

Исследование зоны соединения показало отсутствие несплошностей и микротрещин, а на поверхности соединения отсутствуют цепочки окисных включений.

Кроме того, проведенный на электронном микроскопе спектральный анализ показал наличие переходной зоны в пределах до 10 мкм в котором наблюдалась диффузия легирующих элементов от более легированной стали к стали 40Х. Диффузия легирующих элементов вероятно протекает в процессе выхода дислокаций на контактные поверхности двух сталей при интенсивной совместной деформации и наиболее выражена при высоком процентном содержании того или иного легирующего элемента.

Значение твердости на поверхности рабочей полости вставок пуансона после проведенной закалки, выполненной из стали Х12МФ составило 58–61 HRC, для стали Р6М5 – 64–66 HRC. Значение твердости на рабочей поверхности пуансонов для стали 9ХС составило 60–61 HRC, для стали 5ХНМ 59–60 HRC. Из чего следует, что, применяя ту или иную штамповую сталь, можно обеспечить требуемый комплекс механических свойств инструмента. При значительных нагрузках штамповые стали обеспечат высокую износостойкость инструмента, а сталь 40Х используемая в качестве основы, с полученной твердостью 39–46 HRC (увеличивается от сердцевины к поверхности) будет дополнительно поглощать ударную нагрузку, что увеличит общую стойкость биметаллического инструмента.

УДК 621.777.35.621

Особенности пластического формоизменения заготовки при комбинированном способе получения трубок малого диаметра из ленты

Студент гр. 104412 Хведчук Н. С
Научный руководитель – Карпицкий В. С
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Длинномерные трубчатые изделия малого диаметра (капиллярные трубы с внутренним диаметром 0.1–1.5 мм) находят широкое применение в приборостроении в качестве дозаторов и дистанционных датчиков температуры, радиаторов охлаждения приборов и др., в медицине в качестве наконечников шприцев и в других отраслях промышленности. Основное свойство таких трубок – пропускать при заданном давлении строго определенное количество жидкости или газа в единицу времени. Получают, как правило, такие изделия из коррозионностойких сталей и цветных металлов и сплавов сочетанием процессов холодной прокатки на начальной стадии их изготовления и волочения с использованием оправок различной конструкции и безоправочного волочения на заключительных этапах технологического цикла.

Однако следует отметить, что существующие способы получения трубок малого диаметра характеризуются длительностью и сложностью маршрута изготовления, во многих случаях с применением промежуточной термообработки. Длительность технологического цикла изготовления предопределяет необходимость частого изготовления захваток на концевых участках труб с использованием специального оборудования, что ведет к значительным материальным и энергетическим затратам. Большие силы контактного трения в очаге деформации при волочении приводят к частым обрывам изделий и ограничению минимально возможных диаметров получаемых изделий.

На основании анализа существующих технологических схем получения трубок малодиаметра предложен комбинированный способ формообразования таких трубок из ленты, позволяющий упростить технологию их изготовления. Сущность данного метода заключается в том, что формообразование трубчатых изделий в процессе изготов-

ления производится путем одновременной свертки ленты в трубку в заходной зоне конусной части волоочильного инструмента и редуцирования изделия по наружному диаметру в переходной зоне волокна от конусной ее части к калибрующему пояску с последующим формированием качественного стыкового соединения за счет пластического деформирования сдвигом и дополнительным локальным воздействием на изделие в калибрующей части волокна.

Основными операциями в технологическом цикле изготовления изделия являются: подготовка полосы (ленты) для последующего деформирования (точная резка на полосы требуемой ширины, обжим ее концевой участка с возможностью заправки заготовки в волоочильный инструмент и захвата тянущим механизмом); безправочное волочение через волоочильный инструмент (количество волок, определяется маршрутом волочения) и при необходимости окончательная обработка изделия (химико-термическая, правка и др.).

Установлено, что качество стыкового соединения получаемых трубок в значительной степени зависит от точности исходных полос по ширине с целью получения таких заготовок разработаны и изготовлены малогабаритные многоножевые ножницы, обеспечивающие резку нескольких лент толщиной на 0,15–0,5 мм из рулона, а также обрезку лент по ширине на заданный размер. Расчет требуемой ширины полосы для каждого типоразмера изделия производили методом развертки по нейтральной поверхности деформации, используя коэффициенты смещения нейтрального слоя.

При изгибе (свертке) особенно относительно толстостенных заготовок при $S > 0,05d$ в кольцевую форму происходит меньшее удлинение (утяжка) наружных растягивающих слоев заготовки и меньшее укорочение внутренних сжимающих слоев. В этом случае место стыка получится со скосом кромок, что не обеспечивает плотного соединения. Во избежание этого дефекта необходимо применять заготовку со скошенными концами, увеличивая длину заготовки с наружной стороны изгиба и уменьшая с внутренней. Угол скоса при этом зависит от относительного радиуса гибки (R/S).

Более плотное, герметичное и качественное стыковое соединение можно получить за счет пластической деформации в процессе волочения. С этой целью после формирования трубчатой, кольцевой заготовки в зоне свертки производится безправочное волочение с незначительной степенью деформации ($E_D=1,2$). С учетом этого должна быть скорректирована расчетная ширина исходной заготовки (полосы) для определенного диаметра капиллярной трубки с учетом дополнительного припуска по ширине на пластическую деформацию в обжимной и калибрующей части волокна для образования более качественного стыкового соединения.

В качестве исходного материала для проведения экспериментальных исследований процесса изготовления трубок с наружным диаметром до 2,0 мм использовали стали углеродистые качественные марок 10, 20 и сталь легированную коррозионно-стойкую марки X18H9T толщиной 0,15–0,2 мм. Процесс свертки полосы в трубчатое изделие и волочение осуществляли с использованием стандартных твердосплавных волок с углом конусности 12° и длиной калибрующей части 1,5 мм. С целью уменьшения усилия и напряжения волочение трубок проводили со смазкой. В качестве смазочного материала использовали порошкообразные смазки (порошок сухого мыла, хлорированный парафин).

Изготовление трубок осуществляли на лабораторном цепном волоочильном стане со скоростью 20 м/мин. С целью точного замера тянущего усилия процесс волочения проводили на испытательной машине Р-5. Результаты экспериментальных исследований показали, что формообразование трубок малого диаметра происходит при небольших силовых параметрах. Так, например, для изготовления трубок из стали X18H9T диаметром 1,2 мм, толщиной 0,2 мм из полосы шириной 3,9 мм процесс свертки осуществляли за три прохода со средней разовой степенью деформации 15 %. Тянущее усилие при этом составляло 150 Н. На окончательном проходе волочения – 200–220 Н. Качество готовых

трубчатых изделий проверяли на герметичность (продувкой воздуха под давлением) и на пропускную способность путем пропуска через трубку воды. Исследования показали стабильную работоспособность предложенного способа и возможность изготовления качественных трубчатых изделий малого диаметра из ленты.

УДК.621.77.04

Интенсификация процесса разделения пруткового материала на мерные заготовки клиновидными ножами

Студенты гр.104412 Высево В. А., Колядко С. Д., Кисель И. С.
 Научный руководитель – Исаевич Л. А.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Установлено, что наиболее эффективным является способ формообразования в нем кольцевой канавки клиновидного сечения пластическим деформированием металла дисковыми ножами, при постепенном углублении которой происходит разрушение сортамента в этой зоне (рисунок 1).

В этом случае большую роль играет угол изгиба оси прутка в зоне формообразованной канавки, при котором происходит отделение самой заготовки. Его можно рассчитать с помощью эмпирической формулы:

$$\psi = \text{arctg} \frac{1}{l} \left(\frac{K_1}{2^{2k-1}} + K_2 \right),$$

где K_1, K_2 – коэффициенты, имеющие размерность в мм;

K – безразмерный коэффициент, численно равный h ;

h – глубина канавки, мм;

l – расстояние от линии дна канавки до точки приложения отгибающей силы P , мм.

Формула составлена на основании экспериментальных данных, полученных при разделении прутков на токарном станке.

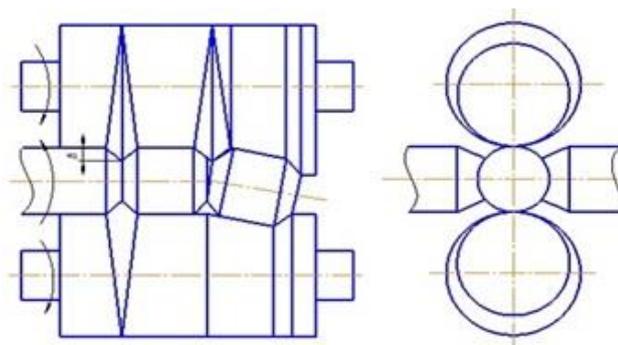


Рисунок 1 – Сборный инструмент для поперечной прокатки тел вращения

На основании проведенных исследований установлено, что в случае локального изгиба прутка в зоне формированной кольцевой канавки клиновидного сечения для обеспечения эффективного отделения заготовки глубина этой канавки может быть значительно меньше, чем в отсутствие указанного изгиба. При этом значение данного угла при глубине канавки не менее 0,5 мм не превышает 9° и не зависит от диаметра разделяемого прутка.