

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА МАШИНОВЕДЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

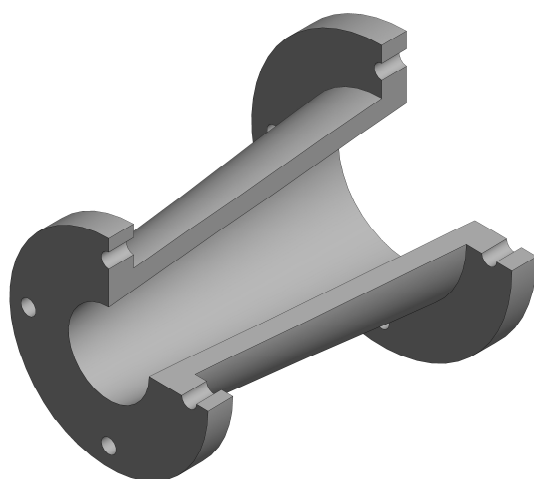
к выполнению лабораторной работы на тему

**«Разработка отдельных этапов производства
отливок в песчаных формах»**

по дисциплине

«Технология конструкционных материалов»

для студентов машиностроительных специальностей



Брест 2023

Методические указания предназначены для обеспечения помощи студентам специальностей 6-05-0714-02 «Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» (профилизации – «Технологическое оборудование машиностроительного производства», «Технология машиностроения»), 6-05-0715-07 «Эксплуатация наземных транспортных и технологических машин и комплексов» (профилизации – «Техническая эксплуатация автомобилей», «Автосервис»), 6-05-0714-04 «Технологические машины и оборудование» при выполнении и защите лабораторной работы «Разработка отдельных этапов производства отливок в песчаных формах» по дисциплине «Технология конструкционных материалов».

В методических указаниях приведена методика выполнения работы, варианты индивидуальных заданий, справочные таблицы.

Методические указания обсуждены и одобрены на заседании кафедры машиноведения и рекомендованы к изданию.

Составители: Литвинович А. Н., ассистент
Мирошниченко И. А., старший преподаватель

Рецензент: Кухарук Е. С., гл. инженер ООО «Завод АллуАр»

СОДЕРЖАНИЕ

Цель работы	4
Задание.....	4
Методика выполнения работы	5
1 Выбор положения отливки в форме	5
2 Назначение допусков и припусков на механическую обработку отливки	6
3 Назначение формовочных уклонов модели.....	7
4 Нанесение припусков и уклонов на эскиз детали.....	8
5 Окраска и маркировка модельного комплекта.....	8
6 Выбор контура литейных стержней и знаковых частей.....	8
7 Проектирование и расчет литниковой системы.....	9
8 Определение размеров и конструкции литейной формы.....	12
Исходные данные	15
Контрольные вопросы.....	16
Литература	18
Приложения	19

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью работы является разработка отдельных этапов технологического процесса изготовления отливки в разовой песчано-глинистой литейной форме.

ЗАДАНИЕ

В соответствии с вариантом индивидуального задания (рисунок 1, таблица 3) необходимо разработать этапы технологического процесса получения отливки будущей детали в виде пустотелого усеченного конуса с фланцами литьем в песчано-глинистую разовую форму.

При оформлении отчета по лабораторной работе необходимо произвести следующие действия:

1) выполнить таблицу с исходными данными для заданного варианта. Начертить рисунок 1 с подстановкой заданных размеров. Расшифровать все обозначения, присутствующие на рисунке;

2) определить степень точности поверхности, ряд припуска. Начертить таблицу 1 и заполнить ее;

3) назначить формовочные уклоны модели, занести данные в таблицу 2;

4) начертить рисунок 4. Нанести на него найденные припуски и уклоны;

5) определить цвет модельного комплекта (для деревянных моделей);

6) определить длину знака l ; зазоры S_1 , S_2 , S_3 ; формовочные уклоны знаковых частей стержня и нанести их на рисунок 5;

7) рассчитать литниковую систему;

8) определить минимальные размеры опок, округлить их в большую сторону до стандартных значений. Начертить эскиз литейной формы в сборе (рисунок 8).

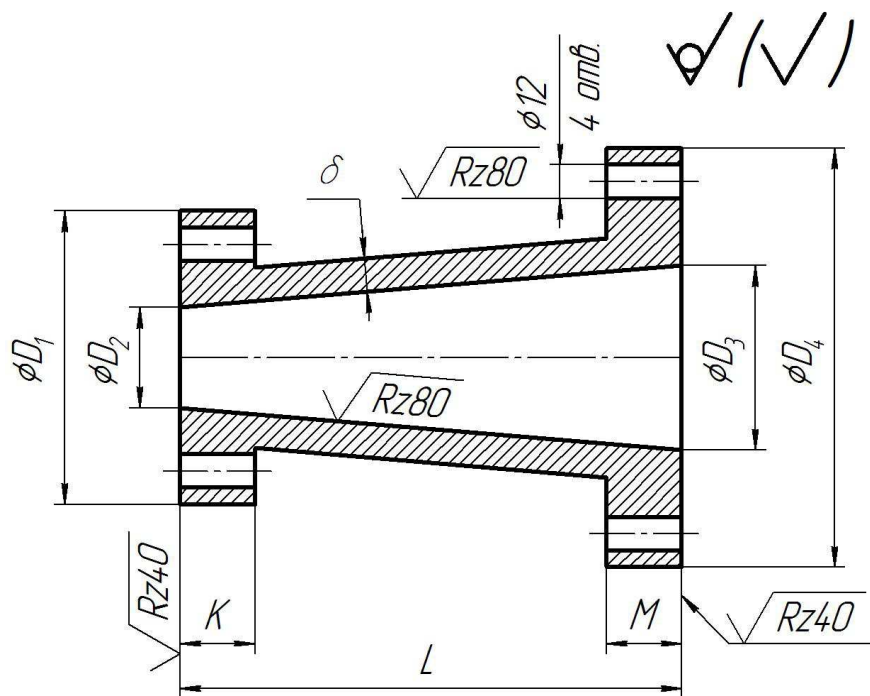


Рисунок 1 – Эскиз детали

Обозначения на рисунке:

- $\sqrt{Rz\ 40}$ – шероховатость поверхности;
- (✓) – «остальные поверхности» (шероховатость которых на чертеже не указана);
- ✓ – поверхности, обозначенные этим знаком, механической обработке не подлежат и их шероховатость соответствует обеспечиваемой данным способом литья;
- ✓(✓) – «остальные поверхности» (шероховатость которых на чертеже не указана), механической обработке не подлежат и их шероховатость соответствует обеспечиваемой данным способом литья.

МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

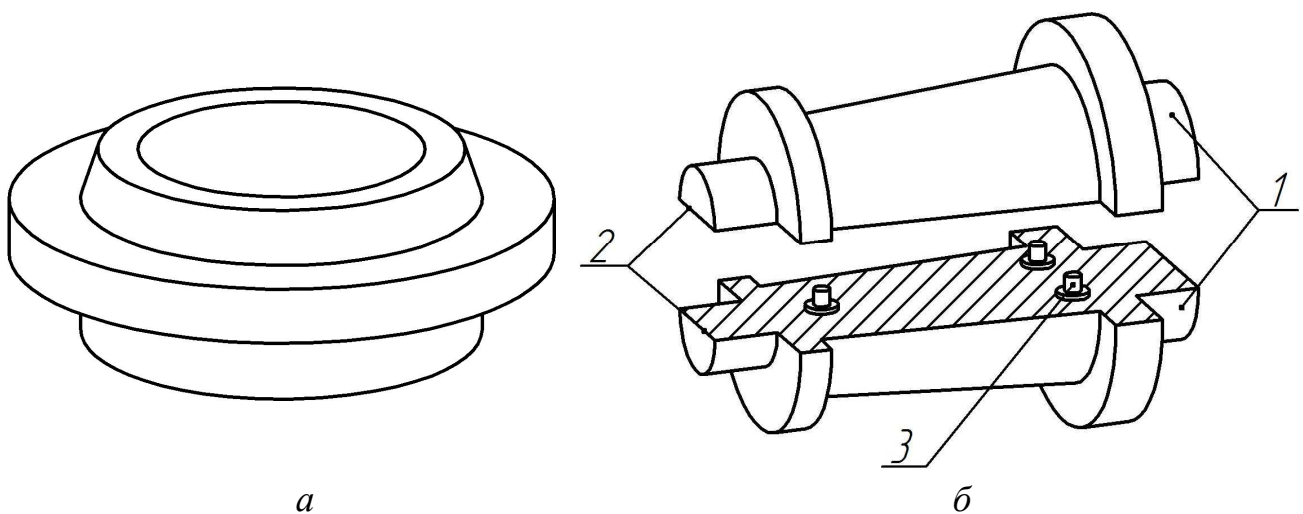
1 Выбор положения отливки в форме

Разработку технологии получения отливки следует начинать с изучения чертежа и выявления ответственных частей детали. Ответственные обрабатываемые поверхности детали желательно располагать в литейной форме внизу или вертикально. Выбирая положение, следует учитывать, что наиболее массивные части отливки или преобладающая ее часть должны располагаться в нижней части литейной формы.

Литейная форма – система элементов (опок, формовочной смеси, стрежней), образующих рабочую полость, при заливке которой жидким металлом формируется отливка.

Для изготовления отливки необходим ее прообраз – литейная модель.

Литейная модель – элемент для образования в литейной форме отпечатка, соответствующего конфигурации и размерам отливки. Учитывая сложность отливки, модель изготавливают разъемной (рисунок 2б) или неразъемной (рисунок 2а). Разъемная модель может состоять из двух или более частей.



а – неразъемная; б – разъемная;
1, 2 – знаки; 3 – шипы для крепления частей модели

Рисунок 2 – Виды моделей

На эскизе детали плоскость разреза модели (М) и формы (Ф) показывают отрезком или ломанной штрихпунктирной линией, заканчивающейся знаком $\times \rightarrow \times$, над которой указывают буквенное обозначение разреза – МФ (рисунок 4). Направление разреза показывают сплошной основной линией, ограниченной стрелками и перпендикулярной линии разреза.

При применении неразъемных моделей указывают только разрезы формы – Ф (рисунок 3). Положение отливки в форме обозначают буквами В (верх) и Н (низ). Буквы проставляют у стрелок, показывающих направление разреза формы.

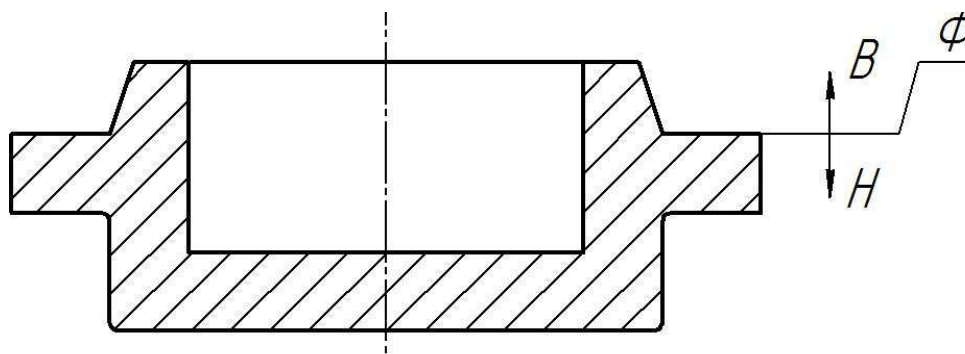


Рисунок 3 – Эскиз неразъемной модели

2 Назначение допусков и припусков на механическую обработку отливки

После выбора положения отливки в форме на чертеж детали наносят припуски на механическую обработку отливки и формовочные уклоны.

Припуск – это слой металла, срезаемый при механической обработке с целью получения заданного размера и требуемой шероховатости.

Допуск – это интервал, в котором должны находиться размеры получаемой поверхности.

Данные, необходимые для построения чертежа отливки, сводятся в таблицу 1.

Таблица 1 – Данные для построения чертежа отливки

Размер детали, мм	Шероховатость поверхности, мкм	Допуск размеров, мм	Общий припуск, мм	Размер отливки, мм
$D_1 =$	–	D_1	–	$D_{1л} = D_1$
$D_2 =$	80	D_2	$2*П_3$ ←	$D_{2л} = D_2 - 2*П_3$
$D_3 =$	80	D_3	← $2*П_3$ →	$D_{3л} = D_3 - 2*П_3$
$D_4 =$	–	D_4	–	$D_{4л} = D_4$
$K =$	–	D_5	$П_6$ ←	$K_л = K + П_6$
$L =$	40	D_6	$2*П_6$ →	$L_л = L + 2*П_6$
$M =$	–	D_7	$П_6$ ←	$M_л = M + П_6$
$\delta =$	–	D_8	→ $П_3$	$\delta_л = \delta + П_3$

Примечание – обозначения, вписанные в ячейки столбцов № 3–5, студентом в отчет не вносятся, они необходимы для пояснения методики их заполнения.

Допуски линейных размеров $D_1...D_8$ зависят от номинальных размеров детали и классов точности размеров (таблица 3 в приложении).

Общий припуск на механическую обработку определяется по величине допуска размеров отливки, виду окончательной обработки и величине ряда припуска (таблица 5 в приложении). Вид окончательной обработки зависит от конфигурации обрабатываемой поверхности (наружная или внутренняя цилиндрическая, плоскость), ее шероховатости и метода обработки (таблица 4 в приложении).

Для определения ряда припуска (таблица 2 в приложении) необходимо найти степень точности поверхности (таблица 1 в приложении).

Значения припусков P_3 и P_6 находятся по значениям допусков D_3 и D_6 соответственно. У размеров D_2 , D_3 и L значения припусков умножаются на двойку, т. к. их значения в приложении даются на одну сторону.

Припуск в последующем будет удален механической обработкой со снятием стружки, например, на токарных, фрезерных, строгальных и т. п. станках.

Мелкие отверстия, впадины и т. п., невыполняемые при литье, на чертеже отливки перечеркиваются сплошной тонкой линией (это напуск).

3 Назначение формовочных уклонов модели

Формовочные уклоны модельного комплекта вертикальных поверхностей предназначены для свободного извлечения модели из песчаной смеси после формования и литейных стержней из стержневых ящиков. Они регламентированы ГОСТом 3212-92. При применении песчано-глинистых смесей уклоны назначают в зависимости от типа модели и формы, а также от высоты формообразующей поверхности (таблица 6 в приложении).

В зависимости от требований, предъявляемых к поверхности отливки, формовочные уклоны следует выполнять:

- на обрабатываемых поверхностях отливки сверх припуска на механическую обработку за счет увеличения размеров отливки;
- на необрабатываемых поверхностях отливки за счет увеличения или уменьшения размеров отливки.

Данные по литейным уклонам сводятся в таблицу 2.

Таблица 2 – Определение формовочных уклонов

Высота основной формообразующей поверхности, мм	Формовочный уклон
$\frac{D_{1л}}{2} =$	$\gamma_1 =$
$\frac{D_{4л}}{2} =$	$\gamma_2 =$
$\frac{D_{1л}}{2} - \frac{D_{2л}}{2} - \delta_л =$	$\gamma_3 =$
$\frac{D_{4л}}{2} - \frac{D_{3л}}{2} - \delta_л =$	$\gamma_4 =$

4 Нанесение припусков и уклонов на эскиз детали

Припуски на механическую обработку на чертеже изображают сплошной тонкой линией, параллельной обрабатываемой поверхности. Величину припуска на механическую обработку указывают цифрой (в мм) перед знаком шероховатости детали. Формовочные уклоны и припуски проставляются на эскизе детали (рисунок 4).

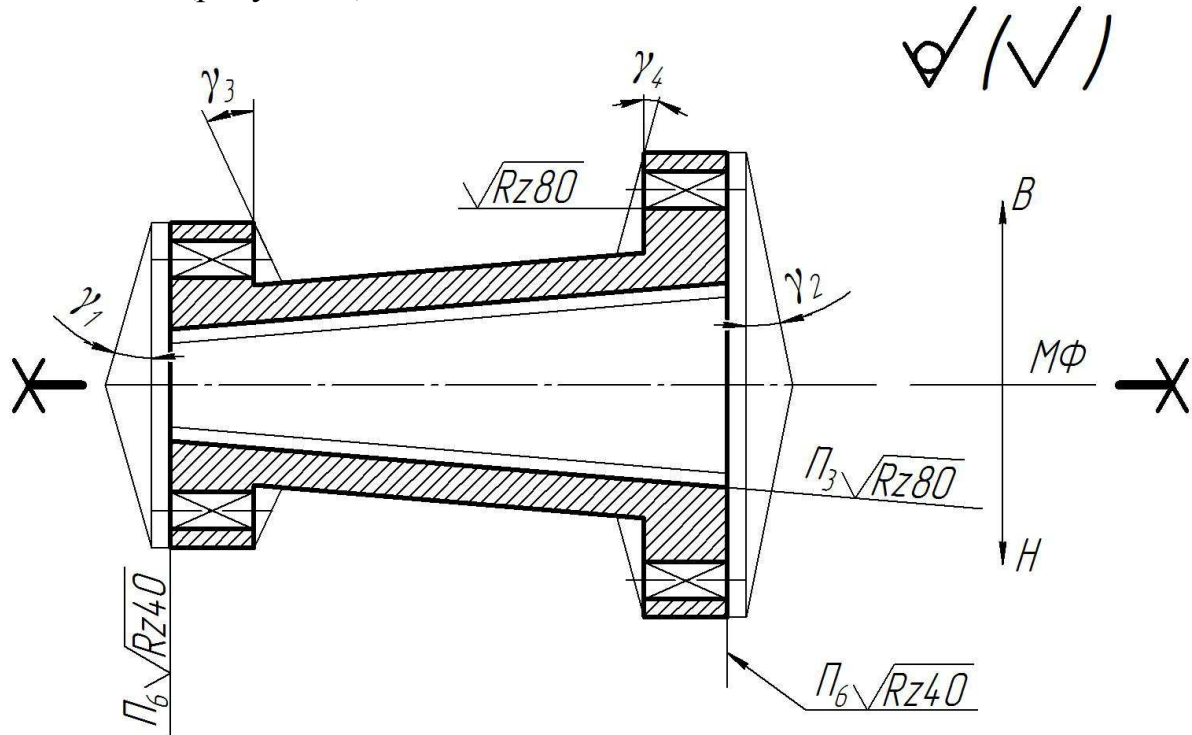


Рисунок 4 – Эскиз детали с обозначением припусков и уклонов

5 Окраска и маркировка модельного комплекта

Для предохранения деревянных моделей и стержневых ящиков от набухания и предотвращения прилипания к ним формовочных и стержневых смесей их покрывают различными красками. Цвет краски показывает назначение комплекта (для отливок из чугуна – красный, стали – серый, цветных сплавов – желтый). По краске основного цвета наносят различные условные обозначения и маркировку модельного комплекта.

6 Выбор контура литейных стержней и знаковых частей

Литейные стержни предназначены для формирования полости в отливке или в отдельных ее частях. Мелкие же отверстия, пазы и выемки получают при последующей механической обработке сверлением, точением, строганием, фрезерованием. Стержни повторяют конфигурацию внутренней полости отливки, имеют знаковые части (знаки), с помощью которых они закрепляются в литейной форме (см. рисунок 2б). Размеры знаков и зазоры между ними и формой S_1 , S_2 , S_3 определяются по ГОСТу 3212-92. Длина знака l определяется в зависимости от диаметра стержня (принимается равным большему диаметру $D_{3л}$), типа формы (сырая, сухая, твердеющая в контакте с оснасткой) и длины стержня (равна длине отливки L_n) (таблица 7 в приложении).

Формовочные уклоны знаковых частей определяются в зависимости от высоты знака и расположения в форме (таблица 8 в приложении). Зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержня назначают в зависимости от высоты знака, длины стержня и типа модельного комплекта (таблица 9 в приложении), который зависит от класса точности модельного комплекта (таблица 10 в приложении) и типа модели.

Стержни в разрезе штрихуют только у контурных линий (рисунок 5).

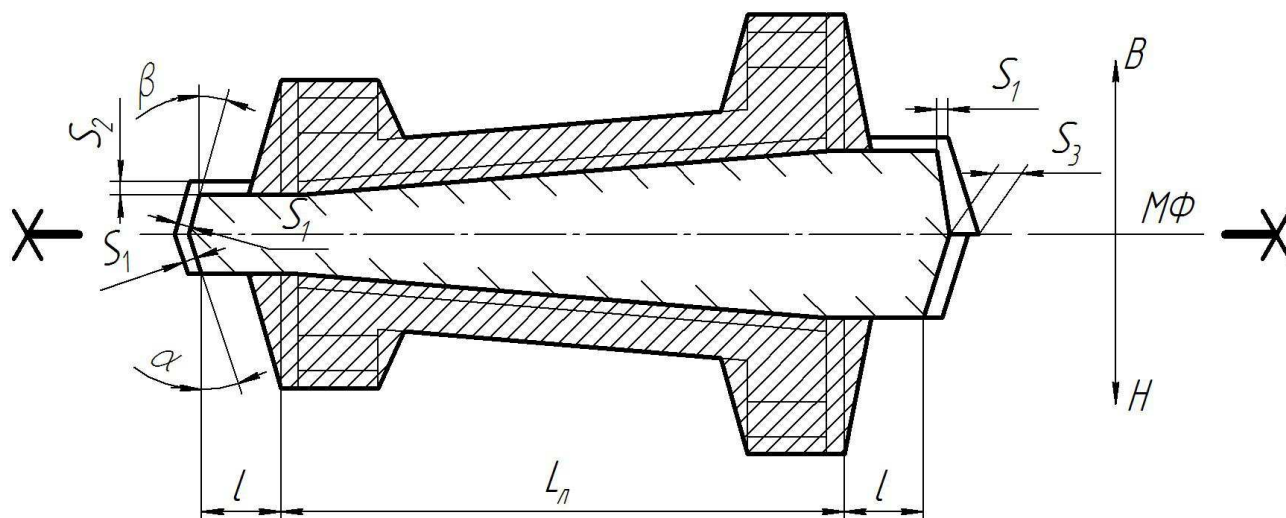


Рисунок 5 – Эскиз отливки с литейным стержнем

7 Проектирование и расчет литниковой системы

Литниковая система – это система каналов и устройств для подвода в определенном режиме жидкого металла в полость литейной формы, для отделения неметаллических включений и обеспечения питания отливки при затвердевании. Она включает, как правило, следующие элементы:

стояк – вертикальный канал, соединяющий литниковую чашу (или воронку) со шлакоуловителем;

шлакоуловитель – горизонтальный трапецеидальный канал, соединяющий стояк с питателями и задерживающий шлак и неметаллические включения;

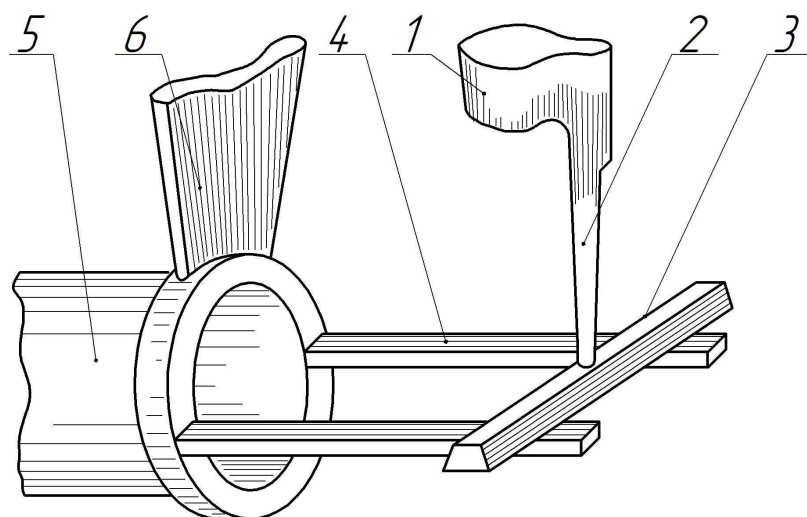
питатель – горизонтальный канал, соединяющий шлакоуловитель с полостью формы;

выпор – вертикальный канал, расположенный в самой верхней части полости формы, служащий для вывода газов из формы, а также для наблюдения за ходом заливки;

прибыль – элемент системы, служащий для питания отливки жидким металлом в период затвердевания и усадки;

литниковая чаша (воронка) – элемент системы для приема жидкого металла и его направления в стояк или непосредственно в форму.

Элементы литниковой системы показаны на рисунке 6.



1 – чаша; 2 – стояк; 3 – шлакоуловитель; 4 – питатель; 5 – отливка; 6 – прибыль
Рисунок 6 – Элементы литниковой системы

После выбора типа литниковой системы (бывает горизонтальная, вертикальная, верхняя, дождевая, сифонная) и места подвода металла к отливке рассчитывают площади поперечных сечений и определяют размеры элементов литниковой системы из условия заполнения формы за оптимальное время τ , рассчитываемое по формуле, с:

$$\tau = S \cdot \sqrt[3]{\delta_{\text{л}} \cdot G}, \quad (1)$$

где S – коэффициент, учитывающий жидкотекучесть сплава и тип литниковой системы (для сталей $S = 1,4$; для чугуна $S = 2$) [2];

$\delta_{\text{л}}$ – преобладающая или средняя толщина стенки отливки, мм;

G – масса расплава, приходящегося на отливку в форме, кг.

Параметр G может быть определен по формуле, кг:

$$G = G_{\text{ЧЕРН}} + G_{\text{ПРИБ}} + G_{\text{Л.С.}}, \quad (2)$$

где $G_{\text{ЧЕРН}}$ – черновая масса отливки, равная сумме масс детали и припусков на механическую обработку, кг;

$G_{\text{ПРИБ}}$ – масса прибылей на отливку, кг;

$G_{\text{Л.С.}}$ – масса литниковой системы, кг.

Черновая масса отливки $G_{\text{ЧЕРН}}$ определяется по формуле, кг:

$$G_{\text{ЧЕРН}} = V_{\text{отл}} \cdot \rho, \quad (3)$$

где $V_{\text{отл}}$ – объем отливки, м^3 ;

ρ – плотность сплава, $\text{кг}/\text{м}^3$ ($\rho_{\text{стали}} = 7700 \text{ кг}/\text{м}^3$, $\rho_{\text{чугуна}} = 7000 \text{ кг}/\text{м}^3$).

Объем отливки $V_{\text{отл}}$ удобно определить, разбив его на простые геометрические объемы, м^3 :

$$V_{\text{отл}} = (V_1 + V_2 + V_3 - V_4) \cdot 10^{-9}, \quad (4)$$

где V_1 – объем левого фланца, мм^3 ;

V_2 – объем правого фланца, мм^3 ;

V_3 – объем центральной части отливки, мм^3 ;

V_4 – объем сквозного отверстия отливки, мм^3 .

Формулы для расчета $V_1 \dots V_4$:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D_{1л}^2}{4} \cdot K_л; \quad (5)$$

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D_{4л}^2}{4} \cdot M_л; \quad (6)$$

$$V_3 = \frac{\pi}{3} \cdot (L_л - K_л - M_л) \cdot$$

$$\cdot \left[\left(\frac{D_{2л}}{2} + \delta_л \right)^2 + \left(\frac{D_{3л}}{2} + \delta_л \right)^2 + \left(\frac{D_{2л}}{2} + \delta_л \right) \cdot \left(\frac{D_{3л}}{2} + \delta_л \right) \right];$$

$$V_4 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot L_л \cdot \left[\left(\frac{D_{2л}}{2} \right)^2 + \left(\frac{D_{3л}}{2} \right)^2 + \frac{D_{2л}}{2} \cdot \frac{D_{3л}}{2} \right]. \quad (8)$$

Масса прибылей определяется по формуле, кг:

$$G_{\text{ПРИБ}} = V_{\text{ПРИБ}} \cdot \rho. \quad (9)$$

Объем прибылей можно определить по методу И. Пржибыла, который применим для многих литейных сплавов. Более надежные результаты он дает в случае образования концентрированных усадочных раковин, например, при изготовлении отливок из стали, высокопрочного чугуна и т. д, м³:

$$V_{\text{ПРИБ}} = \frac{\beta \cdot \varepsilon_V}{1 - \beta \cdot \varepsilon_V} \cdot V_{\text{отл}}, \quad (10)$$

где β – отношение объема прибыли к объему усадочной раковины ($V_{\text{ПРИБ}}/V_p$, для прибылей с атмосферным давлением в усадочной раковине $\beta = 9...10$);

ε_V – часть объемной усадки сплава, принимающая участие в формировании усадочной раковины (для сталей и высокопрочного чугуна $\varepsilon_V = 0,045$, для ковкого чугуна $\varepsilon_V = 0,03$).

Т. к. серый чугун имеет высокие литейные свойства, это позволяет получать отливки в песчаных формах, как правило, без прибылей ($V_{\text{ПРИБ}} = 0$) [7].

$G_{\text{л.с.}}$ принимается равной 3...10 % от ($G_{\text{чЕРН}} + G_{\text{ПРИБ}}$). При этом большая величина выбирается для мелких отливок (до 100 кг).

Общую площадь сечений питателей $F_{\text{п}}$ определяют в зависимости от способа заливки металла в форму. Например, при заливке из поворотных ковшей $F_{\text{п}}$ определяется по формуле, см²:

$$F_{\text{п}} = \frac{10000 \cdot G}{\mu \cdot \tau \cdot \rho \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_{\text{ср}}}}, \quad (11)$$

где μ – общий коэффициент расхода в литниковой системе (таблица 11 в приложении);

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$H_{\text{ср}}$ – средний гидростатический напор, определяемый по формуле, м:

$$H_{\text{ср}} = \left(H_{\text{ст}} - \frac{h_{\text{в}}^2}{2 \cdot h_0} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (12)$$

где $H_{\text{ст}}$ – высота стояка от уровня чаши до питателя ($H_{\text{ст}} = h_{\text{в}} + \geq l_1$), мм;

h_B – высота части отливки от питателя до ее самой высокой точки ($h_B = D_{4л}/2$), мм;
 l_1 – расстояние от верха модели до верха опоки (таблица 14 в приложении), мм;
 h_0 – общая высота отливки ($h_0 = D_{4л}$), мм.
 Все обозначения приведены на рисунке 7.

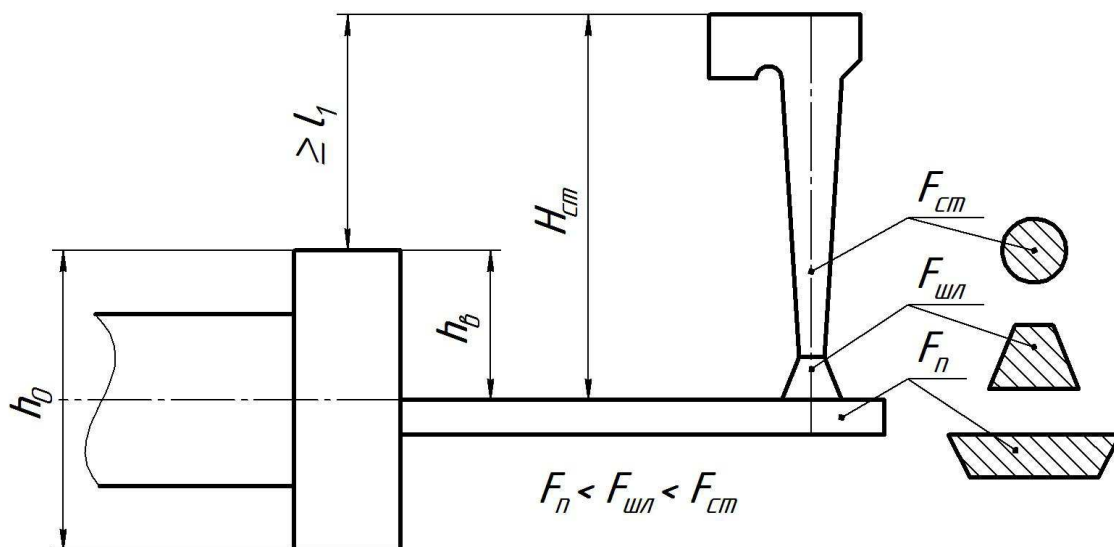


Рисунок 7 – Схема к расчету среднего гидростатического напора

После нахождения общей площади питателей $F_{п}$ необходимо принять площадь одного питателя. Для этого нужно $F_{п} / 2$, т. к. для заданной отливки применяется два питателя (см. рисунок 6), затем полученное значение округлить к ближайшей большей площади по таблице 12 в приложении. После этого принимают окончательную общую площадь $F_{п}$ умножением найденного по приложению значения на двойку.

Площади поперечных сечений шлакоуловителя $F_{шл}$ и стояка $F_{ст}$ определяются из соотношения $F_{п} : F_{шл} : F_{ст}$ в зависимости от материала отливки [8]:

- 1) для стальных отливок: 1 : 1,2 : 1,4;
- 2) для чугуновых отливок: 1 : 1,1 : 1,2.

В зависимости от площади поперечных сечений шлакоуловителя и питателя определяют их размеры (таблицы 12, 13 в приложении). Длину питателя берут в пределах 10–50 мм.

8 Определение размеров и конструкции литейной формы

Минимальные размеры опок определяются по рекомендуемой толщине слоев формовочной смеси на различных участках формы (таблица 14 в приложении), а также по длине знака l (см. 6-й пункт работы) и ширине шлакоуловителя a (таблица 13 в приложении), мм:

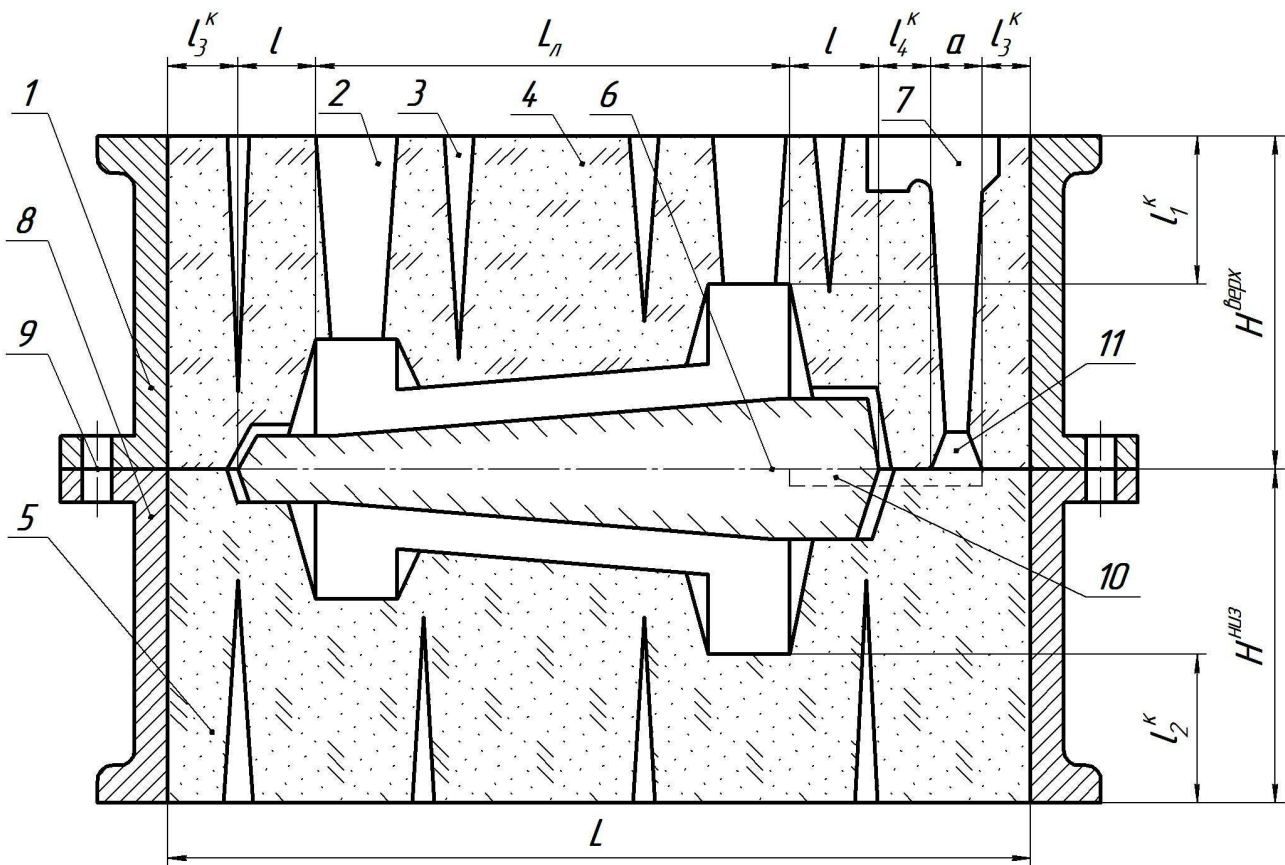
$$\text{– длина опоки: } L_{min} = l_3 + l + L_{л} + l + l_4 + a + l_3; \quad (13)$$

– ширина опоки: $B_{min} = D_{4л} + 2 \cdot l_3$; (14)

– высота верхней опоки: $H_{min}^{верх} = \frac{D_{4л}}{2} + l_1$; (15)

– высота нижней опоки: $H_{min}^{низ} = \frac{D_{4л}}{2} + l_2$. (16)

Полученные размеры опок окончательно уточняются по ГОСТ 2133-75 (таблицы 15, 16 в приложении), при этом расчётные значения увеличивают до ближайшего большего регламентированного размера. После нахождения окончательных размеров $L, B, H^{верх}, H^{низ}$ необходимо увеличить размеры l_1, l_2, l_4 по формулам (15), (16) и (13) соответственно до значений l_1^k, l_2^k, l_4^k . Размер l_3^k принимать равным l_3 . По полученным данным вычерчивается литейная форма в сборе (рисунок 8).



1 – верхняя опока, 2 – прибыль, 3 – газоотводные наколы, 4 – верхняя полуформа, 5 – нижняя полуформа, 6 – литейный стержень, 7 – стояк, 8 – нижняя опока, 9 – центрирующее ушко, 10 – питатель, 11 – шлакоуловитель

Рисунок 8 – Литейная форма в сборе

Литейную форму, состоящую из двух полуформ, изготавливают по разъемной модели в следующей последовательности:

а) на модельную плиту 3 устанавливают нижнюю половину модели 2, модели питателей 4 и опоку 5 (рисунок 9б), в которую засыпают формовочную смесь и уплотняют;

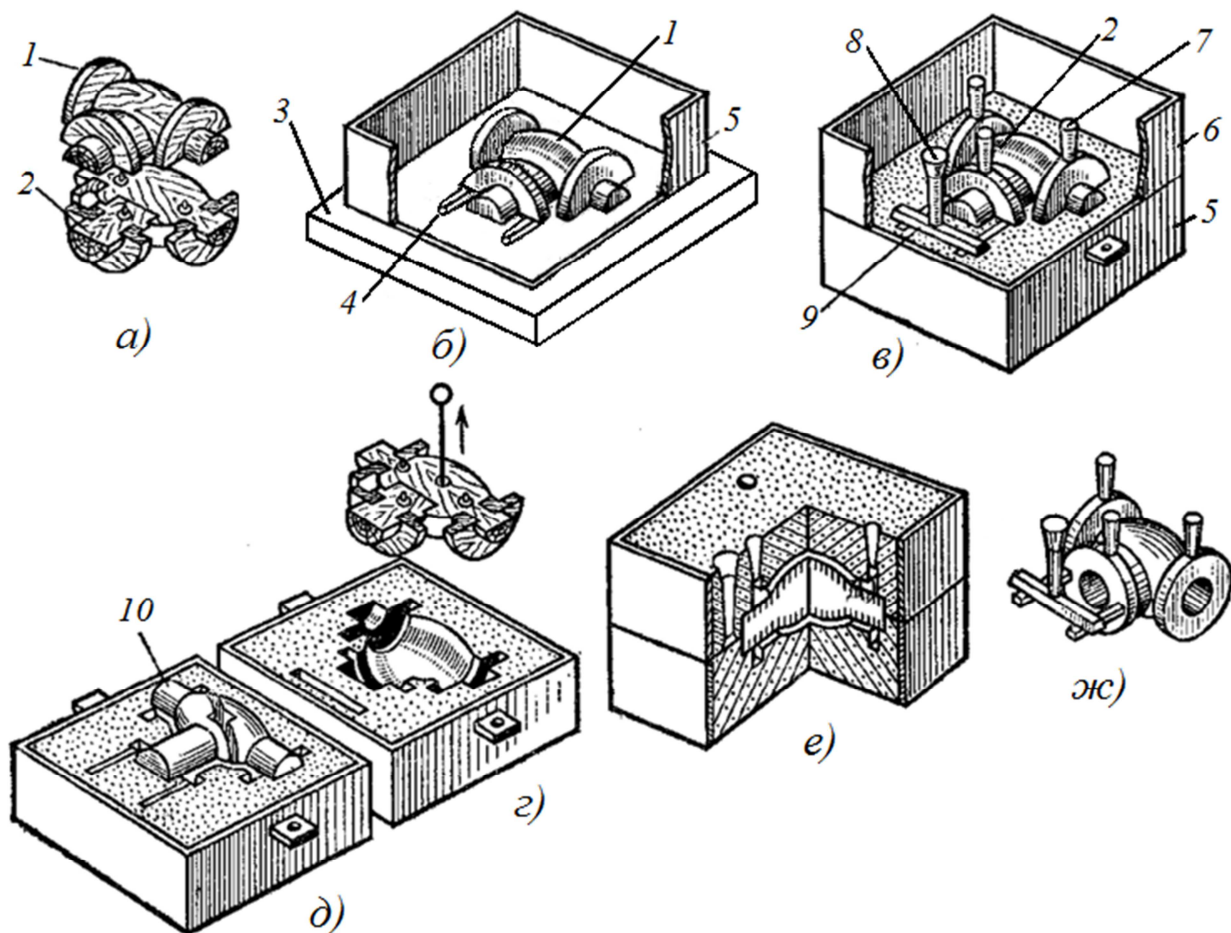
б) опоку поворачивают на 180° (рисунок 9в), устанавливают верхнюю половину модели 1, модели шлакоуловителя 9, стояка 8 и выпоров 7. По

центрирующим штырем устанавливают верхнюю опоку 6, засыпают формовочную смесь и уплотняют;

г) после извлечения модели стояка и выпоров форму раскрывают. Из полуформ извлекают модели отливки (рисунок 9г), питателей и шлакоуловителя;

д) в нижнюю полуформу устанавливают стержень 10 (рисунок 9д) и накрывают нижнюю полуформу верхней (рисунок 9е);

е) после заливки расплавленного металла и его затвердевания литейную форму разрушают и извлекают отливку (рисунок 9ж).



а – модель отливки; б – подготовка нижней полуформы; в – подготовка верхней полуформы;
 г – форма с извлеченной моделью; д – установка стержня; е – собранная форма; ж – отливка;
 1 – верхняя полумодель; 2 – нижняя полумодель; 3 – модельная плита; 4 – модель питателя;
 5, 6 – опока; 7 – модель выпора; 8 – модель стояка; 9 – модель шлакоуловителя; 10 – стержень

Рисунок 9 – Последовательность операций изготовления литейной формы

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Таблица 3 – Варианты индивидуальных заданий

№ вар.	Размеры детали, мм								Материал	Тип модели	Тип формы	Класс точности размеров
	D_1	D_2	D_3	D_4	K	L	M	δ				
1	150	60	100	190	20	230	25	15	сч	дер	Ф1	7
2	160	65	110	210	20	240	20	15	ст	дер	Ф2	8
3	125	40	95	190	25	225	30	20	кч	дер	Ф3	9
4	140	45	60	170	20	250	25	15	кч	пл	Ф1	8
5	120	45	80	170	25	260	30	15	ст	дер	Ф2	11
6	115	30	90	170	25	230	25	20	кч	мет	Ф3	12
7	125	35	90	200	20	230	25	20	вч	мет	Ф1	13
8	135	55	90	180	25	250	30	15	сч	дер	Ф2	9
9	140	40	100	200	30	280	35	25	ст	мет	Ф3	12
10	130	45	90	200	30	230	30	20	вч	пл	Ф1	11
11	160	70	110	220	20	260	25	15	вч	мет	Ф2	12
12	155	60	100	200	25	260	30	20	ст	дер	Ф3	7г
13	130	40	90	180	30	240	35	20	кч	дер	Ф1	7
14	120	50	85	190	20	240	25	15	ст	мет	Ф3	10
15	125	50	90	180	25	230	30	15	сч	мет	Ф3	9
16	140	60	80	160	15	200	20	20	ст	дер	Ф2	10
17	150	70	90	170	15	210	25	20	кч	пл	Ф2	9
18	160	80	100	180	20	220	20	20	ст	дер	Ф3	11
19	170	90	110	190	20	230	25	20	сч	пл	Ф1	13
20	180	100	120	200	25	240	30	20	вч	мет	Ф2	11
21	190	90	120	210	25	250	30	25	ст	дер	Ф3	13
22	200	100	140	220	30	260	35	25	сч	мет	Ф1	12
23	210	115	150	250	30	270	35	25	сч	дер	Ф2	8
24	220	120	160	240	25	280	30	20	кч	мет	Ф3	11
25	230	135	170	260	25	290	25	20	кч	дер	Ф1	9
26	240	100	160	260	20	300	30	25	ст	пл	Ф2	10
27	250	130	180	270	20	310	25	25	кч	дер	Ф3	12
28	260	150	200	300	15	320	20	30	вч	пл	Ф1	9
29	270	120	180	290	15	330	20	30	кч	пл	Ф2	10
30	280	140	190	310	30	340	30	30	вч	пл	Ф3	8

Примечание

сч – серый чугун, кч – ковкий чугун, вч – высокопрочный чугун, ст – сталь литейная;
дер – деревянная, мет – металлическая, пл – пластмассовая;
Ф1 – сырая форма, Ф2 – сухая форма, Ф3 – твердеющая в контакте с оснасткой.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. От чего зависит положения отливки в форме?
2. Что означает сочетание знаков в правом верхнем углу на рисунке 1?
3. Что обозначается знаком $\sqrt{Rz\ 40}$?
4. Что такое литейная форма?
5. Что такое литейная модель?
6. Какие виды литейных моделей существуют?
7. Из каких элементов состоит литейная форма?
8. Каким образом на чертеже детали показывается плоскость разъема модели и формы?
9. От чего зависит допуск размеров?
10. От чего зависит припуск размеров?
11. Пояснить, в каком случае при расчете размера отливки припуск прибавляется, а в каком – отнимается.
12. Почему для размеров D_2 , D_3 , L значения припусков умножаются на двойку?
13. Для чего предназначены формовочные уклоны модельного комплекта и от чего они зависят?
14. Каким образом изображают припуски на чертеже?
15. Как указывают величину припуска на чертеже?
16. Почему отверстия на рисунке 4 перечеркнуты?
17. Что будет сделано с припусками после литья?
18. Для каких целей стержневые ящики и модели покрывают красками?
19. Для чего предназначены литейные стержни?
20. Для чего предназначены знаковые части стержней?
21. В зависимости от чего выбирается длина знака?
22. В зависимости от чего назначаются зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержней?
23. Правило штриховки стержней.
24. Что такое литниковая система?
25. Какие элементы входят в литниковую систему?
26. Что такое стояк?
27. Что такое шлакоуловитель? Его предназначение.
28. Что такое питатель?
29. Что такое выпор? Его функции.
30. Что такое прибыль?
31. Что такое литниковая чаша?
32. Какие типы литниковых систем бывают?
33. Как определить массу отливки G ?
34. На какие геометрические фигуры разбивается объем $V_{отл}$?
35. Почему при расчете $V_{отл}$ объем V_4 вычитается?
36. При определении коэффициента μ необходимо определить сопротивление формы. Каким оно будет для вашей литниковой системы (см. рисунок б)? Ответ обосновать.

37. От каких параметров зависят минимальные размеры опок?
38. Как в зависимости от минимальных размеров опок принять регламентированные размеры?
39. Отличительные особенности сложных отливок.
40. Отличительные особенности средних отливок.
41. Отличительные особенности простых отливок.
42. Пояснить назначение центрирующих ушек 9 на рисунке 8.
43. При изготовлении формы ее необходимо повернуть на 180° (см. рисунок 9). Возможно ли осуществить эту операцию для вашей отливки вручную? Ответ обосновать.
44. Возможно ли повторное использование песчаной формы? Ответ обосновать.
45. Можно ли при изготовлении детали применить литейный стержень из дерева? Ответ обосновать.

ЛИТЕРАТУРА

1. Могилев, В. К. Справочник литейщика : справочник для профессионального обучения рабочих на производстве / В. К. Могилев, О. И. Лев. – Москва : Машиностроение, 1988. – 271 с.
2. Дубровин, В. К. Технологические процессы литья: учебное пособие / В. К. Дубровин, А. В. Карпинский, О. М. Заславская. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013. – 194 с.
3. Комплекты модельные. Уклоны формовочные, стержневые знаки, допуски размеров: ГОСТ 3212-92. – Введ. 01.07.93. – Москва : Изд-во стандартов, 2004. – 16 с.
4. Опоки литейные. Типы и основные размеры: ГОСТ 2133-75. – Введ. 01.01.77. – Москва : Изд-во стандартов, 1976. – 6 с.
5. Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку: ГОСТ 26645-85. – Введ. 01.01.87 для отливок, выпускаемых и освоенных производством до 01.01.90. – Москва: Издательство стандартов, 1993. – 54 с.
6. Единая система технологической документации. Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок: ГОСТ 3.1125-88. – Введ. 01.01.89. – Москва: Издательство стандартов, 2003. – 13 с.
7. Технология конструкционных материалов : учебник для студентов машиностроительных специальностей вузов / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., исправленное. – Москва : Машиностроение, 2004. – 512 с.
8. Казаков, Н. Ф. Технология металлов и других конструкционных материалов / Н. Ф. Казаков, А. М. Осокин, А. П. Шишкова ; под ред. Н. Ф. Казакова. – М. : Металлургия, 1975. – 687 с.
9. Галдин, Н. М. Литниковые системы и прибыли для фасонных отливок / Н. М. Галдин, В. В. Чистяков, А. А. Шатульский; под общ. ред. В. В. Чистякова. – М. : Машиностроение, 1992. – 256 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица 1 – Степень точности поверхности отливок [5]

Технологический процесс литья	Наибольший габаритный размер отливки, мм	Тип сплава	
		Чугун	Сталь
		Степень точности поверхностей	
Литье в сырые ПГФ из смесей с влажностью от 3,5 до 4,5 % и прочностью от 60 до 120 кПа с уровнем уплотнения до твердости не ниже 70 единиц. Литье в песчаные отвержденные, сухие или подсушенные формы, окрашенные самовысыхающими или самотвердеющими покрытиями, нанесенными кистью.	До 100 вкл.	11–18	12–19
	100...250	11–18	12–19
	250...630	13–19	14–20

Примечания

1 В таблице указаны диапазоны степеней точности поверхностей отливок, обеспечиваемых различными технологическими процессами литья. Меньшие из значений относятся к *простым* отливкам, большие – к *сложным* отливкам, *средние* – к отливкам средней сложности.

2 К *простым* по сложности относятся отливки с прямолинейными очертаниями, без значительных и сложных выемок, с простыми разъёмами, например, плиты, шайбы, диски и пр. К *средним* – отливки с прямыми и криволинейными очертаниями, требующие изготовления несложных строжневых ящиков с одним разъемом моделей, например, подвески, кронштейны, подшипники, шкивы, маховики и т. д. К *сложным* – отливки, имеющие значительное количество внутренних выемок, сложные очертания наружных и внутренних поверхностей или несколько разъемов в моделях: цилиндры, блоки двигателей, шестерни с литым зубом и т. д.

Таблица 2 – Ряды припусков на обработку отливки [5]

Степень точности поверхности	9–10	11–12	13–14	15	16	17	18	19	20
Ряды припусков	3–6	4–7	5–8	6–9	7–10	8–11	9–12	10–13	11–17

Примечания

1 Меньшие значения рядов припусков из диапазонов их значений следует принимать для термообрабатываемых отливок из цветных легкоплавких сплавов, большие значения – для отливок из ковкого чугуна, средние – для отливок из серого и высокопрочного чугуна, термообрабатываемых отливок из стальных и цветных тугоплавких сплавов.

2 Для верхних (при заливке поверхностей) отливок единичного и мелкосерийного производства, изготавливаемых в разовых формах, допускается принимать увеличенные на 1–3 единицы значения ряда припуска.

Таблица 3 – Допуски размеров отливок [5]

Интервал номинальных размеров, мм	Допуск размеров отливок, мм, не более, для классов точности размеров отливок													
	7г	7	8	9г	9	10	11г	11	12	13г	13	14	15	16
До 4 вкл.	0,40	0,50	0,64	0,8	1,0	1,2	1,6	2,0	–	–	–	–	–	–
Св.4 до 6	0,44	0,56	0,70	0,9	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	–	–	–	–	–

Окончание таблицы 3

6...10	0,50	0,64	0,80	1,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	–	–	–
10...16	0,56	0,70	0,90	1,1	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7	–	–
16...25	0,64	0,80	1,00	1,2	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8	10	12
25...40	0,70	0,90	1,10	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9	11	14
40...63	0,80	1,00	1,20	1,6	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10	12	16
63...100	0,90	1,10	1,40	1,8	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11	14	18
100...160	1,00	1,20	1,60	2,0	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12	16	20
160...250	1,10	1,40	1,80	2,2	2,8	3,6	4,4	5,6	7,0	9,0	11,0	14	18	22
250...400	1,20	1,60	2,00	2,4	3,2	4,0	5,0	6,4	8,0	10,0	12,0	16	20	24

Таблица 4 – Достижимые шероховатости поверхности при различных механических методах обработки

Обрабатываемые поверхности	Методы обработки	Шероховатость Rz, мкм					
		320	160	80	40	20	
Наружные цилиндрические поверхности	Обтачивание	Черновое					
		Чистовое					
Внутренние цилиндрические поверхности	Обтачивание	Черновое					
		Чистовое					
Плоскости	Цилиндрическое фрезерование	Черновое					
		Чистовое					

Примечание – закрашенная клетка означает, что данный метод обработки обеспечивает получение соответствующей шероховатости.

Таблица 5 – Общий припуск на сторону [5]

Допуск размеров отливок, мм	Вид оконч. обработки	Общий припуск на сторону, мм, не более, для ряда припуска отливки										
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Св. 0,64 до 0,70	Черн.	1,0	1,1	1,3	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,4	4,5	5,4
	Чист.	1,4	1,4	1,6	1,9	2,2	2,6	3,1	3,6	4,1	5,3	6,3
Св. 0,70 до 0,80	Черн.	1,1	1,1	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6	3,1	3,6	4,6	5,6
	Чист.	1,5	1,6	1,8	2,1	2,3	2,8	3,1	3,8	4,3	5,4	6,5
Св. 0,80 до 0,90	Черн.	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,2	2,6	3,2	3,7	4,6	5,6
	Чист.	1,6	1,7	1,9	2,2	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	5,6	6,7
Св. 0,90 до 1,00	Черн.	1,2	1,3	1,5	1,7	1,9	2,3	2,7	3,1	3,6	4,8	5,6
	Чист.	1,7	1,8	2,0	2,3	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,8	6,7
Св. 1,00 до 1,10	Черн.	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,7	3,3	3,8	4,8	5,8
	Чист.	1,8	1,9	2,1	2,4	2,6	3,1	3,4	4,1	4,6	5,8	6,7
Св. 1,10 до 1,20	Черн.	1,3	1,4	1,6	1,8	2,0	2,4	2,8	3,4	3,8	4,8	5,8
	Чист.	1,9	2,0	2,2	2,5	2,7	3,1	3,6	4,3	4,8	5,8	6,9
Св. 1,20 до 1,40	Черн.	1,5	1,6	1,8	2,0	2,1	2,5	2,9	3,5	3,9	4,9	6,0
	Чист.	2,2	2,3	2,5	2,8	3,0	3,4	3,9	4,5	5,0	6,1	7,1
Св. 1,40 до 1,60	Черн.	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,1	3,6	4,0	5,0	6,0
	Чист.	2,4	2,5	2,6	3,0	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	6,3	7,3
Св. 1,60 до 1,80	Черн.	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7	3,2	3,7	4,1	5,2	6,2
	Чист.	2,5	2,6	2,8	3,1	3,3	3,8	4,3	4,8	5,3	6,5	7,5

Окончание таблицы 5

Св. 1,80 до 2,00	Черн.	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,8	3,3	3,8	4,3	5,1	6,1
	Чист.	2,7	2,8	3,0	3,4	3,6	4,0	4,4	5,0	5,4	6,7	7,8
Св. 2,00 до 2,20	Черн.	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	3,0	3,4	3,9	4,4	5,5	6,3
	Чист.	2,9	3,0	3,3	3,6	3,8	4,3	4,6	5,1	5,8	6,9	8,0
Св. 2,20 до 2,40	Черн.	2,0	2,1	2,3	2,5	2,7	3,1	3,4	4,0	4,5	5,4	6,5
	Чист.	3,2	3,3	3,5	3,8	3,9	4,4	4,9	5,5	6,0	7,1	8,3
Св. 2,40 до 2,80	Черн.	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	3,3	3,6	4,1	4,6	5,6	6,7
	Чист.	3,5	3,6	3,8	4,0	4,3	4,8	5,2	5,8	6,1	7,5	8,5
Св. 2,80 до 3,20	Черн.	2,4	2,5	2,6	2,9	3,1	3,4	3,9	4,4	4,9	5,8	6,9
	Чист.	3,9	4,0	4,1	4,5	4,6	5,1	5,6	6,1	6,7	7,8	8,8
Св. 3,20 до 3,60	Черн.	2,6	2,7	2,9	3,1	3,3	3,6	4,1	4,6	5,2	6,2	7,1
	Чист.	4,3	4,4	4,6	4,9	5,2	5,6	6,0	6,5	7,1	8,3	9,3
Св. 3,60 до 4,00	Черн.	2,8	2,9	3,2	3,4	3,6	3,9	4,3	4,8	5,3	6,3	7,3
	Чист.	4,6	4,8	4,9	5,3	5,5	6,0	6,3	6,9	7,5	8,8	9,8
Св. 4,00 до 4,40	Черн.	2,9	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,4	4,9	5,5	6,5	7,5
	Чист.	4,9	5,0	5,1	5,4	5,8	6,1	6,7	7,3	7,8	9,0	9,8
Св. 4,40 до 5,00	Черн.	3,3	3,4	3,6	3,8	4,0	4,4	4,8	5,3	5,8	6,7	7,8
	Чист.	5,4	5,6	5,8	6,0	6,3	6,7	7,1	7,8	8,3	9,0	10,5
Св. 5,00 до 5,60	Черн.	3,6	3,6	3,9	4,1	4,3	4,8	5,2	5,6	6,2	7,1	8,0
	Чист.	6,0	6,2	6,3	6,7	6,9	7,3	7,8	8,3	8,8	10,0	11,0
Св. 5,60 до 6,40	Черн.	4,1	4,3	4,4	4,6	4,8	5,1	5,6	6,2	6,5	7,5	8,5
	Чист.	6,5	6,5	6,7	7,1	7,3	7,8	8,3	8,8	9,3	10,5	11,5
Св. 6,40 до 7,00	Черн.	4,4	4,5	4,8	4,9	5,2	5,4	6,0	6,5	6,9	8,0	9,0
	Чист.	7,1	7,3	7,5	7,8	8,0	8,5	8,8	9,5	9,8	11,0	12,0
Св. 7,00 до 8,00	Черн.	4,9	5,0	5,1	5,5	5,6	6,0	6,5	6,9	7,5	8,5	9,5
	Чист.	8,0	8,3	8,5	8,8	9,0	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0
Св. 8,00 до 9,00	Черн.	5,4	5,6	5,8	6,0	6,1	6,5	6,9	7,5	8,0	9,0	9,8
	Чист.	9,0	9,3	9,3	9,8	9,8	10,5	10,5	11,5	12,0	13,0	14,0
Св. 9,00 до 10,00	Черн.	6,0	6,2	6,3	6,5	6,7	7,1	7,5	8,0	8,5	9,5	10,5
	Чист.	9,8	9,8	10,0	10,5	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	14,0	15,0
Св. 10,00 до 11,00	Черн.	6,5	6,5	6,7	6,9	7,1	7,5	8,0	8,5	9,0	9,8	11,0
	Чист.	10,0	10,0	10,5	10,5	11,0	11,5	12,0	12,5	13,0	14,0	15,0
Св. 11,00 до 12,00	Черн.	7,1	7,3	7,5	7,5	7,8	8,3	8,5	9,0	9,5	10,5	11,5
	Чист.	11,0	11,0	11,5	11,5	12,0	12,5	12,5	13,5	14,0	15,0	16,0
Св. 12,00 до 14,00	Черн.	–	8,5	8,5	8,8	9,0	9,5	9,8	10,5	11,0	12,0	13,0
	Чист.	–	12,5	13,0	13,0	13,5	14,0	14,5	15,0	15,5	16,5	17,5

Примечание – Черн. – черновая обработка, Чист. – чистовая обработка.

Таблица 6 – Формовочные уклоны модельного комплекта [3]

Высота основной формовочной поверхности, мм	Формовочный уклон модельного комплекта			
	Металлического, пластмассового		Деревянного	
	Ф1, Ф2	Ф3	Ф1, Ф2	Ф3
До 10 вкл.	2°20'	3°30'	2°55'	4°00'
Св. 10 до 16 вкл.	1°35'	2°35'	1°55'	2°50'

Окончание таблицы 6

16...25	1°10'	1°55'	1°30'	2°20'
25...40	0°50'	1°20'	1°05'	1°30'
40...63	0°35'	0°55'	0°45'	1°05'
63...100	0°25'	0°40'	0°35'	0°45'
100...160	0°20'	0°30'	0°25'	0°35'
160...250	0°20'	0°30'	0°25'	0°35'
250...400	0°20'	0°30'	0°20'	0°35'
400...630	0°20'	0°25'	0°20'	0°35'

Таблица 7 – Длина горизонтальных знаков стержней [3]

Диаметр стержня, мм	Тип формы	Длина знака, мм, не более при длине стержня, мм						
		До 40	40...63	63...100	100...160	160...250	250...400	400...630
До 25	Ф1	20	25	30	35	–	–	–
	Ф2	15	20	–	–	–	–	–
	Ф3	10	15	20	25	–	–	–
Св. 25 до 40	Ф1	20	25	30	35	45	50	–
	Ф2	20	25	30	35	40	–	–
	Ф3	10	15	20	25	30	35	–
40...63	Ф1	20	25	30	40	50	60	75
	Ф2	20	25	30	35	40	50	–
	Ф3	10	15	20	25	30	35	40
63...100	Ф1	20	25	35	45	55	65	85
	Ф2	25	30	35	40	45	55	65
	Ф3	15	20	30	30	35	40	45
100...160	Ф1	35	40	35	50	60	75	95
	Ф2	25	30	35	40	45	55	65
	Ф3	15	20	30	30	35	40	45
160...250	Ф1	35	40	40	50	65	80	100
	Ф2	30	35	40	50	55	60	70
	Ф3	20	25	30	35	40	45	50
250...400	Ф1	40	40	45	60	75	85	110
	Ф2	35	40	45	50	55	60	70
	Ф3	25	30	35	40	45	50	55

Таблица 8 – Формовочные уклоны знаковых частей стержня [3]

Высота знака h , мм	Модельного комплекта		Модели α_1
	для низа α	для верха β	
До 40	10°	15°	4°
Св. 40 до 63	7°	10°	4°
63...100	6°	8°	2°
100...160	5°	6°	1°
160...250	5°	6°	45'

Примечание – Принимать высоту знака $h = D_{3л}/2$.

Таблица 9 – Зазоры между знаковыми поверхностями формы и стержня [3]

Высота знака h , мм	Тип модельного комплекта	Зазор S_1 (S_2) при длине стержня, мм						
		До 40	40...63	63...100	100...160	160...250	250...400	400...630
До 25	K_1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6
	K_2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7
	K_3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,3
	K_4	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,7	2,1
Св. 25 до 40	K_1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7
	K_2	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
	K_3	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6
	K_4	1,2	1,3	1,5	1,6	1,8	2,1	2,5
40...63	K_1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,7
	K_2	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8
	K_3	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,6
	K_4	1,3	1,4	1,6	1,7	1,9	2,2	2,6
63...100	K_1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
	K_2	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,9	0,8
	K_3	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,5	1,7
	K_4	1,3	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,6
100...160	K_1	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7
	K_2	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	1,0	1,0
	K_3	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,7
	K_4	1,4	1,6	1,7	1,9	2,1	2,3	2,7

Примечания

1 K_1 – модельный комплект 1–6 классов точности из металлов и пластмассы; K_2 – модельный комплект 7–9 классов точности из металлов и пластмассы и 1–3 классов точности из дерева; K_3 – модельный комплект 4–6 классов точности из дерева; K_4 – модельный комплект 7–9 классов точности из дерева.

2 Значение зазора S_3 следует принимать равным $1,5S_1$.

3 Принимать высоту знака $h = D_{3л}/2$.

Таблица 10 – Соответствие классов точности отливок классам точности модельного комплекта [3]

Класс точности размеров отливок по ГОСТ 26645-85	Класс точности модельного комплекта
4, 5т, 5, 6, 7, 7т	1–3
8, 9т, 9, 10, 11т, 11	4–6
12, 13т, 13, 14, 15, 16	7–9

Таблица 11 – Значения коэффициента μ [1]

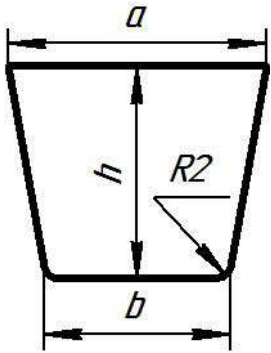
Типы формы	Сопrotивление формы		
	малое	среднее	высокое
Ф1	0,42/0,5	0,32/0,42	0,25/0,35
Ф2, Ф3	0,5/0,6	0,38/0,48	0,3/0,41

Примечания

1 В числителе приведены данные для стали, в знаменателе для чугуна.

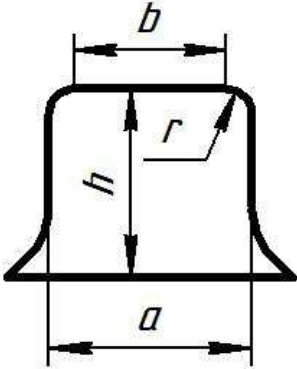
2 Малое сопротивление формы – сопротивление без поворота струи; среднее – при одном повороте струи на 90° ; высокое – при двух поворотах струи на 90° .

Таблица 12 – Размеры трапецидальных питателей [1]



$F_{п}$, см ²	а, мм, при h, мм					b, мм, при h, мм				
	3	5	8	12	16	3	5	8	12	16
0,3	11	7	–	–	–	9	5	–	–	–
0,5	18	11	8	–	–	16	9	5	–	–
0,7	25	16	10	–	–	22	12	8	–	–
0,9	31	19	12	–	–	29	17	10	–	–
1,0	35	21	14	–	–	32	19	11	–	–
1,2	41	25	16	–	–	39	22	14	–	–
1,4	48	29	19	13	–	45	26	16	10	–
1,8	61	37	24	16	13	59	34	21	13	10
2,2	75	45	29	20	15	72	42	26	17	12
2,5	85	51	33	22	17	82	49	30	19	14
2,8	95	57	37	25	19	92	54	34	22	16
3,0	–	62	39	27	20	–	59	36	23	17
3,2	–	65	41	28	22	–	63	39	25	18
3,4	–	69	44	30	23	–	67	41	27	20
3,6	–	73	47	32	24	–	71	43	28	21
3,8	–	77	49	33	25	–	75	46	30	22
4,0	–	81	51	35	27	–	79	49	32	23
4,5	–	91	58	39	30	–	89	55	36	26
5,0	–	–	64	43	33	–	–	61	40	30
5,5	–	–	70	47	36	–	–	67	44	33
6,0	–	–	77	52	39	–	–	73	48	36

Таблица 13 – Размеры шлакоуловителя при $h \approx a$ [9]



$F_{шл.}$, см ²	a	b	h	r	$F_{шл.}$, см ²	a	b	h	r
	мм					мм			
1,0	11,0	8,5	10,5	5	7,5	29,0	23,0	29,0	6
1,5	13,0	12,0	13,0	5	8,0	30,0	24,0	30,0	8
2,0	15,5	11,0	15,0	5	8,5	31,0	25,0	31,0	8
2,5	17,0	14,0	16,0	5	9,0	32,0	25,0	32,0	8
3,0	19,0	14,0	19,0	5	10,0	32,0	26,0	34,0	8
3,5	19,0	15,0	20,5	5	11,0	35,0	28,0	35,0	8
4,0	21,0	17,0	21,0	5	12,5	38,0	30,0	37,0	8
4,5	22,5	18,0	22,0	5	15,0	41,0	33,0	41,0	8
5,0	24,0	18,0	24,0	6	17,5	44,0	36,0	44,0	8
5,5	24,5	20,0	25,0	6	20,0	47,0	38,0	57,0	8
6,0	26,0	20,0	26,0	6	22,5	51,0	41,0	50,0	8
6,5	27,0	22,0	27,0	6	25,0	53,0	43,0	52,0	8
7,0	27,5	22,0	27,5	6	30,0	58,0	46,0	58,0	8

Таблица 14 – Зависимость толщины слоя формовочной смеси на различных участках формы от массы отливки [1]

Масса отливки G , кг	Минимально допустимая толщина слоя, мм			
	от верха модели до верха опоки l_1	от низа модели до низа опоки l_2	от модели до стенки опоки l_3	между моделью и шлакоуловителем l_4
До 5	40	50	20	30
5...10	50	60	30	30
11...25	60	70	40	30
26...50	70	90	50	40
51...100	90	100	60	50
100...250	100	120	70	60

Таблица 15 – Высота опок [4]

Длина опоки, мм	Высота опоки, мм												
	50	75	100	120	150	175	200	250	300	360	400	450	500
300	+	+	+	+	+								
360	+	+	+	+	+	+							
400	+	+	+	+	+	+	+						
450		+	+	+	+	+	+						
500		+	+	+	+	+	+	+	+				
560		+	+	+	+	+	+	+	+				
600		+	+	+	+	+	+	+	+				
630			+	+	+	+	+	+	+				
710			+	+	+	+	+	+	+	+			
750			+	+	+	+	+	+	+	+			
800			+	+	+	+	+	+	+	+	+		
900				+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1000				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание – рекомендуемые размеры отмечены знаком «+», 0

Таблица 16 – Ширина опок [4]

Длина опоки, мм	Ширина опоки, мм													
	250	300	360	400	450	500	560	600	630	710	750	800	900	1000
300	+	+												
360	+	+	+											
400	+	+	+	+										
450	+	+	+	+	+									
500	+	+	+	+	+	+								
560	+	+	+	+	+	+	+							
600	+	+	+	+	+	+	+	+						
630	+	+	+	+	+	+	+	+	+					
710	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+				
750	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+			
800	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
900	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
1000	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Примечание – рекомендуемые размеры отмечены знаком «+».

Учебное издание

Составители: Литвинович Александр Николаевич
Мирошниченко Игорь Александрович

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению лабораторной работы на тему

**«Разработка отдельных этапов производства
отливок в песчаных формах»**

по дисциплине

«Технология конструкционных материалов»

для студентов машиностроительных специальностей

Ответственный за выпуск: Литвинович А. Н.

Редактор: Митлошук М. А.

Компьютерная вёрстка: Ковальчук Е. Н.

Корректор: Дударук С. А.

Подписано в печать 19.12.2023 г. Формат 60x84¹/₁₆. Бумага «Performer».
Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 1,63. Уч. изд. л. 1,75. Заказ № 1319.
Тираж 19 экз. Отпечатано на ризографе учреждения образования «Брестский
государственный технический университет». 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий № 1/235 от 24.03.2014 г.

