

**Уфимский государственный авиационно-технический университет**

**Кафедра «Машины и технология литейного производства»**

## **РЕКОМЕНДАЦИИ**

**к выполнению практической работы по дисциплине « Основы  
конструирования отливок и технологической оснастки».**

**Расчет литниково-питающей системы.**

**Уфа - 2004**

## Литниково-питающая система отливки

### 1. Прибыль.

#### Конструкция и размеры прибыли.

Для определения размеров прибылей отливок следует воспользоваться методом Г.Ф. Василевского, который все варианты питания отливки, в зависимости от ее положения при заливке и размещения прибылей, сводит к двум типовым схемам.

Первая схема (рис. 1а) характеризуется установкой прибыли на горизонтальные стенки, а вторая (рис. 1б) – на вертикальные стенки отливок.

Характеристики прибылей выражаются в виде следующих безразмерных соотношений:

$$a/T; H_{п}/a; H_o/T; \sum a_i * 100/K \text{ или } \sum b_i * 100/L,$$

где  $a$  и  $b$  – соответственно ширина и длина основания прибыли;

$H_{п}$  и  $d_{п}$  – высота и диаметр основания прибыли;

$H_o$  – высота отливки;

$T$ ,  $K$  и  $L$  – соответственно толщина, ширина и общая протяженность питаемого узла;

$h$  – высота напуска.

Конусность всех прибылей принять равной 1:10.

Рекомендуемые ориентировочные соотношения основных параметров отливки и прибыли приведены в таблицах.

Ориентировочные соотношения основных параметров отливки и прибыли для типовой схемы питания по рис. 1а (табл. 1):

Таблица 1

| Т, мм  | а/Т        | Н <sub>п</sub> /а | Протяженность прибылей (b/L) при a = b, % |       |                  |      |
|--|------------|-------------------|---|-------|------------------|------|
|  |            |                   | L=K                                       | L=2*K | K=d <sub>п</sub> | K=a  |
| 1  | 2          | 3                 | 4   | 6     | 5                | 7    |
| 50   | 1,8...2,5  | 1,8...1,2         | 40,0                                      | 22,0  | 31,0             | 20,0 |
| 100  | 1,6...2,5  | 1,6...1,2         | 40,0                                      | 22,0  | 31,0             | 20,0 |
| 150  | 1,5...2,0  | 1,5...1,2         | 42,5                                      |       | 33,0             | 22,5 |
| 200  | 1,3...1,6  | 1,5...1,1         | 44,0                                      |       | 35,0             | 24,0 |
| 250  | 1,3...1,5  | 1,4...1,1         | 50,0                                      |       | 39,0             | 25,0 |
| 300  | 1,25...1,5 | 1,25...1,0        | 57,5                                      |       | 45,0             | 25,0 |
| 500  | 1,2...1,5  | 1,1...0,95        | 62,0                                      |       | 48,0             | 38,0 |
| 750  | 1,2...1,3  | 0,9...0,8         | 73,5                                      |       | 58,0             | 54,0 |
| 1000   | 1,1...1,25 | 0,85...0,7        | 81,5                                      |       | 64,0             | 65,0 |
| 1250   | 1,1...1,2  | 0,8...0,7         | 85,0                                      |       | 67,0             | 66,0 |
| Примечания: При заливке непосредственно в прибыли, отношения а/Т и Н <sub>п</sub> /а принимаются по нижнему пределу. |            |                   |   |       |                  |      |

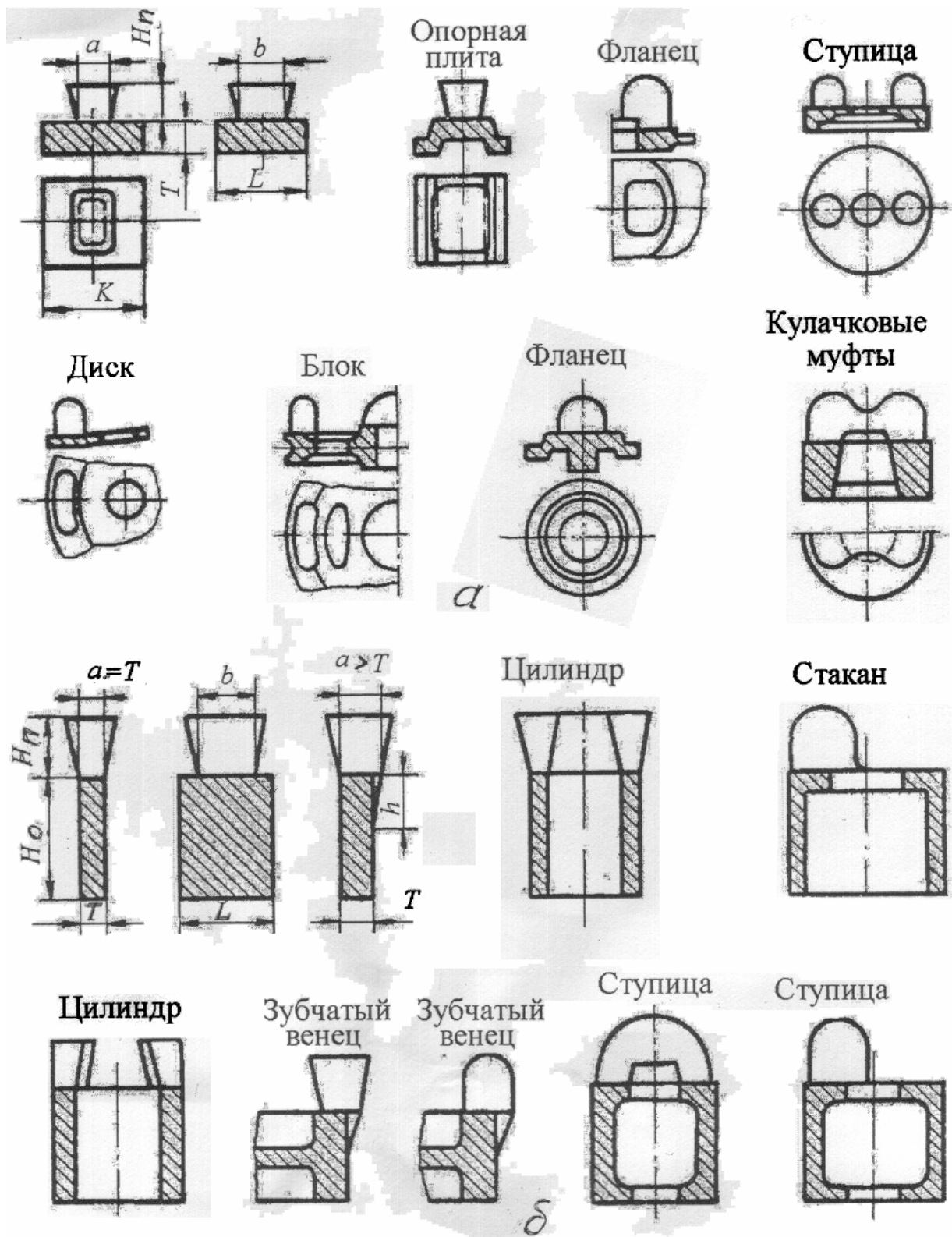


Рис. 1.

Ориентировочные соотношения основных параметров отливки и прибыли для типовой схемы питания по рис. 1б (табл. 2):

Таблица 2

| Т, мм | Но/а | а/Т        | Нп/а      | Нп/ Но                            |                           | h/ Но | Протяжен-<br>ность при-<br>былей,<br>(b/L),<br>% |
|-------|------|------------|-----------|-----------------------------------|---------------------------|-------|--|
|       |      |            |           | Форма прибыли                     |                           |       |  |
|       |      |            |           | Расши-<br>ряю-<br>щаяся<br>кверху | Сужа-<br>ющаяся<br>кверху |       |  |
| 50    | 3    | 1,4...2,3  | 1,5...1,9 | -                                 | 1,20                      | 0     | 40...100   |
| 50    | 5    | 1,5...2,4  | 1,6...2,0 | -                                 | 0,80                      | 0,35  | 40...100   |
| 50    | 10   | 1,6...2,4  | 1,8...2,2 | 0,60                              | 0,60                      | 0,75  | 40...100   |
| 50    | 20   | 1,75...2,0 | 3,0...4,0 | 0,35                              | -                         | 0,30  | 45...100   |
| 50    | 30   | 2,3...2,7  | 3,2...4,0 | 0,30                              | -                         | 0,35  | 50...100   |
| 100   | 3    | 1,4...1,7  | 1,8...2,3 | 1,10                              | 0,10                      | 0,30  | 40...100   |
| 100   | 5    | 1,5...1,8  | 2,0...2,5 | 0,65                              | 0,70                      | 0,35  | 40...100   |
| 100   | 10   | 1,6...2,0  | 2,2...3,5 | 0,50                              | 0,50                      | 0,30  | 45...100   |
| 100   | 20   | 1,7...1,9  | 3,5...4,5 | 0,40                              | -                         | 0,25  | 50...100   |
| 100   | 30   | 1,9...2,2  | 4,2...5,0 | 0,30                              | -                         | 0,25  | 55...100   |
| 200   | 3    | 1,4...1,7  | 1,4...1,6 | 0,80                              | 0,70                      | 0     | 45...100   |
| 200   | 5    | 1,5...1,75 | 1,5...1,8 | 0,55                              | 0,60                      | 0,25  | 45...100   |
| 200   | 10   | 1,6...1,9  | 1,8...2,6 | 0,40                              | -                         | 0,25  | 50...100   |
| 200   | 15   | 1,5...1,8  | 2,2...3,2 | 0,35                              | -                         | 0,25  | 55...100   |
| 300   | 5    | 1,4...1,7  | 1,5...1,7 | 0,50                              | -                         | 0,30  | 50...100   |
| 300   | 10   | 1,5...1,8  | 1,8...2,7 | 0,35                              | -                         | 0,25  | 50...100   |

### Радиус действия прибыли и торцевой эффект.

При изучении строения материала отливки всегда обнаруживается, что области, примыкающие к прибыли и вблизи торцев литой детали, характеризуются наибольшей плотностью, и как следствие, лучшими свойствами металла. В более удалённых же от прибыли и торцев объёмах отливки качество металла обычно хуже и она может быть поражена усадочными дефектами. Причём, попытки устранить эти дефекты путём простого увеличения объёма прибыли, во многих случаях, оказываются безуспешными.

Радиус действия прибыли  $l_{пр}$  фактически представляет собой расстояние от её края до границы области плотного металла в отливке. При анализе эту характеристику принято количественно выражать числом  $n$  толщин стенки отливки  $\delta_{отл}$ , укладываемых в указанном промежутке, т. е.

$$l_{пр} = n\delta_{отл} \quad , \quad (1)$$

Аналогично оценивается и степень влияния торцов отливки на усадочные процессы в ней.

Следует отметить, что радиус действия прибыли и торцевой эффект существенно зависят от температур формы и заливки металла, теплофизических характеристик их материалов, толщины стенки и соответствия конструкции литой заготовки требованиям направленного затвердевания и других факторов (табл. 3).

Таблица 3

Радиус действия прибыли и величина торцевого эффекта для плит, получаемых в песчаных формах.

| Группа  | Пример металла или сплава | Температура ликвидуса, °С | Температура солидуса, °С | Интервал затвердевания, °С | Перегрев в, °С | Объёмная усадка, % | $l_T$                          | $l_{пр}$ |
|---|---------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------|--------------------|--------------------------------|----------|
|   |                           |                           |                          |                            |                |                    | без использования холодильника |          |
| 1   | Al                        | 659                       | –                        | 0                          | 100            | 6,0                | 4,5                            | 3,0      |
|   | AK12 (AL2)                | 577                       | –                        | 0                          | 120            | 5,0                | 6,0                            | 4,0      |
|   | Cu                        | 1083                      | –                        | 0                          | 67             | 5,0                | 5,5                            | 2,5      |
| 2   | ЛА10                      | 1042                      | 1035                     | 7                          | 108            | 4,0                | 3,5                            | 2,5      |
|   | Сталь 20                  | 1520                      | 1492                     | 28                         | 60             | 4,0                | 2,6                            | 2,3      |
|   | ЛЦ33                      | 935                       | 905                      | 30                         | 115            | 4,5                | 5,6                            | 4,5      |
|   | AK7ч (AL9)                | 610                       | 577                      | 33                         | 140            | 5,0                | 4,5                            | 4,0      |
| 3   | Чугун серый               | 1210                      | 1154                     | 56                         | 50             | 0...2              | 3,5                            | 2,3      |
|   | Сталь 60                  | 1490                      | 1415                     | 75                         | 50             | 4                  | 2,3                            | 2,2      |
| 4   | МЛ5                       | 590                       | 470                      | 120                        | 120            | 5                  | 3,4                            | 2,2      |
|   | BrO5Ц5C5                  | 1005                      | 850                      | 115                        | 95             | 6                  | 5,5                            | 3,0      |
|   | BrO10                     | 1000                      | 830                      | 170                        | 70             | 4                  | 3,6                            | 2,0      |
| Примечания: 1. При литье в кокиль величина торцевого эффекта и радиус действия прибыли уменьшается на 15...20 %.  |                           |                           |                          |                            |                |                    |                                |          |
| 2. Для отливок и частей их типа брусков радиус действия прибыли и величина торцевого эффекта меньше на 20...25 %. |                           |                           |                          |                            |                |                    |                                |          |

## 2. Литниковая система.

### Литниковые чаши.

Чашу литейной формы целесообразно конструировать так, чтобы при попадании в неё расплав приобрёл вращательное движение вокруг горизонтальной оси (рис. 2 а), облегчающее всплытие шлаковых частиц на поверхность металла.

С целью отделения зон вертикального и горизонтального завихрения металла в чаше можно предусмотреть вертикальную перегородку (рис. 2 б),

что также улучшает шлакоотделение.

Ещё более полное отделение шлака достигается в чаше с пробкой (рис. 2 в), которая поднимается вверх, открывая отверстие чаши только после её полного заполнения и всплытия неметаллических частиц на поверхность металла.

Наилучшее улавливание неметаллических включений достигается фильтрованием расплавов в процессе заливки через зернистые фильтры (рис.2 г).

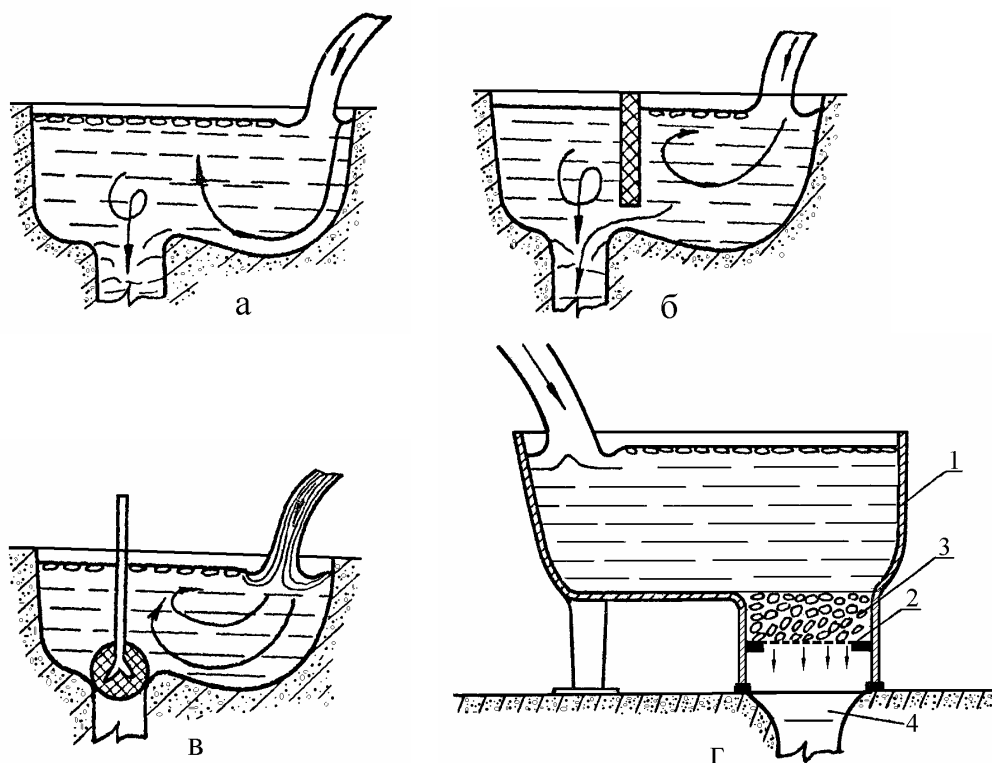


Рис. 2 – Схемы улавливания шлаковых включений в чашах: а – простая чаша; б – чаша с перегородкой; в – чаша с пробкой; г – чаша с фильтром.

1 – окрашенная металлическая чаша; 2 – металлическая сетка; 3 – зернистый фильтр; 4 – литниковая воронка.

### Стояки и шлакоуловители.

Шлакоуловитель – горизонтальный канал, высота которого значительно больше ширины. Для объяснения процесса отделения неметаллических включений в шлакоуловителе, рассмотрим упрощённую схему ЛС, приведённую на рис. 3.

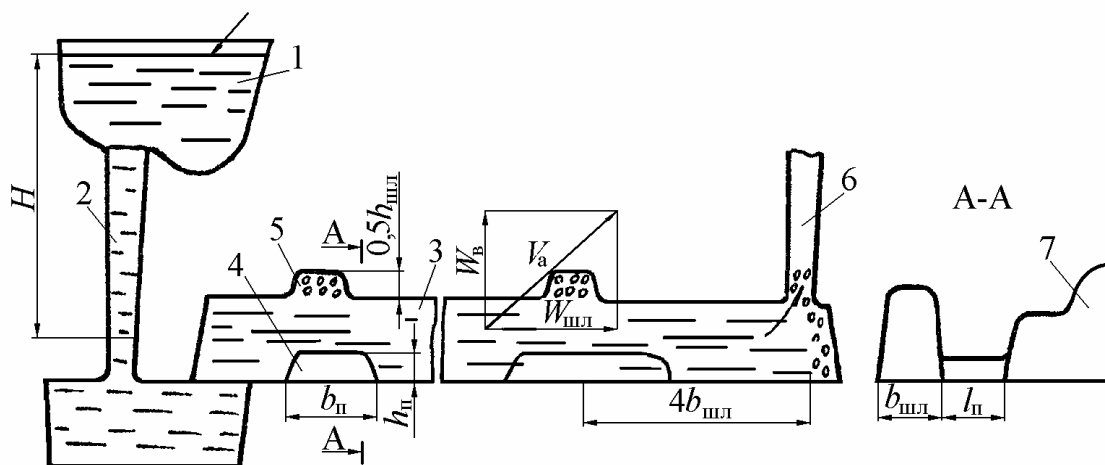


Рис. 3. Упрощённая схема ЛС.

1 – чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатель; 5 – “шлаковый мешок”; 6 – шлаковывор; 7 – отливка.

Большинство неметаллических включений, шлаков, представляющие собой различные окислы, по плотности уступают металлам. Поэтому, вследствие действия подъёмных сил, пропорциональных разности  $\rho_m - \rho_{шл}$  (где  $\rho_m$  и  $\rho_{шл}$  – соответственно плотности жидкого металла и шлаковых частиц), более лёгкие включения всплывают в движущемся расплаве со скоростью  $V_v$ . Одновременно вдоль шлакоуловителя эти включения перемещаются со скоростью  $V_{шл}$ , практически равной скорости потока  $V$ .

Увлекаемая расплавом частица движется с абсолютной скоростью  $V_a$  (рис. 3.), причём эффективность процесса шлакоотделения можно оценить длиной пути, пройденного частицей от момента выхода из стояка до достижения ею “потолка” шлакоуловителя. Этот путь стремятся сделать как можно короче, что можно достичь двумя способами:

1. Снижением вязкости жидкого металла, например, за счёт повышения температуры заливки, что часто используется при литье чугуна. При этом снижается сопротивление расплава движению частицы вверх, а величина  $V_v$ , даже при уменьшении выталкивающей силы (из-за уменьшения плотности жидкого чугуна) будет расти.

2. Уменьшением скорости течения расплава  $V_{шл}$  в шлакоуловителе.

Для снижения величины  $V_{шл}$ , как следует из выражения, необходимо соответствующее увеличение сечения шлакоуловителя  $F_{шл}$  по сравнению с выходным сечением стояка  $F_{ст}$ , что характерно для расширяющихся ЛС, у которых  $F_{шл} > F_{ст}$ .

Для торможения движения расплава в шлакоуловителе в некоторых случаях устанавливают дополнительные сопротивления: фильтровальные

сетки, перегородки, дроссели. Иногда для более лучшего удержания включений в шлакоуловителе предусматривают над питателями так называемые шлаковые “мешки” (рис. 3., позиция 5).

### **Питатели.**

Кратковременность процесса заполнения формы и высокие скорости потока металла даже при самых тщательных мерах не позволяют обеспечить полного задержания шлака в литниковой чаше и тем более в стояке, который промывается расплавом. Кроме того, шлаки могут образовываться по пути следования металла: в стояке, особенно в его нижней части, на входе в шлакоуловитель и частично в самом шлакоуловителе. В то же время, шлаковые частицы нельзя допустить к питателям, располагающимся в конце пути следования расплава в полость форм, так как всасывающий эффект и промывание питателей металлом неизбежно приведёт к проникновению шлака в отливку. Поэтому большое значение приобретают: снижение линейной скорости ввода расплава в форму, исключаящее фонтанирование струи в полости формы; устранение различного рода завихрений и возмущений в расплаве; заполненность питателей. Только при выполнении этих условий будет исключено образование вторичных шлаков в самой форме.

С учётом изложенного, для обеспечения качественного очищения лёгких сплавов от шлаковых включений применяются всегда только расширяющиеся ЛС, характеризующиеся соотношением  $F_{\Pi} > F_{\text{шл}} > F_{\text{ст}}$ . В то же время следует учитывать, что при чрезмерном увеличении отношений  $F_{\text{шл}} : F_{\text{ст}}$  и  $F_{\Pi} : F_{\text{шл}}$  давление в верхней части шлакоуловителя может стать ниже атмосферного. Поэтому возможны инжекция воздуха и появление завихрений в ЛС, что приводит к образованию в отливке окислов и вторичных шлаков.

При выборе расположения и формы питателей необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

1. Чтобы первые порции расплава, а с ними и включения, не попадали в питатели, их нельзя размещать вблизи стояка под шлакоуловителем и около задней стенки шлакоуловителя, где накапливаются шлаковые частицы. Питатели целесообразно располагать в одной полуформе со шлакоуловителем и отводить от него под прямым углом (рис. 4 а), что исключает воздействие на питатель скоростного напора металла и снижает его скорость на входе в форму. Весьма важно плавно сопрягать питатели со шлакоуловителем, а при возможности отводить от него под тупым углом (рис. 4 б).

В случае расположения питателя ниже дна шлакоуловителя (рис. 4в) металл может преждевременно попасть в питатель, что нежелательно. Поэтому, если это необходимо по условиям формовки, в нижней полуформе размещают часть шлакоуловителя (обычно не более 0,2...0,3 его высоты) и от неё уже отводят питатель (рис. 4 г).



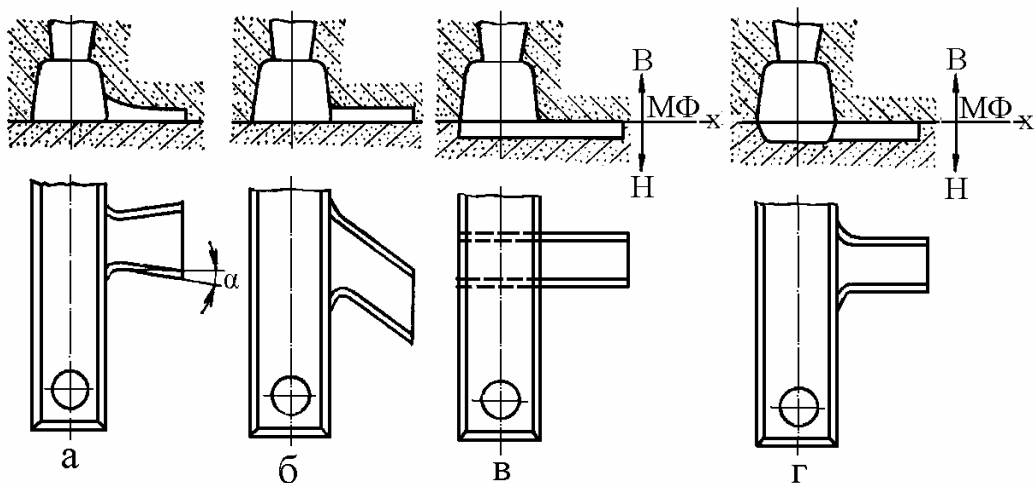


Рис.4. Схемы взаимного расположения шлакоуловителя и питателя:

а – шлакоуловитель и питатель в одной полуформе расположены друг к другу под прямым углом; б – шлакоуловитель и питатель в одной полуформе, питатель под прямым углом к шлакоуловителю; в – шлакоуловитель и питатель в разных полуформах; г – часть шлакоуловителя расположена в нижней полуформе и от неё отведён питатель.

Высота питателя  $\delta_{\Pi}$  должна быть существенно меньше высоты шлакоуловителей  $h_{\text{шл}}$ .

Условие, предотвращающее проникновение шлака через питатели, имеет вид :

$$h_{\text{шл}} / \delta_{\Pi} \geq 3,25. \quad (2)$$

При литье в песчаные формы в зависимости от места подвода и марки сплава используются питатели трапециевидной конфигурации, а для отливок из лёгких сплавов более предпочтительны питатели в форме широкой тонкой щели.

2. Во избежание перегрева отдельных участков формы необходимо применять рассредоточенный подвод металла в отливку, располагая питатели равномерно по всему её периметру. При этом, для слияния отдельных струй потока, выходящих из разных питателей, расстояние  $L_{\Pi}$  между их осями находят из выражения :

$$L_{\Pi} = P / n \leq l_p, \quad (3)$$

где  $P$  – наружный периметр отливки в месте подвода расплава;  $n$  – число питателей;  $l_p$  – максимальный радиус действия питателей, при котором ещё возможно слияние отдельных струй потока (определяется по опытным данным или расчётом).

**Коэффициент расхода литниковой системы.** Действительную скорость движения расплава  $V$  в том или ином сечении ЛС определяют по известной формуле

$$W = \mu \sqrt{2gH_p}, \quad (\text{здесь } W = V) \quad (3.19)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода;

$H_p$  – расчётный напор, м;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Методика определения величины напора будет рассмотрена ниже.

Коэффициент расхода  $\mu$  учитывает все потери напора в литниковой системе и в рабочей полости формы. Он зависит от условий литья и конструкции ЛС и может изменяться весьма значительно.

При проведении практических расчетов пользуются экспериментальными данными о значениях коэффициента  $\mu$  (табл. 4).

#### **Расчёт площадей и размеров элементов литниковой системы.**

После того, как определены положение отливки в форме, разъем формы, конструкция ЛС, места подвода питателей, места установки и размеры прибылей следующим, весьма важным этапом, является выбор соотношения  $F_{ст} : F_{шл} : F_{п}$ , определение величины расчётного напора и, наконец, расчёт площадей элементов типовой системы.

#### **Выбор соотношения $F_{ст} : F_{шл} : F_{п}$ .**

Описанное выше преимущества расширяющихся ЛС позволяют рекомендовать их не только при получении отливок из лёгких сплавов (табл. 5), но также чугуна и стали (табл. 6)

Таблица 4

Значения коэффициентов расхода  $\mu$  литниковых систем при открытых приливах (выпорах)

| Сопротивление системы  | Типы литниковых систем |          |                |               |              |                      |                   |                     |          |
|--|------------------------|----------|----------------|---------------|--------------|----------------------|-------------------|---------------------|----------|
|  | Верхние                |          | Горизонтальные |               |              | Вертикальные         |                   | Вертикально-щелевые | Сифонные |
|  | стояковые и щелевые    | дождевые | верхне-боковые | среднебоковые | нижнебоковые | только с гл. стояком | с обратн. стояком |                     |          |
| 1. Очень малое: нет поворотов  | 0,85                   | -        | -              | -             | -            | -                    | -                 | -                   | -        |
| 2. Малое: два поворота   | 0,8                    | -        | 0,70           | 0,60          | 0,55         | 0,70                 | -                 | -                   | 0,60     |
| 3. Среднее: три поворота   | -                      | 0,60     | 0,60           | 0,50          | 0,45         | 0,6                  | 0,50              | 0,55                | 0,5      |
| 4. Большое: три поворота с фильтровальной сеткой керамической или металлической  | -                      | -        | 0,5            | 0,45          | 0,40         | -                    | -                 | 0,4                 | 0,35     |
| 5. Очень большое четыре поворота или три с фильтровальной сеткой из стеклоткани  | -                      | -        | 0,4            | 0,35          | 0,3          | -                    | -                 | 0,3                 | 0,25     |
| ПРИМЕЧАНИЕ: Если песчаные формы не имеют выпоров или открытых приливов, то коэффициенты расхода, приведенные в приложении, следует уменьшить на 0,10 |                        |          |                |               |              |                      |                   |                     |          |

Таблица 5

Рекомендуемые соотношения  $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}:\Sigma F_{\text{п}}$  для отливки из алюминиевых сплавов.

| Масса отливки (без прибылей), кг |                      | $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}:\Sigma F_{\text{п}}$ |
|----------------------------------|----------------------|---|
| Из алюминиевых сплавов           | Из магниевых сплавов |   |
| до 5                             | до 3,5               | 1:2:2; 1:2; 3                                     |
| 5...10                           | 3,5...7              | 1:2:2; 1:2:3; 1:3:3                               |
| 10...20                          | 7...14               | 1:2:3; 1:2:4; 1:3:3; 1:3:4                        |
| 20...40                          | 14...28              | 1:2:4; 1:3:3; 1:3:4; 1:4:4                        |
| 40...70                          | 28...50              | 1:2:4; 1:3:4; 1:4:4; 1:4:5                        |
| 70...150                         | 50...100             | 1:3:4; 1:3:5; 1:4:4; 1:4:5                        |
| свыше 150                        | свыше 100            | 1:4:4; 1:4:5; 1:4:6 и др.                         |

Таблица 6

Рекомендуемые соотношения  $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}:\Sigma F_{\text{п}}$  для отливок из медных сплавов, чугуна и стали

| Материал отливки | $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}:\Sigma F_{\text{п}}$ |
|------------------|---|
| медный сплав     | 1:2:3   |
| чугун            | 1:1,2:1,5   |
| сталь            | 1:1,3:1,5   |

### Расчётный напор $H_p$ .

Определение величины расчётного напора  $H_p$  производят после выбора мест подвода расплава и решения вопроса о том, будет ли заливка осуществлена через литниковую чашу или воронку и выбора типа разливочного ковша (поворотного или стопорного).

При заливке через чашу часть полости формы (рис.5а), которая расположена ниже узкого сечения ЛС заполняется при постоянном напоре  $H_0$ , а другая часть, расположенная выше этого уровня – при переменном напоре, изменяющемся от  $H_0$  до  $H_0 - P$ . Поэтому величину  $H_p$  можно рассматривать как некоторый средний напор металла за время заливки и рассчитать его по формуле

$$H_p = H_0 - P^2/(2C), \quad [\text{м}] \quad (5)$$

где  $H_0$  – начальный напор – расстояние от верхнего уровня металла в чаше до горизонтальной оси питателя;  $C$  – полная высота отливки без верхних прибылей;  $P$  – высота части отливки, находящейся выше горизонтальной оси питателей (практически выше плоскости разъёма формы).

Величина начального напора  $H_0$  легко определяется конструктивно, как сумма расстояний от плоскости разъёма до верхней точки отливки, толщины слоя формовочной смеси над отливкой и высоты надставной чаши, если она применяется.

При подводе питателей в самую нижнюю часть отливки (рис. 5 б) (горизонтальные нижнебоковые и сифонные системы)  $C = P$ . Следовательно

$$H_p = H_0 - C / 2. \quad (6)$$

При горизонтальных верхнебоковых (рис. 5 в) или верхних ЛС, ( $P=0$ ), тогда  $H_p = H_0$ .

Найденные величины  $\mu_p$ ,  $H_p$ , а также известная из чертежа масса детали используются в качестве исходных данных при расчёте площадей каналов ЛС. При этом в первую очередь должна бы быть определена площадь самого

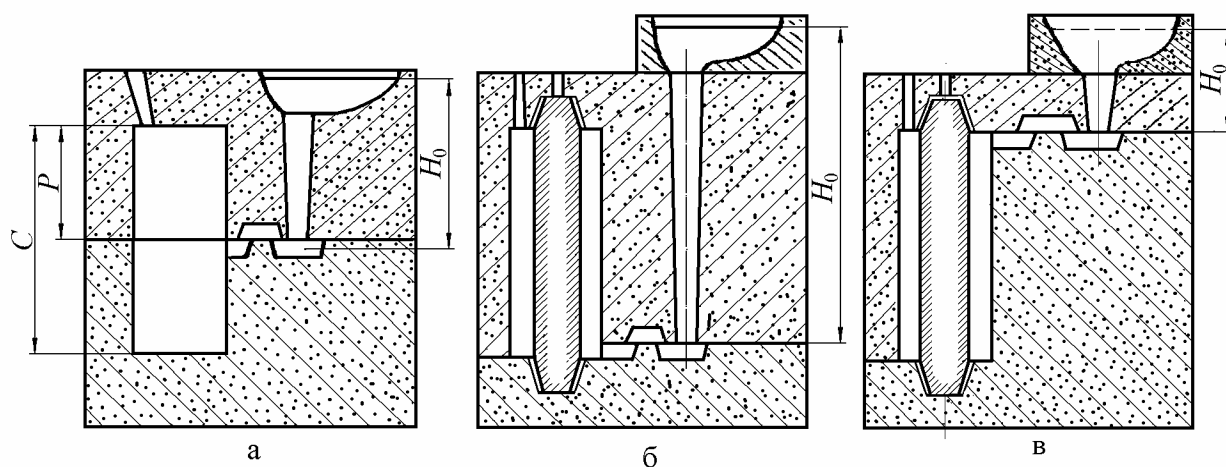


Рис. 5. Схемы к определению расчётного напора при заливке через литниковую чашу

узкого сечения ЛС, определяющего количество металла, поступающего в систему при заданном напоре. У расширяющихся ЛС наименьшим, естественно, является выходное сечение стояка, которое вычисляется по формуле

$$F_{ст} = \frac{M}{\rho_1 \tau_1 W_{ст}}, \quad [м^2] \quad (7)$$

где  $M$  – масса всех отливок без верхних прибылей, заливаемых из одного стояка, кг;

$\rho_1$  – плотность жидкого металла, кг/м<sup>3</sup>;

$\tau_1$  – время заполнения формы, с.

Имея в виду, что

$$W_{ст} = \mu_p \sqrt{2gH_p}, \quad (\text{здесь } W = V) \quad [м/с] \quad (8)$$

получаем

$$F_{\text{ст}} = \frac{M}{\rho_1 \tau_1 \mu_p \sqrt{2gH_p}}, \quad [\text{м}^2] \quad (9)$$

В выражении (9) часть данных ( $M$ ,  $\rho$ ,  $g$ ,  $\mu_p$ ,  $H_p$ ) являются справочными или их легко можно определить по чертежам отливки.

Что касается неизвестной величины  $\tau_1$ , представляющей собой время подъёма расплава в полости формы от момента выхода его из питателей до нижнего уровня последних, то для её определения предложены как теоретические выражения, полученные на основе анализа тепловых и гидродинамических условий течения металлов в каналах формы, так и достаточно простые эмпирические формулы.

Удовлетворительное согласование с опытными данными обеспечивают также эмпирические зависимости для расчёта  $\tau_1$ . Так, например, на практике с этой целью часто используют известное выражение :

$$\tau_1 = K \sqrt[3]{\delta_{\text{отл}} M}, \quad (10)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий род сплава, тип литейной формы и конструкцию ЛС;

$\delta_{\text{отл}}$  – преобладающая толщина стенки отливки, мм;

$M$  – масса всех отливок без прибылей, кг.

Данные по безразмерному коэффициенту  $K$  приведены в табл. 7.

Значения коэффициента  $K$ 

| Материал отливки                           | Форма    | Литниковая система |         |                           |                       |
|--|----------|--------------------|---------|---------------------------|-----------------------|
|  |          | Верхняя            | Боковая | Нижняя боковая и сифонная | Вертикально - щелевая |
| Сталь:<br>углеродистая и низколегированная | Песчаная | 1,5                | 1,4     | 1,8                       | -                     |
| X13Л<br>Г13Л                               |          | -                  | 0,9     | 0,8                       | -                     |
| 12Х24Л<br>12Х18Н9ТЛ                        |          | -                  | 0,7     | 0,6                       | -                     |
| Чугун                                      | Песчаная | 2,0                | 1,8     | 1,6                       | -                     |
|  | Кокиль   | 1,8                | 1,6     | 1,4                       | -                     |
| Алюминиевый                                | Песчаная | 2,6                | 2,4     | 2,2                       | 2,6                   |
|  | Кокиль   | 2,4                | 2,2     | 2,0                       | 2,4                   |
| Магниевый                                  | Песчаная | -                  | -       | 2,0                       | 2,4                   |
|  | Кокиль   | -                  | -       | 1,8                       | 2,2                   |
| Бронза                                     | Песчаная | -                  | 1,8     | 1,6                       | -                     |
|  | Кокиль   | -                  | 1,6     | 1,4                       | -                     |
| Латунь                                     | Песчаная | -                  | 1,9     | 1,8                       | -                     |
|  | Кокиль   | -                  | 1,4     | 1,2                       | -                     |

Таким образом, все параметры в формуле (9) оказываются определёнными

ными, что позволяет рассчитать площадь стояка, а затем, пользуясь принятым в данном конкретном случае соотношением  $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}:\Sigma F_{\text{п}}$ , найти искомые площади шлакоуловителя и питателей.

### **Размеры стояка.**

Наиболее технологичны круглые конические стояки, выходной диаметр которых находят по формуле

$$d_{\text{ст}} = \sqrt{\frac{4F_{\text{ст}}}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{F_{\text{ст}}}{\pi}}. \quad (11)$$

Диаметр стояка вверху, в месте соединения с чашей или воронкой, определяют по формуле .

$$d_{\text{ст.в}} = d_{\text{ст}} + 0,01H_{\text{отл.}}, \quad (12)$$

где  $H_{\text{отл}}$  – высота отливки

Площадь шлакоуловителей  $F_{\text{шл}}$  определяют после нахождения  $F_{\text{ст}}$ , исходя из принятых между ними соотношений (табл. 5, 6). Затем определяют ширину шлакоуловителя у основания  $b_{\text{шл}}$  и вверху  $b_{\text{шл.в}}$ , а также высоту  $h_{\text{шл}}$ , для чего рекомендуются выражения:

$$b_{\text{шл}} = \sqrt{\frac{F_{\text{шл}}}{1,25}}; \quad b_{\text{шл.в}} = 0,8b_{\text{шл}}; \quad ; \quad h_{\text{шл}} = 1,4b_{\text{шл}}.$$

Суммарную площадь питателя  $F_{\text{п}}$  (или питателей) определяют исходя из принятого соотношения  $F_{\text{ст}}:F_{\text{шл}}: F_{\text{п}}$ . Если применяют  $n$  питателей, то каждый из них имеет площадь  $f_{\text{п}} = F_{\text{п}} / n$ .

Толщину питателя в месте его подвода можно принять:

$$\delta_{\text{п}} \approx 0,8\delta_{\text{отл.}}$$

Ширина питателя  $b_{\text{п}}$  (или сумма  $b_{\text{п}}$ ) определяется из выражения

$$\Sigma b_{\text{п}} = F_{\text{п}}/\delta_{\text{п}} = \Sigma f_{\text{п}} / \delta_{\text{п}}.$$

Для расчёта длины питателя  $l_{\text{п}}$ , т. е. расстояния от шлакоуловителя до отливки рекомендуется соотношение:

$$l_{\text{п}} = (0,5...0,8) h_{\text{шл.}}$$