

которую при коэффициенте трения $f=0,3$ можно принять с некоторым запасом $P_{тр}=0,3P_0$.

Тогда:

$$P = P_0 + P_{тр} = 1,3P_0.$$

В результате проведенных расчетов и экспериментальных исследований установлено, что для осуществления формообразования замкнутых профилей прямоугольного сечения целесообразно использовать оборудование с гидравлическим приводом и усилием на ползуне равным 10000 кН.

ВЛИЯНИЕ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ НА ПРОЧНОСТЬ СЛОИСТЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Т.В. Арех, Д.Н. Кульчинский, А.Н. Талецкий

Научный руководитель – О.А. Шиманович

Белорусский национальный технический университет

В данной работе исследуется влияние пластической деформации на прочность связи слоев композиционных материалов, полученных сваркой взрывом. Широкому внедрению биметаллов на основе разнородных трудносвариваемых материалов препятствует ряд процессов, протекающих в зоне соединения на различных стадиях технологического процесса обработки (резкое снижение прочности соединения за счет образования хрупких интерметаллидных соединений, низкая точность формы получаемых листов из-за трудно контролируемого изгиба и коробления в процессе импульсного нагружения и т.д.). Устранить эти недостатки можно с помощью последующей прокатки.

Для исследования влияния пластической деформации на прочность соединения был получен биметалл алюминий-медь, в зоне соединения которого имелось большое количество микронеоднородностей в виде интерметаллидных включений размером 40 – 120 мкм и расслоений, образовавшихся под воздействием растягивающих напряжений волн разгрузки.

Последующая прокатка сварных заготовок с обжатиями до 30...35% приводит к снижению прочности соединения по сравнению с исходной. Это объясняется дроблением образовавшейся в процессе импульсного нагружения хрупкой интерметаллидной прослойки и нарушением на некоторых участках непрерывности зоны сцепления. При этом граница соединения представляет собой плотно расположенный слой крупных интерметаллидных осколков размером 80...120 мкм, ориентированных перпендикулярно межслойной границе, перемежающихся несплошностями, заполненными мелкими интерметаллидными включениями размером 10...16 мкм.

При увеличении степени деформации до 50...60% происходит сдвиг и дробление включений интерметаллидной фазы, обнажаются ювенильные поверхности, которые становятся новыми активными центрами схватывания. Размеры крупных интерметаллидных включений уменьшается до 25...42 мкм, а относительная протяженность бездефектной границы соединения возрастает до 30%. Этот процесс сопровождается возрастанием прочности соединения.

Особенностью процесса прокатки биметаллов с несимметричным расположением слоев является изгиб выходящего из валков конца полосы. Изгиб полосы является следствием неравномерной послойной деформации, выражающейся в различной степени вытяжки основного и плакирующего слоев. В результате, в слоистой полосе возникают большие остаточные напряжения, а кривизна полосы часто достигает значений близких кривизне валков. Это приводит к оковыванию валка полосой и возникает опасность вторичного захвата.

Компенсировать несимметрию, вызванную неравенством сопротивления деформации компонентов биметалла, и исключить изгиб полос возможно при прокатке с рассогласованием окружных скоростей валков. В этом случае совокупное влияние всех факторов деформации на изгиб полосы может быть выражено критерием $V_{1п}/V_{2п}$, где $V_{1п}$ и $V_{2п}$ скорости пластического течения основного и плакирующего слоев биметалла. Таким образом, изгиб полосы можно рассматривать как следствие различия в скоростях пластического течения слоев биметалла, при этом полоса изгибается в сторону слоя, имеющего меньшую скорость течения.

Исследования показали, что путем последующей пластической деформации можно

значительно повысить прочность соединения слоистых композиционных материалов, компоненты которых взаимодействуют в процессе высокоскоростного плакирования с образованием хрупких интерметаллидных соединений. Одновременно, используя способ прокатки с рассогласованием окружных скоростей валков, можно получать прямолинейные биметаллические полосы путем соответствующего выбора величин обжатий и рассогласования скоростей валков.

ЧИСТОВАЯ ВЫРУБКА ЛИСТОВЫХ БИМЕТАЛЛОВ

П.А. Медушевский, Д.П. Жданович

Научный руководитель – к.т.н., доцент *В.И. Любимов*
Белорусский национальный технический университет

Листовой биметаллический прокат находит все более широкое применение для изготовления деталей методами листовой штамповки. Применяемые в производственной практике традиционные технологические процессы отрезки, вырубки и пробивки не обеспечивают требуемого качества изделий из биметаллов: при штамповке мягкий слой биметалла по контуру отделяемой детали или заготовки выдавливается из-под инструмента, поверхность среза сильно искривляется, пластически деформируется и сама деталь, и, кроме того, имеет место расслоение. Это объясняется тем, что процессы разделения биметаллических материалов в штампах имеют существенные особенности по сравнению со штамповкой монометаллических материалов. Различают три стадии процесса разделения биметаллов [1]. Начальная стадия процесса характеризуется упругой деформацией твердого слоя и пластической деформацией мягкого слоя. При этом твердый слой выполняет роль жесткой подложки, на которой пластически деформируется (выдавливается) мягкий слой. Смятие мягкого слоя у режущей кромки инструмента достигает 50% от его первоначальной толщины, а ширина пояса смятия равна толщине биметалла. [2]. При смятии мягкого слоя происходит его упрочнение. Когда сопротивление деформированию обоих слоев в непосредственной близости от режущих кромок инструмента станет одинаковым, начинается вторая стадия разделения – совместная пластическая деформация слоев, которая продолжается до исчерпания пластичности и завершается разделением.

Получение некачественной поверхности среза приводят к необходимости дополнительной обработки, увеличенному расходу материала, ухудшению условий обработки на последующих операциях и росту трудозатрат. Для исключения указанных недостатков предложена технология чистой вырубки и пробивки листовых биметаллов. Процесс реализуется путем применения двух встречных матриц, пуансона и контрпуансона. Причем матрица, расположенная со стороны мягкого слоя, имеет конусный выступ. Процесс осуществляется в две стадии: на первой стадии производится разделение мягкого слоя, на второй – твердого. При этом, как и при традиционных методах вырубки и пробивки, твердый слой на первой стадии процесса выполняет роль жесткой подложки, на которой с помощью матрицы с конусным выступом происходит разделение мягкого слоя.

Получаемая данным методом поверхность среза практически не имеет дефектов и близка к идеальной. Важной особенностью процесса является то, что в надлежащий момент времени рабочий ход матрицы с конусным выступом приостанавливается, материал остается в зажатом между матрицами положении, и происходит переключение пресса на отделение детали пуансоном. Для реализации указанной последовательности рабочих частей штампа необходимы прессы тройного действия.

Разработана конструкция штампа, позволяющая осуществлять чистовую вырубку биметаллов на прессах простого действия.

Литература

1. В.И.Колос, В.Б.Любушин. Механика процесса штамповки-вырезки листового биметалла.– «Кузнечно-штамповочное производство», 1975, №11
2. В.Б.Любушин, Р.С.Горовой, В.В.Грязев, Г.Е.Скорород. Исследование процесса штамповки-вырезки толстолистовых заготовок из биметаллических стале-алюминиевых полос.– «Кузнечно-штамповочное производство», 1968, №10.