

$$D_{\text{к}} = \sqrt{(D_0^2 - d_{\text{пр}}^2) \pi/6 + d_{\text{пр}}^2}, \quad (10)$$

где $D_0 = d_{\text{вол}} + 2l_p \text{tg } \alpha$.

Тогда с учетом выражения (11) зависимость (10) можно представить в следующей форме:

$$D_{\text{к}} = \sqrt{[(d_{\text{вол}} + 2l_p \text{tg } \alpha)^2 - d_{\text{пр}}^2] \pi/6 + d_{\text{пр}}^2}.$$

Таким образом, получена зависимость для определения диаметра рабочего конуса волоочильного инструмента, где плотность формируемого покрытия на длинномерном изделии достигает плотности компактного металла, при условии, что у входа в рабочий конус волокни его плотность соответствовала плотности металлического порошка в состоянии утряски, и предел текучести материала покрытия был меньше предела текучести материала сердечника.

На рис. 3 приведены графики, на которых показаны зависимости изменения величины диаметра $D_{\text{к}}$ от диаметра волокни (а), от угла рабочего конуса волоочильного инструмента (б), от длины рабочего конуса волокни (в), от диаметра проволоки (г). Из рис. 3 видно, что с увеличением этих параметров происходит увеличение диаметра $D_{\text{к}}$ и наибольшее влияние оказывает изменение угла рабочего конуса волокни.

Знание диаметра волоочильного инструмента, где плотность порошкообразного материала достигает плотности компактного металла, необходимо для: определения начальных условий действующих напряжений, а также толщины покрытия длинномерного изделия.

УДК 621.983.44

И.Г. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, канд.техн.наук, (БПИ),
В.И. МОЗАЛЬКОВ (НИИ техноприбор, г. Смоленск)

ОСОБЕННОСТИ КИНЕМАТИКИ РОТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ШАРИКОВЫМИ ГОЛОВКАМИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Интенсивное развитие ряда отраслей промышленности вызвало острую необходимость получения тонкостенных трубчатых деталей из самых различных сталей и сплавов. При внутренней поперечной прокатке труб большого диаметра [1] с использованием центробежных сил деформирующего инструмента труба-заготовка помещается в матрицу и обрабатывается изнутри роликами или шариками, находящимися в кассете. Процесс прокатки осуществляется путем изменения положения заготовки относительно инструмента, которое производится различным сочетанием вращательного и поступательного движений матрицы с заготовкой и роликовой (шариковой) кассеты [2]. К преимуществам внутренней поперечной прокатки, по сравнению с наружной, относятся возможность пластического деформирования (формовки) металла преимущественно сжатием и получения изделий с внутренними фланцами, простенка-

ми и ребрами жесткости, выполненными заодно с деталью, получение тонких стенок и др.

Для реализации способа угловая скорость кассеты (сепаратора) выбирается такой, чтобы действующая со стороны тела качения на металл центробежная сила была достаточна для осуществления деформации. Вследствие различных чисел оборотов сепаратора и трубы тела качения вращаются относительно своей оси и вместе с сепаратором относительно обрабатываемой трубы.

Указанный способ обработки применим в основном для получения особо тонкостенных труб и не может быть использован при формировании наружного рельефа деталей, в частности, для получения наружного мелко-модульного зубчатого зацепления на отдельных участках трубы-заготовки (одновременно с обработкой внутренней поверхности трубы с заданной точностью). В последнем случае применяется ротационная обработка внутренних осесимметричных поверхностей планетарными головками, оснащенными шариками (роликами) имеющими гарантированный контакт с обоймой головки (рис. 1).

В зависимости от положения силы вращения по отношению к отдельным элементам планетарных головок возможна реализация нескольких кинематических схем.

В а р и а н т I. При заданной угловой скорости обоймы ($\omega_0 \neq 0$) и неподвижном положении сепаратора ($\omega_{\text{ц}} = 0$) вращение заготовке ($\omega_3 \neq 0$) передается через деформирующие тела качения (шары)

$$v_0 = v_3 \neq 0; v_{\text{ц}} = 0,$$

где v_0 — линейная скорость обоймы в точке контакта с деформирующими телами качения; v_3 — линейная скорость заготовки в точке контакта с деформирующими телами качения; $v_{\text{ц}}$ — линейная скорость центров деформирующих тел качения (шаров).

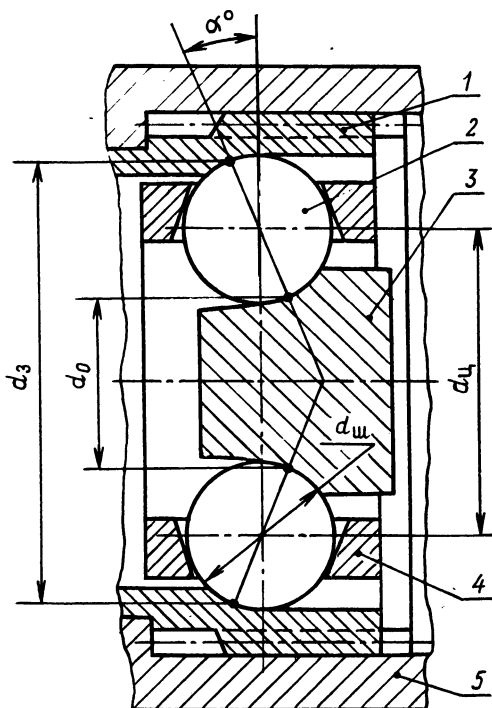


Рис. 1. Схема внутренней ротационной вытяжки (выдавливания) тонкостенных оболочек: 1 — заготовка; 2 — деформирующее тело качения (шар); 3 — обойма; 4 — сепаратор; 5 — матрица формообразующая.

В а р и а н т II – обеспечивается вращение обоймы ($\omega_0 \neq 0$; $\omega_{II} \neq 0$) с заданной угловой скоростью при неподвижном положении матрицы с заготовкой ($\omega_3 = 0$)

$$v_0 \neq 0; v_{II} = \frac{1}{2} v_0; v_3 = 0.$$

В а р и а н т III – приводом служит сепаратор ($\omega_{II} \neq 0$; $\omega_3 \neq 0$) при закрепленной обойме ($\omega_0 = 0$):

$$v_0 = 0; v_{II} \neq 0; v_3 = 2 v_{II}.$$

В а р и а н т IV – при заданной угловой скорости заготовки ($\omega_3 \neq 0$) и закрепленном сепараторе ($\omega_{II} = 0$) обойма вращается в противоположную сторону ($\omega_0 \neq 0$):

$$v_0 = v_3 \neq 0; v_{II} = 0.$$

В а р и а н т V – обеспечивается вращение заготовки ($\omega_3 \neq 0$; $\omega_{II} \neq 0$) с заданной угловой скоростью при закрепленной обойме ($\omega_0 = 0$):

$$v_0 = 0; v_{II} \neq 0; v_3 = 2 v_{II}.$$

Перечисленные возможные кинематические схемы пластического деформирования при ротационной обработке внутренних осесимметричных поверхностей оценены с точки зрения зависимости скорости деформирования от изменения угловой скорости и величины продольных подач (рис. 2). Установлено, что наибольшую скорость деформирования дает вариант с заданной угло-

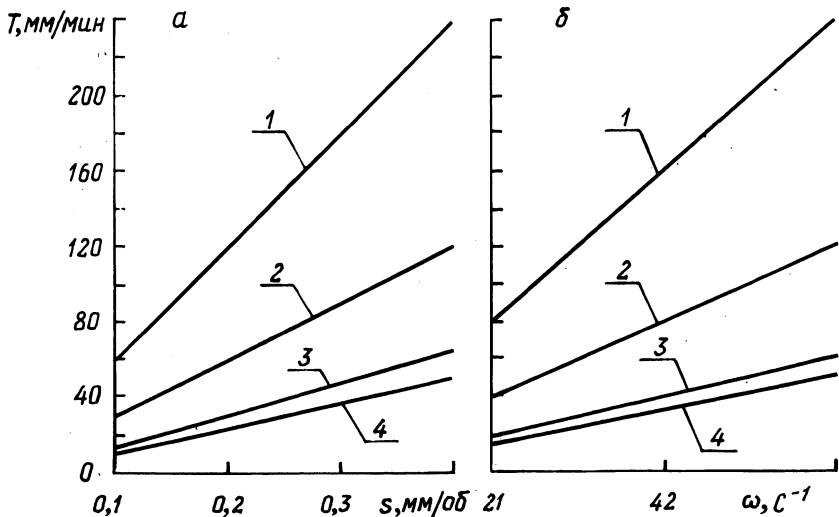


Рис. 2. Графические зависимости скорости деформирования от: величины продольной подачи ($\omega = 63$ рад/с) (а) и числа оборотов ($s = 0,4$ мм/об) (б); 1 – вариант IV; 2 – вариант V; 3 – вариант I и III; 4 – вариант II.

вой скоростью заготовки при неподвижном (закрепленном) сепараторе (вариант IV). Наименьшая скорость деформирования обеспечивается при вращении обоймы с заданной угловой скоростью при неподвижном положении матрицы с заготовкой (вариант II).

На базе выбранного оптимального варианта кинематической схемы ротационной обработки внутренних поверхностей планетарными многошариковыми головками (вариант с принудительным вращением заготовки, закрепленным сепаратором и свободно вращающейся обоймой) разработан способ получения определенной номенклатуры деталей и специальное оснащение для его реализации.

Апробация предложенных способа и инструмента при ротационном внутреннем выдавливании гибких колес волновых передач показала их высокую эффективность.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.с. 149380 (СССР). Способ безоправочной поперечной раскатки тонкостенных и особо тонкостенных труб среднего и большого диаметров/Т.А. Саксаганский, М.Б. Рогов, Б.А. Искра. – Оpubл. в Б.И., 1962, № 16. – 14 с. 2. С а к с а г а н с к и й Т.А., П а н ю ш к и н а Е.Г. Внутренняя поперечная раскатка с использованием центробежных сил деформирующих тел качения для изготовления труб. – Технология легких сплавов: Научно-технический бюллетень ВИЛСа, 1973, № 11, 39–42 с.

УДК 621.983.44

И.Г. ДОБРОВОЛЬСКИЙ, канд.техн.наук (БПИ),
В.И. ШАПОВАЛОВ (з-д холодильников, г. Смоленск)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ ИСХОДНОЙ РАЗНОСТЕННОСТИ ПРИ РОТАЦИОННОЙ ВЫТЯЖКЕ С УТОНЕНИЕМ

При существующей практике ротационной вытяжки тонкостенных труб с помощью специальных матриц планетарного типа [1] обеспечивается получение необходимой конечной разностенности готовых изделий только при соответствующей начальной разностенности колпачков (передельных трубок).

Устройства для ротационной вытяжки тонкостенных цилиндрических оболочек телами качения не исправляют исходной относительной разностенности трубок-заготовок, так как они в процессе обработки самоустанавливаются по заготовке.

Задача заключается в разработке такой технологической схемы деформирования и создании конструкций специальной технологической оснастки, которые позволили бы исправить по ходу обработки исходную разностенность заготовок (колпачков).

Одним из реальных путей решения этого вопроса является осуществление ротационной вытяжки исходной заготовки на оправке, жестко установленной в центрах (шпинделе и заднем центре), с помощью специальных матриц планетарного типа.