

Наличие локально подвижных зон и зоны замкнутого контакта в очаге деформации позволяет снизить общее усилие деформирования и в то же время иметь в очаге деформации преимущественно схему всестороннего неравномерного сжатия, благоприятную для пластического деформирования заготовок в термоупрочненном состоянии. Кроме того, при штамповке обкатыванием трубных заготовок имеются условия для варьирования «жесткости» схемы напряженного состояния путем изменения схемы деформации от вытяжки с утонением до прессования. При приложении рабочего усилия к пуансону получают схему вытяжки с утонением, если усилие прикладывают к торцу заготовки – схему прессования. Это значительно расширяет возможности процессов получения трубных деталей из термоупрочненных заготовок.

При оценке технологических возможностей сферодвижной штамповки следует учитывать два обстоятельства:

1) схемы, обеспечивающие монотонное возрастание площади поверхности контакта, приводят к повышению уровня сжимающих напряжений, но имеют низкий уровень сдвигающих напряжений. Это устраняет возможность появления макротрещин, но ухудшает плотность спрессованной заготовки;

2) схемы, обеспечивающие немонотонный характер изменения площади контакта, как правило, имеют меньшие значения сжимающих напряжений, но деформация при этом имеет сдвиговый характер.

В обоих случаях требуются методики выбора оптимальных технологических режимов. Проведены исследования влияния технологических режимов на структуру металла. Установлено, что получение ультрамелкозернистой структуры реализуется не при всех режимах сферодвижной штамповки. Так, степень изменения структуры существенно улучшается при немонотонном циклическом характере изменения площади поверхности контакта. Сильное влияние на степень измельчения зерна оказывает реверс вращательного движения инструмента. Этого можно достичь чередованием вращения матрицы и пуансона, а также путем переворачивания заготовки.

Процесс сферодвижной штамповки обеспечивает следующие преимущества: во-первых, «плавающий» очаг деформации приводит к существенному снижению удельного усилия в 5–15 раз; во-вторых, улучшаются условия изменения структуры за счет интенсивных сдвигающих деформаций; в-третьих, расширяются технологические возможности получения деталей различной формы (разнообразие схем деформирования).

УДК 620.1-19

Изготовление биметаллического штампового инструмента с высокими скоростями деформирования

Студенты гр. 10402112 Кубасов С. А., Дыдик П. И., Азохов Д. Л., Пилипцевич Д. В.
Научный руководитель – Ленкевич С. А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

На современном этапе развития машиностроительной отрасли в Республике Беларусь приоритетными задачами являются повышение качества, надежности и долговечности деталей узлов и механизмов, как технологического оборудования и оснастки, так и выпускаемой продукции. Решение обозначенных задач может осуществляться на основе комплексного подхода, включающего в себя создание новых материалов, разработку и внедрение эффективных технологий по упрочнению и ресурсосбережению металлов, являющихся основным сырьем машиностроительных предприятий.

Кроме того, конструкторы и технологи все чаще проявляют интерес к созданию и использованию биметаллических изделий с целью экономии дорогостоящих материалов

и повышения их эксплуатационных свойств. В этой связи процесс скоростного горячего выдавливания открывает новые возможности получения изделий с одновременным формированием биметаллического соединения.

Высокие скорости деформирования способны обеспечить положительное действие инерционной составляющей усилия, значительное снижение контактного трения, интенсивное выделение тепла в местах наибольшей деформации, что обеспечивает четкое выполнение штампуемого рельефа, получение тонких стенок (до 3–4 мм), ребер (до 1,5–2,5 мм), полотен (до 1–2 мм), малых радиусов закруглений. Высокоскоростное воздействие на заготовку увеличивает глубину проникновения пластической деформации, что гарантирует хорошую проработку структуры металла и благоприятное расположение волокна.

В качестве деталей-представителей были выбраны детали типа «вставка пуансона» и детали типа «пуансон», которые используются в качестве основных деталей штампов.

Наибольшие нагрузки, такие как сжатие, износ, удар по инструменту и тепловое воздействие, испытывает та часть инструмента, где непосредственно происходит пластическое формоизменение, т. е. формообразующая полость вставки пуансона или торец пуансона.

Для получения биметаллических деталей штампов в качестве основы использовали недорогую конструкционную низколегированную сталь, такую как 40Х, а в качестве рабочей части инструмента применяли инструментальные легированные 9ХС, 5ХНМ и высоколегированные штамповые стали – Х12МФ и Р6М5.

С учетом перечисленных выше факторов была спроектирована штамповая оснастка для реализации схемы скоростного нагружения, которая представлена на рисунке 1.

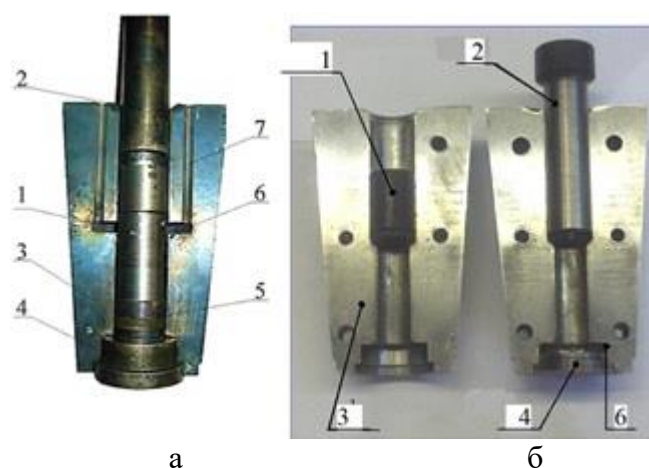


Рисунок 1 – Штамповая оснастка и составные заготовки для комбинированного выдавливания (а) вставки пуансона, (б) пуансона:
1 – составная заготовка; 2 – ударник; 3 – полуматрицы; 4 – упор; 5 – набор прокладок для регулировки линии раздела составной заготовки относительно кольцевой проточки; 6 – кольцевая проточка; 7 – канал для отвода газов и смазки

С помощью оснастки, представленной на рисунке 1, на газодинамической установке были получены биметаллические поковки штампового инструмента типа «вставка пуансона» и «пуансон» (рисунок 2). Охлаждение поволоков велось на спокойном воздухе.



Рисунок 2 – Внешний вид биметаллических поковок, полученных с начальной скоростью деформирования 50 м/с: а – вставка пуансона; б – пуансон

Совместное затекание двух металлов при температуре штамповки 1150 °С в кольцевую проточку б (рисунок 1) обеспечивало удаление окислов с поверхностей и формирование биметаллического соединения. Исследование зоны соединения осуществлялось по шлифам (рисунок 3), вырезанным из центральной части, полученных поковок различных композиций сталей.

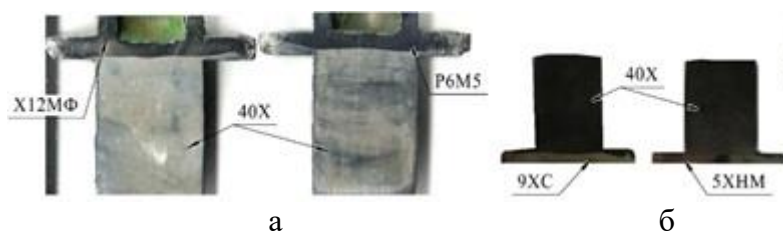


Рисунок 3 – Протравленные шлифы биметаллических образцов: а – вставка пуансона; б – пуансон

На рисунке 4 приведены фотографии микроструктуры биметаллических образцов в зоне шва.

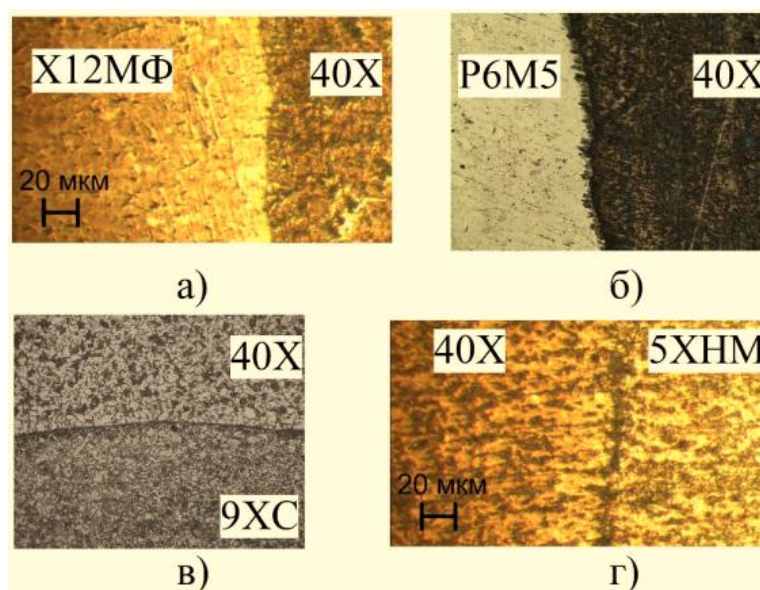


Рисунок 4 – Микроструктура шва биметаллических образцов х500: а – сталь 40X+X12MФ; б – сталь 40X+P6M5; в – сталь 40X+9XC; б – сталь 40X+5XHM

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-