

В.И. Стеблюк¹, д-р техн.наук, проф., Д.Н. Савченко¹, асп., Ю.Г. Розов², канд.техн.наук, доц.
1 - НТУ Украины "Киевский политехнический институт", г. Киев, Украина
2 - Херсонский НТУ, г. Херсон, Украина

МЕТОДЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СПОСОБОВ РЕЗКИ ТРУБ НА КОРОТКИЕ ЗАГОТОВКИ

Запропонована нова конструктивна схема елементів пристрою для різання трубчастих заготовок, яка приводить до зміни напрямку різки на перпендикулярі. Показана послідовність процесу різання трубчастої заготовки одночасним зсувом і крученням, а також зміною напрямку різки. З метою визначення оптимального співвідношення між крутним моментом і зсувом, передбачена методика експериментальних досліджень. Визначені механічні характеристики і хімічний склад зразка для проведення випробувань.

The new structural chart of elements of device is offered for cutting of tubular purveyances, which causes the change of direction sharp on perpendicular. The sequence of process of cutting with of tubular purveyance a simultaneous change and twisting, and also change of direction, is shown sharp. With the purpose of determination of optimum correlation between a twisting moment and change, the method of experimental researches is foreseen. Mechanical descriptions and chemical composition of standard are certain for testing.

Известным методам безотходной резки тонкостенных труб на детали (или заготовки для последующей обработки) характерны такие недостатки как неперпендикулярность поверхности среза оси (кошка, сигмовидность), искажение формы поперечного сечения (овальность), сжатие цилиндрической поверхности [1].

Для их устранения необходима последующая механическая обработка с дополнительными энерго, материальными и трудовыми затратами. С целью получения изделий и заготовок безотходной резкой труб лишённой указанных недостатков предложен способ одновременной резки с кручением [2].

Для проверки технологических возможностей предложенного метода разработано устройство и проведены эксперименты по резке труб из стали 10, латуни Л63 и алюминиевого сплава АД-12 на заготовки с различным соотношением L/D и S/D (L , D , S – длина, диаметр и толщина отрезаемых заготовок соответственно).

Химический состав, структура и механические свойства труб дополнительно уточнялись соответствующими методами анализа и испытаний согласно действующим ГОСТ.

Устройство, позволяющее реализовать предложенный способ в общем случае, представляет две пары оправок-ножей, состоящих из соосно установленных наружных и внутренних оправок, зазор между которыми равен сумме максимальной толщины стенки трубы и несоосности ее внутреннего и наружного контура. При таком зазоре трубчатая заготовка свободно перемещается между внутренними оправками 2, 4 и наружными обоймами 1, 3, когда их геометрические оси совпадают и оправки, с соответствующими им обоймами, прижаты торцами друг к другу (Рис. 1,а). Оправки с обоймами могут поворачиваться относительно друг друга. Ось вращения одной из пар (Рис. 1,б.) смещена относительно ее геометрической оси на величину эксцентриситета e и описывает при вращении поверхность кругового цилиндра диаметром $2e$. Левая пара при этом может вращаться в противоположную сторону или оставаться неподвижной (Для простоты примем ее неподвижной).

Вследствие защемления заготовки между каждой парой оправок и обойм при вращении одной из них возникает одновременно кручение отрезаемой части заготовки, что в конечном итоге приводит к ее отделению от трубы по линиям надреза.

При этом при определенных соотношениях кручения и сдвига очаг деформации охватывает не все поперечное сечение, начиная с противоположных участков контакта заготовки с инструментом, а как бы перемещается по периметру, что снижает мгновенное усилие резки. Благодаря этому удается избежать

смятия поверхности и искажения профиля отрезаемых заготовок, заметного отклонения поверхности среза от плоскости, перпендикулярной оси.

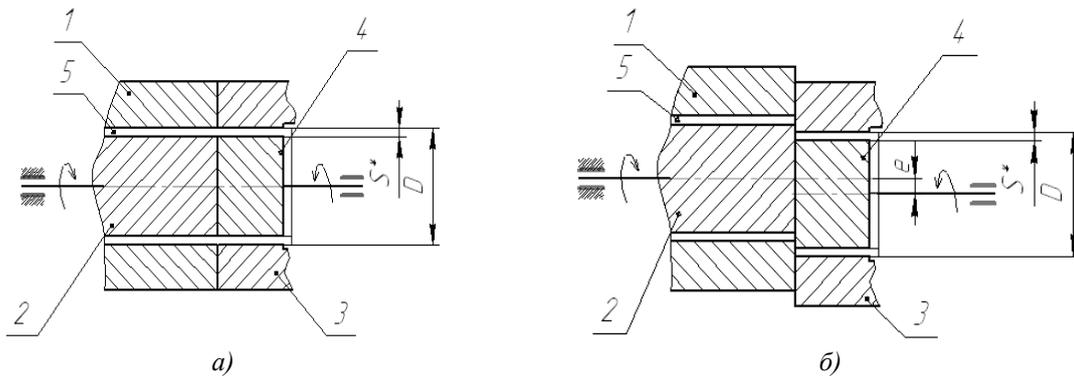


Рис. 1 Схема устройства для резки труб одновременным сдвигом и кручением:
а) Исходное положение инструмента, б) Положение инструмента после поворота на 180°

Разрезка трубы производится следующим образом.

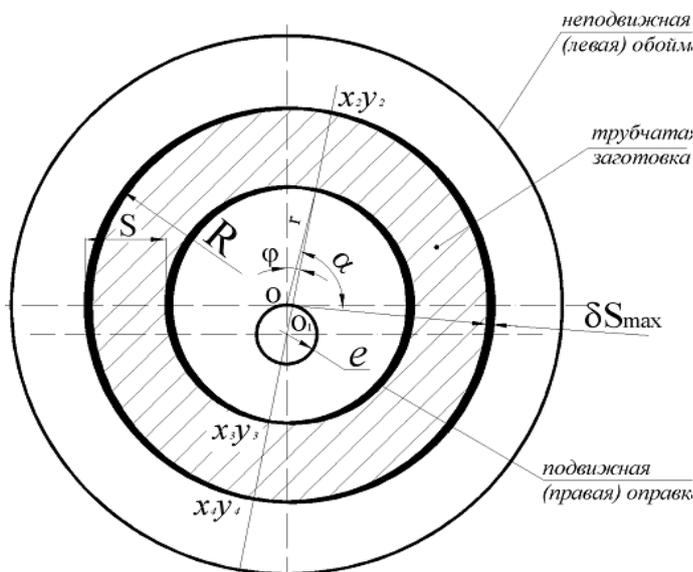


Рис. 2 Схема образования (формы и размеров) правых надрезов (S – толщина стенки трубы; δS_{\max} – максимальная глубина надреза)

При повороте правой оправки и обоймы относительно их смещенного центра вращения на внутренней и внешней поверхности трубчатой заготовки образуются справа и слева от вертикальной оси симметрии трубы (и пар оправка-обойма в их исходном положении) по два серповидных надреза (Рис. 2.). При этом сопряженными режущими кромками для правых надрезов служат торцевые кромки внутренней подвижной оправки и наружной неподвижной обоймы, а для левых – кромки неподвижной оправки и подвижной (наружной) обоймы. Размеры и глубина надрезов зависит от угла поворота и эксцентриситета.

На Рис. 2. показана схема образования одной пары надрезов при повороте на угол φ правой обоймы и оправки вокруг оси O_1 смещенной относительно геометрического центра O неподвижных левых оправки и обоймы (угол φ отсчитывается от вертикальной оси по часовой стрелке).

Координаты концов надрезов x_1y_1 , x_2y_2 и x_3y_3 , x_4y_4 можно вычислить, если установить связь между полярным углом φ (отсчитывается от горизонтальной оси ox против часовой стрелки).

Из геометрических соотношений (без учета зазора между трубой и оправками) можно установить такую зависимость:

$$\alpha = \frac{\pi - \varphi}{2} - \arccos \left(\frac{e \cdot \sin \frac{\varphi}{2}}{2r} \right) \quad (1)$$

Максимальная глубина надреза:

$$\delta s = 2e \cdot \sin \frac{\varphi}{2} \quad (2)$$

Зная координаты концов надреза и угол φ (а следовательно и α), можно подсчитать площадь надрезов и относительный сдвиг при известном эксцентриситете.

На Рис. 3. Показана последовательность процесса резки трубчатой заготовки в описанной установке.

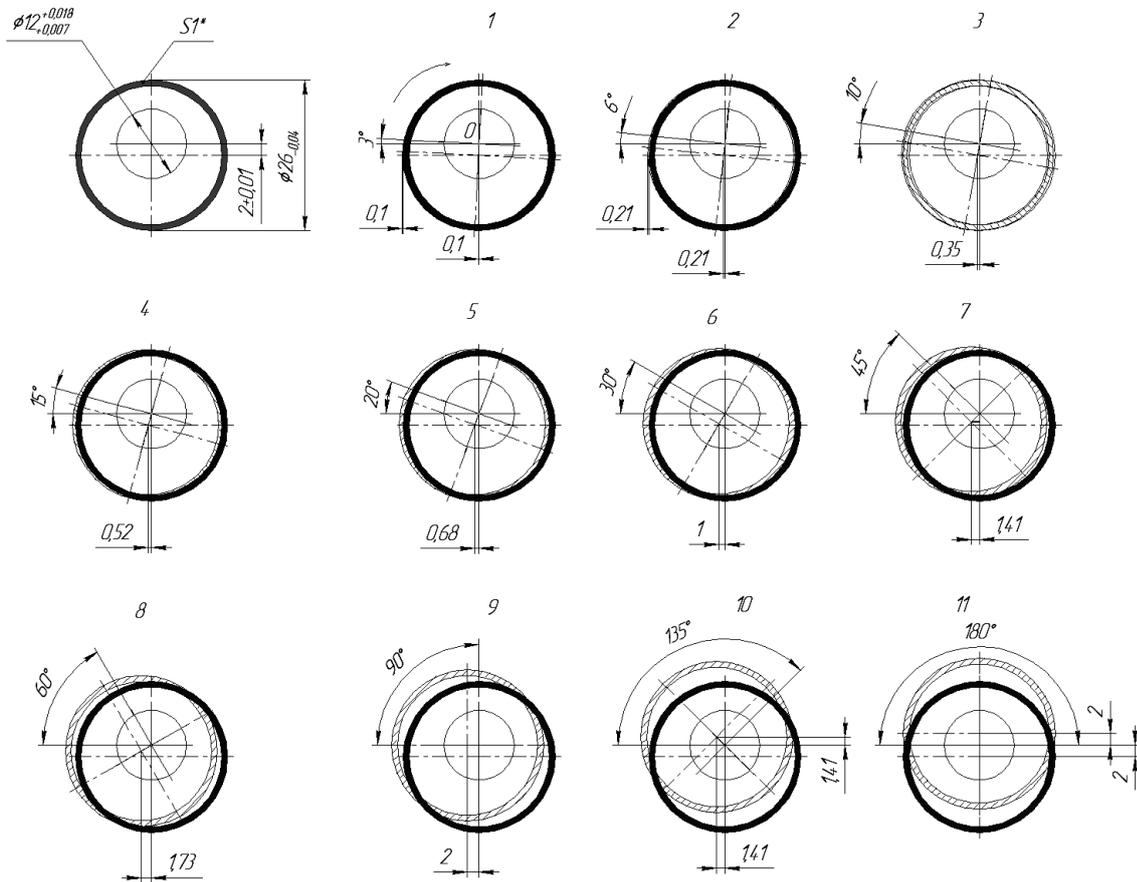


Рис. 3 Последовательность процесса резки трубчатой заготовки одновременным сдвигом и кручением

Для анализа и экспериментальной проверки напряженно-деформированного состояния при отрезке трубчатой заготовки описанным способом использовались заготовки из материала Сталь 10. Выбор заготовки для проведения лабораторных исследований был произведен по ГОСТ 8731-74 «Трубы стальные бесшовные горячедеформированные». Для проверки соответствия трубчатой заготовки $\varnothing 26 \times 2$ ГОСТу были проведены испытания в металлографической лаборатории в соответствии с ГОСТ 10006-80 «Трубы металлические, методы испытания на растяжение» на универсальной испытательной машине типа УМ-5А.

Получена диаграмма зависимости механических свойств от степени деформации.

Также с помощью стилоскопа модели «Спектр СЛ-13» был проведен анализ химического состава заготовки. После проведения испытаний и определения механических характеристик образца произведено сравнение полученных данных и сделан вывод о том, что данный материал трубы соответствует материалу Сталь 10 (ГОСТ 8731-74). Для определения наличия скручивания в зоне реза на трубчатую заготовку $\varnothing 26 \times 2$ в лабораторных условиях была нанесена координатная сетка 3×3 (отпечаток ромбической формы) с помощью прибора для измерения твердости металлов и сплавов по методу Виккерса модели ТП-7Р-1.

После проведения резки детали (по описанной ранее схеме) на машине для испытания образцов из металла на кручение крутящим моментом до 500Н/м модели КМ-50-1 определен крутящий момент, который составляет $M=172...176$ Н/м. По результатам опытов на деталях с относительной толщиной стенки S/D (1,5-7,7%) и разным соотношением L/D (100-230%) проведен анализ полученных данных для оценки эффективности избранной методики.

Выяснилось, что разрезка трубы на устройстве с кинематикой движения описанного выше не позволяет получить отрезанную заготовку высокого качества.

С целью устранения указанного недостатка предложена конструкция устройства, в котором в процессе вращения оправок эксцентриковая ось изменяет свое положение относительно центров оправок. Благодаря этому изменяется направление сдвига и скручивания: при повороте на 90° процесс идет в одном направлении, а при последующем вращении - в противоположном. Благодаря этому удалось избежать скола в заключительной стадии отделения детали от трубы-заготовки, повысить качество среза и точность деталей. Первый и второй переходы описанного процесса показаны на Рис. 4.

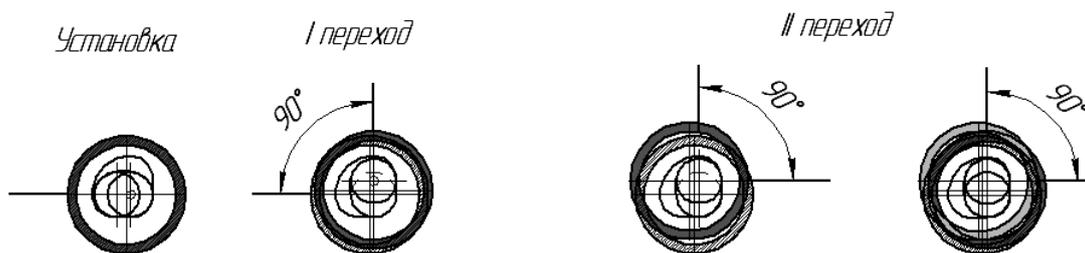


Рис. 4 Первый и второй переходы процесса отрезания трубчатых заготовок сдвигом и скручиванием

Выводы

Избежать скола на поверхности отрезаемых заготовок методом одновременного кручения и сдвига можно, изменив направление резки в завершающей стадии процесса до смыкания серповидных надрезов. Для этого предложена конструкция эксцентриковой оси и профиль поверхности по которой она перемещается таким образом, что после поворота одной пары оправок относительно другой на 90° , направление сдвига и кручения изменится.

Список літератури

1. Соловцев С.С. Безотходная разрезка сортового проката в штампах / С.С.Соловцев - М.: Машиностроение, 1985.-176 с.
2. №50653А В23D21/00 Спосіб різання труб на короткі заготовки; Автори: Розов Юрій Георгійович, Савченко Дмитро Миколайович Херсонський державний технічний університет, 15.10.2002р. Бюл.№10.
3. Стеблюк В.И., Савченко Д.Н., Розов Ю.Г. Методы совершенствования способов резки труб на короткие заготовки// Обработка материалов давлением. - 2009. - №1 (20).