

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Обработка материалов давлением»

М. Ю. Целуев

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ И УПАКОВКИ.
РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ
ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ
ПРЕСС-ФОРМ**

**ПОСОБИЕ
по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 20 02
«Упаковочное производство (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2009

УДК 678.057.726(075.8)
ББК 35.710я73
Ц34

*Рекомендовано научно-методическим советом
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 6 от 26.06.2007 г.)*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Материаловедение в машиностроении»
ГГТУ им. П. О. Сухого *М. М. Рыженко*

Целуев, М. Ю.
Ц34 Проектирование технологической оснастки для производства тары и упаковки. Расчет исполнительных размеров формообразующих деталей пресс-форм : пособие по одному. дисциплине для студентов специальности 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» днев. формы обучения / М. Ю. Целуев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2009. – 16 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.
ISBN 978-985-420-790-2.

Приведены методики и примеры расчета исполнительных размеров формообразующих деталей для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс.

Для студентов специальности 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» дневной формы обучения.

**УДК 678.057.726(075.8)
ББК 35.710я73**

ISBN 978-985-420-790-2

© Целуев М. Ю., 2009
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2009

1. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Исполнительные размеры формообразующих деталей пресс-форм для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс назначают в зависимости от допуска на размеры изделия и усадки пластмассы.

Достижимая точность размеров изделий из пластмасс, получаемых прессованием и литьем под давлением, определяется по формулам, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

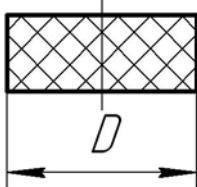
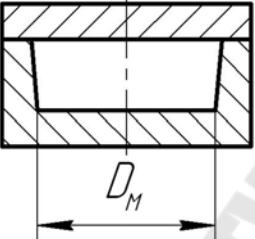
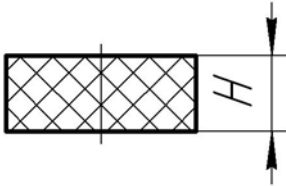
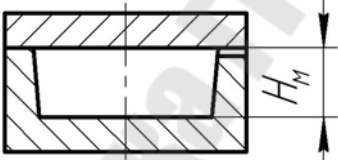
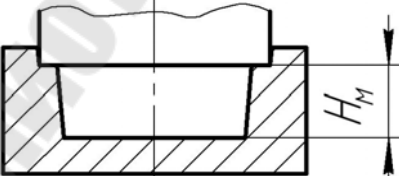
Точность размеров изделий из пластмасс

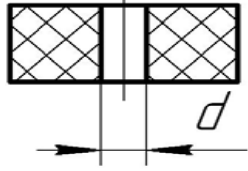
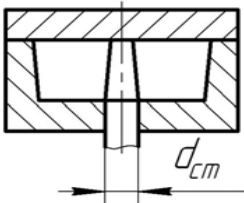
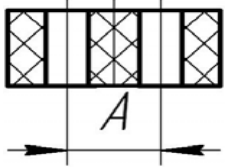
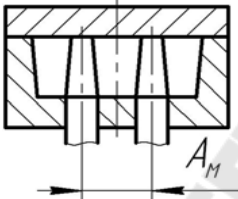
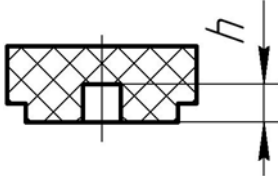
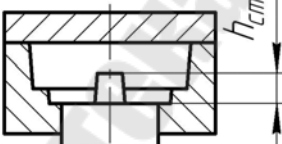
Наименование размеров изделия	Расчетные формулы
Охватываемые, кроме высотных	$T_{и} \geq T_{s} + T_{\phi} + 2T_{y}, \quad (1)$ где $T_{s} = 0,01D(S_{\max} - S_{\min})$, $T_{y} = H \cdot \operatorname{tg}\alpha$
Охватывающие	
Охватываемые высотные, не зависящие от толщины облоя	$T_{и} \geq T_{s} + T_{\phi}, \quad (2)$
Межосевые	
Прочие, не относящиеся к охватываемым и охватывающим	
Охватываемые высотные, зависящие от толщины облоя (в пресс-формах прямого прессования)	$T_{и} \geq T_{s} + T_{\phi} + T_{c}, \quad (3)$
<p><i>Примечание.</i> $T_{и}$ – допуск размера изделия, мм; T_{s} – часть допуска размера изделия, учитывающая колебание усадки пластмассы, мм; D – номинальный размер изделия, мм; S_{\max}, S_{\min} – наибольшая и наименьшая усадки пластмассы, %; T_{ϕ} – допуск размера формообразующей детали, мм; T_{y} – часть допуска размера изделия, учитывающая уклон поверхности формообразующей детали, мм; H – высота элемента изделия, оформляемого с уклоном, мм; α – уклон поверхности формообразующей детали; T_{c} – часть допуска, учитывающая колебание толщины облоя, которую принимают равной 0,1 мм.</p>	

Методика расчета исполнительных размеров гладких формообразующих деталей (матриц и стержней) пресс-форм для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс в соответствии с ГОСТ 15947–70 приведена в табл. 2.

Таблица 2

Исполнительные размеры гладких формообразующих деталей пресс-форм

Наименования размеров		Расчетные формулы
изделия	формообразующих деталей	
<p>Охватываемые</p> 	<p>Охватывающие диаметральные</p> 	$D_M = D_{\max} + 0,01 D_{\max} \cdot S_{\max} - T_{\text{и}} \quad (4)$
<p>Охватываемые высотные</p> 	<p>Охватывающие высотные, не зависящие от толщины обля</p> 	$H_M = H_{\max} + 0,01 H_{\max} \cdot S_{\text{ср}} - \frac{T_{\text{и}} + T_{\text{ф}}}{2} \quad (5)$
	<p>Охватывающие высотные, зависящие от толщины обля (в пресс-формах прямого прессования)</p> 	$H_M = H_{\max} + 0,01 H_{\max} \cdot S_{\text{ср}} - c - \frac{T_{\text{и}} + T_{\text{ф}}}{2} \quad (6)$

Наименования размеров		Расчетные формулы
изделия	формообразующих деталей	
Охватывающие 	Охватываемые диаметрально 	$d_{\text{сr}} = d_{\text{min}} + 0,01d_{\text{min}} \cdot S_{\text{min}} + T_{\text{и}}, \quad (7)$
	Межосевые 	$A_{\text{M}} = A + 0,01A \cdot S_{\text{ср}}, \quad (8)$
Прочие, не относящиеся к охватываемым, охватывающим и межосевым: глубина паза, высота уступа и т. п.		
		$h_{\text{сr}} = h_{\text{min}} + 0,01h_{\text{min}} \cdot S_{\text{ср}} + \frac{T_{\text{и}} + T_{\text{ф}}}{2} \quad (9)$
<p><i>Примечание.</i> $D_{\text{max}}, H_{\text{max}}$ – наибольшие предельные размеры изделия, мм; $d_{\text{min}}, h_{\text{min}}$ – наименьшие предельные размеры изделия, мм; $S_{\text{max}}, S_{\text{min}}, S_{\text{ср}}$ – соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадки пластмассы, %; $T_{\text{и}}$ – допуск размера изделия, мм; c – поправочная величина, учитывающая толщину облоя в пресс-формах прямого прессования, мм (табл. 3); $T_{\text{ф}}$ – допуск размера формообразующей детали, мм (табл. 4).</p>		

Поправочную величину c , учитывающую толщину облоя в пресс-формах прямого прессования, принимают по табл. 3.

Таблица 3

Толщина облоя в пресс-формах прямого прессования

Тип наполнителя пресс-массы	Поправочная величина c , мм
Древесный	0,10
Минеральный	0,20
Волокнистый	0,30

Предельные отклонения размеров формообразующих деталей назначают в соответствии с полями допусков, приведенными в табл. 4. Предельные отклонения межосевых размеров должны назначаться не менее $\pm 0,02$ мм.

Таблица 4

Предельные отклонения размеров формообразующих деталей пресс-форм

Точность размеров формуемых изделий (квалитеты)	Поля допусков размеров формообразующих деталей		
	охватывающих	охватываемых и прочих	межосевых
10–11	$H7$	$h6$	$\pm \frac{T_i}{10}$
12–14	$H9$	$h9$	
15–16	$H11$	$h11$	
17	$H12$	$h12$	

Уклоны поверхностей формообразующих деталей, предусматриваемые для съема изделий, должны располагаться в пределах поля допуска размера изделия. Величины уклонов назначают не менее приведенных в табл. 5. Уклоны должны быть направлены в сторону увеличения охватывающих размеров и в сторону уменьшения охватываемых размеров формообразующих деталей.

Таблица 5

Уклоны поверхностей формообразующих деталей пресс-форм

Наименование пластмассы	Уклоны α для поверхностей формообразующих деталей	
	внутренних	наружных
Реактопласты и термопласты, кроме стекловолокнистого прессматериала и полиэтилена	0°10'	0°20'
Стекловолокнистый пресс-материал типа АГ-4	0°15'	0°30'
Полиэтилен	0°30'	1°

Исполнительные размеры гладких формообразующих деталей, рассчитанные по формулам табл. 2, округляют с кратностью, указанной в табл. 6, причем охватывающие размеры следует округлять в сторону увеличения, а охватываемые, межосевые и прочие – в сторону уменьшения.

Таблица 6

Кратность округления исполнительных размеров формообразующих деталей пресс-форм

Номинальные размеры	Кратность округления, мм		
	Точность размеров формообразующей детали (квалитеты)		
	6–7	9	11–12
От 1 до 3	0,005	0,01	0,02
Свыше 3 до 6			
Свыше 6 до 10			
Свыше 10 до 18	0,010	0,02	0,05
Свыше 18 до 30			
Свыше 30 до 50			
Свыше 50 до 80			
Свыше 80 до 120			
Свыше 120 до 180	–	0,05	0,10
Свыше 180 до 260			
Свыше 260 до 360			
Свыше 360 до 500			

2. ПРИМЕР РАСЧЕТА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ГЛАДКИХ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Рассчитаем исполнительные размеры гладких формообразующих деталей для изделия (рис. 1) из прессмассы марки К-18-2 по ГОСТ 5689–79, оформляемого в пресс-форме прямого прессования. Усадка прессмассы 0,4–0,8 %. Наполнитель прессмассы – древесный.

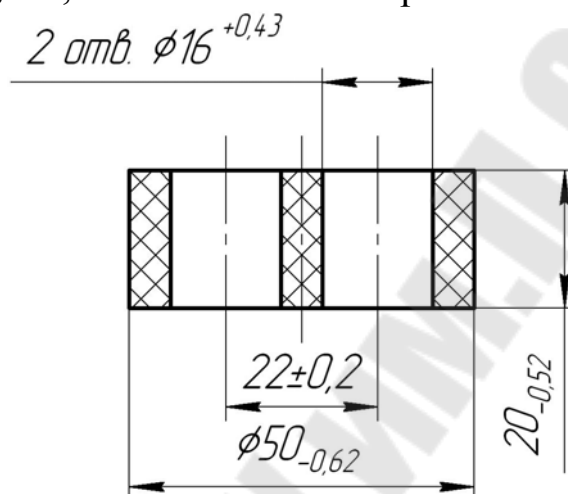


Рис. 1. Эскиз изделия

1. Исполнительный размер матрицы для оформления размера изделия $\varnothing 50_{-0,62}$ рассчитывается по формуле (4):

$$D_M = 50 + 50 \cdot 0,01 \cdot 0,8 - 0,62 = 49,78 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера матрицы согласно табл. 4 соответствует полю допуска $H9$. Таким образом, размер матрицы $D_M = 49,78^{+0,062}$ мм. Угол уклона α внутренней боковой поверхности матрицы согласно табл. 5 соответствует $0^\circ 10'$.

2. Исполнительный размер матрицы для оформления размера изделия $20_{-0,52}$ рассчитывается по формуле (6):

$$H_M = 20 + 20 \cdot 0,01 \cdot 0,6 - 0,1 - \frac{0,52 + 0,052}{2} = 19,734 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера матрицы согласно табл. 4 соответствует полю допуска $H9$. Рассчитанный размер матрицы округляем в сторону увеличения. Кратность округления размера согласно табл. 6 составляет 0,02 мм. Таким образом, размер матрицы $H_M = 19,74^{+0,052}$ мм.

3. Исполнительный размер стержня для оформления размера изделия $\varnothing 16^{+0,43}$ рассчитывается по формуле (7):

$$d_{\text{ст}} = 16 + 16 \cdot 0,01 \cdot 0,4 - 0,43 = 16,494 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера стержня согласно табл. 4 соответствует полю допуска $h9$. Рассчитанный размер стержня округляем в сторону уменьшения. Кратность округления размера согласно табл. 6 составляет 0,01 мм. Таким образом, размер стержня $h_{\text{ст}} = 16,49_{-0,043}$ мм. Угол уклона α наружной боковой поверхности стержня согласно табл. 5 соответствует $0^\circ 20'$.

4. Исполнительный размер матрицы для оформления размера изделия $22 \pm 0,2$ рассчитывается по формуле (8):

$$A_{\text{м}} = 22 + 22 \cdot 0,01 \cdot 0,6 = 22,132 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера матрицы согласно табл. 4 соответствует $\pm 0,04$. Рассчитанный размер матрицы округляем в сторону уменьшения. Кратность округления размера согласно табл. 6 составляет 0,02 мм. Таким образом, размер матрицы $A_{\text{м}} = 22,12 \pm 0,04$ мм.

Согласно проведенным расчетам выполняем эскизы матрицы и стержня, представленные на рис. 2.

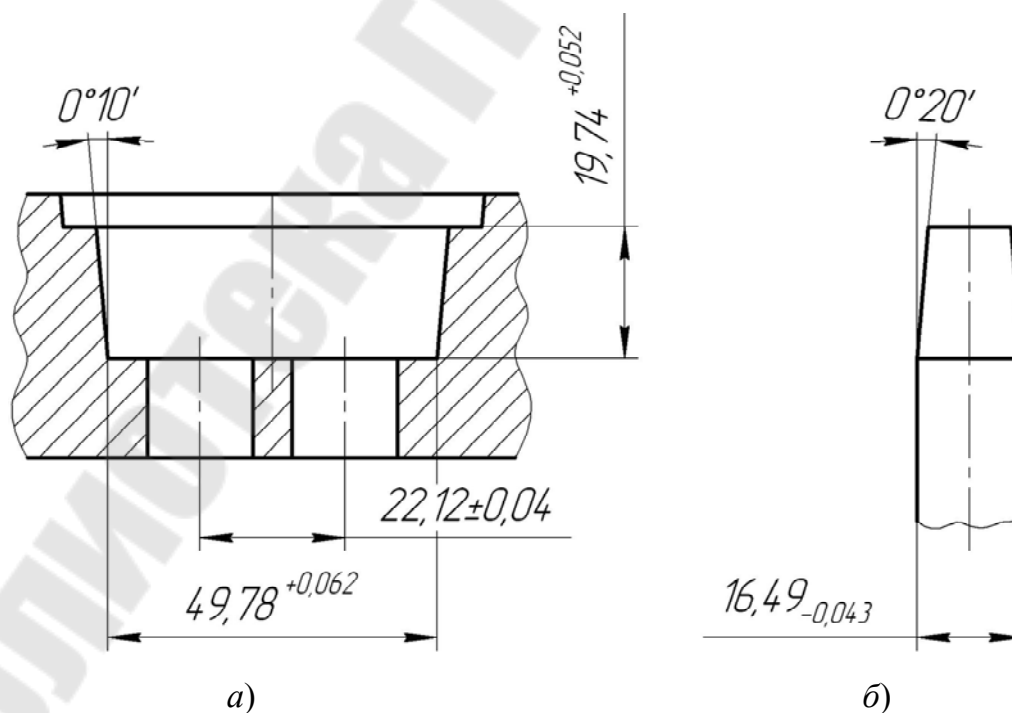


Рис. 2. Эскизы: а – матрицы; б – стержня

3. РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ РЕЗЬБООФОРМЛЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ И ЛИТЬЯ ПОД ДАВЛЕНИЕМ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Методика расчета исполнительных размеров резьбоформирующих деталей (колец и стержней) пресс-форм для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс в соответствии с ГОСТ 15948–76 приведена на рис. 3, рис. 4 и в табл. 7.

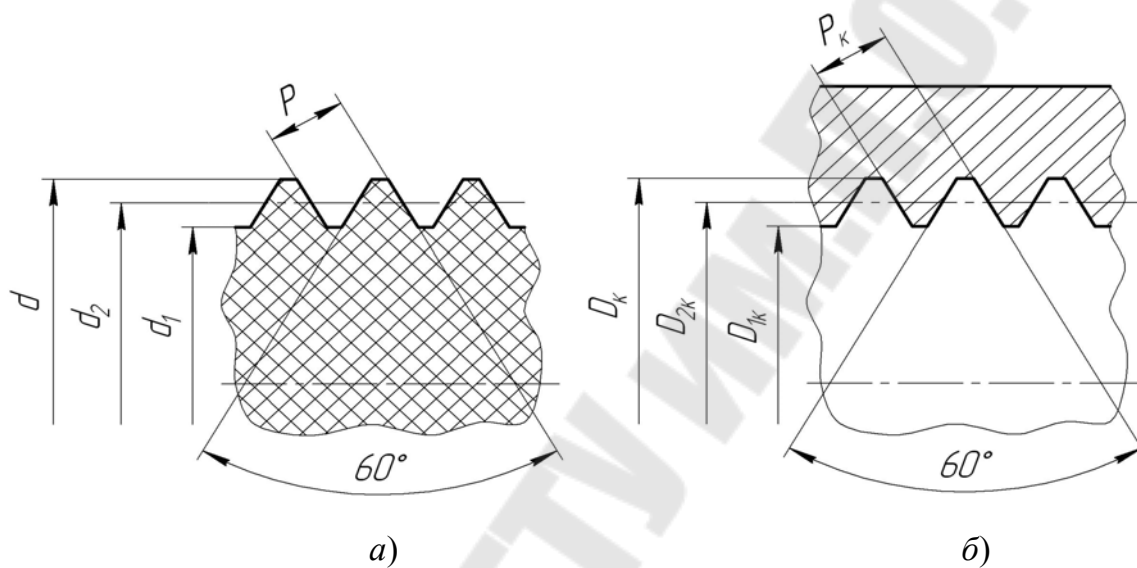


Рис. 3. Эскизы: а – болта; б – резьбоформирующего кольца

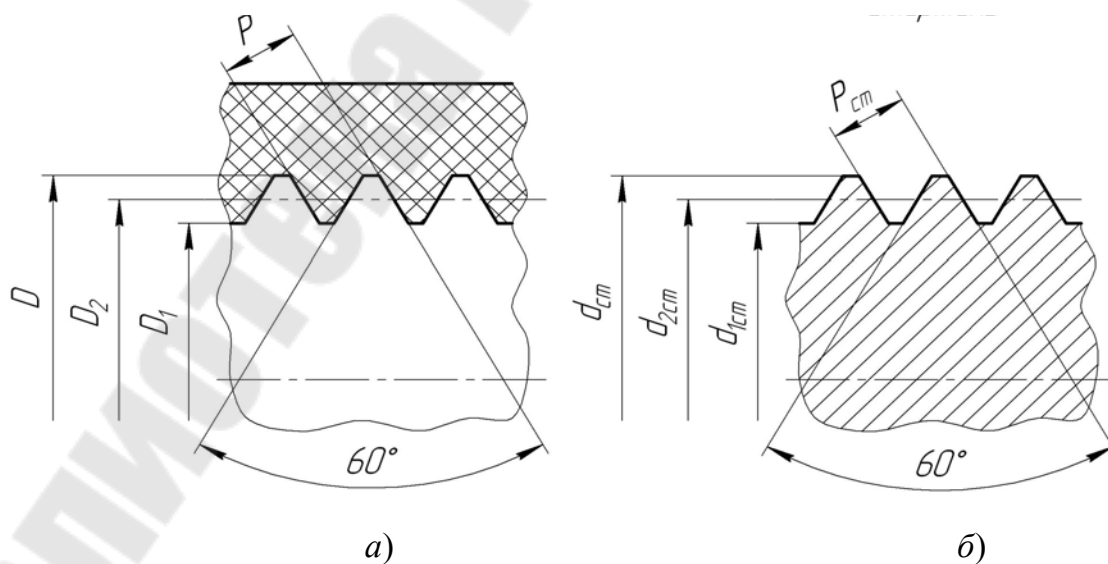


Рис. 4. Эскизы: а – гайки; б – резьбоформирующего стержня

Исполнительные размеры резьбоформирующих деталей пресс-форм

Наименование размера	Расчетная формула
Резьбоформирующее кольцо	
Наружный диаметр	$D_k = d + 0,01d \cdot S_{\max} - T_d - es$ (10)
Средний диаметр	$D_{2к} = d_2 + 0,01d_2 \cdot S_{\max} - T_{d_2} - es$ (11)
Внутренний диаметр	$D_{1к} = d_1 + 0,01d_1 \cdot S_{\max} - T_{d_2} - es - 0,144 \cdot P$ (12)
Шаг	$P_k = P(1 + 0,01S_{cp})$ (13)
Резьбоформирующий стержень	
Наружный диаметр	$d_{ст} = D + 0,01D \cdot S_{\min} + T_{D_2} + EI$ (14)
Средний диаметр	$d_{2ст} = D_2 + 0,01D_2 \cdot S_{\min} + T_{D_2} + EI$ (15)
Внутренний диаметр	$d_{1ст} = 0,01D_1 + D_1 \cdot S_{\min} + T_{D_1} + EI$ (16)
Шаг	$P_{ст} = P(1 + 0,01 \cdot S_{cp})$
<p><i>Примечание.</i> d, d_2 и d_1 – соответственно наружный, средний и внутренний номинальный диаметр резьбы болта, мм; D, D_2 и D_1 – соответственно наружный, средний и внутренний номинальный диаметр резьбы гайки, мм; P – шаг резьбы, мм; T_d и T_{d_2} – допуски наружного и среднего диаметров резьбы болта, мм; T_{D_2} и T_{D_1} – допуски среднего и внутреннего диаметров резьбы гайки, мм; es – верхнее отклонение диаметров резьбы болта, мм; EI – нижнее отклонение диаметров резьбы гайки, мм; S_{\max}, S_{\min}, S_{cp} – соответственно наибольшая, наименьшая и средняя усадки пластмассы, %.</p>	

Диаметры резьбы резьбоформирующих деталей, рассчитанные по формулам табл. 7, округляют в соответствии с требованиями, указанными в табл. 8, причем диаметры резьбы кольца следует округлять в сторону увеличения, а диаметры резьбы стержня – в сторону уменьшения. Шаг резьбы резьбоформирующих деталей, рассчитанный по формулам (13) и (17), округляется до сотых долей миллиметра.

Предельные отклонения диаметров резьбы резьбоформирующих деталей назначают в соответствии с полями допусков, приведенными в табл. 9.

Таблица 8

**Кратность округления диаметров резьбы
резьбоформирующих деталей пресс-форм**

Диаметр резьбы, мм	Точность среднего диаметра формуемой резьбы (квалитеты)	
	6–7	8–10
	Кратность округления диаметра резьбы, мм	
До 10	0,005	0,02
Свыше 10 до 50	0,010	
Свыше 50 до 180	0,020	0,05

Таблица 9

**Предельные отклонения диаметров резьбы
резьбоформирующих деталей пресс-форм**

Степень точности среднего диаметра формуемой резьбы	Обозначение поля допуска	
	для кольца	для стержня
6–7	H7	h6
8–10	H9	h9

Предельные отклонения шага резьбы резьбоформирующих деталей назначают в соответствии с табл. 10. Предельные отклонения шага относятся к расстояниям между любыми витками резьбы резьбоформирующих деталей.

Таблица 10

**Предельные отклонения шага резьбы
резьбоформирующих деталей пресс-форм**

Длина резьбы, мм	Предельное отклонение шага, мм
До 12	$\pm 0,008$
Свыше 12 до 32	$\pm 0,010$
Свыше 32 до 50	$\pm 0,012$
Свыше 50	$\pm 0,014$

Предельные отклонения половины угла профиля резьбы резьбоформирующих деталей назначают в соответствии с табл. 11.

**Предельные отклонения половины угла профиля резьбы
резьбоформирующих деталей пресс-форм**

Шаг P , мм	Предельное отклонение половины угла профиля, мин
До 0,35	± 65
Свыше 0,35 до 0,60	± 50
Свыше 0,60 до 1,00	± 40
Свыше 1,00 до 1,50	± 35
Свыше 1,50 до 3,00	± 25
Свыше 3,00	± 20

4. ПРИМЕР РАСЧЕТА ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ РЕЗЬБООФОРМЛЯЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ ПРЕСС-ФОРМ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАСС

Рассчитаем исполнительные размеры резьбы резьбоформирующего кольца для прессования болта с резьбой М 16-8g из фенопласта марки 03-010-02 по ГОСТ 5689–79. Шаг резьбы $P = 2$ мм, число витков – 8, усадка прессмассы – 0,4–0,8 %. Наружный (d), средний (d_2) и внутренний (d_1) диаметры резьбы болта соответственно равны: 16; 14,701 и 13,835 мм. По ГОСТ 16093–81 верхнее отклонение болта $es = 0,038$ мм; допуск наружного диаметра болта $T_d = 0,45$ мм, допуск среднего диаметра болта $T_{d2} = 0,25$ мм.

1. Наружный диаметр резьбоформирующего кольца рассчитывается по формуле (10):

$$D_k = 16 + 16 \cdot 0,01 \cdot 0,8 - 0,45 - 0,038 = 15,64 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера кольца согласно табл. 9 соответствует полю допуска $H9$. Таким образом, наружный диаметр кольца $D_k = 16,54^{+0,043}$ мм.

2. Средний диаметр резьбоформирующего кольца рассчитывается по формуле (11):

$$D_{2k} = 14,701 + 14,701 \cdot 0,01 \cdot 0,8 - 0,25 - 0,038 = 14,531 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера кольца согласно табл. 9 соответствует полю допуска $H9$. Рассчитанный размер кольца округляем в сторону увеличения. Кратность округления размера со-

гласно табл. 8 составляет 0,02 мм. Таким образом, средний диаметр кольца $D_{2к} = 14,54^{+0,043}$ мм.

3. Внутренний диаметр резьбоформирующего кольца рассчитывается по формуле (12):

$$D_{1к} = 13,835 + 13,835 \cdot 0,01 \cdot 0,8 - 0,25 - 0,038 - 0,144 \cdot 2 = 13,37 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера кольца согласно табл. 9 соответствует полю допуска $H9$. Рассчитанный размер кольца округляем в сторону увеличения. Кратность округления размера согласно табл. 8 составляет 0,02 мм. Таким образом, внутренний диаметр кольца $D_{1к} = 13,38^{+0,043}$ мм.

4. Шаг резьбы резьбоформирующего кольца рассчитывается по формуле (13):

$$P_k = 2(1 + 0,01 \cdot 0,06) = 2,012 \text{ мм.}$$

Предельное отклонение рассчитанного размера кольца в соответствии с табл. 10 соответствует $\pm 0,01$ мм. Предельное отклонение шага относится к расстоянию между любыми витками резьбы кольца. Рассчитанный размер кольца округляем до сотых долей миллиметра. Таким образом, шаг резьбы кольца $P_k = 2,01 \pm 0,01$ мм.

Предельное отклонение половины угла профиля резьбы резьбоформирующего кольца в соответствии с табл. 11 равно $\pm 25'$.

Согласно проведенным расчетам выполняем эскиз резьбоформирующего кольца, представленный на рис. 5.

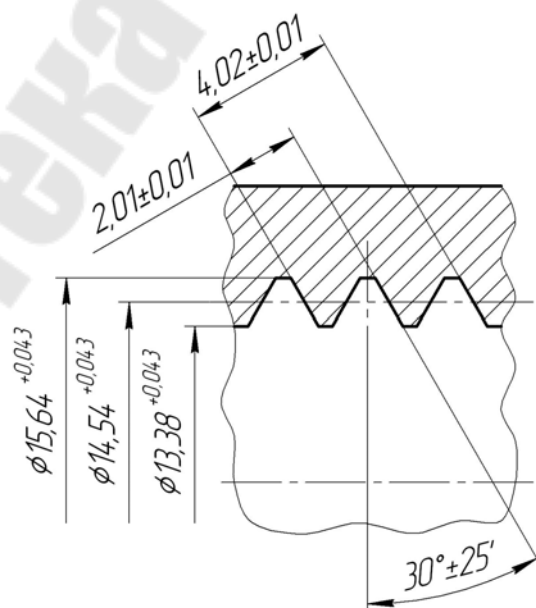


Рис. 5. Эскиз резьбоформирующего кольца

Литература

1. Пантелеев, А. П. Справочник по проектированию оснастки для переработки пластмасс / А. П. Пантелеев, Ю. М. Шевцов, И. А. Горячев. – Москва : Машиностроение, 1986. – 400 с.

2. Детали формообразующие гладкие для формования изделий из пластмасс. Метод расчета исполнительных размеров: ГОСТ 15947–70. – Москва : Изд-во стандартов, 1970. – 7 с.

3. Детали резьбоформирующие для формования метрической резьбы в пластмассовых изделиях. Расчет исполнительных размеров: ГОСТ 15948-76. – Москва : Изд-во стандартов, 1988. – 6 с.

Содержание

1. Расчет исполнительных размеров гладких формообразующих деталей пресс-форм для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс	3
2. Пример расчета исполнительных размеров гладких формообразующих деталей пресс-форм для прессования изделий из пластмасс	8
3. Расчет исполнительных размеров резьбоформирующих деталей пресс-форм для прессования и литья под давлением изделий из пластмасс	10
4. Пример расчета исполнительных размеров резьбоформирующих деталей пресс-форм для прессования изделий из пластмасс	13
Литература	15

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

Целуев Михаил Юрьевич

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТАРЫ И УПАКОВКИ.
РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ
ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ
ПРЕСС-ФОРМ**

Пособие

**по одноименной дисциплине
для студентов специальности 1-36 20 02
«Упаковочное производство (по направлениям)»
дневной формы обучения**

Электронный аналог печатного издания

Редактор *М. В. Аникеенко*
Компьютерная верстка *Е. В. Темная*

Подписано в печать 16.03.09.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Цифровая печать. Усл. печ. л. 0,93. Уч.-изд. л. 0,81.

Изд. № 96.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.