

Анализ методов получения биметаллов обработкой давлением

Студенты гр. 10402220: Буримский С.В., Стафейчук Н.В., Копейко В.Д.

Научный руководитель – Томило В.А.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

С развитием техники биметаллические изделия находят широкое применение. В связи с этим производство биметаллических изделий растет с каждым годом. Широкое применение в производстве биметаллических заготовок и изделий нашли методы обработки давлением, а именно: прокатка, холодная сварка, сварка взрывом и трением, клинопрессовая сварка, ультразвуковая и диффузионная сварка, а также высокочастотная сварка. Проанализируем некоторые методы.

Сварка прокаткой. Исходной заготовкой является пакет, состоящий из двух разных слоев металла в виде пластин или слябов [1]. Свариваемые поверхности заготовок тщательно зачищаются, обезжириваются, герметизируются или прокатываются в вакууме. Заготовки нагреваются до интервала температур горячей обработки и прокатываются. После прокатки заготовки обжигаются. Наибольшее распространение получила схема горячей прокатки между цилиндрическими вальками.

Преимуществом сварки горячей прокаткой является высокая производительность, поэтому она используется в крупносерийном и массовом производстве. При помощи такого вида сварки чаще всего получают биметаллические листы. Сварка горячей прокаткой в вакууме дает высокие показатели прочности сварного соединения. К недостаткам относят использование дорогостоящего оборудования, а также наличие больших производственных помещений. Необходимость нагрева заготовок так же является недостатком данного метода.

Холодная прокатка. Для соединения алюминий + медь, алюминий + титан, алюминий + латунь и т.д., производят холодную прокатку [2]. Необходимым условием при холодной прокатке, также, как и при горячей прокатке является чистота свариваемых поверхностей.

К преимуществам сварки холодной прокаткой относят высокую производительность. Отсутствие вредных выделений и нагрева заготовок. Недостатком является малая прочность сварного соединения, а также высокие требования к чистоте свариваемых поверхностей.

Холодная сварка. При помощи данного метода получают неразъемные соединения однородных и разнородных заготовок. Отличительной особенностью является то, что при холодной сварке заготовки не нагреваются, что позволяет сваривать достаточно твердые металлы без ухудшения их прочностных свойств. Заготовки подвергаются значительной совместной пластической деформации. Основными инструментами холодной сварки являются пуансоны, ролики. Так же применяются и другие технологические схемы сварки, а именно: стыковая сварка, стыковая сварка, точечная сварка. производится сварка тавровых соединений [2].

Холодная сварка сдвигом. Отличительной чертой этого способа является то, что создаются нормальные и тангенциальные усилия на заготовках (рисунок 1). На сваренных заготовках отсутствуют вмятины от вдавливания пуансона, и практически сохраняется исходная толщина соединяемых деталей, т.к. в пластической деформации участвуют тонкие слои металла, находящиеся в непосредственной близости от поверхности раздела.

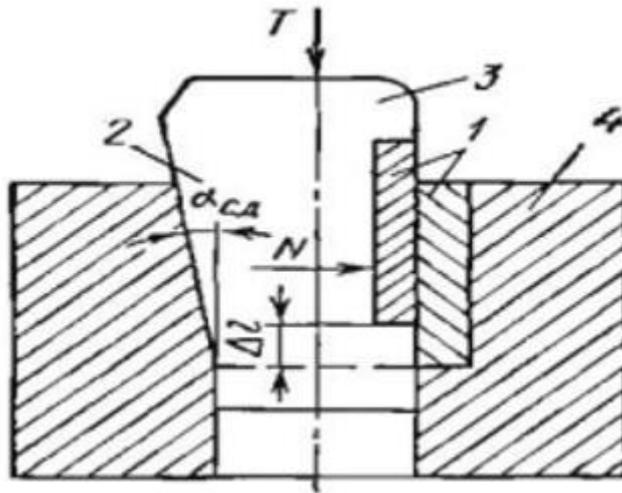


Рисунок 1 – Схема холодной сварки сдвигом:
 1 – свариваемые детали; 2 – клин; 3 – выступ клина; 4 – матрица;
 Т – тангенциальная сила; N – нормальная сжимающая сила

Преимуществами холодной сварки являются высокая производительность и коррозионная стойкость, а также отсутствие вредных выделений. Благодаря простоте технологического процесса данный метод не требует наличие высококвалифицированных специалистов. Недостатками являются большие расходы металла на припуски под стыковую сварку, малая прочность сварного соединения. Кроме того, ограниченная номенклатура производимой продукции не позволяет широко использовать данный метод. При выборе некоторых способов холодной прокатки после сварки остаются вмятины от инструмента.

Сварка взрывом. Этот метод характеризуется тем, что сварка осуществляется соударением одной заготовки в другую. Благодаря кинетической энергии детонации взрывчатого вещества (ВВ) соударение происходит с высокой скоростью, порядка нескольких сотен метров в секунду. При сварке взрывом одна заготовка устанавливается неподвижно, а вторая располагается под углом или параллельно. Высокоскоростное соударение метаемой части металла в неподвижную заготовку в окрестностях движущейся вершины угла γ создает высокое давление. При этом процессе окисные пленки и другие поверхностные загрязнения дробятся, расщепляются, а также выносятся из вершины угла γ под действием кумулятивного эффекта [2].

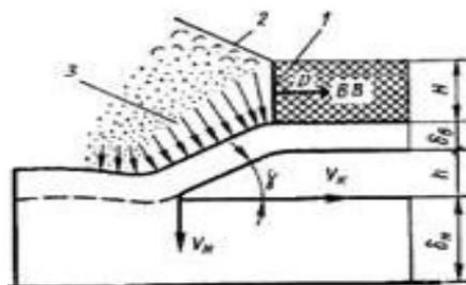


Рисунок 2 – Схема установившегося процесса сварки взрывом:
 1 – фронт детонационной волны; 2 – фронт разлета продуктов взрыва ВВ; 3 – фронт волны разряжения; D – скорость детонации ВВ; δ_n – нормальная составляющая волны соударения контактирующих поверхностей; δ_k – скорость движения вершины динамического угла встречи контактирующих поверхностей γ в направлении сварки ($\delta_k=D$)

К преимуществам данного метода можно отнести высокую прочность сварного соединения, кратковременность сварки, возможность соединять металлы и сплавы в любых сочетаниях. К недостаткам можно отнести малую производительность, невозможность механизации

и автоматизации, наличие вредных выделений. Кроме того, требуется наличие специального полигона для проведения взрывных работ и наличие специалистов для работы с взрывчатыми веществами.

Сварка трением. От других видов сварки давлением она отличается способом нагрева. При сварке трением вся механическая энергия преобразуется в тепло. Всё преобразование тепловой энергии происходит строго в локализованных участках тонких слоев металла. Способ сварки трением заключается в том, две заготовки устанавливаются соосно, одна из свариваемых заготовок устанавливается неподвижно, а вторая приводится во вращение вокруг своей оси. На торцевых поверхностях заготовок создается осевое усилие P , вследствие этого возникают силы трения. Работа, которая затрачивается вращением заготовки на преодоление сил трения, генерируется в тепло, и нагревает стыковые участки заготовок. Температура на стыке двух заготовок при сварке черных металлов достигает порядка 1000–1300 °С [3].

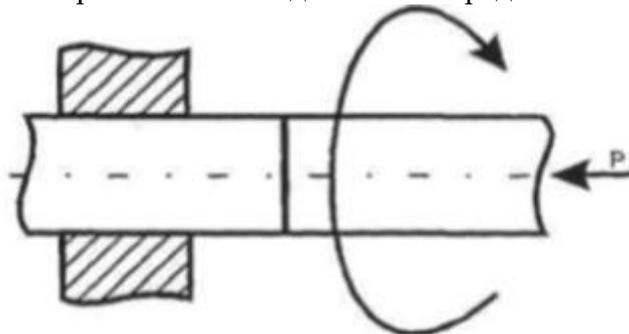


Рисунок 3 – Схема процесса сварки трением

Основными параметрами процесса сварки трением являются:

ω – частота вращения, об. / мин.;

P – осевое усилие, кгс;

t – время, с.

Процесс сварки трением завершается «проковкой»: к нагретым уже сваренным заготовкам на некоторое время прикладываются сжимающие силы. Высокая производительность совместно с высокой степенью автоматизации, а также высокая прочность сварного шва и отсутствие вредных выделений являются достоинствами данного метода. Возможность использования токарных и сверлильных станков упрощает использование данного метода. Недостатками являются: малая номенклатура производимой продукции, в основном свариваются детали цилиндрической формы. Необходимость контроля процесса сваривания для своевременной остановки сварки. Потребность в механической обработке сварного шва после окончания сварки.

Обзор и анализ существующих методов производства биметаллов давлением показывает, что не существует универсального метода. Большинство существующих методов производства биметаллов являются дорогостоящими, что обуславливает высокую стоимость биметаллов. Для обеспечения широкого использования биметаллов необходимо значительно снизить себестоимость их производства. В этой связи необходим поиск новых технологических решений для создания более эффективных способов получения биметаллов.

Список использованной литературы

1 Калиновский, В. Р. Технологии горячей обработки металлов: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений по техн. специальностям / В.Р. Калиновский, В.Н. Капцевич, А.Ф. Ильющенко. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 352 с.

2 Сварка взрывом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://svarkaed.ru/svarka/vidy-i-sposoby-svarki/svarka-vzryvom.html#i-2>. – Дата доступа: 25.10.2023.

3 Васильев, А. А. Металлические конструкции / А. А. Васильев. – Изд. 3-е. М.: Стройиздат, 1979. – 472 с.