

Делительное устройство с механической системой отсчета

Поворотные-делительные устройства (ПДУ) с механической системой отсчета получили в машиностроении более широкое применение по сравнению с оптическими и электроиндуктивными благодаря простоте и надежности конструкции, повышенной стойкости к вибрациям и воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ), отсутствию энергетических затрат при эксплуатации.

Актуальной задачей является для таких устройств создание универсальных механизмов деления, позволяющих максимально увеличить число индексированных позиций при повороте и повысить разрешающую способность при угловом делении.

В известных конструкциях ПДУ [1, 2] число позиций деления увеличивается за счет использования набора фиксаторов со смещенными относительно продольной оси зубьями и с монотонно изменяющимся расстоянием между осями радиальных отверстий в корпусе ПДУ [3], через которые фиксаторы взаимодействуют с делительным колесом. Такой способ непосредственного деления обеспечивает дискретный поворот рабочего органа (планшайбы) на число позиций, определяемое числом фиксаторов в наборе. Однако увеличение числа фиксаторов не всегда оправдано и часто создает неудобства при эксплуатации ПДУ.

Для расширения технологических возможностей делительного устройства и повышения удобства при его работе создано ПДУ, в котором совмещаются способы непосредственного и простого деления. При непосредственном делении планшайбу 1 (рис. 1) позиционирует зубчатый фиксатор 2, взаимодействующий с делитель-

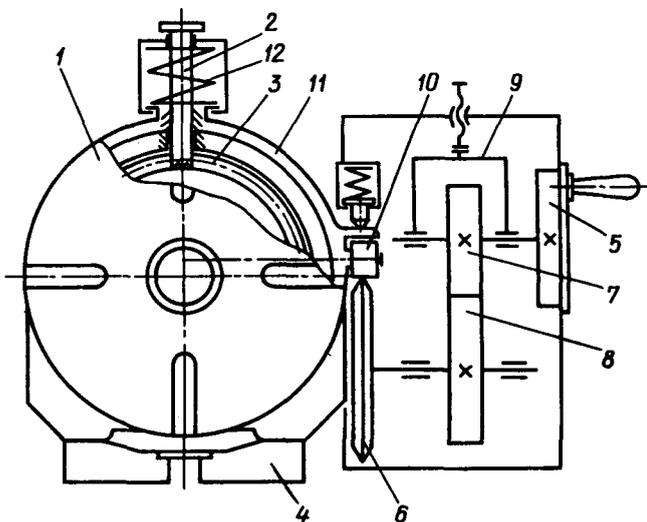


Рис. 1. Принципиальная схема ПДУ-150М

ным колесом 3, жестко и соосно соединенным с планшайбой, которая установлена на опорах качения и скольжения в корпусе 4. Число фиксируемых позиций определяется числом зубьев колеса 3 (предпочтительно выбирать $z = 360; 180; 120; 90$ и 72).

Поворот планшайбы в пределах угла $\alpha = 360/z$ определяется поворотом кулачка 6, получающего вращение от лимба 5 через зубчатую передачу 7 и 8. Для устранения зазора в зацеплении и регулирования плавности вращения зубчатой пары служит качающийся кронштейн 9. Кулачок 6 находится в постоянном контакте с подпружиненным роликом 10, закрепленным на поворотном кольце 11, несущем узел 12 фиксатора. Поворот кулачка 6 сопровождается поворотом кольца 11, а через фиксатор 2 и колесо 3 вращение передается планшайбе 1.

Фиксатор 2 представляет собой часть зубчатого колеса с внутренним зацеплением, модуль и шаг которого равны модулю и шагу делительного колеса 3 [4]. Не менее трех зубьев фиксатора 2 входят одновременно в зацепление с делительным колесом 3, что гарантирует точность позиционирования и надежность передачи вращения планшайбе 1.

Плоскость aa_1 работы кулачка (рис. 2, б) расположена за пределами планшайбы на расстоянии L от ее оси, т. е. вне зоны обрабатываемой детали. В таком случае любая угловая погрешность, допущенная в плоскости aa_1 , будет всегда уменьшаться к центру ПДУ.

Кулачок 6 осуществляет подъем ролика и поворот кольца 11 (см. рис. 1) на угол $\alpha = 360/z$ при перемещении всех точек рабочего профиля кулачка в плоскости aa_1 , причем перемещение a_i для угла α_i определяется всякий раз соотношением:

$$a_i = L \operatorname{tg} \alpha_i.$$

Максимальный подъем профиля кулачка $a_{\max} = L \operatorname{tg} \alpha$. При постоянном значении L профиль рабочей части кулачка в пределах угла γ описан кривой, все точки которой расположены относительно центра кулачка так, что изменение профиля подчиняется закону

$$R_i = L \left(\operatorname{tg} \frac{\alpha}{n} i_0^n \right) + h,$$

причем $R_i = f(\gamma_i)$, а $\gamma_i = \frac{\gamma}{n} i_0^n$.

Максимальное значение коэффициента n определяется считывающей способностью блока программного управления станка, на котором обрабатывается профиль кулачка. Величина i , имея целочисленные значения, изменяется от 0 до n , при $i = n$ ось ролика 10 (см. рис. 2, а) повернется на угол α , а кулачок повернется на угол γ .

Диаметром заготовки кулачка $D = 2OA$ задаются конструктивно и, зная a_{\max} , определяют размер $h = OB = OA - a_{\max}$.

Ролик контактирует с кулачком при начальном положении в зоне угла β , т. е. в точках А и Б. Взаимное

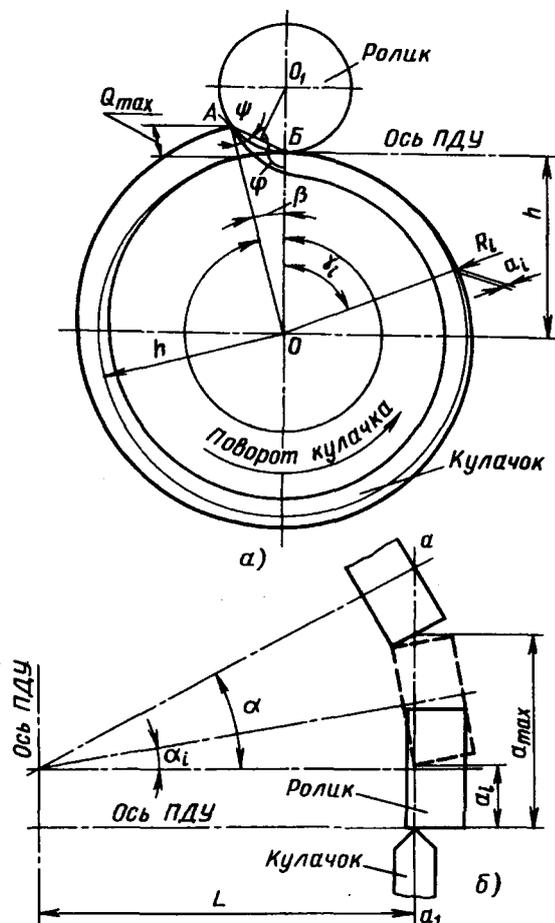


Рис. 2. Схема взаимодействия кулачка с роликом:
а — вид спереди; б — вид сбоку

рабочее движение кулачок и ролик начинают из точки *В* при повороте кулачка против часовой стрелки. Из треугольника *АОБ*:

$$AB = \sqrt{OB^2 + OA^2 - 2OB \cdot OA \cos \beta};$$

$$\cos \psi = \frac{AO^2 + AB^2 - OB^2}{2AB \cdot OA};$$

$$\varphi = 180^\circ - (\beta + \psi), \angle ABO_1 = \beta + \psi.$$

Радиус ролика

$$r = O_1B = O_1A = \frac{AB/2}{\cos(\beta + \psi)}.$$

Зубчатая пара в кинематической цепи между лимбом механизма деления и кулачком согласует целое число оборотов лимба с неполным оборотом кулачка при делении дуги в пределах угла α . Вал-шестерня, с которым жестко соединен лимб, установлен в качающемся кронштейне, что позволяет регулировать и выбирать зазор в зубчатой паре, а поворотное кольцо с

помощью подпружиненного толкателя через ролик находится в постоянном контакте с кулачком. Такое конструктивное исполнение исключает люфты и зазоры в делительной цепи от лимба до планшайбы и погрешность деления сводится к минимуму.

Исходными данными при проектировании ПДУ являются: диаметр D_{Π} планшайбы, мм; число зубьев z делительного колеса; разрешающая способность Δ ПДУ (минимальная фиксируемая величина углового поворота планшайбы), с; диаметр D_M лимба механизма деления, мм; расстояние C_M между соседними штрихами на лимбе, мм. Рассмотрим основные зависимости для расчета механизма деления.

Величина k , определяемая зависимостью,

$$k = \frac{C_M 1296000}{\pi D_{\Pi} \Delta},$$

характеризует способность делительной цепи устройства обеспечивать возможность удобного отсчета и нормального визуального восприятия на лимбе значений C_M .

Число оборотов лимба механизма деления, необходимое для поворота планшайбы на угол α , определяется по формуле

$$n_M = \frac{k D_{\Pi}}{D_M z}$$

и округляется в большую сторону до целого числа.

Цена одного оборота лимба в градусном исчислении рассчитывается по формуле

$$Ц_M = \frac{360}{z n_M}$$

и выбирается из ряда $1'; 30; 20; 15; 12; 10; 6; 5; 4; 3; 2$ и $1'$ как ближайшее меньшее значение. Ряд построен, исходя из удобства суммирования угловых величин при нескольких оборотах лимба.

Число делений на лимбе определяется по формуле

$$q_M = \frac{3600 Ц_M}{\Delta}.$$

Если принять число зубьев вала-шестерни, на который жестко насажен рассчитанный выше лимб, равным z_1 , то за n_M оборотов лимба в контакт с сопрягаемым колесом войдет число зубьев вала-шестерни

$$z_1' = n_M z_1.$$

Поскольку кулачок, с которым жестко соединено сопрягаемое колесо, совершает неполный оборот из-за наличия зоны контакта с ним ролика поворотного кольца, то число зубьев сопрягаемого колеса $z_2 > z_1'$. Отношение z_1'/z_2 определяет ту часть окружности, в зоне которой ролик контактирует с кулачком в исходном положении. В градусном выражении эта зона контакта

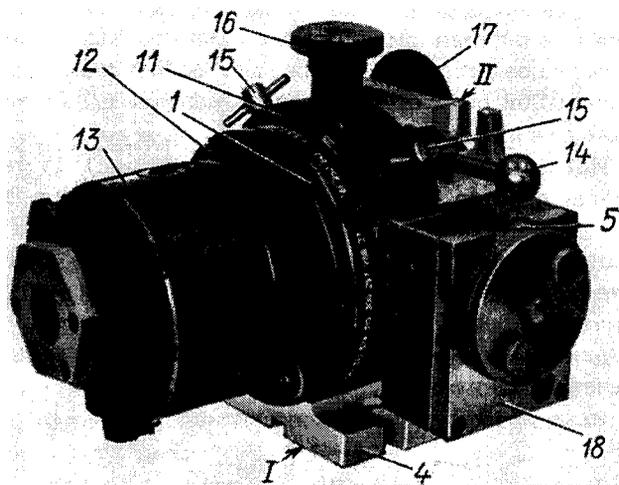


Рис. 3. Общий вид ПДУ-150М

соответствует величине угла $\beta = 360(1 - z_1'/z_2)$, а угол $\gamma = 360^\circ - \beta$ определяет зону рабочей части кулачка. Диаметр зубчатого фиксатора принят равным 10 мм, что при модуле $m = 1$ мм гарантирует нарезание в специальном приспособлении [5] минимум трех зубьев на его торце.

Основные данные ПДУ-150М (рис. 3): $k = 183,4$; $C_M = 1$ мм; $n_M = 3$; $C_M = 1^\circ$; $q_M = 240$; $z_1 = 17$; $z_1' = 51$; $z_2 = 53$; $\beta = 13,6^\circ$; $\gamma = 346,4^\circ$; $L = 82,5$ мм; $\alpha = 3^\circ$; $a_{\max} = 4,32$ мм; $n = 10800$; $D = 60$ мм; $h = 25,68$ мм; $\psi = 50,15^\circ$; $\varphi = 116,25^\circ$; $r = 8,5$ мм; $z = 120$; $D_M = 80$ мм.

Чугунный корпус 4 имеет две боковые базовые поверхности I и II. Установленная поверхностью I на столе станка устройство работает как делительная головка, поверхностью II — как поворотный стол. На торце полый планшайбы 1 выполнены пазы 12 для крепления непосредственно обрабатываемой детали или для фиксации, например, трехкулачкового патрона 13. Рукояткой 14 зажимают планшайбу, винтами 15 стопорят поворотное кольцо 11, поворотом винта 16 управляют перемещением зубчатого фиксатора.

При свободной от зажима планшайбы рукоятке 14 и выведенном из зацепления фиксаторе планшайба, жестко соединенная с делительным колесом, способна свободно вращаться вокруг своей оси. Маховик 17 управляет поворотом планшайбы. Непосредственное деление на число частей, кратное α , осуществляется с помощью фиксатора без подключения к делительной цепи механизма 18. Поворот и деление на любую угловую величину в пределах угла α с точностью до $15''$ осуществляется с помощью механизма деления 18.

Например, чтобы позиционировать планшайбу после поворота на 25° , необходимо поднять фиксатор, по-

вернуть планшайбу до совмещения ближайшего меньшего индекса на ней (24°), кратного α (3°), с нулевой риски на кольце 11. Фиксатор ввести в зацепление с делительным колесом, лимб 5 повернуть вправо на один оборот (1°) и зажать винты 15 и рукоятку 14.

Для дополнительного поворота на $30^\circ 15' 45''$ к имеющимся 25° необходимо: отжать винты 15 и рукоятку 14 и поднять фиксатор; повернуть лимб 5 влево в исходное положение (нулевое); планшайбу с индексом 54° установить против нулевой риски кольца 11; ввести фиксатор в зацепление с делительным колесом; с помощью лимба 5 сделать полный оборот (1°) вправо и еще повернуть его на $15' 45''$; зажать винты 15 и рукоятку 14.

Техническая характеристика ПДУ-150М

Диаметр планшайбы, мм	150
Расстояние от основания до горизонтальной оси планшайбы, мм	100
Посадочное отверстие в планшайбе	Конус Морзе В24 (ГОСТ 9953—67)
Цена деления:	
на планшайбе, градус	3
лимба, с	15
Максимальное число оборотов лимба	3
Рабочее положение планшайбы	Горизонтальное; вертикальное
Масса обрабатываемой на планшайбе детали, кг	≤ 20
Расстояние от основания до торца планшайбы при ее горизонтальном положении, мм	105
Габаритные размеры, мм	200 × 185 × 110
Масса, кг	15

Предложенное конструкторское решение позволяет создавать простые и удобные в эксплуатации универсальные ПДУ разных габаритных размеров с механической системой отсчета, имеющие высокую разрешающую способность. Совмещая функции поворотного стола и делительной головки, ПДУ можно использовать на фрезерных, сверлильных, шлифовальных, универсально-заточных, электроэрозионных и других станках или самостоятельно для обработки деталей, а также для разметочных и контрольных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Евсеев А. М., Мархула А. И., Мовчан В. И. Высокоточные делительные устройства // Вестник машиностроения. 1988. № 9. С. 46—48.
- Поворотнo-делительное устройство непосредственного деления / В. М. Кенько, А. И. Россол, В. И. Мовчан, А. В. Терехов // Станки и инструмент. 1992. № 3. С. 8—10.
- Россол А. И., Кенько В. М., Мовчан В. И. Механизм углового позиционирования // Станки и инструмент. 1993. № 3. С. 17—19.
- Россол А. И., Кенько В. М., Мовчан В. И. К вопросу о форме фиксатора для поворотнo-делительных устройств непосредственного деления // Депонированные научные работы. 1991. № 4. С. 74.
- Способ изготовления комплекта зубчатых изделий: А. с. 1287986 СССР: МКИ⁴ В 22 Q 16/02.