

УДК 621.961.2; 621.961.04

Лыжников Е. И.  
Дунда Е. К.

### ПРОЦЕСС РЕЗКИ ТРУБ ПЛОСКИМ НОЖОМ

Резка труб является неотъемлемой частью производства на машиностроительных предприятиях. Известно множество способов резки труб на заготовки различной высоты, которые имеют свои достоинства и недостатки. Используемые способы отрезки можно разделить на две группы: отходная и безотходная резка.

Наиболее используемый способ резки труб – резка дисковым ножом (рис. 1). В патроне токарного станка зажимается труба, а диск закреплен в суппорте. При перемещении суппорта диск внедряется во вращающуюся трубу, пластически деформируя ее, что обеспечивает отделение заготовки. Недостатком такого способа является малая производительность и наличие на отрезанной заготовке и трубе зоны пластического наплыва металла, который необходимо удалять.

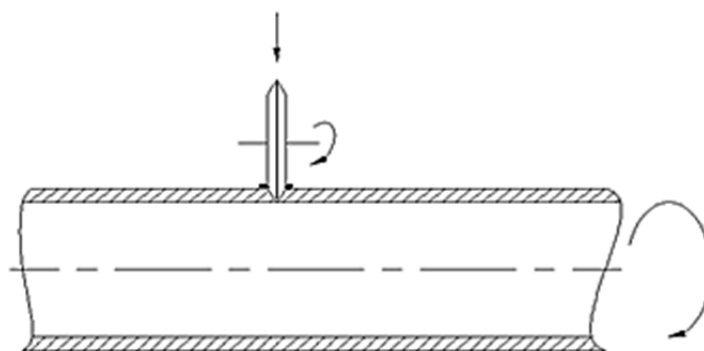


Рис. 1. Схема резки трубы роликовым ножом

При резке труб также используется метод отделения заготовки посредством вращающейся дисковой фрезы малого диаметра, закрепленной на подвижном суппорте, а труба имеет возможность вращаться с малой скоростью. Таким образом отрезают заготовки от толстостенной трубы при единичном производстве.

Находит применение и способ резки сдвигом, обеспечивающий большую производительность. Устройство, позволяющее реализовать предложенный способ в общем случае, представляет две пары ножей-оправок, состоящих из соосно установленных наружных и внутренних оправок, зазор между которыми равен сумме максимальной толщины стенки трубы и несоосности ее внутреннего и наружного контура [1].

Резка труб плоским ножом является перспективным направлением. Недостатком этого метода является момент начального внедрения ножа в трубу, что приводит к деформации отрезаемой заготовки. С целью устранения этого явления созданы штампы усложненной конструкции, обеспечивающие деформацию верхнего сечения трубы для увеличения вертикальной устойчивости при внедрении ножа [2]. Другим недостатком является отделение от трубы стружки-отхода, равного толщине ножа.

Целью данной работы является проведение экспериментальных исследований и определение силовых параметров резки труб плоским ножом, изучение влияния конфигурации ножа на процесс отделения заготовки от трубы и стружки-отхода по ходу ножа.

Снятие профиля заготовки можно устранить применением вспомогательной операции, предшествующей резу трубы. Она заключается в том, что вспомогательный (надрезающий) нож прорезает в верхней части трубы паз шириной, равной толщине ножа [3].

При таком способе устраняется возможность деформации сечения трубы в начальный момент внедрения ножа. Перемещение ножа на всем сечении позволяет получить качественную заготовку.

Рассмотрим процесс резки трубы плоским ножом при условии предварительной прорезки паза в верхней части трубы (рис. 2).

В эксперименте использовалась труба из алюминиевого сплава АК7 диаметром  $D = 50$  мм, с толщиной стенки  $S = 2$  мм. Для оценки силовых параметров резка выполнялась на разрывной машине с записью кривой усилия (рис. 3).

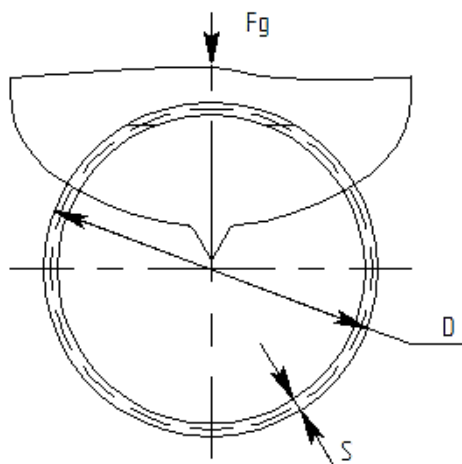


Рис. 2. Схема резки трубы плоским ножом

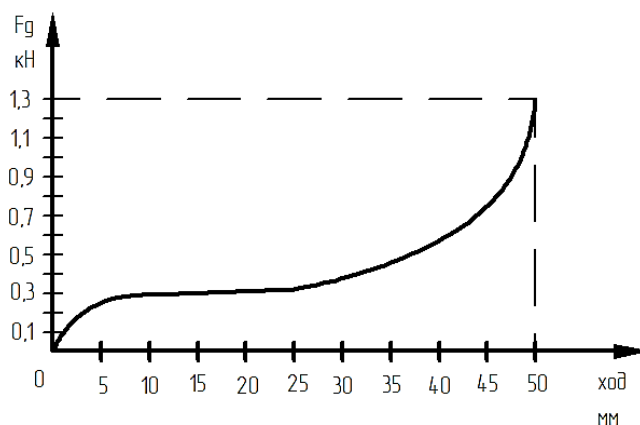


Рис. 3. График усилия резки трубы

Из графика видно, что на большей части перемещения ножа относительно трубной заготовки усилие практически постоянно, так как площади материала под режущей кромкой ножа приблизительно одинаковы. При правильном выборе профиля режущей кромки ножа это условие будет соблюдаться на всем ходе [4]. Увеличение усилия на конечном этапе объясняется тем, что при таком профиле ножа происходит отделение большого объема отхода.

В процессе эксперимента использовались три варианта профиля плоского ножа толщиной 2 мм (рис. 4). Ширина ножа выбиралась из условия свободного проваливания стружки-отхода – 60 мм. Профиль ножа выбирался, прежде всего, из условия минимальной величины хода для отделения отрезаемой заготовки.

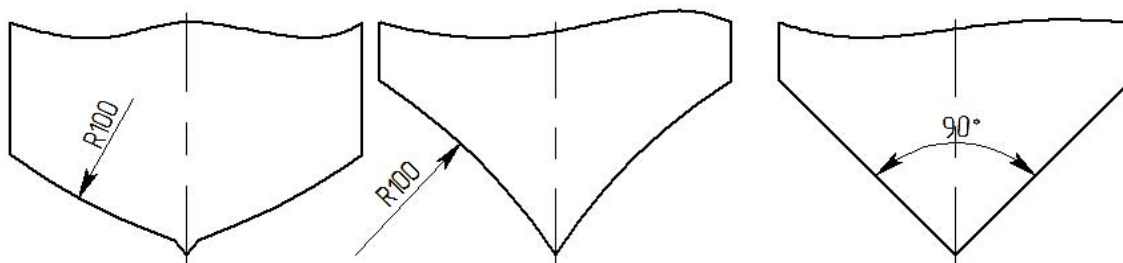


Рис. 4. Конфигурации профиля плоского ножа

Другим фактором, влияющим на выбор профиля ножа, является конфигурация стружки, образующейся внутри трубы при перемещении ножа. Процесс стружкообразования является одним из сложных физических процессов, при котором возникают упругие и пластические деформации; этот процесс сопровождается трением, завиванием и усадкой стружки,

повышением твердости деформируемых слоев металла [5]. Стружка, образуемая в процессе резки трубы, при определенном профиле ножа отрицательно сказывается на процессе резки. Стружка запирается между режущей плоскостью ножа и стенкой трубы, когда нож переходит в нижнюю часть сечения трубы относительно оси.

Особенностью резки трубы плоским ножом также является смещение отхода при перемещении ножа. В верхней зоне трубы режущая кромка ножа сдвигает отход внутрь, образуя завиток упрочненного металла. Упрочнение материала объясняется тем, что срезаемый слой подвергается пластической деформации. Завивание стружки вызывается тем, что слои стружки, прилегающие к ножу, деформируются больше. Со стороны действия режущей силы слой стружки утолщается, приобретая клинообразную форму, в результате чего создается завивание. В положении режущей кромки ножа, близком к оси трубы, отход начинает сдвигаться наружу (рис. 5).

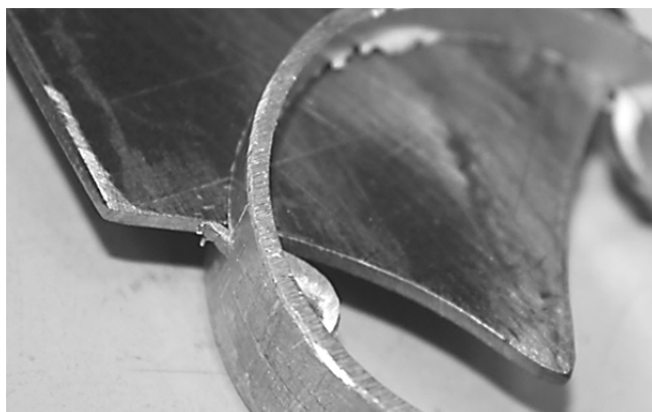


Рис. 5. Начало образования наружного отхода

При этом до определенного хода ножа внутренний отход и вновь образовавшийся наружный за счет схватывания по причине высокого удельного усилия перемещаются вниз как единый элемент (рис. 6, а). При положении ножа, близком к отрезке заготовки, внутренний отход отделяется от наружного (рис. 6, б). После отрезки заготовки наружный отход проваливается вниз, а внутренние завитки выпадают из трубы совместно с заготовкой после подачи трубы на шаг резки.



Рис. 6. Отделение отхода при резке трубы:

а – движение наружного и внутреннего отходов как единого элемента; б – отделение отхода-стружки при положении ножа близком к отрезке

В результате пластического сжатия срезаемого слоя стружка-отход оказывается короче того участка, с которого она срезана. Укорочение стружки по длине принято называть продольной усадкой стружки, величина ее характеризуется коэффициентом усадки. Коэффициент усадки представляет собой отношение длины участка, с которого срезана стружка, к длине самой стружки. Коэффициент усадки всегда больше единицы.

При перемещении ножа в верхней части трубы неподвижным ножом является труба и отрезаемая заготовка. При смещении режущей кромки ножа ниже оси трубы неподвижным ножом становится ножевая втулка, в которой располагается труба.

На рис. 7 представлены заготовки, отрезанные от труб диаметрами 50 мм и 20 мм из алюминия, нержавеющей стали диаметром 60 мм и отрезанные под углом 30° от алюминиевой трубы диаметром 60 мм.



Рис. 7. Отрезанные заготовки

## ВЫВОДЫ

Проведенные экспериментальные исследования по резке труб плоским ножом показали перспективность данного процесса, раскрыли последовательность образования стружки-отхода по ходу ножа, установили взаимосвязь между понятиями подвижный и неподвижный ножи.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стеблюк В. И. Методы усовершенствования способов резки труб на короткие заготовки / В. И. Стеблюк // *Обработка материалов давлением* : сб. науч. тр. – Краматорск : ДГМА, 2009. – № 1 (20). – С. 287–290.
2. Мецгерин В. Т. Листовая штамповка: атлас схем / В. Т. Мецгерин. – М. : Машиностроение, 1975. – 227 с.
3. Нефедов А. П. Конструирование и изготовление штампов / А. П. Нефедов. – М. : Машиностроение, 1973. – 408 с.
4. Ильин Л. Н. Технология листовой штамповки : учебник для вузов / Л. Н. Ильин, И. Е. Семенов. – М. : Дрофа, 2009. – 475 с.
5. Аришинов В. А. Резание металлов и режущий инструмент : учебник для вузов / В. А. Аришинов, Г. А. Алексеев. – М. : Машиностроение, 1976. – 440 с.

Лыжников Е. И. – канд. техн. наук, проф. МГТУ «Станкин»;

Дунда Е. К. – магистр МГТУ «Станкин».

МГТУ «Станкин» – Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва, Россия.

E-mail: [dunda.elena@mail.ru](mailto:dunda.elena@mail.ru)

Статья поступила в редакцию 06.01.2012 г.