

КУЗЬМИН Е. А. ЛЕКСУНОВ В. Н.
НОЗДРИН В. Г. ПАНОВ Г. В.

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА
для изготовления микропрецизионных
деталей аппаратуры средств связи
методом литья под давлением**

Великие Луки
1984 г.

КУЗЬМИН Е. А. ЛЕКСУНОВ В. Н.
НОЗДРИН В. Г. ПАНОВ Г. В.

УДК 621.74.043—29

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА
для изготовления микропрецизионных
деталей аппаратуры средств связи
методом литья под давлением

Великие Луки
1984 г.

АННОТАЦИЯ

В брошюре представлены типичные представители групп микропрецизионных деталей. Определены факторы, влияющие на точность микропрецизионных деталей. Даны рекомендации для определения уточненной средней усадки при расчете формообразующих, и в качестве примера приведен расчет матрицы прямозубого мелко-модульного колеса. Описаны наиболее рациональные методы изготовления матриц мелко-модульных зубчатых колес. Рассмотрены конструктивные решения, используемые при проектировании пресс-форм, позволяющие повысить точность пластмассовых изделий, изготавливаемых литьем под давлением.

ВВЕДЕНИЕ

В соответствии с решениями XXVI съезда КПСС и задачами одиннадцатой пятилетки постоянное внимание уделяется производству пластмасс и переработки их в изделия. Из года в год увеличивается номенклатура новых пластмассовых деталей, объективно отражая общую тенденцию развития всех отраслей техники в направлении повышения качества, надежности практически всех машин и приборов.

До сих пор при переработке термопластов рассматривались в основном только проблемы, связанные с превращением полимерных материалов при воздействии на них во время переработки в изделия, а также к вопросам обеспечения высокой производительности процессов переработки. Задачи повышения качества и точности деталей из пластмасс существенно усложняют и задачи, стоящие перед разработчиком. В точном приборостроении значительно возросла потребность в оснастке для производства методом литья под давлением микропрецизионных деталей с полем допуска на размеры в пределах 8÷10 квалитета.

Такие детали характеризуются малыми толщинами стенок, повышенными требованиями к точности изготовления, повышенными требованиями к поверхности детали, практически отсутствием облоя.

Микропрецизионные детали можно подразделить на детали типа тел вращения и плоскостные, детали с поднутрениями и без, детали с толщинами стенок порядка 0,08÷0,1 мм, детали с размерами, имеющими допуск по Н7—Н9, допуски формы и расположения поверхностей порядка 0,01÷0,02 мм.

Отечественная промышленность только накапливает опыт изготовления микропрецизионных изделий из пластмасс. Поэтому так актуальна разработка технологической оснастки для изготовления микропрецизионных изделий аппаратуры средств связи методом литья под давлением.

Конструирование оснастки, основанное на новейших достижениях науки и техники в области переработки термопластов в сочетании с анализом работы наиболее удачных конструкций и применением передовых методов изготовления формообразующих деталей, является важнейшим звеном в цепи процесса изготовления микропрецизионных изделий.

Точность изготовления пластмассовых изделий, получаемых литьем под давлением, зависит от целого ряда факторов, таких как:

1. Величина и стабильность усадки пресс-материала;
2. Конструктивные особенности элементов деталей;
3. Конструкция пресс-формы:
 - а) гнездность пресс-форм;
 - б) тип пресс-форм;
 - в) вариант оформления изделия.
4. Точность и конструкция узла центрирования пресс-форм;
5. Точность оформляющих элементов деталей пресс-форм;
6. Технологические режимы прессования.

Факторы, влияющие на точность отливаемых изделий, рассмотрены на примере типовых представителей микропрецизионных деталей, подразделенных на наиболее часто встречающиеся основные группы:

- детали тел вращения;
- мелкомодульные колеса;
- детали прямоугольной формы;
- микрокаркасы.

На рис. 1 изображен типовой представитель микропрецизионных деталей, который относится к группе тел вращения.

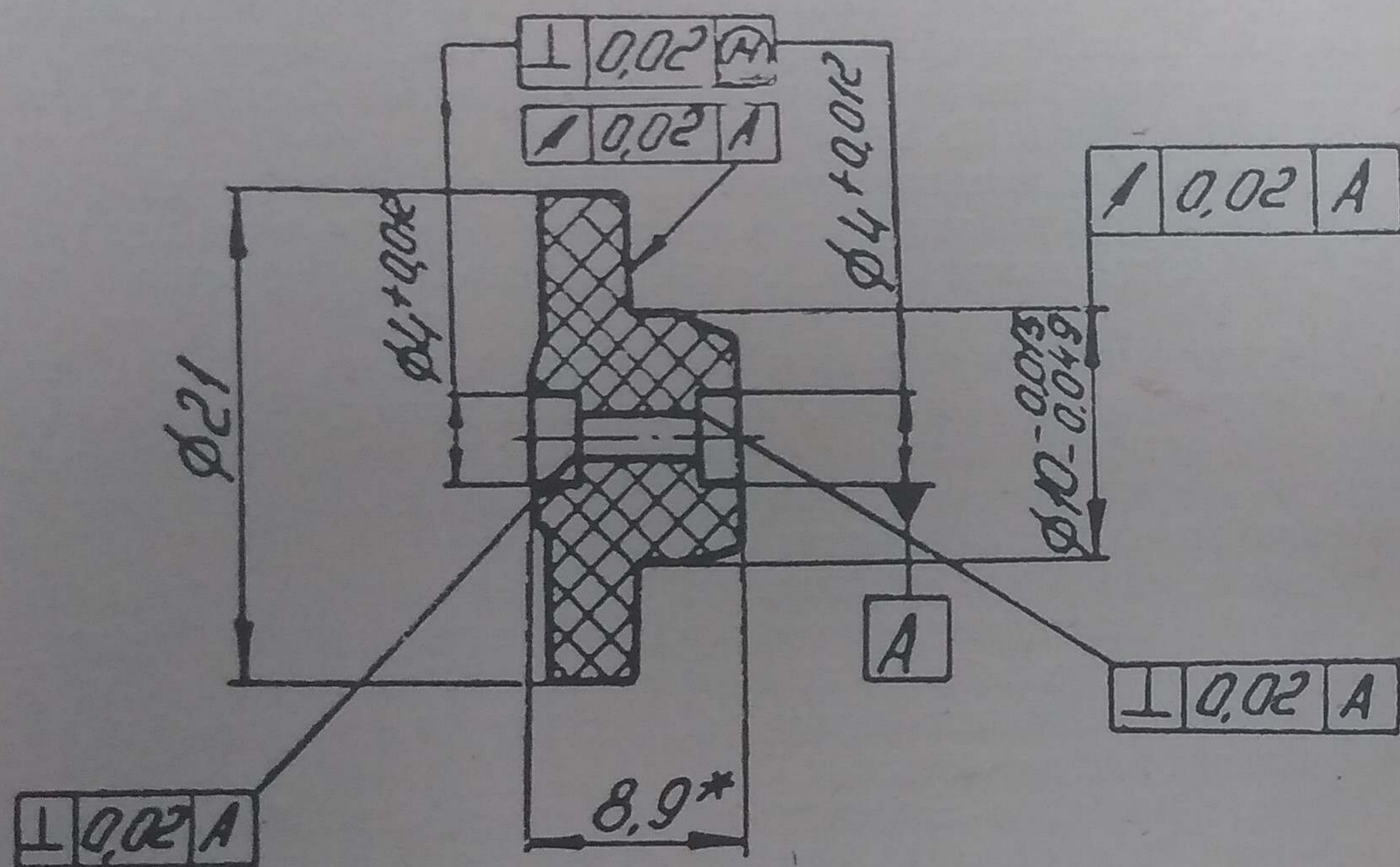


Рис. 1. Втулка

Особенность детали, изображенной на рис. 1, состоит в том, что посадочные диаметры детали имеют размеры с жесткими до-

пусками в пределах $0,012 \div 0,035$ мм, что соответствует $8 \div 10$ качеству точности. При оформлении размеров $\phi 4^{+0,012}$ и $\phi 10^{-0,013}_{-0,049}$ необходимо обеспечить центровку оформляющих вставок и знака, чтобы получить на детали заложенный допуск на биение $0,01 \div 0,02$ мм.

Применяя при оформлении детали типовую оснастку, спроектированную в соответствии с существующими техническими требованиями по ГОСТ 22062—76 ÷ ГОСТ 22081—76, ОСТ 4.060.038—78 ÷ ÷ 045—78, ГОСТ 19933—74 ÷ ГОСТ 19945—74 (а также рассчитываемая оформляющие с учетом усадки по ГОСТ 15947—70) невозможно обеспечить изготовление детали литьем под давлением с требуемой точностью.

Расчет оформляющих размеров детали $\phi 4^{+0,012}$; $\phi 10^{-0,013}_{-0,049}$ необходимо проводить по формулам:

Для матрицы

$$D_m = (D_{\text{наим.}} + D_{\text{наим.}} Q_{\text{наим.}}) + \delta.$$

Для знака

$$D_{\text{зн}} = (D_{\text{наиб.}} + D_{\text{наиб.}} Q_{\text{наиб.}}) - \delta,$$

где $D_{\text{наиб.}}$ — наибольший предельный размер изделия;
 $D_{\text{наим.}}$ — наименьший предельный размер изделия;
 $Q_{\text{наиб.}}$, $Q_{\text{наим.}}$ — наибольший и наименьший коэффициент расчетной усадки пластмассы;

δ — предельные отклонения размеров формообразующей детали, с последующей доводкой оформляющих по результатам предварительных испытаний.

Для обеспечения заложенной несоосности необходима центровка полуформ конусными колонками или штифтами в плоскости разъема.

При смыкании полуформ с допускаемой по существующим техническим требованиям (IX степень точности ГОСТ 24643—81) непараллельностью опорных плоскостей плит крепления в плоскости разъема образуется зазор больше допустимого (0,01 мм) для данной детали. В связи с этим непараллельность опорных плит крепления должна быть выдержана в пределах V степени точности. Для пакетов с габаритами 160—400 мм эта непараллельность составит 0,016 мм.

На рис. 2 изображен типовой представитель микропрецизионных деталей, относящийся к группе микрокаркасов.

Особенностью этих деталей является наряду с их малыми толщинами стенок наличие наружных поднутрений. Это требует дополнительной плоскости разъема — вертикальной. Деталь оформляется в ползунах с дополнительной центровкой их в замкнутом состоянии штифтами и с регулировкой узла замыкания ползуну регулируемыми замками.

Применяя при изготовлении пункт 1.5. ГОСТ 22082—76, в котором непараллельность плоскости разъема плит пресс-форм от-

носителю опорных плоскостей плит крепления допускается изготавливать по VIII степени точности, (см. рис. 2) невозможно оформить литьем под давлением элементы детали толщиной $0,08 \div 0,1$ мм.

Непараллельность плоскости разъема плит пресс-форм относи-

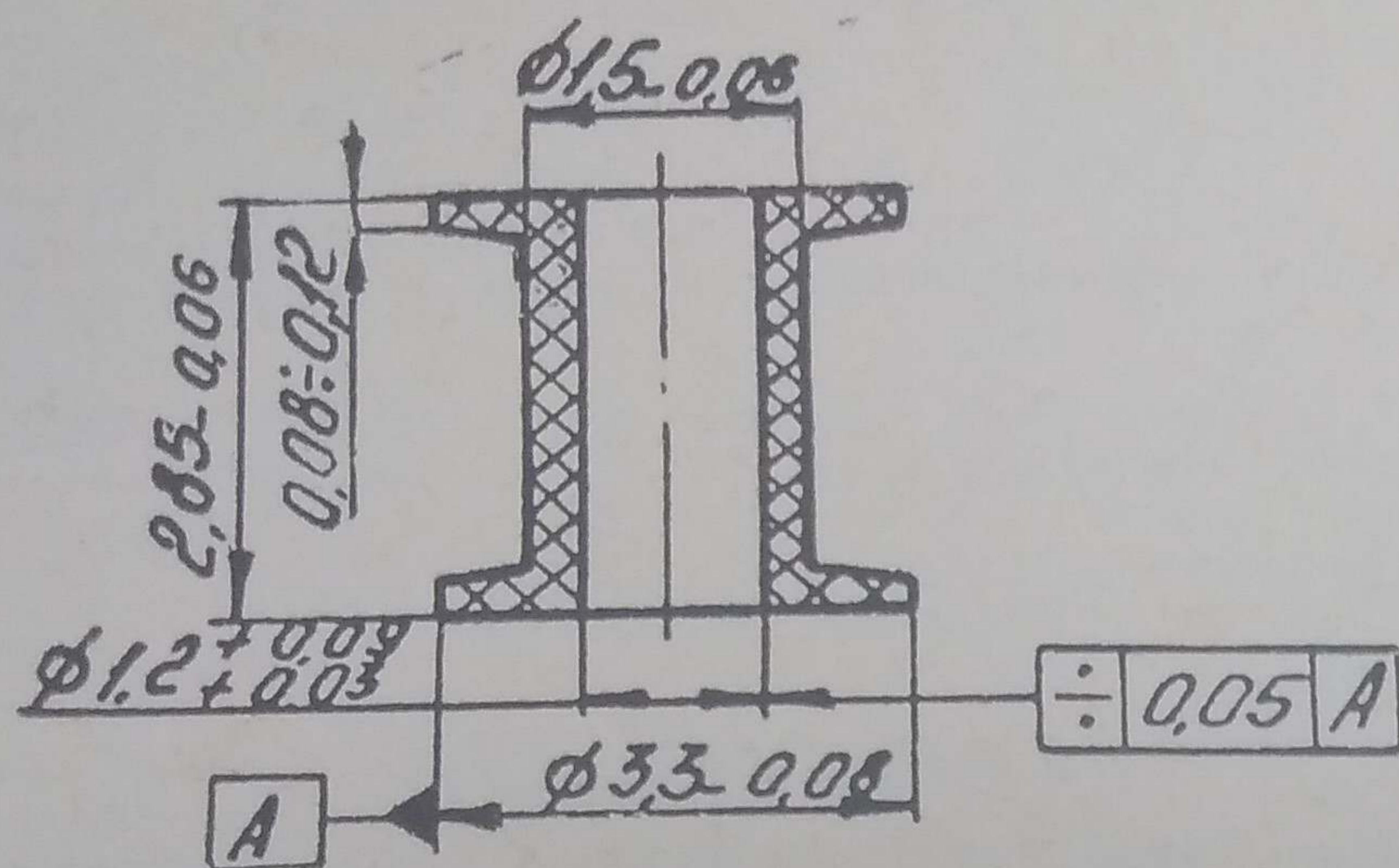


Рис. 2. Микрокаркас

тельно опорных плоскостей плит крепления необходимо при литье микропрецизионных деталей выполнять IV степени точности. Для пакетов с габаритами $160 \div 400$ мм эта непараллельность составит $0,01$ мм. Для таких деталей неприемлем также пункт 1.6. ГОСТ 22082—76, где зазор между плитами в плоскости разъема пресс-форм допускается до $0,05$ мм.

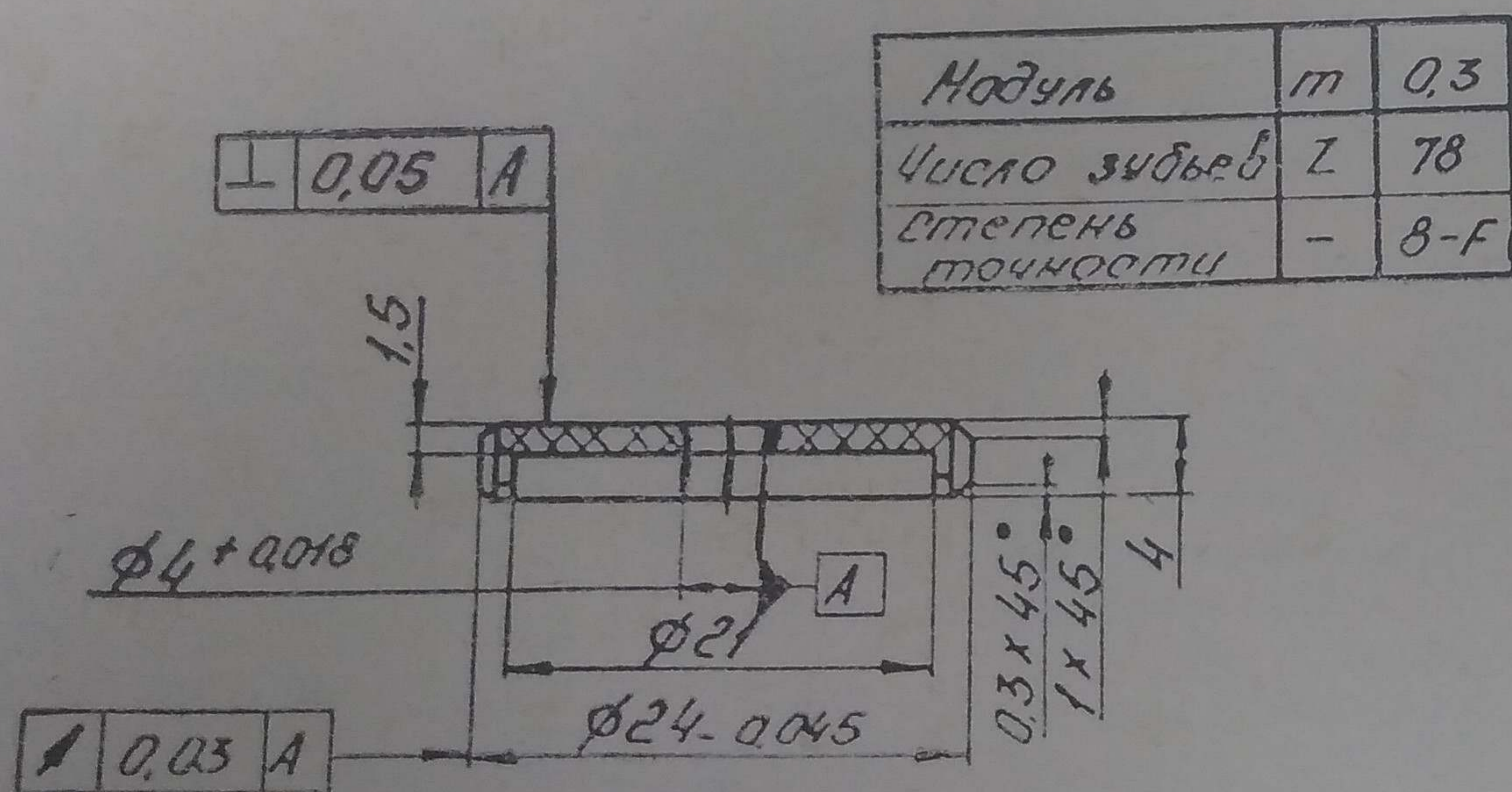


Рис. 3. Мелкомодульное зубчатое колесо

Зазор при литье микропрецизионных деталей не должен превышать $0,01$ мм.

На рис. 3 изображен типовой представитель микропрецизионных деталей из группы мелко модульных зубчатых колес.

Мелкомодульные зубчатые колеса наряду с малыми размерами, зависящими от модуля и числа зубьев, характеризуются также степенью точности и полями допусков на посадочные диаметры, соответствующими 8—9 квалитетам точности. Центральное отверстие оформляется знаком, а зубчатый венец — вставкой, поэтому необходимо их центровка для получения требуемого допусков биения $0,02 \div 0,03$ мм.

Точность таких деталей зависит также от точности изготовления зубчатого венца — вставки.

На рис. 4 изображен представитель микропрецизионных деталей из группы деталей прямоугольной формы (см. рис. 4).

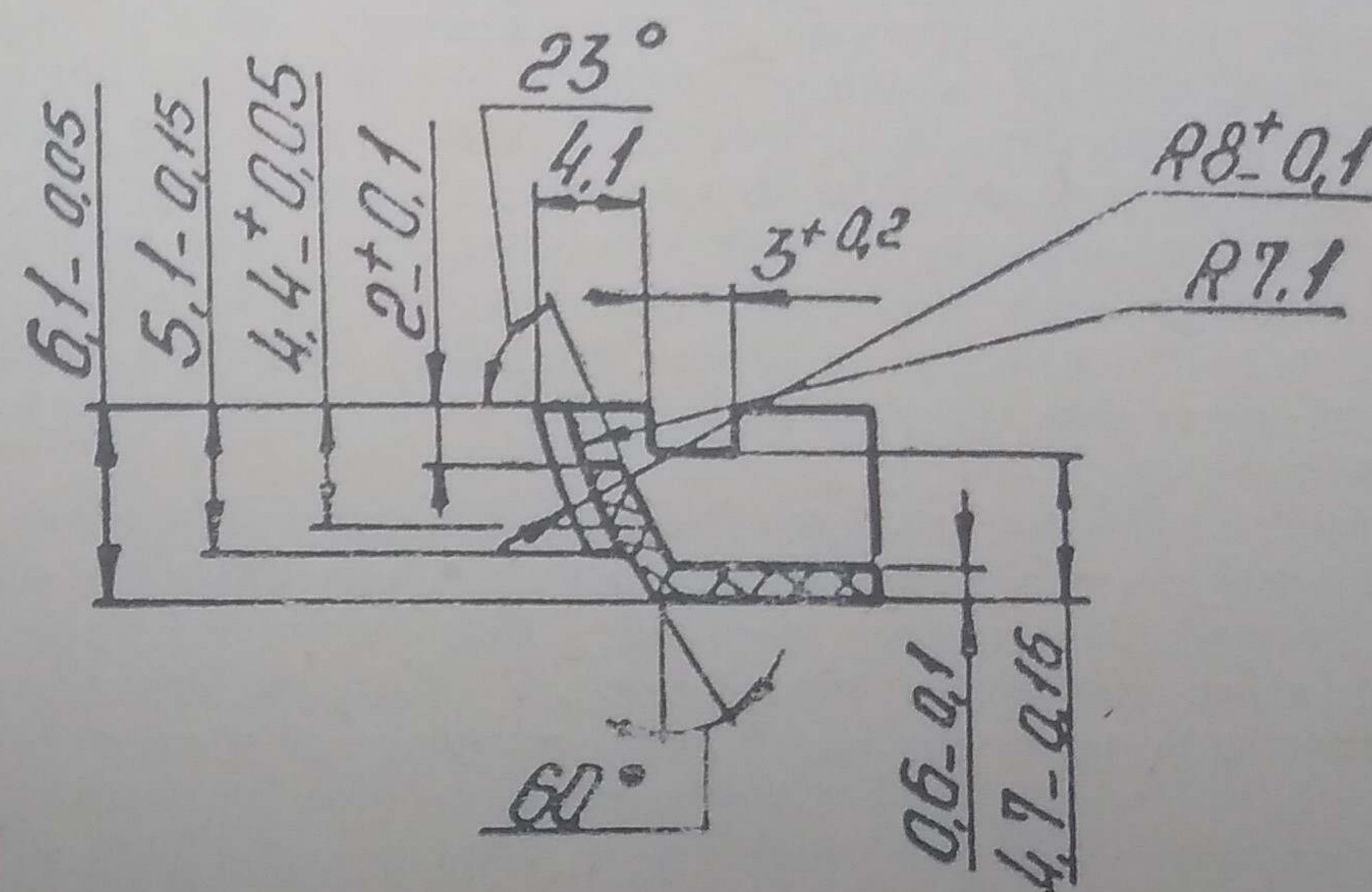


Рис. 4. Корпус

Деталь имеет меньшую точность размеров, чем рассмотренные выше, порядка $9 \div 10$ квалитетов. Однако эта деталь имеет сложную конфигурацию и в обычных формах получение такой детали с требуемыми размерами затруднено. Так наличие множества вставок, требующих взаимной центровки, приводит к увеличению суммарной погрешности размеров детали.

При изготовлении оформляющих для данных деталей предпочтительно применение материалов повышенной износостойкости из нержавеющей стали, что позволило бы отказаться от покрытий по пункту 1.2 ГОСТ 22082—76.

Для всех групп деталей при их изготовлении методом литья под давлением необходимо применение жестких узлов центрирования, армирования, особая конструкция литниковых узлов, пластмассы с минимальным разбросом усадки.

РАСЧЕТ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ РАЗМЕРОВ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ ДЕТАЛЕЙ

Обычно расчет исполнительных размеров оформляющих деталей проводится по ГОСТ 15947—70 «Детали формообразующие гладкие для формования изделий из пластмасс». Но при расчете размеров формообразующих микропрецизионных деталей рекомендуется для определения средней усадки — $Q_{ср}$ применять метод подобия.

Систематическое накопление и анализ практических данных по относительной фактической линейной усадке, оправдавших себя на производстве как исходные, и систематизация этих данных по подобию геометрических форм позволяет с достаточной степенью точности определить предполагаемую линейную усадку для новых подобных изделий. Применяя метод подобия при условии работы на установившемся режиме, учитывая различие свободной и затрудненной усадки, зависящей от последовательности взаимодействия деталей формы во время цикла и от конструкции изделия, возможно определять величину $Q_{ср}$ для получения изделий 9—10 квалитета точности. Чтобы получить детали сложной формы с повышенной точностью, требуется соблюдение комплекса требований по обеспечению необходимого давления, уплотнения и качества материала, высокой точности приборов, точного изготовления и жесткости конструкции форм, обеспечивающих быстрое охлаждение изделия.

В качестве примера приведен расчет прямозубого мелко модульного зубчатого колеса, как наиболее сложный из расчетов оформляющих микропрецизионных деталей. Все основные параметры зубчатых колес выражены через модуль. Модуль, как известно, равен отношению шага исходной рейки к числу Π и представляет собой длину в миллиметрах, приходящуюся по диаметру делительной окружности на один зуб колеса. При расчете исполнительных размеров мелко модульных зубчатых колес, модуль колеса требуется брать с учетом коэффициента усадки пресс-массы. Для определения коэффициента усадки применяется метод подобия, а также коэффициент уточняется в каждом конкретном случае, предусматривается доработка формообразующих после первых испытаний.

Чтобы снизить разброс усадки, рекомендуется армирование зубчатого венца пластмассовой арматурой.

На рис. 5 изображено прямозубое мелко модульное зубчатое колесо. Материал: смола полиамидная П68 ГОСТ 10589—69. Расчетная усадка — 1,5%.

Определяется исполнительный размер модуля матрицы зубчатого колеса по формуле:

$$m_m = m + mQ = m(1 + Q),$$

где m — исходный модуль прямозубого колеса в мм,
 Q — расчетный коэффициент усадки материала в %.

Модуль	0,5
Число зубьев	15
Исходный контур	ГОСТ 9587—68
Коэффициент смещенного исходного контура	0
Степень точности по ГОСТ 9178—72	8—
Размер по роликам	8,65 $\begin{matrix} -0,015 \\ -0,095 \end{matrix}$
Диаметр измерительных роликов	0,866
Толщина зуба по постоянной хорде	0,694 $\begin{matrix} -0,012 \\ -0,026 \end{matrix}$
Измерительная высота до хорды	0,374
Диаметр основной окружности	7,047

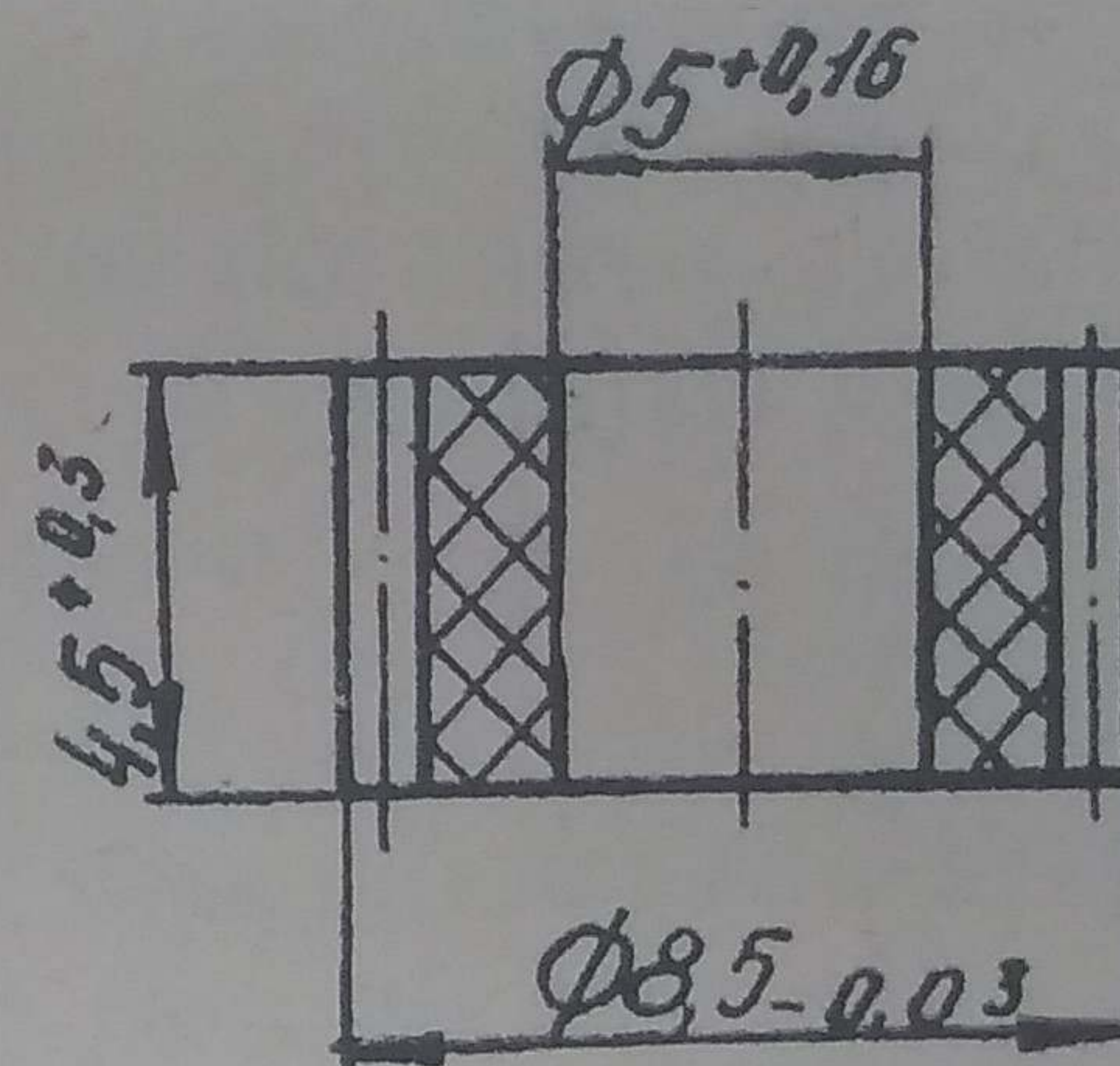


Рис. 5.

$$m_m = 0,5 (1 + 0,015) = 0,5075 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер диаметра делительной окружности:

$$d_m = m_m \cdot Z,$$

где Z — число зубьев исходного колеса,

$$d_n = 0,5075 \cdot 15 = 7,6125 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер диаметра вершин зубьев:

$$d'_{ам} = d_m + 2m_m (h_a + x - \Delta_y),$$

где h_a — коэффициент высоты зуба,

$$h_a = 1 \text{ ГОСТ 9587—68,}$$

x — коэффициент смещения исходного контура,

Δ_y — коэффициент уравнивающего смещения,

x и $\Delta_y = 0$ согласно с условием задания,

$$d'_{ам} = 7,6125 + 2 \cdot 0,5075 (1 + 0 - 0) = 8,6275 \text{ мм.}$$

Но с учетом допуска на размер диаметра вершин зубьев колеса исполнительный размер будет равен

$$d_{ам} = d'_{ам} - \frac{3}{4} \Delta,$$

где Δ — допуск на диаметр вершин зубьев,

$$\Delta = C_3 \text{ ОСТ 1013;}$$

$$d_{ам} = 8,6275 - \frac{3}{4} \cdot 0,03 = 8,6 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер диаметра впадин зубьев матрицы зубчатого колеса:

$$d_{fм} = d_m - 2m_m (h_a + x + c),$$

где c — радиальный зазор,

$$c = 0,5 \cdot m \text{ ГОСТ 9587—68;}$$

$$d_{fм} = 7,6125 - 2 \cdot 0,5075 (1 + 0 + 0,5 \cdot 0,5) = 6,24 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер диаметра основной окружности матрицы колеса:

$$d_{ом} = d_m \cdot \cos \alpha_t,$$

где α_t — угол профиля исходного контура рейки,

$$\alpha_t = 20^\circ \text{ ГОСТ 9587—68;}$$

$$d_{ом} = 7,6125 \cdot \cos 20^\circ = 7,1534 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер толщины зуба по дугам делительной окружности:

$$S_{dм} = \left(\frac{n \cdot m}{2} + 2 \cdot \xi \cdot m \cdot \operatorname{tg} \alpha_t \right) \cdot (1 + Q),$$

где m — исходный модуль в мм,

ξ — коэффициент сдвига,

$\xi = 0$ из условия задания,

α_t — угол профиля исходной рейки,

Q — расчетный коэффициент усадки пресс-массы в %,

$$S_{ам} = \left(\frac{3,14}{2} \cdot 0,5 + 2 \cdot 0,5 \cdot 0 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ \right) \cdot (1 + 0,015) = 0,797 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер толщины зуба по дугам основных окружностей:

$$S_{ом} = d_o \left(\frac{S_d}{d} + \operatorname{inv} \alpha_t \right) \cdot (1 + Q),$$

где d_o — диаметр основной окружности без учета усадки в мм,

S_d — толщина зуба по дугам делительной окружности без учета усадки в мм,

$\operatorname{inv} \alpha_t$ — эвольвентный угол профиля зуба,

$$d = m \cdot z = 15 \cdot 0,5 = 7,5 \text{ мм;}$$

$$d_o = d \cdot \cos \alpha_t = 7,5 \cdot \cos 20^\circ = 7,047 \text{ мм;}$$

$$S_d = \frac{n \cdot m}{2} = \frac{3,14 \cdot 0,5}{2} = 0,785 \text{ мм;}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_t = 0,014904 \text{ прилож. 3 стр. 806 Мягков;}$$

$$S_{ом} = 7,047 \left(\frac{0,785}{7,5} + 0,014904 \right) \cdot (1 + 0,015) = 0,855 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер толщины зуба по дугам окружности головок:

$$S_{ам} = d_a \left(\frac{S_d}{d} + \operatorname{inv} \alpha_t - \operatorname{inv} \alpha_a \right) \cdot (1 + Q),$$

где d_a — диаметр вершин зубьев без учета усадки и с учетом заданного допуска,

$\operatorname{inv} \alpha_t$ — эвольвентный угол профиля в точке по дуге окружности выступов,

$$d_a = 8,5 = \frac{3}{4} \cdot 0,03 = 8,4775 \text{ мм;}$$

$$\operatorname{inv} \alpha_a = \operatorname{inv} \arccos \frac{d_o}{d_a} = \frac{7,047}{8,4775} = \operatorname{inv} 34^\circ = 0,08110;$$

$$S_{ам} = 8,4775 \left(\frac{0,785}{7,5} + 0,014904 - 0,08110 \right) \cdot (1 + 0,015) = 0,331 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер толщины зуба по постоянной хорде:

$$S_{xm} = S_x (1 + Q),$$

где S_x — расчетная толщина зуба по постоянной хорде с учетом допуска и без учета усадки в мм,

$$S_x' = 0,694 \begin{matrix} -0,012 \\ -0,026 \end{matrix} \text{ — заданная толщина зуба.}$$

Тогда S_x равно:

$$S_x = (0,694 - 0,012) - \frac{3}{4} \cdot (0,026 - 0,012) = 0,6715 \text{ мм}$$

$$S_x = 0,6715 (1 + 0,015) = 0,681 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер высоты до постоянной хорды:

$$h_{xm} = h_x (1 + Q),$$

где h_x — заданная высота до постоянной хорды в мм,

$$h_{xm} = 0,374 \cdot (1 + 0,015) = 0,379 \text{ мм.}$$

Исполнительный размер шага матрицы колеса:

$$P_m = P (1 + Q);$$

$$P = n \cdot m = 3,14 \cdot 0,5 = 1,57 \text{ мм};$$

$$P_m = 1,57 \cdot (1 + 0,015) = 1,593 \text{ мм.}$$

Расчет контрольных размеров матрицы прямозубого колеса.

Степень точности для матрицы берется на порядок выше, т. е. 7 — Г.

Определяется контрольный размер длины общей нормали по формуле:

$$W = (F + 0,684 \cdot \xi) \cdot m_m \text{ (мм)},$$

где F — коэффициент, зависящий от числа зубьев колеса,

$$F = 4,6383,$$

$\xi = 0$ из условия задания,

$$W = (4,6383 + 0,684 \cdot 0) \cdot 0,5075 = 2,35 \text{ мм.}$$

Предельные отклонения длины общей нормали зависят от диаметра делительной окружности матрицы колеса d_m и допуска на радиальное биение зубчатого венца F_u .

Наименьшее предельное отклонение средней длины общей нормали

$$A_{wmc} = A'_{wmc} + A''_{wmc} \text{ (мм)},$$

где A'_{wmc} — I слагаемое,

A''_{wmc} — II слагаемое,

$$A'_{wmc} = 0,015 \text{ мм ГОСТ 9178—72 табл. 8,}$$

$$A''_{wmc} = 0,003 \text{ мм ГОСТ 9178—72 табл. 9,}$$

$$A_{wmc} = 0,015 + 0,005 = 0,020 \text{ мм.}$$

Допуск на среднюю длину общей нормали

$$T_{wm} = 0,015 \text{ мм ГОСТ 9179—72 табл. 10.}$$

Наибольшее предельное отклонение длины общей нормали

$$A_{w\delta} = A_{wmc} + T_{wm},$$

$$A_{w\delta} = 0,020 + 0,015 = 0,035 \text{ мм.}$$

Тогда контрольный размер длины общей нормали с предельными отклонениями имеет вид:

$$W \begin{matrix} -A_{wmc} \\ -(A_{wmc} + T_{wm}) \end{matrix} = 2,35 \begin{matrix} -0,020 \\ -0,035 \end{matrix} \text{ мм.}$$

Допуск на колебание длины общей нормали

$$V_w = 0,006 \text{ мм ГОСТ 9178—72 табл. 2.}$$

Предельные отклонения шага зацепления

$$f_{pb} = \pm 0,011 \text{ мм ГОСТ 9178—72.}$$

Допуск на погрешность направления зуба

$$F_\beta = 0,009 \text{ мм.}$$

Допуск на погрешность профиля зуба

$$f_b = 0,010 \text{ мм.}$$

В таблице 2 сведены расчетные исполнительные размеры и контрольные размеры матрицы прямозубого колеса.

МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОРМООБРАЗУЮЩИХ МЕЛКОМОДУЛЬНЫХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Сложность изготовления формообразующих для литья под давлением мелко модульных зубчатых колес состоит в том, что при изготовлении матрицы вследствие того, что в модуль введен коэффициент усадки и следовательно все параметры колес (в том числе и профиль зуба) просчитываются с поправкой на усадку, невозможно применение стандартного зубодолбежного инструмента, стандартных червячных и модульных фрез. Сложность изготовления состоит также в том, что, как правило, матрицы мелко модульных зубчатых колес имеют небольшие делительные диаметры, что существенно затрудняет применение зуборезного и отделочного

СВОДНАЯ ТАБЛИЦА РАЗМЕРОВ ЗУБЧАТОГО ВЕНЦА МАТРИЦЫ ПРЯМОЗУБОГО КОЛЕСА

Таблица 2

Модуль	m_m	0,5075
Исходный контур		ГОСТ 9587—68
Число зубьев	z	15
Коэффициент смещения исходного контура	x	0
Степень точности по ГОСТ 9178—72		7—F
Длина общей нормали	W	2,350 —0,020 —0,035
Допуск на радиальное биение зубчатого венца	F_q	0,021
Допуск на колебание длины общей нормали	V_w	0,006
Предельные отклонения шага зацепления	$\pm f_{pb}$	$\pm 0,011$
Допуск на погрешность профиля зуба	f_b	0,010
Допуск на погрешность направления зуба	F	0,009
Диаметр делительной окружности	d	7,6125
Диаметр основной окружности	d_0	7,1534

инструмента. Так как матрица имеет нестандартный модуль, требуется просчитать исполнительные и контрольные размеры зубчатого колеса, просчитать и построить профиль эвольвенты зубчатого венца. Учитывая размеры и степень точности зубчатого венца матрицы, выбирается наиболее технологичный, обеспечивающий требуемую степень точности, метод обработки.

В настоящее время для изготовления формообразующих полостей зубчатых колес применяют физикохимические методы, а также метод холодного выдавливания. Для изготовления матриц пря-

мозубых колес получил распространение электроэрозионный метод обработки на копировально-прошивочных станках методом обратного копирования.

Этим методом предварительно изготавливается мастер-пуансон с профилем зуба, повторяющим профиль, необходимый для получения в матрице. При этом учитывается влияние на параметры колеса усадка материала, из которого оно отлито, а также учитывается припуск на пригар при обработке матрицы мастер-пуансоном. Полученная матрица требует доводочной операции притирки для устранения припуска на пригар и повышения чистоты поверхности. Электроэрозионным методом изготовления матриц по составленной программе на вырезных станках повышенной точности возможно изготовление формообразующих высокой степени точности.

Для изготовления матриц косозубых и прямозубых колес применяется метод холодного выдавливания. В этом случае также изготавливается предварительно мастер-пуансон с профилем, учитывающим усадку материала колеса. Заготовка матрицы подвергается обработке полученным мастер-пуансоном, а затем термообработке. После чего обязательна доводочная операция. Широко применяется при изготовлении матриц мелко модульных зубчатых колес метод гальванопластики. На предварительно изготовленный в размер мастер-пуансон осаждается методом гальванопластики состав никель — кобальт, после извлечения мастер-пуансона получают матрицу с профилем зубчатого венца.

Общий основной недостаток электроэрозионного копировально-прошивочного метода обработки, холодного выдавливания, гальванопластики, прошивки пуансонами — это невозможность контроля и корректировки размеров в процессе непосредственного изготовления зубчатого венца. Недостатком методов получения формообразующих для литья под давлением мелко модульных зубчатых колес является также наличие доводочных операций.

При электроэрозионном методе — это устранение припусков, повышения чистоты обработки, при холодном выдавливании — доводка после термообработки. Технологичен и, что важно, позволяющий достичь высокой степени точности — метод прямой шлифовки матриц на координатно-шлифовальном станке профилированными кругами.

На рис. 6 изображена схема обработки зубчатого венца на координатно-шлифовальном станке.

Ролик с профилем зуба изготавливается на оптико-шлифовальном станке по прочерченной кальке. Ролик и матрица устанавливаются на круглом столе с делительным устройством координатно-шлифовального станка. Шлифовальный круг, установленный в базовом агрегате станка, профилируется в ролике. Во время шлифовки зубчатого венца при износе круга, он вновь заправляется на ролике.

Контроль размеров зубчатого венца осуществляется в процессе

изготовления при помощи микроскопа непосредственно на станке, что позволяет достичь высокой кинематической точности зубчатого венца и избежать погрешностей профиля зуба при обработке матриц.

Размеры, обрабатываемых этим методом зубчатых венцов, ограничены из-за размеров базового агрегата станка. Минимальный диаметр зубчатого венца обрабатываемого базовым агрегатом на координатно-шлифовальном станке 22 мм.

При диаметрах венца менее 22 мм, а также при изготовлении профиля с подрезанной ножкой зуба, матрица обрабатывается методом зубодолбления.

Расчетный профиль зуба изготавливается на долбяке по прочерченной в масштабе кальке на оптико-шлифовальном станке.

При малых диаметрах мелко модульных зубчатых венцов мат-

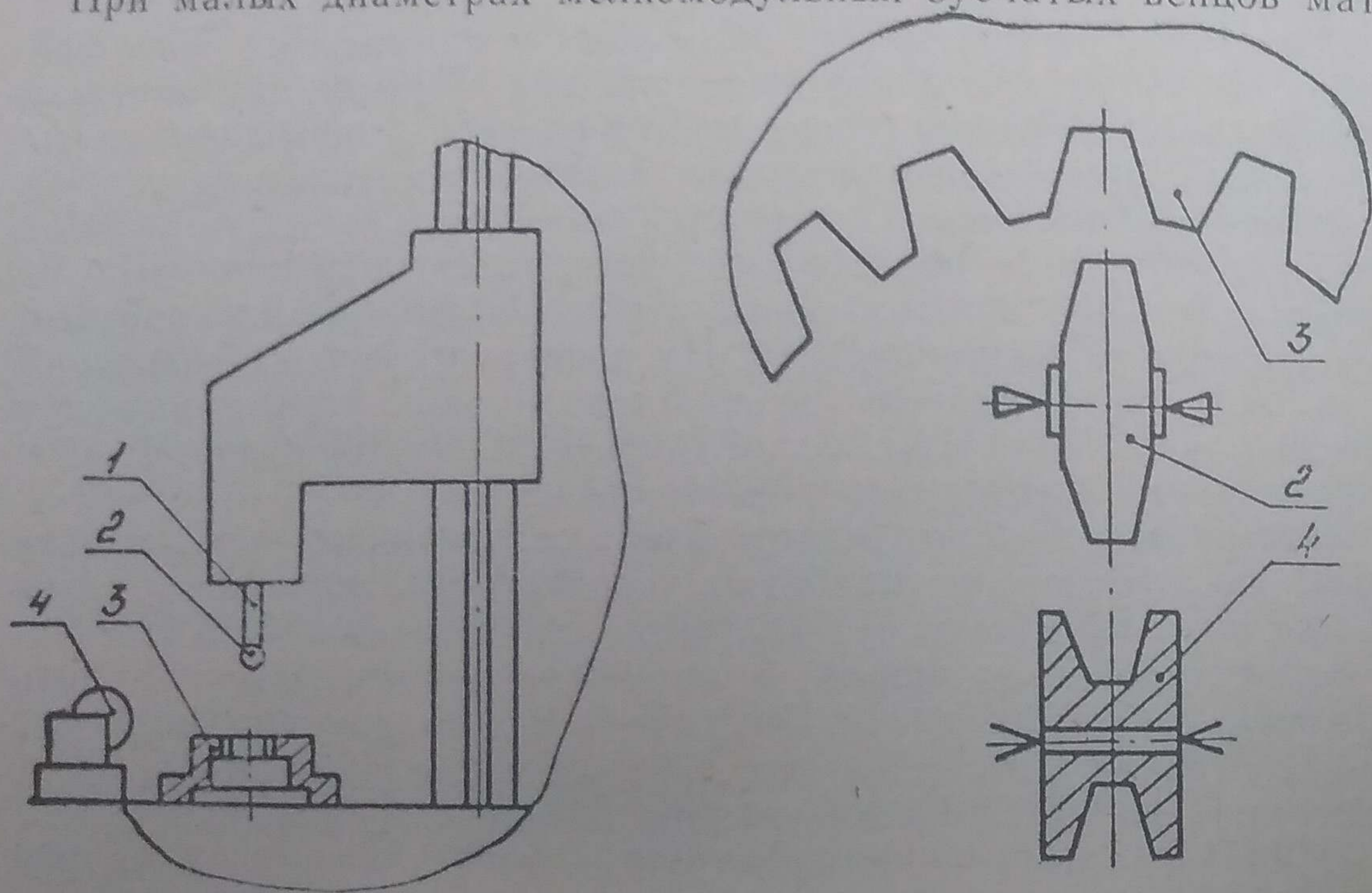


Рис. 6. Схема обработки зубчатого венца на координатношлифовальном станке:

1 — базовый агрегат; 2 — шлифовальный круг; 3 — матрица; 4 — профилирующий ролик

рицы изготавливаются также методом прошивки. Это более трудоемкий способ при изготовлении двух — четырех матриц, но позволяющий изготовить зубчатые венцы с минимальным диаметром и с высокой точностью. На рис. 7 изображена схема обработки зубчатого венца матрицы прошивкой.

Профиль зуба на прошивке заправляется на оптико-шлифовальном станке. Подъем на зуб «а» на протяжке изготавливается в пределах 0,02 ÷ 0,05 мм. Первые 5—10 ступеней изготавливаются с подъемом 0,05 мм, остальные с подъемом 0,02 мм. Последние две — три ступени выглаживающие, изготавливаются без подъема.

Контроль матриц мелко модульных зубчатых колес проводится на универсальных измерительных микроскопах.

Кинематическая точность контролируется по колебанию длины общей нормали из третьего контрольного комплекса. Для контроля плавности работы выбирается восьмой контрольный комплекс, где контролируется отклонение шага и погрешность профиля зуба. Для контроля погрешности профиля зуба прочерчивается профиль в масштабе 50 : 1; 100 : 1 и сравнивается с профилем зуба матри-

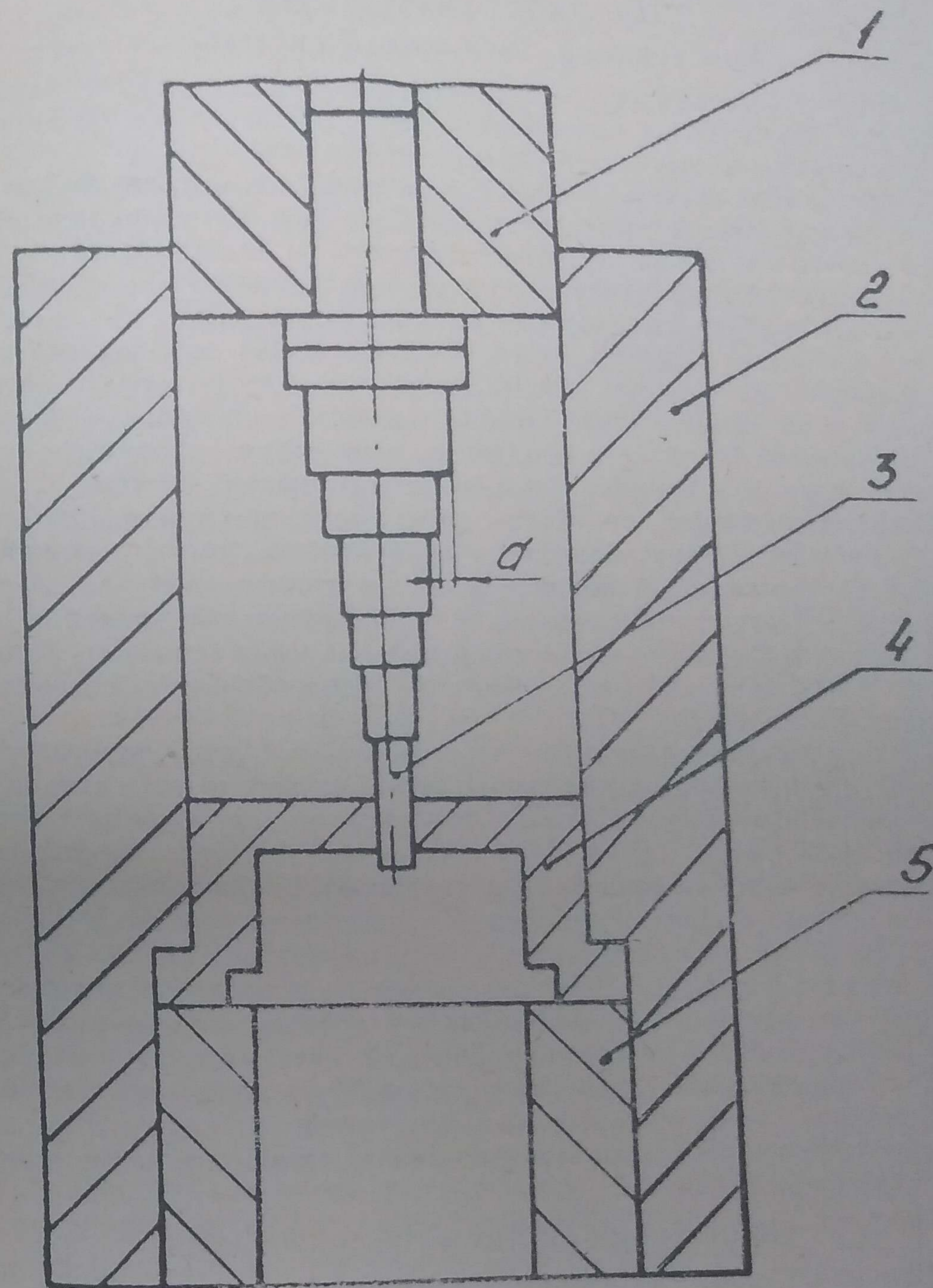


Рис. 7:

1 — направляющая втулка; 2 — обойма; 3 — прошивка; 4 — матрица; 5 — втулка

цы на проекторах измерительных или универсальных микроскопах. Боковой зазор проверяется по тринадцатому контрольному комплексу отклонением средней длины общей нормали или по четырнадцатому контрольному комплексу толщиной зуба по постоянной хорде.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПЛАСТМАССОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

КОНСТРУКЦИЯ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Значительные возможности повышения точности литых пластмассовых деталей, как показывает опыт, связаны с конструированием изделий и формуемого инструмента.

Существенно влияет на качество отливки, в том числе на усадку и точность, конструкция литниковой системы. Конструкция, размеры сечения и длина литника влияют, как и технологические факторы, на переход давления, повышение температуры расплава при заполнении формы, скорость и напряжение сдвига.

Установлены общие требования к литниковой системе, способствующие возникновению минимальной усадки: по возможности должны быть наименьшими потери давления в литниковой системе, отношения площади поверхности литников к их объему, ориентация расплава после прохождения литниковой системы. Эти требования в каждом конкретном случае выполняются компромиссно. Точечный литник, благодаря турбулизации потока, снижает ориентацию, вызывая дополнительное нагревание расплава. В результате анизотропия усадки падает, абсолютное же значение общей усадки возрастает, так как перепад давления большой, а поджатие кратковременно из-за быстрозатвердевающего впускного литника.

Цилиндрический литник имеет большую площадь поперечного сечения, поэтому перепад давления будет меньше и поджатие продолжительнее, а большая ориентация увеличит анизотропию усадки. Щелевой литник особенно активно способствует продольной ориентации, поэтому анизотропия усадки будет большой.

Для литья изделий повышенной точности массой до 5 г с затвердевающими литниками число гнезд принимают не более 2—4. При литье корпусных деталей с тонкими стенками, деталей из группы тел вращения, мелко модульных зубчатых колес применяется многовпускное литье, что значительно стабилизирует разброс усадки, обеспечивает равномерную высокую плотность отливки. Для деталей тел вращения и мелко модульных зубчатых колес изготавливаются кольцевые разводящие литники с несколькими впускными каналами.

КОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРИРОВАНИЯ

Точность и качество литевых изделий во многом зависит от надежной конструкции системы центрирования. При взаимном центрировании деталей на полуформах на точность центрирования

оказывают влияние следующие факторы: накопленная ошибка от непараллельности отдельных деталей, характер сопряжения термообрабатываемых деталей между собой и с деталями не подвергающимися термообработке с помощью центрирующих элементов, ошибки от неперпендикулярности опорных поверхностей к оси оформляющей полости. Допуски на координаты центрирующих элементов от $\pm 0,01$ до $\pm 0,015$ мм и непараллельности до $-0,02$ мм на максимальной длине и жесткие допуски по перпендикулярности являются не только необходимыми, но и вполне достижимыми и поэтому обоснованными. В формах для прецизионного литья эти допуски находятся в пределах 0,0025 мм и выше, что достигается совместной обработкой обойм.

Непрерывное, горизонтальное возвратно-поступательное перемещение плиты узла смыкания вместе с подвижной полуформой под влиянием силы тяжести вызывает износ втулок, удерживающих ее на колонках. Износ вызывает вертикальное смещение оси посадочного отверстия подвижной полуформы от вертикали на небольшой угол. Образующиеся при этом силы трения на замыкающих поверхностях настолько велики, что усилие смыкания не в состоянии их преодолеть, чтобы устранить провисание. Эти дефекты, проявляющиеся при замыкании полуформ, вызывают прогиб, заклинивание, быстрый износ и даже поломку колонок. При наличии указанного износа на колонки центрирующей системы действуют не только поперечные по отношению к ним силы и инерции перемещающихся масс. В сомкнутом положении формы возникают новые поперечные силы. Важнейшими причинами возникновения поперечных сил являются: несимметричная форма изделия, смещение и перекосы оформляющих поверхностей полуформ и направляющих поверхностей центрирующих деталей по отношению к их посадочным поверхностям, смещение осей гнезд для них, получаемое, как при механической, так и при термической обработке обойм, деформация оформляющих деталей во время термообработки, наклонное расположение поверхности разъема относительно направления замыкания, несимметричное расположение гнезд (или гнезд в многогнездных формах), несимметричная деформация оформляющих деталей под давлением расплава или усилия замыкания, накопленная непараллельность всех плит формы. Кроме износа втулок и провисания плит, поперечные силы могут возникнуть при непараллельности замыкающих плоскостей плит или их неперпендикулярности к направлению замыкания. Из выше перечисленного следует, что помимо повышения точности изготовления формы и профилактического ремонта оборудования конструкция центрирующих элементов должна иметь большую жесткость для преодоления поперечных сил.

Направляющие колонки и втулки являются основными центрирующими элементами для центрирования полуформ. Для них применяют стали У8А и У10А, обладающие наряду с высокой прочностью достаточной твердостью при необходимой вязкости. После

термообработки их твердость HRC 50...55. В формах для прецизионных изделий применяют азотируемые стали с глубиной азотированного слоя 0,5—0,7 мм и твердостью $H_p = 800 \div 1000$. Для предотвращения износа на колонках предусматриваются несквозные спиральные канавки для смазки, а для правильной запрессовки на заходной части посадочных диаметров колонок и втулок предусматриваются закругления радиуса или фаски $1 \times 45^\circ$. При

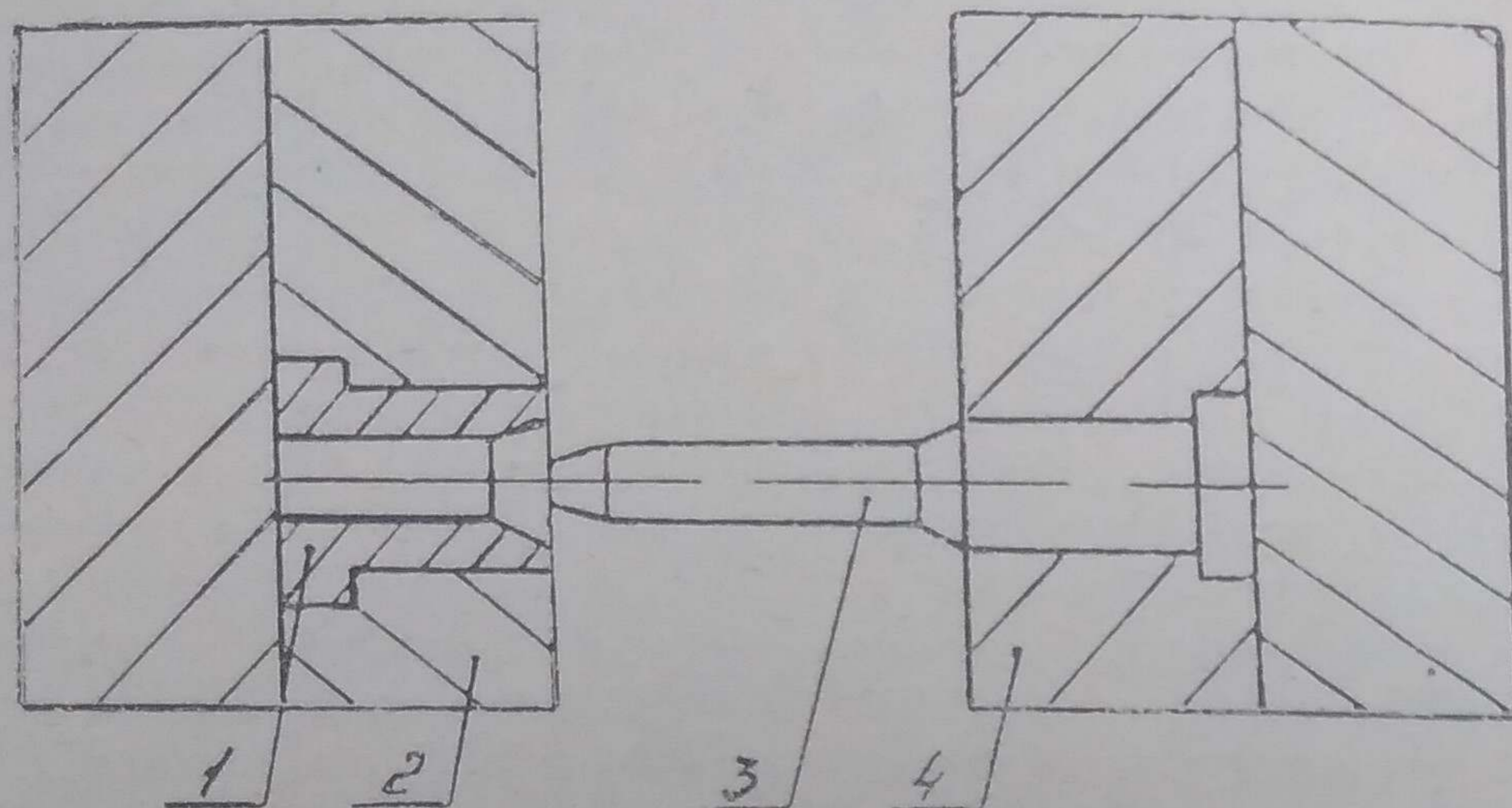


Рис. 8. Узел центрирования полуформ коническими поверхностями: 1 — втулка центральная; 2 — обойма; 3 — колонка направляющая; 4 — обойма

их запрессовке в плиты должна быть обеспечена устойчивость и жесткость крепления: длина посадочной части должна быть 1,5 диаметра посадочной части. Посадка задается по H7/m6, для прецизионных форм по H7/p6. Вылет колонок должен быть больше вылета пуансонов во избежание их повреждения при сборке. Они также должны войти в сопряжение со втулками, прежде, чем пуансоны войдут в матрицы.

Повышенное качество и точность при изготовлении микропрецизионных деталей предъявляют к центрирующей системе повышенные требования по точности центрирования при одновременном уменьшении износа сопрягаемых элементов. Анализ работы центрирующих элементов цилиндрической формы показал, что они не удовлетворяют этим требованиям. При малых зазорах по направляющим диаметрам небольшая разница в температуре и достаточном расстоянии между колонками вызывает заклинивание, одностороннее трение и задиры, нарушающие точность. Эти недостатки вызвали появление новой конструкции центрирования колонками и втулками с коническими поверхностями (рис. 8).

Преимущество этой системы заключается в том, что сопрягаемые поверхности приходят в полный контакт лишь в последний момент замыкания. Это исключает износ и увеличивает точность и долговечность работы без прогрессирующего смещения, что создает стабильные условия заполнения полости. Конические выступы

не деформируются под влиянием поперечных сил и не увеличивают смещение. В этой системе цилиндрические колонки и втулки необходимы, однако им отводятся функции предварительного центрирования. Их назначение в предотвращении повреждения пуансонов во время сборки и при замыкании полуформ, где нейтрализуется провисание пуансонов, при транспортировке, хранении, при установке на машину и при перемещении по ним сталкивающей плиты.

Высокая точность взаиморасположения деталей может быть обеспечена центрирующими элементами только в том случае, если места под них обрабатываются совместно одним инструментом при посадке H7/p6. На производстве это условие трудно выполнимо, поэтому координаты отверстий под центрирующие элементы

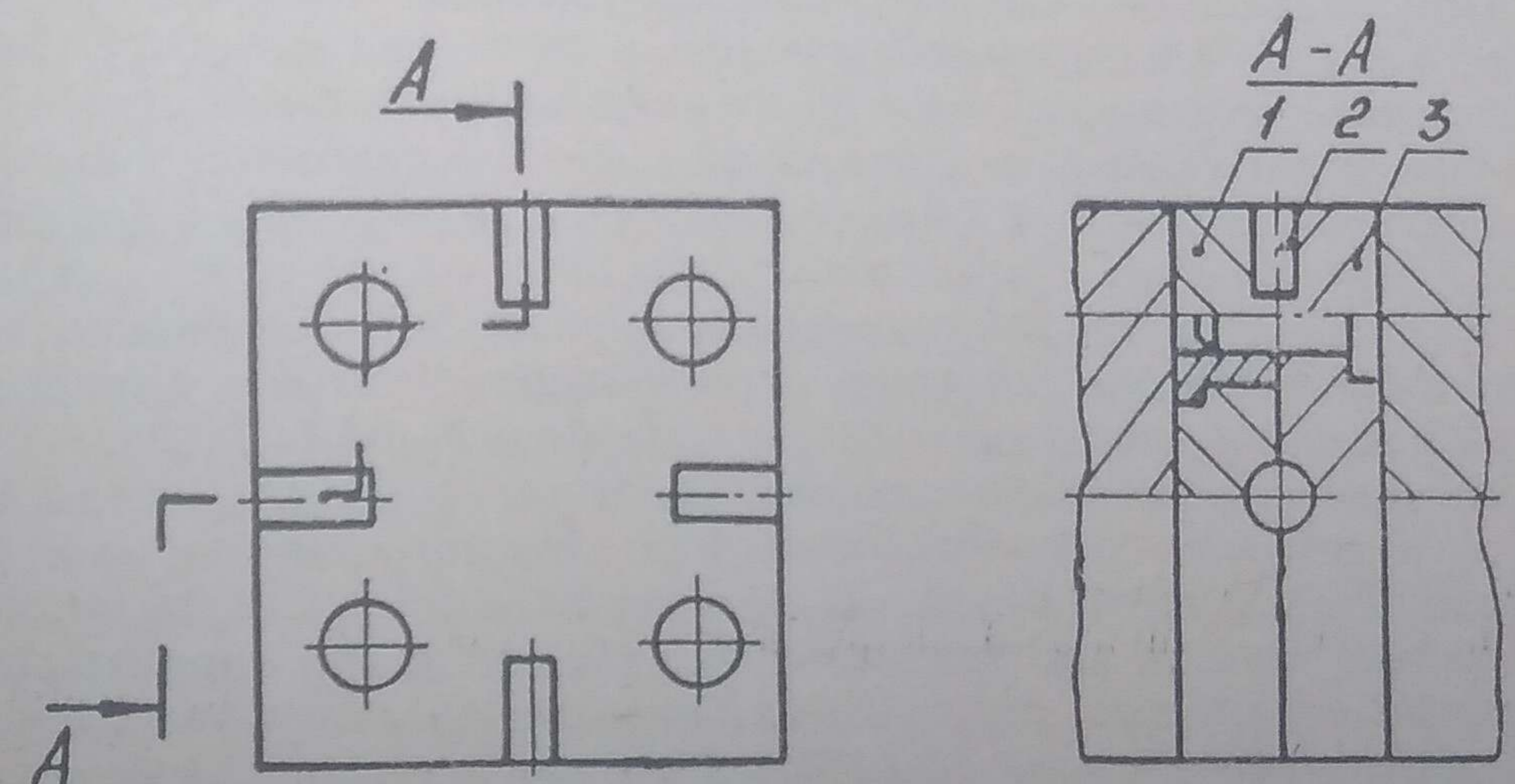


Рис. 9. Узел центрирования полуформ цилиндрическими поверхностями параллельными плоскостями разреза:

1 — обойма подвижная; 2 — штифт; 3 — обойма неподвижная

задаются с отклонениями. На все межцентровые расстояния в применяемых стандартах устанавливается допуск от 0,01 до 0,015 мм, что в 2—3 раза меньше точности, достижимой на современных координатно-расточных станках.

Для изделий средней точности характер посадки штифтов и колонок принимается H7/p6. Переход от совместной обработки на расточку по указанным допускам обеспечивает достаточную точность и в то же время создает большие удобства для производства, заключающиеся в том, что каждая деталь может обрабатываться независимо от готовности сопрягаемой с ней и что возможна замена одной из деталей либо при ее повреждении во время эксплуатации, либо при браке во время обработки. Кроме того, это ускоряет процесс сборки и уменьшает ее трудоемкость, так как отпадают такие операции, как совместная обработка и предшествующие ей операции по центрированию, закреплению и фиксации центрирующих деталей.

Посадочный диаметр колонок и втулок, а также матриц и пуансонов в обоймах пресс-форм для микропрецизионных изделий по возможности выбирается одинаковым, чтобы произвести совместную расточку обойм. Если требуется совместная расточка термообработанных цельных пуансонов и матриц в цементируемых сталях, то эти отверстия растачиваются с припуском, который предохраняет поверхности отверстий от цементации. После нее припуск снимается, а после закалки отверстия растачиваются окончательно. В калящихся сталях они растачиваются до увеличенного размера, а после термообработки в них запрессовываются сырые втулки, которые затем растачиваются. При наличии координатно-шлифовального оборудования эти отверстия расшлифовываются окончательно после термообработки.

При размещении центрирующих элементов следует иметь в виду, что чем больше расстояние между ними, тем меньше возможное угловое смещение между сопрягаемыми деталями, поэтому оси штифтов и колонок располагаются на максимально возможных расстояниях, кроме цилиндрических центрирующих поверхностей, расположенных перпендикулярно плоскости разъема (колонок, втулки). При литье микропрецизионных деталей еще используют цилиндрические центрирующие поверхности, которые располагают параллельно плоскости разъема полуформ (рис. 9).

Их применение рационально лишь в тех случаях, когда возможна совместная обработка гнезда в центрируемых деталях под цилиндрические центрирующие элементы. Если они подвергаются термообработке, то эта совместная обработка должна производиться после нее. Во всех случаях центрируемые детали перед совместной обработкой гнезд должны быть точно сцентрированы и зафиксированы на все время совместной обработки. Очень важно также совмещение оси гнезда под технологический цилиндрический центрирующий элемент по высоте и параллельности относительно плоскости замыкания, а также по перпендикулярности относительно плоскости разъема.

КОНСТРУКЦИЯ ПРЕСС-ФОРМ

Непосредственное влияние на качество отливки оказывает конструкция пресс-форм, производительность труда, длительность эксплуатации, стоимость изделия. Точность размеров, чистота поверхности, заданная плотность и другие требования чертежа и технологических условий на изделие зависят от удачно выбранной конструкции формы. В процессе проектирования конструктор должен последовательно решить следующие задачи:

1. Определить плоскость разъема.
2. Определить конструкцию пресс-формы в зависимости от необходимости получения тех или иных точных размеров.
3. Выбрать оборудование, на котором будет производиться изделие.

4. Определить количество гнезд в пресс-форме.

5. Разработать конструкцию литниковой системы, выбрать место подвода питания, расположить литниковую систему относительно полости пресс-формы.

6. Разработать конструкцию формообразующих деталей.

7. Разработать узел центрирования полуформ и их фиксацию.

8. Определить способ удаления отливки из пресс-формы.

9. Разработать конструкцию привода выталкивателей.

10. Разработать принципиальную схему формы и компоновку ее частей.

В качестве примера рассмотрены некоторые характерные по своим признакам конструкции пресс-форм для литья микропрецизионных изделий.

На рис. 10 изображена пресс-форма для безоблойного прессования микрокаркасов реле с толщиной фланцев 0,08 мм и корпуса 0,1 мм. Проблема отделения литников в этой пресс-форме решена за счет обрезки его подвижным центральным знаком в замкнутой пресс-форме за счет плотного прижима плиты литниковой к ползунам.

Пресс-форма состоит из неподвижной полуформы 1 с обоймой 2, в которой установлена литниковая втулка 3 и шарнирно закреплены на оси 4 крюки 5, поджимающиеся пружинами 6, и подвижной полуформы 7. Подвижная полуформа 7 включает в себя плиту сброса литников 8 с тягами 9, литниковую плиту 10, плиту съема 11 с ползунами 12, подкладную плиту 13 с установленными в ней направляющими колонками 14, наклонными пальцами 15 и регулируемые замки 23, промежуточную плиту 16, внутреннюю толкающую систему 17 с установленными в ней подвижными центральными знаками 18 и контролкаталями 19, и внешнюю толкающую систему 20, с установленными в ней ступенчатыми толкателями 21 и пружиной 22.

Регулируемый замок состоит из замка 23, клина 24 и регулировочного винта 25.

Пресс-форма работает следующим образом. После запрессовки пресс-материала происходит раскрытие пресс-формы по плоскости разъема А. При этом внутренняя толкающая система 17 удерживается крюками 5, плита сброса литников 8 прижимается к обойме 2 неподвижной полуформы 1 контролкаталями 19 и выступами «а» на крюках 5; а подвижная полуформа 7 отходит назад. Происходит обрезка впускных литников подвижными центральными знаками 18, при этом литниковая плита 10 плотно прижимается к ползунам 12 пружиной 22. Одновременно выступы «В» крюков 5 скользят по направляющим промежуточной плиты 16, поворачиваются на оси 4, освобождают внутреннюю толкающую систему 17 и плиту сброса литников 8 и отходят от подвижной полуформы 7. Пружины 6 поджимают крюки 5 к обойме 2 неподвижной полуформы 1, обеспечивая надежную работу их при закрытии пресс-формы. Плита сброса литников 8 перемещаясь с

подвижной полуформой 7, вытягивает основной литник из литниковой втулки 3 и сбрасывает литники, при этом между плитой выброса литников 8 и литниковой плитой 10 обеспечивается постоянный зазор за счет тяг 9. При дальнейшем передвижении

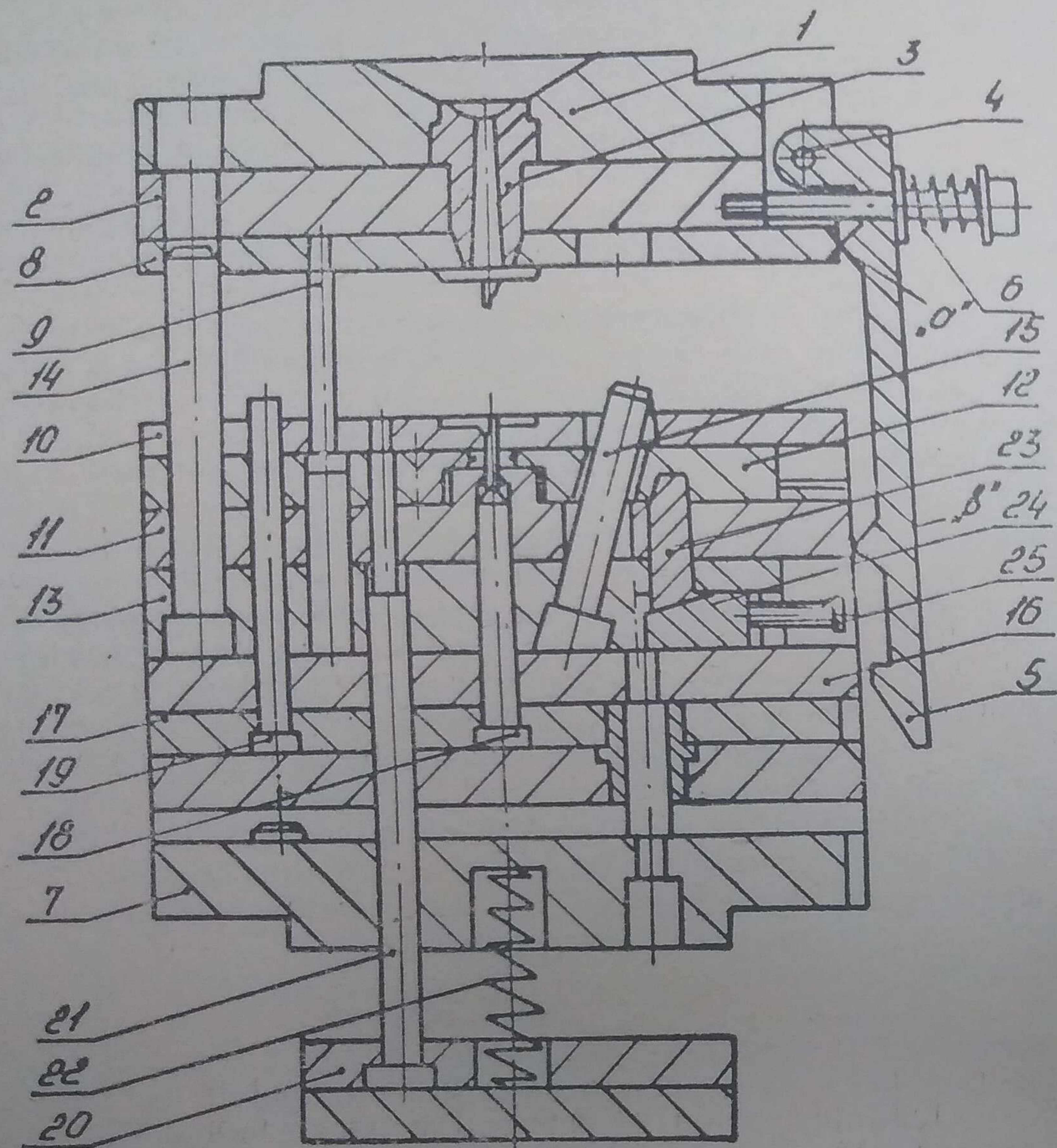


Рис. 10. Пресс-форма для безоблойного прессования микрокаркасов реле:

1 — неподвижная полуформа; 2 — обойма; 3 — литниковая втулка; 4 — ось; 5 — крюк; 6 — пружина; 7 — подвижная полуформа; 8 — плита сброса литников; 9 — тяга; 10 — литниковая плита; 11 — плита съема; 12 — ползуны; 13 — подкладная плита; 14 — направляющие колонки; 15 — наклонные пальцы; 16 — промежуточная плита; 17 — внутренняя толкающая система; 18 — центральный знак; 19 — контртолкатели; 20 — внешняя толкающая система; 21 — ступенчатые толкатели; 22 — пружины; 23 — замок; 24 — клин; 25 — регулировочный винт

подвижной полуформы 7, внешняя толкающая система 20 находит на упор машины (на рис. 10 не показан) и останавливается. При этом сначала литниковая плита 10 отходит от плоскости разъема Б, а затем плита съема 11 отходит от плоскости разъема В и перемещается по направляющим колонкам 14 под действием ступенчатых толкателей 21.

Одновременно ползуны 12, установленные в плите съема 11, перемещаясь по наклонным пальцам 15, освобождают изделия, которые снимаются плитой съема 11 с центральных подвижных знаков 18 и удаляются из полости пресс-формы.

При закрытии пресс-формы подвижная полуформа 7 упирается плитой сброса литников 8 в обойму 2 неподвижной полуформы 1. Плита сброса литников 8, взаимодействуя с литниковой плитой 10, отводит внешнюю толкающую систему 20 тягами 21 и плиту съема 11 назад. Одновременно, ползуны 12 перемещаются за счет наклонных пальцев 15 и фиксируются регулирующими замками. Контртолкатели 19, взаимодействуя с плитой сброса литников 8, отводят внутреннюю толкающую систему 17 назад, где она фиксируется крюками 5. При смещении ползун 12 требуемая фиксация их производится регулирующими замками. Ввинчиванием регулировочного винта 25 сообщается движение клина 24 и перемещение по его поверхности замка 23.

На рис. 11 изображена пресс-форма, в конструкции которой предусмотрено удаление из пресс-формы тонкостенных изделий. Пресс-форма содержит неподвижную литниковую плиту 1, подвижные плиты, включающие плиту 2 пуансонов с пуансоном 3, промежуточную плиту 4 с втулкой 5, плиту 6 выталкивателей с размещенными в ней выталкивателями 7 и подпружиненным кулачком 8, установленным с возможностью возвратно-поступательного перемещения в направлении, перпендикулярном движению толкателя 9, закрепленного в плите съема 10, опорную плиту 11, связанную стойками 12 с промежуточной плитой, упоры 13, хвостовик 14, закрепленный в плите выталкивания, контртолкатели 15 и изделие 16.

Работает пресс-форма следующим образом. В начале хода выталкивания хвостовик 14 упирается в упор литейной машины, и подвижная плита 6 выталкивателей начинает перемещаться вместе с выталкивателями 7, контртолкателями 15 и подпружиненным кулачком 8. Одновременно с этим перемещаются и толкатели 9, упирающиеся в подпружиненные кулачки 8, и приводят в движение плиту съема 10, которая обеспечивает съем изделия 16 с пуансона 3. Выталкиватели 7 до определенного момента сохраняют неподвижность относительно плиты съема 10 и поэтому не принимают участия в съеме изделия 16 в начальный момент выталкивания.

При дальнейшем перемещении подвижной плиты 6 с подпружиненными кулачками 8 последние своими скосами взаимодействуют с втулкой 5 и перемещаются, сдавливая пружину, в направлении, перпендикулярном движению подвижной плиты 6 (рис. 11). При совпадении оси отверстия в кулачке 8 с осью толкателя 9 последние беспрепятственно проходят в эти отверстия и останавливаются вместе с плитой съема 10 за счет взаимодействия упоров 13 с плитой 2. Продолжая свое движение, подвижная

плита 6 выталкивателями 7 выталкивает изделия из гнезд оставившейся плиты съема (матрицы) 10.

При смыкании пресс-форм под действием контролкателей 15 подвижная плита 6 возвращается в исходное положение, и подпру-

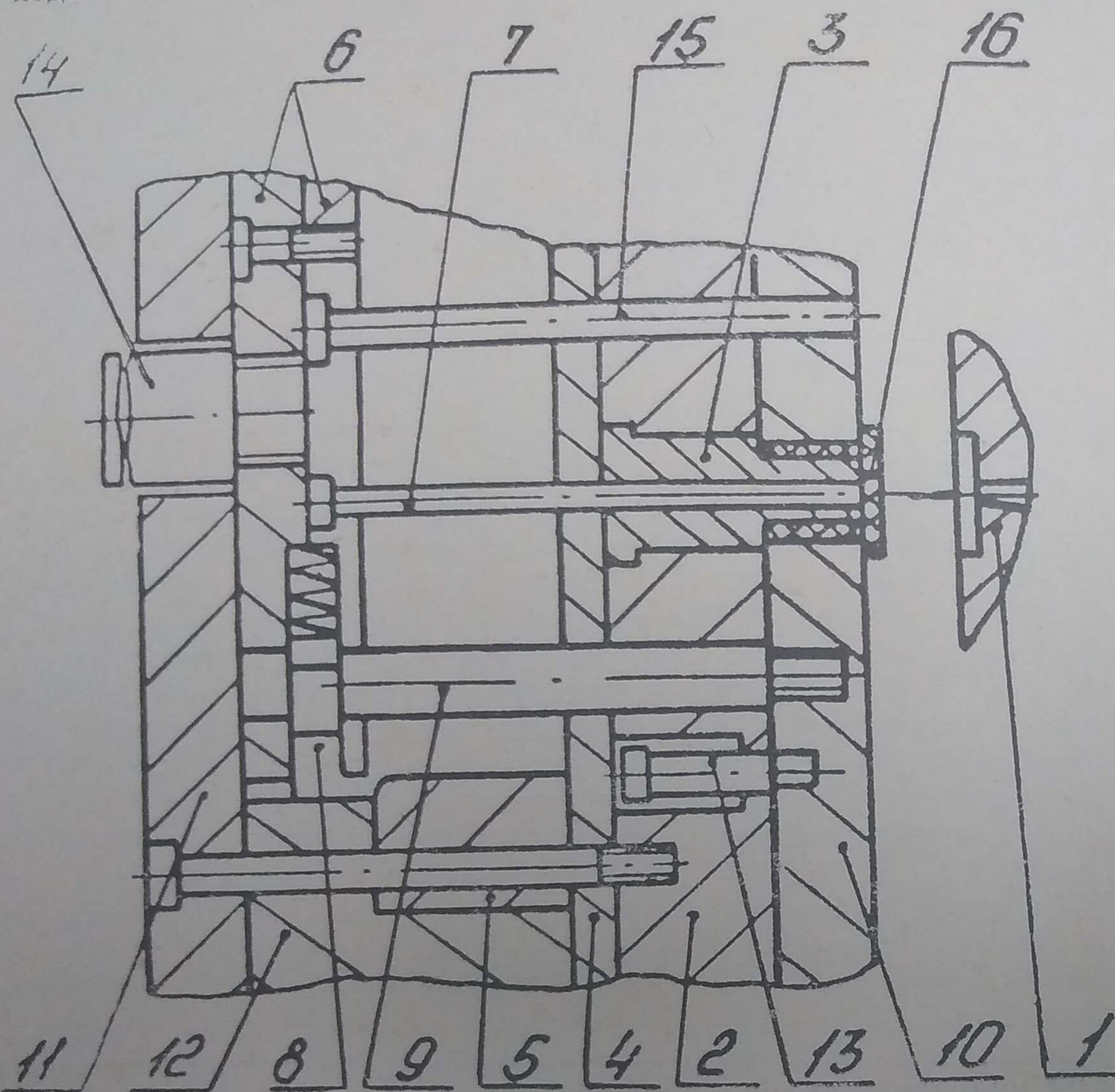


Рис. 11. Пресс-форма для литья тонкостенных деталей

жиненный кулачок 8 снимается с толкателя 9 и пружиной возвращается в исходное положение.

Наибольшие усилия по удалению изделий возникают в первоначальный момент движения плиты съема 10, когда взаимно смещаемые детали (подпружиненный кулачок 8 и толкатель 9) остаются неподвижными относительно друг друга, что уменьшает истирание этих деталей. Кроме того, простота предложенной конструкции позволяет производить несложную ее подрегулировку для компенсации износа (например, установкой шайбы у основания толкателя 9).

Правильным расположением оформляющих полостей, конетрук-

цией оформляющих полостей, позволяющей точно и чисто их обрабатывать, расположением всех подвижных частей, обеспечивающих полную взаимосвязь в процессе работы, достигается максимально возможная точность отливки. Для получения в пределах заданных допусков наиболее точных размеров микропрецизионных деталей, необходимо при проектировании пресс-формы так располагать оформляющие полости, чтобы они находились в одной части пресс-формы, а если их требуется оформлять подвиж-

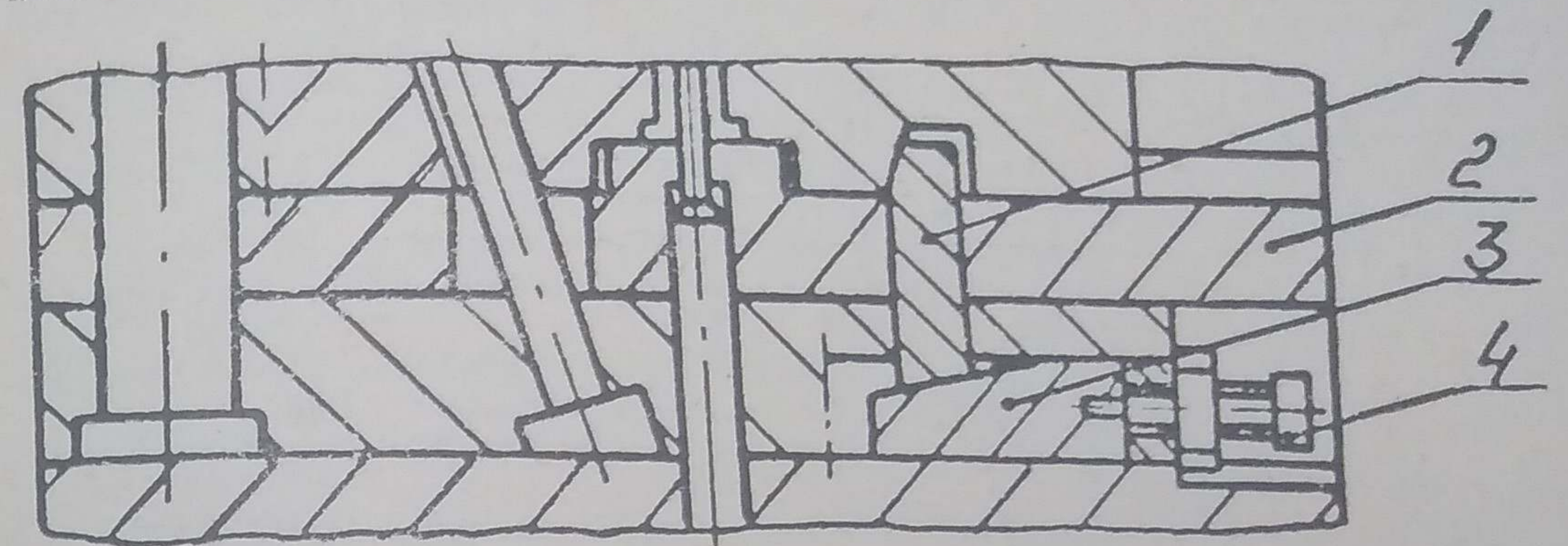


Рис. 12. Замок регулируемый:

1 — замок; 2 — обойма; 3 — клин; 4 — винт регулировочный

ными стержнями, то в конструкции пресс-формы должны предусматриваться надежные, желательно регулируемые замки (рис. 12), а также дополнительная фиксация ползунов при их смыкании, что гарантирует постоянство заданных размеров (рис. 13).

Размеры деталей пресс-формы, несмотря на высокие давления, должны быть минимальными, что позволяет избежать их ощутимых изменений вследствие их нагревания. Для обеспечения жесткости пресс-формы и исключения прогиба ее деталей, число гнезд должно быть минимальным.

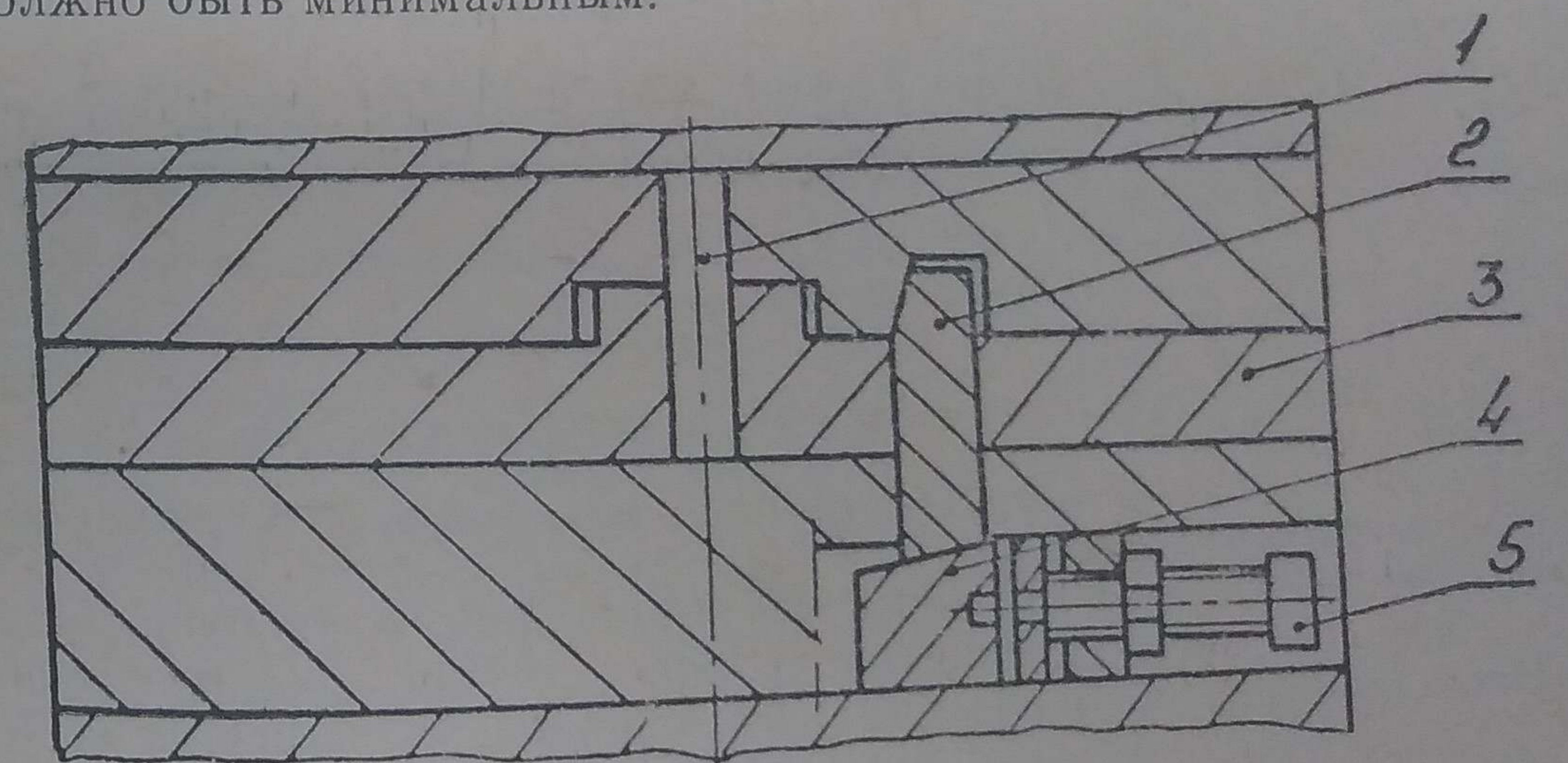


Рис. 13. Дополнительная фиксация ползунов:

1 — штифт фиксирующий; 2 — замок; 3 — клин; 4 — обойма; 5 — винт

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. В. А. Брагинский. «Точное литье изделий из пластмасс». Л., «Химия», 1977 г.
2. В. А. Брагинский. «Технология прессования точных деталей из терморезистивных пластмасс». Л., «Химия», 1971 г.
3. В. А. Брагинский. «Анализ качества производства деталей из пластмасс с помощью математической статистики». Л., изд. ЛДНТП, 1959 г.
4. В. А. Брагинский. В кн.: «Конструирование деталей из пластических масс». М., изд. МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1966 г.
5. А. К. Белоцухов, Л. И. Винберг. «Литье под давлением», Москва, 1962 г.
6. Ю. А. Воробьев. В кн.: «Новое в расчете точности сопряжений деталей из пластмасс». Л., изд. ЛДНТП, 1974 г.
7. Н. Б. Видгоф. «Основы конструирования литьевых форм для термопластов», Москва, Машиностроение, 1979 г.
8. Е. Н. Демин. «Справочник по пресс-формам». Лениздат, 1967 г.
9. В. К. Иванов. «Конструирование автоматических литьевых форм для деталей из термопластов». Изд. ЛДНТП, 1970 г.
10. В. Н. Плуталов. В кн.: «Новое в расчете точности сопряжений деталей пластмасс». М., изд. МДНТП им. Ф. Э. Дзержинского, 1966 г.
11. Е. Б. Тростянская. «Термопласты конструкционного назначения». М., «Химия», 1975 г.
12. В. А. Холмс-Уолкер. Переработка полимерных материалов. Л., «Химия», 1979 г.
13. Технологичность конструкций деталей и узлов коммутационной аппаратуры и агрегатов из терморезистивных пластмасс (РТМ—1970). 2-е изд. М., изд. НИИ технологии и организации производства, 1974 г.
14. Производство и переработка пластмасс и синтетических смол. НИИПМ, Москва, 1977 г.
15. Прогрессивная технология переработки пластмасс. Оснастка и оборудование. Ленинград, 1979 г.
16. ГОСТ 9178—72. «Передачи зубчатые цилиндрические мелко модульные».
17. ГОСТ 19933—74, ГОСТ 19946—74. «Пресс-форма для литья под давлением деталей из цветных сплавов».
18. ГОСТ 15947—70. «Детали формообразующие гладкие для формования изделий из пластмасс».
19. ГОСТ 15948—76. «Детали резьбоформирующие для формования метрической резьбы в пластмассовых изделиях».
20. ГОСТ 22062—76, ГОСТ 22082—76. «Пресс-формы для литья термопластов под давлением».
21. СТ СЭВ 179—75. «Допуски и посадки деталей из пластмасс».
22. СТ СЭВ 301—76. «Допуски формы и расположения поверхности».
23. ОСТ 4.ГО.059.013 — ОСТ 4.ГО.059.022. «Формы для литья под давлением изделий из термопластов».
24. ОСТ 4.060.038—78 — ОСТ 4.060.045—78. «Пресс-формы для литья под давлением изделий из термопластов деталей».
25. ОСТ 4.091.070—79. «Детали из сплавов цветных металлов, изготавливаемые литьем под давлением».
26. ОСТ 4.ГО.010.025. «Отливки из цветных металлов и сплавов».
27. ОСТ 4.ГО.021.192. «Отливки из цветных сплавов».
28. ОСТ 4.ГО.059.167 — ОСТ 4.ГО.059.170. «Пресс-формы для прессования изделий из реактопластов».
29. ОСТ 4.ГО.054.067. «Детали из резин».

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
Точность микропрецизионных деталей	4
Расчет исполнительных размеров формообразующих деталей	8
Методы изготовления формообразующих мелко модульных зубчатых колес	13
Конструктивные решения повышения точности пластмассовых изделий	18
Конструкция литниковой системы	18
Конструкция системы центрирования	18
Конструкция пресс-форм	22
Список литературы	28

