

**Модификация формы угловой части выреза в пластине.** Форма угловой части выреза в пластине обычно формируется одним радиусом. Для 1.2 части модели пластины, описанной 86-ю конечными элементами (Рис. 4) и подверженной на правом краю нагружению, равным  $q = 30$  МПа, максимальные напряжения могут быть снижены с 275 МПа (при радиусе закругления выреза 1 м) до значений 200 МПа при увеличении радиуса до 3 м.

В тех случаях, когда такие изменения не могут быть выполнены, необходимо проводить более сложную модификацию формы выреза.

На Рис. 5 сплошной основной линией показаны первоначальная форма части выреза в пластине (радиус закругления – 1 м) и распределение эквивалентных напряжений вдоль контура выреза. Здесь же пунктирной линией показаны форма выреза и эквивалентные напряжения вдоль контура выреза после выполнения четырех итераций. При этом целевые напряжения назначались таким образом, чтобы снизить средний уровень напряжений до значений 200 МПа.

Сравнительный анализ результатов итерационного изменения формы выреза показал, что напряженно-деформированное состояние пластины является очень чувствительным к изменению формы угловой части выреза. График перемещений узлов вдоль границы выреза (участок АВ) представлен на Рис. 6.

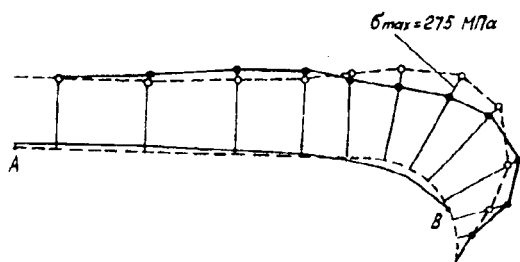


Рис. 5

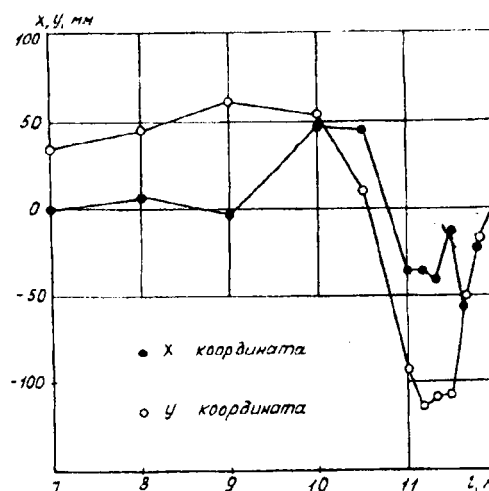


Рис. 6

**Выводы.** Предложенная методика при малом числе итераций позволяет проводить модификацию сложных конструктивных форм по внешнему и внутреннему контурам плосконапряженных конструкций и может быть использована при разработке новых технических решений.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ДЕЛИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА

А.И.Россол, Г.П.Тариков, В.И.Мовчан

Гомельский политехнический институт им. П.О.Сухого (Гомель)

Поворотные-делительные устройства (ПДУ) с механической системой отсчета получили более широкое применение в машиностроении по сравнению с оптическими и электроиндуктивными, благодаря простоте и надежности конструкции, повышенной стойкости к вибрациям и воздействию смазочно-охлаждающих жидкостей, отсутствию энергетических затрат при эксплуатации. Актуальной задачей для таких устройств является создание универсальных механизмов деления, позволяющих максимально увеличить число индексируемых позиций при повороте и повысить разрешающую способность при угловом делении.

Разработана конструкция ПДУ, совмещающая способы непосредственного и простого деления. При непосредственном делении планшайбу 1 (Рис. 1) позиционирует зубчатый фиксатор 2, взаимодействуя с делительным колесом 3, жестко и соосно соединенным с планшайбой. Последняя установлена на опорах качения и скольжения в корпусе 4. Количество фиксируемых позиций определяется числом зубьев колеса 3 (предпочтительно выбирать  $z=360; 180; 120; 90; 72$ ).

Поворот планшайбы в пределах угла  $\alpha = 360/Z$  определяется поворотом кулачка 6, получающего вращение от лимба через зубчатую передачу 7,8. Для устранения зазора в заце-

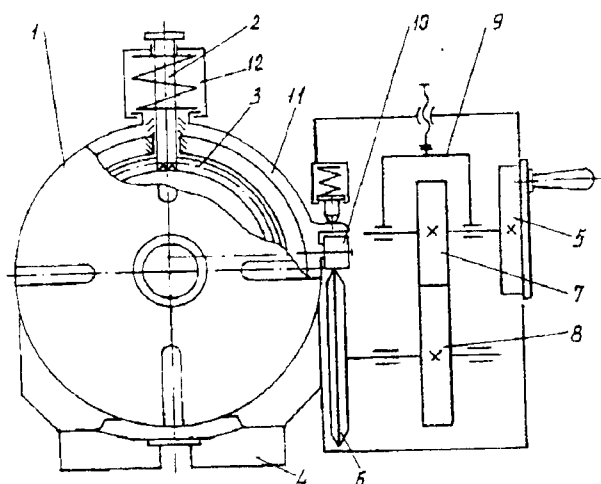


Рис. 1. Принципиальная схема ПДУ 150М.

плении и регулировки плавности вращения зубчатой пары служит качающийся кронштейн 9. Кулачок 6 находится в постоянном контакте с пружинным роликом 10, закрепленном на поворотном кольце 11, несущем узел фиксатора 12. Поворот кулачка 6 сопровождается поворотом кольца 11 и, через фиксатор 2 и колесо 3, вращение передается планшайбе 1.

Фиксатор 2 является частью зубчатого колеса с внутренним зацеплением, модуль и шаг которого равны модулю и шагу делительного колеса 3. Не менее трех зубьев фиксатора 2 одновременно заходят в зацепление с делительным колесом 3, что гарантирует точность позиционирования и надежность передачи вращения планшайбе 1.

Плоскость  $aa_1$  работы кулачка (Рис. 2б) расположена за пределами планшайбы на расстоянии  $L$  от ее оси, т.е. вне зоны обрабатываемой детали. Кулачок осуществляет подъем ролика и поворот кольца 11 на угол  $\alpha = 360/Z$  при перемещении всех точек рабочего профиля кулачка в плоскости  $aa_1$ , причем перемещение  $a_i$  для угла  $\alpha_i$  определяется всякий раз соотношением  $a_i = L \cdot \operatorname{tg} \alpha_i$ , а  $a_{\max} = L \cdot \operatorname{tg} \alpha$ . При постоянной величине  $L$  профиль рабочей части кулачка в пределах угла  $\gamma$  описан кривой, все точки которой расположены относительно центра кулачка так, что изменение профиля подчиняется закону

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

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

Максимальное значение коэффициента  $n$  определяется считывающей способностью блока программного управления станка, на котором производится обработка профиля кулачка. Величина  $i$ , имея целочисленные значения, изменяется от «0» до « $n$ », при  $i = n$  ось ролика 10 повернется на угол  $\alpha$ , а кулачок повернется на угол  $\gamma$  (Рис. 2а).

Диаметром заготовки кулачка  $D = 20A$  задаются конструктивно и, зная  $a_{\max}$ , определяют размер  $h = OB = OA - a_{\max}$ .

Ролик контактирует с кулачком при начальном положении в зоне угла  $\beta$ , т.е. в точках А и Б. Взаимное рабочее движение начинается из точки Б при повороте кулачка против часовой стрелки. Из треугольника АОВ:

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

$$\varphi = (180 - (\beta + \psi)), \quad \text{угол } ABO_1 = \beta + \psi.$$

Радиус ролика  $r = O_1B = O_1A = (AB/2) / \cos(\beta + \psi)$ . 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  $\alpha$ .

Исходными данными при проектировании ПДУ являются: диаметр планшайбы  $D_{\text{п}}$ , мм; число зубьев делительного колеса,  $Z$ ; разрешающая способность ПДУ  $\Delta$ , с (минимальная фиксируемая величина углового поворота планшайбы); диаметр лимба механизма деления  $D_{\text{л}}$ , мм; расстояние между соседними штрихами на лимбе  $S_{\text{м}}$ , мм.

Величина  $k$ , определяемая зависимостью

$$k = \frac{c_M \cdot 1296000}{\pi \cdot D_{\text{л}} \cdot \Delta},$$

характеризует способность делительной цепи устройства обеспечивать возможность удобного отсчета и нормального визуального восприятия на лимбе значений  $S_{\text{м}}$ .

Число оборотов лимба механизма деления необходимое для поворота планшайбы на

угол  $\alpha$  определяется формулой

$$n_M = \frac{k \cdot D_{\Pi}}{D_M \cdot Z}$$

и округляется в большую сторону до целого числа.

Цена одного оборота лимба в градусном исчислении рассчитывается по формуле  $C_M = \frac{360}{Z \cdot n_M}$  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

Количество делений на лимбе

$$q_M = \frac{3600 \cdot C_M}{\Delta}$$

Если принять число зубьев валшестерни на которую жестко посажен вышерасчитанный лимб  $Z_1$ , то за  $n_M$  оборотов лимба число зубьев валшестерни, входящих в контакт с сопрягаемым колесом, будет  $Z_1' = n_M Z_1$ . 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 соответствует величине угла  $\beta = 360 (1 - Z_1'/Z_2)$ , а угол  $\gamma = 360 - \beta$  определяет зону рабочей части кулачка.

Предложенное конструкторское решение позволяет создавать универсальные поворот-но-делительные устройства различных габаритов с механической системой отсчета простые и удобные в эксплуатации, имеющие высокую разрешающую способность. Совмещая функции поворотного стола и делительной головки ПДУ могут быть использованы на фрезерных, сверлильных, шлифовальных, универсально-заточных, электроэрозионных и других станках или самостоятельно для обработки деталей, а также при выполнении разметочных и контрольных операций.

Математическая обработка результатов измерений точностных параметров ПДУ 150М, проведенных с помощью трехкоординатной измерительной машины мод. ВЕТА АУТО-2 фирмы ДЕА (Италия), показала, что точность углового поворота составляет 15", точность позиционирования рабочего органа  $\pm 10''$ .

Опытные партии ПДУ изготовлены на Мукачевском заводе «Карпаты», Гомельском РТО «Ратон», Гомельском заводе станочных узлов.

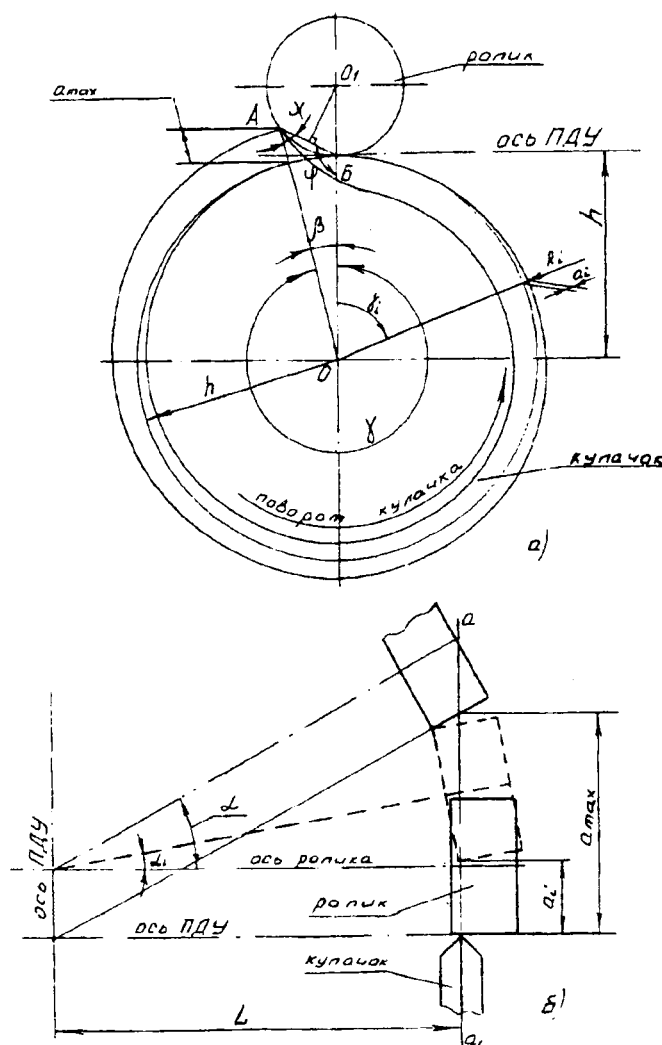


Рис. 2. Схема взаимодействия кулачка с роликом: а – вид спереди; б – вид сбоку.