

УДК 621.961.2

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РЕЗКИ ТРУБ ПЛОСКИМ НОЖОМ

Елена Константиновна Дунда

*Магистрант 1 года обучения,
кафедра «Системы пластического деформирования»,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»*

*Научный руководитель: Е.И. Лыжников,
кандидат технических наук, профессор кафедры «Системы пластического
деформирования»,
Московский государственный технологический университет «СТАНКИН»*

Операции разделения труб на заготовки являются неотъемлемой частью металлообрабатывающего производства. На сегодняшний день существует множество способов резки труб, которые можно разделить на отходные и безотходные, каждый из которых характеризуется совокупностью технико-экономических показателей и имеет свою рациональную область применения.

Наиболее используемый способ резки труб - разрезка дисковым ножом. 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.

В мелкосерийном производстве для разделения труб на заготовки используют разрезку резцами на токарно-отрезных станках. Преимуществами способа является его универсальность и простота, недостатком - низкая производительность, малая стойкость резцов. В кузнечно-заготовительном производстве этот способ находит ограниченное применение.

Также существует способ резки труб сдвигом, обеспечивающий высокую производительность [1]. Труба устанавливается в штамп на оправку неподвижного ножа и затем перемещается до упора на оправку подвижного ножа. Подвижный нож опускается и отрезает кольцевую заготовку. К недостаткам метода безотходной резки сдвигом следует отнести высокую точность базирования внутренних оправок для устранения возможного искривления отрезаемой заготовки.

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.

Деформацию 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.

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.

Рассмотрим процесс надрезки трубы (рис. 1). Надрезающий нож имеет толщину 2 мм. Высота надрезаемого паза равна двум толщинам стенки трубы. Значение этого параметра выбрано из конструктивных соображений и удовлетворяет условию, при котором в начальный момент движения основного ножа не происходит смятия кольцевого профиля трубы.

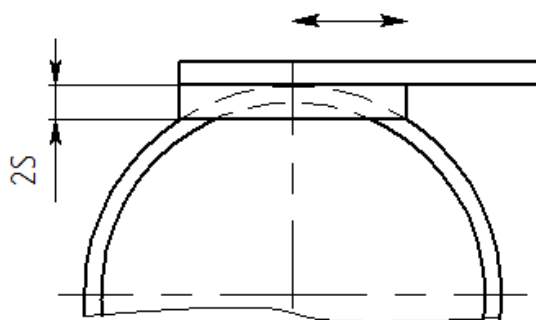


Рис. 1. Прорезка паза в верхней части трубы

Процесс прорезки паза надрезающим ножом аналогичен работе строгального резца [4]. Поэтому схема сил, действующих на надрезающий нож, будет подобна схеме сил, действующих на лезвие резца (рис. 2).

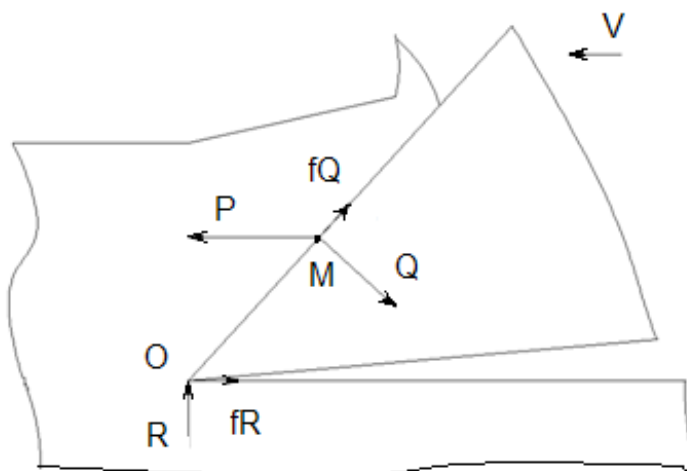


Рис. 2. Схема сил, действующих на лезвие строгального резца

В точке М к передней поверхности лезвия резца приложены приведенная нормальная сила Q , перпендикулярная передней поверхности резца и определяющая сопротивление металла пластической деформации, и приведенная сила трения fQ , возникающая в связи с перемещением стружки по передней поверхности. В точке О к задней поверхности лезвия резца приложены приведенная сила R , перпендикулярная направлению главного движения резца со скоростью V , и приведенная сила трения fR , направленная против направления движения резца. Сила резания P приложена в точке М к передней поверхности, по направлению действия совпадает со скоростью резания V перемещения строгального резца.

Рассмотрим процесс резки трубы плоским ножом при условии предварительной прорезки паза в верхней части трубы (рис. 3).

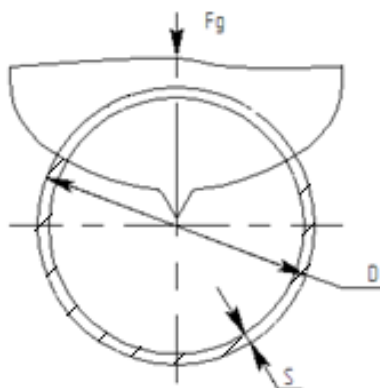


Рис. 3. Схема резки трубы плоским ножом

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. 4).

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 [5]. Увеличение усилия на конечном этапе объясняется тем, что при таком профиле ножа происходит отделение большого объема отхода.

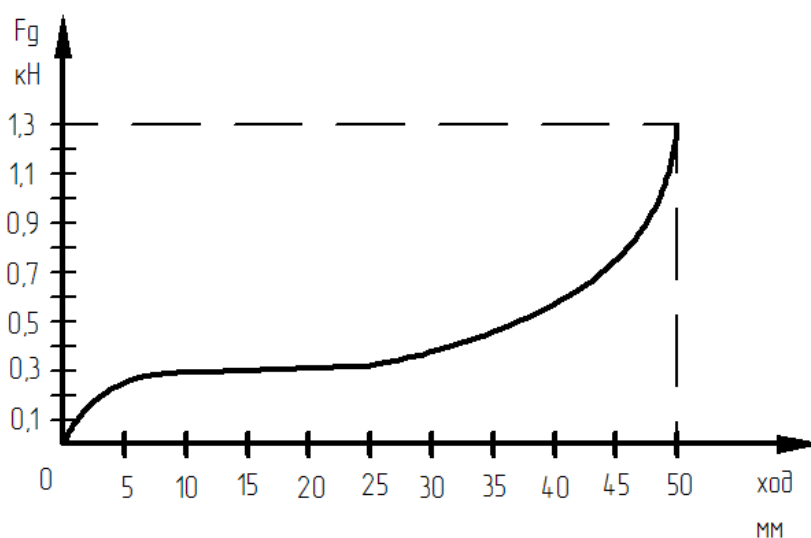


Рис. 4. График усилия резки трубы

Особенностью резки трубы плоским ножом также является перемещение отхода при ходе ножа. В верхней зоне трубы нож сдвигает отход-стружку внутрь трубы, образуя упрочненный завиток металла. Направление отделения отхода от заготовки зависит от направления нормальной составляющей силы резания N относительно касательной к средней линии кольца в поперечном сечении заготовки (рис. 5).

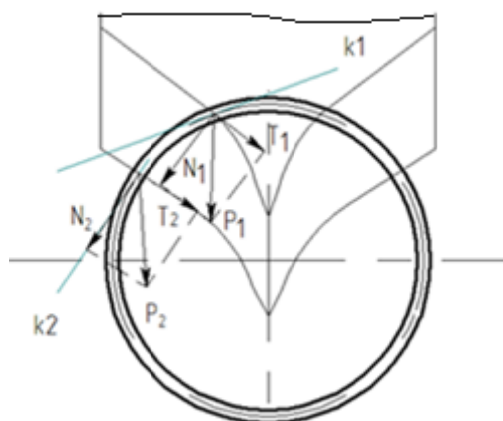


Рис. 5. Силы, действующие со стороны режущей кромки:
 P - сила резания, приложенная к одной кромке ножа; N - нормальная составляющая силы резания, направленная перпендикулярно к плоскости ножа;
 T - касательная составляющая силы резания;
 k - касательная к средней линии кольца в поперечном сечении заготовки

До определенного угла разрезки сила N направлена внутрь трубы относительно касательной. До этого момента стружка-отход отделяется внутрь трубы. После этого сила N начинает действовать в направлении от трубы и происходит образование наружного отхода. При этом до определенного хода ножа внутренний отход и вновь образовавшийся наружный 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.

Угол разрезки, при котором начинается отделение отхода наружу, зависит от профиля ножа. В процессе эксперимента были рассмотрены три конфигурации ножа, представленные на рис. 7.

Выявлено, что наименьший угол разрезки соответствует профилю с прямым углом в вершине ножа.



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

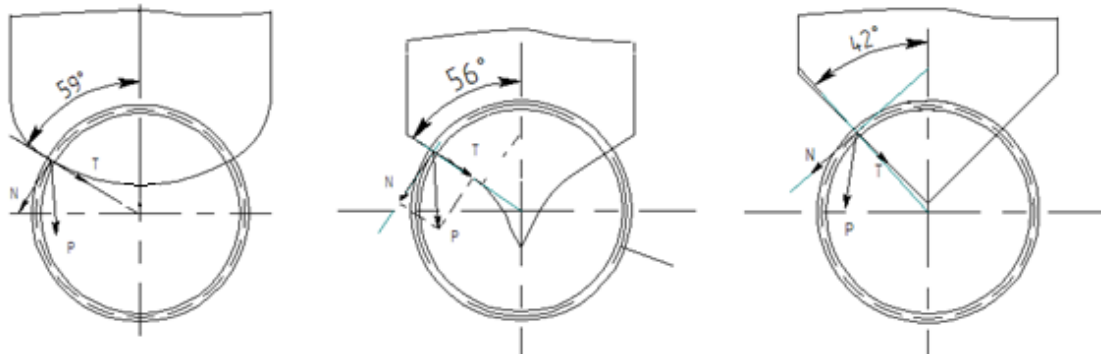


Рис. 7. Конфигурации ножей

В процессе эксперимента необходимо было выбрать оптимальный профиль ножа. Параметром выбора послужило условие минимальной величины хода ножа для отделения заготовки, что осуществимо при использовании ножа конфигурации 1.

Выводы

Проведенные экспериментальные исследования по резке труб плоским ножом показали перспективность данного процесса, выявили последовательность образования стружки-отхода по ходу ножа, позволили определить оптимальный профиль ножа, оценить силовые параметры резки.

Литература

1. *Стеблюк В.И.* Методы усовершенствования способов резки труб на короткие заготовки//Обработка материалов давлением: сборник научных трудов. - Краматорск: Донбасская государственная машиностроительная академия, 2009.№1. -С.287-290.
2. *Мещерин В.Т.* Листовая штамповка: Атлас схем. - М.: Машиностроение, 1975. – 227 с.
3. *Нефедов А.П.* Конструирование и изготовление штампов. - М.: Машиностроение, 1973. - 408 с.
4. *Грановский Г.И., Грановская В.Г.* Резание металлов: учебник для вузов. -М.: Высш. шк., 1976. -304с.
5. *Ильин Л.Н., Семенов И.Е.* Технология листовой штамповки: учебник для вузов. -М.: Дрофа.2009. -475 с.