одинаковой величины, обладает большей газопроницаемостью, нежели песок, в состав которого входят зерна различной величины, так как в последнем случае промежутки между крупными зернами забиваются зернами меньшего размера. Оба эти правила совершенно очевидны, как очевиден и тот факт, что песок с высоким содержанием глины обладает меньшей пористостью, чем песок более бедный глиной (так как более тонкая глина забивает промежутки между зер-



Фиг. 17. Прибор Штейницера.

нами песка). Таким образом, можно сказать, что газопроницаемость песка уменьшается с увеличением его пластичности.

Для определения газопроницаемости формовочных песков существует несколько способов. Наиболее простой из них способ Шотта (E. Schott) состоит в следующем. Из испытываемого песка формуют образец в форме кубика и затем увлажняют его водою до тех пор, пока он не перестанет впитывать ее. Количество поглощенной воды служит приблизительной мерой пористости песка.

По способу Штейницера (Steinitzer) газопроницаемость формовочного песка определяется следующим образом. В трубку *e* (фиг. 17), дно которой закрыто мелким ситечком *f*, высыплют определенную по объему пробу исследуемого песка. Трубка *e* соединена с сосудом Мариотта *a*,

наполненным водою до известного уровня, резиновой трубкой. Прежде всего открывают пробку d и через кран b выпускают из сосуда 100 см^3 воды. Замечают соответствующее время истечения z_0 . Затем дополняют сосуд a водою до прежнего уровня, закрывают пробкою горлышко d сосуда, снова открывают кран b и выпускают 100 см^3 воды. Очевидно, что при этом через пробу песка просасывается 100 см^3 воздуха. Пусть время истечения 100 см^3 воды во втором случае составляет z_1 . Разность $z_1 - z_0$ служит по Штейницеру мерою газопроницаемости песка. Ясно, что последняя тем больше, чем меньше $z_1 - z_0$.

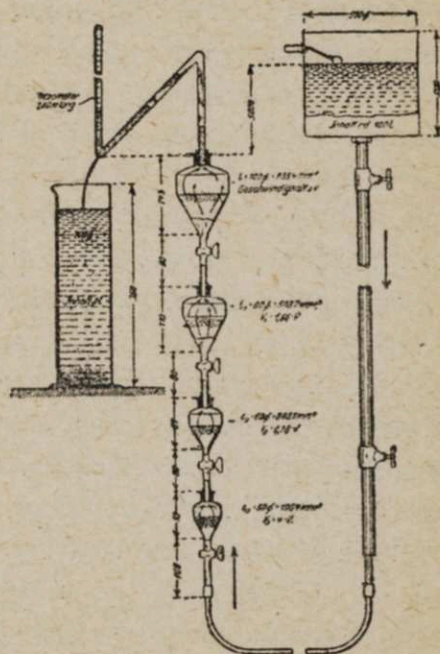
По способу Холика (Holiske) показателем пористости песка является не время, а давление, необходимое для того, чтобы прогнать через образец песка, свободно насыпанного в трубку, определенный объем воздуха, при чем время испытания остается постоянным. Видоизменение этого способа заключается в том, что сквозь пробу прогоняется, вместо воздуха, вода.

Как уже было упомянуто выше, применяемые в литейных пески содержат, в качестве главной составной части, кремнезем и сравнительно небольшой процент глины. Чем выше содержание кремнезема в песке, тем больше огнеупорность последнего.

Если формовочный песок содержит известь или химически связанную воду, то он изменяется под действием высокой температуры расплавленного чугуна, заливаемого в форму. Отдельные зерна песка легко растрескиваются, если уже до заливки в них имеются трещинки или расслоения. По этой же причине песок, пролежавший известное время под открытым небом и подвергнувшийся вследствие этого атмосферным воздействиям, не так хорош для формовочных работ, как песок, защищенный от атмосферных влияний. Поэтому предпочитают добывать формовочный песок не с поверхности, а из глубже залегающих слоев.

Способность песка давать резкий отпечаток модели связана с его пластичностью и, кроме того, зависит от величины его зерен: чем песок мельче, тем он чувствительнее, т.-е. тем резче очертания формы, оставляемой в нем моделью. Наоборот, чем зерна крупнее, тем грубее получается поверхность отливаемого изделия.

Поэтому при выборе формовочного песка величина его зерен играет весьма существенную роль. Для определения ее применяются приборы, действие которых основано в большинстве случаев на том принципе, что струя воды, движущаяся с определенной скоростью, уносит с собою зерна песка определенного веса, следовательно — и определенного размера. Прибор Трейгейт-Гессера (Treueheit-Gesser), изображенный на фиг. 18, состоит



Фиг. 18. Прибор Трейгейт-Гессера.

из нескольких стеклянных резервуаров в виде воронки, часть которой имеет цилиндрическую форму. Поперечные сечения этих частей находятся в определенном отношении между собою. Резервуары снабжены краниками, притертыми к горлышку следующего резервуара, и весь прибор собран, как показано на фиг. 18.

Коэффициент истечения для каждого резервуара известен. Следовательно, по скорости истечения воды из верхнего резервуара (она указывается пиезометром), можно определить скорости истечения воды для каждого резервуара.

Испытание песка производится следующим образом. Заполнив прибор водою, закрывают краник второго резервуара и выпускают воду из первого резервуара, в который затем вводят 5 *гр* песка, высушенного при 100°C. Открыв все краны прибора, при помощи главного крана прибора регулируют впуск воды так, чтобы пнезометр показывал известное давление. Струя воды поднимает кверху зерна песка, которые, в зависимости от своего удельного веса (следовательно, и величины), осаждаются в различных резервуарах. После того, как во всех резервуарах вода снова станет прозрачной, закрывают последовательно все краны, разбирают прибор и освобождают зерна от воды.

Характеристикою формовочного песка обычно считают т. наз. общую поверхность 100 *гр* его. Она вычисляется следующим образом. Пусть вес пробы *g* *гр*, веса отдельных категорий песка (по величине зерен) $g_1, g_2, g_3, \dots, g_m$, средние радиусы зерен соотв. категорий $r_1, r_2, r_3, \dots, r_m$, удельный вес песка δ . Если количества зерен различных категорий—соответственно $n_1, n_2, n_3, \dots, n_m$, то, очевидно

$$g_i = \frac{4}{3} \pi r_i^3 \cdot n_i \cdot \delta$$

и общая поверхность всех зерен известной категории составляет:

$$4 \pi r_i^2 \cdot n_i = \frac{3 g_i}{\delta r_i}.$$

Общая поверхность *s* всех зерен, входящих в состав данной пробы песка:

$$s = \Sigma 4 \pi r_i^2 \cdot n_i = \frac{3}{\delta} \Sigma \frac{g_i}{r_i}.$$

В 100 *гр* песка количества N_i зерен различных категорий связаны с n_i очевидной зависимостью:

$$N_i = n_i \cdot \frac{100}{G}.$$

Следовательно, общая поверхность S , характеризующая данный песок, равна

$$S = \sum 4 \pi r_i^2 \cdot N_i = \sum 4 \pi r_i^2 \cdot n_i \cdot \frac{100}{G} = \frac{3.100}{8. G} \sum \frac{g_i}{r_i}.$$

Формовочные пески, содержащие 12—15% глины и более, называются жирными, при содержании же менее 10% глины они называются тощими. Тощие пески содержат 90—95% кремнезема. Остальная часть их состоит из глины и других примесей, упомянутых выше, как окись железа, известь, магnezия и пр. Последние три примеси должны считаться вредными, так как при соприкосновении с горячим металлом они дают более легко плавящиеся соединения с кремнеземом и глиноземом, вследствие чего образуется корка, забивающая поры формы и крепко обволакивающая поверхность чугунной отливки. Песок, содержащий меньше 85% кремнезема и более 10% глины, для формовки в сырую не годится, вследствие своей малой пористости. Обычный формовочный песок среднего состава содержит 88—92% SiO_2 и 12—8% Al_2O_3 (ср. табл. на стр. 51—51).

Песок чересчур жирный можно сделать пригодным для формовки посредством обжига его при температуре 300—500°C. При нагреве песка содержащиеся в нем частицы глины растрескиваются и распадаются, а заключенная в них вода испаряется. В результате этого изменяются и свойства песка, как формовочного материала: он становится более сухим, теряя свою первоначальную пластичность, и более газопроницаемым. По этой же причине всякий песок в результате повторного применения в литейных формах становится все более тощим под влиянием воздействия горячего чугуна. Для того, чтобы восстановить пластичность песка и одновременно пополнить убыль его, к старому формовочному песку подбавляют известное количество свежего. Процент добавляемого свежего песка может быть весьма различен и

зависит от его качеств, от того, насколько утрачена пластичность формовочной земли, от характера требуемой отливки. Это касается в особенности того песка, который во время формовки набивается вокруг модели, вблизи ее поверхности, и, следовательно, при заливке формы прилегает к поверхности отливки. В качестве такого модельного песка применяют либо только свежий песок, либо также старый песок, но с более значительной примесью свежего. Пропорция старого и свежего материала в модельном песке бывает различна и зависит от его химического состава; обычно берут 2 части свежего песка на 3 части старого. Для сравнительно грубых и крупных отливок, очертания которых не должны получаться особенно точными, специально приготовленного модельного песка можно не употреблять, тогда как в качестве модельного песка для тонких отливок применяют исключительно свежий песок, без примеси старого.

К модельному песку примешивают известное количество мелко истолченного каменного угля, примерно от 5 до 15% (по объему), частью для уменьшения теплопроводности формы, частью же для того, чтобы предупредить пригорание песка к поверхности чугуна. Если уголь достаточно хорошо перемешан с песком, то каждое зерно последнего окружено тонким слоем угольной пыли, которая при соприкосновении с расплавленным чугуном выделяет газы и образует тонкую газовую пленку, обволакивающую зерно. Эта пленка в течение некоторого—очень короткого—времени защищает песчинки от непосредственного соприкосновения с горячим металлом. Чрезмерно большая пропорция угля в формовочной земле приводит к слишком сильному газообразованию, что может иметь следствием получение литейного брака. Количество угольной пыли, примешиваемой к модельному песку, зависит от рода отливки: чем отливка тяжелее, тем больше надо примешивать угля. Для отливок с толщиной стенок

до 10—12 мм применяют чистый модельный песок, без примеси угля.

Количество воды, которое должно содержаться в обычном сыром формовочном песке, составляет приблизительно 7% веса песка.

Величина зерен формовочного песка не должна быть слишком большой, частью потому, что в противном случае песок обладает меньшей пластичностью и меньшей чувствительностью в отношении резкости контуров формы, частью же потому, что при формовке в слишком крупнозернистом песке поверхность отливки получается недостаточно гладкой и некрасивой. В тех случаях, когда применяют специально приготовленный модельный песок, он должен быть взят более мелким, тогда как для набивки остальной части формы можно пользоваться сравнительно крупным песком. Для тонкого художественного литья применяют модельный песок, величина зерен которого составляет всего лишь 0,04 мм. Для обыкновенных, не особенно точных отливок следует пользоваться модельным песком из зерен средним поперечником не менее 0,1 мм, для более грубых отливок годится песок размером зерна до 0,5 мм. В тех случаях, когда применяют модельный песок, для набивки остальной части формы, особенно для крупных отливок, можно пользоваться песком, диаметр зерен которого доходит до 0,75 мм.

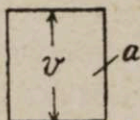
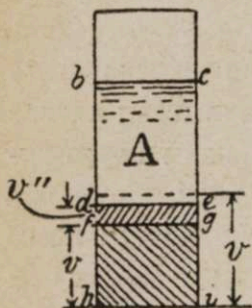
Слишком тощий или слишком жирный песок можно сделать пригодным для формовки соответственно требуемой цели посредством смешивания жирного песка — с чистым кварцевым песком, а тощего — с размешанной в воде глиной. Точно так же формовочные качества «тупого» песка (см. стр. 52) можно улучшить, смешивая его с остроугольным песком приблизительно одинаковой крупности.

Для испытания пластичности формовочного песка обычно берут пригоршню умеренно сырого песка в руку и сжимают его в комок. Если затем такой комок сдавить между паль-

пами, он должен распадаться на две части, но не на несколько мелких кусков. Кроме того, песок не должен содержать настолько много глины, чтобы прилипать к пальцам.

Способы определения пористости песка были описаны выше.

Процентное содержание песка и глины в формовочной земле можно в известных случаях определять следующим простым способом (см. фиг. 19).



Фиг. 19.

Небольшой цилиндрический сосуд a объема v наполняют исследуемой формовочной землей, насыпая ее сво-

бодно, т.-е. не набивая. Из сосуда a землю высыпают в стеклянный цилиндр A большего объема, но такого же диаметра, как и a , после чего цилиндр A наполняют водою до уровня bc . Далее, взбалтывают землю так, чтобы она равномерно распределилась в воде, и дают ей осесть. При этом земля осаждается двумя слоями: $defg$ —объема v'' и $fghi$ —объема v' . Первоначальный объем $v = v' + v''$ + некоторая определенная величина, характерная для каждого сорта песка.

Нижний слой осадка состоит главным образом из тех частиц песка, которые содержат кремнезем, верхний слой—из частиц, содержащих глинозем. Поэтому можно принять, что объем v' характеризует огнеупорность песка, а объем v'' —его пластичность. Отношение объемов $\frac{v'}{v''}$ или высот соответствующих слоев осадка (при строго цилиндрической форме сосуда A) представляет собою число, характерное для каждого сорта песка.

О крупности зерен песка можно до некоторой степени судить, растирая песок между пальцами или, лучше, исследуя его под микроскопом.

Для формовки в сухую следует применять, по возможности, жирный песок. Это объясняется тем, что частицы глины при высушивании сжимаются и растрескиваются, благодаря чему необходимая пористость формы получается даже и в том случае, если песок содержит очень высокий процент глинозема. Содержание глины в формовочном песке является, кроме того, и необходимым, так как обычно в сухую отливаются лишь сравнительно тяжелые и сложные предметы, для которых высокая прочность формы является необходимым условием получения удачной отливки. Эту прочность придает форме глина. Напротив, формы из тонкого песка просушивать перед заливкой нельзя, так как под действием высокой температуры подобные формы распадаются.

Анализы различных формовочных песков были приведены выше, на стр. 50—51.

Материалы для изготовления шишек.— Состав материала, из которого изготавливаются шишки, должен удовлетворять следующим условиям: 1) он должен давать достаточно пористую шишку, 2) обладать достаточной прочностью, чтобы не размываться струей жидкого металла, 3) легко выкрашиваться из остывшей отливки, 4) обладать малой усадкой при высушивании, 5) отличаться возможно малой гигроскопичностью, 6) выделять мало газов, 7) быстро сохнуть.

Песок, обычно применяемый для изготовления шишек, должен быть остроугольным и содержать мало глины. В качестве связывающего вещества при изготовлении шишек пользуются (вместо глины в обычных формовочных песках) различными органическими веществами, жидкими и твердыми, чаще всего мукой (ржаной), канифолью, декстрином, льняным маслом, патокой, реже—рыбьим жиром, различными «секретными» составами, раствором сернисто-кислого натрия (Na_2SO_3), пивом, столярным клеем и т. д. Преимущество жидких

связывающих веществ заключается в том, что они дают при перемешивании с песком более однородную массу. Каждое из перечисленных связывающих веществ имеет свои достоинства и свои недостатки. Так, мука (обычно ржаная, реже пшеничная) сообщает шишкам большую прочность, но увеличивает гигроскопичность и уменьшает газопроницаемость их, забивая промежутки между зернами песка. Другой недостаток муки—довольно значительное собственное газообразование при заливке формы. Следовательно, шишки, приготовленные из смеси с мукой, необходимо особенно хорошо вентилировать. Примесь муки к песку составляет обычно от 5 до 15% по объему. Хороший рецепт шишечной смеси с мукой:

песка	84%	} по объему
муки ржаной	15%	
мелко истолчен. угля .	1%	

Канифоль примешивается к песку в количестве 6—7% по объему (на 94—93% песка). Шишки, приготовленные из такого состава, почти не гигроскопичны, достаточно пористы, дают резкие очертания, но, с другой стороны, значительно слабее стержней, приготовленных из смеси песка с мукой. Кроме того, при заливке формы шишки с канифолью выделяют много дыма и развивают неприятный запах. Этот же недостаток присущ стержням из смеси песка с льняным маслом. Зато такие стержни получаются очень прочными, не гигроскопичными и достаточно пористыми. Будучи подвергнуты действию теплоты расплавленного металла, шишки из смеси песка с льняным маслом становятся очень хрупкими, так что после остывания отливки их очень легко выбить из нее.

Шишки из песка с декстрином или патокой быстро сохнут, но впитывают влагу из воздуха.

Стержни для ответственных отливок, которые должны отличаться большой прочностью, изготавливаются из глины и

затем сушатся. Это относится также ко всем стержням, изготавливаемым шаблонами. Чтобы сообщить таким стержням необходимую газопроницаемость, к глине подбавляют известный процент тощего формовочного песка или органических веществ, напр., рубленой соломы (20% по объему) и т. д. Изготовление глиняных шишек довольно сложно и обходится дорого, поэтому их стараются по возможности избегать.

Глина.—Глина, применяемая для формовки, состоит из тех же материалов, что и формовочный песок, с той лишь разницей, что содержание в ней кремнезема значительно ниже. Для того, чтобы избежать появления трещин при высушивании формы, к глине примешивают различные вещества, сообщающие ей большую пластичность, например, конский кал, коровий волос, рубленую солому («сечку»), дубильное корье, шерсть, пеньку, льняные очески и т. д. (в пропорции 2:3 или 1:1). Во время сушки эти вещества выгорают, оставляя поры для прохода газов. Глина замешивается с таким количеством воды, чтобы получилась густая жижка.

Глина применяется для формовки не по моделям, а по шаблонам. Обычно такие формы требуются для отливки крупных предметов, и так как в этих случаях формовочный материал должен обладать также и повышенной огнеупорностью, то к глине примешивают тонко измельченного графита или кокса. Как уже упомянуто выше, из глины (более тощей) изготавливаются в большинстве случаев и большие шишки.

Чугун применяется, как материал для изготовления форм лишь в тех случаях, если желательно получить отливку с твердой (закаленной) поверхностью. Последнее достигается благодаря тому, что вследствие высокой теплопроводности чугуна (см. Том I.) сравнительно с песком и глиной, расплавленный чугун, при соприкосновении со стенками металлической формы, быстро остывает. Стенки чугунных форм часто смазывают более или менее тонким слоем разведенной глины.

Материалы для покрытия форм.

Разделительный песок.

Внутренние поверхности почти всех форм необходимо покрывать тонким слоем какого-либо вещества, для того, чтобы, во-первых, предохранить формовой песок от пригорания к чугуну, во-вторых, заполнить мелкие пустоты между зернами песка и сделать, таким образом, внутреннюю поверхность формы более гладкой. Для припыливания (припудривания) форм применяют такие материалы, которые предохраняют песок от пригорания к чугуну либо непосредственно в силу своей огнеупорности, либо, подобно угольной пыли, сгорают при соприкосновении с расплавленным металлом, образуя при этом изолирующую газовую пленку. В качестве припылов употребляют самые различные вещества, чаще всего — лигноподий (плаунную пыльцу), графит, порошок древесного (лучше всего — лиственных пород) или каменного угля, муку, тальк, а также различные смеси из графита, древесноугольного порошка и воды с каким-нибудь связывающим веществом, напр., глиной, декстрином и пр. (т. наз. формовочные чернила). Применяют из-за дешевизны также припылы более низкого качества, напр., тонко измельченную глину (глиняную муку), коксовый порошок и молотый или толченый кирпич (кирпичную муку).

Формы для отливки в сырую (из тощего формовочного песка) припыливаются каменноугольным или, лучше, древесноугольным порошком, либо — реже — глиняной мукой. Для этого припыл насыпают в холщевый мешочек и встряхивают его над формой, которую формовщик после этого приглаживает, вкладывая в нее модель. Иногда пользуются для сырых форм припылом из порошкообразного графита, лучше всего — цейлонского. Формы, которые должны быть просушены,

покрываются предварительно формовочными чернилами. Хорошие формовочные чернила можно получить, размешав 12 литров мелко размолотой глины с таким количеством воды, чтобы смесь приобрела консистенцию сиропа, прибавив затем, при постоянном помешивании, 25 кг отмученного графита и 3 кг древесноугольной пыли. Готовые формовочные чернила должны быть густы, как патока, и наноситься на поверхность формы при помощи кисти. В чернилах должно содержаться тем больше графита, чем толще отливка и чем более формовочный материал имеет склонность к пригоранию.

Ликоподием припыливают поверхность моделей (особенно — металлических) перед формовкой, так как он служит средством для предохранения формовочного песка не только от пригорания, но также и от прилипания его к модели во время формовки; поэтому модели, припудренные лycopодием, особенно легко вынимаются из формы. Следует, однако, заметить, что цена лycopодия сравнительно очень высока, и поэтому вместо него в большинстве случаев применяют с большим или меньшим успехом другие припылы (см. выше).

Тальку присущ тот недостаток, что он в известной мере вредно действует на связывающие свойства песка.

Разделительный песок.—В тех случаях, когда формовка производится в нескольких опоках, т.-е. состоит из нескольких частей, обычно набивают сначала одну (нижнюю) половинку, после чего ставят на нее другую, верхнюю половинку, и утрамбовывают ее в этом положении непосредственно над нижней. Для того, чтобы обе части формы не слипались, поверхность прежде набитой части ее — т. наз. поверхность разъема — посыпают особым сортом песка. Такой разделительный песок должен быть по возможности лишен свойства связности. Этому условию удовлетворяет совершенно чистый кварцевый песок, а также горелый формовочный песок, счищен-

ный с поверхности отливок, так как в нем вся глина «выгорела» (в смысле потери свойства связности), так что и сцепление между отдельными зернами песка, благодаря этому, ничтожно. Наконец, для этой же цели применяют иногда и ликоподий.

Приготовление формовочных материалов.

Свежий формовочный песок следует хранить в крытых помещениях, так как иначе под действием дождя и ветра он выветривается, теряя часть глины, и становится более тощим. Кроме того, песок, содержащий более 10% воды, очень плохо смешивается со старым песком, так как заключающаяся в нем глина, насыщенная водою, легко образует комки, уменьшая этим необходимую однородность формовочной земли. Не следует упускать из вида также и влияние мороза, превращающего всю массу формовочной земли в один общий, трудно разбиваемый, массив.

Песок для сравнительно грубых отливок можно смешивать вручную при помощи лопаты. Для этого старый песок разравнивают на полу мастерской слоем толщиной около 15 см, затем увлажняют его надлежащим количеством воды при помощи лейки с разбрызгивающей сеткой, которая необходима для того, чтобы вода распределялась возможно равномерным образом. Если требуется примешать к старому свежий песок, его насыпают сверху ровным слоем, после чего всю землю хорошо перемешивают, подгребая ее лопатой и разбрасывая веером. Песок перелопачивают таким образом два-три раза подряд, всякий раз подбавляя воды до тех пор, пока песок не окажется достаточно влажным.

Модельный песок следует перемешивать, по возможности, машинным способом. Для этого служат разнообразные машины, работающие весьма различным образом.

В вполне современных установках для приготовления формовочного песка, которые в последнее время получают

все большее распространение в литейных мастерских более или менее крупного масштаба, свежий и старый песок предварительно обрабатываются каждый в отдельности. После этого они подводятся в одно место в определенной пропорции, смешиваются и снова подвергаются обработке. Следует заметить, что это относится ко всем вообще машинам для подготовки формовочного песка. Ниже описаны наиболее распространенные из них.

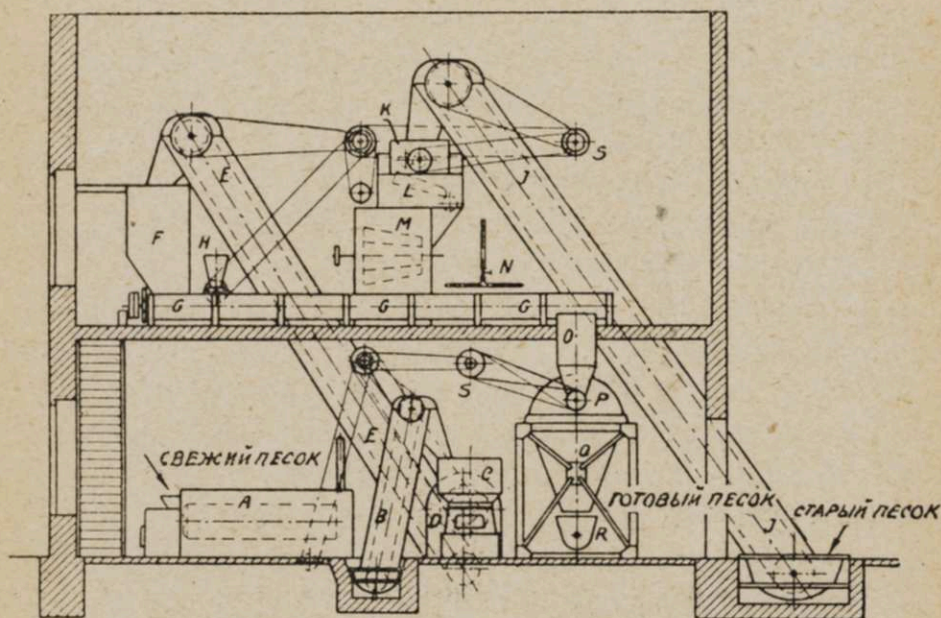
Свежий песок высушивается (для удаления избытка влажности и для частичного обжига глины в случае слишком жирного песка) и просеивается, после чего та часть его, которая не прошла через ячейки сита, следовательно, состоит из слишком крупных зерен, измельчается бегунами и затем повторно проходит через сито.

Старый песок должен прежде всего пройти через магнитный сепаратор, освобождающий его от всех частиц железа и чугуна, оставшихся в нем от предыдущего литья (куски формовочных шпилек, застывшие брызги чугуна, мелкие частицы литников и т. д.). После этого песок просеивается, при чем та часть его, которая не проходит через сито, отделяется и отводится от него.

Подготовленные таким образом свежий и старый песок поступают в специальную машину, которая тщательно перемешивает их, при чем одновременно материал увлажняется надлежащим количеством воды. В этой же мешалке к песку добавляется также определенное количество каменного угля, измельченного в порошок. Наконец, песок пропускается через дезинтегратор, который еще лучше перемешивает отдельные составные части подготовленной описанным способом формовочной земли и вместе с тем разрыхляет ее.

Установка для приготовления формовочной земли, работающая по описанной схеме, изображена на фиг. 20. В состав ее входят: вращающаяся (барабанная) сушильная печь А,

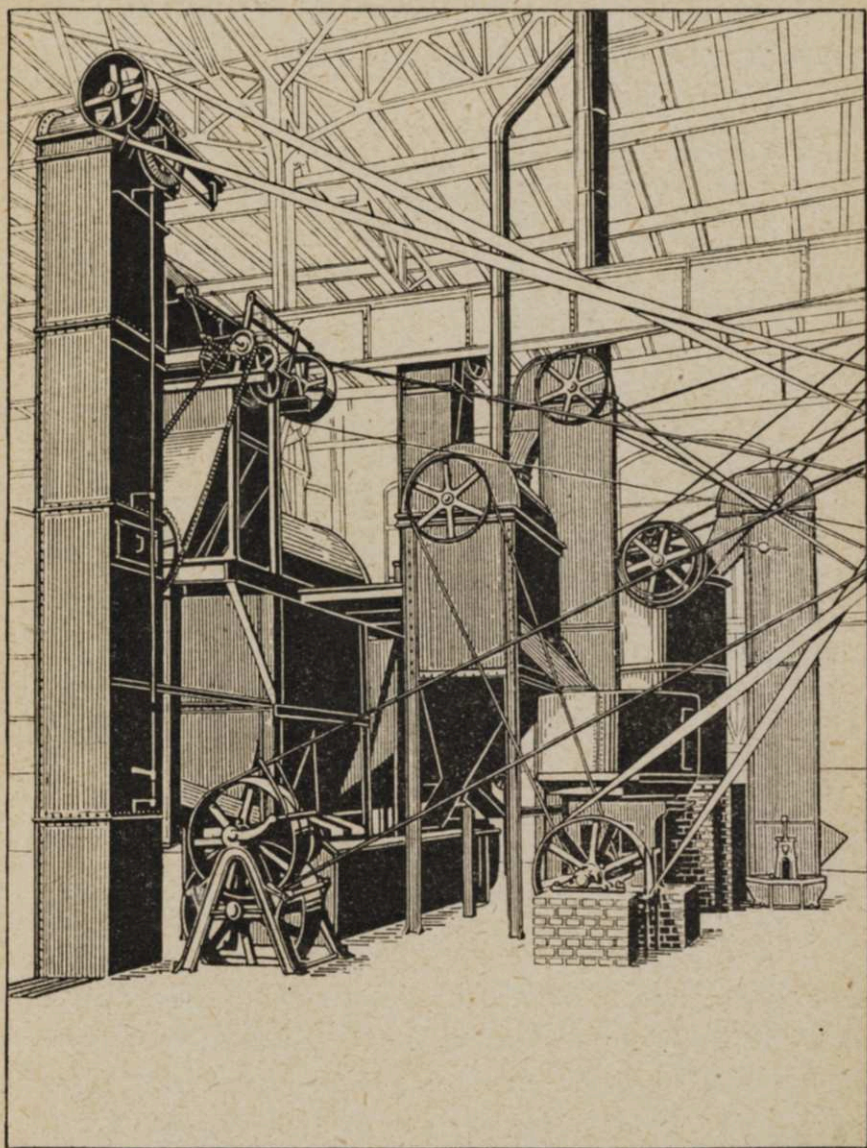
элеватор *B*, бегуны *C*, барабанное сито *D*, элеватор *E*, ларь для песка *F*, машина для предварительного смешивания *G*. Этими частями установки определяется путь свежего песка. Старый песок проходит через: элеватор *J* и (в этом случае) дробильные вальцы *K*, назначение которых состоит в измельчении лепешек (спекшегося песка), заключающихся



Фиг. 20. Установка для приготовления формовочной земли.

в старом песке, далее—через качающееся сито и магнитный сепаратор *L* и сито (барабанное) *M* в ту же машину для предварительного смешивания *G*. Буквой *H* обозначена загрузочная воронка для толченого (или молотого) каменного угля. Из машины *G* смешанный с углем свежий и старый песок, т.-е. полуготовая формовочная земля падает через воронку *O* во вторую смешивательную машину—дезинтегратор *P*, откуда она выходит готовой для употребления. *Q*—ларь для готовой формовочной земли, *R*—вагонетка для

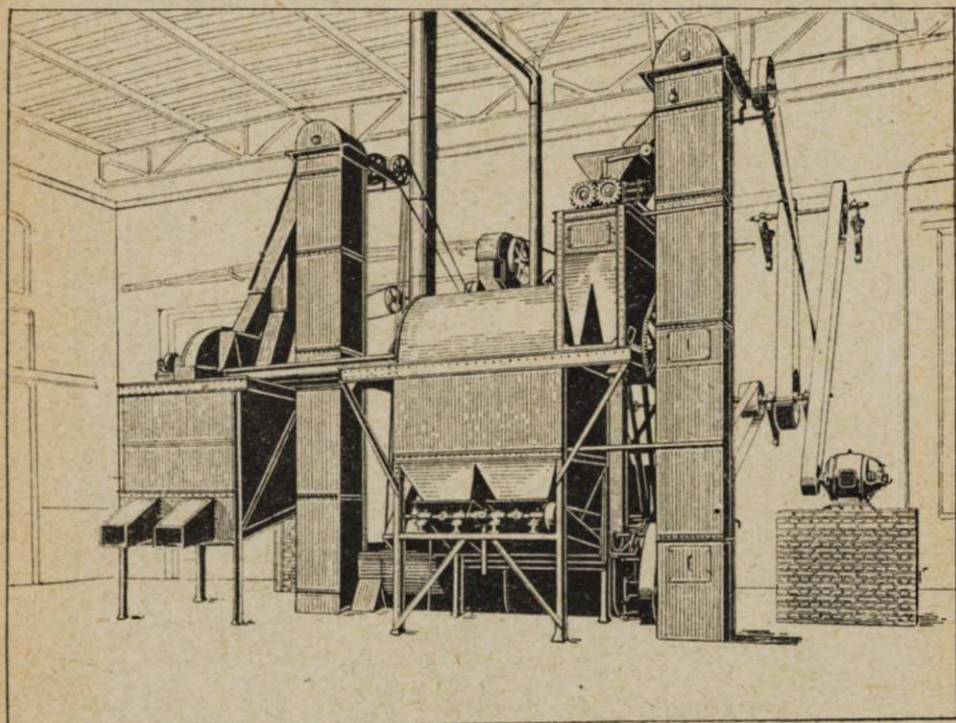
транспортировки ее, *N*—устройство для смачивания песка во время смешивания его в машине *G*.



Фиг. 21. Автоматическая установка для приготовления формовочной земли.

Другая вполне автоматическая установка для приготовления формовочной земли показана на фиг. 21 и 22 и схе-

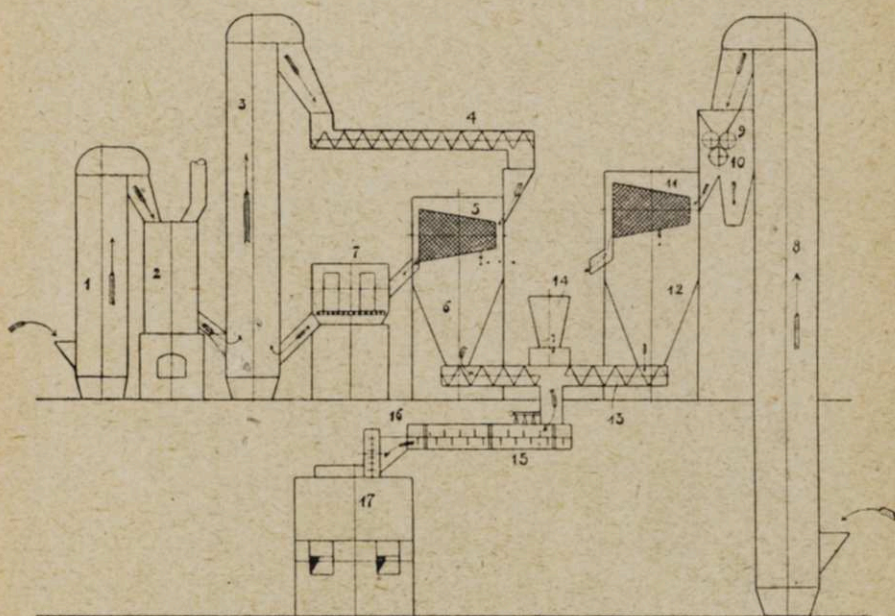
матически—на фиг. 23. Добытый из карьера свежий влажный песок задается в ковшевой элеватор 1, который забрасывает его в вертикальную сушильную печь 2. Другой элеватор 3 передает высушенный песок в барабанное сито 5. Располо-



Фиг. 22. Автоматическая установка для приготовления формовочной земли.

женне показанного на схеме червячного транспортера (шнека) 4 зависит от положения отдельных частей установки. В известных случаях шнек может совершенно отсутствовать. Мелкий просеянный песок падает из сита 5 в расположенный под ним ларь 6, тогда как более крупный песок, зерна которого не прошли через ячейки сита, поступает по желобу в бегуны 7, где размалывается и затем ковшевым элеватором 3 снова подается в сито 5 и далее в ларь 6.

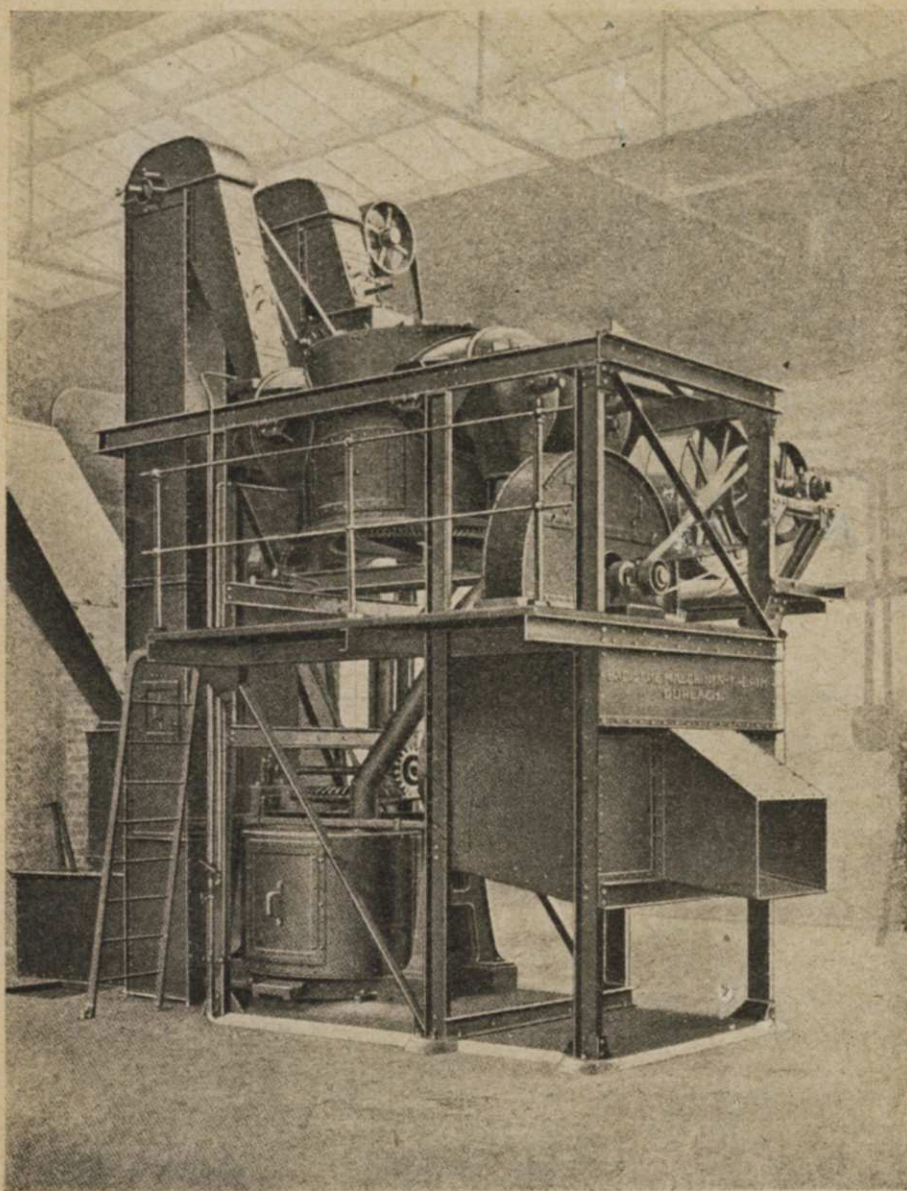
Старый песок поступает из литейной в элеватор 8, который подает его в дробильные вальцы 9, раздавливающие спекшийся песок, и далее — в электромагнитный сепаратор 10, где происходит отделение частиц железа и стали. После



Фиг. 23. Схематический разрез установки.

этого в барабанном сите 11 отсеиваются все другие примеси, загрязняющие старый песок, а очищенный старый песок падает в ларь 12.

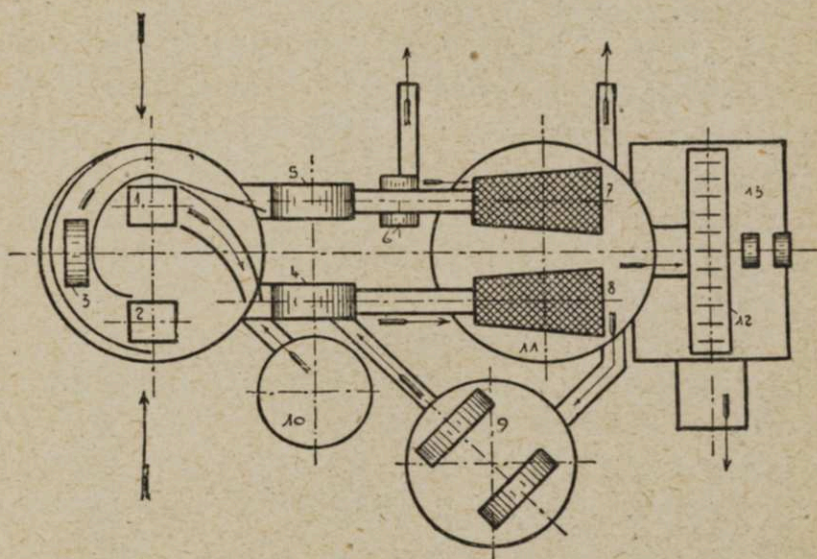
Для того, чтобы смешать свежий и старый песок в желаемой пропорции, лари 6 и 12 снабжены внизу задвижками, положение которых можно регулировать соответственно желаемому составу формовочной земли. При помощи этих заслонок и встряхивающего устройства в выходном отверстии каждого ларя свежий и старый песок подаются шнеком 13 в точно требуемых количествах в машину 15 для предварительного смешивания земли. В этой же машине песок хорошо смешивается с угольным порошком, подаваемым



Фиг. 24. Общий вид новейшей установки фирмы Badische Maschinenfabrik.

автоматически действующим распределителем 14. Для увлажнения земли имеется присоединенное к водопроводу (или

напорному баку) разбрызгивающее устройство. Окончательное перемешивание и разрыхление формовочной земли производится дезинтегратором 16, из которого совершенно готовая земля падает в ларь 17, состоящий из двух отсеков. Расположение отдельных частей описанной установки поясняется фиг. 21 и 22. Отдельные машины, входящие в состав установок для приготовления формовочных материалов, описаны ниже.



Фиг. 25. Схема работы новейшей установки.

В самое последнее время появились автоматические установки для приготовления формовочной земли, чрезвычайно удачно разрешающие задачу сокращения транспортных путей внутри самой установки. Этим достигается и уменьшение площади, занимаемой установкой, и большая экономичность работы ее. Общий вид новейшей установки такого типа (фирмы Badische Maschinenfabrik, Durlach) показан на фиг. 24, схема работы ее (в плане)—на фиг. 25.

Старый и свежий песок подаются ковшевыми элеваторами в воронки—соответственно 1 и 2 (фиг. 25). Из них песок поступает в расположенный внизу автоматический распреде-

литель, который подает старый и свежий песок в точно установленной пропорции в элеваторы, соответственно, 4 и 5. Соединенные с распределителем вальцы 3 размалывают лепешки, которые могут оказаться в старом песке, тогда как машина для измельчения угля 10 подает в элеватор 4 потребное количество угольного порошка. Пропорцию старого и свежего песка, равно как и молотого угля, можно регулировать по желанию.

Элеваторы 4 и 5 поднимают свежий и старый песок (каждый—отдельно) в установленную выше машину для просеивания и смешивания, в которой оба сорта песка просеиваются в барабанных ситах—соответственно 7 и 8. Оба сита вращаются навстречу друг другу; благодаря этому песок, проходящий через ячейки барабанов, смешивается еще в воздухе и уже до некоторой степени перемешанным падает на вращающуюся тарелку 11, где увлажняется особым опрыскивателем. По тарелке 11 движутся лопатки, еще более перемешивающие песок и постепенно подающие его к дезинтегратору 12. Здесь формовочная земля разрыхляется и затем падает в ларь 13, откуда ее берут по мере надобности.

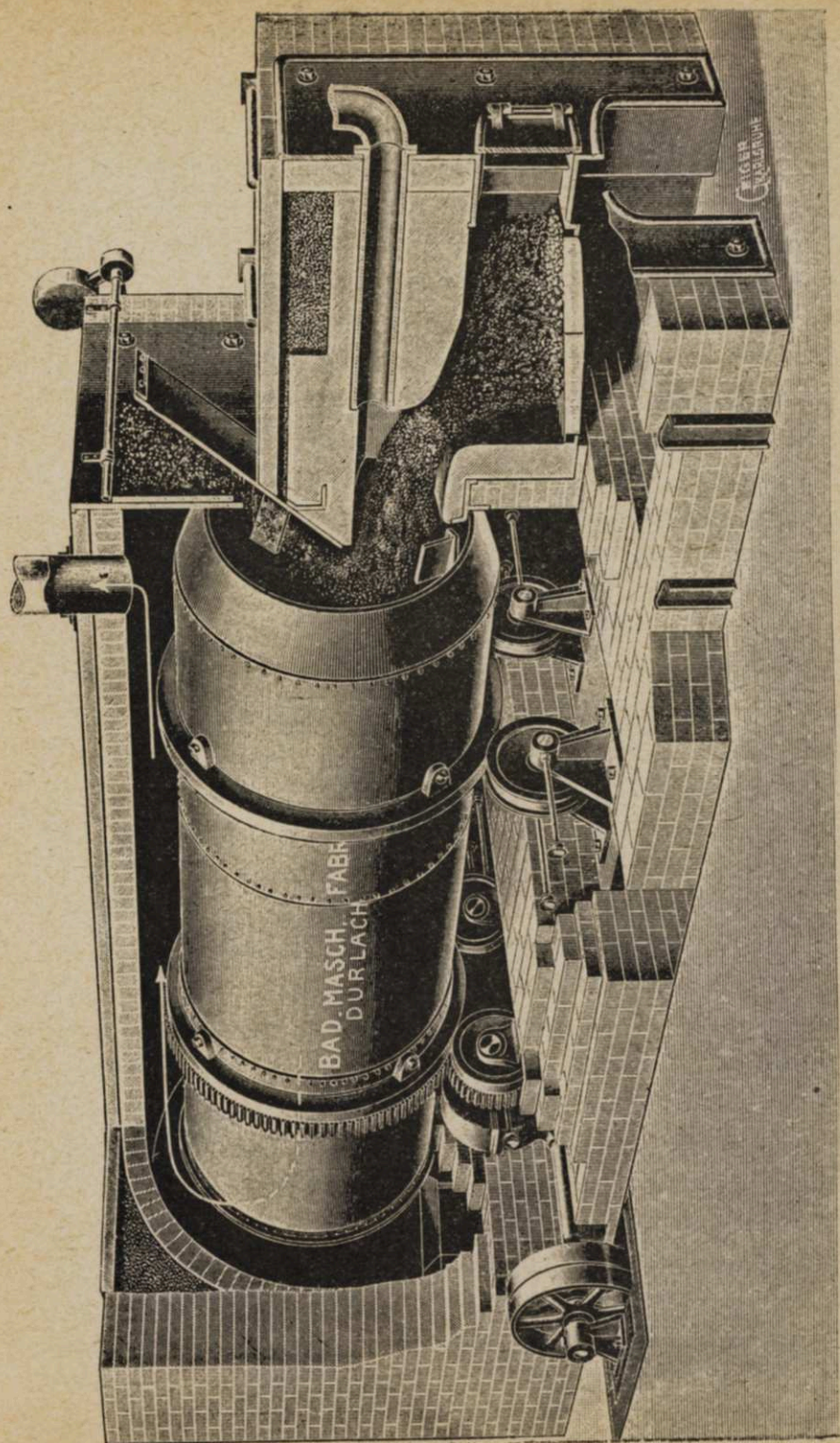
Для помещения различных сортов формовочной земли ларь разбивают на 2—3 отдельных отсека.

Цифрой 6 на схеме обозначен магнитный сепаратор.

Часть свежего песка, не проходящая при просеивании через отверстия сита 8, поступает из него в бегуны 9, где измельчается и затем передается в элеватор 4 и т. д.

Благодаря отсутствию в описанной установке червячных транспортеров, мешальных желобов и пр., расход энергии в ней значительно меньше, нежели в установке по фиг. 23 при равной производительности.

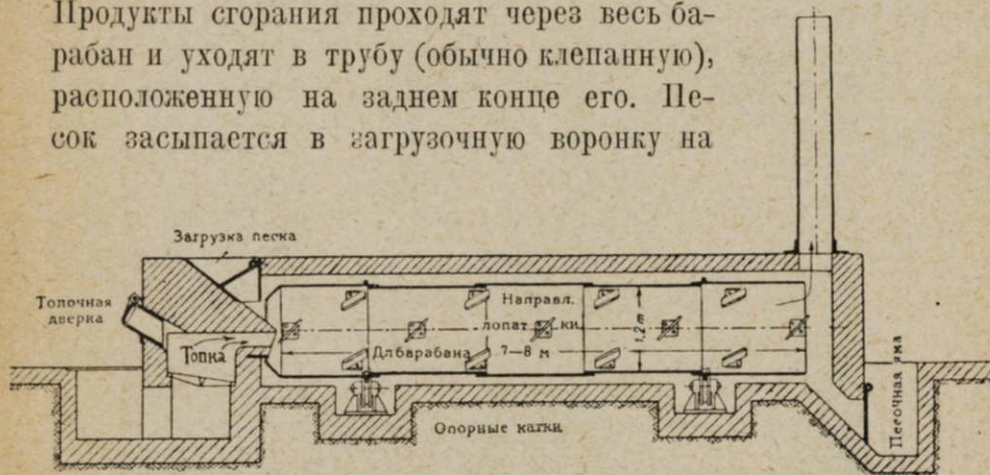
В литейных мастерских небольшой производительности устройства для приготовления формовочных материалов по понятным причинам значительно проще описанных выше и



Фиг. 26. Сушильная печь.

нередко состоят из одной-двух машин, напр., бегунов и дезинтегратора или бегунов и сита и т. д.

Сушильные печи.— Сушильные печи (сушила) для формовочного песка представляют собою обычно клепанный железный барабан с горизонтальной или наклонной осью, лежащий на четырех опорных катках (см. фиг. 26). Барабан приводится в медленное ($0,3—1,3$ об/мин) вращательное движение. В переднем конце барабана устроена топка, отапливаемая углем, отбросами производства (напр., опилками и стружкой из модельной мастерской) или газом. Продукты сгорания проходят через весь барабан и уходят в трубу (обычно клепанную), расположенную на заднем конце его. Песок засыпается в загрузочную воронку на



Фиг. 27. Схема сушильной печи.

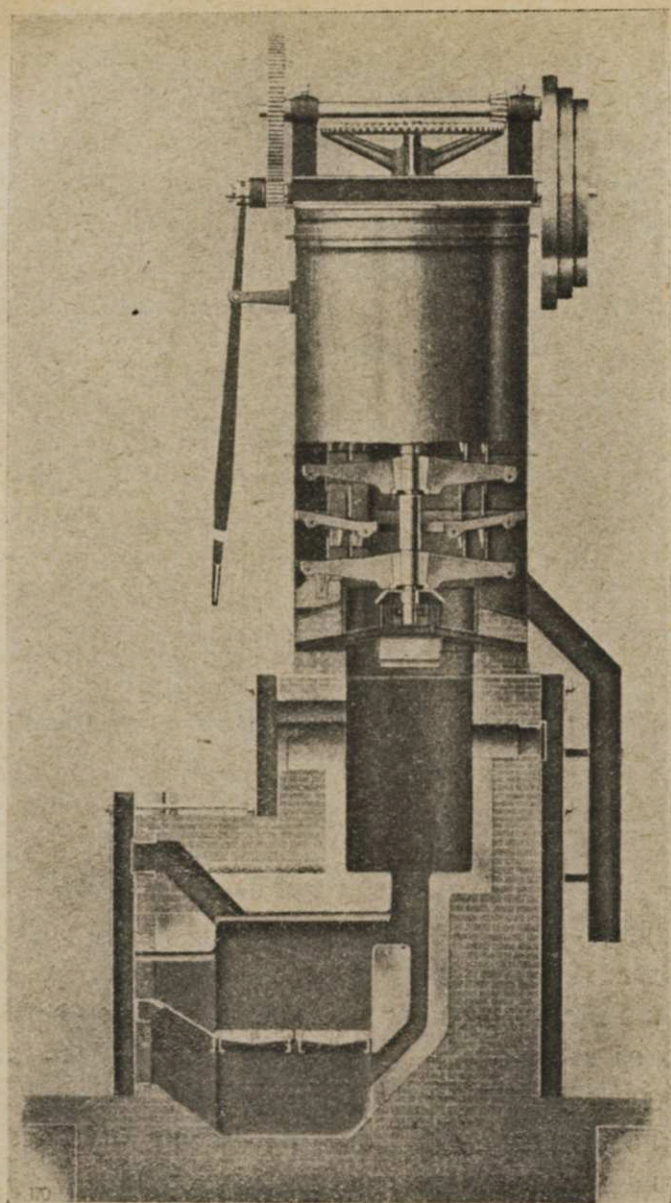
переднем конце печи и передвигается вдоль нее винтообразными лопатками (см. фиг. 27), при чем во время своего движения омывается топочными газами и таким образом высушивается. Эти горизонтальные вращающиеся печи, работающие по принципу параллельного потока, дают от 500 до 2000 кг/час, расходуя на привод от 1,5 до 4—5 л. с. Диаметр барабана горизонтальных печей обычно 1200—1400 мм, длина доходит до 12 м. Для ориентировочного расчета производительности можно считать 1250—1670 кг в сутки на 1 пог. метр длины барабана,

В последнее время горизонтальные вращающиеся печи постепенно вытесняются вертикальными сушилками, работающими по принципу противотока: песок движется навстречу продуктам сгорания. Преимущества печей этого типа перед горизонтальными заключаются в меньшем расходе топлива на сушку и в малой занимаемой ими площади. Формовочный материал, который требуется высушить, загружается ковшевым или др. элеватором в верхнее отверстие печи (иногда—снабженной горловиной) и падает вниз через систему кольцевых слегка конических тарелок, одна часть которых прикреплена неподвижно к железному корпусу печи, а другая движется вместе с медленно вращающимся (20—80 об/мин) вертикальным валом (см. фиг. 28). Производительность этих печей—от 1200 до 4000 кг/час, расход силы—от 2 до 7 л. с.

Вращающиеся печи обеспечивают весьма равномерную просушку материала. В зависимости от степени влажности последнего, время, в течение которого он подвергается воздействию горячих газов, можно регулировать, соответственным образом регулируя число оборотов барабана (фиг. 26) или вала, несущего тарелки (фиг. 28).

Бегуны состоят из круглой литой (обычно—из чугуна) чаши диаметром 1000—1800 мм, по дну которой катятся два «бегуна». Материал, засыпанный в чашу, перемешивается и измельчается вследствие давления бегунов, соединенного со скольжением их по дну чаши. Дело в том, что при качении цилиндрических катков по плоскому круговому кольцу неизбежно имеет место скольжение поверхности этих катков по плоскости кольца. Благодаря этому, засыпанный в чашу материал не только раздробляется тяжестью катков, но также и растирается ими.

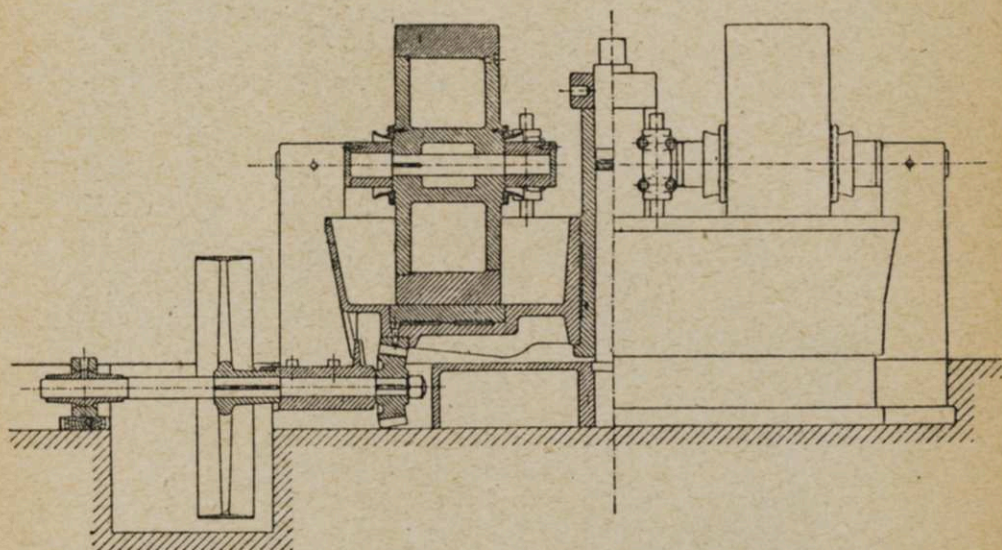
Современные бегуны строятся обычно с вращающейся чашей, тогда как вал, на котором укреплены оба бегуна, остается во время работы неподвижным (см. фиг. 29).



Фиг. 28. Вертикальная сушильная печь.

Впрочем, очень часто встречаются также бегуны с неподвижной чашей и движущимися катками (фиг. 30). Бегуны

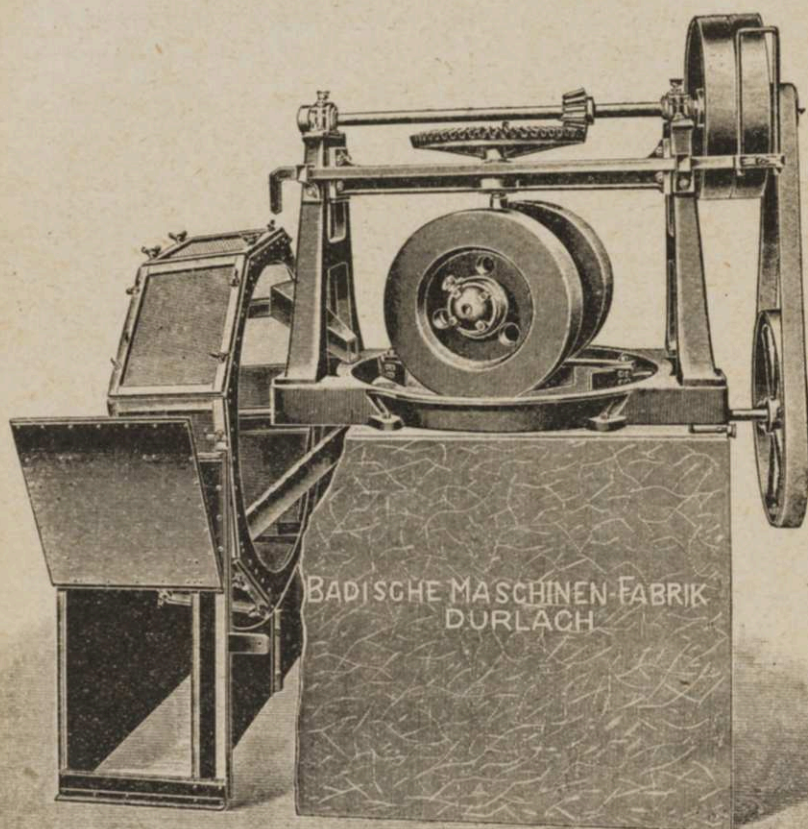
должны быть укреплены, во всяком случае, таким образом, чтобы они могли несколько приподниматься, соответственно количеству песка, загруженного в чашу, и притом независимо один от другого (см. фиг. 29). Это может быть осуществлено путем укрепления их на подвижных рычагах, которые носят название кривошипов. Привод бегунов



Фиг. 29. Бегуны с вращающейся чашей.

может быть расположен сверху или снизу, над самым полом. Как показано на фиг. 29 и 30, передача движения производится в большинстве случаев при помощи конических зубчатых колес. Если вращается чаша, то зубчатый венец отливается отдельно и привертывается к днищу ее болтами (см. фиг. 29). Бегуны отливают из чугуна, часто с отбеленной (отливкой в изложницу) рабочей поверхностью, реже — из стали. Иногда бегуны располагают на различных расстояниях от вертикального вала; при таком расположении их измельчение материала происходит почти по всей ширине чаши, а вместе с тем равномернее срабатывается дно последней.

Для того, чтобы песок не размалывался чересчур тонко, горизонтальная ось бегунов может быть снабжена скребком, автоматически выбрасывающим измельченный песок через отверстие в дне чаши.



Фиг. 30. Передача движения в бегунах.

Бегуны описанных типов рекомендуется соединять с ситом, из которого недостаточно обработанный песок автоматически подается обратно в бегуны.

Размеры бегунов весьма различны и зависят от требуемой производительности их. Диаметр катков составляет от 550 до 1500 мм при ширине от 150 до 400 мм и соответ-

ственном весе от 200 до 3500 кг. Число оборотов бегунов—от 30 до 10 в минуту. Производительность бегунов в час: 100 250 500 750 1000 кг формовочной земли при расходе 0,7 1,0 2,5 4,0 6,0 л. с.

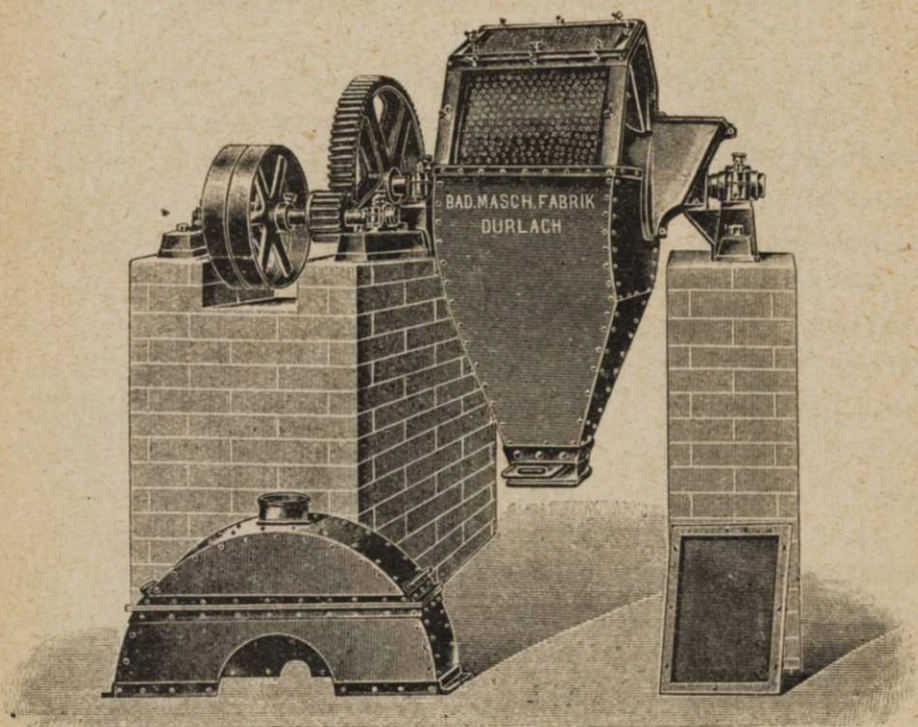
Расход силы на привод самых тяжелых бегунов доходит до 12 л. с.

Бегуны применяются не только для размалывания песка, но также и для смешивания формовочной земли, если не имеется других машин для этой цели. Кроме того, бегунами пользуются для измельчения угля, шамотного кирпича и глины. Поэтому бегуны являются одной из наиболее распространенных машин литейной мастерской. Так как работа бегунов сопровождается значительным выделением пыли, то помещение, в котором они установлены, необходимо оборудовать рационально устроенной вентиляцией. Еще лучше закрывать бегуны сплошным герметическим кожухом с дверкой для засыпания перерабатываемого материала.

Шаровые мельницы применяются для тонкого измельчения каменного и древесного угля и графита, а в исключительных случаях также для формовочного песка. Шаровые мельницы самой простой конструкции (они не должны употребляться для измельчения песка) состоят из ялец видного чугунного кожуха, подвешенного на цапфах в наклонном положении, так что положенные внутрь его шары во время вращения кожуха перекатываются из одного конца его в другой и одновременно катятся по стенкам кожуха.

Шаровая мельница, изображенная на фиг. 31, пригодна также для измельчения формовочного песка. Внутреннее устройство ее показано схематически на фиг. 32. Боковая поверхность цилиндра, в котором происходит размалывание материала, состоит из плит (стальных или из закаленного чугуна), несколько перекрывающих друг друга, но так, что между ними остаются узкие зазоры. Лобовые стенки этого цилиндра состоят из чугунных шайб, облицованных изнутри

стальными плитами, укрепленных на двух втулках, которые сидят на валу, пропущенном через внутренний цилиндр мельницы. Платы, образующие боковую поверхность цилиндра, снабжены отверстием. Благодаря описанному устройству



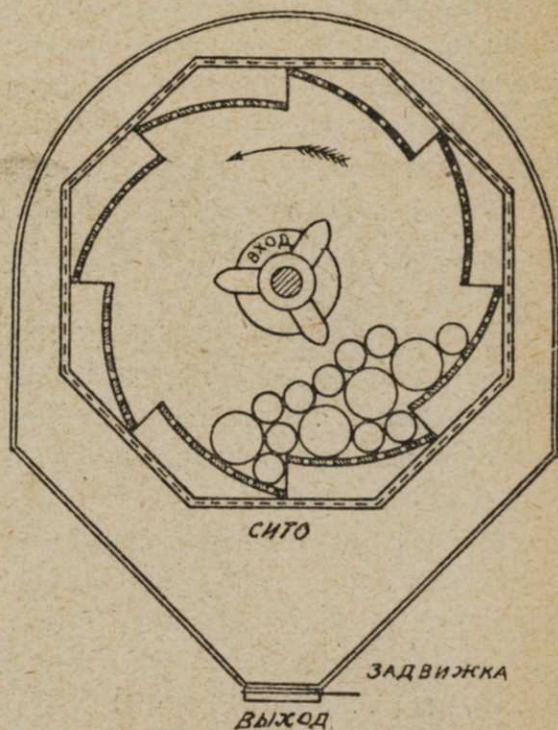
Фиг. 31. Шаровая мельница.

цилиндра, положенные внутри его шары при вращении мельницы не только катятся, но одновременно также падают. Цилиндр окружен барабанным ситом восьмиугольной или круглой формы, пропускающим только достаточно тонко размолотый материал. Это сито состоит из отдельных рамок (деревянных или из плоского железа), обтянутых тканю проволочною сеткою. Материалом для последней служит обычно фосфористая бронза, реже—сталь. Размер ячеек сита выбирается сообразно с желаемой крупностью помола.

Для предохранения сита от повреждений, в больших шаровых мельницах между ним и внутренним барабаном ставят предварительное сито из листового железа, снабженного большим числом узких прорезей.

Внутри цилиндра находится известное число шаров, железных кованных или чугуновых, различной величины и определенного общего веса. При перекачивании и падении в цилиндре они дробят загруженный внутрь последнего материал. Шары не должны ударяться непосредственно о стенки внутреннего барабана, однако, с другой стороны, слой материала между шарами и стенками барабана не должен быть слишком толст, так как иначе эффект работы шаров уменьшается. Правильная работа шаровой мельницы легко узнается по отчетливому, но вместе с тем глухому звуку удара шаров.

Материал, размолотый недостаточно тонко, автоматически возвращается внутрь цилиндра через прозоры, имеющиеся в последнем и устроенные таким образом, что размалываемый материал может проходить внутрь цилиндра, но не может выходить из него, вследствие вращения мельницы. Эти про-



Фиг. 32. Внутреннее устройство шаровой мельницы.

зоры, о которых уже было упомянуто выше, получают благодаря эксцентрической установке плит, составляющих боковые стенки внутреннего цилиндра (см. фиг. 32). Материал засыпается в воронку, расположенную сбоку машины, и подается внутрь мельницы сквозь ее пустотелый вал при помощи шнека. Внутренний цилиндр и сито мельницы окружены кожухом из листового железа для предохранения рабочего, обслуживающего мельницу, от пыли. Машина подвешена на двух подшипниках, установленных на чугунных стойках, либо на выложенном из кирпича (или бетонном) фундаменте. (см. фиг. 31).

Так как материал, измельченный до требуемой величины зерна, тотчас же оставляет мельницу, а раздробление спекшихся комков песка происходит очень быстро, благодаря падению шаров, то шаровые мельницы описанного типа работают непрерывно.

Размеры внутреннего барабана шаровых мельниц—от 300×200 мм до 1600×900 мм (диам. $\times$ шир.), число оборотов—от 45 до 17 в минуту.

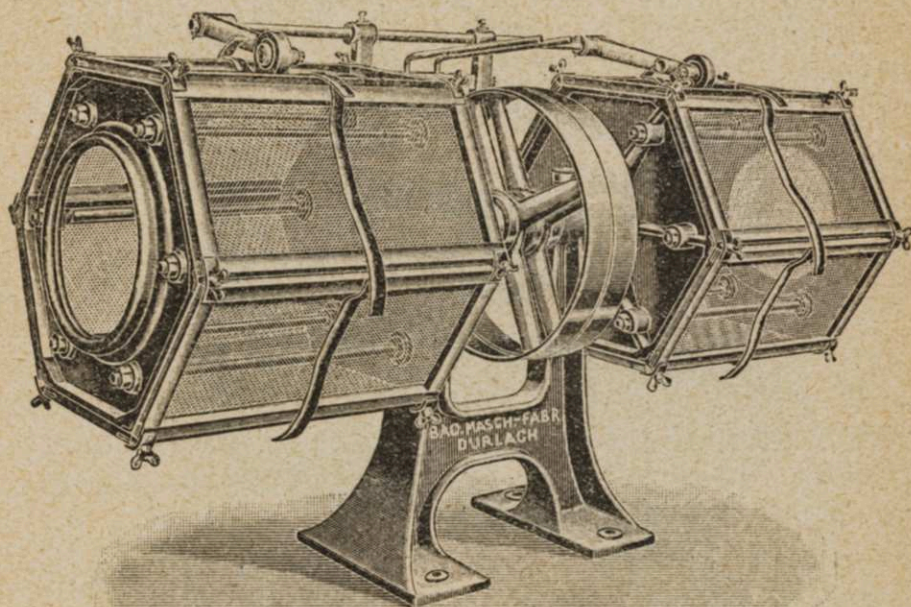
При часовой про-

изводительности . .	150	200	350	550	900	1500	2000	2900	3800	5000	кг
расход силы . . .	0,5	0,6	0,75	1	2	3	4	5	7	10	л. с.

Для просеивания старой формовочной земли (реже—свежей) применяются механические сита различных типов, барабанные (вращающиеся) или качающиеся.

Барабанные сита имеют форму круглого цилиндра, усеченного конуса, прямой призмы или усеченной пирамиды. Чаще всего встречаются барабанные сита двух последних типов. Они состоят из определенного числа рамок, обтянутых металлической сеткой. В случае небольшой длины барабанов их часто помещают по два на одной оси (см. фиг. 33). Загрузка песка и выгрузка непросеянного материала производятся через отверстие в лобовой доске. Привод—от трансмиссии на рабочий и холостой шкивы (см. фиг. 33)

или от отдельного электромотора. Рамки с сетками укрепляются на барабане при помощи барашков, благодаря чему смена их может производиться очень быстро и просто. Для того, чтобы ячейки сита не забивались песком, по сетке все время ударяет механическая колотушка (ударник). Преимущество барабанов пирамидальной (или конической) формы

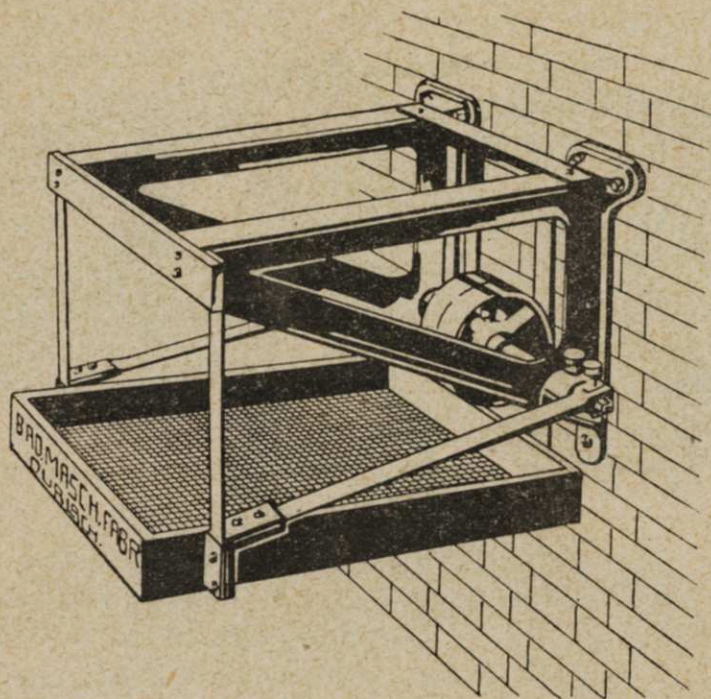


Фиг. 33. Барабанные сита.

(см. фиг. 20 и 23) перед призматической (соотв. цилиндрической) заключается в автоматическом движении непроеянной земли к выходному отверстию. Чаще всего применяется сетка с отверстиями размером 6—8—10 мм. Производительность барабанных сит—от 1 до 12 $\text{м}^3/\text{час}$, в зависимости от размеров барабана, при расходе силы соответственно от 0,25 до 1,5 л. с. Число оборотов—20 до 30 в мин.

Главной частью качающихся сит является плоское сито прямоугольной (в малых ситах—иногда и круглой) формы, кото-

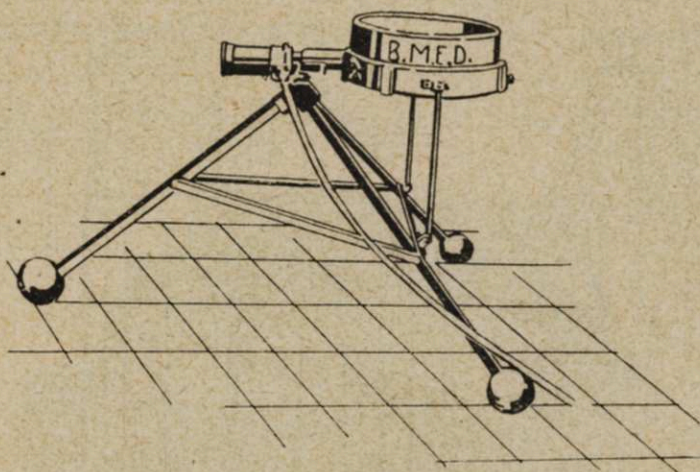
рое приводится в поступательно-возвратное движение посредством эксцентрикового или кривошипного вала. Последнему движение сообщается от трансмиссии (фиг. 34), при помощи электромотора или сжатого воздуха (фиг. 35). Самое сито опирается на качающиеся стержни, подвешено на пружинящих



Фиг. 34. Плоское сито.

тягах, иногда лежит на стальных шарах или катках. Ременный привод применяется, понятно, только для неподвижно установленных сит, соединенных часто с машинами другого назначения. Загрузка земли в подобные сита производится чаще всего при помощи транспортера. На фиг. 36 изображено качающееся сито, соединенное с вальцевой дробилкой. Старая формовочная земля загружается в воронку *A* дробилки и проходит между двумя валками из отбеленного чугуна, из которых один (*B*) укреплен в своих подшипниках

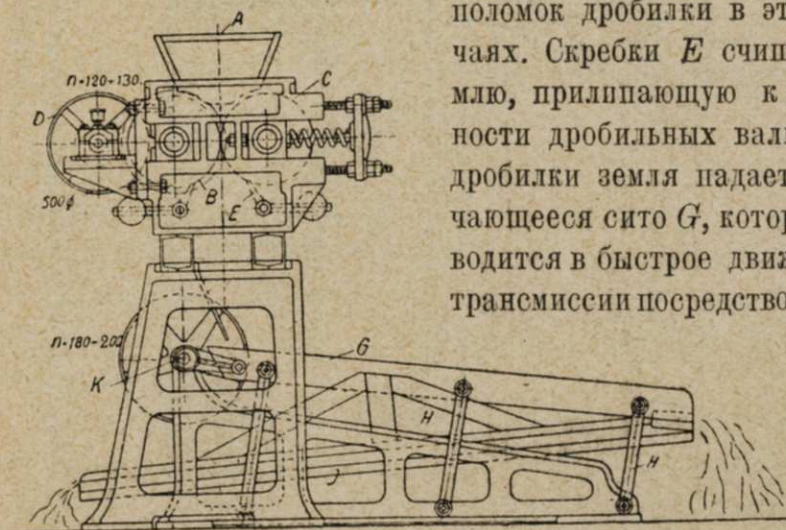
неподвижно, а другой (С) может несколько смещаться в сторону, благодаря тому, что подшипники его сделаны подвиж-



Фиг. 35. Пневматическое сито.

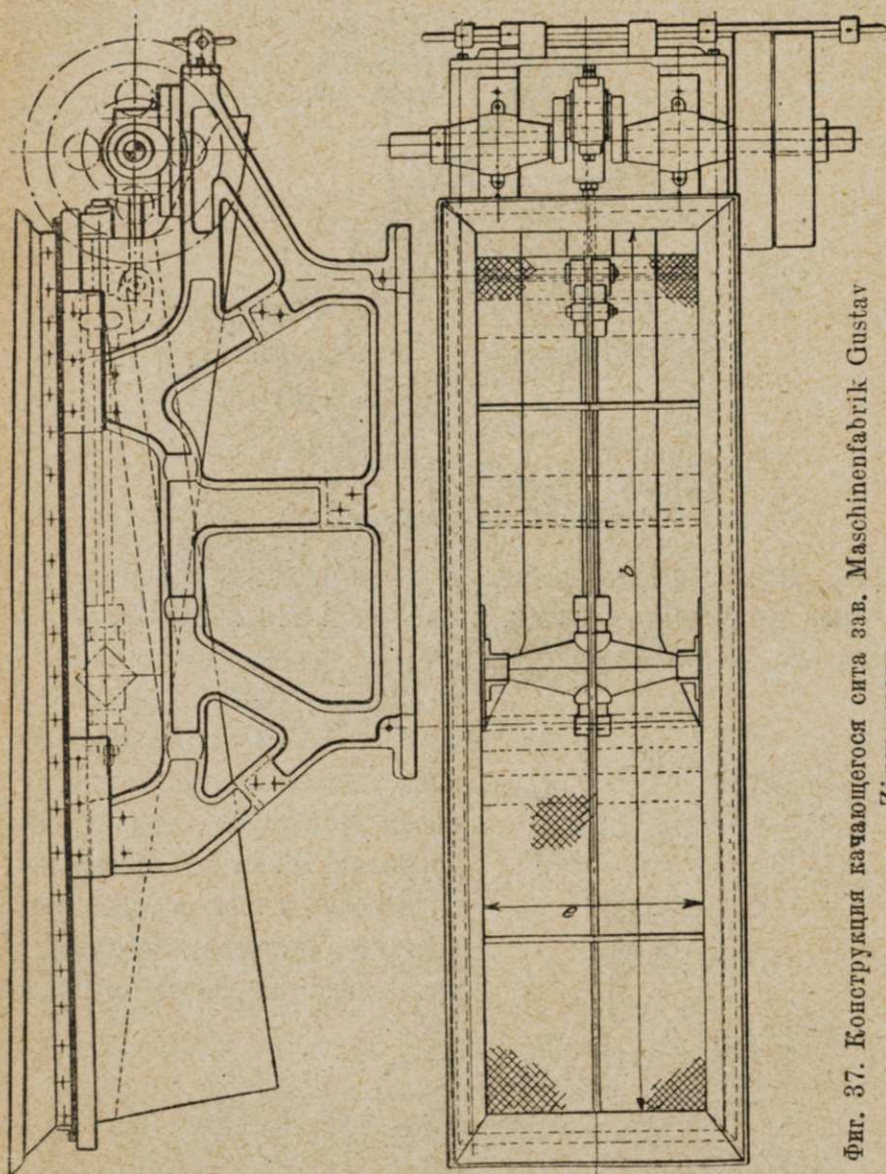
ными. При попадании между валками кусков или брызг чугуна, формовых шпилек, жеробеек и т. п., правый валок несколько отодвигается от левого, что уменьшает опасность

поломок дробилки в этих случаях. Скребки Е счищают землю, прилипающую к поверхности дробильных валков. Из дробилки земля падает на качающееся сито G, которое приводится в быстрое движение от трансмиссии посредством шкива



Фиг. 36. Качающееся сито.

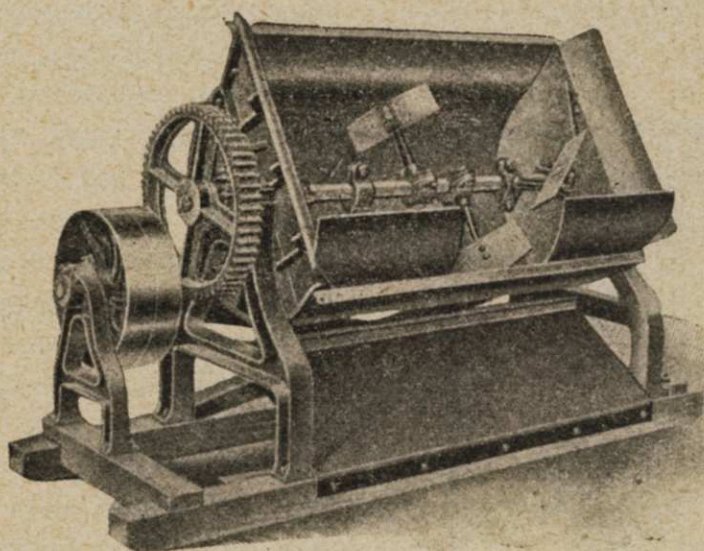
и коленчатого вала *K*. Буквой *H* обозначены опорные стержни сита. Просеянная земля падает в наклонный желоб *J*, не-



Фиг. 37. Конструкция качающегося сита зав. Maschinenfabrik Gustav Zimmermann.

просеянная—вытряхивается ситом в ковши элеватора или на ленту транспортера.

Подвижные качающиеся сита, снабженные электрическим или пневматическим приводом, можно перевозить в любое место литейной, что представляет большие удобства. Особенно высокой производительностью отличаются пневматические сита. Так, переносное пневматическое сито по фиг. 35 при диаметре сетки в 450 мм просеивает в час до 2 м³ земли,

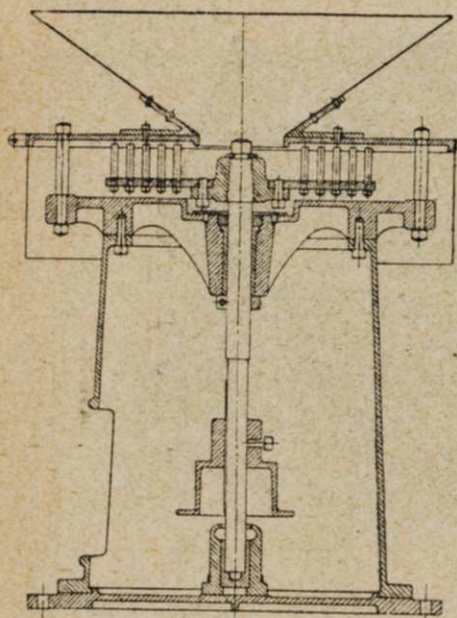


Фиг. 38. Машина для перемешивания песка механического завода Экше.

расходуя приблизительно 0,5 м³ воздуха в минуту. Большие качающиеся сита дают от 1 до 12 м³ земли в час при расходе мощности от 0,75 до 2 л. с. Число ходов—130 до 150 в минуту. Конструкция качающегося сита (завода Maschinenfabrik Gustav Zimmermann, Düsseldorf-Rath) показана на фиг. 37.

Машины для перемешивания песка. Один из типов машин для перемешивания песка, часто применяющийся в вышеописанных автоматических установках для приготовления формочной земли, показан на фиг. 38. Эта машина состоит из опрокидывающегося корыта, изготовлен-

ного из листового железа, в котором вращается вал с закрепленными на нем лопастями. Песок засыпается вручную или подается транспортером в корыто, которое после окончания процесса перемешивания опрокидывается для его опорожнения. Представленная на рисунке машина предназначена



Фиг. 39. Машина для перемешивания песка механического завода Чепинг.

специально для перемешивания песка, применяемого для изготовления шпек, со связывающим веществом. Для обыкновенного песка применяются также подобные машины, но с не опрокидывающимися корытами. Эти машины для перемешивания песка часто снабжаются расположенным сверху ситом, в виде вращающегося барабана, через которое песок проходит до попадания в корыто машины, а также опрыскивателем для увлажнения песка. Барабан сита приводится во вращение от лопастного вала посредством цепи и окружается кожухом

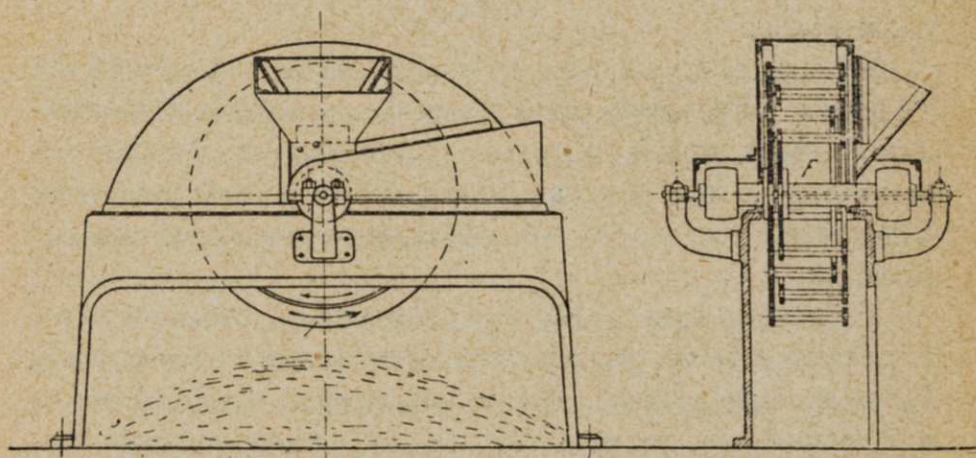
из листового железа. Выемка песка производится через люк, расположенный в нижней части корыта

Наиболее часто применяющимися машинами для перемешивания песка являются дезинтеграторы. Простейший тип их показан на фиг. 39.

Песок подается в расположенную в верхней части машины воронку, из которой он падает на быстро вращающийся диск, снабженный несколькими рядами пальцев, которые, вследствие быстрого вращения диска, основательно переме-

шивают и разрыхляют песок и отбрасывают его к наружному кожуху, откуда он падает вниз. Такие конструкции дезинтеграторов снабжаются часто кронштейном, посредством которого машина может быть прикреплена к стене.

Собственно дезинтеграторы в том виде, как они применяются для раздробления других материалов, снабжены двумя пальцевыми дисками, вращающимися в противоположных направлениях. Этот тип дезинтеграторов применяется



Фиг. 40. Машина для перемешивания песка типа дезинтеграторов.

также для перемешивания формовочной земли. В этой конструкции диски располагаются вертикально, при чем ряды пальцев помещаются попеременно то в одном, то в другом диске, так что при вращении дисков пальцы проходят друг мимо друга в противоположных направлениях, что способствует более интенсивной работе машины. Такой дезинтегратор показан на фиг. 40.

Машины для перемешивания глины применяются для приготовления глины, содержащей песок (этот материал служит для изготовления больших шпек), а также для получения глинистой воды для смачивания поверхностей форм и для обогащения тощей формовочной земли. Кон-

струкции этих машин несколько отличаются друг от друга. Довольно обычный тип состоит из вертикального чугунного резервуара, в котором вращается вал, снабженный ножами. Вал приводится во вращение посредством шкивов и конической зубчатой передачи, расположенных в верхней части машины, где находится также воронкообразное расширение резервуара для загрузки материала. Выемка материала производится через люк, расположенный в нижней части. При приготовлении глинистой воды выпуск ее происходит посредством крана.

Машины для приготовления формовых чернил встречаются лишь в больших литейных. Конструкция их очень сходна с только что описанной. Отличие состоит лишь в том, что они имеют более низкий резервуар, вследствие того, что в нем обрабатывается более жидкий материал.

Упомянувшиеся ранее магнитные сепараторы встречаются также разного типа. Они имеют приблизительно такую же конструкцию, как и сепараторы, применяющиеся для обогащения руды, и так как их нельзя считать специальными машинами для литейного дела, описания их можно здесь не приводить.

МОДЕЛЬНОЕ ДЕЛО.

Модели.

Изготовление моделей тесно связано с формовкой, хотя оно само по себе и является особой специальностью. Выполнение моделей и их конструкция в значительной степени влияют на последующую работу по формовке и на результат отливки.

Модель должна прежде всего легко выниматься из готовой формы, не повреждая ее. Для выполнения этого требования модель необходимо изготавливать чаще всего из двух, а иногда из нескольких частей, при чем во многих случаях способ деления модели на части нужно предварительно тщательно взвесить, ибо это отзовется впоследствии на методе формовки. Там, где это представляется возможным, моделям придается некоторая конусность, т.-е. их делают с несколько скошенными сторонами в той части, которая располагается в самой глубокой части опоки.

Усадка.—Так как почти все металлы с момента начала их застывания и до окончательного затвердевания сжимаются, модели должны иметь большие размеры, чем готовое литье. Поэтому при изготовлении моделей применяется так назыв. усадочный масштаб, деления которого на известный процент больше делений нормального метра, соответственно назначению модели для того или иного металла. Этим устраняется необходимость пересчета нормальных размеров.

Помещенная ниже таблица дает величину линейной усадки некоторых металлов при застывании.

Свинец	1:92	Литая сталь	1:64
Бронза	1:63	Стальные отливки	1:50
Чугун	1:96	Пушечный металл	1:134
Колокольный металл	1:65	Олово	1:128
Сплав { 100 частей меди }	1:134	Висмут	1:265
{ 12,5 и олова }		Цинк литой	1:62
Латунь	1:65		

На практике считают усадку чугуна 1 на 100, т.-е. 1%, стального литья 2% и цветного металла 1,5%. Это—обычные усадочные масштабы. Для отливки металлической модели, по которой затем будет производиться отливка предмета, необходимо брать двойную усадочную меру, например, для чугунной модели и чугунного предмета необходимо считать на усадку 2%, вместо 1%, считая 1% на усадку самой модели и 1% на усадку будущей отливки.

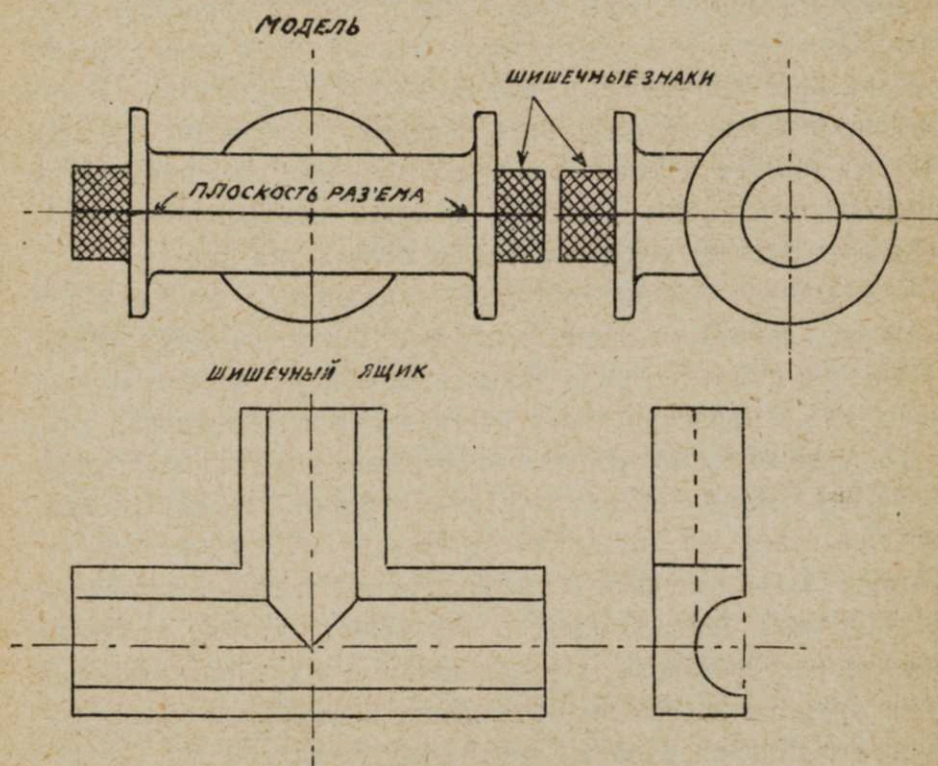
Знаки. На моделях для отливки предметов с пустотами и углублениями необходимо делать так назыв. знаки, которые выступают из модели, благодаря чему в форме получаются выемки, служащие опорными местами для шишек. Шишечные ящики, в которых формуется шишки, выполняются, принимая во внимание знаки на модели, т.-е. внутренняя форма ящиков, соответствующая форме шишки, делается с выемками, точно соответствующими выступающим знакам модели.

Для возможности извлечения модели из формы, выступающие части модели часто приходится делать отъемными и устроенными таким образом, чтобы при вынимании модели они оставались в форме. После того, как основная часть модели вынута, удаляют из формы и отъемные части.

Если отливаемый предмет имеет несколько совершенно одинаковых частей, как, например, зубцы шестерен, во многих случаях нет надобности изготовлять целую модель, а при формовке пользуются частью модели, т.-е. моделью лишь одной части предмета.

Цвет окраски модели выбирается красным для чугунных отливок, чтобы она резко выделялась среди чер-

ного или желтого цвета песка в литейной. Модели, предназначенные для стальных отливок, окрашиваются в синий цвет. Знаки всегда покрываются черным лаком, для отличия их от самой модели, что имеет весьма большое значение.



Фиг. 41. Модель со знаками и шишечным ящиком для тройника с фланцами.

Сторона отливки, расположенная в нижней части, всегда получается плотнее, свободнее от пузырей и шлака, которые при заливке поднимаются в верхнюю часть; поэтому обычно, в тех случаях, когда требуется, чтобы одна сторона отливки получилась плотной (например, если она должна обрабатываться), эта сторона модели закрашивается в белый цвет, чтобы формовщику было совершенно ясно, что этой частью модель при формовке должна быть расположена книзу *).

*) Этот отличительный признак не находит применения в русских литейных мастерских.

Прим. редактора.

Деревянные модели.

Самым обычным материалом для изготовления моделей является дерево, хотя его и нельзя считать особенно подходящим для этой цели. Дерево разбухает и коробится под влиянием сырости, и так как формовочный песок всегда сырой, весьма трудно полностью избежать этого неудобства. Большое количество моделей идет, однако, в формовку относительно небольшое число раз и поэтому невольно приходится применять наиболее дешевый и легко поддающийся обработке модельный материал, каким и является дерево.

Указанное выше неудобство устраняется покрытием модели в несколько слоев модельным лаком (шеллак, растворенный в спирте), чем в значительной мере создается препятствие к проникновению влаги в дерево. Модельная глазурь придает также гладкость поверхности модели, благодаря чему она легко отстает от песка. Далее, модель должна изготавливаться из сухого и свободного от сучьев дерева, которое часто склеивается из нескольких частей с волокнами в различных направлениях с той целью, чтобы, в случае появления коробления в различных частях, они связывали друг друга, и чтобы модель в целом испытывала в возможно меньшей степени влияние этого коробления.

Металлические модели.

Если по одной и той же модели необходимо произвести большое количество отливок, выгодно изготовить ее из металла.

Чугунные модели применяются в тех случаях, когда не предъявляется особенно высоких требований в отношении гладкости поверхности отливки и когда это позволяет вес модели. Поверхность чугунной модели, отливаемой обычным способом по деревянной модели, тщательно очищается и покрывается модельной глазурью. Для облегчения

очистки, чугунную модель обычно помещают на несколько часов в кислотную ванну, благодаря чему корка делается мягче и освобождается пригоревший песок. Для нейтрализации кислоты модель после протравливания промывается в течение приблизительно того же времени в известковой воде.

Перед лакировкой модель необходимо нагреть до температуры несколько выше обычной температуры руки. После покрытия лаком она зачищается песчаной бумагой и, если необходимо, покрывается еще раз, или же слегка подогревается вторично и натирается воском помощью жесткой щетки. Плохо отделанная чугунная модель имеет склонность к ржавлению.

Бронзовые модели легко зачищаются и получают при этом гладкую поверхность, легко отходящую от песка. По этой причине они очень удобны для орнаментного литья. Их совершенно не требуется лакировать, а достаточно лишь натирание воском.

Модели для массового производства изготавливаются из различных сплавов, из которых наиболее часто применяемым является белый металл, вследствие легкости его обработки. В тех случаях, когда требуется особенно малый вес модели, применяют магналий, а также чистый алюминий. Для изготовления модельных досок для формовочных машин, для которых весьма важно, в отношении облегчения работы при изготовлении моделей, чтобы модели давали насколько возможно меньшую усадку, — применяют сплавы с особенно малой усадкой. Один из таких сплавов указан под названием «модельный металл» на стр. 232 Тома I. Изготовление модельных досок рассматривается подробнее в главе «Формовочные машины и машинная формовка».

Металлические модели применяются лишь для массового или серийного производства.

Гипсовые модели.

Гипсовые модели применяются лишь для небольшого числа формовок. Модельный гипс можно заливать в обыкновенную сырую, но хорошо заглаженную песчаную форму. Ему очень легко придавать любую форму и в кашицеобразном состоянии его можно формовать при помощи шаблона. В твердом состоянии его можно резать скульпторским инструментом.

Основным условием для получения хороших результатов при работе с гипсом является то, чтобы он был свежeproкаленный. (При обжиге гипса он нагревается до 120°C , при чем три четверти содержащейся в нем кристаллической воды освобождается, благодаря чему он получает свойство при замешивании водой затвердевать, вследствие связывания воды в кристаллическую воду. Если гипс нагревается до температуры выше 200° , он делается не активным и не может связать новой кристаллической воды). Его нужно сохранять в закрытых сосудах в сухом помещении.

Гипс замешивается в воде до консистенции густой кашицы, при равномерном, но не слишком медленном перемешивании, для избежания образования комков. После снятия воздушных пузырьков он готов к употреблению. Свежeproкаленный гипс после затвердевания делается твердым и звонким.

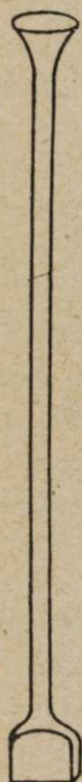
Гипсовые модели лакируются так же, как и деревянные модели.

Инструменты, употребляемые для формовки.

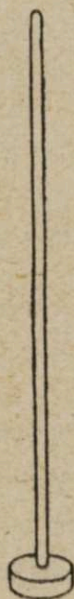
Трамбовки. Инструмент, применяемый при ручной формовке для утрамбовывания формы, т.-е. для уплотнения песка вокруг модели, показан на фиг. 42—45.

Заостренная трамбовка, фиг. 42, применяется для уплотнения песка в непосредственной близости к модели, в то

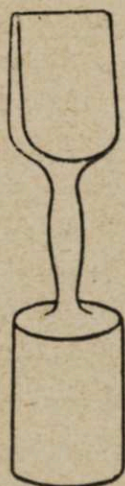
время как плоская трамбовка применяется для трамбования внешних слоев песка в больших формах, фиг. 43. Для работы на полу мастерской (для почвенной формовки) этот инструмент делается или целиком из железа, или же железные концевые части надеваются на деревянную ручку. Для того, чтобы формовщику не надо было низко наклоняться, инструмент делают длиною около одного метра. Для работы на верстаке его делают значительно короче, причем материалом служит дерево или жость, фиг. 44. Заостренные трамбовки выполняются иногда с резиновой облицовкой, во избежание порчи модели, при случайном ударе ею



Фиг. 42.
Трамбовка
с острым и
плоским
концом.



Фиг. 43.
Плоская
трамбовка.



Фиг. 44.
Верстачная
трамбовка.



Фиг. 45. Пневматическая трамбовка.

о модель. На фиг. 45 показана пневматическая трамбовка. Конструкция ее состоит в следующем.

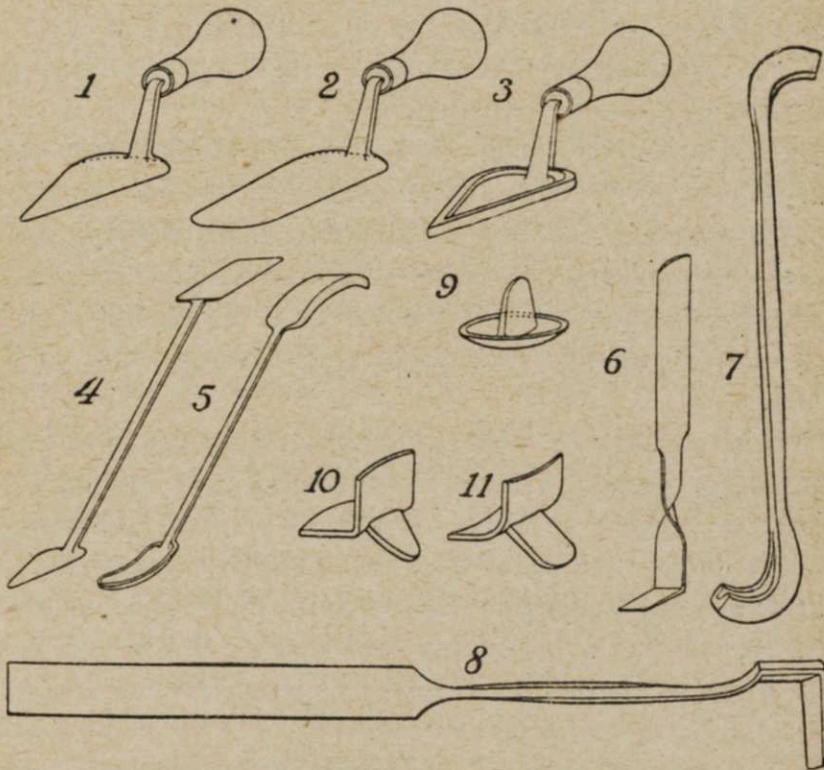
Сжатый воздух поступает по трубке, снабженной в верхней части штуцером для присоединения шланга. Трубка

закрывается клапаном, который можно открыть нажимом показанной на фигуре рукоятки. Два канала, соединяющие трубку с цилиндром, управляются клапаном, имеющим некоторую подвижность в направлении вверх и вниз: в своем верхнем положении открывающим один канал, а в нижнем положении—другой. Через один из этих каналов сжатый воздух входит непосредственно в пространство над подвижным поршнем (или золотником) цилиндра, через другой канал, идущий вдоль цилиндра и просверленный в его стенке, сжатый воздух поступает под поршень. Поршень имеет сравнительно небольшую длину. Кроме этих двух каналов, в стенке цилиндра имеется отверстие, через которое отработанный воздух выходит в атмосферу. Это отверстие расположено лишь несколько ниже нижнего конца поршня, когда он находится в своем высшем положении.

Когда регулирующий клапан находится в своем верхнем положении, сжатый воздух поступает в пространство над поршнем, благодаря чему он получает сильный толчок и встречает, подобно молотку, стержень, к которому прикреплен инструмент. В течение некоторой части своего хода вниз поршень перекрывает упомянутое выпускное отверстие, вследствие чего находящийся под поршнем воздух, не имея выхода, сжимается. Как только поршень прошел это отверстие, впущенный сжатый воздух выходит через него наружу, благодаря чему давление с верхней стороны поршня падает. Вследствие этого регулирующий клапан опускается вниз и открывается другой канал, верхняя сторона которого находится теперь выше клапана. Нижний конец этого канала находится на таком расстоянии, что он никогда не перекрывается поршнем. Сжатый воздух поступает теперь по этому каналу под поршень и поднимает его. В свою очередь поршень поднимает клапан в его первоначальное положение, при котором верхний конец длинного канала прикрывается, а короткого канала открывается. Эти каналы не

видны на рисунке, так как на нем аппарат показан в другом разрезе.

Пневматические трамбовки применяются с успехом в особенности при больших формах, так как работа с этими трамбовками происходит значительно быстрее, чем с обыч-



Фиг. 46. Инструмент для формовки.

новенными; кроме того, трамбование вручную является очень тяжелой работой. Для получения, однако, формы однородной плотности, работа с этими трамбовками требует известного навыка, и рабочему, не имеющему опыта в обращении с этим инструментом, трудно с ним управляться.

На фиг. 46 показан инструмент, применяемый обычно для заканчивания формы, после того как модель из нее вынута.

1—3—гладилки для выравнивания и сглаживания поверхностей больших форм.

4 и 5—положки или карасики для срезания и сглаживания меньших поверхностей и в мало доступных местах.

6 и 8—крючки для извлечения земли из более глубоких мест формы и для зачистки их.

7—служит примерно для той же цели, как 6 и 8.

9—11 представляют полукруглые гладилки для заглаживания углов и углублений.

Для забрасывания земли в опоки применяются сравнительно легкие лопаты с плоской, зашлифованной задней стороной, которой пользуются для заглаживания больших поверхностей.

Для припудривания моделей лycopодием или тому подобным веществом применяют изготовленные из грубого холста мешечки, через поры которого пыль проходит при встряхивании.

Ручные сита, обычно круглые, применяются для просеивания модельного песка на модель в начальный период формовки.

Мехами обычного типа пользуются для выдувания попавших в форму или на модель частиц земли или пыли.

Кисти применяются для покрывания поверхностей формы чернилами, а также для смачивания тонких углов и кромок в форме, которым посредством воды временно сообщается большая сопротивляемость.

Лейки, распределяющие воду на мелкие струйки, применяются для смачивания боковых сторон формы.

Для вынимания модели из готовой формы применяется железный крючок, нижний конец которого снабжен нарезкой, ввинчиваемой в заранее врезанную в модель гайку. Иногда крючок вместо резьбы снабжен на конце острием, которым он вколачивается в модель. Такой способ нельзя признать правильным, так как при этом портится модель.

Так назыв. воздушные иглы или душники, представляющие собой заостренную проволоку диаметром 3—6 мм,

снабженную ручкой, служат для прокалывания в форме воздушных или газовых каналов (отдушин). Эта операция носит название «дачи духа».

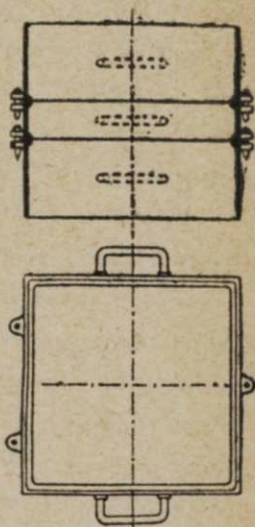
Кроме того, применяются обыкновенные инструменты, как, например, молотки железные или с ударной частью из сырой кожи, ватерпасы, отвесы и т. п.

Опоки.

В большинстве случаев формовка производится в так назыв. опоках, представляющих собою рамки (прямоугольной, круглой или другой формы), имеющие сходство с ящиками без дна. Большая часть опок делается чугунными, хотя встречаются также опоки железные и деревянные. Они выполняются из двух частей, верхней и нижней опоки, которые, как показывают названия, при формовке накладываются одна над другой. В случае надобности они делаются и из нескольких частей. На фиг. 47 показана простая опока, состоящая из трех частей.

Опоки должны быть настолько прочными, чтобы они не пружинили под влиянием давления земли и металла, и должны быть выполнены так, чтобы их удобно было переносить или транспортировать по мастерской и переворачивать без риска порчи формы.

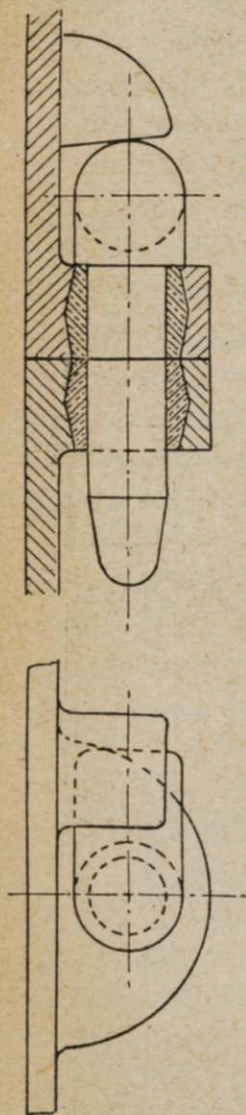
Для удерживания различных частей опоки в точном положении относительно друг друга, они снабжаются ушками, при чем в отверстия ушков одной опоки вставляются направляющие штифты, т. наз. шпильки (см. фиг. 48). Обычно отверстие в ушке делается больше диаметра шпильки и за-



Фиг. 47. Простая опока из трех частей.

ливается белым металлом после установки ее на место. Этим достигается точное направление опок, которое, в случае износа, легко может быть восстановлено. Вместо заливки

белым металлом дыры можно ее лить и раз-
вертывать. Хотя такая обработка и отнимает
больше времени, продолжительность службы
отверстий увеличивается. В конструкции, по-
казанной на фиг. 48, имеется прилитый к
опоке кулак, назначение которого состоит
в удерживании штифта от выпадания при
переворачивании опоки. Для этой цели конец
штифта загнут под прямым углом, благодаря
чему он может быть подвернут под кулак.
Штифты нормального типа имеют с одного
конца нарезку с навернутой на нее гайкой,
предохраняющей штифт от выпадания (см.
фиг. 47). Весьма важно, чтобы штифты были
плотно пригнаны по отверстиям, так как ма-
лейшая слабина в их пригонке может вызвать
смещение частей формы. Чтобы еще более
улучшить направление, у одного из штифтов
могут быть срезаны под плоскость две про-
тивоположные стороны*).



Фиг. 48. Кон-
струкция направ-
ляющих штифтов

*) Русские опоки обычно снабжаются круглыми штифтами, сравнительно свободно входящими в соответствующие проушины. Во избежание смещения одной половинки формы относительно другой, при наложении верхней опоки на нижнюю, первая всегда поворачивается вправо (по часовой стрелке, «по-солонь», «по солнышку») до отказа, т.-е. до упора штифтов в стенки проушин. Этим устраняется естественная «игра» штифта в проушине и достигается одинаковость взаимного расположения опок, как во время формовки, так и после окончательной сборки.

Прим. редактора.

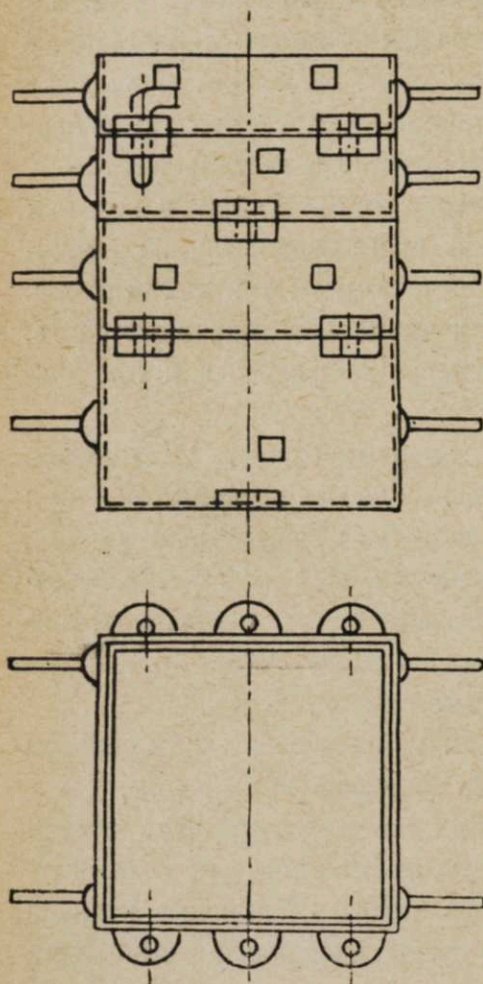
Большие опоки, для удержания в них земли, снабжаются стенками или поперечными ребрами. Опоки меньших размеров, от 400 до 500 мм в квадрате, делаются с насечками на внутренней стороне стенок или с расположенными по периметру поясками, помещенными у кромок прилегающих друг к другу частей опок (см. фиг. 47). Для опок даже очень малых размеров следует, однако, предпочитать ребра, так как благодаря им они приобретают известную жесткость при достаточной легкости конструкции. Ребра в верхних опоках предпочтительнее делать более высокими, чем в нижних. В последних они могут быть шире и тоньше, так как их не требуется так часто поднимать и переворачивать. Очень большие опоки снабжаются поперечными и продольными ребрами (крест-накрест)*).

Небольшие опоки снабжаются ручками, для поднимания и переворачивания, а большие—круглыми цапфами, при помощи которых их можно поднимать подъемным краном. Цапфы могут быть или чугунными, или железными, залитыми в опоки. Первый способ имеет тот недостаток, что цапфы могут легко обломаться, в виду чего применение таких опок связано с известным риском.

Часто опокам придается контур модели и таким образом они могут изготовляться самой разнообразной формы. Часто пользуются также способом соединения нескольких частей опок в одну, для получения более длинной или более глубокой опоки; один из примеров такого соединения показан на фиг. 49. Они могут быть также сделаны с разъемными стенками, при чем отдельные стенки могут свинчиваться в целые опоки различной величины. Если имеется несколько

*) Кроме того, для усиления связи между землею и стенками опок, последние часто покрываются изнутри, непосредственно перед началом формовки, белугою, т. е. разведенною белою глиною.

опок одной и той же величины, то все половинки их должны быть выполнены по принципу взаимозаменяемости, т.-е. так, чтобы они могли вполне заменять друг друга.



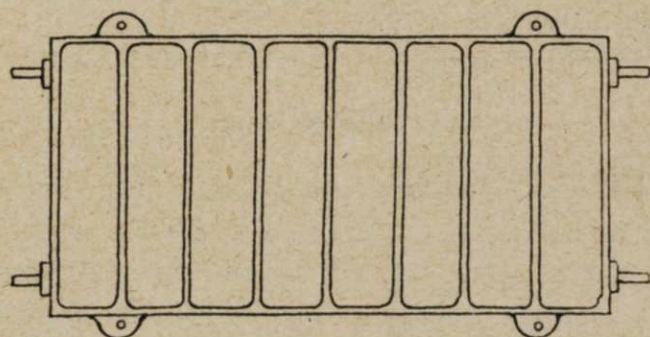
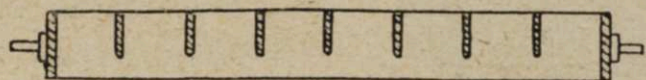
Фиг. 49. Глубокая опока, составленная из нескольких меньших опок.

При изготовлении опок сериями, например, для новой литейной, полезно принять стандартный размер для расстояния между направляющими штифтами опок. Для этой цели можно воспользоваться тщательно простроганным железным листом, на котором устанавливаются опоки при заливке белым металлом отверстий для штифтов. В листе просверливаются точные отверстия, расположенные друг от друга на принятом стандартном расстоянии и назначенные для штифтов, вокруг которых будет заливаться металл в ушках опок. Этим путем получается всегда совершенно одинаковое расстояние между отверстиями штифтов для опок одного и того же размера,

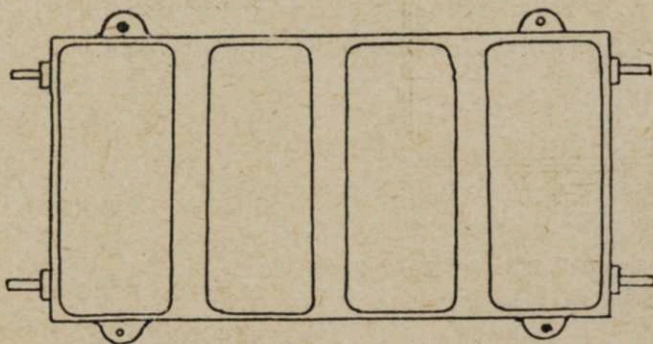
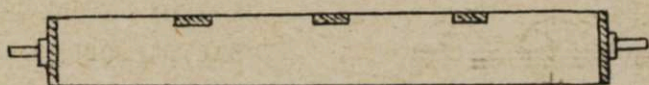
благодаря чему половинки разных комплектов всегда будут подходить друг к другу.

Сособый тип опок представляют так назыв. шарнирные опоки, имеющие шарнир и замочный затвор, благо-

даря чему их можно отделить от готовой формы. Такую опоку можно, таким образом, использовать для любого коли-

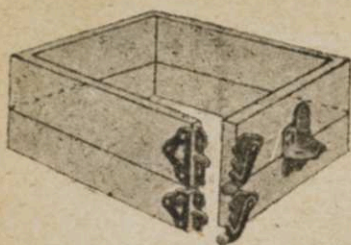


Фиг. 50. Верхняя опока с ребрами.



Фиг. 51. Нижняя опока с ребрами.

чества формовок. Такая конструкция удобна, однако, лишь для небольших опок, длиной и шириной от 300 до 500 мм.



Фиг. 52. Шарнирная опока.

В настоящее время они часто применяются при машинной формовке, несмотря на то, что риск порчи формы при освобождении опоки довольно большой. Такая опока показана на фиг. 52.

Литейные ямы.

Для формовки больших предметов в полу литейной мастерской делаются так назыв. литейные ямы, глубина которых может быть очень большой, при чем как глубина их, так и площадь определяются размерами того предмета, который должен формоваться. Такие ямы обычно облицовываются (внизу и по боковым поверхностям) кирпичом или листовым железом. Если грунт болотистый, облицовку необходимо выполнять из бетона. Они могут быть также снабжены устройствами для удерживания верхней опоки во время отливки, вследствие чего ее не требуется нагружать грузами. В центре пола ямы обычно делается фундамент, как приспособление для шаблонной формовки.

РУЧНАЯ ФОРМОВКА ПО МОДЕЛЯМ.

Наиболее важные работы при формовке.

Трамбование. Наиболее важной работой при формовке является уплотнение земли вокруг модели, или трамбование. Особенно большое значение имеет эта работа при более глубоких формах, нижняя часть которых испытывает большое давление металла. Уплотнение формовочной земли должно производиться в такой мере, чтобы форма не подавалась под давлением вливаемого расплавленного металла, но в то же время необходимо остерегаться получения столь значительного уплотнения формы, чтобы этим был затруднен выход возникающих при литье газов. При слишком большом уплотнении земли, газы не могли бы проникнуть сквозь форму, а стремились бы пройти сквозь металл, в результате чего получилась бы пузырчатая отливка.

В соответствии с этим глубокая форма утрамбовывается более плотно в дне и менее плотно в остальной части. Это может производиться без риска, так как газы вследствие большего давления металла выжимаются легче здесь, чем в более высокой части. Форму для более легких предметов, в которой металл быстро застывает и которую вследствие этого необходимо быстро наполнять чугуном, нельзя сильно набивать, так как при этом газы создали бы слишком большое сопротивление металлу, благодаря чему он не смог бы достаточно быстро заполнять форму. При всяком утрамбовывании необходимо также считаться с качеством формо-

вочной земли, а именно: более влажная утрамбовывается менее плотно, и более пористая—сильнее, чем менее пористая. Для глубоких форм применяют более пористую землю, которую нужно сохранять в возможно более сухом состоянии.

При утрамбовывании глубоких форм работа ведется слоями высотой 100—125 мм, пока вся форма не будет готова. Работа ведется таким образом, что сначала следуют контуру модели и стенкам опоки, и затем каждый слой заканчивается утрамбовыванием земли в промежуточных местах. Во время работы необходимо следить за тем, чтобы инструментом не ударить модель или ребра опоки.

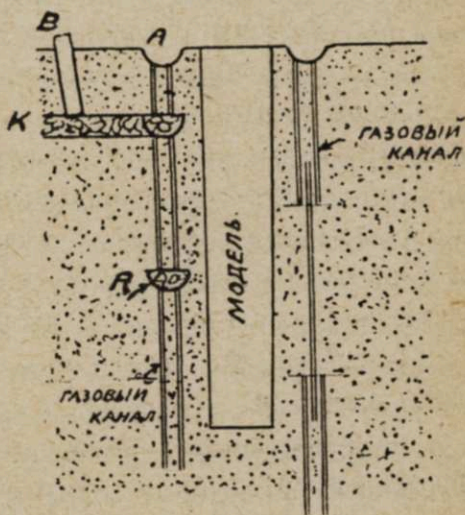
Газовые каналы (отдушины). Другой важной работой при формовке является устройство газовых каналов или отдушин (продухов), назначение которых состоит в отведении газов лучшим способом, чем это может делать формовочная земля по своей естественной газопроницаемости. Формы для очень небольших или тонких предметов не требуется снабжать газовыми каналами, так как земля в них уплотняется настолько слабо, что воздух и газы во всяком случае получают выход. В небольших формах отвод газов облегчается тем, что утрамбованный несок протыкается иглами почти до модели.

В больших формах отведение газов должно производиться с большой тщательностью. Иглы следует протыкать на такую глубину, чтобы получившиеся при этом каналы заканчивались на расстоянии не менее 50 мм от поверхности модели, так как газы на таком расстоянии во всяком случае могут быть выдавлены. В глубоких формах газовые каналы должны делаться одновременно с утрамбовыванием, при чем эта работа производится следующим образом (см. левую сторону фиг. 53).

После того как нижняя половина формы утрамбована на глубину 400—500 мм, вокруг модели или вдоль одной ее стороны, если модель имеет большое протяжение лишь в одном

направлении, делается на поверхности земли желоб *Р*, на расстоянии от стенки модели около 50 мм. В этом желобе посредством толстой иглы протыкают до самого дна формы газовые каналы, на расстоянии друг от друга около 50 мм. Если под формой имеется коксовый слой, каналы должны доходить до этого слоя. После этого желоб заполняется в уровень с поверхностью мелким коксом или т. п. и утрамбовывается следующий слой толщиной 400—500 мм, вырезается такой же желоб и протыкаются новые газовые каналы, доходящие до первого желоба. Так продолжают поступать дальше до тех пор, пока нижняя форма не будет закончена. После того как

сделаны последний желоб и газовые каналы, вырезается несколько каналов, идущих под прямым углом к периферии формы. Этот способ заканчивания газовых каналов имеет тот недостаток, что чугун при заливке, после того как модель вынута из нижней формы и наложена верхняя опока, может прорваться в желоб *А* на поверхности нижней формы и заполнить как его, так и га-



Фиг. 53. Устройство газовых каналов в глубоких формах.

завоевые каналы. Для устранения этой опасности можно поступать следующим образом. После того как сделан последний желоб и форма, таким образом, почти готова, вырезают несколько таких же желобов *К* под прямым углом к кромкам опоки или модели. Они также заполняются мелким коксом, после чего по концам их ставятся куски трубок *В*, доходящих до поверхности формы. Вокруг этих трубок,

представляющих таким образом последний выход для газов, утрамбовывается последний слой земли.

Если форма или опока не глубже 400—500 мм, каналы для выхода газов можно делать непосредственно с верхней поверхности, после того как форма утрамбована. Если желательно произвести выход газов в глубокой форме еще более тщательно, то, в случае применения очень сырой, плотной или сильно утрамбованной земли, можно сделать вышеописанные каналы в два ряда, как показано на рисунке. Если имеется возможность применять более сухую землю, в зависимости от формы модели, или если земля слабо пористая, коксовых желобов можно не делать и газовые каналы протыкаются, как показано на правой стороне фиг. 53.

Подушки для больших форм. Нижняя часть больших форм выполняется часто в полу мастерской, для чего необходимо сначала подготовить особую подушку, отчасти для того, чтобы дать форме прочное и горизонтально расположенное основание, отчасти для вывода газов. Выполнение этой подушки зависит как от величины отливаемого предмета, так и от того, будет ли форма отливаться открытой или же с верхней опокой. При отливке в открытой форме нет необходимости заботиться об особо тщательном утрамбовывании земли или выводе газов, в то время как формы с верхней опокой, в которых газы и воздух почти что заперты и принуждены поэтому искать выхода через дно формы или подушку, требуют больших мер предосторожности.

Изготовление подушек для невысоких и более легких предметов не требует столько работы, как для предметов высоких и более тяжелых, так как в последнем случае в форме запирается значительно большее количество воздуха и газа. В первом случае требующаяся для формовки площадь выравнивается и утрамбовывается плоской трамбовкой, после чего накладывается слой песка толщиной около 125 мм и утрамбовывается тем же способом. В подготовленном таким

образом основании иглой протыкаются газовые каналы кругом по всей поверхности. Эти каналы закрываются сглаживанием поверхности ладонью руки, после чего накладывается последний слой песка на глубину около 25 мм. После легкого утрамбовывания этого слоя, для получения ровной поверхности, подушка готова и на нее можно ставить модель.

Для больших форм подушки делаются толщиной около 500 мм. Дно сначала утрамбовывается как и в предыдущем случае, после чего на него накладывается слой кокса толщиной около 150 мм, внизу более крупный, вверху более мелкий, и утрамбовывается. Для отвода из коксовой подушки газов, выжимаемых при литье книзу, в ней помещают железные трубы, которые устанавливаются с наклоном и на таком расстоянии, чтобы дать возможность свободной постановки между ними верхней опоки. После этого накладывается формовочный песок, который утрамбовывается плотнее, чем предыдущий слой, и, наконец, делаются газовые каналы посредством протыкания иглой кругом по всей поверхности так, чтобы конец иглы доставал до коксовой подушки. После накладки последнего слоя песка и легкого его утрамбовывания подушка готова.

Вместо железных труб можно, для меньших форм, применять слой соломы, которая накладывается под коксом на дно формы и выводится к поверхности, образуя таким образом требуемые газовые каналы.

Литники и выпора. Каналы, через которые наливается в форму расплавленный чугун, носят общее название литников. Если, как это часто имеет место, вертикальный литник в нижней своей части расчленяется на меньшие горизонтальные каналы, то первый называют главным литником, а вторые — вспомогательными. Литников может быть и несколько, если, конечно, форма слишком велика для того, чтобы можно было рассчитывать на заполнение формы с одного

конца, или если ее очертания требуют заливания с нескольких мест.

Когда вопрос идет о сложных отливках, расположение литников необходимо тщательно обдумать. Так как чугун вблизи литника дольше остается жидким, то их необходимо располагать в тех местах формы, где чугун быстрее всего может застыть. Кроме того, их нужно устраивать таким образом, чтобы они не препятствовали усадке чугуна при застывании. При расположении литников, если дело касается, например, торговых сортов изделий, обычно располагают литники так, чтобы они насколько возможно меньше влияли на внешний вид изделий. В больших формах чугун по возможности заставляют входить в нижнюю часть, так как при большой высоте падения он может повредить части формы и захватить их с собой.

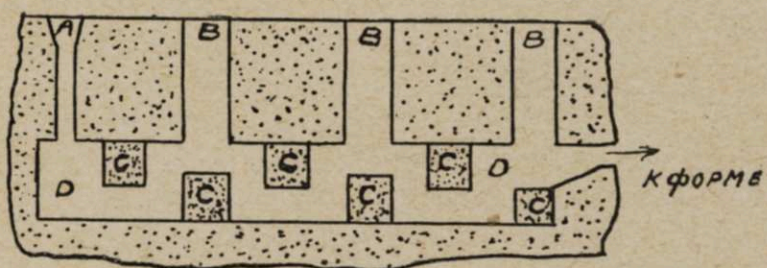
Другие соображения, с которыми нужно считаться при расположении литников, заключаются в том, чтобы чугун передвигал воздух и газы в форме перед собой, а не пробивал бы себе путь сквозь них, и чтобы форма заполнялась равномерно, если не имеется причин против этого (т.-е., если не требуется специально более медленное или, наоборот, более быстрое застывание).

Таким образом, число литников зависит от величины и формы предмета. Формы для более тонких предметов, застывающих быстрее, чем более толстые, снабжаются несколькими литниками, располагаемыми таким образом, чтобы чугуну необходимо было пройти возможно меньшие пути для заполнения всей формы.

В том месте, где литник входит в форму, ему придается более узкое сечение, чтобы получающийся при отливке излишний кусок чугуна (литник) можно было легко отбить. Главный литник формируется поэтому при помощи воронкообразной пробки, устанавливаемой в верхней опоке; после утрамбовывания вокруг нее земли она вынимается и верхняя кромка отвер-

ствия закругляется от руки. Литники небольшие или вспомогательные (если они имеются) вырезаются большей частью на поверхности нижней опоки. Размеры должны быть таковы, чтобы общая площадь ответвлений не была больше главного литника, так как иначе часть каналов осталась бы незаполненной чугуном.

Площадь сечения литника должна находиться в определенном отношении к величине формы, для того, чтобы отливка могла быть произведена в течение определенного нормального времени: ни настолько медленно, чтобы чугун успел остыть, ни настолько быстро, чтобы воздух и газы не успели выйти из формы.

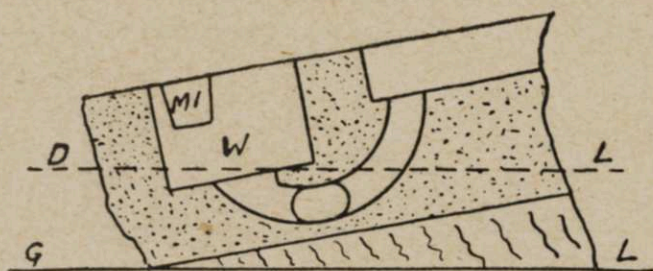


Фиг. 54. Шлаковая камера с шишками.

Если отливка должна обрабатываться, чрезвычайно важно избежать при отливке, насколько возможно, образования наружных шлаковых включений, в виду чего иногда необходимо устраивать литники так, чтобы образовавшийся «шлак» отделялся, т. е. делают так назыв. шлаковые камеры (шлаковые выпора). Простейший способ состоит в вырезании на поверхности формы углублений, в которых успевают отделиться все посторонние вещества, могущие отчасти попасть из литейного ковша, отчасти образоваться при самом литье. По другому способу литниковой воронке придается такая форма, которая удерживает шлак. При больших формах в литнике устанавливают ряд шишек, расположенных в шахматном порядке,

и задерживающих шлак. Такое устройство показано на фиг. 54, где *A*—впуск чугуна, *B*—камера (выпор) для шлака и грязи, *C*—шишки и *D*—впуск чугуна в форму.

Другое устройство показано на фиг. 55. Отливаемый предмет представляет собою стол большого строгального станка, при чем форма установлена таким образом, что она имеет уклон в сторону литника. Чугун попадает сначала в выемку *W* из входного канала *M*¹ и почти мгновенно заполняет нижнюю часть рогообразного канала, имеющего овальное сечение. Когда металл достигнет уровня, показанного пунктирной линией *DL*, грязь, прошедшая канал *M*¹,



Фиг. 55. Шлаковая камера для наклонной формы.

не может попасть в форму и переходит обратно в выемку *W*, которая не остается пустой, даже если заливка на некоторый момент приостанавливается *).

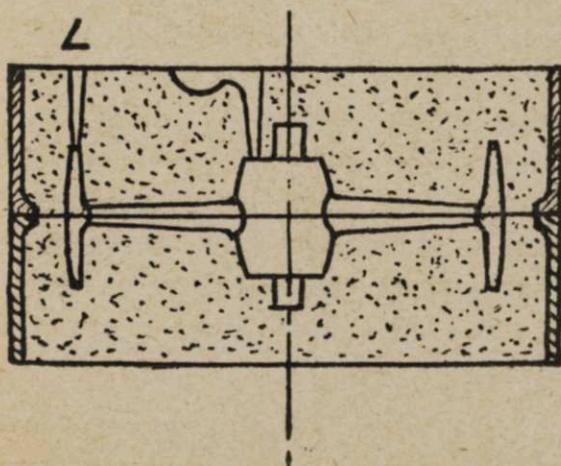
На фиг. 56 показан литник в виде сита, представляющего наиболее надежный способ отделения шлака. Он выполняется с цилиндрической шишкой *K*, снабженной в дне отверстиями, в которую заливают чугун. В камере *B* чугун собирается и поднимается вверх по каналам *J*, откуда он попадает в форму.

*) Разумеется, для заполнения формы металлом литник все же должен находиться, в общем, выше пространства, куда поступает металл.

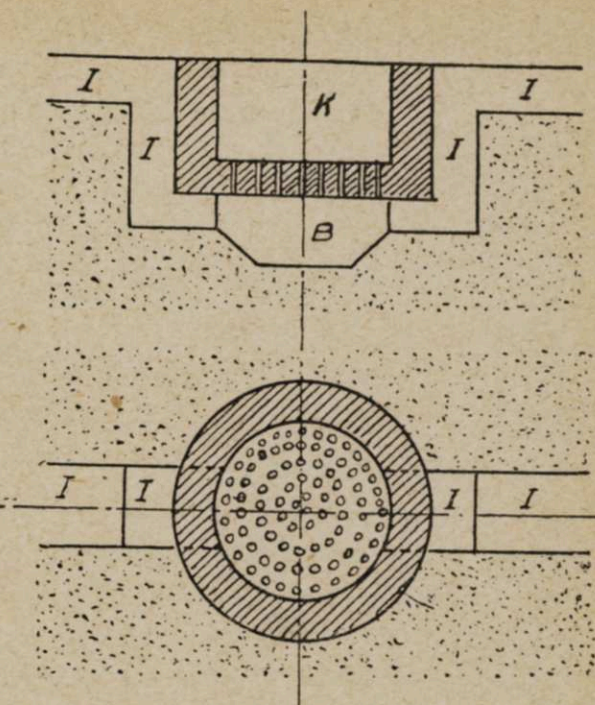
Прим. редактора.

Воздушные выпора выполняются в виде небольших вертикальных каналов, идущих от наиболее высоко расположенных мест формы, и предназначаются для непосредственного вывода воздуха и газов, по мере подъема чугуна (см. фиг. 57, где выпор обозначен буквой *Л*). Он применяется лишь в тех случаях, когда количество воздуха и газов, за-

пертое в закрытой форме, слишком велико для того, чтобы они могли пройти через поры формы. Выпора должны рас-



Фиг. 57. Пример устройства выпора.



Фиг. 56. Лятник с ситом.

полагаться в тех местах формы, которые заполняются чугуном последними, и должны быть устроены таким образом, чтобы газов и воздуха совершенно не оставалось в форме.

Сифонные лятники устраиваются таким же образом,

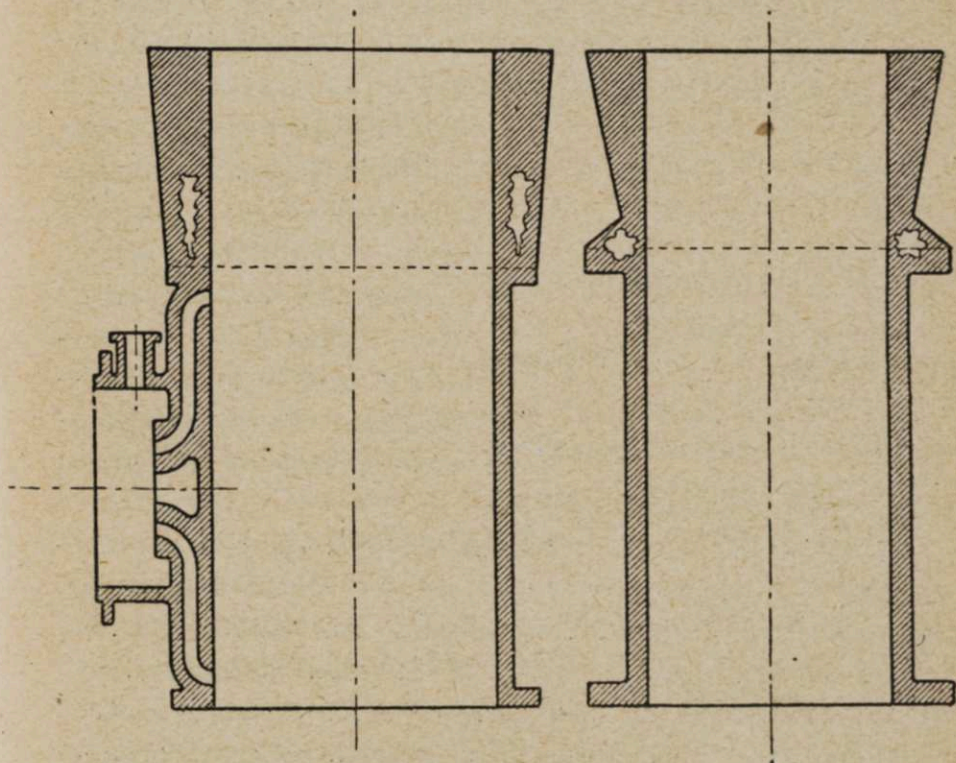
как и выпора, и служат для смягчения ударов чугуна о внутреннюю верхнюю поверхность формы в тот момент, когда металл встречает ее. Этот удар получается особенно сильным, когда воронка литника расположена высоко над верхней внутренней поверхностью формы, но смягчается тем, что чугун продолжает подниматься в идущей кверху части литника.

К литникам, по их форме, относятся также так назыв. прибыля, которые в чугунолитейном деле соответствуют упомянутым ранее на стр. 91 Тома I прибылям и исполняют то же назначение, как и последние. Так как усадочные раковины образуются легче всего в тех местах, в которых сосредоточены большие массы металла, прибыля располагается над этими местами. Они выполняются в виде большого отверстия, сделанного в самой форме, в котором чугун, по заполнении самой формы, может подниматься и в которое может быть налит новый горячий чугун по мере его опускания при застывании. Прибыль должна быть таких размеров, чтобы чугун по возможности застывал в ней лишь после застывания чугуна в форме. По этой же причине прибыль нельзя сужать вблизи формы. Для того, чтобы поддерживать связь между прибылью и формой возможно более продолжительное время, в прибыль часто вводят железный стержень, движениями которого вверх и вниз «подкачивают» металл в форму. Другой способ состоит в том, что литник после заполнения формы охлаждают и доливают нового чугуна в прибыль.

Во многих случаях бывает необходимо делать в одной и той же форме несколько прибылей, или, если применяется только одна прибыль, делать ее таких размеров, чтобы она занимала почти всю поверхность формы. Прибыль служит также шлаковой камерой, так как песок, шлак и другие вещества всплывают в ней кверху.

На фиг. 58 показано, как должна выполняться прибыль для цилиндра паровой машины, а на фиг. 59—неправильное ее выполнение, где прибыль сделана слишком суженной,

вследствие чего пустоты, вместо того, чтобы образоваться в более высокой части, получаются во фланце самого цилиндра. В действительности, стремление делать прибыль последним способом очень велико, так как этим уменьшается весьма большая работа по удалению излишнего чугуна, но

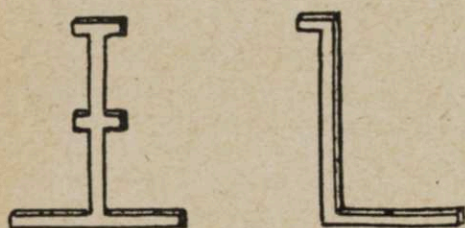


Фиг. 58 и 59. Правильное и неправильное выполнение прибыли.

вместе с тем применение этого способа связано с упомянутым выше риском, в виду чего в каждом случае необходимо найти правильное среднее решение.

Укрепление форм. — Большие формы необходимо обычно усиливать добавочными креплениями, отчасти с целью предупреждения выпадения всего или части песка, когда опоку поднимают и переворачивают, отчасти с той целью, чтобы чугун при заливке не разломал формы. Первый слу-

чай чаще всего имеет место в формах с свешивающимся песком, т.-е. с частями, выступающими ниже нижней поверхности верхней опоки (формы с так называемым «болваном»). Таких выступающих частей нужно по возможности избегать, поворачивая при формовке модель так, чтобы выступы оказались в нижней опоке, т.-е. перевернутыми кверху, но это не всегда удается сделать и поэтому приходится прибегать к укреплению песка в опоке.



Фиг. 60. Крючки для укрепления формы.

оно давало наивысший эффект.

Простейший способ укрепления формы состоит в подвешивании или прикреплении к ребрам опоки так называемых крючков, два обычных типа которых показаны на фиг. 60. Крючки подвешивают в опоке до засыпки ее песком, причем предварительно их погружают в глинистую воду (белюгу), чтобы они лучше связывались с песком. В определенных случаях им нужно придавать форму соответственно очертанию модели. Иногда их с успехом заменяют литыми сетками (каркасами), снабженными крючками для подвешивания или привинчивания к ребрам опоки, и с выступающими, удерживающими песок, пальцами.

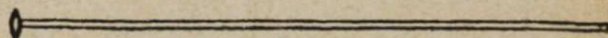
При специальных работах, для которых применяются опоки особой конструкции, располагают ребра в опоке таким образом, чтобы они, насколько возможно, следовали контуру модели, благодаря чему достигается надежное укрепление песка.

Способы устройства этих укреплений необходимо тщательно обдумать, так как нужно совершенно ясно представить себе, в каком месте форма будет подвергаться наибольшему напряжению, и как нужно выполнить это укрепление, чтобы

Менее крупные части готовой формы, которые при литье будут подвергаться большим напряжениям, укрепляются помощью *формовых штифтов*, длиной от 1 до 6 дюймов (фиг. 61). Отдельные, более глубокие части укрепляются помощью тонких железных прутьев большей длины.

Нагрузка форм. — Давление, которое появляется в форме при заливке ее металлом, достигает в больших формах значительной величины и в определенных случаях должно быть строго подсчитано. Когда применяются опоки, опасность раздавания стенок формы почти исключена, и поэтому здесь нужно считаться лишь с тем, что металл может выдавить

песок из верхней опоки, или под-
нять ее. Поэтому



Фиг. 61. Формовой штифт.

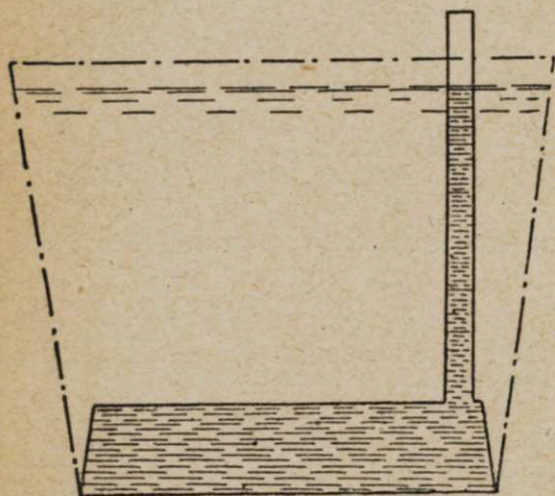
верхняя опока должна быть скреплена с нижней опокой или же она должна быть нагружена помощью грузов. В тех случаях, когда опоки не применяются, как при почвенной формовке, необходимо принимать во внимание также и боковое давление.

Расплавленный чугун подчиняется тому же закону, как и обыкновенная жидкость. Согласно этому закону, производимое жидкостью давление пропорционально глубине под верхней свободной поверхностью жидкости и имеет, таким образом, одинаковую величину в одной и той же горизонтальной плоскости. Полное давление на горизонтальную поверхность дна сосуда равно весу столба жидкости, у которого дно служит основанием, а вертикальное расстояние от плоскости дна до верхнего свободного уровня жидкости — высотой, и таким образом не зависит ни от формы стенок сосуда, ни от количества жидкости. Этот закон получил название гидростатического парадокса.

Давление на дно сосуда, изображенного на фиг. 62, наполненного жидкостью, совершенно одинаково, будет ли он

иметь форму, показанную сплошными линиями, или форму, показанную пунктирными линиями.

При подсчете полного давления чугуна на дно формы необходимо принимать в расчет лишь его площадь, высоту от него до поверхности литника и удельный вес чугуна. В расположенных выше слоях давление на единицу поверх-



Фиг. 62. Давление чугуна в форме.

ности пропорционально уменьшается, но на одной и той же глубине оно имеет одинаковую величину как в направлении боковых сторон, так и в направлении кверху и книзу. Давление на единицу нижней поверхности верхней опоки меньше давления на единицу поверхности дна, соответственно меньшей глубине ее расположе-

ния. В зависимости от большей или меньшей площади, полное давление, конечно, соответственно увеличивается или уменьшается.

Если выразить высоту от определенного сечения формы до верхней поверхности литника в метрах и принять удельный вес чугуна равным 7,25, то давление в килограммах на квадратный сантиметр этого сечения формы будет равным $0,1 \times 7,25 \times \text{высоту}$. Для получения полного давления на данную поверхность остается лишь умножить полученное таким образом давление на площадь, выраженную в квадратных сантиметрах. При этом неровности поверхности формы в расчет не принимаются, и ее считают как плоскость. Площадь дна формы для прямой цилиндрической

части берется, таким образом, как произведение из диаметра цилиндра и его длины (если данная часть отливается горизонтально).

Рассматривая изображенный на фиг. 62 сосуд, как форму, дно которой имеет длину 100 см и ширину 50 см, и считая высоту от поверхности дна до верхней поверхности литника равной 1 м,—полное давление на дно составит:

$$0,1 \times 7,25 \times 1 \times 100 \times 50 = 3625 \text{ кг.}$$

Давление на верхнюю опоку, нижняя поверхность которой расположена на глубине 0,8 м от поверхности литника и имеет размеры 95 × 45 см, составит:

$$0,1 \times 7,25 \times 0,8 \times 95 \times 45 \cong 2480 \text{ кг.}$$

Как видно, эти давления имеют довольно значительную величину даже при взятых сравнительно небольших размерах формы. Сюда присоединяется еще удар, который чугун производит о верхнюю часть формы в тот момент, когда он достигает этой части. Кроме того, необходимо принимать во внимание также и то, что образующиеся при литье газы могут значительно повысить давление. При необходимости нагрузки форм давление обычно принимают равным двойному теоретически подсчитанному давлению. При подсчете давления на верхнюю часть формы высоту металла, если поверхность формы не ровная, считают до наиболее низко расположенной части.

В нижеследующей таблице, которой можно пользоваться для упрощения подсчетов полного давления чугуна на определенную поверхность, даны давления на квадратный сантиметр для различных высот (см. табл. на стр. 124).

Для удерживания верхней опоки и находящейся в ней земли в своем положении для форм небольших и средней величины применяется в большинстве случаев нагрузка помощью грузов. Очень большие опоки или формы обычно

Высота столба чугуна м	Давление кг/см ²	Высота столба чугуна м	Давление кг/см ²	Высота столба чугуна м	Давление кг/см ²
0,10	0,073	0,45	0,326	0,80	0,580
0,15	0,109	0,50	0,363	0,85	0,616
0,20	0,145	0,55	0,399	0,90	0,653
0,25	0,181	0,60	0,435	0,95	0,689
0,30	0,218	0,65	0,471	1,00	0,725
0,35	0,254	0,70	0,508	2,00	1,450
0,40	0,294	0,75	0,544	3,00	2,175

скрепляются между собою посредством длинных стяжных болтов, стягивающих уложенные на форме поперечные балки, устроенные таким образом, что они удерживают также и находящуюся в опоке землю.

Различные способы формовки.

Еще до изготовления чертежа предмета необходимо совершенно ясно представить себе, как удобнее производить формовку предмета, если, конечно, вопрос касается более сложного или необычного литья. Это также является безусловной необходимостью для модельщика, задача которого заключается в изготовлении модели таким образом, чтобы можно было производить формовку наиболее удобным способом.

Разные, более общие, методы формовки можно различать отчасти по конструкции моделей, отчасти по устройству самой формы.

В отношении конструкции моделей различают:

1. Цельная модель.
2. Модель из двух частей.

3. Модель из трех частей.
4. Модель из большого числа частей (разборная).
5. Модель с отъемными частями.

В зависимости от конструкции или выполнения формы различают:

1. Открытая почвенная формовка.
2. Почвенная формовка с одной опокой.
3. Формовка в опоке с перекрышей.
4. Формовка по разъемной модели в двух опоках.
5. Формовка по разъемной модели с неровной поверхностью разъема.
6. Формовка в трех или более опоках.
7. Формовка с добавочными и отъемными частями.

Эту разбивку следует рассматривать лишь как попытку подразделения различных способов формовки, так как они при выполнении данной работы часто совпадают. Разные способы, в зависимости от конструкции моделей, форм или опок, в одних случаях между собой совпадают, в других нет, что затрудняет определенное их подразделение.

1. Открытая почвенная формовка.

Открытая почвенная формовка, при которой верхняя поверхность формы остается непокрытой, может применяться для более простых предметов, одна сторона которых (или обе) выполняется в виде плоскости, и к которым предъявляются очень невысокие требования в отношении плотности и внешнего вида. Обычно этим способом формуются плоские предметы.

Для выполнения такой формы песок на полу мастерской сгребается на достаточно большой поверхности на глубину около 100 мм. В полученное таким образом углубление насыпается формовочная земля настолько, чтобы ее поверхность сравнялась с поверхностью окружающего песка, после чего вдоль двух противоположных сторон углубления в песок

вжимают на ребро две деревянные рейки, так чтобы верхние кромки их пришлись на одной высоте с нетронутым песком. После этого положение реек выправляется по ватерпасу для создания строго горизонтальной плоскости, сначала каждой независимо друг от друга, а затем и в отношении их общего положения. После этого вся поверхность насыпанного песка утрамбовывается для получения требуемой плотности. Излишний песок снимается специально назначенной для этого деревянной или железной линейкой (правилom), модель устанавливается на сглаженную таким образом поверхность песка, после чего вокруг модели накладывается из песка кромка или полоска, которая уплотняется и выравнивается лопаткой и увлажняется водой.

В виду того, что чугун нельзя наливать непосредственно в форму, так как в этом случае верхняя поверхность предмета получилась бы неровной, на некотором расстоянии от кромки формы делается особое углубление, в которое производится заливка чугуна и от которого вырезается канал к кромке формы. При больших формах пользуются двумя такими углублениями, по одному с каждой стороны. Их можно формовать также совсем вплотную к форме, при чем в этом случае нижние кромки их должны быть на одном уровне с верхней кромкой формы. Для регулирования толщины заливаемого предмета можно в окружающем форму песке сделать с одной стороны канавку, через которую чугун может вытекать при достижении им известного уровня. В этом случае форма делается глубже, чем это требует толщина предмета. Этот способ, являющийся наиболее обычным, имеет то преимущество, что не нужно опасаться попадания в форму излишнего чугуна, который образовал бы вокруг предмета грат.

После того как сама форма, таким образом, готова, в модель ввинчивается крючок (пруток железа, имеющий на одном конце нарезку, а на другом—ушко), или же два

крючка, в случае больших размеров модели; затем легким поколачиванием по крючкам песок отделяется от модели, которая после этого может быть поднята с меньшим риском повреждения формы. В связи с этим необходимо указать на преимущество применения, для расколачивания больших моделей, специальных железных стержней, вставляемых в прикрепленные к модели шайбы с ненарезанными отверстиями. Если вытяжными крючками, предусмотренными для поднимания моделей, пользоваться также для расколачивания, резьба, как на крючке, так и в отверстии шайбы, быстро портится.

При формовке предметов, требующих еще меньшей точности, можно обойтись без поверочных реек и ставить ватерпас непосредственно на поверхность песка, а затем на модель. Вместо того, чтобы вокруг модели накладывать особую полосу песка, можно утрамбовывать песок слабее и модель в него вдавливать так, чтобы ее верхняя поверхность была на одном уровне с поверхностью окружающего песка, после чего песок возле кромок уплотняется и увлажняется, как и раньше. Доски и тому подобные предметы можно формовать по простым рамкам или рейкам, вдоль которых накладывается песок, после того как подготовлена нижняя поверхность.

Вышеописанный способ открытой почвенной формовки применяется для более легких предметов. Для больших форм, выполняемых по способу открытой почвенной формовки, делается подушка согласно описанию на стр. 112 и 113.

Когда применяются рейки для получения горизонтальной поверхности песка, то основание при достаточной его величине может быть использовано для заформовывания нескольких частей друг возле друга. Модель при этом можно или вдавливать в песок, или ставить на предварительно утрамбованное основание, выкладывая вокруг нее пояс.

2. Почвенная формовка с одной опокою.

Этот способ формовки, применяющийся сравнительно не так часто, имеет с открытой почвенной формовкой то сходство, что форму нельзя переносить с места на место, так как одна часть ее выполняется в полу мастерской. Формовка в опоках допускает такую переноску готовых форм, что, естественно, является большим преимуществом.

Среди наиболее обычных предметов, выполняемых в литейных, часто встречается простая труба с фланцами, которая может быть здесь взята в качестве примера. При формовке такой трубы с применением лишь одной половинки модели поступают следующим образом.

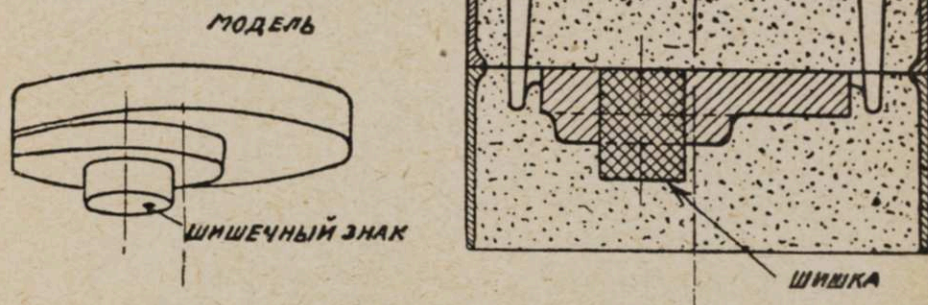
Песок в полу мастерской выбирается по форме, приблизительно соответствующей половине трубы, после чего насыпается просеянный песок, который, в свою очередь, покрывается слоем модельного песка. Модель, которая может быть цельной или разрезанной по середине на две части, вжимается в подготовленное углубление до тех пор, пока она не будет лежать в нем плотно, и выверяется по ватерпасу. Песок под моделью и вокруг нее подбивается пальцами, утрамбовывается остроконечной трамбовкой и, наконец, выравнивается так, чтобы поверхность песка точно соответствовала средней линии (плоскости разъема). После этого в форме делаются газовые каналы, как это было описано выше, затем ставится опока и утрамбовывается. Прежде чем снять опоку для удаления модели, в пол литейной вколачиваются у каждого угла опоки по две деревянных шпильки, которым придается вертикальное положение и которые служат направляющими для опоки при ее установке на нижнюю часть формы после удаления модели*).

*) Можно рекомендовать вколачивание направляющих колышков сейчас же по установке пустой опоки, еще до заполнения ее песком.

Прим. редактора.

3. Формовка в опоке с перекрышей.

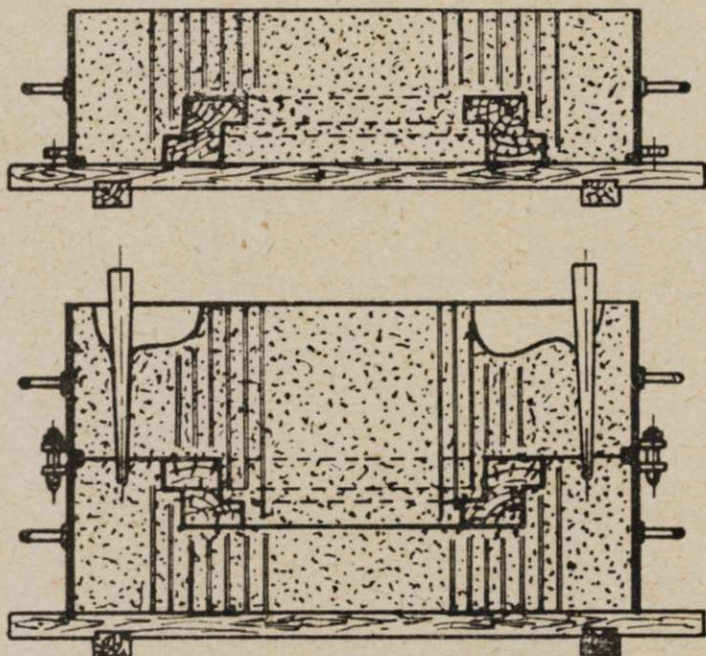
Такой случай имеет место, когда верхняя поверхность отливаемого предмета представляет плоскость и модель выполнена таким образом, что она вынимается из формы, несмотря на то, что целиком лежит в одной половинке опоки, или, другими словами, несмотря на то, что плоскость раздела лежит в той же плоскости, как и верхняя кромка предмета. В качестве примера может служить изображенный на фиг. 63 эксцентрик.



Фиг. 63. Формовка эксцентрика.

При формовке модель своей плоской поверхностью вниз кладется на подмодельную доску, на которую своей нижней поверхностью кверху кладется нижняя опока, вокруг модели насыпается и накладывается рукой модельный песок, после чего опока утрамбовывается. Излишний песок снимается вровень с кромкой опоки, насыпается тонкий слой песка и накладывают на него так назыв. донную доску, при чем ее несколько раз продвигают, придавливая, взад и вперед, чтобы она равномерно прилегала к кромкам опоки. После этого доску снимают, в форме делают газовые каналы (духа), доска снова накладывается и опока переворачивается, при чем как подмодельная, так и донная доска принимают участие в переворачивании и придерживаются

прижатыми к опоке. Подмодельная доска затем снимается, поверхность выравнивается и свободный песок удаляется, после чего на поверхность формы насыпается разделительный песок. После сдувания излишнего песка накладывается верхняя опока, ставятся две конических пробки для образования литника и выпора (см. стр. 113) и, после присыпания модельного песка, утрамбовывается. Конические пробки

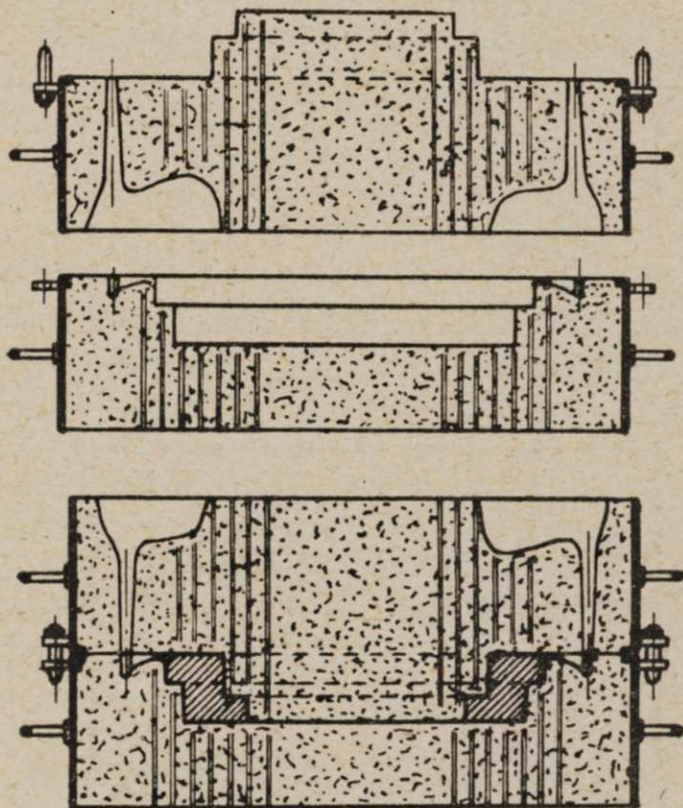


Фиг. 64 и 65. Формовка кольца.

вынимают, кромки отверстий закругляют и, наконец, делают газовые каналы, после чего опоку снимают с места и кладут на ровную подкладку.

Входные каналы, располагаемые так, чтобы при сборке опок они были бы соединены с литником, вырезаются на поверхности нижней опоки, кромки увлажняются водой помощью кисти, и в модель ввинчиваются вытяжные крючки. Несколькими легкими ударами по крючкам модель отделяется от песка и вынимается. Чтобы получить ровную и красивую

поверхность отливки, поверхности формы как в нижней, так и в верхней опоке посыпают древесноугольным порошком, графитом и т. п. (см. стр. 64), которые затем втираются



Фиг. 66 и 67. Формовка кольца.

посредством лопатки. После установки на свое место изготовленной особо шишки, верхняя опока ставится на нижнюю, и форма готова.

Вместо применения специальной шишки, в некоторых случаях можно выполнять форму таким образом, что в отливке получится требуемое отверстие благодаря соответственному виду формы. Примером такой формовки служит кольцо, формовка которого показана на фиг. 64—67.

Хотя верхняя часть в данном случае и не делается с плоской поверхностью, формовка производится точно так же, как в только что рассмотренном примере. На фиг. 64 показана готовая, еще не перевернутая нижняя опока, на фиг. 65 — перевернутая нижняя опока с установленной на ней верхней опокой, уже утрамбованной и снабженной газовыми каналами, на фиг. 66 — верхняя опока, приподнятая и перевернутая, а также нижняя опока после выемки модели, и на фиг. 67 — собранная готовая форма *).

4. Формовка по разъемной модели в двух опоках.

В качестве примера такой формовки может быть взят тройник, представленный на фиг. 41. Модель разделена на две части по средней плоскости и для того, чтобы обе половинки всегда принимали правильное положение относительно друг друга, одна половинка снабжена двумя так назыв. модельными шипами, входящими в соответствующие втулки, врезанные в другой половинке модели.

Формовка одной половинки модели производится тем же способом, как было описано выше, т.-е. она кладется на подмодельную доску плоской стороной книзу, на эту же доску ставится нижняя опока нижней стороной кверху и утрамбовывается обычным порядком. После этого нижняя опока переворачивается, зачищается и обсыпается разделительным песком. На нижнюю половинку модели накладывается верхняя, так чтобы шипы ее вошли во втулки, на нижнюю опоку ставится верхняя, утрамбовывается тем же способом и далее обрабатывается, как было указано выше. Когда опоки отделяются друг от друга, в каждой из них остается, таким образом, по половинке модели.

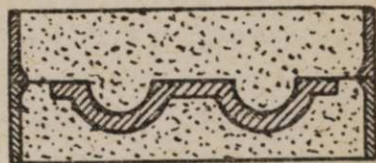
*) Из чертежей 64—67 видно, что свисающая за пределы опоки часть верхней половинки формы («подвесной болван») должна быть укреплена помощью особых крючков (см. стр. 120) или деревянных палочек («солдатиков»), обмазанных белугою и проходящих сквозь всю форму.

Если модель металлическая, и верхняя половинка ее не следует вместе с верхней опокой при ее поднимании, в модель, в специально предусмотренные для этого отверстия с нарезкой, ввинчивают железный стержень, снабженный вверху ушком и имеющий такую длину, что он выдается над верхней опокой. Через это ушко продевается другой стержень, который и удерживает эту половинку при поднимании опоки.

Если модель неразъемная и не допускает правильного размещения на подмодельной доске, то для формовки пользуются так назыв. фальшивой опокой. Она заполняется песком, утрамбовывается и заравнивается, после чего в ней выбирают песок, приблизительно соответственно половинке формы, при чем работа производится так же, как при почвенной формовке с перекрышей. Когда модель примет правильное положение, на фальшивую опоку ставится нижняя опока нижней стороной кверху и утрамбовывается. После этого опоки скрепляются между собой скобами и т. п. и переворачиваются. Первая опока (фальшивая) затем снимается и опоражнивается, плоскость разъема на нижней опоке заравнивается, так чтобы она точно совпадала с средней плоскостью модели, и производится набивка новой верхней опоки.

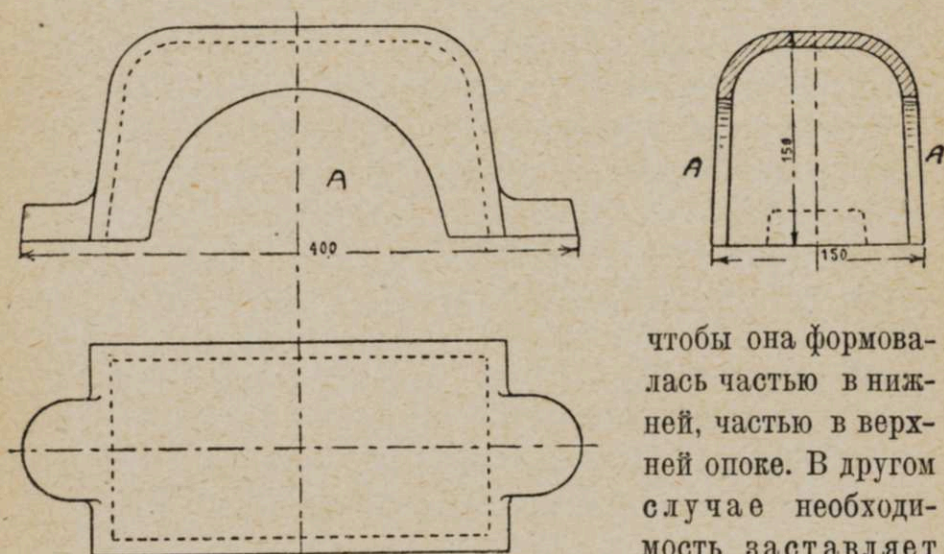
5. Форма из двух частей с неровной поверхностью разъема.

Очень часто случается, что поверхность разъема, т.-е. поверхность, отделяющая нижнюю половинку формы от верхней, нельзя сделать плоской. Выражение «неровная поверхность разъема» часто применяется также и в тех случаях, когда собственно поверхность разъема плоская, но модель имеет такую конструкцию, что в некоторых местах случаются выступающие части, что, например, имеет место в форме, показанной на фиг. 68. Здесь



Фиг. 68. Формовка защитного козуха.

же под этим выражением понимаются, однако, те плоскости, которые, при собранной форме действительно касаются друг друга. Так же и этим поверхностям необходимо во многих случаях придавать особую форму, например, если выступающая на модели часть оказалась бы заделанной в одной половинке опоки, так что модель нельзя было бы вынуть из формы. В этом случае плоскость разъема можно заставить пройти относительно выступающей части таким образом,



Фиг. 69. Защитный кожух.

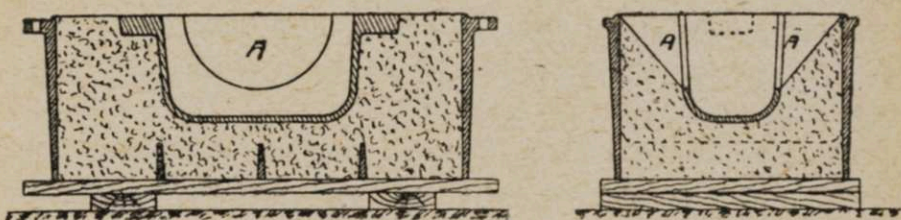
чтобы она формовалась частью в нижней, частью в верхней опоке. В другом случае необходимость заставляет вырезать особую поверхность разъема.

Такой, более простой, случай показан на фиг. 69—71, на которых представлен защитный кожух и его формовка.

Модель ставится на ровную подкладку фланцами или ушками книзу, ставится нижняя опока нижней стороной кверху, заполняется песком, утрамбовывается и заравнивается, после чего протыкаются газовые каналы и опока переворачивается на подмодельной доске.

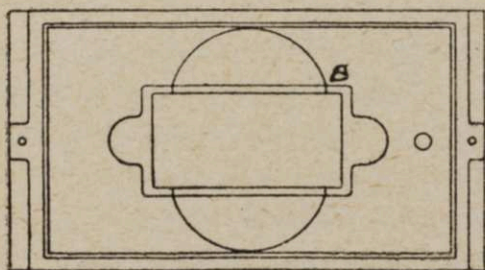
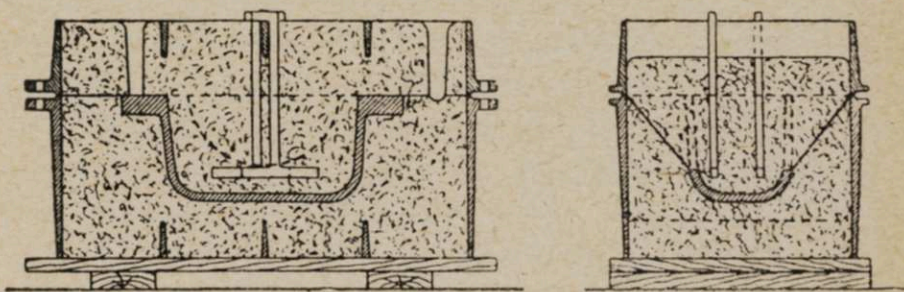
При утрамбовывании модели поверхности формы у полукруглых отверстий А, не прилегающие к какой-либо поверхности модели, будут, конечно, следовать контуру модели,

но если поверхность разъема такой и осталась бы, то было бы невозможно поднять верхнюю опоку, после ее утрамбовы-



Фиг. 70. Формовка защитного кожуха.

вания на нижней опоке, без того, чтобы свисающая часть формы не обломалась. По этой причине против полукруглых



Фиг. 71. Формовка защитного кожуха.

отверстий вырезаются особые поверхности разъема с наклоном к верхней кромке нижней опоки, как показано на фиг. 70 справа.

Весьма важно, чтобы этот уклон был насколько возможно меньше, чтобы

поверхности при последующем подъеме верхней опоки легко отделялись. Эти поверхности необходимо поэтому отделать очень тщательно, зачистить и освободить от свободного песка.

После этого вся поверхность обсыпается разделительным песком и производится очистка модели. Чтобы разделительный песок лучше держался на наклонных поверхностях, обычно пользуются сначала сырым разделительным песком, который разглаживается помощью лопатки, и после этого обсыпают сухим песком.

Верхняя опока устанавливается теперь на нижнюю, на соответствующих местах ставятся две деревянные пробки для литника и выпора, и подвешиваются крючки, которые должны поддерживать свисающую часть (см. фиг. 71). При набивании верхней опоки сначала заполняется песком выемка, образованная моделью и вырезанными поверхностями разъема; песок тщательно обжимается пальцами вокруг крючков, покрытых довольно толстым слоем полужидкой глины — белюги, после чего верхняя опока осторожно утрамбовывается остроконечной трамбовкой, сначала ближе к стенкам и ребрам опоки, а затем в местах, расположенных в промежутках между ними.

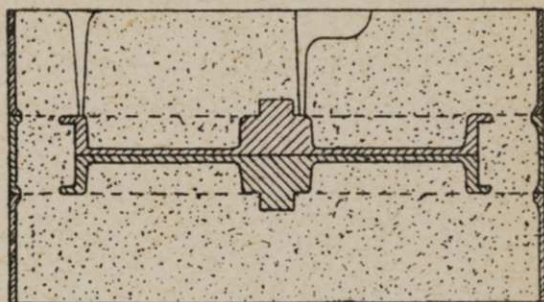
В верхней опоке тщательно делаются газовые каналы, опока снимается и ставится выступающей частью кверху, после чего производится поправка формы в местах, лежащих против крючков, если эти места случайно окажутся слабыми. После того как верхняя опока зачищена и, таким образом, готова, укрепляются помощью штифтов четыре острых угла у В (фиг. 71) в нижней опоке, модель расколачивается и вынимается, нижняя часть зачищается, верхняя опока снова ставится на свое место на нижней, и форма готова для заливки.

Можно было бы привести очень большое количество разных примеров форм с неровной поверхностью разъема, так как этот способ выполнения формы часто обуславливается конфигурацией отливаемого предмета, при чем разъемной поверхности придается наиболее подходящее для данного случая очертание. Рассмотренный пример достаточно показателен и нет необходимости в приведении аналогичных формовок.

6. Формовка в трех и более опоках.

Некоторые модели нельзя заформовать в двух половинках форм и для них необходимо поэтому изготавливать дополнительную часть формы, третью, а иногда и четвертую, чтобы части модели можно было вынуть из песка, не повреждая при этом формы. Примером таких формовок могут служить блоки, желобчатые ролики, колеса с реборами по обе стороны обода и т. п.

Обычный способ формовки таких предметов состоит в применении стольких частей опок, сколько частей имеет форма. Формовка может производиться несколькими различными способами, некоторые примеры которых приводятся ниже.



Фиг. 72. Формовка колес с реборами.

1. Модель, состоящая из двух симметричных половинок, кладется на подмодельную доску, ставится промежуточная опока и утрамбовывается. Поверхность разъема выравнивается по верхней поверхности обода колеса. После этого на промежуточную опоку ставится верхняя опока и утрамбовывается обычным порядком, после чего обе опоки вместе переворачиваются. Такая же поверхность разъема готовится с другой стороны, накладывается нижняя опока и утрамбовывается. Нижняя опока затем снимается и, после удаления одной половинки модели, опять ставится на свое место, все вместе переворачивается, верхняя опока снимается и, после выемки оставшейся половинки модели, снова ставится на свое место (см. фиг. 72).

При применении этого способа среднюю опоку не требуется поднимать отдельно, благодаря чему песок, образуя-

ший выемки на колесе или шкиве, не требуется укреплять. Этот способ в большинстве случаев применяется для небольших моделей, блоков и т. п. Для больших моделей песок как в верхней, так и в нижней опоке должен укрепляться и, кроме того, обе опоки должны иметь ребра, чтобы можно было их поднимать и переворачивать без риска. Разумеется, высота средней опоки должна строго соответствовать высоте формируемого колеса.

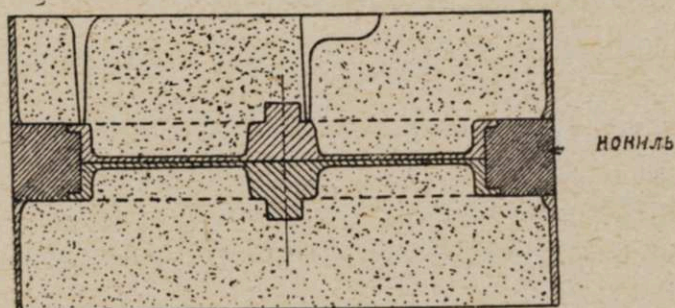
2. Одна часть модели кладется разъемной стороной книзу на особо подготовленную донную доску, которая вырезана таким образом, что диск и втулка лежат под плоскостью доски. Перевернутая нижняя опока ставится на эту доску, утрамбовывается и все вместе переворачивается, после чего готовится поверхность разъема в уровень с кромкой опоки и гранью обода колеса. После этого верхняя половинка модели ставится в свое положение на нижнюю половинку и нагружается грузом для предупреждения ее от сдвигания во время работы, после чего на нижнюю опоку ставится промежуточная опока и утрамбовывается. Песок при этом вжимается руками в выемку обода и укрепляется смоченными в полужидкой глине кусками железной проволоки или формовочными штифтами, после чего обычным способом производится утрамбовывание до верхней кромки обода, где делается поверхность разъема. Затем накладывается верхняя опока и утрамбовывается обычным путем.

После того как верхняя опока будет снята, верхняя часть модели может быть вынута из промежуточной опоки, после чего последняя также может быть снята, при чем песок, образующий поверхность катания, следует вместе с опокой, благодаря чему можно также удалить нижнюю часть модели, не портя нижней формы.

Чтобы заформованное в промежуточной опоке кольцо действительно следовало за опокой, его нужно во время утрамбовывания хорошо укрепить. Для лучшего приставания

песка к стенкам промежуточной опоки таковые покрываются белугою. Если колесо имеет спицы, а не сплошной диск, формовку производят таким же способом, за исключением лишь того, что плоскость разъема делается между спицами по их плоскости разъема.

Если поверхность катания колеса должна быть закалена, что часто требуется в отношении колес вагонеток, кранов и т. п., то вместо промежуточной опоки пользуются чугуном-кокилем, соприкасаясь с которым чугун при литье быстро охлаждается и отбеливается. Способ формовки легко



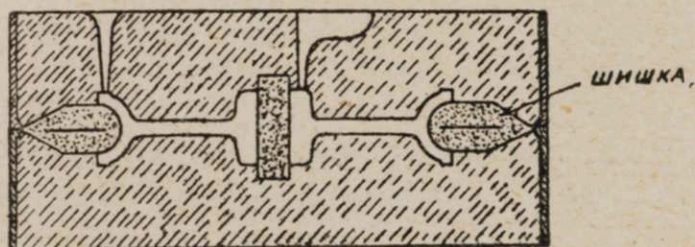
Фиг. 73. Устройство формы желобчатого колеса, поверхность катания которого должна быть отбелена.

усмотреть из фиг. 73. Само собой понятно, что кокиль должен состоять из двух полуколец и его высота должна строго соответствовать высоте изготавливаемого колеса.

3. Рассмотренные предметы могут быть заформованы также и в двух опоках, если, например, для образования поверхности катания применить шишку. Модель в этом случае цельная и снабжена знаком, так что вместо желобка она имеет выступающее кольцо, которое при формовке образует кольцевую полость для установки шишки. Шишка изготавливается в особом шишечном ящике, либо цельной, либо, при больших колесах, из нескольких сегментов, образующих в целом кольцо. Формовка производится, как и в случае

обыкновенной формы, из двух частей с плоской поверхностью разъема, после чего устанавливается шишка (см. фиг. 74).

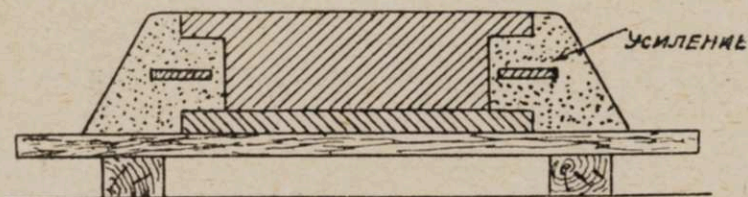
Если формовка должна производиться по цельной модели, например, по ранее отлитому колесу, поверхность катания



Фиг. 74. Формовка блока в двух опоках с помощью шишки.

может быть получена при помощи шишечных кусков (см. стр. 142).

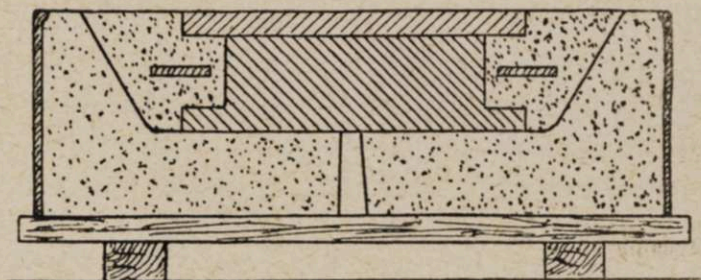
4. Другой способ выполнения форм из трех частей в двух опоках (с переходным болваном) показан на фиг. 75—77.



Фиг. 75. Форма из трех частей в двух опоках (с переходным болваном).

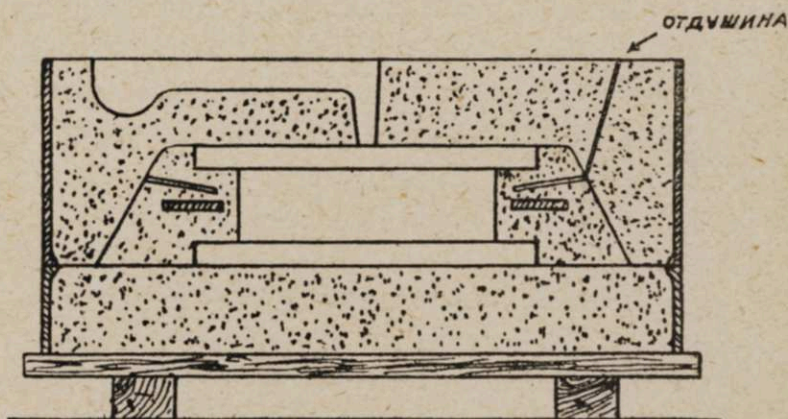
Предмет, подлежащий отливке, представляет желобчатый ролик, и модель имеет один фланец—съемный. Модель кладется съемным фланцем книзу на подмодельную доску, после чего вокруг модели обжимается песок и вырезается поверхность разъема, так что все получает вид, показанный на фиг. 75. После того, как поверхность разъема (как всегда) будет присыпана разделительным песком, ставится верхняя опока, утамбовывается около набитой ранее части,

и все вместе переворачивается. Форма тогда имеет вид, показанный на фиг. 76. Наконец, сверху ставится пере-



Фиг. 76. Форма из трех частей в двух опоках (с переходным болваном).

вернутая нижняя опока, утрамбовывается и снимается, так что съемный фланец может быть вынут из песка, после чего нижняя опока снова ставится на свое место; части опоки скрепляются между собой, и все вместе переворачивается.



Фиг. 77. Форма из трех частей в двух опоках (с переходным болваном).

После этого в верхней опоке делаются отдушины, модель вынимается, форма зачищается и верхняя опока ставится в свое положение согласно фиг. 77, на которой показана

готовая форма. Этот способ, конечно, нет нужды применять, если ролик имеет плоские торцы, так как он может тогда формироваться в другом положении, как обыкновенная труба. Показанный на рисунках предмет служит здесь лишь в качестве примера. Если, наоборот, боковые части суживаются по направлению к оси, формовку нельзя, конечно, произвести иначе, как устанавливая модель на боковую поверхность.

Для формовки более сложных моделей может потребоваться больше трех частей форм или опок.

7. Формовка с шишечными кусками, съемными модельными частями или по разборным моделям.

Если модель имеет горизонтально выступающие части, расположенные таким образом, что при формовке они не приходится в поверхности разъема, т.-е. часть их находится в верхней, часть в нижней опоке, то возникает затруднение в том, что модель невозможно вытащить из формы, не повредив ее. Если выступающая часть находится вблизи поверхности разъема формы, то поверхность разъема, как уже было упомянуто, может быть вырезана соответственно этой части, т.-е. форма делается неровной, но это не всегда может иметь место. Для таких случаев пользуются или так назыв. шишечными кусками, или отъемными модельными частями.

Шишечные куски применяются также и в других случаях, когда они могут облегчить формовку, например, для очень глубоких и узких форм, которые можно отделать только в том случае, если имеется по меньшей мере одна свободная (съемная) часть формы, или если верхняя часть формы, изготовленная обычным путем, имеет очень большую свешивающуюся часть (см. стр. 120). Эти части выполняются тогда помощью особых шишечных кусков, которые не поднимаются при снятии верхней опоки, но могут быть особо вынуты в горизонтальном направлении.

Наибольшие шишечные куски применяются чаще всего при орнаментном литье, при котором часто случается, что орнамент по вертикальной стороне модели не приходится на линии разъема. В этом случае поступают следующим образом.

После утрамбовывания опоки обычным способом и выравнивания обычной поверхности разъема, песок против середины орнамента выгребается в виде углубления, расширяющегося по мере удаления от модели, такой величины, чтобы орнамент был полностью обнажен. Нижняя и боковые стороны этого углубления тщательно выравниваются и присыпаются разделительным песком или покрываются бумагой, после чего модельный песок плотно прижимается руками к обнаженной части модели и к сторонам углубления. В получившуюся пустоту вжимается небольшой комок глины, который служит, с одной стороны, для связывания куска, с другой—для закрепления в нем впоследствии штифта, когда кусок потребуется вынуть из формы. После этого вся выемка заполняется песком и хорошо уплотняется.

Кусок теперь готов и представляет отдельную часть формы, не связанную с остальным песком формы. Для отделения его от модели срезается весь расположенный позади его песок, и с этой стороны в него втыкается штифт так, чтобы он вошел в глину, после чего кусок выгаскивается в горизонтальном направлении и модель может быть вынута. Кусок, затем, снова ставится на свое место и выемка позади его заполняется песком, который уплотняется настолько, чтобы кусок не мог податься назад при заливке; уплотнение песка следует, однако, производить осторожно, чтобы кусок не сдвинуть при этом с места. После установки верхней опоки форма готова для заливки.

Большие куски, в основном, изготавливаются тем же путем, хотя способы укрепления в них песка должны быть, конечно, другими. Вместо куска глины можно применить, например, деревянную вставку, или же кусок формируется на

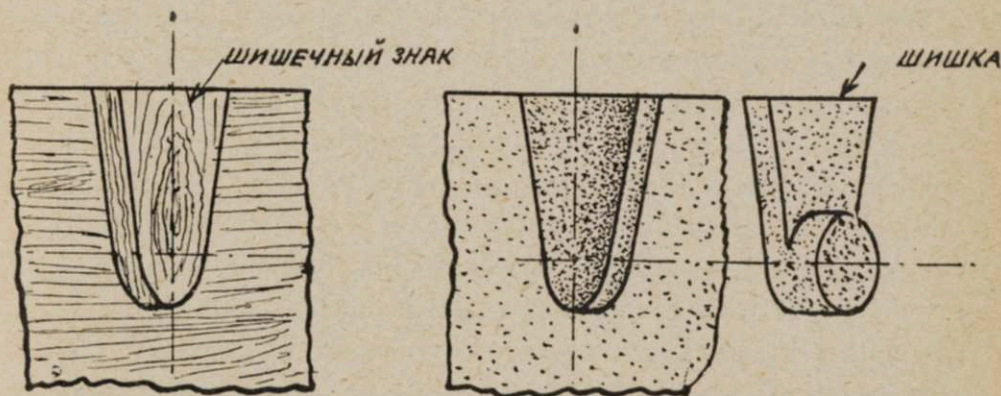
особой доске. Большие доски имеют прилигные стержни, надлежаще расположенные и служащие для укрепления песка. Если кусок имеет такую величину, что его нужно передвигать краном, доски снабжаются, для удобства поднимания, железными стержнями с ушками.

Выступающая часть модели может быть, однако, во многих случаях сделана отъемной, при чем она скрепляется с моделью помощью штифта, винта или другого устройства, напр.—хвоста. Когда модель утрамбована настолько, что съемная часть ее достаточно удерживается песком, но еще не вполне им закрыта, штифт или винт освобождаются, после чего утрамбовывание продолжается обычным порядком, наблюдая за тем, чтобы совершенно свободная теперь часть не была сдвинута с места. Когда модель затем вытаскивается из формы, отъемная часть модели остается в форме и может быть вынута крючком в горизонтальном направлении с внутренней стороны формы, т.-е. через пустоту, образовавшуюся в форме после выемки из нее основной части модели.

Вместо укрепления помощью винта или штифта съемная часть может быть снабжена суживающимся кверху ласточкиным хвостом, входящим в соответствующий (тоже в виде ласточкина хвоста) паз в основной модели с таким же сужением в продольном направлении. Благодаря такому соединению, отъемная часть при утрамбовывании может изменить свое положение только в направлении книзу, что можно легко предупредить, и модель может быть вытащена так, что съемная часть останется в форме.

Встречаются также обратные случаи, а именно, когда в отливаемом предмете должно быть отверстие или углубление, располагающееся при формовке ниже линии разъема. Такое отверстие получается у тановкою в форме шишки, при чем для отформовывания поверхностей, служащих основанием для шишки, модель должна быть снабжена соответствующими знаками. Они будут выступать по сторонам мо-

дели и могут быть сделаны отъемными, как было описано выше. Для данного случая имеется, тем не менее, также и другой способ, состоящий в том, что знаки делаются такой высоты, что они доходят до поверхности разъема формы. Благодаря этому, углубление в форме для шишки получится соответственно выше и, после установки последней на ме-



Фиг. 78. Углубленный шишечный знак для круглого отверстия и соответствующее выполнение шишки.

сто, должно быть заполнено песком. Вместо заполнения лишнего пустого пространства песком, можно придать шишке такую форму, что она заполнит собою все это пространство (см. фиг. 78).

В некоторых случаях, для возможности произвести формовку, необходимо модель разделить на определенное число частей. Этот способ нужно также иметь в виду, когда встречаются затруднения при формовке.

Многие подобные задачи могут быть разрешены посредством выполнения одной или нескольких частей формы в виде шишек, один из примеров которых был приведен на стр. 142. Для некоторых предметов вся форма может быть с успехом выполнена исключительно из одних шишек.

Из вышеприведенного следует, что большинство предметов может формоваться несколькими различными способами,

и поэтому часто весьма важно ясно себе представить, какой из способов для каждого данного случая является наиболее подходящим.

Формовка по скелетным моделям.

В предыдущем предполагалось, что при формовке применяется полная модель, точно отображающая тот предмет, который требуется отлить. В некоторых случаях, однако, изготовление полных моделей для предметов сложной формы требует слишком большого количества времени и денег и поэтому можно ограничиться изготовлением вместо них скелетных или рамных моделей.

Они выполняются в виде скелета, остова, или рамы, внутренний и наружный контур которых, а также и толщина соответствуют таковым отливаемого предмета. Модельная работа может выполняться более или менее совершенно и точно в зависимости от способа работы при формовке и от той сноровки и тщательности, которая при этом проявляется. Гладкость поверхности отливки в значительной мере зависит от тщательности формовки, так как скелетная модель дает лишь контуры и служит скорее направляющей, чем моделью.

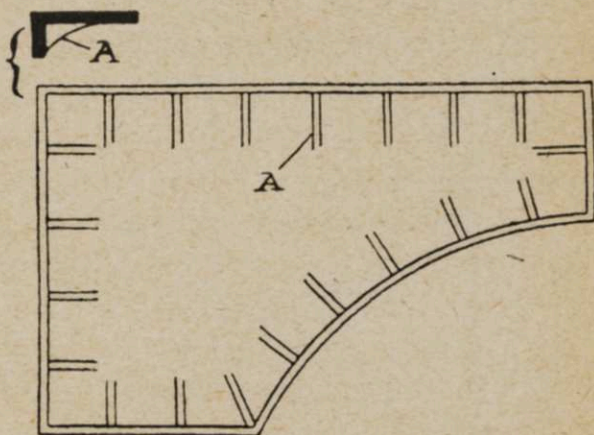
Примером формовки по скелетной модели может служить показанная на фиг. 79 большая плита с бортом вдоль кромок. Для такой плиты изготавливается модель, состоящая лишь из деревянной рамы, толщиной, соответствующей всей высоте борта плиты, и имеющая небольшие знаки для ребер А, для которых применяются одна или две отъемных модели.

Рама ставится на песок и точно выверяется ватерпасом. После этого песок вокруг нее утрамбовывается в уровень с верхней кромкой и заравнивается помощью линейки (правила). Внутри рамы, при помощи моделей ребер, набиваются одна за другой выемки для ребер, — лучше, конечно, пользоваться для каждого ребра особой моделью, так как во время

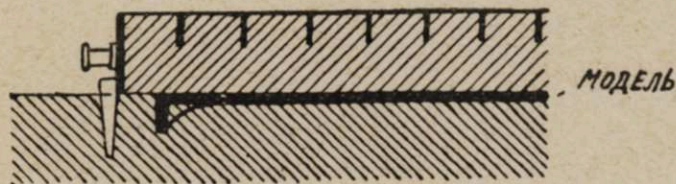
изготовления формы можно оставлять их в песке—так, чтобы их верхние кромки были на одном уровне с нижней стороной отливаемого предмета. Плита формуются ребрами книзу (фиг. 80). Наконец, песок внутри формы выравнивается помощью показанного на фиг. 81 шаблона.

Формовка, таким образом, закончена, если заливка будет производиться в открытую форму. Если

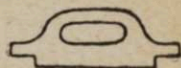
желательно получить гладкую и красивую поверхность также с той стороны, которая на фиг. 80 обращена кверху, заполняют раму песком, но не в уровень с верхними кромками моделей ребер, а в этих местах также в уровень с верхней



Фиг. 79. Плита, удобная для заформовывания по скелетной модели.



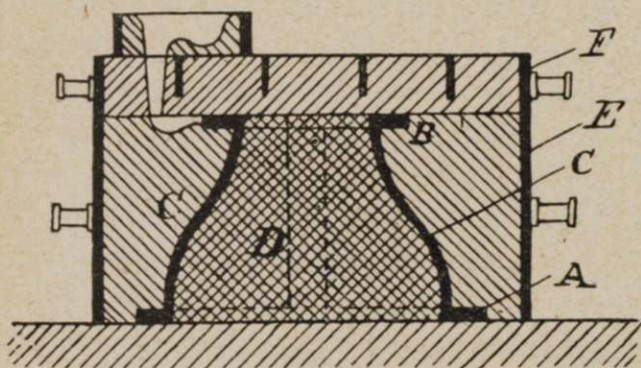
Фиг. 80. Формовка плиты по скелетной модели.



Фиг. 81. Шаблон.

кромкой рамы. Песок выравнивается линейкой, которую ведут по верхней стороне рамы. Затем накладывается верхняя опока, которая набивается обычным путем. После съемки этой опоки, шаблоном показанной на фиг. 81 формы удаляют внутри рамы такой слой песка, который соответствует толщине отливаемой плиты. Нижняя опока, таким образом, также готова.

Симметричный предмет, как, например, показанный на фиг. 82 соединительный патрубок, с круглым фланцем *A* и квадратным фланцем *B*, также удобно формуется по скелетной модели. Для данного предмета применяется модель, состоящая из нижнего круглого фланца *A*, верхнего квадратного фланца *B* и четырех деревянных ребер *C*



Фиг. 82. Формовка соединительного патрубка по скелетной модели.

и *D*, согнутых по форме, показанной черным у *C*. Ребра *C* и *D* дают, конечно, форму патрубка лишь в тех местах, где они поставлены. Остальное представляется формовщику, который должен, та-

ким образом, действительно формовать большую часть предмета. При этом поступают следующим образом.

Модель формуется большим фланцем *A* книзу, так что шишка может оставаться нетронутой в нижней опоке в течение всего времени производства работы. Внутренняя полость модели заполняется песком, который утрамбовывается таким образом, что он не только заполняет внутреннюю часть скелета, но также и промежутки между ребрами в уровень с их наружными кромками. Поверхность песка выравнивается соответствующими шаблонами и лопаткой так, чтобы она получила ровную и правильно выгнутую форму. После этого поверхность этой «песочной модели» покрывается тонкой бумагой, газетной или другой, прикрепляемой помощью формовых штифтов или проволочных гвоздей. Затем устанавливается нижняя опока *E* и утрамбовывается, после

чего на нее ставится и утрамбовывается верхняя опока *F*. После съемки верхней опоки, снимается и нижняя, вместе с которой снимается также и отъемный фланец *B*. Формовщик снимает после этого при помощи шаблона и лопатки соответствующий толщине отливаемого предмета слой песка между ребрами модели. Выполняя эту работу внимательно и осторожно, можно получить правильную толщину предмета. После того как таким образом приготовлена шишка или, вернее, болван и вынуто деревянное кольцо *A*, формовка закончена, и опоки после очистки поверхностей формы складываются для заливки. Если нет уверенности в получении этим путем равномерной толщины отливки, формуется сначала шишка в уровень с внутренними кромками ребер и покрывается формовыми чернилами, после чего накладывается временный слой песка, соответствующий толщине материала отливки. Толщина этого слоя контролируется помощью вставленных в разных местах формовых штифтов, которые выступают над шишкой на высоту, соответствующую требуемой толщине отливки *).

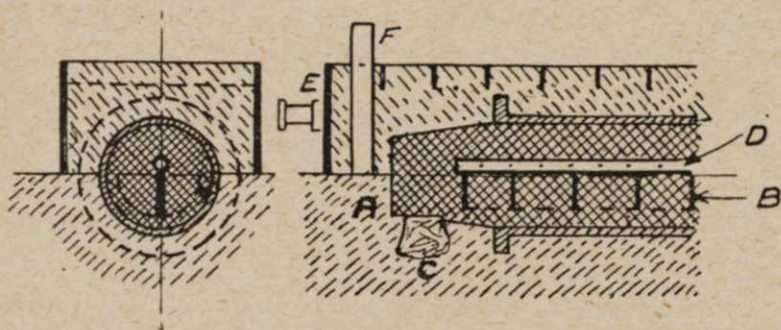
Модель для больших прямых труб выполняется из двух колец для фланцев и четырех прямых ребер. Она делается из двух половинок, при чем толщина ребер соответствует требуемой толщине материала предмета.

При формовке (см. фиг. 83) одна половинка модели утрамбовывается в полу литейной или, соответственно, в нижней опоке так, чтобы поверхность песка была на одном уровне с внутренними поверхностями ребер. Поверхность песка покрывается бумагой. Вогнутая поверхность песка вытягивается помощью цилиндрической формы шаблонов, которые направляются внутренними сторонами ребер. Одновременно отформовывается также знак *A* для будущей шишки, для которой изготавливается соответствующий скелет;

*) При установке опоки *E* необходимо вбить в землю направляющие колышки для последующей правильной установки опоки относительно шишки.

обычно чугунный, приблизительно такой формы, как показано на фигуре В. Этот скелет устанавливается в форму и опирается обоими концами на утрамбованные чугунные подпорки С, благодаря чему он не меняет своего положения при последующей работе.

Шишка после этого выполняется из подходящего песка, который накладывается на покрытую бумагой нижнюю поверхность формы. Средняя часть шишки заполняется более крупным песком или коксом и в нем помещают идущую вдоль всей длины шишки трубу, снабженную небольшими



Фиг. 83. Формовка большой прямой трубы по скелетной модели.

отверстиями, имеющую целью отвод возникающих при отливке газов. После этого ставится на свое место верхняя половинка модели и продолжается дальнейшая набивка шишки, при чем песок должен быть сначала поднят до наружных поверхностей ребер модели. Также и эта поверхность покрывается бумагой. Концы шишки, или ее знаки (которыми она будет опираться после окончательной установки в форму), отформовываются по усмотрению, после чего накладывается верхняя опока и набивается обычным способом.

После съемки верхней опоки с шишки снимается излишний песок, наложенный в уровень с наружными сторонами ребер, и поверхность заравнивается шаблонами так, чтобы она приходилась в уровень с внутренними поверх-

ностями ребер. Шишка, снабженная прикрепленными к ее скелету подъемными ушками, вынимается из формы и, после покрывания ее формовыми чернилами и т. п., она готова для окончательной установки.

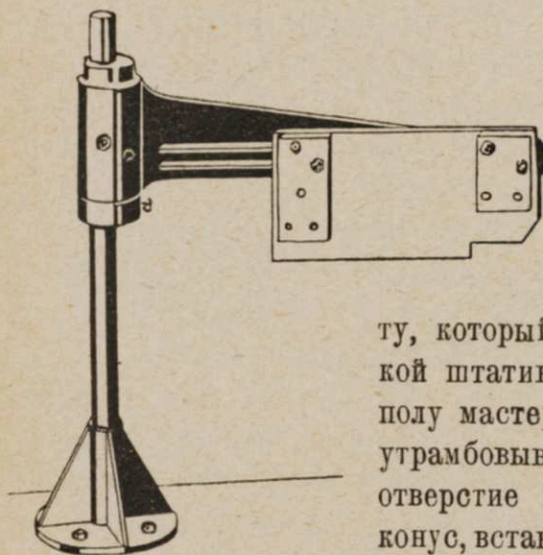
Наконец, удаляется песок, который в самом начале был наложен между ребрами модели и служил лишь для придания правильной формы шишке, после чего поверхность в нижней опоке выравнивается помощью шаблонов так, чтобы она была на одном уровне с наружными поверхностями ребер модели. Формовка трубы этим заканчивается.

Фасонные части больших труб, как тройники, колена и т. п. можно также формовать этим способом. Ясно, что по этому способу можно производить формовку предметов самых разнообразных форм, в особенности, если, в случае надобности, пользоваться вспомогательными моделями в комбинации со скелетными моделями. Из вышеизложенного само собой понятно, что формовка по скелетным моделям может применяться, главным образом, для больших пустотелых предметов, в особенности, если требуется сделать одну или две отливки, для которых изготовление обыкновенной модели может оказаться слишком дорогим.

Шаблонная формовка.

Так называемая шаблонная формовка, или формовка по шаблонам, взамен обычных моделей, применяется главным образом при изготовлении форм для тел вращения и подобных им предметов, которые могут быть, так сказать, выточены в песке. При этом пользуются штативом, на рукаве которого установлен один или несколько шаблонов, которые можно вращать вокруг оси штатива. Шаблоны, которым придается контур, подлежащий воспроизведению на песке, необходимо изготовлять из твердого дерева, которое лучше проолифить для предохранения от сырости и обшить желе-

зом рабочую кромку. Шаблонная формовка может выполняться как в сыром, так и в сухом песке и глине; помимо отсутствия необходимости применять модели или необходимости применять лишь простые модельные части, она имеет еще и то преимущество, что форма получается правильной круглой формы, что не всегда имеет место, когда применяются легко коробящиеся деревянные модели.



Фиг. 84. Прибор для шаблонной формовки.

Применяемый для шаблонной формовки штатив должен быть достаточно прочным и хорошо центрирован, а также его величина и устройство должны соответствовать предме-

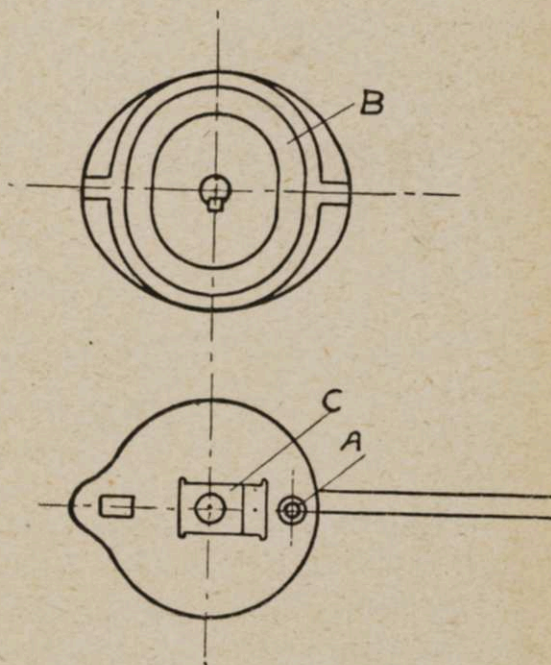
ту, который подлежит формовке. Такой штатив показан на фиг. 84. В полу мастерской прочно и надежно утапливается чугунная пята, в отверстие которой, выточенное на конус, вставляется точеный железный стержень, устанавливаемый строго вертикально. Под пятой в песке делается углубление, в которое падают частицы песка, когда стержень во

время работы требуется вытаскивать. На стержень, как видно на фигуре, одет железный или деревянный рукав, точеное отверстие во втулке которого точно соответствует диаметру стержня. Рукав опирается втулкой на подвижное опорное кольцо. Для различных работ применяются рукава разной длины. Шаблон прикрепляется к рукаву помощью винтов. Это простое устройство можно различными способами улучшить и сделать более совершенным, например, сделав рукав перевижным по высоте помощью винта, или устанавливая

шаблон на салазках с винтом для перемещения в радиальном направлении.

Для предметов, состоящих из двух половинок, и форму для которых нельзя вырезать одновременно из одного центра, так как половинки должны быть разделены между собою стенкой из песка определенной толщины,—можно пользоваться приспособлением, показанным на фиг. 85.

Рукав для шаблона прикрепляется к шайбе, имеющей в середине камень *C*, который может перемещаться в соответствующей выемке. На шайбе помещен также закаленный стальной ролик *A*. Эта шайба помещается на другой, скрепленной со стержнем штатива помощью шпонки, в виду чего она не может на нем поворачиваться. Стальной

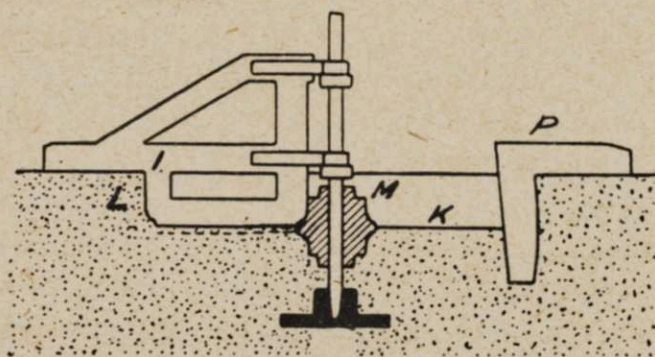


Фиг. 85. Приспособление для вырезания формы предмета, состоящего из двух половинок.

ролик *A* входит в паз *B* в нижней шайбе, и так как этот паз имеет овальную форму, рукав, при вращении его вокруг стержня, описывает овал точно той формы, которую имеет паз. Расстояние между центрами обеих полуокружностей в форме будет равно расстоянию между центрами полуокружностей паза. Это расстояние заполняется до заливки соответствующей толщины стенкой из песка, благодаря чему обе половинки формы получают вид правильных полуокружностей.

Формовка производится иногда исключительно помощью шаблонного аппарата, но в большинстве случаев применяются одновременно свободные модельные части и шишки, что значительно расширяет область применения этого способа.

Среди предметов, которые очень удобно формировать шаблонным способом, можно указать на обыкновенные ременные шкивы особо больших размеров. В полу литейной готовится надлежащих размеров углубление, дно которого вырезается под плоскость и приспособляется для



Фиг. 86. Формовка ременного шкива по шаблону.

установки модели для спиц, разделенной по средней плоскости их так же, как и модель втулки *М*. Обе эти половинки модели утрамбовываются так, чтобы они лежали горизонтально, после чего шаблоном *Ж* (см. фиг. 86) вырезается внутренний контур шкива до средней плоскости спиц *К*. Этот кольцевой контур *Л* утрамбовывается достаточно плотно и тщательно заглаживается. Чтобы при поднимании верхней опоки, после ее набивки, песок отделился от поверхности нижней формы у *Л*, эта поверхность покрывается бумагой, которая несколько загибается над кромкой для лучшего предохранения ее от порчи.

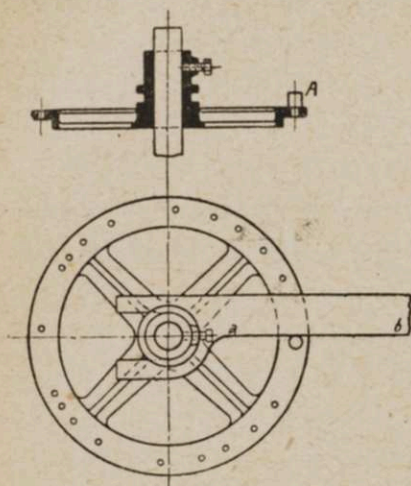
После этого накладываются верхние половинки моделей спиц и втулки, ставится верхняя опока и набивается обычным путем, при чем верхние половинки спиц и втулки за-

формовываются в ней. После съемки верхней опоки нижняя форма вырезается помощью другого шаблона *P* (фиг. 86), контур которого соответствует наружной поверхности шкива. Этот шаблон делает также углубление, соответствующее ширине шкива. При окончательном заглаживании наружной поверхности шкива в кольцевом углублении иногда приходится снимать часть песка на стороне выемки, обращенной к центру шкива. После окончательной отделки наружной поверхности заполняется и утрамбовывается песок в тех местах, где он был излишне снят, пользуясь шаблоном по форме наружной поверхности обода или вспомогательной моделью, при чем одновременно производится выверка в песке спиц. После окончательной обработки формы, т.-е. покрытия ее чернилами, снабжения выпорами и т. п., ее можно сложить для заливки.

Для формовки спиц обычно делается модель лишь одной спицы, и для расстановки их на правильном взаимном расстоянии необходимо предварительно разделить окружность шкива на число частей, соответствующее числу спиц. Для этой цели можно пользоваться бумажным шаблоном, с нанесенным на нем расположением спиц, который кладется на песок и с которого делаются отметки на песке. Нижняя половинка модели устанавливается на одном из отмеченных мест, утрамбовывается, и последовательно переносится на другие отмеченные места, пока все спицы не будут заформованы. Наконец, при помощи другой половинки модели заформовываются в соответствующих местах спицы в верхней опоке.

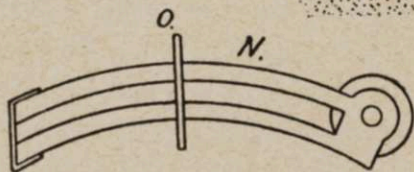
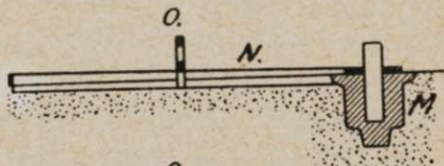
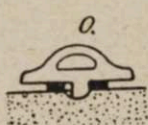
Для отметки положения спиц можно пользоваться также изображенным на фиг. 87 делительным шкивом, который устанавливается на стержне шаблонного аппарата. Шкив имеет деления, соответствующие 2, 3, 4, 5, 6, 8 и 12 частям окружности. Край линейки $a-b$ лежит всегда в направлении радиуса. Он упирается в переслаивной штифт *A*.

Спицы можно формировать также посредством вытягивания по способу, показанному на фиг. 88. Линейка или шаблон *N*



Фиг. 87. Делительный шків к аппарату для шаблонной формовки.

центрируется при помощи пальца, установленного в половинке *M* модели втулки, остающейся в песке; шаблон выполнен толще в направлении к периферии шкива, благодаря чему спицы получают уменьшающуюся к ободу толщину. Паз в шаблоне в то же время шире по направлению к втулке шкива, соответственно требуемой в этом месте большей ширине спицы. Спицы вытягиваются в отмеченных местах при помощи шаблона *O*, который, однако, не может одновременно профилировать контур обеих сторон спицы, так как его рабочая часть имеет ширину, соответствующую наименьшей ширине паза шаблона в крайней внешней части.



Ременные шкивы с двойным рядом спиц формируются в общем аналогичным способом, с той лишь разницей, что между

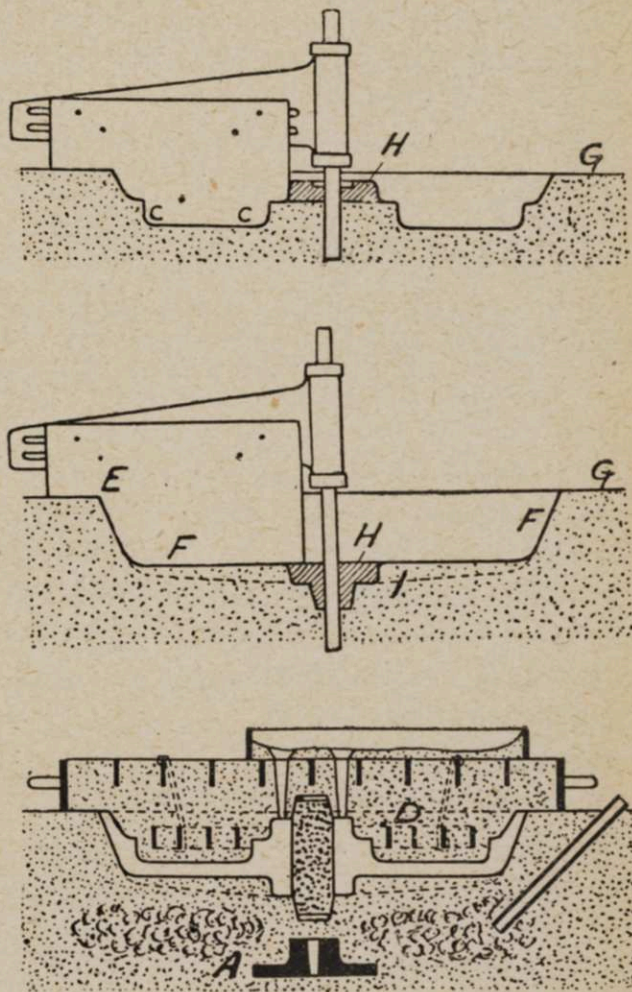
Фиг. 88. Приспособление для формовки спиц ременного шкива.

рядами спиц необходимо делать особую промежуточную часть. Она формируется после того, как в нижней форме сде-

лана первая вырезка шаблоном, и остается лежать в форме, пока набивается верхняя опока. Для поднятия ее, с целью окончательной вырезки нижней формы вторым шаблоном, она должна быть снабжена соответствующей формы каркасом и подъемным кольцом. Маховики формируются в общем тем же способом, как и ременные шкивы.

Другим предметом, удобным для шаблонной формовки, является чашка бегунов, применяемых в литейных. Нижняя часть формы делается в полу мастерской, в котором, если это требуется, делается коксовая подушка («дренаж»).

Работа производится сначала шаблоном, со-



Фиг. 89—91. Формовка по шаблону чашеобразного предмета.

гласно фиг. 89, при помощи которого вырезается внутренний контур чашки по линии С—С. Эта поверхность утрамбовывается плотно, так как она должна служить для формовки верхней

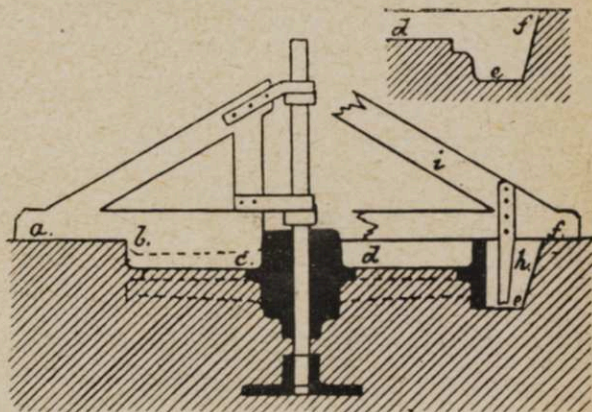
опоки. Ее можно присыпать разделительным песком, но лучше покрыть ее бумагой, как было описано выше.

У *H* ставится вспомогательная модель; так как шаблоном очень трудно выбрать песок возле самого стержня аппарата. После того как этим шаблоном песок вырезан, он вместе со стержнем снимается, и к модели втулки, которая остается в форме, прикрепляется знак для центрального отверстия. Накладывается верхняя опока и набивается, при чем она, если это требуется, укрепляется посредством вкладываемого в нее при набивке листа или каркаса *D* (фиг. 91). После того, как верхняя опока набита, она снимается и заканчивается обычным путем.

Нижняя форма вырезается теперь помощью другого шаблона *E* (фиг. 90) по наружному контуру чашки, при чем сначала снимается излишне наложенный песок, служивший лишь для набивки верхней опоки и соответствующей толщины материала чашки. У *H* также и здесь ставится вспомогательная модель со знаком. Ребра *I* с наружной стороны формуется по особым вспомогательным моделям. После того, как поверхности нижней формы окончательно отделаны и покрыты чернилами и поставлена шишка для отверстия в втулке, форма готова для вкладывания и заливки.

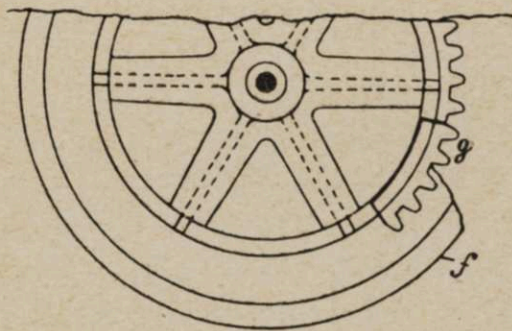
Большие зубчатые колеса также с успехом формуется по шаблону. Песок в полу мастерской вырезается, как это было указано для других случаев, для набивки верхней опоки по линии *abc* (фиг. 92), после чего заформовываются отдельные модели спиц. Если спицы должны быть прямыми и крестообразного сечения, удобнее пользоваться для их формовки моделями, так как они состоят из прямых кусков, требующих небольшой обработки, при чем требуется лишь один набор ребер к спицам, так как их можно вынуть из нижней формы и, при набивке верхней опоки, установить на верхней стороне спиц. Втулка формуется по вспомогательной модели.

После набивки и съемки верхней опоки производится второе вырезание нижней формы по линии *def*, после чего формируются зубцы колеса, пользуясь тщательно выполненным зубчатым сегментом *g* (фиг. 93), имеющим 4—5 зубцов. При установке сегмента можно точно определять его положение относительно оси колеса



Фиг. 92. Формовка большого зубчатого колеса по шаблону.

помощью помещенного на стержне аппарата жесткого рукава *i* (фиг. 92), имеющего на конце линейку *h*, установленную точно по наружному диаметру зубцов, благодаря чему положение последних определяется как радиально, так и



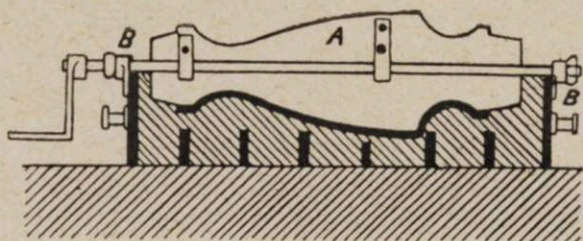
Фиг. 93. Формовка большого зубчатого колеса по шаблону.

аксиально. Прежде чем начать формовку зубцов, необходимо пройти сегментом по всей окружности колеса, чтобы убедиться в том, что первое деление совпадает с последним. Зубцы при этом можно отмечать на песке присыпанием муки.

Встречаются также предметы, которые нельзя вырезать в песке помощью описанных выше приспособлений, но которые, тем не менее, можно формовать по тому же принципу, несколько видоизменив приспособление. Предмет, имею-

ший, например, вид, показанный на фиг. 94, можно формовать следующим образом.

Две подходящие для данного предмета опоки, со строганными соприкасающимися кромками, тщательно пригоняются друг к другу. У цапф опоки прикрепляются подшипники *В* для стержня, устанавливаемые так, чтобы осевая линия стержня лежала в плоскости кромки опоки. Для предупреждения продольного сдвига стержня он закрепляется стопорными кольцами. К стержню прикрепляется шаблон *А*,



Фиг. 94.

контур которого соответствует наружной поверхности предмета и, по концам, контуру знаков. Нижняя опока формируется посредством вращения шаблона *А*, при чем плоскость разъема выравнивается линейкой (правилom) по верхней кромке опоки. После того как нижняя опока готова, на нее точно устанавливается верхняя опока, после чего подшипники *В* отвинчиваются от нижней опоки и привинчиваются к верхней, которая теперь может быть снята и набита тем же способом, как и нижняя. Относящаяся сюда шишка готовится в шишечном ящике, или же вытягивается посредством шишечного шаблона (см. главу «Шишки»).

Иногда и другие предметы, не представляющие собою тел вращения, можно «вытягивать» в песке шаблоном приблизительно тем же способом, как и «вытягивание» спиц ременного шкива (см. стр. 156), однако, этот способ формовки встречается сравнительно редко.

Формовка в глине.

Как уже было ранее упомянуто, в качестве формовочного материала применяется также глина (см. стр. 63). Самый осто́в для глиняных форм выполняется из кирпича, в большинстве случаев из обыкновенного красного кирпича, который, в случае надобности, укрепляется при помощи железных стержней, железных листов или колец, и т. п.

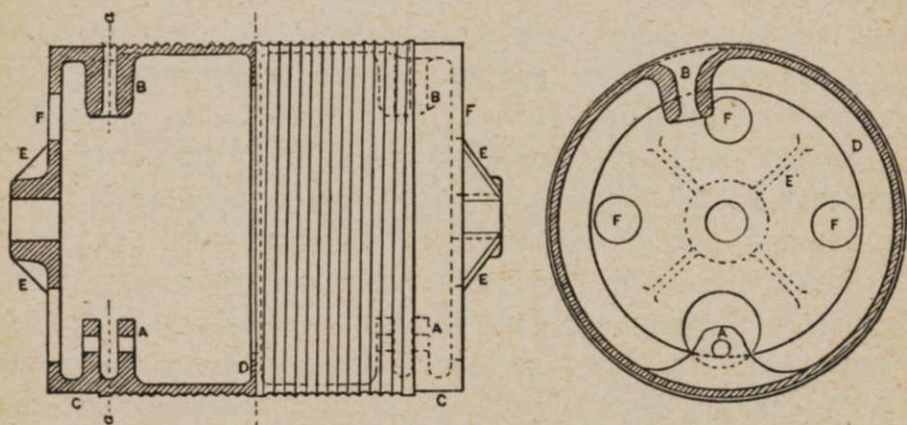
Формовка в глине применяется, главным образом, для больших форм, часто для пустотелых предметов, при чем основной частью работы является в большинстве случаев формовка по шаблону. В то время, как шаблонная формовка в песке предназначается преимущественно для низких форм, формовка в глине может применяться для предметов почти неограниченной высоты, т.-е. для таких предметов, которые, вообще говоря, нельзя формовать другим способом. Глиняные формы, кроме того, значительно прочнее песчаных и поэтому более пригодны для больших предметов.

Глиняные формы должны всегда просушиваться, при чем в некоторых случаях несколько раз. Просушивание может производиться или в постоянных сушилках, или на месте посредством открытого коксового костра, или же при помощи переносных сушил. В первом случае формовку производят иногда внутри самого сушила, чтобы избежать бесполезной транспортировки. Вместо того, чтобы выполнять работу на полу мастерской, можно производить формовку на сушильной тележке, на которой форму легко подать в сушило, при чем за это время сушило может быть использовано для другой работы. Если форма изготавливается в каком-нибудь месте формовочного отделения, ее нужно или просушивать на месте, или иметь возможность перенести ее подъемным краном в сушило.

Форма выкладывается на прочной основной плите, которая, если ее требуется поднимать, снабжается соответ-

ствующими подъемными ушками и должна быть настолько жесткой, чтобы нести нагрузку без значительного прогиба. Эта плита может быть использована также для укрепления шаблонного приспособления, конструкция которого для этих работ приблизительно такая же, как и для работ в песке.

При формовке в глине различные части формы отделяются друг от друга посредством разделяющих колец, которые также должны быть снабжены подъемными



Фиг. 95 и 96. Канатный барабан.

ушками и на одной стороне иметь залитые гвозди или шипы для лучшего удержания глины.

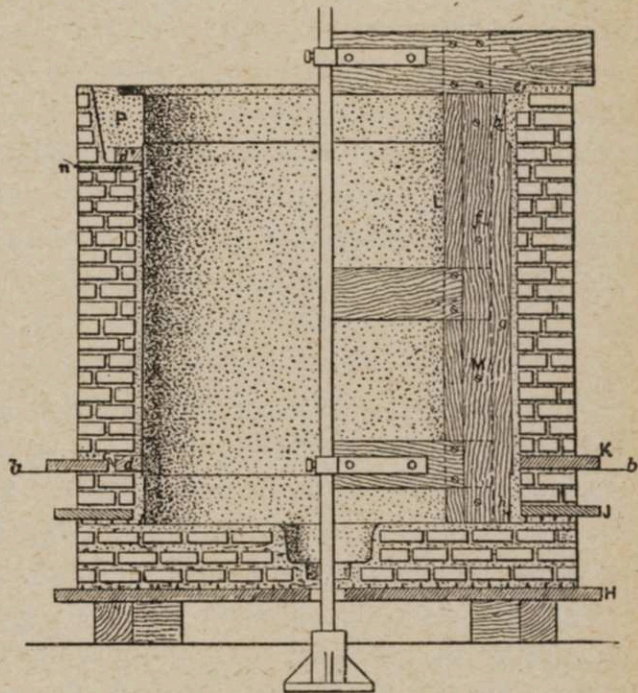
При выкладывании формы в качестве связывающего вещества между кирпичами и там, где не требуется гладких поверхностей, применяется более крупная глина, а для тех поверхностей, которые, после покрывания формовыми чернилами, будут соприкасаться с чугуном, применяется более тонкая глина. Швы кладки, которые не требуется связывать глиной, заполняются золой или коксом для облегчения выхода газам.

Хорошим примером формовки в глине может служить изображенный на фиг. 95 и 96 канатный барабан.

На барабане имеется, как видно на фиг. 95, две спиральные канавки для каната, одна левая, другая—пра-

вая, встречающиеся по середине длины барабана. Для увеличения жесткости внутри барабана имеется кольцевое ребро *D*, а по концам—ребра жесткости у втулок *E*. Отверстия *F* в боковых стенках сделаны для пропуска опорных частей центральной шишки и для выхода из нее воздуха при заливке.

Барабан должен формироваться в вертикальном положении, т.-е. одной втулкой кверху, другой, соответственно, книзу. Поэтому первая часть работы будет состоять в фор-



Фиг. 97. Кладка и формовка шаблоном нижней формы.

мовке нижней втулки и нижней стенки барабана. Кладка начинается на основной плите *H* (фиг. 97), которая с одной стороны снабжена залитыми шипами, а также ушками для подъема.

При кладке поступают следующим образом. Основная плита *H* кладется горизонтально на деревянные подкладки, стержень ставится вертикально в ранее утрамбованную плиту и к железной петле стержня прикрепляется доска (шаблон) (см. фиг. 97). На плиту кладется слой глины такой толщины, чтобы она перекрыла шипы на верхней стороне плиты, и поверх этого слоя кладутся первые три ряда кирпичей, при чем посередине оставляется достаточно широкое отверстие

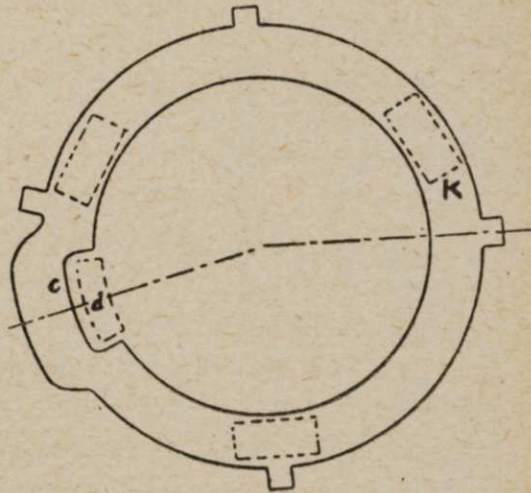
для заформовывания втулки и четырех ребер жесткости *E* (фиг. 95), которые закладываются в глину с расстоянием до ближайшего кирпича в 35—50 мм.

После того как нижняя часть формы получила, таким образом, нагрубо основные контуры, и кирпич обмурован, накладывается слой крупной глины на всю верхнюю поверхность, после чего форму на два-три часа оставляют стоять, чтобы произошло некоторое схватывание кладки. Затем накладывается последний слой глины, который должен быть здесь довольно тонким и из тонко-просеянной глины, и срезается шаблоном. Нижняя часть после этого просушивается в сушиле или коксовым костром.

После присыпания верхней поверхности нижней формы разделительным песком на нее кладется разделяющее кольцо, нижняя сторона которого, снабженная шипами, предварительно покрыта слоем глины, выравненным и высушенным. На это кольцо накладывается два ряда кирпичей до линии разъема *b—b* (фиг. 97), совпадающей с нижней кромкой знака для шишки, которая должна образовать отверстие в выступе *B*. На верхний ряд кирпичей кладется слой мелко-просеянной глины, которая срезается вровень с линией разъема *b—b*, после чего эта часть формы просушивается.

Затем накладывается второе кольцо *K*, форма которого показана на фиг. 98. У *c* оно имеет выемку, предназначенную для подготовки места для знака *d*, который должен поддерживать шишку для отверстия в втулке *B* нижней части барабана. Причина того, что форма делится здесь в двух местах, заключается в том, что при складывании формы здесь нужно вставить шишку. До накладки кольца *K* верхняя поверхность нижележащей части формы присыпается разделительным песком, после чего на стержне устанавливается новый шаблон *L*. Большой шаблон состоит из нескольких частей и устроен так, что наружная

доска может сменяться. Нижняя кромка *e* верхней горизонтальной доски предназначена для образования поверхности разъема между нижней и верхней частью формы; на кромке *e* имеется выступ для центрирования верхней части. После выкладки на кольце *K* цилиндра на крупной глине вся внутренняя поверхность формы покрывается тем же материалом и срезается кромкой *g* доски *M*. Поверхность, отделяющая форму от верхней части, а также поверхности *hh* (см. фиг. 97), соответствующие гладким поверхностям *CC* на барабане (фиг. 95), покрываются слоем тонкопросеянной глины и ровно срезаются соответствующими частями шаблона. После этого форму оставляют на несколько часов для схватывания. Когда после этого внутренняя поверхность цилиндра будет грубо проточена шаблоном *M*, последний вынимается.

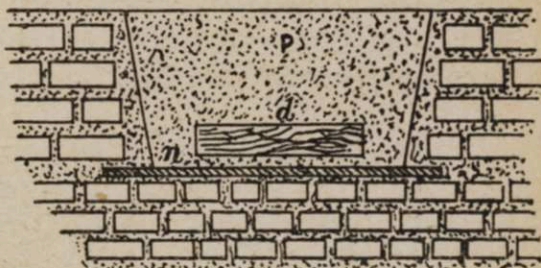


Фиг. 98. Разделяющее кольцо.

Канавки в верхней части цилиндра делаются следующим образом.

К доске *L* прикрепляется шаблон *N* (фиг. 99), внешний контур которого соответствует профилю канавок одной половины цилиндра. При вырезании канавок шаблон *N* получает движение по направлению вверх, при чем он направляется деревянным кольцом *O*, сложенным и правильно установленным в дне формы; верхняя часть кольца имеет винтовую поверхность с тем же шагом, как и у канавок цилиндра. Для облегчения вращения шаблона он может

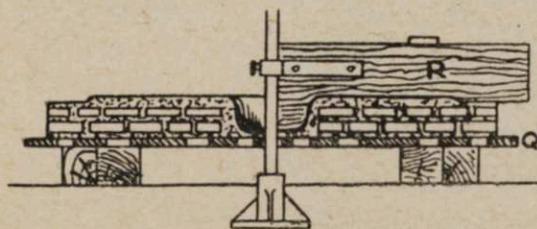
После вырезания верхней спирали шаблон *N* снимается и прикрепляется к нижней части конструкции шаблона. Вместо применявшегося ранее деревянного кольца вставляется другое с обратным направлением винтовой поверхности, после чего производится вырезание нижней спирали.



Фиг. 100. Устройство выемки для знака.

За то время, пока форма затем высушивается в сушиле или на месте, можно выполнить часть еще

остающейся работы по формовке. Так, на плите *Q* (фиг. 101) выкладывается верхняя часть формы. Эта плита, для удерживания кладки, должна быть густо усеяна гвоздями и шипами и снабжена, кроме того, большим числом отверстий. Для предупреждения выпадания кирпичей при переворачивании



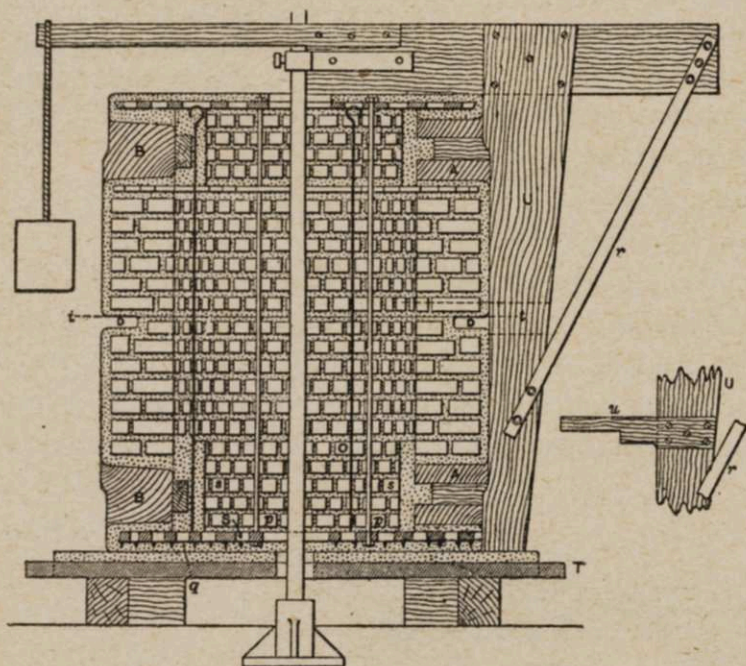
Фиг. 101. Вытачивание верхней части формы.

верхней части, они привязываются к плите стальной проволокой, проходящей через упомянутые отверстия в плите. Кладка покрывается сверху слоем глины и обрывается шаблоном *R*.

После этого формируется большая центральная шишка для барабана. Кладка выводится на прочной плите *S* (фиг. 102 и 103), диаметр которой несколько меньше диаметра шишки. Кромка плиты по наружному диаметру имеет слабую коничность. Отверстие в середине плиты должно иметь диаметр, достаточный для пропуска шишки для втулки. Плита *S* для большей ясности изображена отдельно на фиг. 103, где *o*

означает залитые в плиту ушки для подъема, и p —три сквозных болта, связывающих нижнюю и верхнюю плиту шишки (см. также фиг. 102 и 103).

Нижняя сторона плиты покрыта слоем глины, в данном случае для образования ровной поверхности, расположенной против поверхности дна формы. После просушки этого слоя



Фиг. 102. Выкладка шишки.

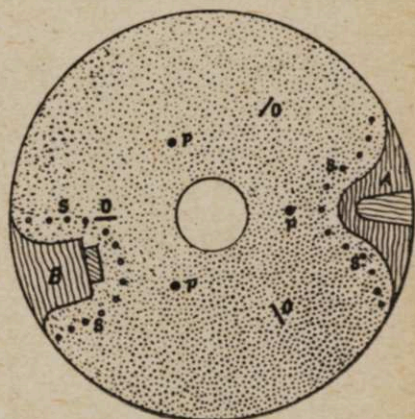
плита кладется на ровную подкладку, обычно покрытую глиной плитой T (см. фиг. 102), после чего начинается выкладка кирпича.

При выкладке первых рядов, в нижней части необходимо установить модели для ушков AA и выступов BB (см. фиг. 95 и 96). Расположение этих моделей в горизонтальной плоскости показано на фиг. 103. Для укрепления в этих местах кладки, вокруг обеих выемок замуровываются железные стержни s (в виде решетки).

Если усадка чугуна вокруг шишки встречала бы препятствие со стороны последней, в отливке, конечно, получились бы трещины. Поэтому в трех или четырех сечениях вдоль всей высоты шишки твердые кирпичи заменяются более мягкими из формовой глины, которые при усадке чугуна раздробляются, благодаря чему вся шишка несколько сдает.

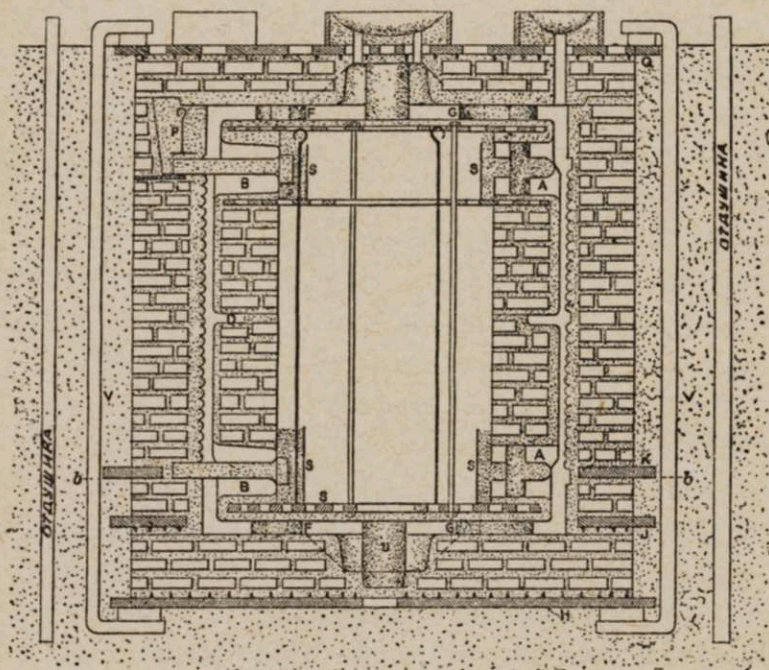
Выкладка шишки производится в остальном так же, как было описано выше, имея, однако, в виду, что через определенные промежутки швы делаются толще и заполняются мелко просеянной золой. Через эти «каналы» воздух и газы при литье выходят во внутреннюю часть шишки, которая не заполняется кирпичом и остается, таким образом, пустой.

Как видно на фиг. 102, шаблон *U* делается из одного куска дерева, но сама шишка делится на две части по линии $t-t$, соответствующей верхней кромке кольцевого ребра *D* в барабане (см. фиг. 95). Для образования выемки для этого ребра к шаблону *U* прикрепляется поперечный шаблон *и*, показанный справа на фиг. 102. После того, как эта часть шишки отформована, шаблон *и* снимается, шишка поднимается помощью стержней *о* и переносится в печь для просушивания. Следующая операция для заканчивания шишки состоит в заполнении выемки *D* до линии разреза $t-t$ обыкновенным формовочным песком. Модели *A* и *B* тщательно устанавливаются в соответствующих местах верхней части. Шишка снова ставится в печь для просушивания, после чего зачищается песчаной бумагой. После выемки моделей *A* и *B* шишка готова.



Фиг. 103. Нижняя плита для шишки.

Сборку всех частей формы, окончательную подготовку ее для заливки, устройство выпоров и т. д. нужно производить с большим вниманием. Форма опускается в литейную яму так, чтобы ее верхняя кромка находилась на уровне пола мастерской, при чем сначала опускают нижнюю часть формы с плитой, которую тщательно подбивают песком на дне ямы



Фиг. 104. Собранный форма для отливки канатного барабана.

(см. фиг. 104). После этого опускается и центрируется нижняя часть центральной шишки, которая опирается на шишки *F* и *G* (фиг. 104), образующие отверстия в одной из стенок барабана (см. фиг. 95 и 96), после чего ставится на свое место шишка втулки. Места для шишек *F* и *G* определяются отмериванием их расстояния от центра или боковой поверхности формы.

После этого опускается часть формы, выложенная на плите *I*, вставляются шишки *A* и *B*, опускается часть

формы, выложенная на плите K , от разъемной поверхности $b—b$, и закладываются верхние шишки A и B , а также кусок формы P (см. фиг. 99 и 104).

Последней накладывается верхняя часть формы (фиг. 101), на которой устраивают литники и прибыль. Для предупреждения образования при заливке взрыва газов, вся внутренняя часть шишки заполняется шлаком, так как, если выходящие через шишку газы начали бы заполнять свободное пространство внутри ее и соединились бы в нем с кислородом воздуха, легко мог бы произойти взрыв.

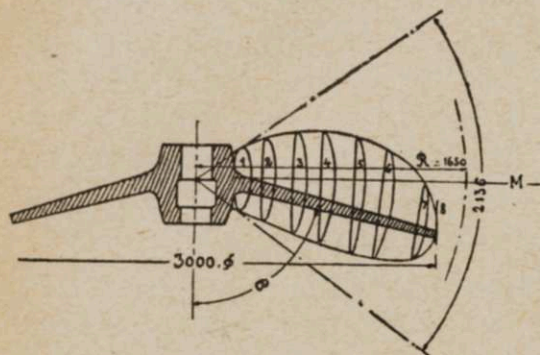
Для выдерживания давления, весьма значительного, которому подвержены все части формы при заливке, верхние и нижние части необходимо прочно связать между собою. Болты p (фиг. 103 и 104) стягивают верхнюю и нижнюю плиту центральной шишки, а скобы b (фиг. 104) скрепляют верхнюю и нижнюю плиту Q и H всей формы.

Для предупреждения разрыва формы давлением в горизонтальном направлении, яма вокруг формы заполняется песком, который плотно утрамбовывается в уровень с поверхностью пола.

Если яма имеет значительно большие размеры, чем форма, можно помощью чугунных колец выложить вокруг нее временную стенку и утрамбовать песок между ними.

Более специальным примером формовки в глине является формовка гребного винта, представляющая большой интерес и требующая большой внимательности при ее выполнении. Предположим, что винт имеет диаметр 3000 мм и лопасти его образуют постоянный угол α (фиг. 105) с его осью. Задняя сторона лопасти винта, т.-е. нижняя на фиг. 105, образует винтовую поверхность. Если предтасвить себе вокруг винта цилиндрическую поверхность, диаметром несколько большим диаметра винта, или 3300 мм, то точка, движущаяся параллельно винтовой поверхности, опишет на цилиндре винтовую линию с постоянным углом подъема b .

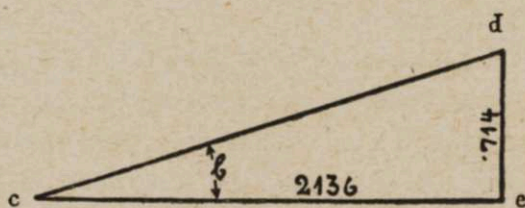
Если представить себе теперь эту цилиндрическую поверхность развернутой на плоскость, то винтовая линия образует прямую $c-d$ (см. фиг. 106). Шаг винтовой линии



Фиг. 105. Разрез гребного винта.

представится линией $d-e$ и в данном случае на длине цилиндрической поверхности в 2136 мм (= такой части окружности, которая двумя ограничивающими радиусами образует достаточно большую поверхность для вписывания в нее лопасти винта) будет

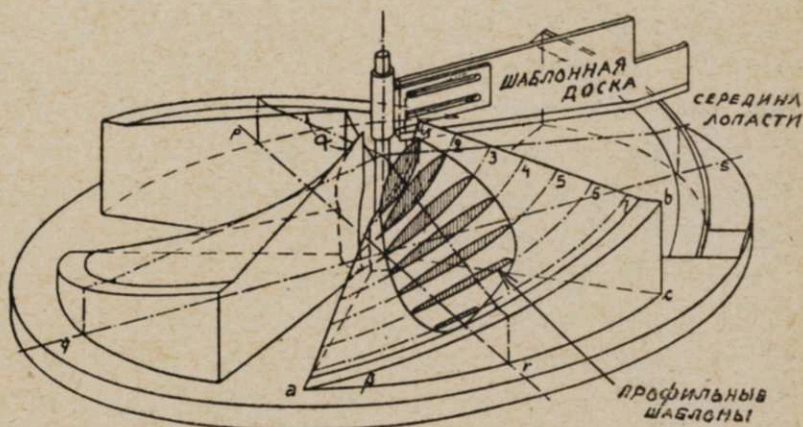
равен 714 мм (см. фиг. 105 и 106). По треугольнику фиг. 106 изготавливается деревянный шаблон с внутренним радиусом = 1650 мм (соответственно диаметру 3300 мм), на котором середина лопасти отмечается посредством зарубки.



Фиг. 106. Развернутая винтовая линия.

Формовка винта начинается на основной плите, достаточно прочной для выдерживания тяжести всей формы, которая устанавливается по ватерпасу. После выкладки одного или двух рядов кирпича, шаблон шага укрепляется на основной плите таким образом, чтобы зарубка на нем пришлась против средней линии будущей лопасти и так, чтобы расстояние от внутренней кромки его до оси формы составило в данном случае 1650 мм. Нижняя кромка вращающегося шаблона образует с осью шпинделя упомянутый ранее угол α и когда он при вращении движется по верх-

ней, обитой железом, кромке шагового шаблона, он воспроизводит требуемую винтовую поверхность. Втулка вращающегося шаблона сидит на шпинделе свободно, благодаря чему она может скользить по нему вверх и вниз. Шаблон с втулкой могут быть также выбалансированы помощью противовеса.



Фиг. 107. Формовка гребного винта.

Сначала готовят для каждой лопасти отлогую подушку так, чтобы верхняя поверхность ее по возможности следовала винтовой поверхности. Внутренняя часть подушки заполняется коксом для обеспечения достаточного выхода для газов. После этого подушка покрывается слоем глины, которой и придается окончательная форма посредством вращающегося шаблона. На рабочей кромке шаблона имеется несколько штифтов, которые оставляют на винтовой поверхности ряд окружностей (на фиг. 107 они обозначены цифрами 1—7). Затем, пользуясь зарубкой на шаговом шаблоне, наносят на винтовую поверхность среднюю линию лопасти. Нанесенные таким образом риски (1—7 на фиг. 107 и средняя линия лопасти) соответствуют тем линиям, которые всегда должны быть на рабочем чертеже винта.

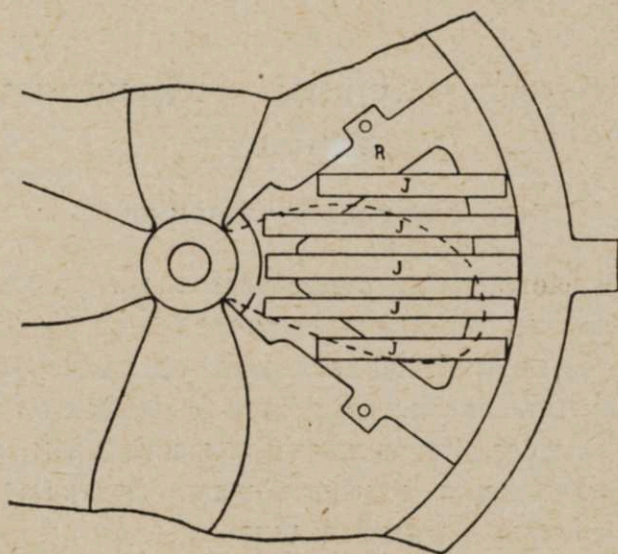
После того, как подушки всех лопастей подготовлены и обработаны вращающимся шаблоном, вся нижняя часть формы слегка просушивается. Затем на риски 1—7 ставятся деревянные или железные шаблоны, форма которых соответствует поперечным сечениям лопасти на соответствующих расстояниях от оси винта. Поперечное сечение лопасти, как известно, не одинаково по всей ее длине и изменяется так, как показано на фиг. 107. Промежутки между шаблонами поперечных сечений заполняются жирной формовочной землей, благодаря чему получается песчаная форма, точно соответствующая внешнему виду и размерам лопасти.

Верхняя часть формы выполняется обычно из нескольких частей, а именно, отдельно для каждой лопасти, и отдельно для втулки. Для формовки лопастей на уже выполненные песчаные модели их накладывается слой мелко просеянной глины. В этот слой вжимается каркас, представляющий собою чугунную рамку *R* (фиг. 108), которая имеет на нижней стороне шипы для лучшего удерживания глины, а также ушки для прикрепления рымов. На верхнюю сторону этой рамки, предварительно смоченной глинистой водой, накладываются параллельно друг другу чугунные стержни *I*, которые направляются прилитыми к верхней стороне рамки выступами и прочно скрепляются железной проволокой.

Формовка после этого производится таким образом, что кирпичи ставятся на стержни на ребро, вследствие чего форма получает высоту около 300 мм. Неровности, получающиеся по бокам формы, заравниваются глиной, благодаря чему одновременно достигается и связывание формы. После того как форма несколько схватится, в ней вырезают V-образные выемки, которые в дальнейшем служат направляющими при сборке всей формы.

Верхние части формы после этого снимаются, песчаные модели лопастей удаляются, и все части формы заглаживаются, просушиваются и покрываются формовыми чернилами.

Втулка винта формируется по модели, разделенной на две части плоскостью, перпендикулярной к ее оси и имеющей отверстие, которым она одевается на шпindelь шаблона. Нижняя половинка модели формируется в нижней части



Фиг. 108. Формовка верхних частей формы.

формы, а верхняя—в отдельной части формы. После того, как все части формы покрыты чернилами, производится ее сборка, при чем она стягивается помощью толстого железного кольца, которое накладывается на верхние части формы и имеет такие размеры, что охватывает собою все верхние части. Кольцо связывается с основной плитой посредством длинных болтов.

Литник помещается на втулке.

ФОРМОВОЧНЫЕ МАШИНЫ И МАШИННАЯ ФОРМОВКА.

Формовочные машины.

Формовка в машинах производится всегда при помощи моделей, при чем в качестве формовочного материала применяется всегда песок. Машинная формовка применяется, главным образом, для сравнительно простых предметов, в особенности, когда их требуется изготовлять в большом количестве. Однако, в некоторых машинах могут формоваться также предметы довольно сложной формы.

По назначению формовочных машин можно различать два рода их, а именно, машины, лишь отделяющие модель от опоки, и машины, которые производят также и уплотнение песка вокруг модели.

Отделение модели от опоки вручную требует большой осторожности и немалой ловкости, в особенности, когда дело касается высоких и более сложных моделей, так как при этом легко повредить форму. При ручной формовке часто имеют место также случаи, когда в форме необходимо делать, иногда значительные, подправки в тех местах, в которых модель не отделилась от песка, или когда контуры формы деформируются вследствие неправильной съемки.

Когда отделение модели от формы производится механически, создается то преимущество, что получается совершенно равномерный и вертикальный подъем, благодаря чему форма не повреждается, и таким образом отпадает большая

часть отнимающей много времени дополнительной работы; вместе с тем для выполнения работы требуется значительно меньшая сноровка и является возможность применения менее квалифицированной рабочей силы.

Формовочные машины, которые производят также и уплотнение или уграбцовывание песка вокруг модели, имеют то преимущество, что эта работа выполняется ими значительно быстрее, чем от руки.

По способу привода формовочные машины могут быть подразделены на машины с ручным приводом, гидравлические, пневматические и с обычным механическим приводом от мотора или от ременной передачи, из которых первые три являются наиболее часто применяемыми.

Отделение формы от модели может производиться, главным образом, двумя способами, а именно:

1) обыкновенным подъемом, при котором опока или модель поднимается вверх, или, соответственно, вытаскивается книзу;

2) так называемым протаскиванием, при котором модель полностью или частично протаскивается вниз через находящуюся под ней так называемую сквозную модельную доску, назначение которой состоит в том, чтобы удерживать песок формы при вынимании из нее модели.

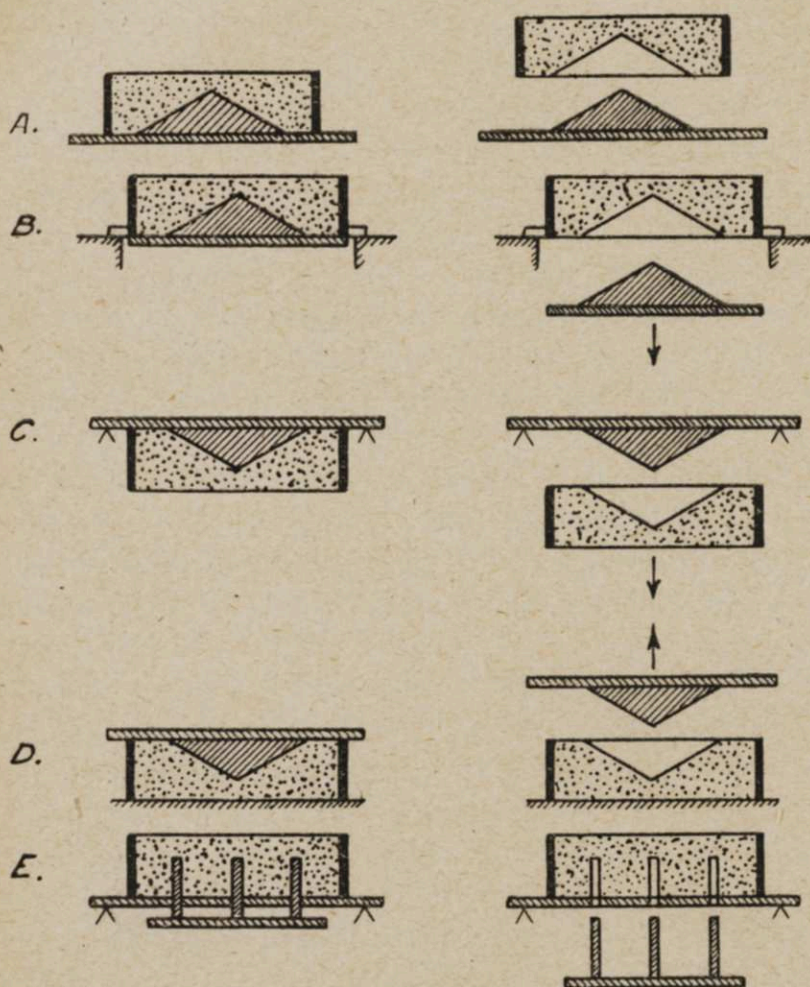
По способу уплотнения песка вокруг модели формовочные машины можно подразделить на:

- 1) формовочные машины с прессованием;
- 2) формовочные машины, работающие сотрясением.

К этим двум главным категориям машин можно присоединить еще две, а именно:

- 3) формовочные машины, уплотняющие песок собственным его весом;
- 4) формовочные машины с забрасыванием песка.

Различные способы отделения модели от формы показаны на фиг. 109.



Фиг. 109. Схемы различных способов отделения моделей от форм в формовочных машинах.

А) Модельная доска остается на месте, а опока снимается вверх.

В) Опока остается на месте, а модельная доска опускается книзу.

С) Модельная доска остается на месте, а опока опускается книзу.

Д) Опока остается на месте, а модель снимается кверху.

Е) Сквозная доска и опока остаются на месте, а модельная доска вытаскивается книзу через сквозную доску.

Способы отделения модели от формы согласно *А* и *В* неудобны, так как песок в опоке остается «висеть», т.-е. висит отформованная поверхность, вследствие чего случайно ослабленные части формы могут выпасть на модельную доску. Если, наоборот, работа происходит согласно *С* и *Д*, то ослабленные части формы остаются лежать в опоке, где они обычно остаются на своих местах и могут быть временно скреплены с остальной формой смачиванием их водой помощью кисти, или же укреплены штифтами. В случае *А* и *В* собственный вес песка действует в направлении ослабления формы, в то время как в случаях *С* и *Д* форма покоится на опоре-подставке. Способы *С* и *Д* имеют поэтому то преимущество, что при применении их можно формовать значительно более высокие модели и им не нужно придавать такой большой коничности, т.-е. делать стороны их с сильным уклоном. По способу *А* производится поднимание опоки в простых формовочных машинах с подъемом, а по способу *С*—ее опускание в формовочных машинах с опрокидывающимся столом.

По способу *Е* производится вытаскивание модели из опоки в так назыв. формовочных машинах с сквозной доской. Контур вырезов в сквозной доске строго соответствует контуру модели (иногда особо выступающим частям последней), благодаря чему песок совершенно не имеет возможности пройти сквозь доску. По этой причине в этих машинах можно формовать модели без коничности и с тонкими высоко выступающими частями. Недостаток машин этого типа состоит в том, что как модели, так и сквозные доски должны быть выполнены с достаточно большой точ-

постью, что довольно значительно повышает стоимость этих машин, в виду чего они оправдываются только при большом количестве формовок по одной и той же модели.

Наиболее обычным типом машин в Швеции являются ручные формовочные машины. Машины для гидравлического давления получили весьма незначительное распространение, в то время как пневматические, наоборот, очень большое. Недостатки гидравлических формовочных машин состоят в том, что их нельзя сделать переносными, так как воду нужно подводить посредством постоянного трубопровода, что вода может зимой легко замерзнуть и вызвать этим повреждения, а также, что устройство, требующееся для получения давления воды, имеет большие размеры, дорого в приобретении и не может служить какой-либо другой цели в литейной.

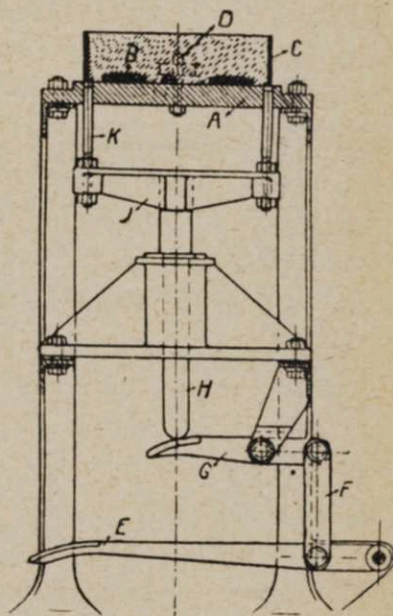
Этих недостатков не имеют пневматические машины, так как воздух может подводиться переносными гибкими шлангами и, кроме того, он может применяться для большого числа других машин и инструмента, как, например, машин для просеивания песка, подъемных устройств, пневматических молотков и т. п.

Для многих работ возможность переноса машин является большим преимуществом, так как готовые формы могут занимать большую площадь литейной и должны поэтому, если машина стационарная, переноситься от нее на большие расстояния.

При машинной формовке обе половинки формы выполняются отдельно, часто на различных машинах. По этой причине для верхней и нижней опоки должны применяться различные модели или, вернее, части модели. Эти модельные части или половинки модели монтируются на модельной доске, которая устанавливается в машине. Часто на одной и той же модельной доске ставится несколько половинок моделей, если, конечно, величина предмета это позволяет, при чем доска имеет также возвышения для литников.

Формовочные машины для отделения модели от формы.

Простые формовочные машины с подъемом. На фиг. 110 показан простейший тип этой машины. Она предназначена для ручного привода и состоит из опирающегося на стойки стола *A*, на который ставится опока *C* над модельной доской или половинкой модели *B* так, чтобы опока своими кромками пришлась над четырьмя выталкивателями *K*, проходящими сквозь стол, под которым они прикреплены к поперечине *J*, получающей вертикальное перемещение от педали *E* через систему рычагов *EFG*. Движение поперечины направляется, помимо выталкивателей, еще прикрепленным к стойкам чугунным кронштейном, сквозь отверстие которого проходит направляющий стержень, скрепленный с поперечной.



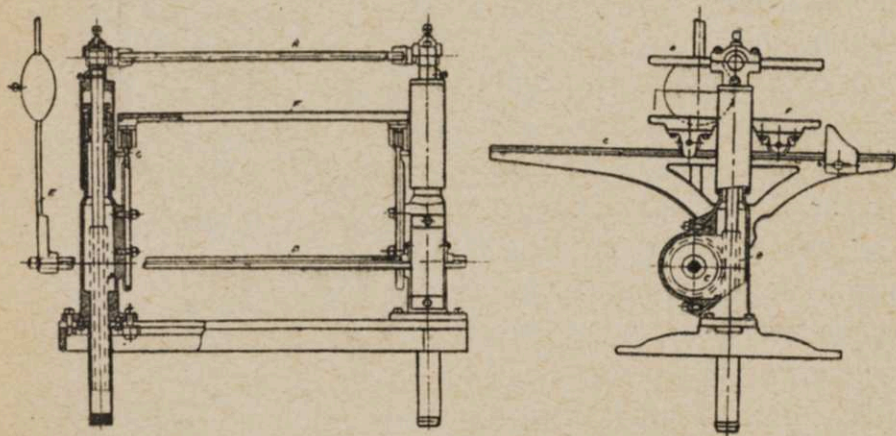
Фиг. 110. Простая формовочная машина с подъемом опоки.

После утрамбовывания песка в опоке, последняя помощью указанного подъемного устройства снимается со стола, при чем половинка модели остается на последнем. Для выполнения полной модели применяются две машины (если форма не вполне симметрична), так как смена половинок модели на столе заняла бы слишком много времени. Эти машины применяются для формовки небольших простых предметов, которые легко отделяются от песка.

Формовочные машины с подъемом опок и с поворотным столом. Наиболее обычной в Швеции

формовочной машиной является машина с поворотным столом, показанная на фиг. 111.

Машина состоит из двух установленных на общей плите колонок, поддерживающих поворотный стол *A*, который может подниматься и опускаться посредством двух проходящих сквозь колонки шпинделей, сцепляющихся своими рейками с двумя колесами *C*. Эти колеса сидят на шпонках на общем горизонтальном валу *D*, на одном конце которого



Фиг. 111. Формовочная машина с подъемом опоки и с поворотным столом завода Чепинг.

насажен рычаг *E*, производящий таким образом подъем и опускание стола. Для принятия опоки после ее утрамбовывания на машине имеется установленная на четырех колесах плита или платформа *F*, которую можно подкатить под поворотную доску. Вагонетка движется по двум рельсам *G*, прикрепленным к колонкам машины. Вес поворотной доски и формы уравнивается помещенным на рычаге грузом.

На каждой стороне поворотной доски, закрепляемой в своем положении помощью имеющих в его подшипниках болтов, прикрепляется своя половинка модели. После утрамбовывания вручную прикрепленной к верхней поверхности доски опоки доска вместе с опокою переворачивается,

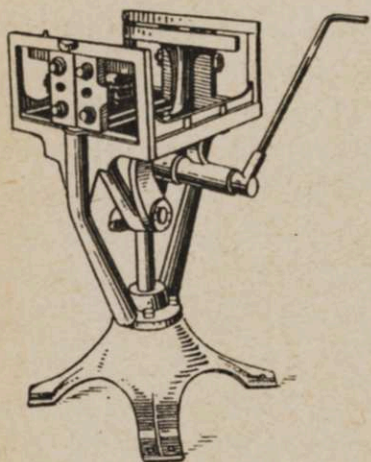
вагонетка *Е* подкатывается под опоку и доска помощью рычага вновь опускается, при чем опока садится на плиту вагонетки. После этого опока освобождается от стола, который снова поднимают помощью рычага и при этом модель вытаскивается из готовой формы. Другая половина опоки формируется тем же путем над находящейся теперь на верхней стороне другой половинкой модели.

Описанная выше машина представляет собой основной тип так назыв. «формовочных машин с поворотным столом», имеющих то преимущество, что на одной и той же машине могут быть отформованы обе половины формы. Машина пригодна как для формовки очень тонких, так и сравнительно высоких моделей не постоянной формы, почему ее можно рассматривать, как более простую универсальную формовочную машину.

Формовочные машины с сквозной модельной доской. Наиболее обычным типом этих машин является машина, применяющаяся для формовки ребристых труб или подобных предметов. Машина имеет форму ящика, внутри которого помещается подвижной в вертикальном направлении стол, движение которого производится помощью рычажного механизма (или помощью поршня). Половинка модели состоит из двух частей, из которых одна, образующая тело трубы, прикреплена к привинченной к верхней части станины сквозной модельной доске, в то время как другая, образующая самые ребра, установлена на подвижном столе, так что ребра могут быть вытащены сквозь основное тело трубы, которое так же, как сквозная доска, должно быть снабжено для этой цели соответствующими выемками. Подвижной стол расположен под сквозной модельной доской и поэтому ребра на модели должны быть выполнены выше, чем они должны были бы быть в действительности, на величину, соответствующую толщине основной модельной доски, сквозь которую они также должны проходить.

На фиг. 112 представлена формовочная машина с сквозной модельной доской типа Pridmore'a (по имени конструктора, Henry E. Pridmore).

Сквозная доска, которая при формовке, например, небольшого зубчатого колеса должна быть вырезана точно по контуру зубцов колеса, помещается на раме, укрепленной в верх-



Фиг. 112. Формовочная машина с сквозной модельной доской типа Pridmore'a.

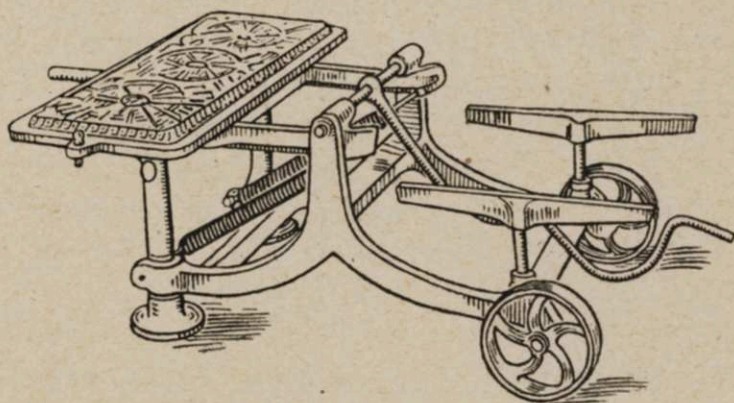
ней части машины, в то время как собственно модельная доска прикрепляется к подвижной части машины. опока ставится на сквозной доске.

Модели выполняются обычно из бронзы, а сквозные доски—из стальных листов. Ход работы настолько прост, что он не требует особого описания.

Простые формовочные машины с перекидным столом. Машины с перекидным столом, можно сказать, составляют особую группу формовочных машин. Одна из наиболее простых

конструкций этих машин, специально применяемая для печных приборов и т. п., т.-е. для более плоских предметов, показана на фиг. 113. Машина состоит из станины, имеющей четыре ответвления для образования ножек и две стойки для горизонтального вала, к которому в виде петли подвешена рама. Последняя уравновешена при помощи двух спиральных пружин, чем облегчается перекидывание рамы. В четырех ножках устроены вертикальные опоры для поддерживания рамы. В начале работы она находится на опорах с левой стороны машины. опока ставится на модельную доску, набивается песком и накрывается деревянной доской, после чего рама посредством скрепов и длин-

ного изогнутого стержня из круглого железа, который виден на фигуре, скрепляется с модельной доской и опокой, и все вместе переворачивается на правую сторону. Опоры на этой стороне подвижные, благодаря чему их можно устанавливать соответственно глубине опоки и толщине доски. После освобождения скреплений модель поднимается кверху, при чем она, оставаясь скрепленной с рамой и направляемая ею, припудривается и снова прессуется в песок (для полу-



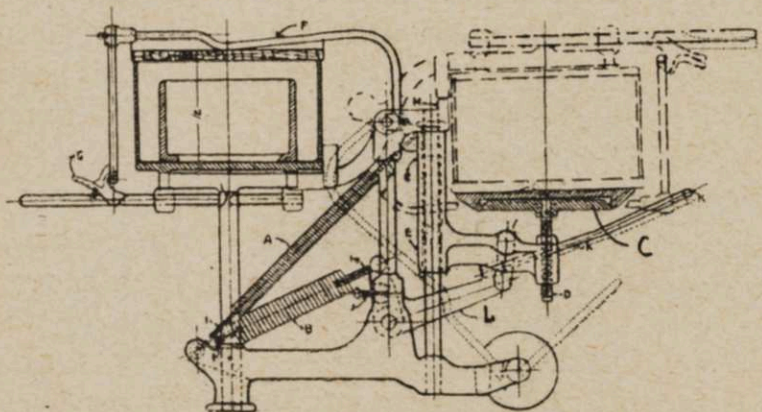
Фиг. 113. Простая формовочная машина с перекидным столом.

чения более красивой поверхности на отливке). После этого рама перекидывается обратно на левую сторону.

Здесь, таким образом, прессование песка и вынимание модели происходит, до некоторой степени, вручную, но в то же время вся работа производится с большей быстротой и точностью, чем при ручной формовке, при чем работа может выполняться менее опытным формовщиком.

Формовочная машина с перекидным столом и вытаскивателем книзу. Конструкция этой машины (фиг. 114) в основном сходна с предыдущей. Основное различие состоит в том, что опора с правой стороны—подвижная в вертикальном направлении, благодаря чему опока, после перекидывания, может быть отделена от модельной

доски опусканием вниз. При этом модельная доска остается в своем положении. Здесь может применяться также сквозная доска, но это бывает необходимо только в случае очень сложных моделей, когда форма при вытаскивании вниз не свешивается, и на нее, таким образом, не влияет ее собственный вес. Благодаря такому устройству, машина удобна



Фиг. 114. Формовочная машина с перекидным столом и вытаскивателем книзу.

для высоких моделей и, во многих случаях, может заменить машину с сквозной модельной доской, без необходимости затрачивать средства на изготовление этих дорогих досок.

Устройство для опускания состоит из двух рукавов *E*, движущихся вверх и вниз по двум колонкам, а также двух устанавливаемых опор *C* для опоки. Последние соединены с подъемными рукавами посредством винтов, устанавливающих высоту опор в зависимости от глубины опоки и толщины доски. Стопорные винты *J* служат для ограничения хода вверх рукавов *E* (см. фиг. 114).

Вес опоки и модели уравнивается спиральными пружинами *B*, действующими на рычаги *L*, принимающие на себя этот вес. Натяжение пружин можно регулировать в зависимости от веса опок. Зажимной стержень *F*, который

может устанавливаться в зависимости от высоты и ширины опоки, сконструирован таким образом, что прикрепление доски и опоки к перекидной раме производится в один прием. Скрепление происходит посредством крючка *G*. Пружины *A* предусмотрены для облегчения перекидывания. Вращение опоки вправо ограничивается упором *H*, благодаря чему модельная доска останавливается в точном положении при опускании опоки. Последнее производится нажимом на рычаг *K*.

Модели могут применяться как деревянные, так и металлические. Работа разбивается на следующие операции.

Опока ставится на модельную доску, заполняется песком, утрамбовывается, сверху кладется деревянная доска, все вместе скрепляется и переворачивается на правую сторону, скрепления освобождаются, форма вытаскивается книзу, модельная доска переворачивается обратно на левую сторону, форма снова поднимается в верхнее положение и снимается.

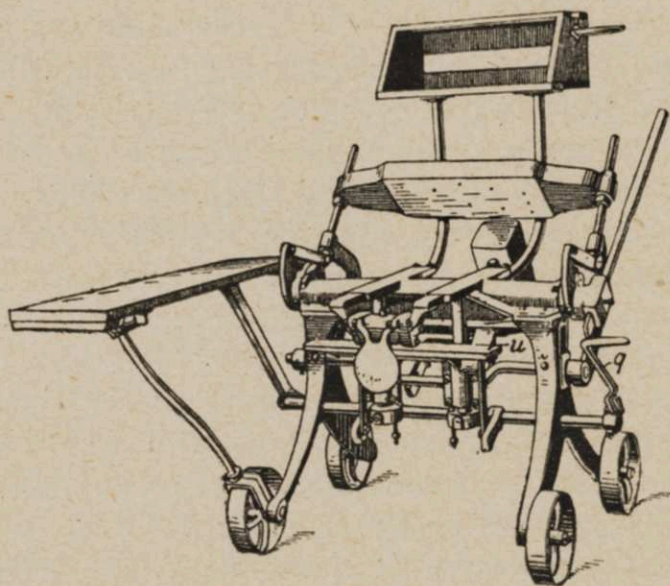
В новейших конструкциях обе опоры с правой стороны заменены столом, имеющим в своих четырех углах вертикальные пружинящие втулки, которые, как только они установились по деревянной доске, закрепляются в своем положении движением одного, общего для всех втулок, рычага. Благодаря такому устройству установка не зависит от неровностей доски или опоки, и форма, при вытаскивании, получает всегда правильное горизонтальное положение.

Формовочные машины с прессованием песка.

Описанные выше формовочные машины первоначально были сконструированы для отделения модели от песка, а впоследствии их стали комбинировать с устройствами для прессования песка. С другой стороны, имеется ряд конструкций, первоначальное назначение которых состояло в прессовании или утрамбовывании песка, но также и из них возникли другие типы, в результате снабжения их устройствами для снятия форм.

Простые формовочные машины с прессованием.

Наиболее простые машины для одностороннего прессования песка представляют так назыв. формовочные прессы Адамса. Подобный формовочный пресс, снабженный при-



Фиг. 115. Формовочный пресс типа Адамса с устройством для снятия формы.

способлением для снятия опоки, показан на фиг. 115. Конструкция машины, впрочем, остается той же и при отсутствии приспособления для снятия.

Стол, на котором устанавливаются модельная доска и опока, имеет форму буквы Н и поддерживается четырьмя ножками, снабженными колесами для транспортирования машины. Прессовка производится вручную посредством плиты, которая прижимается к форме помощью рычага. Несмотря на то, что это устройство довольно сложное, требуется всего лишь одна рукоятка для передвижения стоящей наклонно

плиты в правильное положение и для прессования формы. При первом движении вперед рукоятки болты, поддерживающие плиту, ставятся в вертикальное положение. Так как дальнейшему продвижению их вперед препятствуют два бугеля, скользящие по соответствующим роликам, укрепленным в станине машины, все должно двигаться в вертикальном направлении вниз, при чем направление дают бугеля, нижние концы которых укреплены в салазках, расположенных в ножках машины. Вес плиты и проч. уравниваются помощью противовеса на задней стороне машины, при чем этот вес помощью рычага и изогнутой оси, укрепленной между упомянутыми двумя салазками машины, действует на салазки (см. фиг. 115). Во время заполнения опоки песком плита откинута назад и, таким образом, не препятствует производству работы. Механизм устроен так, что когда начинается прессование формы, рычаг расположен почти горизонтально, благодаря чему рабочий имеет возможность увеличить давление на рычаг тяжестью собственного тела.

Машина применяется, главным образом, для небольших предметов и работа на ней весьма сходна с обычной ручной формовкой. Устройство модели весьма простое, в виду чего машинная формовка оправдывается здесь при небольшом количестве отливок. При формовке применяются так назыв. шарнирные опоки, показанные и описанные на стр. 111.

Более простые машины без устройства для снятия формы получили весьма большое распространение. Показанная на фигуре машина с устройством для снятия формы применяется реже. Устройство для снятия состоит из двух горизонтальных полос U , которые при вращении рукоятки q могут передвигаться вертикально вверх и вниз. Показанный с левой стороны фигуры стол предназначен для инструмента. Ящик наверху машины служит в качестве помещения для песка.

Пневматические формовочные машины с прессованием.

Разница между описанными выше формовочными прессами без устройства для снятия форм и пневматическими формовочными прессами весьма не велика. Такие машины, по своему внешнему виду очень сходные с первыми, также встречаются. Рычажный механизм заменен в них воздушным цилиндром с поршнем, помещенным в нижней части машины на литой поперечной балке между боковыми частями станины. При прессовании опока движется, таким образом, вверх по направлению к прессовальной плите, а не плита по направлению к опоке вниз, как в вышеописанных конструкциях. Эти машины, обычно, также изготавливаются на колесах, т.-е. переносными.

Некоторые из относящихся к этой группе машин выполняются с регулируемыми вентилями для воздуха. Они сконструированы таким образом, что приток воздуха прекращается и он выпускается из цилиндра, как только давление в нем достигло определенного максимума. При формовке нескольких совершенно одинаковых форм вентиль требуется отрегулировать лишь один раз, чтобы во всех формах песок получил совершенно одинаковую плотность. Вентиль можно устанавливать на давление от 1 до 7 кг на кв. см.

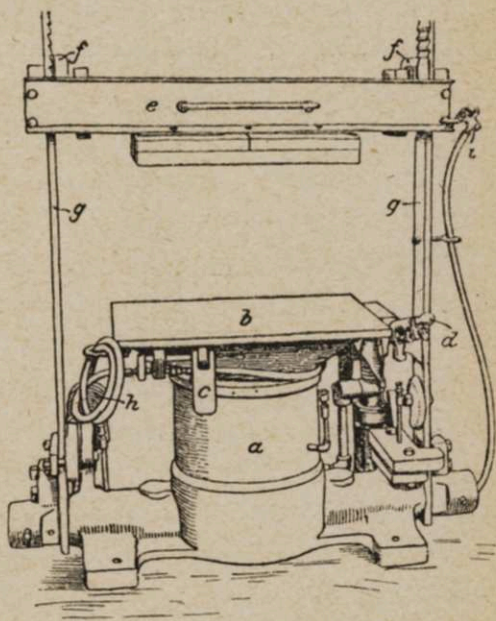
Простой стационарный пневматический формовочный пресс показан на фиг. 116. Машина состоит из вертикального воздушного цилиндра *a*, к поршню которого прикреплена плита *b*, на которой устанавливаются модельная доска и опока. Впуск воздуха для поднимания и опускания поршня регулируется рукояткой *d*. Давление прессования воспринимается балкой *e*, которая устанавливается по высоте и может быть отодвинута назад, когда она не применяется. Балка закрепляется в своем установленном положении посредством зубчатых закладок *f*, которые прочно заклини-

ваются и своими зубцами входят в такие же зубцы на колонках *г*. Вес уравнивается спиральной пружиной *h*, благодаря чему для передвижения балки вперед требуется весьма незначительное усилие. Машина имеет воздушный кран для обдувания воздухом модельной плиты и стола, а также вибратор для сотрясения модели перед снятием формы. Этот вибратор пускается в ход посредством нажима коленом на плитку *с*.

Простые пневматические формовочные машины, работающие сотрясением. Недостаток всех формовочных машин, в которых уплотнение песка вокруг модели производится вышеописанным способом прессования,

заключается в том, что песок над более выступающими частями модели получает большую плотность, в результате чего отливка не выходит точной, так как менее плотные части формы «сдают» при заливке больше, чем более плотные. Это обстоятельство имеет очень большое значение, между прочим, в тех случаях, когда отливка должна обрабатываться, так как невозможно выдержать точные размеры и поэтому нужно считаться с большими размерами отливки, чем это, при иных условиях, было бы необходимо.

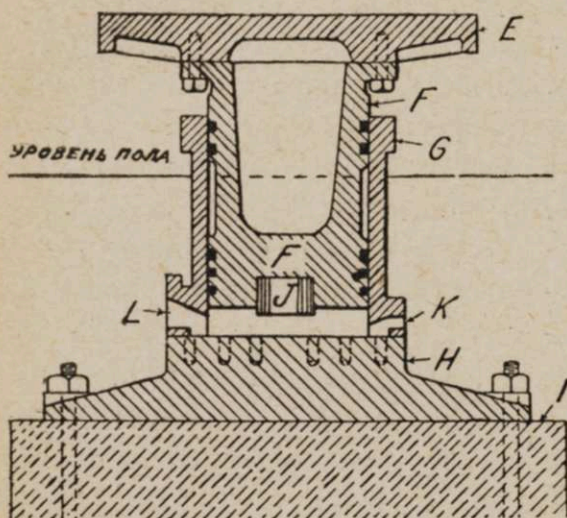
Этот недостаток устраняется полностью, когда уплотнение формы производится в машинах, работающих сотрясением, в которых уплотнение песка получается вследствие



Фиг. 116. Простой пневматический формовочный пресс.

непрерывно следующих друг за другом встряхиваний песка, так же, как производится встряхивание семян в каком-нибудь мерном сосуде для вмещения в нем возможно большего количества их.

На фиг. 117 показана в разрезе пневматическая формовочная машина, работающая сотрясением.



Фиг. 117. Простая формовочная машина, работающая сотрясением.

Наиболее существенными частями машины являются: стол *E*, на котором устанавливается модельная доска и на ней опока, поршень *F*, цилиндр *G* и основание *H*. Фундамент *I* выполняется обычно из бетона, или же он выкладывается из толстых деревянных брусков для смягчения ударов машины и предупреждения слишком сильной вибрации пола.

В этой машине сотрясение получается от удара стального стержня *I* по основанию *H*. В некоторых машинах сотрясение получается от удара стола о верхнюю часть цилиндра.

Высота удара в различных машинах меняется от 20 до 60 мм и обычно регулируется, так что она может быть увеличена, если песку требуется придать большую плотность. Число ударов соответствует 100—160 в минуту. Машины работают с давлением воздуха от 4 до 7 атмосфер и набивают форму в течение ≈ 30 секунд. Величина их меняется в широких пределах, а именно, они строятся для подъемной силы от нескольких килограммов до 20 тонн и выше. Самые

большие машины могут, таким образом, утряхивать форму, которая, считая опоку, модель и требуемое количество песка, имеет этот вес.

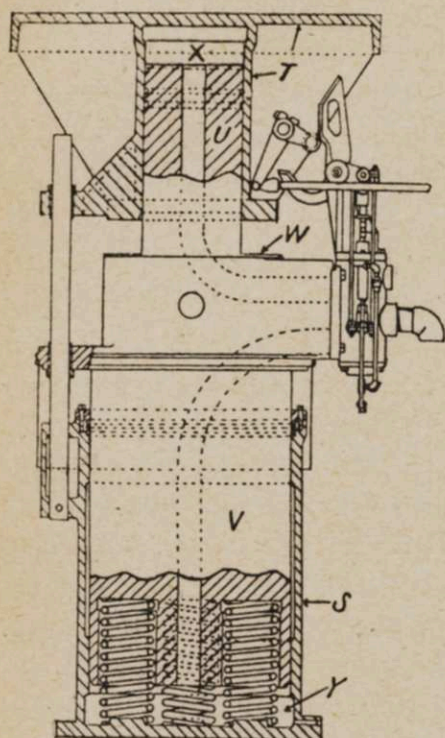
Чтобы несколько смягчить удары машины при ее работе, их в настоящее время конструируют так, чтобы наиболее сильные удары воспринимались воздушной подушкой в цилиндре, сила сопротивления которой может регулироваться. Это имеет следствием также и то, что удары делаются более эластичными и работоспособность машины увеличивается.

Часть машин имеет впускной канал для воздуха K и выпускной L , как показано на фиг. 117. В более новых конструкциях имеется только один канал для воздуха, который является как впускным, так и выпускным. При этом вход воздуха закрывается автоматически посредством вентиля, прежде чем откроется выпуск.

Безударные формовочные машины, работающие сотрясением. Описанный выше простой тип машин, работающих сотрясением, имеет, однако, тот недостаток, что удары, несмотря на воздушную подушку, производят сильную вибрацию пола, которая может причинить повреждения в готовых формах, расположенных вблизи машины, а также вредно влиять на постройку или другие машины.

Для устранения этого сконструированы так назыв. безударные машины, работающие сотрясением. Распространению ударов в фундаменте, который при этих машинах может быть сравнительно небольшим, препятствует отчасти применение в основании машины сильных спиральных пружин (см. фиг. 118), отчасти применение сжатого воздуха. Сотрясение осуществляется здесь движением вниз и вверх над поршнем U стола, представляющего с цилиндром T одно целое. Стол при падении ударяется о верхнюю поверхность W поршня V , работающего в цилиндре S . Когда сжатый воздух впускается в цилиндр T и заполняет пространство X , весь вес аппарата, за исключением цилиндра S , восприни-

маются пружинами под нижним поршнем, которые вследствие этого напрягаются. Когда воздух выпускается и стол, таким образом, падает вниз, общий вес уменьшается на величину веса стола, и пружины выпрямляются. В начале этого дви-



Фиг. 118. Безударная формовочная машина, работающая сотрясением.

жения нагруженный стол падает вниз с силой, равной той, которая движет остальной вес кверху, благодаря чему на фундамент не передается почти никакого удара.

Простые формовочные машины, работающие сотрясением, с приводом от электромотора. Ясно, что возвратные движения стола в первых описанных машинах, работающих сотрясением, могут получаться, вместо применения сжатого воздуха, непосредственно от обычного механического привода. Такие машины, непосредственно соединенные с электромоторами, имеют, по сравнению с работающими

сжатым воздухом, преимущество меньшей стоимости эксплуатации. Конструкция самих машин в обоих случаях одинакова, за исключением цилиндра, который в машинах, приводимых в движение мотором, имеет значительно больший диаметр и служит, главным образом, для направления поршня. Увеличением диаметра цилиндра достигается то, что сотрясение лучше распределяется по всему столу.

Передача от электромотора к машине происходит посредством червяка и червячного колеса, благодаря чему на приводном валу получается скорость в 175 оборотов в минуту. Передача может быть включена или выключена посредством фрикционной муфты, управляемой помощью рычага. На другом конце приводного вала, который доходит до середины машины, насажена эксцентричная шайба, действующая на ролик, укрепленный на одном конце рычага, другой конец которого посредством серег соединен с поршнем машины и поднимает его.

Формовочные машины, работающие сотрясением, имеют более разностороннюю область применения, чем большинство других формовочных машин. Они удобны также в тех случаях, когда по одной и той же модели требуется изготовить небольшое число форм, так как устройство моделей лишь незначительно отличается от применяемых при ручной формовке. Можно пользоваться также и деревянными моделями.

Набивка происходит в этих машинах очень быстро, что имеет особенно большое значение в тех случаях, когда вопрос идет о больших формах, на набивку которых может иначе потребоваться несколько часов работы.

Комбинированные формовочные машины.

Описанные выше машины представляют собою наиболее важные основные типы применяющихся в настоящее время формовочных машин. Из этих основных типов развилось большое количество разных комбинаций их. Для описания всех встречающихся конструкций потребовался бы целый том. В этом, однако, нет и необходимости, так как все они происходят от рассмотренных выше простых типов.

Наиболее важными комбинациями являются следующие:

1. Формовочные машины с опускающимся или поднимающимся столом и с устройством для прессования.

2. Формовочные машины с поворотным столом и с устройством для прессования.

3. Формовочные машины с поворотным столом, работающие сотрясением.

4. Формовочные машины с сквозной модельной доской и с устройством для прессования.

5. Формовочные машины с перекидным столом, работающие сотрясением, с вытаскиванием книзу и с сквозной модельной доской, или без нее.

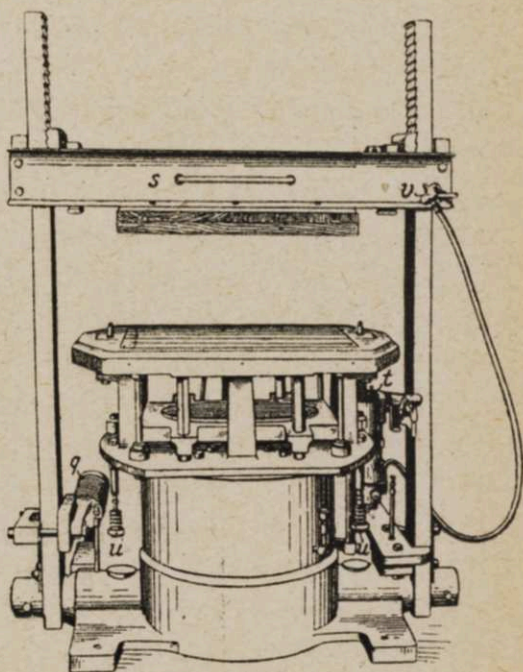
В некоторых случаях эти обозначения с полным основанием могут быть переставлены, так, например, пункт 1 может быть изменен на формовочные прессы с поднимающимся или опускающимся столом, когда прессовочное устройство было первоначальным в машине, и когда оно, естественно, оставило на всей конструкции свои характерные особенности. Далее, устройства для прессования, а также устройства для подъема стола, могут быть выполнены для ручного привода, или для работы сжатым воздухом или гидравлическим давлением. Устройства же для сотрясения выполняются в этих машинах всегда для работы сжатым воздухом.

В дальнейшем будет приведено лишь несколько примеров таких комбинированных машин. Обозначение «формовочная машина с подъемным столом» применяется здесь, во многих случаях, также и тогда, когда модель или опока вытаскивается книзу, вместо подъема их вверх.

Формовочные машины с подъемным столом и с гидравлическим устройством для прессования. Описанные на стр. 182 простые машины с подъемным столом выполняются также с устройством для прессования песка в опоке посредством гидравлического давления. Они работают приблизительно тем же способом, как и описываемые ниже гидравлические формовочные машины с поворотным столом, но этот тип машин уже не является совре-

менным и представляет поэтому небольшой интерес. Машина имеет в этом случае прочную станину, с помещенным в ней гидравлическим цилиндром, и в верхней части снабжена поперечной балкой, к которой прижимается форма. Подъем стола производится четырьмя выталкивателями, так же, как и в упомянутой машине.

Формовочный пресс с вытаскиванием книзу, для работы сжатым воздухом. Формовочная машина этого типа показана на фиг. 119 и 120. Балка *S* может быть откинута назад и уравновешивается помощью пружины *q*. Высота подъема может в известных пределах регулироваться при помощи устройства *U*.

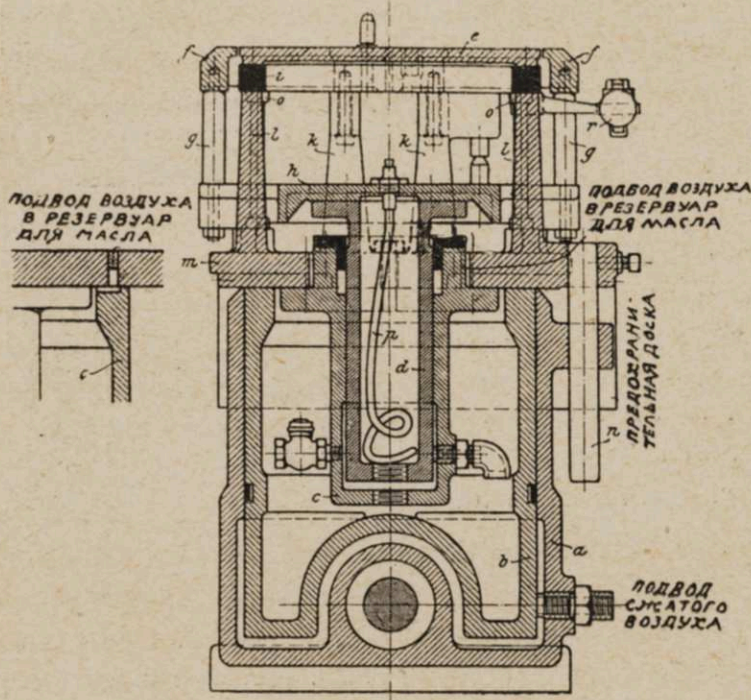


Фиг. 119. Формовочный пресс с устройством для вытаскивания книзу для работы сжатым воздухом.

Устройство для прессования и подъема, показанное на фиг. 120, состоит из наружного цилиндра *a* с поршнем *b* и внутреннего цилиндра *c* с поршнем *d*. Формовочный стол состоит из двух частей, а именно: внутренней плиты *e*, служащей для установки модельной доски, и наружной рамки *f*—для установки опоки. Рамка посредством четырех колонок *g* соединена с верхней плитой *h* меньшего поршня, в то время как плита *e*, вместе с чугунной рамкой *i*, прикреплена к четырем колонкам *k*, которые так же, как и боковые стойки *l*, составляют одно целое с крышкой *m* боль-

шего поршня, которая направляется круглым стержнем *n* на наружной стороне воздушного цилиндра. Для еще лучшего скрепления между собой *i* и *m* имеются дополнительные кованые колонки *o*.

Меньший цилиндр с прикреплен болтами к крышке *m* большего цилиндра и движется, таким образом, вместе с нею,



Фиг. 120. Разрез цилиндров и стола.

благодаря чему взаимное положение плиты *e* и рамки *f* при производстве прессования не меняется. Меньший поршень *d*—пустотелый и заполнен маслом. Вверху он снабжен горелкой с фитилем *p*, которая служит для подогревания модельной доски для уменьшения приставания к ней песка. Машина имеет, кроме того, вибратор *г* для сотрясения модельной доски при ее вытаскивании.

Когда воздух впускается в наружный цилиндр, наружная рамка *f* и внутренняя плита *e* поднимаются, и при этом

происходит прессование формы. Когда воздух выпускается, поршень *b* вместе с плитой *e* опускается, при чем одновременно воздух впускается в вибратор и меньший цилиндр *d*, который, таким образом, удерживает рамку *f* с опокой в верхнем положении. Этим способом модельная доска вытаскивается из формы. Вибрация модельной доски производится несколько ранее, а также и во время самого вытаскивания ее из формы. Когда приток воздуха совершенно прекращают, меньший поршень с рамкой *f* также возвращается в нижнее положение.

Большой поршень *b* служит в качестве масляного резервуара для меньшего цилиндра. Находящееся в этом поршне масло служит передатчиком давления воздуха, чем достигается более ровный ход. Для этой цели в стенке меньшего цилиндра имеется отверстие. Во внутреннюю часть большого поршня воздух входит через отверстие в его крышке *m*.

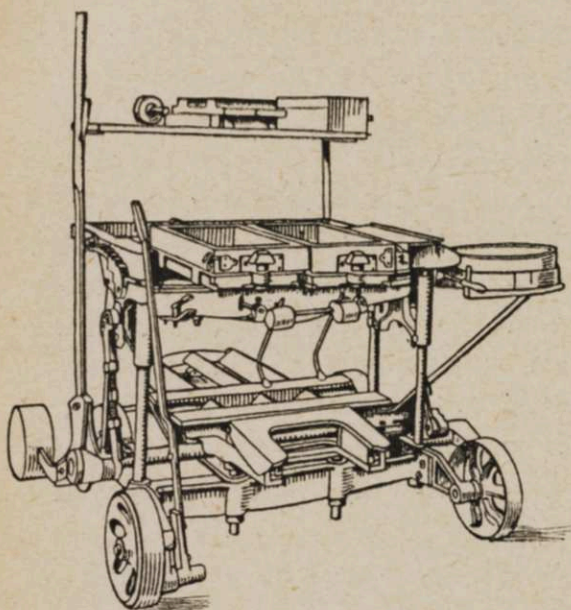
На этих машинах можно изготовлять весьма сложные формы. Они могут быть снабжены также сквозными модельными досками.

Формовочные машины с поворотным столом и устройством для прессования с ручным приводом. Весьма распространенная машина этого типа представлена на фиг. 121. Она очень удобна, главным образом, для формовки небольших предметов даже весьма сложной формы. При формовке применяются шарнирные опоки.

В противоположность ранее описанным формовочным машинам с поворотными досками, здесь используется лишь одна сторона поворотной доски, т.-е. обе модельные доски прикрепляются одна возле другой. Поворотный стол с досками можно поднимать и опускать помощью рычага, помещенного с левой стороны машины, при чем это устройство сконструировано таким образом, что оно служит также и для прессования.

Станина машины состоит из нижней литой рамы на четырех колесах, в узлах которой прикреплены четыре вертикальные точеные стойки. Цапфы поворотного стола

лежат в двух подшипниках, могущих перемещаться вверх и вниз, по сторонам которых имеются втулки, одетые на упомянутые стойки, которые, таким образом, служат направлением при передвижении стола. В средней части нижней



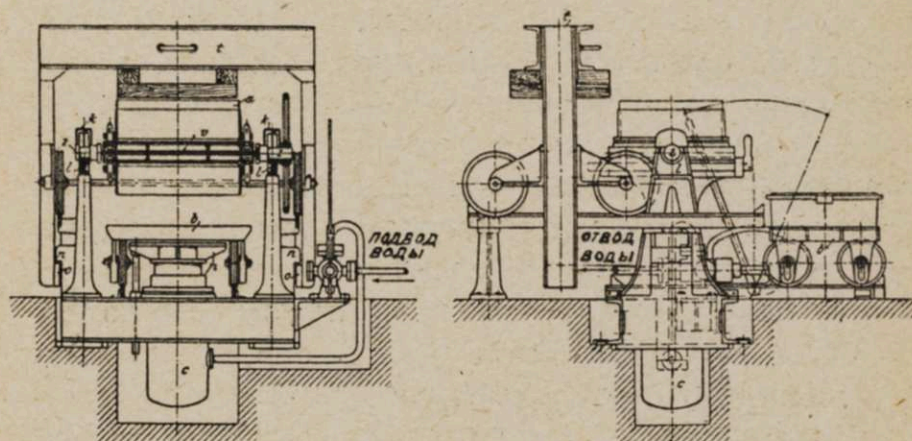
Фиг. 121. Формовочная машина с поворотным столом и устройством для прессования с ручным приводом

небольшой рукоятки на рычаге. На нижней раме помещается нижний стол машины.

После того, как модельные доски укреплены друг возле друга на поворотном столе, на них ставятся верхняя и нижняя опоки и заполняются песком, который выравнивается помощью линейки, после чего на каждую опоку накладывается доска, толщина которой соответствует требуемой величине прессования. Доски прикрепляются к формам помощью имеющихся на машине крючков. Модельная доска после этого переворачивается опоками вниз, и формы прес-

рамы имеется ось, которая может поворачиваться помощью рычага и от которой идут две тяги к подшипникам поворотного стола. Маневрируя этим рычагом, можно поднимать или опускать поворотный стол. Рычаг, а вместе с ним и поворотный стол, может быть закреплен в любом положении при помощи зубчатого сектора и защелки, входящей в зубцы сектора при отпускании

суются посредством нажима на рычаг; при этом поворотный стол с опоками прижимается к нижнему столу машины. Доски, наружные размеры которых соответствуют внутренним габаритным размерам опок, вжимаются при этом в опоки, при чем удерживавшие их крючки автоматически освобождаются. Вытаскивание моделей производится поворо-



Фиг. 122. Формовочная машина с поворотным столом и гидравлическим устройством для прессования.

том рычага в обратную сторону, при котором поворотный стол с модельными досками поднимается. Когда рычаг встанет в вертикальное положение, нижний стол, имеющий с нижней стороны салазки, может быть выдвинут вперед и опоки могут быть сняты.

Полка наверху машины предназначена для инструмента. С правой стороны машины имеется вторая, круглая полка, на которой может быть поставлено сито.

Формовочная машина с поворотным столом и гидравлическим устройством для прессования. На фиг. 122 показана формовочная машина с поворотным столом, подобная показанной на фиг. 111, но с гидравлическим устройством для прессования. Машины этого типа имеют еще большое распространение в Германии,

но, вероятно, скоро должны будут быть заменены более современными конструкциями.

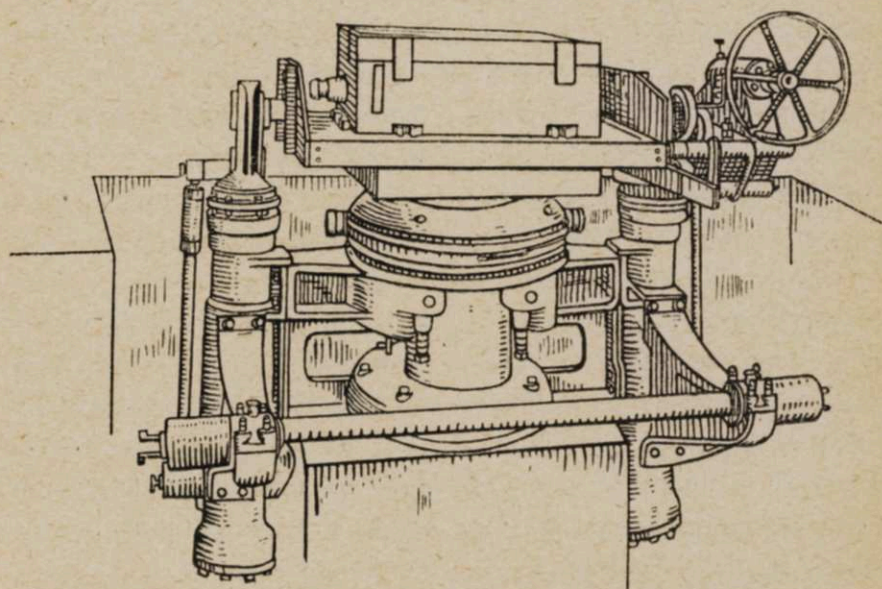
Гидравлический цилиндр с помещается между станинами машины. Поворотный стол своими цапфами лежит в открытых подшипниках с защитными от песка кожухами *К*, благодаря чему для прессования он может быть поднят и прижат к балке *т*, движущейся на четырех колесах по рельсам. Поперечная балка с ее вертикальными боковыми балками удерживается при прессовке помощью накладок *о* и выступов *п*. Для принятия готовых форм здесь также имеется передвижная платформа или вагонетка *в* на четырех колесах.

После укрепления модельных досок и опок на поворотном столе, на верхнюю кромку расположенной вверх опоки ставится железная рамка *а* определенной высоты—для получения требуемой глубины прессования—после чего увеличенная таким образом опока заполняется песком. Затем поперечная балка передвигается в положение над опокой, а нижний стол в положение над поршнем, и через вентиль, открываемый помощью рычага, впускается вода под давлением. При этом поршень поднимает нижний стол и вместе с ним поворотный стол, приближая его к поперечной балке. На ее нижней стороне прикреплена прессующая деревянная колодка, толщина которой подгоняется по высоте опок, а длина и ширина соответствуют внутренним габаритным размерам опоки и находящейся над ней рамки. Эта доска впрессовывается, таким образом, в рамку, на полную высоту последней, и тем производит требуемое уплотнение песка в опоке.

После прессовки одной опоки, поршень переключением вентилей опускается, и поворотный стол поворачивается на $1/2$ оборота, после чего повернутую теперь кверху другую опоку обрабатывают тем же способом. Поршень с нижним столом поднимается так, чтобы нижняя опока лежала на этом столе, опока отвинчивается от поворотного стола и поршень опускается, после чего нижний стол с формой

может быть выдвинут из машины. После этого привинчивается новая опока и т. д.

Формовочные машины с поворотным столом и устройством для сотрясения. Эти машины применяются еще почти только в Германии. Они не имеют никаких преимуществ перед описываемыми далее машинами



Фиг. 123. Формовочная машина с поворотным столом и устройством для сотрясения.

с устройством для сотрясения и перекидным столом. Как показывает их название, они представляют собой комбинацию из формовочных машин с поворотным столом (фиг. 111), и простых формовочных машин, работающих сотрясением (фиг. 117).

При сотрясении модели лежат не непосредственно на встряхивающем столе, а на поворотном столе (см. фиг. 123), который расположен над первым и может подниматься и опускаться или вручную, или помощью давления сжатого воздуха, или гидравлическим давлением. Поворотный стол

лежит в подшипниках, помещающихся в верхней части двух подъемных поршней, движущихся в соответствующих цилиндрах, расположенных по одному с каждой стороны машины. Цапфы, поддерживающие поворотный стол, расположены выше поверхности стола, в виду чего эта поверхность, когда стол находится в положении для сотрясения, располагается ниже его оси вращения. Когда стол будет повернут на 180° , эта поверхность будет лежать, таким образом, выше оси цапф. Последние, кроме того, могут переставляться, благодаря чему этот эксцентриситет—для удобного поворачивания стола, когда на нем укреплена высокая модель—может быть сделан больше или меньше. Как ясно из предыдущего, модели устанавливаются только на одной стороне поворотного стола. Низкие модели могут прикрепляться с обеих сторон, но в этих случаях необходимо ставить дополнительную рамку между сотрясающимся столом и поворотным столом, для защиты подвешенной снизу модели. Переворачивание производится обычно вручную, помощью маховичка, соединенного с червячной передачей, но может производиться также и при помощи гидравлического давления.

Способ работы на этих машинах следующий. Опока прикрепляется над моделью, которая предварительно привинчивается к поворотному столу, лежащему на сотрясающем столе; на опоку ставится добавочная рамка для получения требуемой глубины уплотнения песка, после чего опока с рамкой заполняется песком и производится сотрясение.

Затем рамка снимается, поверхность песка утрамбовывается и выравнивается вручную, после чего поворотный стол с опокой поднимается и переворачивается. Под опоку подводится передвижная платформа, или вагонетка (когда машина установлена в яме и сотрясающий стол находится на уровне пола, рельсы для вагонетки могут быть уложены на полу мастерской) и поворотный стол с формой опускается

так, чтобы опока легла на вагонетку. После освобождения опоки поворотный стол снова поднимается, и модель при этом вытаскивается из формы. После переворачивания поворотный стол опускается на сотрясающий стол, ставится новая опока и работа продолжается, как описано выше.

Формовочные машины с сквозной модельной доской и устройством для прессования. Один из типов этих машин представляет простую машину с сквозной доской, согласно фиг. 112, комбинированную с прессовальной доской такой конструкции, как показано на фиг. 115. При прессовании эта доска прижимается к опоке, так же, как в формовочных прессах типа Адамса (фиг. 115), хотя конструкция самого прессовочного устройства более похожа на представленную на фиг. 121.

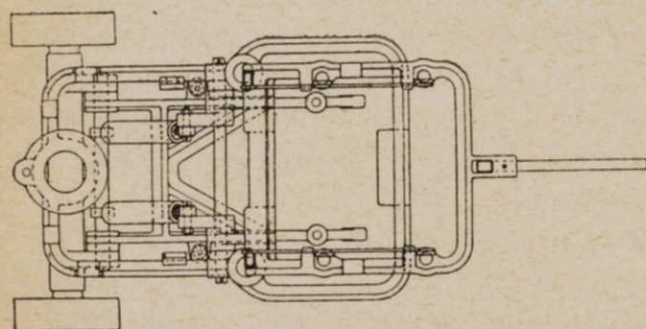
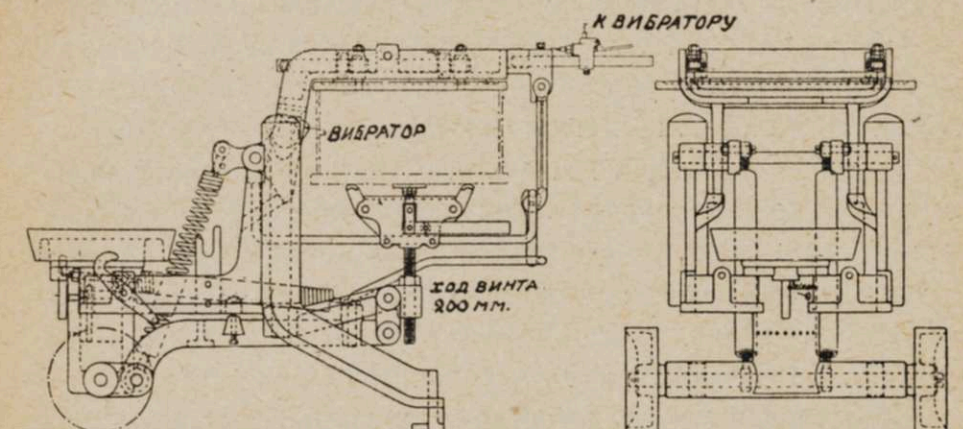
Эти машины могут с успехом применяться для неслишком высоких моделей, которые, однако, по той или иной причине, как, например, малая коничность и т. п., должны быть полностью или частично защищены сквозной доской при отделении модели от формы. Способ работы на этих машинах тот же, как и на простых машинах с сквозной доской, с той лишь разницей, что песок прессуется, вместо утрамбовывания его вручную.

Формовочные машины с перекидным столом и устройством для сотрясения. Эти машины имеются самых разнообразных конструкций, в принципе, однако, сходных с конструкцией, показанной на фиг. 124.

Они состоят из простой формовочной машины, работающей сотрясением, комбинированной с перекидным устройством и механизмом для вытаскивания опоки книзу. Устройство для сотрясения расположено на колесах, которые делают машину переносной и которые имеют достаточно большой вес для восприятия ударов при сотрясениях.

Перекидной механизм и доска для прикрепления моделей снабжены механизмом для скрепления и особым приспособ-

соблением, назначение которого состоит в том, что когда рамка опускается вниз к сотрясающему столу для установки опоки под набивку, модельная доска автоматически разъединяется от перекидной рамки, благодаря чему все



Фиг. 124. Формовочная машина с перекидным столом и устройством для сотрясения мех. зав. Экшэ.

остальные части машины, кроме самого сотрясающего устройства, изолированы от ударов. Когда форма утрясена и вместе с модельной доской перекидывается на другую сторону, механизм действует таким образом, что модельная доска скрепляется с перекидной рамкой и остается в скрепленном положении до тех пор, пока следующая опока не будет готова для сотрясения.

Опока и перекидная рамка уравновешены посредством спиральных пружин, которые служат также опорами для

опоки, когда она перекинута на другую сторону. Опоры для опоки с правой стороны машины имеют, для вынимания опоки книзу, движение вверх и вниз и могут быть, кроме того, отрегулированы по высоте, чтобы можно было применять опоки различной высоты. Эти опоры выполняются таким образом, что они устанавливаются соответственно неровностям деревянной доски, которая перед перекидыванием кладется сверху опоки.

Показанная на фигуре машина предусмотрена для очень небольших опок, а именно, размерами около 450×450 мм. Высота вертикального хода равна 200 мм. Перекидывание может поэтому легко производиться вручную. В машинах большего размера перекидывание производится посредством поршня, установленного в соответствующем цилиндре и действующего сжатым воздухом.

Формовочные машины этой конструкции имеют особенно большое применение для формовки больших моделей. Устройство моделей сравнительно простое. Сквозные доски могут, конечно, применяться и здесь. Наибольший эффект получается при формовке более глубоких моделей, которые при работе обыкновенным способом потребовали бы слишком много времени на набивку.

Устройства для вынимания моделей для простых формовочных машин, работающих с сотрясением. Соединенные с некоторыми формовочными машинами, работающими сотрясением, поворотные столы и устройства для перекидывания составляют часть машины и образуют с ними одно целое. В последнее время, однако, стали конструировать отдельные устройства для вынимания моделей после утряхивания их на простых машинах, которыми можно пользоваться независимо от последних и по мере надобности. Такие аппараты уже вошли в практику, но не получили еще сколько-нибудь значительного распространения.

Специальные формовочные машины.

Кроме формовочных машин более общего назначения, здесь необходимо указать на две машины специального назначения, а именно, машины для формовки шкивов и машины для формовки зубчатых колес.

Машины для формовки шкивов. Эти машины встречаются двух главных типов, из которых один предусмотрен для установки лишь одной модели шкива, которая, если потребуется формовать шкив других размеров, должна быть сменена, в то время как другой тип имеет набор моделей для нескольких шкивов разной величины. Обе машины имеют сквозные доски, при чем набивка опок производится вручную.

Первый тип применяется в тех случаях, когда производство шкивов является менее специализированным. Он имеет то преимущество перед более сложными машинами, что может применяться также для формовки зубчатых колес по цельной модели.

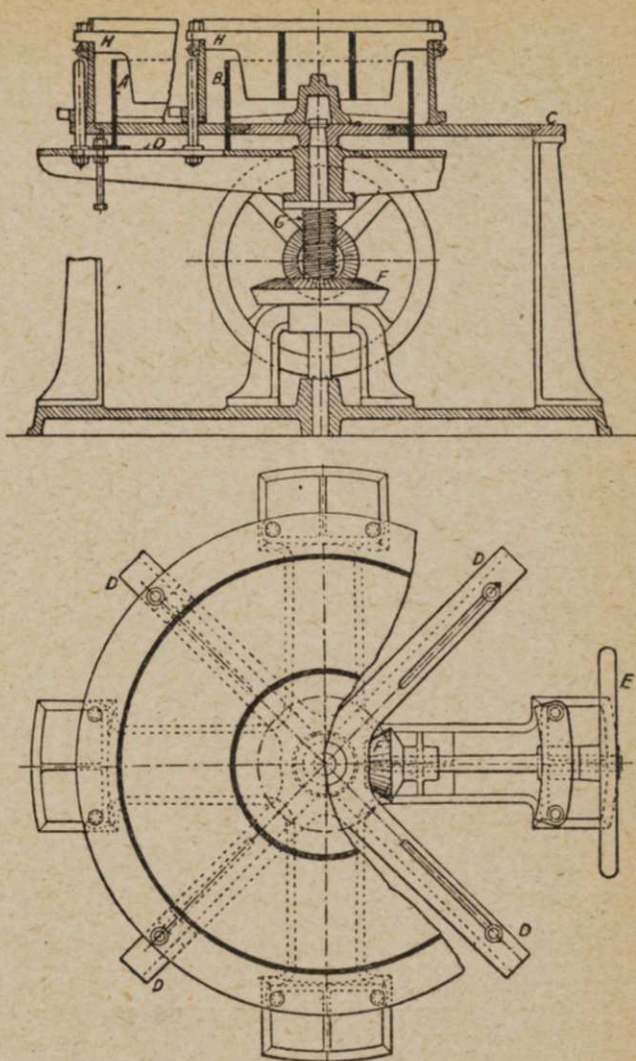
Модельный комплект, требующийся для формовки шкива, состоит из кольца (для обода), снабженного фланцем и ушками для прикрепления к крестовине машины, посредством которой производится вытаскивание кольца из формы,—и двух кольцевых досок, наружной и внутренней, между которыми модельное кольцо вытаскивается книзу. На внутренней доске устанавливается половинка модели спиц и втулки.

Опока ставится на горизонтальную поверхность стола *C*, который поддерживает пригнанную к нему наружную доску (фиг. 125). Крестовина *D*, к которой прикреплено модельное кольцо, снабжена прорезами для болтов, скрепляющих ее с кольцом, и может быть поднята и опущена помощью маховичка *E*, вращающего коническую передачу *F* и винт *G*. При помощи этого маховичка производится последовательно вытаскивание модельного кольца и подъем опоки путем лишь

изменения направления вращения маховичка *).

Опока опирается при подъеме на прикрепленные к крестовине штифты, которые могут устанавливаться для получения требуемой высоты подъема опоки. Маховичком регулируется также высота кольца над столом машины.

Формовка другой половинки производится тем же способом. Если шкив имеет кривые спицы, необходимо пользоваться для их формовки соответственно правой и левой половинками модели. В этой машине можно



Фиг. 125. Простая машина для формовки шкивов.

*) Подъемные штифты проходят через отверстия в специальном кольце, скользящем в канавке внешней части основной плиты. После вытяжки модели обода и опускания штифтов, кольцо несколько поворачивается, отчего против штифтов оказывается сплошное кольцо, и опока может быть поднята.

Прим. ред.

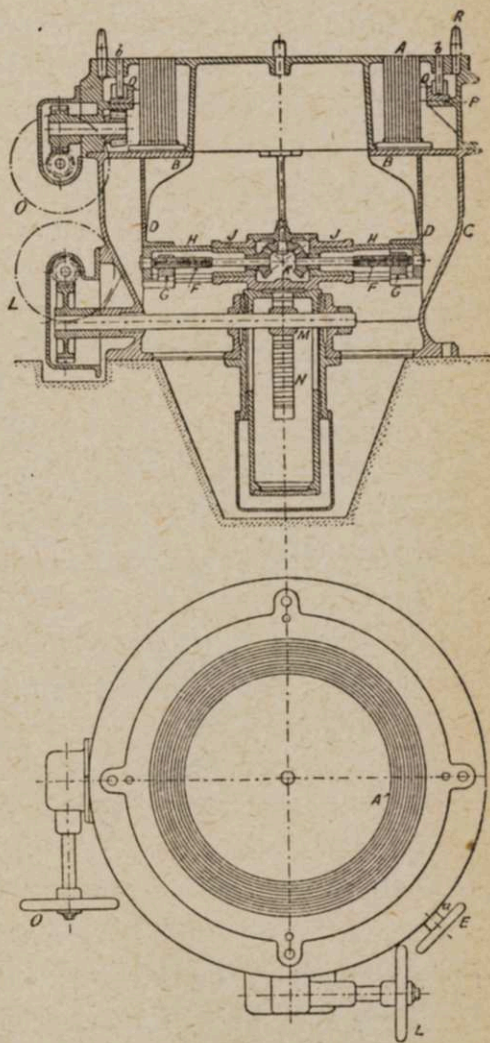
формовать также шкивы с двумя рядами спиц, хотя работа при этом получается несколько более сложной.

Машина второго типа имеет телескопическое устройство, а именно, модельные кольца для шкивов различных величин расположены концентрично и, так сказать, вдвинуты одно в другое, при чем каждое из них может быть выдвинуто отдельно. Кольца, расположенные с наружной и внутренней стороны относительно выдвинутого кольца, служат для него в качестве сквозной плиты. Отсюда следует, что в этой машине можно формовать определенное число шкивов вполне определенных диаметров с одинаковой толщиной обода. Число колец в этих машинах составляет от 10 до 20.

В машине, представленной на фиг. 126, кольца, как видно, сгруппированы у *A* и лежат на четырех консолях *B*, выступающих на станине *C*. Любое кольцо может быть поднято и опущено при помощи частей *D*, имеющих выступы в виде ласточкина хвоста, входящие в соответствующие вырезы в кольце. Помощью маховичка *E* и шкалы у *a* может быть выбрано требующееся для формовки кольцо. Маховичок *E* передвигает четыре части *D* по направлению внутрь или наружу посредством винтовых шпинделей *F*, вращающихся в бронзовых гайках *G* на нижних концах частей *D*, втулки которых охватывают направляющие *H*, прикрепленные к крестовине *J*. Части *D* передвигаются одновременно через посредство зубчатых колес *K*, приводимых во вращение маховичком *E*.

Крестовина *J*, с направляющими *H*, перемещается вверх и вниз для вертикальной установки модельного кольца. Это перемещение производится помощью маховичка *L*, червячной передачи шестерни *M* и рейки *N*. Верхняя половина фиг. 126 начерчена в двух разрезах, расположенных под углом в 90° , но на фигуре смещенных в одну плоскость. Разрез идет по осям для *O* и *L* (см. чертеж). Высота, на которую кольцо должно быть выдвинуто, указывается шкалой. Какого-либо измерительного инструмента поэтому не требуется.

Когда одна половинка шкива заформована, модельное кольцо вытаскивается через стол при помощи маховичка *L* и соответствующий зубчатой передачи. После этого производится подъем опоки помощью маховичка *O* несколько необычным способом. Кольцо *P* внутри верхней части станины поддерживает четыре наклонных поверхности *Q* и может поворачиваться помощью маховичка *O* через по средство червячной и конической передач, которые видны на фигуре. По поверхности *Q* скользят колодки или ролики, прижимаемые книзу спиральными пружинами. Каждый ролик снабжен штифтом *b*, проходящим сквозь стол и заканчивающимся на уровне верхней поверхности, когда ролик находится в своем низшем положении. При вращении кольца опока поднимается на высоту, достаточную для освобождения спиц и для выхода ушков опоки из направляющих штифтов *R*.

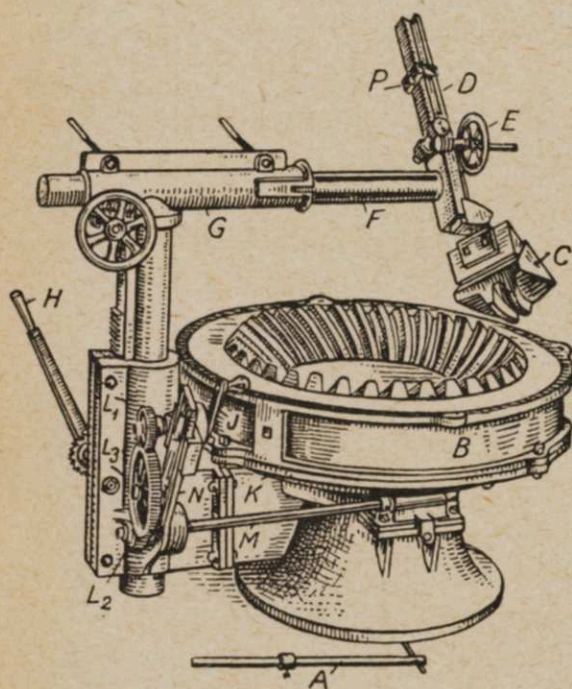


Фиг. 126. Машина телескопического типа для формовки шкивов.

Машины для формовки зубчатых колес. Небольшие зубчатые колеса, как было указано выше, формуются

в обыкновенных простых машинах с сквозной доской, с применением полной модели. Для формовки больших зубчатых колес по шаблону, с применением модели лишь на один зуб, по тому же принципу, который был описан на стр. 159, применяются специальные машины.

Машина для не очень больших форм показана на фиг. 127. Шаботный шпиндель *A* ставится в центр стола *K*, на стол



Фиг. 127. Машина для формовки зубчатых колес.

ставится опока *B* и вытачивается, равно как и верхняя опока, обычным способом помощью шаблона (см. стр. 151 и след.). Модель зубца *C*, вместе с суппортом *D*, вращением маховичка *E* может подниматься и опускаться, а также помощью рукава *F* вдвигаться и выдвигаться относительно колонки *K*, наконец, ставиться под углом в горизонтальной плоскости. Более грубая установка

кронштейна *G* производится посредством рычага *H*.

Когда один зубец отформован, модель зубца вытаскивается кверху помощью маховичка *E*, после чего стол с опокой *B* поворачивается на величину шага помощью рукоятки *J*. Модель опускается после этого в свое первоначальное нижнее положение, фиксируемое упором *P*, формируется следующий зубец и т. д. Рукоятка *J* снабжена пружинящим штифтом,

который может быть вставлен в то или другое отверстие делительной шайбы. Посредством шестерен L_1 , L_2 и L_3 , и набора сменных шестерен, стол, вращением рукоятки J на $1/2$, один или два оборота, поворачивается на угол, соответствующий требуемому шагу.

Для более удобного приспособления машины к формам различной величины стол помещают иногда на салазках, благодаря чему его расстояние от колонки может изменяться.

Для больших зубчатых колес пользуются с успехом другой конструкцией, помощью которой формовка происходит непосредственно в полу мастерской. Машина этой конструкции выполнена таким образом, что ее можно поднимать крапом и ставить в установленную на полу пятую так же, как шаблонный шпиндель (см. стр. 151 и 152). Она состоит из колонки, нижний конец которой входит в пятую, и во время формовки находится, таким образом, в центре формы. На верхнем конце колонки находится вращающаяся и подвижная в горизонтальном направлении поперечная балка, на одном конце которой расположен вертикальный суппорт, который можно поднимать и опускать помощью маховичка. К нижнему концу суппорта прикреплена модель зубца. Суппорт может быть установлен также под углом к горизонтальной плоскости, благодаря чему имеется возможность формовать колеса с косыми зубцами. Угол установки суппорта отсчитывается по градуированной шкале.

Горизонтальное перемещение балки (для больших или меньших колес) производится при помощи маховичка и винта. Вращение для установки шага получается посредством червячной передачи и сменных цилиндрических зубчатых колес. Весь этот сменный механизм помещается на поперечной балке приблизительно над колонкой. Эта машина работает в общем так же, как и предыдущая.

Выбор формовочных машин.

Благодаря конструктивному развитию, которое формовочные машины получили за последние годы, можно сказать, что в настоящее время машинным способом может быть отформован почти любой предмет. Во многих случаях, однако, машинная формовка не представляет каких-либо преимуществ по сравнению с ручной формовкой, так как для более сложных предметов, чтобы их, вообще говоря, можно было формовать на машине, требуется изготовление нескольких шпек, которые затем вставляются в форму. Та экономия, которая получилась бы на стоимости самой формовки, поглотилась бы в этом случае увеличением расходов на изготовление шпек и на их установку.

Производить ли формовку таких сложных предметов на машине или вручную, зависит от того, может ли достаточно большая часть всей формовочной работы быть произведена в машине или нет. Другой не менее важный фактор для суждения о выгодности машинной формовки заключается в том, достаточно ли велико количество формовок, которое нужно выполнить, чтобы экономия в выплаченной заработной плате покрывала бы расходы на установку машины, ее амортизацию, энергию для привода, модели, опоки и т. д. При этом необходимо принимать в расчет также и то, что предметы, отформованные машинным способом, легче обрабатывать, вследствие их более точных и меньших рабочих размеров.

В зависимости от внешнего вида предмета применяются различные типы машин. Для предметов незначительной высоты удобнее всего машины, главной задачей которых является прессование песка, т.-е. формовочные прессы, при чем способ отделения модели от формы, вручную или механически, играет меньшую роль. Для высоких моделей с небольшим уклоном (коничностью) применяются, как уже было указано выше, формовочные машины с сквозной доской, а также машины с перекидным сто-

лом и устройством для вытаскивания книзу. Предметы простой формы, как, например, машинные части средней высоты, формуются в машинах разного рода, из которых наиболее часто применяемыми являются машины с поворотным столом.

Предметы высокие или с высоко расположенными выступающими частями не рекомендуется формовать в формовочных прессах, так как песок вокруг модели будет запрессован очень неравномерно. Для таких предметов более подходящими являются машины, работающие сотрясением. Эти машины удобны вообще для предметов, которые при ручной работе требуют слишком много времени на их набивку.

При выборе между машинами с ручным приводом и механическим наибольшее значение имеет вопрос стоимости. Вообще можно сказать, что для шведских условий вполне соответствуют своему назначению машины с ручным приводом, так как в отношении производительности они не многим уступают машинам с механическим приводом.

В остальном, см. описания различных типов машин.

Для целого ряда предметов имеются специальные формовочные машины, из которых можно указать на машины для формовки радиаторов, труб, колосников, секций для парового отопления, моторных цилиндров, колонн, ребристых труб и т. п. Эти машины применяются лишь в литейных для массовой фабрикации.

Модельные доски и другие принадлежности формовочных машин.

Модельные устройства, применяемые в формовочных машинах, являются основанием всей техники машинной формовки, так как с теми моделями, которые применяются обычно при ручной работе, произвести формовку в машине было бы вообще невозможно. Модельные доски являются поэтому важнейшей частью формовочной машины.

Для лучшего уяснения разницы между ручной и машинной формовкой можно представить себе формовку простого шара двумя этими способами.

При формовке вручную формовщик заполняет одну половинку опоки песком и вжимает в него модель шара, после чего песок утрамбовывается остроконечной трамбовкой. Верхняя сторона половинки формы должна быть после этого тщательно выравнена, чтобы получить правильную поверхность разъема, которая совпадала бы точно с средней линией модели и верхней кромкой опоки. После этого сверху ставится вторая половинка опоки и утрамбовывается *).

Наиболее трудной частью работы является здесь, конечно, обработка поверхности разъема. Если же поступать таким путем, что вместо обыкновенной модели применять модель, состоящую из двух совершенно одинаковых половинок, прикрепленных каждая к особой гладкой доске, то совершенно правильная поверхность разъема получится при формовке сама собой. Это и является основным принципом применения модельных досок.

Из предыдущего вытекает, что ничто не препятствует применению таких особо выполненных модельных приспособлений также и для ручной формовки. Это в действительности довольно часто имеет место при так назыв. верстачной формовке, под которой понимается формовка небольших предметов, которую формовщик, ради удобства, производит на верстаке, а не на полу мастерской. Такие отливки выполняются часто в сравнительно больших количествах, в виду чего изготовление особых модельных устройств часто вполне оправдывается.

При этом способе формовки, который, можно сказать, составляет переходную ступень между формовкой на полу

*) Лучше, конечно, если опока, куда «вжимается» первоначально модель шара, будет служить лишь фальшивой опокою разрушаемой после набивки верхней опоки и вновь затем набиваемой.

Прим. ред.

мастерской и машинной, применяются как очень простые, так и более сложные модельные устройства. Наиболее простые отличаются от применяющихся при ручной формовке лишь тем, что, когда несколько моделей должны быть заформованы одновременно в одной опоке, модель делается также для литников. Следующая ступень заключается в скреплении отдельных моделей с моделью для литников, благодаря чему получается возможность обращаться со всем набором моделей, как с одной целой моделью.

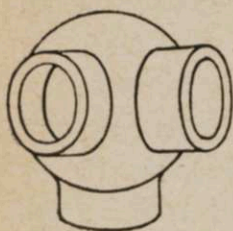
При применении таких более простых наборов моделей поверхность разъема должна, однако, обрабатываться от руки, как при обычной формовке. Для избежания этого пользуются при верстачной формовке так назыв. фальшивыми опоками (одна из которых была описана на стр. 153), но используемых не один раз, а несколько. Простейшая фальшивая опока, предназначенная для формовки последовательно нескольких опок, состоит из заформованной с литниками обыкновенной туго набитой опоки, поверхность которой покрывается дегтем и высушивается. На подготовленной таким образом фальшивой опоке можно отформовать несколько половинок опок. Если поверхности ровные и горизонтальные, можно вместо фальшивой опоки пользоваться гладкой доской, на которой устанавливаются половинки моделей, а та же модели литников.

Модельные доски для формовочных машин отличаются от более основательно выполненных фальшивых опок лишь тем, что первые должны быть приспособлены к машине. Они могут быть поэтому описаны под общим названием модельных досок.

Модельные доски выполняются различными способами и из различно о материала: дерева, гипса, цемента, смеси песка, льняного масла и свинцового глета, железа, белого металла, бронзы, алюминия, магния и т. п. Для верстачной формовки доски

делаются большей частью из гипса, дерева или из упомянутой смеси с свинцовым глетом, а также из металла.

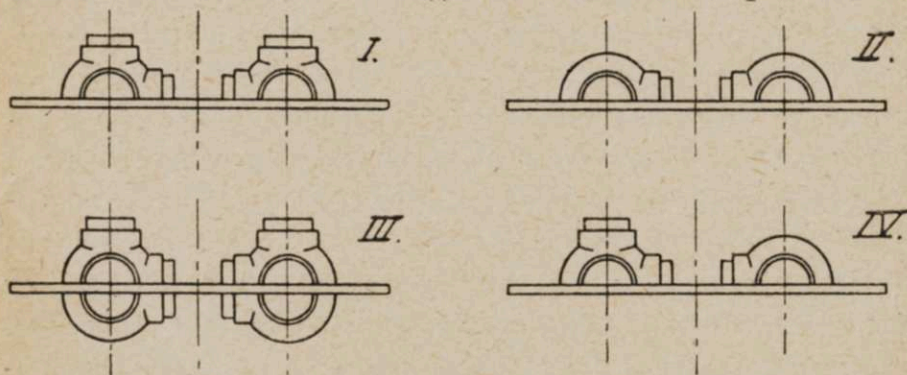
Для формовки в машине требуются прежде всего тщательно просверленные половинки опок, отверстия которых точно совпадают с отверстиями в модельной доске. Она направляется вставленными в ее отверстия штифтами, благодаря



Фиг. 128. Предмет, взятый в качестве примера на фиг. 129 и 130.

чему она всегда устанавливается в свое правильное положение. Далее весьма важно, чтобы вся работа от начала до конца была выполнена с надлежащей тщательностью как в отношении самих досок, так и в отношении размещения отдельных частей модели, формы поверхности разъема и т. д.

Когда формуемый предмет симметричный, требуется лишь простая доска для формовки верхней и нижней части, при чем необходимо обращать внимание лишь на то, чтобы различные части модели находились на точном расстоянии

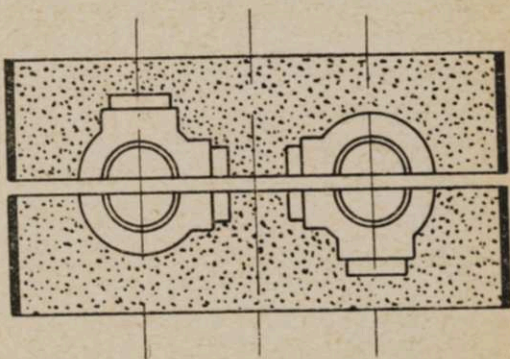


Фиг. 129. Различные способы устройства модельных досок.

между собой и от средней линии доски, или посередине ее, если применяется только одна модель. Для несимметричных предметов применяются две модельных доски (см. фиг. 129, I и II), или одна модельная доска с половинками моделей на обеих сторонах ее (III). Третий способ установки не-

симметричных моделей заключается в применении так назыв. реверсивной доски (IV), на которой по одну сторону ее средней линии помещается верхняя половинка модели, по другую — нижняя половинка. Здесь обе половинки модели расположены, таким образом, на одной стороне доски. После поворота нижней опоки обе половинки формы примут относительное положение, показанное на фиг. 130. Готовый предмет имеет вид, показанный на фиг. 128. Ясно, что все части различных частей моделей должны быть установлены совершенно одинаково, чтобы не получилось никакого смещения при складывании опок.

Самыми обычными модельными досками являются те, у которых части моделей расположены на одной стороне, так что одна доска с половинками модели для нижней опоки может быть установлена в одной машине, а другая — с половинками моделей для верхней опоки, может одновременно фор-



Фиг. 130. Вид формы, изготовленной при помощи реверсивной доски.

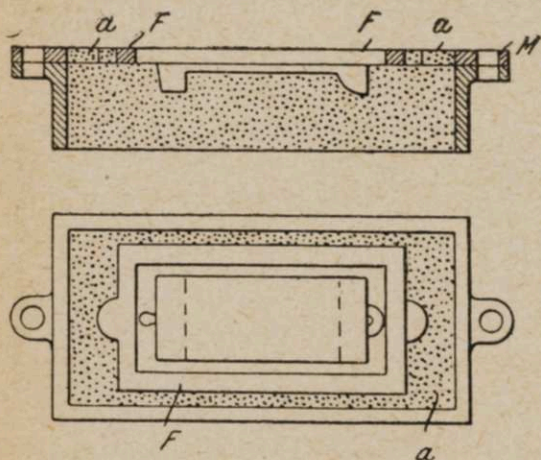
моваться в другой машине, поскольку не применяется реверсивная доска, в каком случае верхняя и нижняя опоки будут совершенно одинаковыми, несмотря на то, что модели не симметричны.

Для изготовления самих модельных досок можно пользоваться несколькими способами. Для тонких моделей применяют чаще всего доски с отлитыми за одно целое с ними моделями. Для машинных частей модели выполняются обычно отдельно и привинчиваются к доскам.

Модельные доски, отлитые за одно целое. При изготовлении таких досок пользуются опокой из трех

частей, при чем средняя часть *М* имеет высоту, соответствующую требуемой толщине плоской части доски (см. фиг. 131).

Внешний контур опоки сначала вычерчивается на гладкой доске, после чего внутри этого контура размещаются части моделей. После этого на доску ставится нижняя опока, утрамбовывается обычным способом и переворачивается вместе с доской. Доска затем снимается, поверхность разъема тщательно отделяется и верхние половинки мо-



Фиг. 131. Изготовление модельных досок, представляющих одно целое с моделью.

делей ставятся на нижние. После этого устанавливается верхняя опока, утрамбовывается и снимается, после чего вырезается литник и модели вынимаются из формы.

На нижнюю опоку кладется затем промежуточная часть и модель самой доски, или рамка *F*, имеющая те же размеры и внешнюю форму, как и доска.

Рамка тщательно центрируется на песчаной поверхности нижней опоки. Пространство *a*, образующееся между рамкой и промежуточной частью, утрамбовывается и выравнивается, после чего вырезается литник для модельной доски, и рамка и модель вынимаются. Промежуточная часть опоки остается на своем месте и, после установки на нее верхней опоки, форма готова для заливки.

В этой модельной доске половинки модели расположены, таким образом, с обеих сторон. Эти доски, обычно выполняемые не из чугуна, а из другого металла, применяются

например, в формовочных прессах, показанных на фиг. 115. Верхняя опока в этом случае ставится на стол машины в перевернутом положении, на нее кладется модельная доска и на доску—нижняя опока, также в перевернутом положении. Доска присыпается модельным песком, нижняя опока заполняется формовочным песком и несколько утрамбовывается вдоль кромок, песок выравнивается, поверх кладется деревянная доска, все вместе перевертывается и верхнюю опоку набивают тем же путем. После того, как на верхнюю опоку также будет положена доска, шириной и длиной приблизительно на 5 мм меньше внутренних размеров опоки, вся форма прессуется, при чем обе доски вжимаются в опоки.

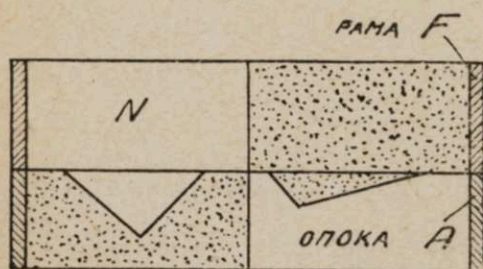
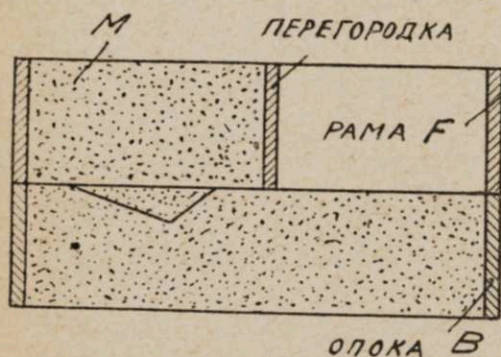
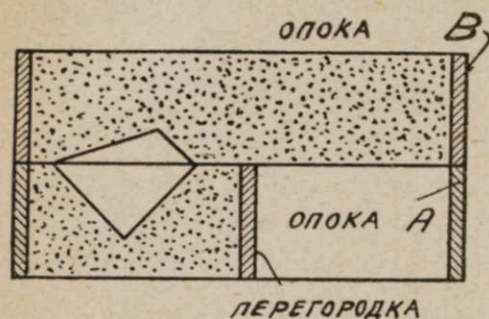
Реверсивные модельные доски. Если обыкновенную, например, нижнюю опоку разрезать вдоль на две совершенно одинаковые части, соединить их посредством шарнира и при формовке пользоваться одной частью в качестве нижней опоки, а другой—в качестве верхней, то, после разворачивания их на одну плоскость, получится форма, в которой может быть отлита реверсивная доска. Старейший способ изготовления реверсивных досок и основан на этом принципе.

Описываемый ниже способ имеет то преимущество, что для этой работы можно пользоваться обыкновенными опоками, в то время как при других способах необходимо применять специально выполненные и обработанные опоки и рамки.

На фиг. 132 показаны две обыкновенные опоки. Опока *A*, в качестве нижней опоки, снабжена перегородкой, которая делит ее на две одинаковые части. Модель заформовывается по одну сторону средней линии опок, вследствие чего опока *A* заполняется песком лишь с одной стороны перегородки.

Форма после этого разбирается, и обе опоки ставятся на формовочный стол. Рамка *E*, выполненная так же, как опоки, но, смотря по потребности, несколько длиннее или выше, ставится на опоку *B*, фиг. 133, и в отделение *M* наливается гипс, цемент или белый металл. После этого рамка

поворачивается и перегородка вынимается. Рамка затем ставится на опоку *A* и производится заливка второй половинки модельной доски (отделение *N*), см. фиг. 134. После



Фиг. 132—134. Изготовление реверсивных досок в обыкновенных опоках.

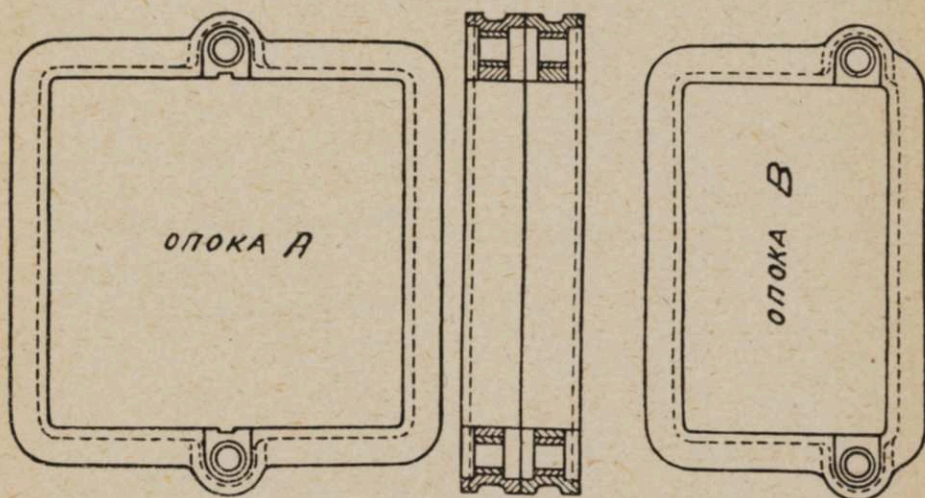
зачистки доска готова. Возможная неточность связана здесь лишь с сверловкой отверстий для направляющих штифтов в опоках, каковые, однако, могут быть выполнены достаточно тщательно.

Лучше, тем не менее, изготовить для этой работы специальные опоки и рамки согласно фиг. 135. Опока *A* в одном направлении больше опоки *B* и делится перегородкой *C* на две равные части (см. фиг. 136). Для установки этой перегородки имеются особые пазы. Модель формируется обычным способом сначала в одном отделении опоки *A*, после чего, когда поверхность разъема тщательно отделана, ставится опока *B* и утрамбовывается (фиг. 136). После этого опока *B* снимается и ставится отформованной стороной кверху.

На нее ставится рамка с точно соответствующими отверстиями для штифтов. Они могут быть высверлены заранее до требуемого диаметра, или же диаметром

больше требуемого. В последнем случае, после установки рамки на опоке, они заливаются вокруг штифтов белым металлом.

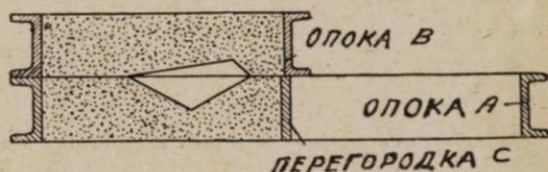
Перегородка *C* вынимается из опоки *A* и ставится в рамку *E*, после чего полученное таким образом простран-



Фиг. 135. Специальные опоки для изготовления реверсивных досок.⁷

ство заливается. Половина доски теперь готова. Для выполнения другой половинки рамка ставится на опоку *A* и полученное пространство также заливается.

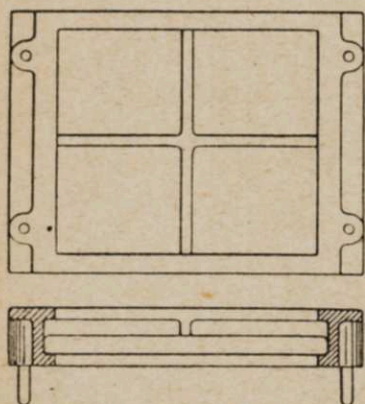
Гипсовые модельные доски. Когда число отливок не велико, можно ограничиться применением гипсовых модельных



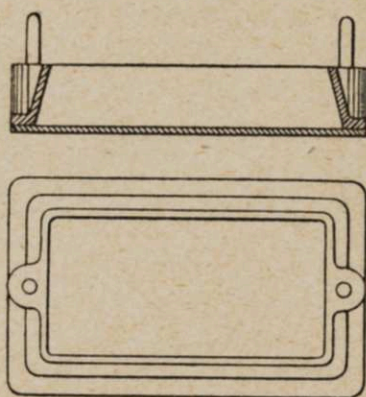
Фиг. 136. Изготовление реверсивной доски в специальных опоках.

досок, которые обходятся значительно дешевле металлических. Для большей прочности досок, а также для возможности снабдить их направляющими штифтами, они заливаются в чугунные рамки, имеющие с внутренней стороны, в верхней и нижней части, несколько выступающие пояски (см.

фиг. 137). Последние служат для лучшего удерживания гипсовой массы. Для придания гипсовым доскам большей прочности, рамка может быть, кроме того, снабжена в нижней части накрест расположенными ребрами, идущими непосредственно над нижним пояском рамки. Если рамка должна применяться для нескольких сменных досок, внутренние стороны ее делаются плоскими и с уклоном, а нижняя



Фиг. 137. Рамка для постоянной гипсовой модельной доски.



Фиг. 138. Рамка для сменной гипсовой модельной доски.

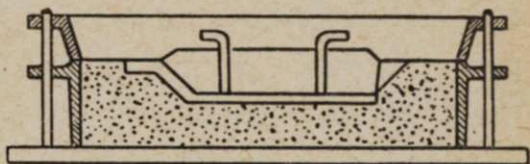
сторона, где доска имеет наибольшую ширину, закрывается листом, препятствующим выпадению доски из рамки (см. фиг. 138).

Способ изготовления таких модельных досок довольно прост. Первоначальная основная модель заформовывается обычным способом в двух таких опоках, которые в дальнейшем должны быть применены для формовки, после чего обе половинки опоки кладутся на гладкую и горизонтальную деревянную доску поверхностями разъема кверху. После тщательной отделки последних, они припудриваются лико-подием, на обе половинки опоки ставятся рамки, которые заполняются хорошо подготовленной гипсовой кашицей и заглаживаются вровень с верхней кромкой рамки. После

затвердевания гипса модельные доски вынимаются из опок, очищаются от приставшего песка и покрываются шеллаком или модельным лаком.

Когда количество отливок достаточно велико для оправдания более тщательно выполненных модельных устройств, можно, пользуясь такими же рамками, изготавливать из гипса лишь самую доску, а модели делать из чугуна или другого металла.

Для этой цели используются дублированной моделью (или, соответственно, моделями, если их несколько), изготовленной из требуемого металла. Эти две модели тщательно очищаются напильником и т. п., каждая с своей стороны, или, иными словами, с той стороны, которая будет составлять часть поверхности модельной доски. После этого они заформовываются, и опоки ставятся, как и раньше, поверхностью разъема кверху. В каждую опоку помещают дублированную модель таким образом, чтобы она своей зачищенной поверхностью лежала в песке. После этого на опоки ставятся рамки и заполняют их гипсом. Чтобы гипс лучше удерживал модели, последние снабжаются ввинченными в них на задней стороне крючками из круглого железа. Между ними можно также поместить горизонтально куски круглого железа для усиления гипсовой доски (см. фиг. 139). Как видно на фигуре, рамка имеет отверстия, а установочная доска—длинные штифты, которые направляют как рамку, так и опоку. Если штифты устроены в гипсовой доске, они направляются опокой.



Фиг. 139. Изготовление гипсовой модельной доски с залитой металлической моделью.

Поверхность формы надлежит предохранить от проникновения внутрь ее гипса. Если модельные доски должны выни-

маться из рамок для замены другими, внутренние поверхности последних покрываются каким-нибудь жирным веществом—маслом, парафином или т. п., чтобы гипс к ним не приставал.

Гипсовые доски применяются с успехом, между прочим, в формовочных машинах с поворотным столом, согласно фиг. 111, так как на этих машинах формуются, преимущественно, разнородные предметы. Если число отливок невелико, можно вместо гипса пользоваться упоминавшейся выше смесью с свинцовым глетом, состоящей из 1 части свежего, сухого формовочного песка, 1 части разделительного песка, $\frac{1}{4}$ кг свинцового глета и $\frac{1}{2}$ кг вареного льняного масла на каждые 10 литров песка.

Чем больше количество применяемого вареного масла, тем более твердой получается форма, и тем больше времени требуется на ее высыхание. Песок должен быть возможно более мелким для получения ровной и однородной поверхности.

Металлические модельные доски с гипсовой или цементной сердцевинной. Когда модельные доски изготавливаются из более дорогих металлов, их обычно выполняют таким образом, что металл образует лишь слой толщиной в 3—5 мм, в то время как внутренняя часть заполняется гипсом и т. п. При этом поступают следующим образом.

После изготовления гипсовой модельной доски описанным выше способом, ее отформовывают в верхней опоке и полученную таким путем форму тщательно отделывают. На нее ставится нижняя опока, которая набивается, и получается, таким образом, форма того же вида, как гипсовая доска. После этого лежащая наверху нижняя часть снимается и с поверхности формы срезается слой песка такой толщины, которая соответствует желаемой толщине металлического слоя. При складывании опок, после того как верхняя форма будет снабжена литником и прибылью, получается форма, в которой может быть отлита металлическая оболочка.

Модельные доски с привинченными моделями. Эти модельные доски, по сравнению с досками, залитыми за одно целое с моделями, имеют то преимущество, что отдельные детали могут быть легче обработаны и зачищены для получения более красивого литья, но в то же время они могут применяться лишь в тех случаях, когда деление моделей происходит по плоскости. Сама доска, также как и модельные части, может быть выполнена из дерева или чугуна и должна иметь параллельно простроганные поверхности.

Если модельная доска должна быть двухсторонней, половинки модели кладутся непосредственно друг на друга и вместе насквозь просверливаются. По одной из половинок модели намечается отверстие в доске, после чего она просверливается и обе половинки, каждая с своей стороны, привинчиваются к доске помощью сквозных болтов или винтов.

Если, наоборот, требуется по одной доске на каждую половинку модели, доски могут быть точно установлены друг над другом и удерживаться в своем положении посредством направляющих штифтов, производя просверливание обеих досок одновременно.

Если на доске должно быть укреплено несколько моделей, необходимо, как уже указывалось выше, соблюдать большую точность при их размещении, чтобы никакое относительное смещение половинок формы не могло иметь места. Надежный способ для избежания этого состоит в пользовании железным шаблоном, который имеет ту же форму как основная модельная доска и снабжен соответствующими направляющими отверстиями. Половинки моделей, как и раньше, снабжаются отверстиями, и половинное их количество размещается по одну сторону средней линии доски. Отверстия, имеющиеся в половинках моделей, намечаются на доске, после чего под доску кладется упомянутый железный шаблон, удерживаемый в положении помощью точно пригнанных

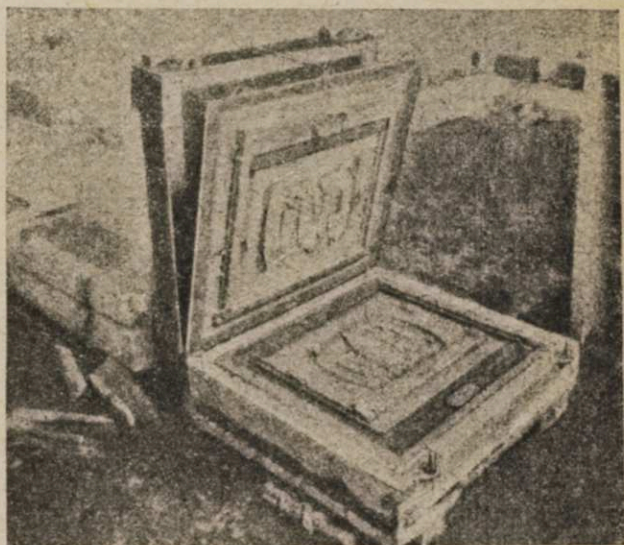
штифтов, и доска вместе с шаблоном просверливаются. Шаблон после этого поворачивается и накладывается на доску так, чтобы отверстия расположились по другую сторону ее средней линии, после чего доска через шаблон просверливается с этой стороны. Этим способом отверстия располагаются совершенно одинаково по обе стороны средней линии доски и, при закреплении половинок моделей, необходимо наблюдать лишь за тем, чтобы применяемые для прикрепления болты или винты входили в отверстия совершенно плотно.

Литые модельные доски, поворачивающиеся на шарнирах.

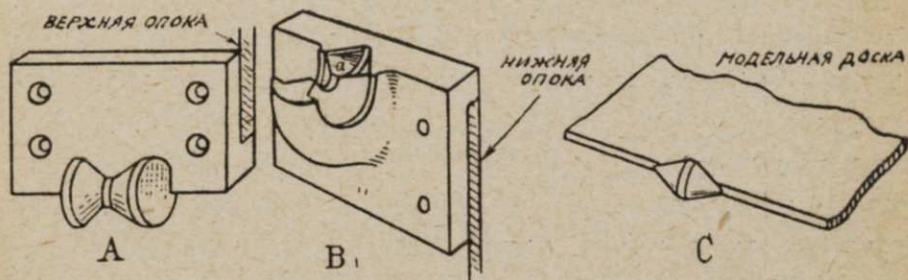
Конструкцией описанных в предыдущем модельных досок предусматривается, что вынимание моделей после формовки происходит по прямой вертикальной линии. В большинстве случаев это является наиболее естественным. При очень низких предметах, как, например, плит для печей и т. п., вынимание моделей может, однако, производиться по дуге круга, таким же образом, как открывается переплет книги. При формовке предметов, требующих чистой, красивой поверхности, этот способ имеет то преимущество, что форму после ее открывания можно припудрить и снова впрессовать в нее модельную доску без всякого риска сдвинуть при этом доску. Такое повторное впрессовывание применяется для выравнивания поверхности песка.

На фиг. 140 показана сконструированная для этой цели опока с модельной доской. Конструкция шарнира показана на фиг. 141. Часть шарнира в верхней опоке *A* имеет вид двух усеченных конусов, сложенных меньшими основаниями, и имеющих соответствующие конические гвезда в нижней опоке *B*. Шарнир на модельной доске может иметь вид, показанный на той же фигуре (*C*), т.-е. вид двух конусов, сложенных основаниями и входящих в соответствующие

углубления *А* в обеих опоках. Конструкция, таким образом, такова, что верхняя опока может быть повернута на шарнире или же снята совсем. Модельная доска также может быть откинута на шарнире и также может быть снята, когда верхняя опока повернута так, что она стоит на ребро. Последнюю поэтому для вынимания модельной доски не требуется снимать с нижней опоки, благодаря чему форма может быть закрыта непосредственно после выемки доски.



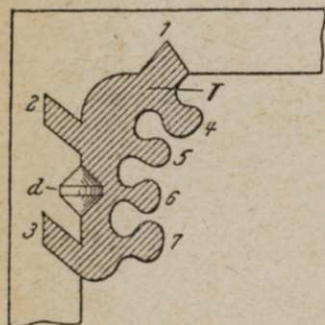
Фиг. 140. Шарнирная модельная доска с относящимися к ней верхней и нижней опоками.



Фиг. 141. Конструкция частей шарнира в опоках и модельной доске.

При изготовлении этих модельных досок, выполняемых большей частью из сплава, состоящего из 1 части цинка и 2 частей алюминия (чтобы доска была легкой и в то же

время прочной), можно поступать следующим образом. Модели собираются на строганной доске и подклиниваются, если их задние стороны неровные. Они закрепляются в своем правильном положении посредством железных шпилек, вколачиваемых в доску и загибаемых по кромкам моделей, или же каким-либо другим способом.



Фиг. 142. Петля для шарнирных модельных досок.

После этого на доску ставится рамка, толщина которой соответствует расстоянию от доски до высшей точки линии разъема моделей, и пространство между рамкой и моделями заполняется песком, который утрамбовывается и выравнивается вровень с верхней стороной рамки. Те части моделей, которые лежат выше высшей точки линии разъема (предполагая неровную поверхность разъема), будут, таким образом, выступать из песка.

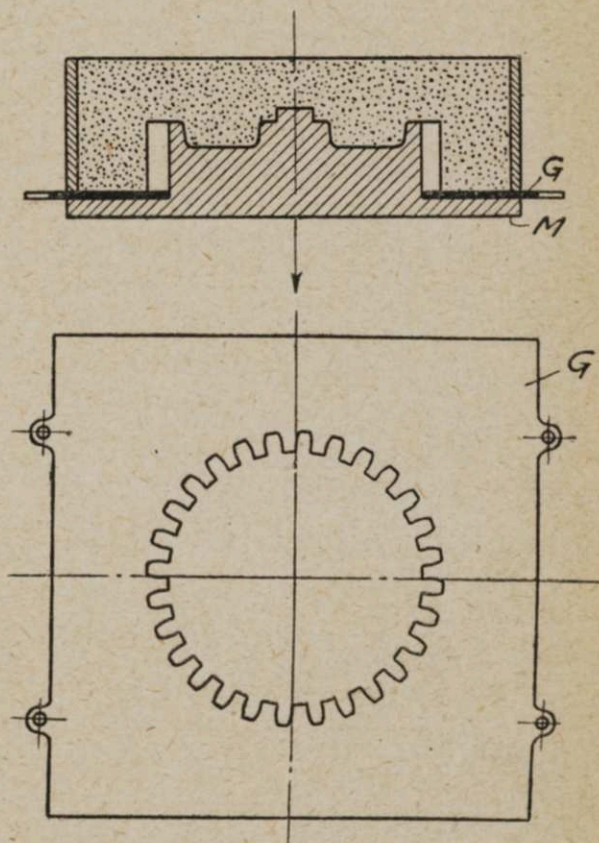
На эту фальшивую «верхнюю опоку» ставится нижняя опока, которая утрамбовывается и переворачивается, после чего производится тщательная отделка поверхности разъема. В нее ставят затем модели для набивки верхней опоки. После съемки последней, на нижнюю опоку ставится рамка, толщина, внутренние размеры и внешний вид которой соответствуют таковым подлежащей изготовлению доски. В двух углах рамки имеются пазы 1, 2, 3, которые соответствуют выступам двух петель *T* из ковкого чугуна (см. фиг. 142), вкладываемых в рамку и подлежащих заливке в доску. По другую сторону эти петли, для лучшего скрепления с модельной доской, снабжены выступами 4, 5, 6, 7, имеющими на концах утолщения. Со стороны рамки они снабжены упомянутыми выше двойными конусами *d*, которые вместе с соответствующими выемками в половинках опок образуют шарнир. Рамка в этих местах имеет такие же выемки под

двойные конуса. После установки рамки с петлями и на ней верхней опоки доска может быть залита.

Вместо того, чтобы для сборки моделей применять доску, можно, если поверхность разъема неровная, пользоваться опокой, заполненной песком. Если модели имеют ровную поверхность разъема, применяется доска, при чем ход работы при формовке доски соответственно упрощается.

Сквозные доски. Принцип их работы был уже вкратце затронут на стр. 179 и 183. На фиг. 143 показана сквозная доска вместе с формой для зубчатого колеса (*G*—сквозная доска, *M*—модель).

Когда модель вытаскивается из доски, происходит весь-



Фиг. 143. Сквозная доска и форма для зубчатого колеса.

ма значительное истирание последней, вследствие попадания частиц песка между ними. Поэтому, если желательно иметь сквозную доску с продолжительным сроком службы, ее следует изготавливать из чугуна. Такие доски обходятся, однако, дорого, так как внутренние контуры их требуют весьма тщательной обработки напильником, чтобы они насколько возможно плотно охватывали модель. Легче изготовить их

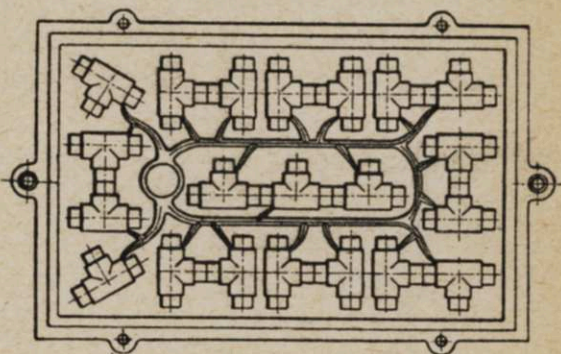
из 1—2-миллиметровой стали, но они, однако, не обладают такой большой стойкостью против изнашивания, хотя их и проще заменять новыми. Третий способ заключается в изготовлении их из чугуна с несколько увеличенными размерами по внутреннему контуру, который затем заливается по модели белым металлом. Наконец, доску и модель можно отлить за одно целое из белого металла и затем вырезать последнюю. Для облегчения этого в форме делается $\wedge$ -образная кромка, вертикальная сторона которой следует внешнему контуру модели. Когда доска с моделью заливается, вокруг последней получается, таким образом, впадина, оставляющая лишь тонкий слой металла в том месте, где доска должна быть вырезана. Такая доска имеет еще меньшую прочность, но ее легко заменить новой.

Общие замечания, касающиеся модельных досок. Если модельная доска должна быть выполнена из чугуна или другого металла, требующаяся для этого деревянная модель должна быть сделана с двойным припуском на усадку, чтобы, таким образом, была принята в расчет усадка как металлической модели, так и самого отливаемого предмета (см. стр. 94). Чтобы, тем не менее, можно было пользоваться обыкновенными моделями для формовки модельной доски, ее обычно выполняют из какого-либо сплава, имеющего настолько малую усадку, что практически она не имеет никакого значения. Такой сплав приведен на стр. 232 Тома I.

При выполнении модельных досок необходимо, насколько возможно, устраивать их таким образом, чтобы на одной доске находились модели лишь одного и того же предмета, или таких предметов, которые должны отливаться приблизительно в одинаковых количествах. Расположение на одной и той же доске, например, модели какого-нибудь предмета массового производства рядом с менее ходкой машинной деталью приводит к тому, что литник к последней должен

быть «закрыт», когда потребность в этой машинной части исчезнет. Далее, вся располагаемая площадь доски должна быть занята моделями и они должны быть размещены на ней таким образом, чтобы получилось удобное устройство литников. На фиг. 144 показана обыкновенная модельная доска с 21 моделью тройников. Для изготовления обыкновенных модельных досок пользуются такими же опоками, которые будут применяться в дальнейшем при машинной формовке.

Вибраторы. Как было указано выше, вибраторы применяются для сотрясения модельной доски (или модели) до и во время

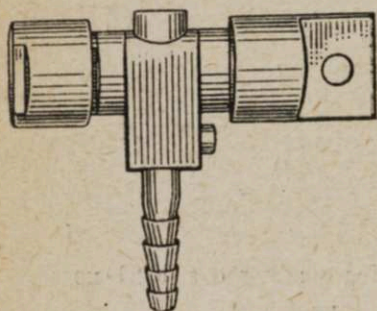


Фиг. 144. Модельная доска с 21 моделью тройников.

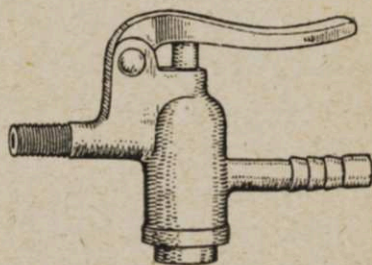
вынимания ее из формы, для отделения ее от песка. Когда это отделение (модели от песка) производится помощью молотка, нельзя избежать некоторой раздачи формы, что не имеет места, когда «расхаживание» модели производится помощью вибратора. Он к тому же не производит вредного влияния на модельную доску или части машины, что, наоборот, случается часто, когда расхаживание производится от руки, в особенности тогда, когда вместо деревянного молотка применяют железный. Если модельная доска лежит над опокой, вибрирование можно производить также во время вынимания, если же, наоборот, опока лежит над доской, вибрирование должно производиться только перед снятием.

Вибраторы состоят из небольшого цилиндра, в котором, под действием сжатого воздуха, движется вперед и назад поршень со скоростью 2000—5000 ходов в минуту. Они работают приблизительно по тому же принципу, как и пнев-

матические молотки. Способы прикрепления вибратора к модельной доске бывают различные. Один из них, показанный на фиг. 145, состоит в том, что цилиндр вибратора имеет плоскую выступающую часть, которой он и крепится к модельной доске. Для впуска воздуха применяется особый вентиль, который иногда снабжается устройством для открывания посредством нажима коленом рабочего. Преимущество такого устройства заключается в том, что во время производства вибрации руки рабочего свободны.



Фиг. 145. Вибратор.



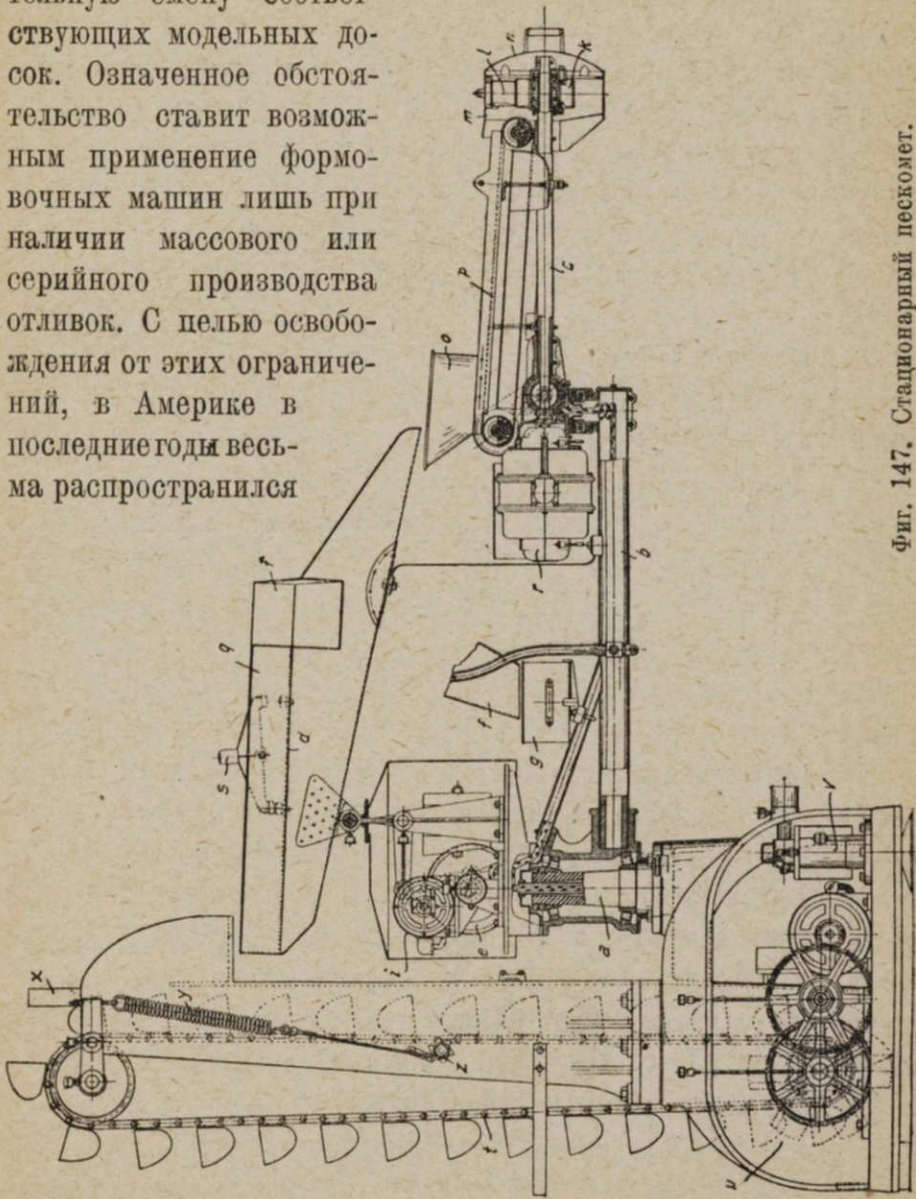
Фиг. 146. Продувательный кран.

Продувательные краны. Для сдувания песка и т. п., который всегда имеется на столе машины, на модельных досках, моделях и т. д. часто применяется сжатый воздух. Для этой цели к постоянному воздухопроводу присоединяется небольшого диаметра шланг, к концу которого присоединен так назыв. продувательный кран (см. фиг. 146). Входной и выходной каналы крана разобщены друг от друга посредством клапана, удерживаемого спиральной пружиной. При нажимании на шпindelь клапана открывается сообщение между обоими каналами.

Пескометы.

Описанные выше типы формовочных машин представляют все же известные пределы размерам опок, кои могут быть заформованы при их помощи. Кроме того, переход от

формовки одной отливки к другой предусматривает и обязательную смену соответствующих модельных досок. Означенное обстоятельство ставит возможным применение формовочных машин лишь при наличии массового или серийного производства отливок. С целью освобождения от этих ограничений, в Америке в последние годы весьма распространился



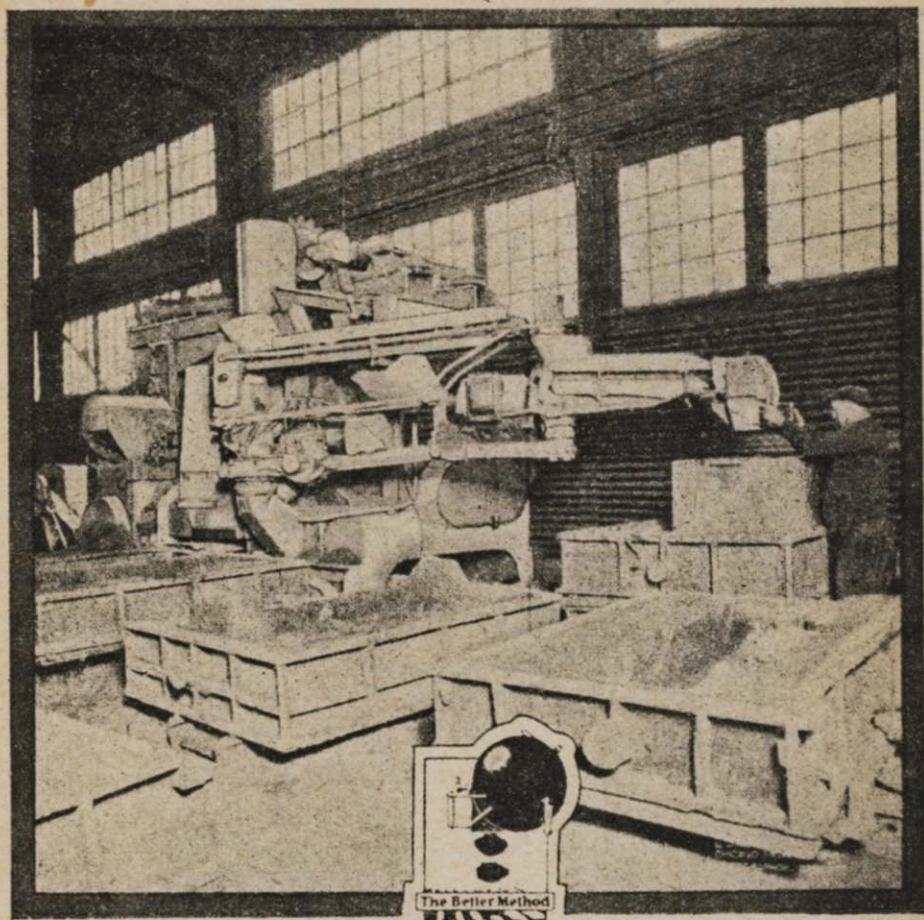
новый тип формовочных машин, в коих уплотнение земли производится бросанием и кои свободны от вышеуказан-

ных недостатков обычных формовочных машин. Как видно из фиг. 147, формовочный материал захватывается (из кучи на полу или из специального ящика—бункера позади машины) ковшевым элеватором и подается наверх, на встряхивающее сито, где от песка отсеиваются все крупные частицы. Просеянный песок поступает на ленточный транспортер и подается последним к так называемой головке, представляющей из себя открытый книзу кожух, в коем вращается особый ковш. Этот ковш делает большое число оборотов, захватывает очередную порцию песка, поступившего в головку по ленточному транспортеру и выбрасывает ее в виде уплотненного комка со скоростью до 20 m/sec . Эта скорость изменяется в зависимости от размеров машины и от применяемого формовочного материала. При подобной скорости выбрасывания песка последний превращается для глаза наблюдателя в непрерывную струю. Так как вся машина представляет из себя ряд шарнирно-соединенных звеньев, то головку пескомета можно наставлять на любое место над опокою и чрезвычайно легко переводить ее с места на место, чем достигается равномерное заполнение всего объема опоки и столь же равномерное уплотнение земли в ней. Скорость наполнения дается изготовляющими фирмами 1 m^3 песка в 3 минуты, что свидетельствует о чрезвычайной производительности подобного рода машин.

Особенно характерно в использовании пескометов то, что они не требуют никаких специальных модельных плит, а при работе пескометами могут быть применены обыкновенные модели и опоки самых разнообразных размеров, подобно ручной формовке. Самый же пескомет играет роль лишь уплотнителя весьма высокой производительности.

По своим размерам и по характеру применения пескометры делятся на несколько групп, но основное деление их—на стационарные (фиг. 147) и передвижные пескометры (фиг. 148), при чем последние самостоятельно передвигаются по площади

формовочного зала. Стоимость пескометов несколько высока и доходит до 20000—30000 марок.



Фиг. 148. Передвижной пескомет.

Ш и ш к и.

Шишки применяются не только для образования пустот в отливках, но, в известных случаях, также и для упрощения работ при формовке. Они в еще большей степени должны обладать теми свойствами, которые требуются от самой формы

(см. стр. 52 и 61), так как в большинстве случаев они полностью окружаются расплавленным чугуном. Прежде всего от шишки требуется большая способность пропускать газы и противостоять действию высокой температуры расплавленного чугуна, а также большая прочность. Последнее свойство требуется также и для того, чтобы при установке шишек в форму с ними можно было обращаться без соблюдения особо большой осторожности. Однако, шишки не должны препятствовать естественной усадке отливки и отнюдь не быть излишне жесткими.

Для изготовления шишек применяются обыкновенные формовочные материалы (см. стр. 49): тощий и жирный песок, а также глина, с особыми добавочными веществами или без них, и — в некоторых случаях — также металл. В громадном большинстве случаев к песку добавляется какое-нибудь связывающее вещество, при чем шишки «пекутся», или просушиваются для придания им большей прочности и пористости и для уменьшения газообразования в них самих. Просушивание может производиться или только по поверхности, или сквозь всю толщу шишки. В известных условиях небольшие и более простые шишки выполняются в сыром песке, даже если они не составляют части самой формы, и формируются одновременно с ней; пример таких шишек был дан, между прочим, на стр. 148 (фиг. 82). Если сырая шишка формируется не одновременно, ее нужно набивать плотнее обыкновенной формы и готовить поэтому из крупного и равномерного песка.

Наиболее обычные связывающие средства для шишек указаны на стр. 61.

Нижеследующая таблица дает приблизительную величину сопротивления шишек, изготовленных с различными связывающими веществами, а также соответствующие температуры сушки их.

Шишки, изготовленные с сырым льняным маслом в качестве связующего вещества, требуют продолжительного вре-

Связывающее вещество	Сырое льняное масло	Отстой льняно- го масла	Китай- ское тя- желое масло	Патока	Кани- фоль	Мука
Сопротивл. шишки после просуши- вания в кс на кб. см ок.	до 8	до 8	до 8	3,5	1	1
Температура сушки в град. Цельсия .	200°	200°	200°	Различ- ная для различ- ных сме- сей	175°	175—190°
Состояние шишки после отливки . .	Распа- дается	Распа- дается	Уда- ляется с тру- дом	Уда- ляется легко	Уда- ляется легко	Удаляется легко

мени сушки и имеют тот недостаток, что при изготовлении они пристають к шишечным ящикам. Это имеет место в еще большей степени при применении отстоя льняного масла. Шишки, изготовленные с сырым льняным маслом, распадутся, если температура сушки доходит до 300°С.

Для песка с острыми ребрами масло является лучшим связующим веществом. Оно должно быть хорошо вмешано в песок и эта работа должна производиться в смешивающей машине. Если она производится в бегунах или другой машине, которые раздробляют песок, получающаяся при этом пыль препятствует маслу полностью охватывать зерна песка. Удобная для этой цели машина для перемешивания была показана на стр. 89—90.

При просушивании шишек, изготовленных с маслом, требуется хорошее вентилирование. Шишки почти не впитывают влагу, даже если они долгое время лежат в форме из

сырого песка. Однако, при заливке форм от масляных шишек появляется неприятного запаха дым, который может быть несколько смягчен зажиганием в надлежащий момент выходящих газов.

При сушке шишек, изготовленных с натокой, требуется соблюдение большой точности, как в отношении продолжительности сушки, так и в отношении температуры. Поэтому необходимо производить опыты с тем составом, который будет применяться. Во время сушки шишки имеют стремление скорее разбухать, чем давать усадку.

Шишки, изготовленные с мукой в качестве связывающего вещества, как видно из таблицы, не обладают большой прочностью. Применяется как пшеничная, так и ржаная и картофельная мука. Мука замешивается в холодной воде, при чем смесь с картофельной мукой должна быть выварена.

Кроме указанных в таблице связывающих веществ, применяются также раствор сернистокислого натра и декстрин. С первым, более дешевым, шишки получаются средней прочности. Они хорошо сохраняют свою форму при сушке, но их трудно удалять из отливки. Температура сушки $= 200^{\circ}\text{C}$. Декстрин в настоящее время применяется очень часто в шведских литейных. По своему действию на шишки он ближе всего подходит к картофельной муке.

Часто применяемым добавочным веществом для глины и шишечного песка является конский и коровий навоз, который увеличивает их связывающие свойства и делает шишку очень пористой и воздухопроницаемой.

Ниже приводятся несколько испытанных составов для шишек.

Шишки с льняным маслом: 2 части мелкого сухого песка, 1 часть свежего формовочного песка, 1 часть льняного масла на 75 частей песка.

Шишки с патокой: 20 частей жирного глинистого песка, 80 частей тощего кварцевого песка, 1 часть разба-

вленной в воде патоки. Для небольших шишек: 1 обыкновенная тачка мелкого песка, к которому примешивается 7—8 кг патоки.

Шишки с сульфитом: 1—3 части сернистокислого натра на 100 частей песка.

Шишки с канифолью: 15—20 частей средне-жирного глинистого песка и 1 часть канифоли.

Шишки с мукой. Для небольших шишек: 6 частей мелкого сухого песка и 1 часть муки. Для больших шишек: 3 части острого песка, 1 часть свежего формовочного песка и 1 часть муки на 8 частей этого перемешанного песка.

Когда шишка должна иметь большую пористость, она делается из крупного и острогранного песка. Для шишек, которые должны иметь как большую пористость, так и большую прочность, например, для шишек каналов в паровых цилиндрах, применяется смесь из острого песка, глинистого песка и конского навоза.

Вентилирование шишек. Вентилирование шишек может производиться различными способами, в зависимости от их величины и формы. В небольших шишках простой формы воздушные каналы могут быть сделаны посредством протыкания их иглой. Так как шишка после просушки всегда очень хрупкая, отверстие или канал нужно протыкать до съёмки половинок шишечного ящика. Если размеры шишек позволяют, можно, конечно, проткнуть несколько воздушных каналов.

Если шишка длинная и узкая или, например, выгнута под углом, этот способ не может быть применен. В первом случае легко может случиться, что игла пойдет косо к боковой стенке шишки, во втором — не будет уверенности в том, что оба канала, проткнутые с двух разных сторон, встретятся друг с другом. В таких случаях шишку делают, обычно, из двух половинок. Перед складыванием их, на одну половинку кладут кусок железной проволоки, которая

после складывания половинок вытаскивается и, таким образом, оставляет после себя воздушный канал. Чтобы половинки пристали друг к другу, стыковые поверхности их смачиваются белугою или другим связывающим веществом. В шишке, выгнутой под углом, помещают таким же образом две проволоки, перекрещивающиеся друг с другом, при чем каждая вытаскивается с своей стороны.

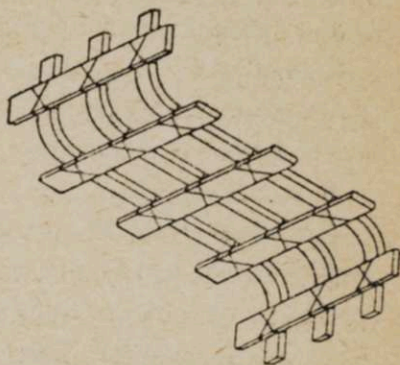
Для шишек неправильной, криволинейной формы применяют покрытые парафином льняные нитки (восковые фитили), которые можно загнуть как угодно и, следовательно, уложить в шишки самого сложного вида. Во время просушивания шишки парафин вытапливается, благодаря чему образуется воздушный канал, из которого и вытаскивается остающаяся нить.

Большие шишки вентилируются посредством вырезанных внутри каналов, заполняемых коксом, коксовой золой и т. п. Для возможности устройства таких каналов, шишки делаются из двух или нескольких частей, которые склеиваются после просушивания. Глиняные шишки вентилируются посредством закладываемых в них соломенных или мочальных жгутов, которые соединяются с наружной поверхностью шишек посредством каналов. Эта же соломенная обмотка создает податливость шишки сжимающим усилиям во время усадки остывающей отливки.

Все воздушные каналы должны иметь выход в «знаках» шишки, которые поддерживают ее в форме. В последней в этих местах часто делают также выводные каналы.

Усиление шишек. Большинство шишек, для придания им необходимой прочности, должны быть усилены посредством дополнительных креплений. Для небольших шишек применяют, обычно, круглую отоженную железную проволоку, так назыв. ш и ш е ч н ы е ш т и ф т ы, которые заформовываются в шишке и в ней остаются. Проволока, которая должна точно следовать поверхности прилегания, так

чтобы она не пружинила, предварительно смачивается бегою. Для криволинейных шишек проволока загибается так, чтобы она следовала их форме, или же применяют несколько проволок. Большие шишки усиливаются толстыми стержнями из круглого или квадратного железа, или же литыми каркасами, которые образуют, так сказать, скелет шишки и которые могут быть самой разнообразной формы. Часто они снабжаются прилитыми шинами для лучшего удерживания песка, а также, в случае надобности, ввинченными рамами для подъема и транспортирования шишки. На фиг. 149 показан, в виде примера, каркас шишки для каналов парового цилиндра.



Фиг. 149. Каркас шишки для каналов парового цилиндра.

Изготовление шишек в шишечных ящиках.

Шишечные ящики (см. стр. 94) выполняются обычно из двух, а иногда и из нескольких частей. Половинки шишечных ящиков направляются относительно друг друга посредством деревянных или металлических шипов и соответствующих отверстий или втулок, подобно тому, как и части моделей.

Для изготовления гладкой цилиндрической шишки половинки шишечных ящиков складываются и ставятся торцом на плоскую подкладку, после чего пустое пространство внутри ящика набивается доверху песком. При этом, в качестве инструмента, применяют кусок круглого железа. Половинки ящиков удерживаются либо рукой, либо посредством пружинящих скобок или винтовых зажимов (струбцинок). После протыкания иглой воздушных каналов, шишка

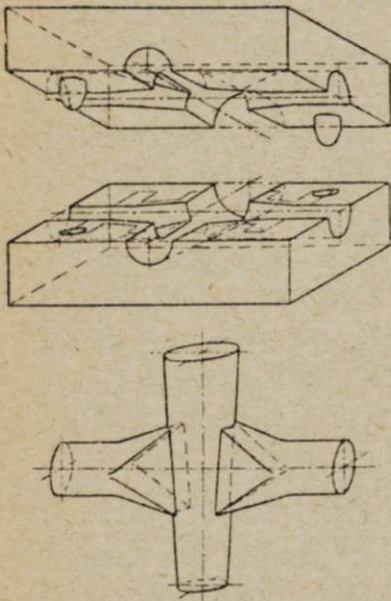
осторожно отделяется от ящика посредством легких ударов по его стенкам, так чтобы она стояла свободно на подкладке. Если шишка большой длины, то одна половинка ящика снимается с другой в горизонтальном положении, а остающаяся в другой половинке ящика шишка кладется продольной стороной на покрытый песком лист, на который она и выкатывается. На этом листе шишка остается также и во время сушки.

Большие шишки, которые при выкладывании могут изменить свою форму под влиянием собственной тяжести, следует изготавливать из двух половинок. Если шишка симметричная, применяют при этом лишь одну половинку ящика. Она набивается приблизительно так же, как опока, выравнивается, сверху накладывается и прикрепляется железный лист, все вместе переворачивается, половинка ящика освобождается от листа, расколачивается и снимается, после чего эта же работа повторяется с другой половинкой шишки. Обе половинки шишки, оставаясь на листах, ставятся после этого в сушило. После сушки соединительные плоскости обеих половинок выравниваются посредством напильника, притираются друг к другу, чтобы получилось вполне плотное соединение, в каждой половинке делаются вырезы для воздушного канала, и на одной из них кромка покрывается каким-нибудь связывающим веществом, например, замешанной в воде глиной или мукой, декстрином и т. п. После этого обе половинки прижимают друг к другу так, чтобы шов был кругом заполнен связывающим веществом, и шишка снова ставится в печь для дополнительного просушивания.

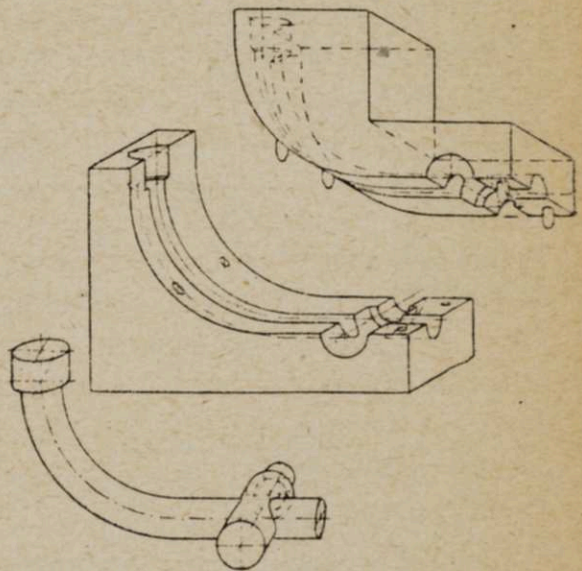
Сложные шишки неправильной формы, изготавливаемые в сравнительно больших количествах, можно выкладывать в так назыв. «фальшивый» шишечный ящик, форма которого соответствует одной стороне шишки, благодаря чему она лежит в нем всей своей поверхностью. Этот ящик,

с которым шишка идет в сушило, выполняется из дерева или перфорированного чугуна и т. п.

Постоянно меняющаяся форма и размеры делают невозможным установление каких-либо общих правил для самого изготовления шишек в шишечных ящиках. Обстоятельства могут потребовать, например, изготовления разборного ящика,



Фиг. 150. Шишечный ящик с шишкой для корпуса крана с прямым носком.

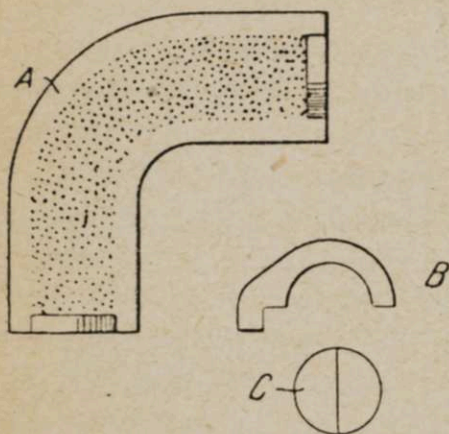


Фиг. 151. Шишечный ящик с шишкой для корпуса крана с изогнутым носком.

или изготовления шишки из нескольких частей, которые либо должны ставиться в форму каждая в отдельности, либо должны быть склеены так, чтобы они до постановки в форму составили одно целое. Последний способ следует предпочитать, так как при установке шишки в форму отдельными частями возникают большие затруднения в отношении их укрепления в ней. На фиг. 150 и 151 показаны примеры шишечных ящиков с изготовленными в них шишками.

Изготовление шишек по шаблону.

Одиночные большие шишки простой формы могут быть «вытянуты» при помощи шаблона, без применения шишечного ящика. При этом пользуются доской *A* или чугунной плитой, внешние контуры которой соответствуют продоль-



Фиг. 152. Вытягивание шишек.

ному разрезу шишки, но ширина которой несколько больше ширины шаблона *B*, вырезанного по контуру поперечного сечения шишки. Кроме того, имеются две полушайбы *C* такой же формы, как вырез в шаблоне *B* (см. фиг. 152). Последний имеет с одной стороны выступающую часть, вырезанную под прямым углом, которая направляет шаблон по доске при вытягивании шишки.

После установки по концам доски полушайб *C*, ограничивающих длину шишки, насыпается небольшой слой песка и вытягивается шаблоном. После этого на слой песка кладется шишечный штифт по форме средней линии шишки и на него насыпается остальная часть песка, который уплотняется и выравнивается шаблоном, пока шишка не получит правильной формы равномерной плотности, после чего она зачищается и покрывается чернилами. Другая половинка изготавливается тем же способом на другой доске, после чего обе половинки ставятся в сушило, не сдвигая их с досок. После сушки вырезаются воздушные каналы и обе половинки склеиваются.

В случае необходимости, усиливающие прутки берутся такой длины, чтобы они выходили наружу по концам шишки,

где они соединяются железной проволокой. Для еще большего увеличения прочности можно прутки связать между собою также посредине длины шишки. Для этой цели в шишке делается круговая выемка, обнажающая прутки, благодаря чему они могут быть связаны. Выемки заполняются после этого песком. Чтобы такие удлиненные прутки могли быть уложены в шишке, обе концевые полушайбы должны иметь выемки для них.

Глиняные шишки также могут быть вытянуты этим способом, при чем, однако, подкладка, для избежания коробления, делается всегда чугунной.

Вытачивание шишек.

Большие шишки, имеющие форму тел вращения, изготавливаются посредством вытачивания. Материалом обычно слу-



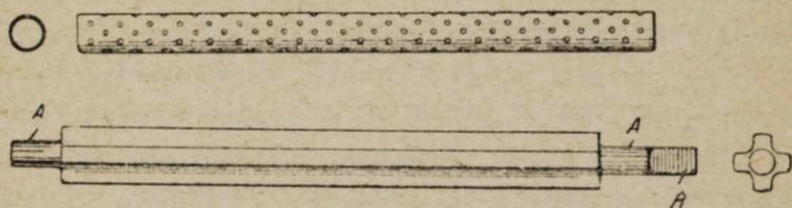
жит глина, хотя иногда применяется также сырой песок, а именно в тех случаях, когда необходимо, чтобы шишка распадалась при сжимании чугуна после заливки.

На фиг. 153 показан так назыв. токарный станок для вытачивания шишек простейшей конструкции. Как видно на фигуре, станок состоит из двух козел (станин), поддерживающих шпиндельный шпиндель *A*, на котором вытачивается

шишка, и шаблон *В*, посредством которого производится вытачивание. Шипечный шпиндель, остающийся после вытачивания в шишке, состоит обычно из трубы, снабженной по всей поверхности дырами для выхода газов и являющейся, таким образом, с одной стороны, усилением для шишки, с другой — средством для ее вентилирования. К трубе присоединена рукоятка для вращения вручную всей приготовляемой шишки. Шаблон, режущая кромка которого имеет профиль, соответствующий требуемой форме шишки, удерживается в своем положении при помощи наложенных на него грузов или же прикрепляется к станинам винтами, проходящими через соответствующие пазы в шаблоне, благодаря чему его положение относительно вращающегося шпинделя может по мере надобности меняться.

При изготовлении шишки к одному концу трубы сначала прикрепляется соломенный жгут, который плотно на нее наматывается, вращением ее помощью рукоятки. Навитый на трубу жгут покрывается белугою, после чего на него накладывается первый слой крупной газопроницаемой глины, которая вжимается в швы между витками жгута. Вращая трубу помощью рукоятки и приближая постепенно шаблон, шишке придается требуемая форма. После того, как шишка выточена на диаметр несколько меньший ее окончательного диаметра, она просушивается в сушиле и снова ставится на те же козла для нанесения последнего, тонкого слоя мелкой глины, сообщающей шишке гладкую поверхность. При этом шаблон ставится на таком расстоянии от шпинделя, которое соответствует точному диаметру шишки. После этого она снова просушивается и затем производится проверка ее размеров. Если диаметр окажется мал, необходимо наложить еще слой глины, как в предыдущем случае, и снова подвергнуть просушиванию. В противоположном случае шишка может быть несколько сточена шаблоном. Наконец, она зачищается песчаной бумагой, для получения ровной и

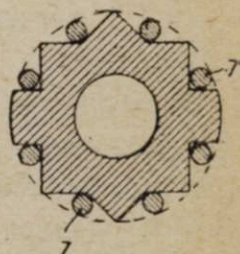
гладкой поверхности, и покрывается краской на всех тех поверхностях, которые при заливке будут соприкасаться с чугуном. Для окраски можно применять смесь из древесно-



Фиг. 154. Шишечные шпиндели.

угольного порошка и графита, замешанных в воде с белогою. После окончательной просушки шишка готова для установки в форме.

Шишечные шпиндели (см. фиг. 154), диаметр которых должен подбираться в зависимости от размеров шишки, изготавливаются из обыкновенных железных труб. Нижняя фигура представляет литой шпиндель с цапфами *А* и квадратом *В* для надевания рукоятки. Шпинделя диаметром меньше 80 мм выполняются всегда из ковкого железа. Отверстия в стенках труб должны быть диаметром не меньше 5 мм, а в больших шпинделях около 10 мм. Литые шпиндели часто выполняются звездообразного или подобного сечения, при чем продольные ложбинки служат для вывода газов. Для предохранения их от забивания глиной при обтачивании, можно заложить в них толстую железную проволоку или прутья, которые связываются у концов шпинделя и вытаскиваются после первого просушивания шишки, благодаря чему они в каждой ложбинке образуют воздушный канал (см. фиг. 155).



Фиг. 155. Сечение больших рифленых чугунных шишечных шпинделей.

Очень большие шишечные шпиндели обычно изготавливаются в виде круглого, шести- или восьмигранного, снабженного дырами, барабана из листового железа, чугуна или дерева, с особыми чугунными ступицами, с укрепленными в них железными или стальными цапфами.

Соломенные жгуты имеют назначение придавать шишке проницаемость для газов и в то же время эластичность, дабы она могла несколько подаваться, когда окружающая ее масса чугуна начинает застывать. Они облегчают также удаление шишки после отливки. На шишечный шпindel должен быть гавит, по возможности, лишь один слой жгута. Слой глины должен быть толщиной в 5—10 мм для небольших шишек и до 20 мм для больших. При небольшой толщине глина может быть наложена в один слой, при большой же толщине—предпочтительно в два слоя, как было описано выше. Если диаметр шишечного шпинделя относительно мал по сравнению с требуемым диаметром шишки, необходимо навивать на него несколько слоев жгута, чтобы слой глины не получился такой толщины, которая затруднила бы выход газов. Применения этого способа нужно, однако, по возможности избегать.

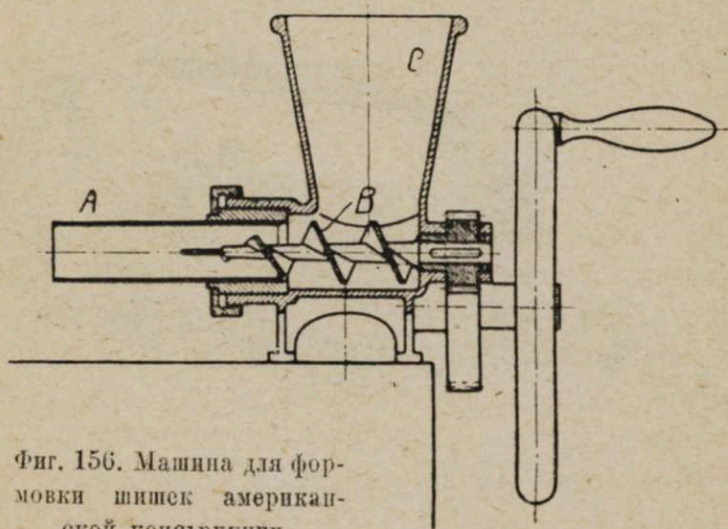
При массовом изготовлении больших шишек для труб и т. п. применяют, вместо описанного выше станка, более конструктивный токарный станок с ременным приводом, который может быть снабжен также ступенчатым шкивом для получения различных скоростей. Такие станки находят применение, однако, лишь в специальных литейных.

Машины для формовки шишек.

В обыкновенных машинах для формовки шишек изготавливаются лишь прямые стержнеобразные шишки круглого, квадратного или другого сечения в виде бесконечной полосы, разрезаемой на требуемую длину. Такие простые шишки, в особенности цилиндрические, применяются в боль-

шинстве литейных в весьма значительных количествах, чем и объясняется широкое распространение этих машин.

Конструкция машин весьма простая. Песок подается в машину через воронку *C* и выжимается к мундштуку *A*, имеющему сечение требуемой шишки, посредством червяка *B*,

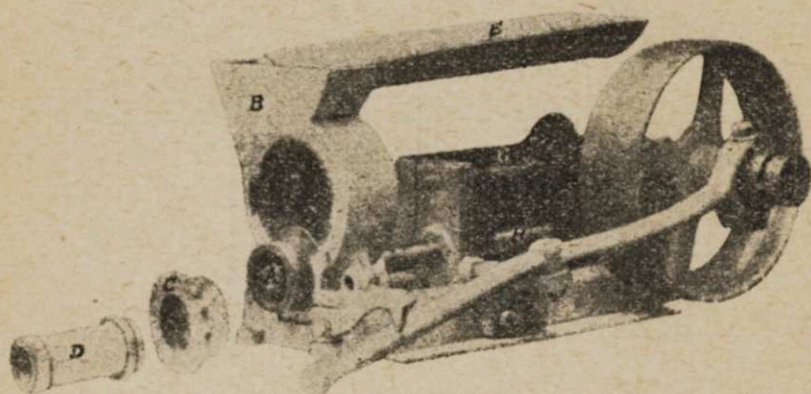


Фиг. 156. Машина для формовки шишек американской конструкции.

который вращается вручную помощью маховичка (машина имеет, таким образом, почти такую же конструкцию, как обыкновенная мясорубка). Червяк в своей передней части заканчивается небольшим центром, который оставляет в шишке воздушный канал (см. фиг. 156).

Лучшая машина, шведского происхождения (изобретенная С. П. Нильсеном и П. Эриксоном), в противоположность только что описанной машине более старой конструкции, работает возвратно-движущимся поршнем *A* (см. фиг. 157), который при своем движении вперед выжимает песок через патрон *D*, укрепленный с передней стороны питательной камеры *B*. Поршень имеет просверленное по длине отверстие, через которое проходит стальная проволока, заканчивающаяся в патроне. Эта проволока, имею-

щая в переднем конце утолщение, укрепляется с задней стороны машины и, при выжимании вокруг нее шишки, образует воздушный канал. Большая твердость шишки может быть получена лишь установкой стальной проволоки (так назыв. «воздушной иглы») таким образом, чтобы ее утолщение поместилось глубже в патроне.



Фиг. 157. Машина для формовки шишек «Перфект»
акц. об-ва Хельмквист, Хальмштадт.

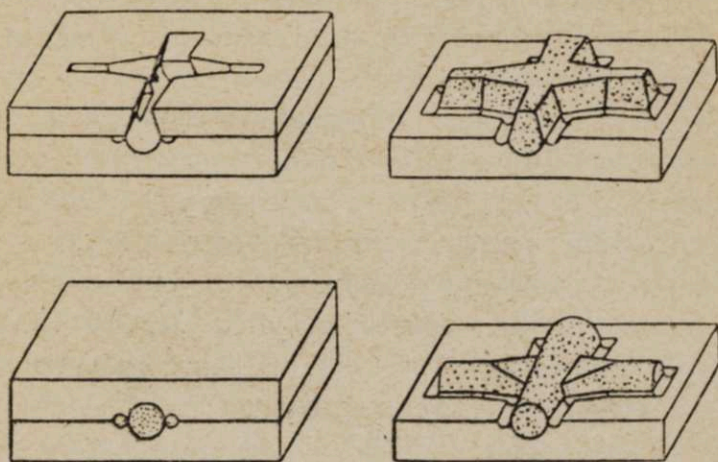
На фигуре машина показана в частично разобранном виде. *C*—накидная гайка для прикрепления патрона, *E*—корыто для песка и *G*—вращающийся вал, конец которого, входящий в питательную камеру, имеет устройство для перемешивания, разрыхляющее песок до поступления его в пространство перед поршнем.

Патрон *D* — сменный, имеющий внутренние размеры и форму соответственно подлежащей изготовлению шишке. У переднего конца патрона установлен лист, по которому скользит готовая шишка, при чем форма его соответствует форме нижней части шишки.

Шишки круглого, квадратного, прямоугольного или другого сечения могут изготавливаться в машинах обоих этих типов. В машинах с ручным приводом обычно изготавливаются шишки диаметром не более ≈ 60 мм. Среди шведских кон-

струкций имеются, однако, большие машины, формирующие шишки диаметром до 150 мм.

Для изготовления шишек неправильной формы начали также применять машины, хотя до самого последнего



Фиг. 158—161. Прессование шишек.

времени они получили сравнительно ограниченное применение. Следует, однако, упомянуть об особой системе прессования шишек, получившей некоторое распространение в Германии, где она запатентована. Шишки прессуются в формовочном прессе обычной конструкции. Шишечные ящики состоят, как обычно, из двух половинок, но вплотную по контуру шишки они снабжены полукруглыми канавками (см. фиг. 158—161).

На нижнюю половинку шишечного ящика кладется сначала временная верхняя половинка, или рамка, согласно фиг. 158. Сечения ее внутренней формы сделаны, как видно, на конус, при чем контуры ее соответствуют контурам шишки. Получающееся таким образом пустое пространство заполняется песком, который слабо обжимается; после чего временная верхняя половинка снимается и заменяется верхней половинкой шишечного ящика (фиг. 159 и 160). Так как

объем пустого пространства в временной половинке больше объема в верхней половинке шишечного ящика, получается излишек песка, благодаря чему шишка, при сжимании половинок ящика в формовочном прессе, получает требуемую плотность. Песок, который не может вместиться в самой шишке, падает в упомянутые выше канавки в нижней половинке шишечного ящика.

После того как шишка отпрессована, верхняя половинка ящика снимается (фиг. 161), на нижнюю половинку ставится подходящая железная рамка и заполняется сухим песком, после чего сверху накладывается железный лист, все переворачивается и нижняя половинка ящика снимается. После съемки также и рамки, шишка остается лежать в песке и может быть установлена в сушило. В одной машине можно прессовать несколько шишечных ящиков одновременно.

Этот способ имеет, однако, много недостатков, между прочим, тот, что острая кромка вокруг контура шишки быстро изнашивается вследствие истирания. Со времени же введения в общую практику описанных на стр. 191 и сл. формовочных машин, работающих сотрясением, можно сказать, что проблема изготовления шишек неправильной формы машинным способом находится на пути своего разрешения *). Эти машины во многих случаях очень удобны для таких работ, в особенности для больших шишек. Работа производится таким же образом, как и при сотрясении форм, с той лишь разницей, что вместо опок применяются шишечные ящики.

Установка шишек в формы.

Эта работа требует большой тщательности, опытности и сноровки. Трудность заключается не только в том, чтобы

*) Следует отметить, что во многих случаях при проектировании новых литейных мастерских, особенно специализированных для определенной программы литья, уже охотно применяются встряхивающие формовочные машины для формовки шишек. *Прим. ред.*

придать шишке надлежащее положение в форме для получения правильной толщины в отливке, но также и в надлежащем ее укреплении, чтобы заливаемый металл не мог ее сдвинуть с места и тем совершенно изменить конфигурацию отливки. Кроме того, воздушный канал в шишке должен быть соединен с соответствующим каналом в форме, чтобы дать выход газам, образующимся в шишке. Если это не сделано, в отливке получаются «пузыри», а при заливке больших предметов могут иметь место серьезные взрывы.

Положение шишек в форме, как было указано выше, определяется знаками. Если модели, форма и шишечные ящики выполнены правильно, шишки должны встать также в свое правильное положение. Так как на это, однако, нельзя полагаться, и так как в некоторых случаях играют роль также и другие обстоятельства, делающие положение шишки неопределенным, установку ее во всех случаях необходимо проверять или определять посредством измерений.

Когда положение шишки нельзя проверить непосредственным измерением, что часто имеет место при горизонтальных шишках, на дно формы обычно кладут шарик из мягкой глины, несколько большего диаметра, чем требующаяся толщина отливки, такой же шарик кладут сверху на шишку и накладывают нижнюю опоку на верхнюю. При этом глиняные шарики сжимаются, и расстояние между обеими поверхностями формы и верхней и нижней сторонами шишки может быть измерено на сжатых шариках после разборки формы.

Вентилирование формы в тех местах, к которым выходят воздушные каналы шишки, производится различными способами, в зависимости от конструкции шишки и формы. Как общее правило, газы должны, по возможности, выводиться кверху. Если их требуется выводить книзу, воздушные каналы должны иметь особо большие размеры. Для небольших шишек не требуется делать какого-либо специального вентиляции.

При горизонтальных шишках, средняя линия которых лежит в плоскости разъема формы, воздушный канал, посредством выемки на поверхности разъема, выводится к наружной стенке формы. Знаки шишки можно делать также такой длины, чтобы они выходили за пределы стенок опоки. Для этой цели, однако, опоки должны быть снабжены соответствующими выемками, в виду чего этот способ, имеющий, правда, то преимущество, что шишка всегда получает правильное и надежное положение,—может быть применен лишь при массовом производстве одного и того же предмета.

При шишках, устанавливаемых вертикально, воздушный канал протыкается через верхнюю форму таким образом, чтобы он соединился с воздушным каналом шишки, или же верхний знак шишки делается такой длины, чтобы он доходил до верхней поверхности формы.

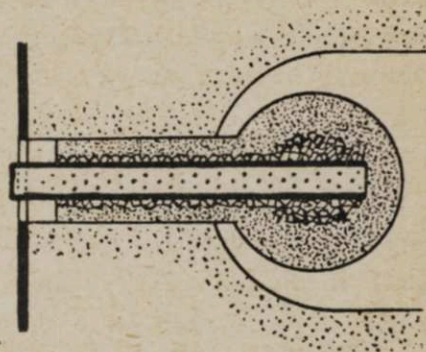
Когда в форме устанавливается шишка из нескольких частей, необходимо наблюдать за тем, чтобы воздушные каналы отдельных частей были соединены между собою а также, чтобы чугун не мог проникнуть в стыки их. Если каждая часть шишки имеет выход в форме, воздушные каналы, если они встречаются друг друга, могут быть заглушены.

При цельных шишках удаление газов может также оказаться невозможным, если чугун проникнет между знаком шишки и соответствующей выемкой для знака в форме, в виду чего они должны плотно входить друг в друга или же их соединение нужно уплотнять. Для сырых форм применяется для этого мука, для сухих форм—глина. Стержнеобразные шишки делаются для этой же цели с коническими концами. Конусность должна быть совершенно одинаковой, чтобы шишка не легла косо в выемках под знаки.

Укрепление шишки в форме. Небольшие и короткие шишки поддерживаются в большинстве случаев только знаками. Для длинных горизонтальных и больших шишек необходимо применять дополнительные опоры. Когда металл

заполняет форму, действие его на шишку проявляется, главным образом, в том, что она стремится всплыть в металлической ванне, в виду чего длинная горизонтальная шишка выгибается кверху. Вертикальные шишки не подвергаются большим напряжениям в направлении, перпендикулярном их длине. Очень большие шишки испытывают значительное давление в направлении кверху.

В горизонтальных шишках, которые предназначаются для несквозных отверстий в отливке и которые, поэтому, могут быть снабжены лишь одним знаком (см. фиг. 162), этот знак делается длиннее, чем обычно, и с более основательным усилением.



Фиг. 162. Горизонтальная шишка с одним знаком.

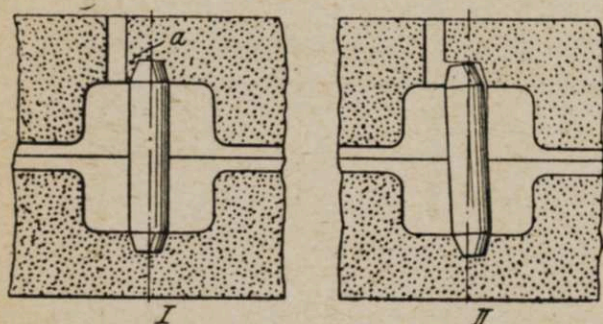
Вертикальные шишки, имеющие длину меньше четырехкратного диаметра, могут быть выполнены лишь с одним знаком, помещающимся в нижней опоке. Когда шишка должна иметь знак также в верхней опоке, проще всего делать его такой длины, чтобы он доходил до верхней поверхности формы. Если знак не доходит до этой поверхности, то получающаяся при этом пустота заполняется песком после окончательной установки верхней опоки на нижнюю. При этом песок набивается вокруг душника, вставляемого при этом в воздушный канал шишки.

Особый способ установки коротких горизонтальных шишек ниже линии разъема был описан ранее на стр. 145 (удлиненный знак).

Часто случается, что литник или прибыль приходится вблизи верхнего знака вертикальной шишки (например, в шкивах и т. п., в которых литник помещается над втул-

кой). Стенка *a*, отделяющая литник от знака, если она не имеет достаточной толщины, может сломаться при наложении верхней опоки, при чем шишка примет наклонное положение (см. фиг. 163). Для избежания этого, песок вокруг знака укрепляется крючками или штифтами.

Если знаков недостаточно для поддерживания собственного веса или для противодействия всплыванию шишки, укрепление ее производится при помощи так назыв.



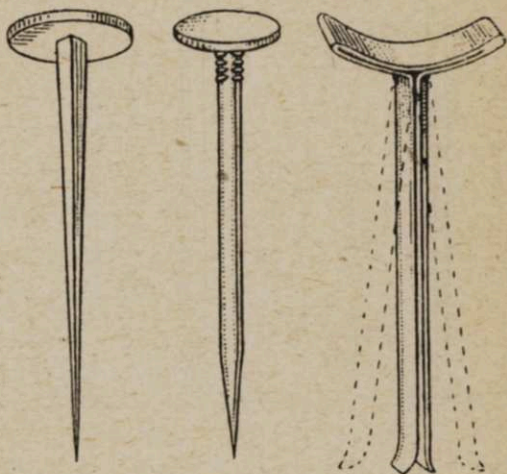
Фиг. 163. Установка вертикальной шишки вблизи литника.

беек. Они имеются в продаже самых разнообразных типов и изготавливаются в литейных лишь в исключительных или специальных случаях. Обычно они делаются из железа, но могут быть также чугунными.

Применение жеребеек связано, однако, со многими неудобствами и их поэтому необходимо рассматривать, как вынужденные приспособления. Жеребейки остаются, конечно, в отливке и всегда поэтому портят структуру чугуна. В виду этого их не следует применять для отливок, которые будут обрабатываться или будут применяться в качестве трущихся частей, например, для цилиндров паровых машин и т. п. Очень часто они не свариваются с чугуном и при обрубке конца, расположенного на поверхности предмета, они выпадают, вследствие чего образуется дыра. Это случается особенно в тех случаях, когда предмет тонкостенный, а жеребейка имеет размер несколько больше толщины стенки. Кроме того, в тех местах, где жеребейки проходят сквозь

предмет, легко образуются пузыри. Они получаются в тех случаях, когда поверхности жеребеек не являются металлически чистыми и покрыты ржавчиной или окалиной. Ржавчина в особенности дает сильное газообразование, когда она приходит в соприкосновение с расплавленным металлом.

Чтобы поверхности жеребеек, которые будут соприкасаться с чугуном, сделать металлически чистыми, их обычно опиливают, очищают механически в барабанах или про- травливают в растворе соли или серной кислоты. Так как все эти способы предполагают немедленное использование жеребеек, то обычно предпочитают их лудить.

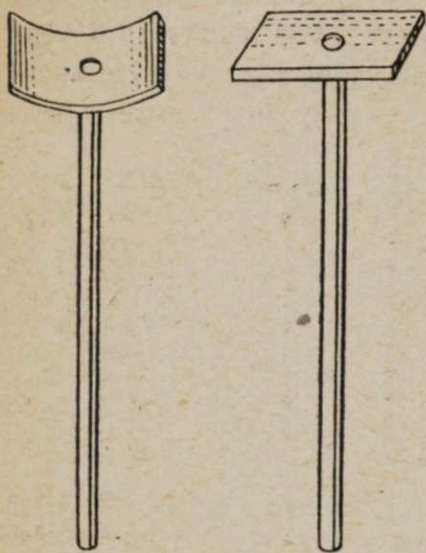


Фиг. 164. Жеребеечные гвозди.

Для того, чтобы жеребейки могли хорошо свариться с чугуном, их толщина должна быть возможно меньше по сравнению с толщиной отливки. По этой причине толщину стенки отливки обычно увеличивают в том месте, где должна пройти жеребейка, делая в форме полукруглую выемку посредством ручки формочной лопатки. Так как песок здесь при этом уплотняется, в углублении протыкают тонкой иглой несколько отверстий. Хорошему свариванию способствует также подогревание жеребеек и применение достаточно горячего чугуна.

Обычной формой жеребеек являются показанные на фиг. 164 жеребеечные гвозди, на фиг. 165 — жеребейки с одной пластинкой и на фиг. 166 — жеребейки с двумя

пластинками. Жеребейки по фиг. 164 и 165 делаются всегда железными, в то время как жеребейки по фиг. 166 — могут быть также чугунными.

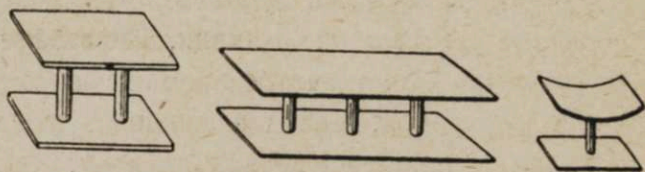


Фиг. 165. Жеребейки с одной пластинкой.

На фиг. 164 показаны жеребеечный гвоздь ручной работы и гвоздь машинной работы. Жеребеечные гвозди ручной работы следует предпочитать перед гвоздями машинной работы, так как песок оказывает большее сопротивление клинообразной форме штифта. Показанная с правой стороны фигуры третья жеребейка изготовляется из железа полукруглого сечения. Когда она вжимается в песок, половинки ее стержня расходятся, благодаря чему получается более прочная опора для шишки. Жеребееч-

ные гвозди предназначаются лишь для закрепления в самом песке и применяются для небольших шишек.

Жеребейки с одной пластинкой, фиг. 165, применяются для шишек большего размера и в большинстве случаев втыкаются в форму,

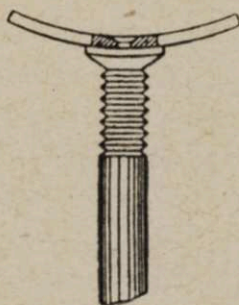


Фиг. 166. Жеребейки с двумя пластинками.

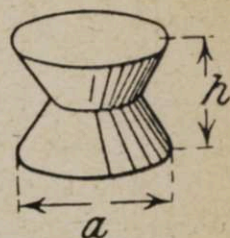
где они опираются на специально заложенные плитки, или же выводятся до верхней или нижней стороны формы, до какой-нибудь твердой опоры. Жеребейки с двумя пластинками ставятся на поверхность формы и укрепляются

жеробеечными гвоздями или штифтами. В противоположность остальным типам, жеробейки с двумя пластинками полностью завариваются в чугуна.

Жеробейки по фиг. 166 состоят из прямоугольной пластинки, прикрепленной к стерженьку диаметром в 5—10 мм или более и длиной, соответствующей каждому отдельному случаю. Так как нагрузка, которую приходится выдерживать жеробейке, может быть очень значительной, стерженек снабжается осаженной головкой, на которую опирается пластинка, благодаря чему стерженек не может быть продавлен сквозь пластинку (см. фиг. 167). Для лучшего сваривания с чугуном, стерженьки обычно



Фиг. 167. Соединение стерженька жеробейки с пластинкой.



Фиг. 168. Чугунная жеробейка.

снабжаются непосредственно под головкой рядом кольцевых желобков, фиг. 167, или насечками (такими же, как в жеробеечных гвоздях машинной работы по фиг. 164).

Жеробейки, показанные на фиг. 166, состоят из двух пластинок, соединенных посредством одного, двух, а в некоторых случаях и нескольких стерженьков, с осаженными под пластинками концами, которые также могут быть снабжены указанными выше кольцевыми желобками.

Чугунные жеробейки получили большое распространение в Германии и Америке. Они легче свариваются с чугуном, вследствие меньшей температуры плавления чугуна, по сравнению с железом, и поэтому применяются с успехом в тех случаях, когда отлитый предмет должен обрабатываться. Они должны, однако, иметь достаточно большие размеры, чтобы не расплавиться при заливке. Показанная на фиг. 168 чу-

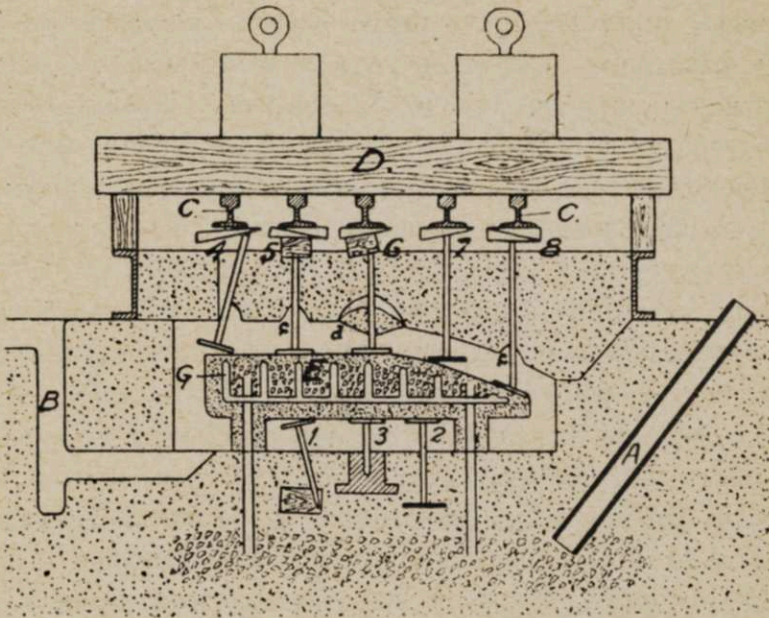
гунная жеребейка не подвергается риску быть расплавленной, так как ее диаметр d всегда не меньше высоты ее h . Такие жеребейки, при правильном обращении с ними, не оставляют никакого следа на обработанной поверхности.

На фиг. 169 показана большая форма с правильно и неправильно установленными жеребейками. Нижняя половина формы выполнена, как видно, в полу мастерской. A —труба для отвода газов, B —литник, C —железнодорожные рельсы, служащие для удерживания в своем положении жеребеек, D —деревянный брус, лежащий на рельсах перпендикулярно их длине и служащий поддержкой для грузов. На фигуре видно также устройство каркаса G в шишке E .

Когда нижняя часть формы делается в опоке, жеребейки часто загоняются в расположенную под ней доску. Если форма имеет большую глубину или выполнена в полу мастерской, в нее закладываются особые деревянные колодки, в которые втыкаются жеребейки. В нижней части формы (фиг. 169) показаны три жеребейки. Жеребейка I поставлена неправильно, во-первых, потому, что она слишком глубоко забита в колодку, вследствие чего имеется опасность ее раскалывания, во-вторых, потому, что жеребейка опирается в колодку слишком близко к одному ее концу, благодаря чему колодка встала в наклонное положение. Такая установка жеребейки может привести к тому, что шишка осядет, и отливка будет неудачной, так как толщина стенок в ней получится неправильной. Такой же результат может получиться, если жеребейка слишком слабо забита в колодку и будет, следовательно, вжата в нее при нагрузке опоки, или если она забита так глубоко, что шишка не будет на нее опираться вообще.

Вместо деревянных колодок лучше пользоваться железными плитками. Жеребейка загоняется в форму до этой плитки и промеряется высота от поверхности формы до опорной поверхности жеребейки (которая должна соответство-

вать толщине отливки), после чего она вынимается и от ее стерженька отрубается излишняя длина. Обрубленная жеребейка ставится затем снова на свое место. По этому способу установлена правильно жеребейка 2.



Фиг. 169. Форма с правильно и неправильно установленными жеребейками.

При установке больших жеребеек в верхней опоке форма сначала протыкается более тонкой проволокой, душником и т. п., после чего полученное таким образом отверстие расширяется посредством втыкания в него и проворачивания в нем стерженька жеребейки. После этого жеребейка вынимается и у конца отверстия, с внутренней стороны формы делается выемка, согласно с на фиг. 169. У *д* эта мера предосторожности не была принята, вследствие чего часть формы вокруг жеребейки *б* отделилась при прижимании ее к шишке, результатом чего может получиться брак отливки.

Жеребейки в верхней части формы должны быть заклинены под грузами или другими устройствами, предназначенными для удержания верхней опоки в своем положении. Жеребейка 4 получила неправильное положение вследствие применения здесь лишь одного клина. Жеребейки 5 и 8 заклинены правильно. Жеребейка 7 установлена неправильно в том отношении, что ее опорная пластинка не параллельна поверхности шишки, и она поэтому не исполняет своего назначения и портит шишку. 8 показывает правильную установку и выполнение такой жеребейки. На закругленных частях шишки опорные части жеребеек должны быть соответственно выгнуты.

Если стержень жеребейки не достает до твердой опоры, в качестве прокладок применяются деревянные бруски, показанные у 5 и 6. Они должны быть расположены на стержне своей серединой и заклиниваться помощью двух клиньев, как показано у 5. Неправильное выполнение показано у жеребейки 6. Прокладок, однако, нужно по возможности избегать и подгонять длину стержней под требуемый размер.

Для установки клиньев нужно иметь промежуток в 10—20 мм. До вколачивания клиньев следует наложить грузы, которые должны удерживать верхнюю опоку. Балки, поддерживающие грузы, всегда несколько пружинят, вследствие чего жеребейки, если их заклинить раньше, могут производить слишком большое давление на шишку и разрушить ее.

Клинья должны быть из твердого дерева или железные, с не слишком большим углом наклона. На 100 мм длины клина подъем должен быть не больше 20 мм. Поверхности клиньев должны плотно прилегать друг к другу. Вколачивание клиньев необходимо производить с большой осторожностью.

В некоторых случаях в нижней части формы выгоднее применять жеребейки с двумя пластинками, вместо жеребеек, имеющих лишь одну опорную пластинку. Они применяются в тех случаях, когда положение шишки и сопротивление по-

верхности формы это позволяет, и должны ставиться или укрепляться таким образом, чтобы вливающийся в форму металл не сорвал их с места. З на фиг. 169 показывает специальное выполнение жеребейки из двух частей. Нижняя, опорная часть утрамбовывается в форме так же, как модель, так что остается только вставить в нее самую жеребейку. Она может быть установлена несколько выше или ниже посредством насыпания в отверстие соответствующего количества песка. Недостаток таких жеребеек состоит в том, что то место в отливке, которое соприкасается с верхней поверхностью нижней опорной части жеребейки, получается несколько закаленным.

Для удерживания шишки в своем положении иногда, вместо жеребеек, могут применяться также другие приспособления. При отливке предметов, имеющих форму сосудов, отливаемых отверстием кверху, можно, например, подвесить шишку на двух железных брусках, прикрепляемых на верхней форме таким образом, чтобы шишка плотно прилегала к верхней части формы.

Формовка в сухом песке.

Как уже указывалось выше, работа при формовке в сыром и сухом песке одна и та же; разница заключается лишь в том, что во втором случае форма перед заливкой просушивается и что по этой причине песок в обоих случаях имеет различные качества (см. стр. 49—63).

Высушивание формы перед заливкой производится с целью большего обеспечения получения удачного литья. Посредством просушивания удаляется большая часть воды, содержащейся в форме, благодаря чему она делается более пористой и дает лучший выход газам, а также развивает меньшее количество газов при заливке. Даже не вполне хорошо набитая сухая форма может поэтому дать хорошую отливку. Форма, кото-

рая будет просушиваться, допускает также более плотную набивку и применение более плотного песка.

Сухая форма имеет, кроме того, преимущество более легкой установки шишек. Последние не сыреют и водяные пары не осаждаются на жеребейках, каркасах и прутках.

Благодаря более мелкому песку, который может здесь применяться, поверхность формы получается более гладкой, а отливка получает лучший внешний вид и не засоряется смываемыми свободными частицами песка. Просушивание полезно поэтому в тех случаях, когда поверхности отливки после обработки должны быть совершенно чистыми и блестящими. Обработка облегчается также тем, что так назыв. корка не получается столь твердой, как при заливке в сырую форму, где отливаемый предмет охлаждается быстрее у поверхности.

Просушивание форм применяется, далее, в следующих случаях:

1. Когда с формой, имеющей вследствие своих больших размеров или очертаний недостаточную прочность, нельзя производить дальнейшую работу без предварительного просушивания.

2. Когда количество металла, которое должно быть залито в форму, имеет такой вес, что под действием его песок был бы сжат в сырой форме, в результате чего отливка получилась бы увеличенных неправильных размеров.

3. Когда форма должна состояться из нескольких частей.

4. Когда имеется несколько знаков или когда они должны быть особо прочными, и, наконец,

5. Когда требуется соблюсти определенный вес отливки.

Переходной ступенью между сухими и сырыми формами являются формы с высушенной коркой, которые выполняются в сыром песке и просушиваются лишь с поверхности. Поверхности в таких формах имеют очень сложные очерта-

ния, почему высушивание должно производиться непосредственно перед сборкой их для литья.

Сухие формы, так же как шишки, покрываются обычно чернилами, состоящими из смеси жидкой белуги, графита и каменноугольной или древесноугольной пыли. Содержание глины должно быть таково, чтобы вода, при погружении в нее пальца, окрашивала его. Количество графита и каменноугольной пыли меняется для небольших форм от почти исключительного применения графита до смеси из $\frac{1}{3}$ графита и $\frac{2}{3}$ угольной пыли. Для форм средней величины можно применять смесь, состоящую из равных частей графита, древесноугольной и каменноугольной пыли, и огнеупорной глины в количестве, соответствующем $\frac{1}{20}$ части всей смеси, замешанных в воде с патокой. Для придания поверхности большей прочности можно добавлять пригоршню соли на 50—100 литров чернил. В настоящее время в некоторых литейных смешивают графит с 5—10% прокаленного, тонко размолотого гипса.

В больших литейных, имеющих регулярную потребность в формовых чернилах, они сохраняются в резервуаре, снабженном перемешивающим механизмом, находящимся в постоянном движении, чтобы содержащиеся в них твердые частицы не осели на дно. Хорошие чернила, однако, могут стоять довольно долго без отлагания каких-либо частиц на поверхности воды или на дне. При отлагании на поверхности чернила содержат слишком много древесноугольной пыли, при отлагании на дне—слишком много глины или каменноугольной пыли.

Для сухих форм и шишек применяются всегда чернила, в то время как сырые формы могут быть припудрены сухим припылом. Песчаные формы покрываются чернилами перед просушиванием, а глиняные, предпочтительно, после просушивания. Последние покрываются чернилами, большей частью, два, а иногда и три раза, однако, толщина всего слоя не

должна превосходить $1-1\frac{1}{2}$ мм. При нанесении второго или третьего слоя предыдущий не должен быть совершенно сухим. После покрытия чернилами сухих форм, за один или за два раза, их можно присыпать графитом, который облегчает следующее за покрытием чернилами заглаживание поверхностей формы и способствует получению отливки с красивой поверхностью.

Сушила для форм и шишек.

Формы и большие шишки просушиваются обычно в постоянных сушилах, устраиваемых в литейных. Большие формы, которые трудно или невозможно транспортировать, или которые выполнены в полу мастерской, просушиваются на месте при помощи переносных печей, ставящихся над формой. Небольшие шишки просушиваются в снабженных полками небольших печах, которые могут быть или свободно стоящими, или же замурованы в стене. Иногда сушила для шишек выложены заодно с большими сушилами и получают требуемое тепло от общей топки.

Топливом служит обычно кокс, оставляющий, в противоположность каменному углю, меньше отложений смолистых веществ, что имеет большое преимущество, когда передача теплоты форме производится непосредственным соприкосновением с нею продуктов горения. За последнее время, однако, сконструированы печи для отопления нефтью или газом, а также для не прямого нагревания, т.е. посредством нагревания воздуха в сушильной камере.

Нормальная температура сушки, в зависимости от качества формовочного материала, колеблется в пределах от 150 до 200°C и обычно не должна превосходить последней цифры.

Переносные сушила. Просушивание на месте производилось раньше посредством открытого огня (костра) на

листе, который накладывался на форму в виде жаровни. Недостатки этого примитивного способа, который еще применяется во многих литейных, очевидны. Получающийся тепловой эффект достигает едва 5%, продолжительность просушивания необычайно велика, более глубоко расположенные части формы высушиваются недостаточно, в то время как другие части формы легко перегорают, наконец, воздух в литейной загрязняется большим количеством вредных газов. При этом особенно вредным является неравномерная просушка форм.

Особые корзины или ящики из перфорированных листов или из круглых железных прутьев, в которых разводится огонь, имеют лишь то преимущество, что несколько таких жаровень можно поставить в различных местах формы, чем достигается более равномерное их просушивание.

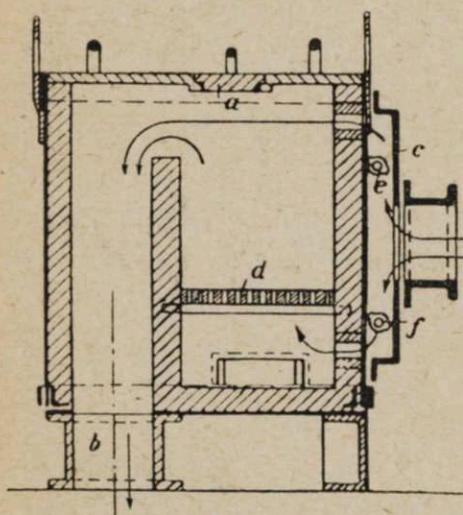
Такие открытые жаровни имеют, однако, тот недостаток, что зола из них часто падает в форму, что вызывает необходимость значительной дополнительной работы в ней.

При применении переносных сушильных печей форма, конечно, не будет просушена насквозь, однако, просушивание может быть произведено в такой мере, что те части песка, которые будут лежать ближе к чугуноу, получают совершенно такие же свойства, как если бы просушивание производилось в постоянной печи. Форма, однако, не должна лежать сколько-нибудь длительное время в ожидании заливки, так как высушенные части впитывают в себя влагу из невысушенных частей.

В переносных сушилках развивающиеся в топке газы смешиваются предварительно с дополнительным воздухом, вместе с которым они входят в форму. Воздух подводится в сушило или по устроенному в мастерской постоянному воздухопроводу, соединенному с вентилятором, установленным в соответствующем месте мастерской, или же от вентилятора, установленного на самой печи или на ее днище,

и приводимого в движение непосредственно от электромотора. При применении постоянного воздухопровода, он в соответствующих местах должен иметь ответвления для присоединения воздушных шлангов к сушилкам. Давление воздуха должно составлять 100—200 мм водяного столба.

Конструкции различных печей отличаются друг от друга, главным образом, способами введения газов в форму или



Фиг. 170. Переносная сушильная печь для форм. Конструкция Hansen'a.

воздуха в камеру горения, в связи с чем меняется и сама форма печи.

На фиг. 170 показана простая прямоугольная печь, сконструированная Hansen'ом. Воздух вводится через расположенную с одной стороны печи коробку *c*, откуда он, посредством задвижек *e* и *f*, может впускаться или под колосниковую решетку или в пространство над камерой горения, соответственно на большем или меньшем участке каждого

пути, благодаря чему температура нагреваемого воздуха может регулироваться. Топливо подается через люк *a* в крышке печи. Подогретый воздух, вместе с газами, проходит через трубу *b* в форму. Под колосниковой решеткой *d* в стенке печи имеется люк для выгребания шлака и золы.

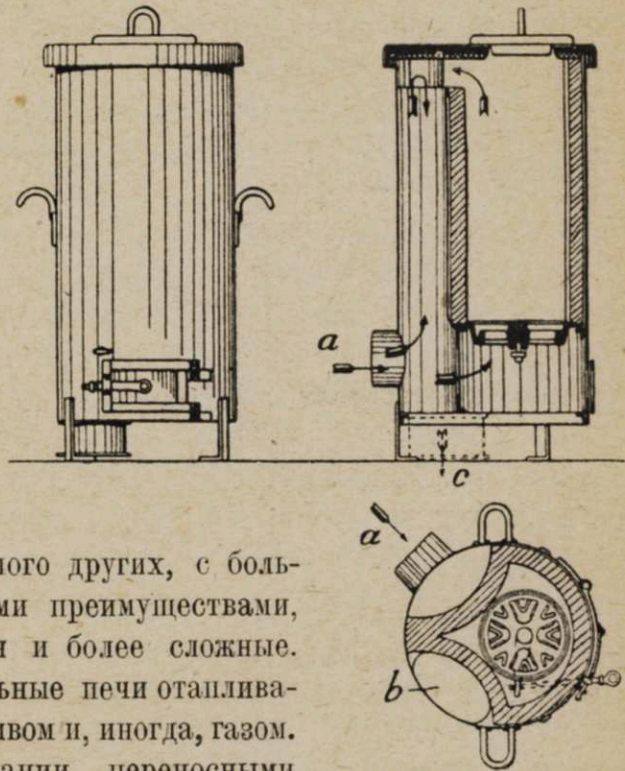
На фиг. 171 показана круглая печь, сконструированная по тому же принципу. Воздух входит в патрубок *a* и идет частью под колосниковую решетку, частью вверх и, далее, обогнув промежуточную стенку, в сборную камеру *b*, где он смешивается с газами из топки и через вертикальный патрубок *c* проходит в форму. Количество воздуха, проходя-

щего через решетку и идущего мимо нее, регулируется помощью задвижки. Печь может переноситься двумя рабочими. Обычно круглые печи предпочитают прямоугольным, вследствие более удобного обращения с ними. Когда вентилятор ставится непосредственно на печи или на общей с ней донной плите, применяется, предпочтительно, прямоугольная форма.

Кроме показанных на этих фигурах печей, представляющих наиболее обычные в Швеции типы, имеется много других, с большими или меньшими преимуществами, но в то же время и более сложные. Переносные сушильные печи отапливаются твердым топливом и, иногда, газом.

При просушивании переносными печами необходимо иметь в виду:

1. Чтобы между верхней и нижней частью формы оставлялся зазор для просушивания также поверхностей разъема.
2. Чтобы сложные части формы были защищены слоем песка или посредством покрытых песком листов, устанавливаемых в свою очередь на расстоянии нескольких сантиметров от поверхности формы, для предупреждения сжигания формы или слишком сильного ее просушивания.



Фиг. 171. Переносная сушильная печь круглой формы.

3. Чтобы при формах очень длинных или неправильных очертаний горячий воздух подводился к особо отдаленным частям внутри формы также посредством труб, для получения насколько возможно более равномерного просушивания.

4. Чтобы водяные пары, образующиеся в форме в первый период просушивания, могли выходить через отверстия в верхней части формы, через литники и т. п.

5. Чтобы горячий воздух вводился около середины формы и затем распределялся по возможности равномерно по всем частям ее.

6. Чтобы просушивание начиналось при низкой температуре и затем постепенно и медленно поднималось.

Для простой поверхностной сушки форм применяется обыкновенная керосиновая лампа, пламя которой медленно проводится по поверхности формы.

Постоянные сушильные печи. Постоянные сушильные печи выполняются или для непосредственного (прямого) нагревания форм, при котором их непосредственно омывают продукты горения, или для непрямого нагревания, когда продукты горения, пар или горячая вода, пропускаются по каналам или трубам, нагревающим в свою очередь воздух в печи. Топливо в первом случае может быть твердое, жидкое или газообразное; во втором случае чаще применяется твердое и менее ценное топливо.

Непосредственное нагревание, которое до сего времени применяется в громадном большинстве случаев, имеет тот недостаток, что печь, в которую рабочие должны входить для установки или вынимания форм, заполнена вредными, до известной степени, газами. При непрямом нагревании этот недостаток, естественно, отпадает, и сами формы получаются более чистыми.

Для непосредственного нагревания применяется, предпочтительно, твердое топливо. Если можно получить по дешевой цене газ, например, генераторный, следует предпо-

честь этот вид топлива, так как он содержит меньше смолистых веществ, и формы, благодаря этому, выходят чище. Газовое отопление имеет еще и то преимущество, что печь может быть разогрета быстрее, чем при отапливании коксом. Недостатки, связанные с газовым отоплением, заключаются отчасти в опасности взрывов, если печь неправильно сконструирована, отчасти в возможности отравлений. Сушила для отопления нефтью посредством горелок не получили сколько-нибудь большого распространения в Швеции, вследствие того, что отопление этим топливом обходится дороже. Нефтяное отопление дает, однако, более чистые продукты горения, чем кокс.

В качестве источника тепла в печах непрямого действия применяются, в большинстве случаев, продукты горения. За последнее время, однако, вошло в употребление отопление горячей водой, показавшее хорошие результаты. Опыты, произведенные с паровым отоплением, дали, наоборот, не такие удовлетворительные результаты.

Печи могут быть выложены или на поверхности, или полностью в земле. В первом случае, наиболее обычном, формы ввозятся в печь на особых вагонетках, во втором—свод печи съёмный, целиком или частями, и с формами оперируют помощью крана, загружая их в сушила сверху.

Для уменьшения потерь на лучеиспускание, стенки печи делаются двойными, с небольшим воздушным промежутком между внутренними и наружными стенками. Первые делаются толщиной в $\frac{1}{2}$ —1 кирпич, вторые—в 1— $1\frac{1}{2}$ кирпича. Свод печи делается или массивным, толщиной в 1 кирпич, или двойным, толщиной по $\frac{1}{2}$ кирпича. Часто свод печи применяется для просушки формовочного песка и т. п., в виду чего его изоляция имеет меньшее значение.

Дверцы печи делаются из двойных железных листов, причем промежуток между листами заполняется каким-нибудь изоляционным материалом, например, кизельгуром. Когда

печь снабжается обыкновенными поворотными дверцами, они делаются из двух половинок, чтобы не занимали слишком много места в открытом положении. Вместо поворотных дверей с двойными стенками, можно ставить две пары простых дверей, помещаемых одна перед другой. В большинстве случаев пользуются, однако, подъемными дверцами, которые также делаются из двойных железных листов и движутся в прикрепленных к стенкам печи направляющих. Для облегчения подъема дверей они уравниваются противовесами.

В печах для непосредственного нагревания выход для продуктов горения делается близко к полу, так как они, принимая в себя влагу из форм, становятся тяжелыми и опускаются книзу. В печах непрямого действия выход, наоборот, помещается у свода, так как образующийся здесь пар легче и поднимается кверху.

Для лучшего распределения теплоты подогревается также пол печи. В печах прямого действия, при отоплении коксом, в полу располагаются как входные, так и выходные каналы для продуктов горения, при газовом отоплении — входные каналы, а в печах непрямого действия в полу помещаются нагревательные каналы или трубы. По этой же причине топка в непосредственно действующих печах с коксовым отоплением располагается у пола или даже ниже его.

Печи прямого действия с коксовым отоплением устраиваются в настоящее время таким образом, чтобы топка могла обслуживаться извне. Высота дымовой трубы печи делается 10—20 метров, а поперечное сечение ее — равным от 0,15 до 0,20 площади колосниковой решетки. Последняя, по L e d e b u r g 'y, определяется следующим данным:

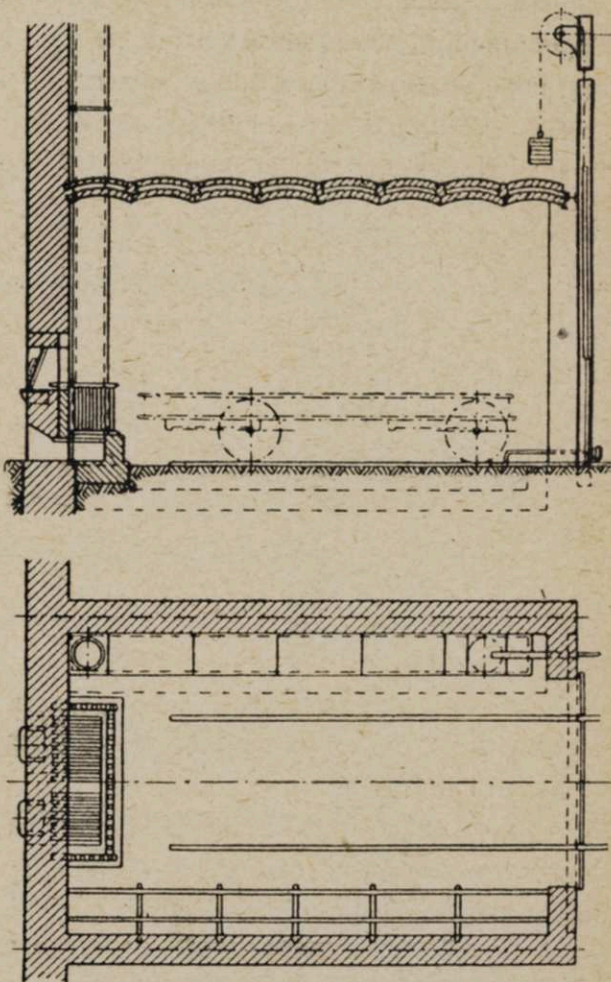
Для печей емкостью более 100 куб. метров — 0,6—0,8 кв. метров. Для печей емкостью от 25 до 100 куб. метров 0,8—1,0 кв. метров. Для печей емкостью менее 25 куб. метров 1,0—2,0 кв. метров, на каждые 100 куб. метров емкости печи. Следовательно, для печи емкостью 50 куб. метров

площадь колосниковой решетки должна быть 0,4 — 0,5 кв. метров.

Сечения выходных каналов зависят от тяги дымовой трубы и составляют от $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{2}$ площади колосниковой решетки. Для лучшего распределения газов по всей камере следует устраивать несколько вытяжных каналов. Как последние, так и дымовая труба, снабжаются заслонками, чтобы можно было регулировать обмен воздуха, температуру печи и содержание влаги в дымовых газах. Для этой цели необходимо также иметь возможность вводить извне воздух в пространство над колосниками.

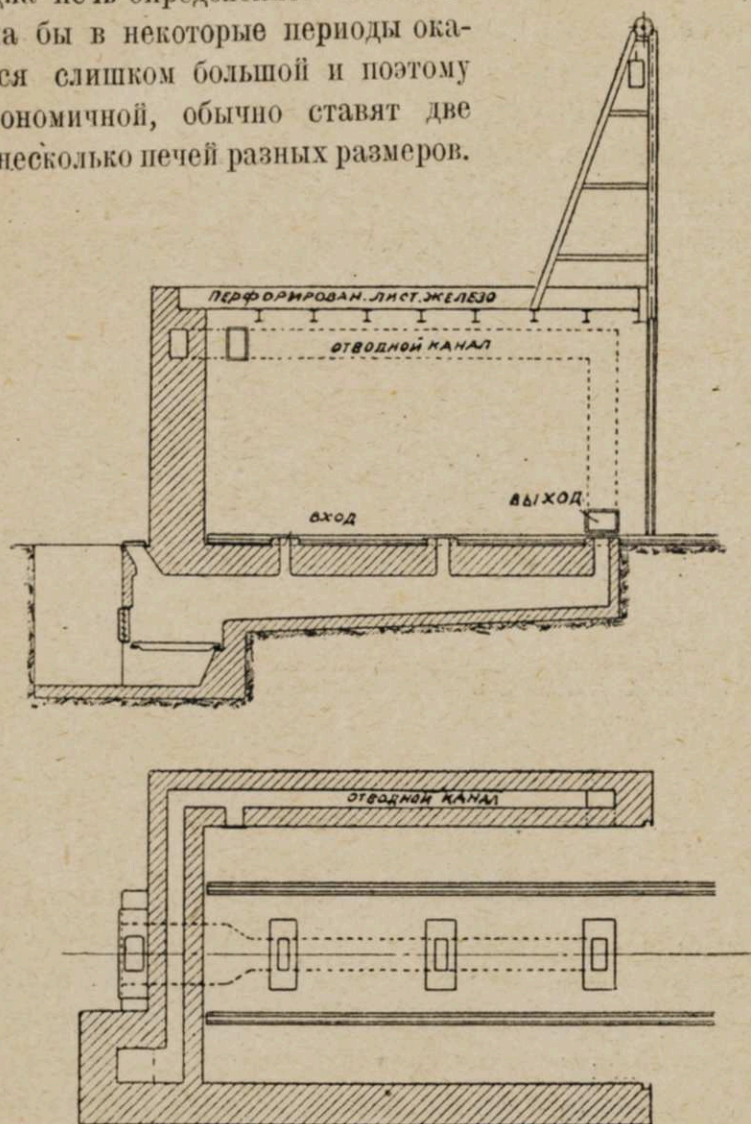
Размеры печей прямого действия могут не быть особо

точными, так как работу таких печей всегда можно регулировать посредством заслонок и т. п. Печи же непрямого действия, для получения удовлетворительных результатов, должны быть точно рассчитаны.



Фиг. 172. Постоянное сушило старой конструкции для непосредственного отопления коксом.

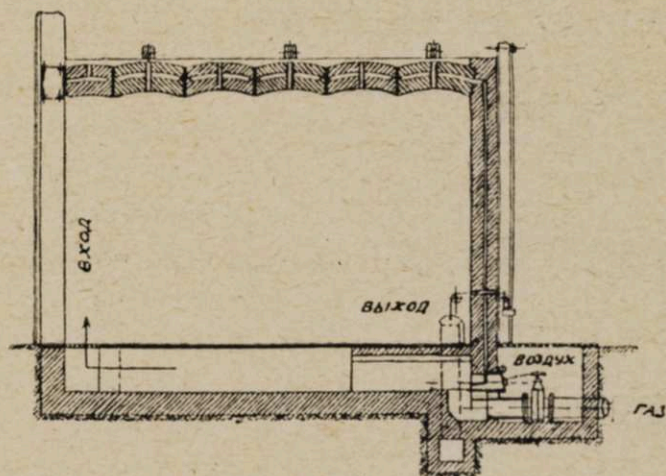
Так как количество форм, идущих в сушку, меняется, и одна печь определенной величины могла бы в некоторые периоды оказаться слишком большой и поэтому неэкономичной, обычно ставят две или несколько печей разных размеров.



Фиг. 173. Современное сушило с коксовым отоплением для непосредственного нагревания.

На фиг. 172 показано сушило простейшего типа для отопления коксом, применяющееся еще во многих литейных.

Тонка ограничивается стенками, состоящими из ряда круглых железных прутков. Выходной канал для газов виден на горизонтальном разрезе печи в верхнем правом углу. Канал в полу вдоль одной стороны печи ведет к железной дымовой трубе, показанной в левом углу горизонтального разреза. Канал прикрыт железными листами. С другой стороны сушильной камеры имеется полка для укладывания шишек и небольших форм. Печь закрывается подъемной дверью.



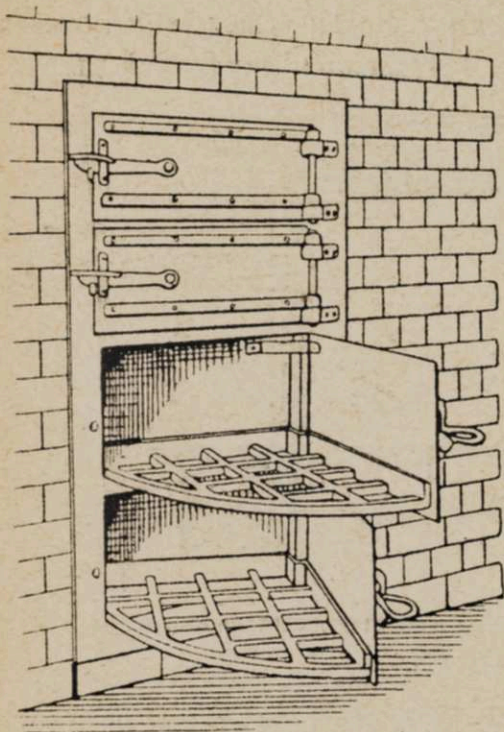
Фиг. 174. Газовое сушило для непосредственного нагревания.

В более современных печах тонка помещается под полом (см. фиг. 173). Она может быть выполнена с горизонтальной колосниковой решеткой или, если применяется мелко-раздробленное, низкосортное топливо,—с наклонной решеткой. В показанной на фигуре печи входной канал идет под полом. Широкие печи выполняются с двумя параллельными каналами. В соответствующих местах в полу печи сделаны отверстия, через которые продукты горения входят в сушильную камеру. Печь имеет по два выходных отверстия с каждой стороны, из которых два расположены у пола, и два у свода. Отводные каналы проходят в стенках печи.

и соединяются с кирпичной дымовой трубой. Этим способом достигается довольно равномерное распределение теплоты. Топливо подается, как видно, через люк в полу. Потолок, предназначенный для просушки песка и т. п., перекрыт лишь перфорированным листовым железом. Эта печь полу-

чила в Швеции большое распространение.

На фиг. 174 показано в продольном разрезе простое сушило для отопления газом, которое, согласно данным, работает удовлетворительно. Устройство его понятно из чертежа. Это сушило имеет только одно входное отверстие в полу, так как устройство нескольких отверстий связано с тем неудобством, что проходы легко забиваются. Благодаря тому, что передняя часть канала, выложенная из кирпича, остается раскаленной,



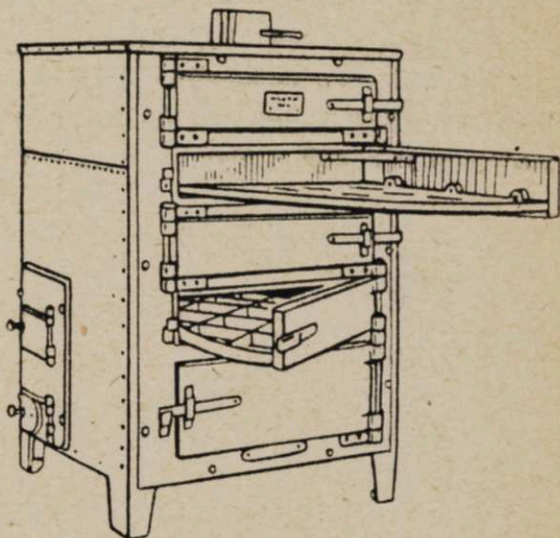
Фиг. 175. Устройство дверок и полок в замурованной сушилке для шпшек.

даже если приток газа прекратится и пламя погаснет, он немедленно воспламеняется снова, как только приток его возобновится. Остальная часть канала перекрыта железными листами.

Постоянные сушила строятся самых разнообразных конструкций и описание всех их заняло бы слишком много места. Печи непрямого действия не получили почти ника-

кого распространения в Швеции, в виду чего о них здесь упоминается лишь вскользь.

Применяющиеся для постоянных сушил вагонетки выполняются, для предупреждения коробления, в виде прочной рамы из коробчатого железа, снабженной колесами. Их оси могут или вращаться в роликовых подшипниках или катиться по строганным планкам, прикрепленным к нижней стороне рамы посредством охватывающих их хомутов. Планки должны быть такой длины, чтобы вагонетку можно было полностью выкатить из печи, прежде чем оси колес упрутся в хомуты. Такая сушильная вагонетка показана на фиг. 172.



Фиг. 176. Сушилка для шишек с полками, откидывающимися на шарнирах.

Сушилки для шишек. Чтобы избежать частото открывания больших сушильных печей, пользуются для небольших шишек отдельными небольшими печами. Если они выкладываются вместе с большими сушилами для непосредственного нагревания, горячие газы подводятся к ним по каналу, расположенному в полу шишечной печи. Свободно стоящие печи изготовляются из листового железа и снабжаются самостоятельными топками, располагаемыми у дна печей.

Устройство дверок, а также полок для выкладывания шишек, в обоих случаях одно и то же и показано на

фиг. 175. Как видно, полки имеют вид решеток и прикреплены к дверкам, благодаря чему они, при открывании дверок, выдвигаются из печи. С задней стороны полки имеется вертикальный лист, закрывающий отверстие, когда полка полностью выдвинута. Этим устраняется потеря тепла при открытых дверках. Вместо полок, откидывающихся на шарнирах, иногда применяют полки выдвижные. Они также устраиваются таким образом, чтобы отверстие было закрыто, когда полка совсем выдвинута.

На фиг. 176 показана свободно стоящая сушилка с полками, откидывающимися на шарнирах. Топочное отверстие устроено с одной стороны печи.

ОГЛАВЛЕНИЕ II ТОМА.

	Стр.
Печи для технических целей	5
Литье металлов	46

Чугуно-литейное дело.

Формовочные материалы	49
Материалы для покрывания форм	64
Приготовление формовочных материалов	66

Модельное дело.

Модели	93
Деревянные модели	96
Металлические модели	96
Гипсовые модели	98
Инструменты, употребляемые для формовки	98
Опоки	103
Литейные ямы	108

Ручная формовка по моделям.

Наиболее важные работы при формовке	109
Различные способы формовки	124
1. Открытая почвенная формовка	125
2. Почвенная формовка с одной опокою	128
3. Формовка в опоке с перекрышей	129
4. Формовка по разъемной модели в двух опоках	132
5. Формовка из двух частей с неровной поверхностью разъема	133
6. Формовка в трех и более опоках	137
7. Формовка с шишечными кусками, съёмными модель- ными частями или по разобранным моделям	142

Формовка по скелетным моделям	146
Шаблонная формовка	151
Формовка в глине	161

Формовочные машины и машинная формовка.

Формовочные машины	176
Формовочные машины для отделения модели от формы	181
Формовочные машины с прессованием песка	187
Простые формовочные машины с прессованием	188
Пневматические формовочные машины с прессованием	190
Комбинированные формовочные машины	195
Специальные формовочные машины	208
Выбор формовочных машин	213
Модельные доски и другие принадлежности формовочных машин	215
Литые модельные доски, поворачивающиеся на шарнирах	228
Пескометы	234
Шишки	237
Изготовление шишек в шишечных ящиках	243
Изготовление шишек по шаблону	246
Вытачивание шишек	247
Машины для формовки шишек	250
Установка шишек в формы	254
Формовка в сухом песке	265
Сушила для форм и шишек	268



