

вои скорости валков, т. е. значительный эффект уже наблюдается при $V_B/V_O = 135$.

Представленные результаты показывают перспективность использования процесса продольной прокатки с поперечным сдвигом для значительного уменьшения, регулирования и повышения стабильности показателя шероховатости R_a .

УДК 621.983.44

И.Г.Добровольский, канд. техн. наук,
В.И.Шаповалов, инженер (БПИ)

О КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНСТРУКЦИЙ РОТАЦИОННЫХ МАТРИЦ ПЛАНЕТАРНОГО ТИПА, ОСНАЩЕННЫХ ТЕЛАМИ КАЧЕНИЯ

Ротационная вытяжка с утонением в шариковых (роликовых) матрицах планетарного типа является одним из прогрессивных способов получения тонкостенных труб.

Сущность рассматриваемого метода заключается в том, что исходная трубчатая заготовка 1 (рис. 1, а) с завальцованным дном надевается с небольшим зазором по диаметру на оправку 2 и деформируется снаружи давящими шариками 3 или роликами 4, расположенными равномерно по периметру трубы. Необходимое для осуществления процесса изменение положения заготовки относительно деформирующего инструмента достигается различным сочетанием вращательного и поступательного движений оправки и деформирующих тел качения (шариков 3, роликов 4), расположенных между опорными кольцами 5, размещенными в обойме 6, и обрабатываемой заготовкой. Настройка матриц на необходимый размер осуществляется поворотом микрометрической гайки 7. К числу специфических параметров процесса относится скоростной коэффициент.

Предложенный в работе [1] в форме

$$K_c = \alpha/\varphi = (R_3 + d_{ш})/(2R_3 + d_{ш}), \quad (1)$$

где α – угол, соответствующий дуге раскатанной поверхности; φ – угол поворота заготовки; R_3 – радиус наружной поверхности обрабатываемой трубы; $d_{ш}$ – диаметр шарика (скоростной коэффициент выведен для случая, когда опорное кольцо выполнено в виде цилиндрической втулки).

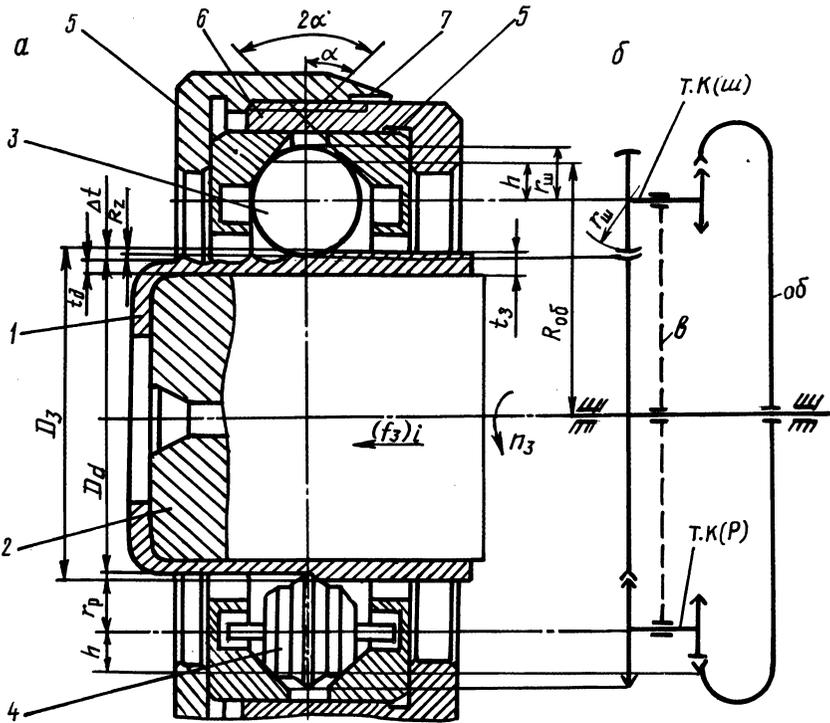


Рис. 1. Ротационная матрица планетарного типа для вытяжки с утонением:
 а – шариковая и роликовая матрицы (для упрощения на рисунке совмещены);
 б – эквивалентный им планетарный механизм.

В работах [2, 3] дано более строгое определение скоростному коэффициенту, как отношению угловой скорости раскатывания ω_p (разности скоростей вращения заготовки ω_3 и условного сепаратора-центров шариков $\omega_{ц,ш}$) к угловой скорости заготовки ω_3

$$K_c = \frac{\omega_p}{\omega_3} = \frac{\omega_3 - \omega_{н.ш}}{\omega_3} = \frac{r_{ш}(R_з + r_{ш} + h)}{(r_{ш} + h)(R_з + r_{ш})}. \quad (2)$$

В этом выражении, кроме уже известных параметров, используется расстояние h от точки касания шарика с беговой дорожкой опорных конусов до его центра.

Приведенная формула предложена для частного случая, хотя и более распространенного, вращения исходной заготовки и неподвижных опорных колец (при $\omega_3 = 0$ выражение вообще теряет смысл). Возможны и другие сочетания движений рабочих

элементов, которые, как показывает практика, не всегда приводят к ожидаемому эффекту.

Для создания единого критерия оценки эффективности конструкций ротационных матриц, оснащенных телами качения, необходимо выявить физический смысл скоростного коэффициента K_C и найти возможность его распространения на все случаи сочетаний вращательных движений рабочих элементов матриц.

Общим признаком всех существующих шариковых и роликовых матриц для ротационной вытяжки является то, что они в совокупности с обрабатываемой заготовкой представляют собой планетарные механизмы простого или дифференциального типа с параллельными осями и фрикционным зацеплением вращающихся звеньев, причем водило материально отсутствует и подразумевается условно (рис. 1, б).

С этих позиций очевидно, что устройства с обоймой, не имеющей принудительного привода, однозначно нужно определить как планетарные простые механизмы. Ротационные матрицы, в которых обойма с опорными кольцами имеет автономный привод в совокупности с вращающейся заготовкой, определяются как планетарные дифференциальные механизмы, – при заторможенной (не вращающейся) заготовке – простые планетарные механизмы. Устройства со свободно вращающейся обоймой классификации не подлежат и относятся к конструкциям с ограниченными возможностями.

Обратимся к расчетной схеме (рис. 2), на которой заготовка радиусом R_3 вращается с угловой скоростью ω_{z_1} по часовой стрелке, а перемещение деформирующих тел качения в окружном направлении относительно заготовки сведено к трем вариантам,

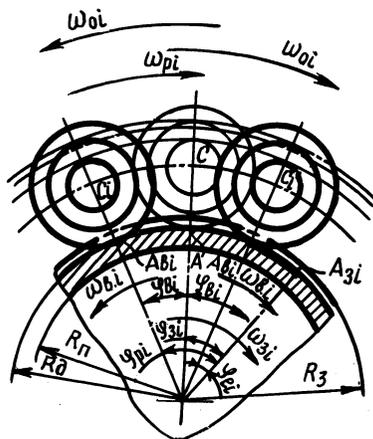


Рис. 2. Схема к определению скоростного коэффициента ротационной вытяжки.

охватывающим все возможные случаи, т. е. вращение центров шариков С (или осей роликов) совпадает или противоположно с направлением вращения заготовки или центры шариков (оси роликов) неподвижны. Нетрудно заметить, что многообразие вариантов относительного перемещения шариков (роликов) вокруг заготовки является функцией двух аргументов: угловой скорости обоймы с опорными кольцами ω_{o_i} и угловой скорости заготовки $\omega_{з_i}$ (для определенности в рассматриваемом случае принято, что $\omega_{з_i} = \text{const}$, а $\omega_{o_i} \neq \text{const}$).

Из рис. 2 очевидно, что при $\omega_{з_i}$ за какое-то время t_i заготовка повернется на угол $\varphi_{з_i}$, которому соответствует дуга $AA_{з_i}$. За это же время в зависимости от величины и направления угловой скорости условного водила $\omega_{в_i}$ произойдет ротационная вытяжка детали в пределах дуги $A_{з_i}A_{в_i}$, которая по величине может быть меньше, больше или равна $AA_{з_i}$. Дуге $A_{з_i}A_{в_i}$ соответствует угол $\varphi_{р_i}$ и угловая скорость $\omega_{р_i}$, которую можно определить как угловую скорость ротационной вытяжки.

Из изложенных рассуждений в полном соответствии с работами [1-3] можно записать

$$K_{с_i} = \frac{\varphi_{р_i}}{\varphi_{з_i}} = \frac{\varphi_{з_i} - \varphi_{в_i}}{\varphi_{з_i}} = \frac{\omega_{р_i}}{\omega_{з_i}} = \frac{\omega_{з_i} - \omega_{в_i}}{\omega_{з_i}}. \quad (3)$$

Аналогия (с внешней стороны) формул (1)-(3) очевидна с той лишь разницей, что в известных выражениях (1), (2) скоростной коэффициент определен для планетарного простого механизма с неподвижной обоймой.

Чтобы найти численное значение $K_{с_i}$, очевидно, надо определить значение $\omega_{в_i}$ через известные аргументы, т. е. $\omega_{з_i}$, ω_{o_i} и геометрические размеры ротационной матрицы. Воспользовавшись теорией планетарных редукторов, найдем значения передаточного отношения от заготовки к обойме при остановленном водиле через угловые скорости, с одной стороны, и геометрические размеры планетарного редуктора (ротационной матрицы) - с другой. Приравняв полученные выражения, найдем значение угловой скорости условного водила. После подстановки и преобразований получим

$$K_{с_i} = \frac{r_{ш}(R_{з} + r_{ш} + h)}{(r_{ш} + h)(R_{з} + r_{ш})} \cdot \left(\frac{\omega_{з} - \omega_{o}}{\omega_{з}} \right), \quad (4)$$

где r_3 - радиус заготовки; $r_{ш}$ - радиус шарика; ω_3 - угловая скорость заготовки; ω_0 - угловая скорость обоймы; $h = r_{ш} \sin \alpha$; 2α - угол между конусными поверхностями опорных втулок (рис. 1, а). В представленном виде скоростной коэффициент является наиболее общим выражением для всех возможных конструкций ротационных матриц планетарного типа, оснащенных телами качения, и может быть использован в качестве критерия эффективности существующих и разрабатываемых конструкций устройств для ротационной вытяжки с утонением. По своей физической сущности он является коэффициентом кинематической эквивалентности ротационных матриц планетарного типа простым фрикционным механизмом.

Л и т е р а т у р а

1. Соловьев В.П., Басюк С.Т., Кулешов М.Я. Изготовление бесшовных тонкостенных труб и оболочек. Кузнечно-штамповочное производство, 1964, № 11, с. 19-23. 2. Соловцов С.С., Королев В.Н. Определение параметров процесса раскатки шариками особотонкостенных деталей. Кузнечно-штамповочное производство, 1969, № 7, с. 14-18. 3. Королев В.Н. Изготовление тонкостенных деталей раскатыванием шариками. - В сб.: Повышение точности и автоматизация штамповки и ковки. М.: Машиностроение, 1971, № 9, с. 282-293.

УДК 621.983.3.01

П.С.Овчинников, канд. техн. наук,
В.Н.Булах, канд. техн. наук,
И.Н.Мехед, канд. техн. наук (БПИ)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ВЫТЯЖКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ

Целью данной работы является определение усилия прижима, обеспечивающего максимальные коэффициенты вытяжки цилиндрических деталей из нержавеющей стали при гидромеханической вытяжке.

Из листовой нержавеющей стали X18H10T толщиной 0,8; 1; 1,5; 2 мм изготавливали цилиндрические образцы с наружным диаметром 35 мм. Процесс вытяжки производили на испытательной гидравлической машине усилием 100 тс. Для этого использовали штамп, схема которого приведена на рис. 1.