

ние на изменение условий контактного трения, значительно снижают удельное давление и позволяют до 10-15 раз уменьшить потребное технологическое усилие.

Устройство для сферодвижной штамповки, содержит прессователь с водилом, связанным с приводом его колебательного движения, установленным в корпусе, а так же механизм фиксации водила от проворота, отличающиеся тем, что, с целью повышения точности штампуемых деталей, механизм фиксации водила от поворота выполнен в виде конического зубчатого соединения, одно колесо которого жестко связано с корпусом, а другое – с прессователем.

В настоящее время на стадии внедрения находится технология сферодвижной штамповки швейцарской фирмы «Schmid». При ее помощи планируется производить окончательное формирование зубчатого венца конических прямозубых шестерён и сателлитов дифференциала заднего моста тракторов «Беларус». Уникальность технологии заключается в том, что формирование зубчатого венца происходит методом холодного пластического деформирования заготовки приближенной геометрической формы, но не традиционной штамповкой. Шестерни, полученные методом сферодвижной штамповки, помимо иных преимуществ имеют упрочнённый поверхностный слой, что положительно сказывается на их ресурсе.

УДК 620.1-1/-9

Исследование граничной зоны биметаллов, полученных скоростным горячим выдавливанием (СГВ)

Студенты: гр. 104412 Дубенец С.С., Пономарев Т.С., Кисель И.С., Легенькая М.С.
Научный руководитель – Ленкевич С.А.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В современных условиях производства особенно эффективной является возможность создания биметаллического инструмента на основе использования эффектов скоростного горячего формоизменения. Наряду с известными, традиционными способами сварки при соединении разнородных металлов применяют специальные, такие, как сварка давлением.

Главными параметрами, определяющими процесс соединения, являются давление, температура и длительность их воздействия. При сварке давлением не происходит плавления, или если и происходит, то расплав выдавливается наружу, так что в конечном счете при сварке давлением происходит соединение на поверхности твердого тела. Следовательно, в этом случае почти не доставляет беспокойства охрупчивание швов, обусловленное образованием химических соединений, которое представляет проблему при сварке плавлением.

Объектом исследований являлись детали типа «вставка пуансона» с формообразующей полостью, которые получили в процессе СГВ из составных заготовок. В результате экспериментальных исследований скоростным горячим выдавливанием были получены биметаллические образцы с композицией сталей 40X+P6M5 и 40X+X12MФ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Шлифы биметаллических образцов

В процессе нагрева составных заготовок температура в рабочем пространстве печи контролировалась с помощью платино-родиевой термопары и составляла $T_{\text{пн}} = 1200 - 1220$ °С. Энергия деформирования составляла порядка 3,3 – 3,5 кДж, а режим скоростного горячего выдавливания осуществлялся в диапазоне скоростей 9,5 – 10 м/с.

В процессе СГВ обеспечиваются условия для получения качественного биметаллического соединения за счет совместного пластического течения двух сталей с увеличением площади взаимодействия как минимум в два раза. При скоростном нагружении процесс можно считать адиабатическим, т.е. теплообмен между инструментом и заготовкой практически отсутствует, а за счет деформации происходит приращение температуры, что способствует удалению оксидных пленок. Также с увеличением скорости выдавливания повышается и скорость пластической деформации на контактных поверхностях, что приводит к росту плотности и частоты выхода дислокаций в зону контакта соединяемых металлов и увеличению концентрации активных центров взаимодействия. При этом увеличивается вклад механической активации в процесс образования прочного сварного соединения.

На рисунке 2 приведены фотографии микроструктуры биметаллических образцов в зоне шва. Как видно из фотографий качество полученного шва в центре и на краю образцов (металл, вытесненный в кольцевую проточку) практически неизменно, что является доказательством произошедшего физического контакта по всей соединяемой поверхности.

Наиболее высокая прочность сцепления соответствует структуре, в которой не наблюдается граница раздела и имеет место плавный переход от структуры одного металла к другому и плавное изменение микротвердости (рисунок 2, а, б).

Некоторое понижение прочности сцепления наблюдается при наличии в граничной зоне растворившихся окислов и полосы феррита (рисунок 2 в, г)). В данном случае появление ферритной полосы является результатом диффузии углерода в инструментальную сталь Р6М5, так как она содержит в своем составе большое количество карбидообразующих элементов, что приводит к полному связыванию углерода в лакирующем слое.

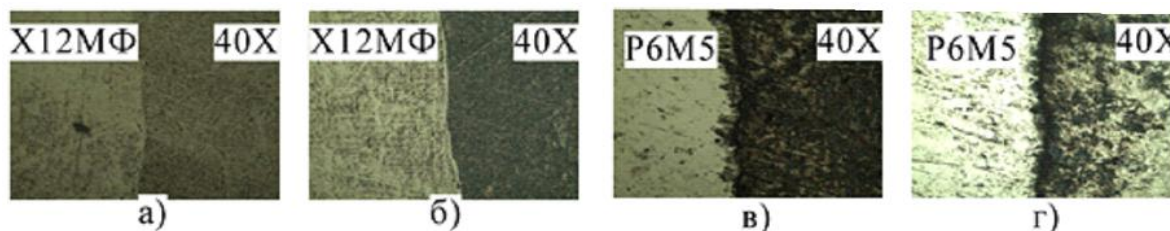


Рисунок 2 – Микроструктура шва биметаллических образцов х 1000:
а и б – (сталь 40X+X12MФ); в и г – (сталь 40X+P6M5);
а и в – центр шва; б и г – край шва

Диффундирующий из другого слоя углерод образует вдоль границы раздела явно видную на микрошлифе полосу с мелкими карбидами.

При соединении высоколегированных сталей или сплавов сложного состава, как правило, наблюдается резкая граница раздела, что объясняется сравнительно замедленными диффузионными процессами в этих сталях по сравнению с углеродистыми и низколегированными. В этом случае для получения хорошего контакта и прочного сцепления замедленная диффузия должна быть компенсирована интенсивной пластической деформацией. Такую интенсификацию, в нашем случае, обеспечивает совместное истечение двух разнородных сталей в кольцевую проточку.

На рисунке 3 приведены результаты измерения микротвердости двух образцов в зоне соединения двух сталей.

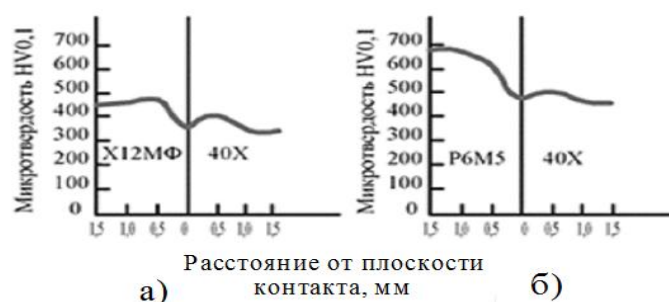


Рисунок 3 – Распределение микротвердости в граничной зоне:
 а – образец с композицией сталей 40X+X12MΦ;
 б – образец с композицией сталей 40X+P6M5

Измерения микротвердости показали, ее уменьшение при приближении к границе контакта как со стороны сталей X12MΦ и P6M5, так и стали 40X (рисунок 3). Наличие более «мягкой», чем свариваемые материалы, зоны в окрестности контакта способствует снижению остаточных напряжений вследствие их релаксации в этой зоне и повышению прочности соединения.

Значение твердости на поверхности рабочей полости, выполненной из стали X12MΦ составило 59 – 61 HRC, а для стали P6M5 – 65 – 66 HRC. Из чего следует, что, применяя ту или иную штамповую сталь, можно обеспечить требуемый комплекс механических свойств инструмента. При значительных ударных нагрузках сталь X12MΦ обеспечит высокую ударную вязкость инструмента и достаточную твердость рабочей поверхности, а сталь P6M5 значительно увеличит износостойкость инструмента при умеренных ударных нагрузках. Кроме того, сталь 40X 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 621.983.321

Влияние сил межслойного трения на процесс пластического деформирования двухслойной заготовки при комбинированной вытяжке полых двухслойных изделий

Студенты: гр. 104411 Пригара П.В., гр. 104412 Стецко В.В.
 Научный руководитель – Любимов В.И.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

В настоящее время существуют два направления получения штамповкой полых двухслойных изделий: из биметаллического проката (листы, трубы) и из составных заготовок. Использование составных заготовок, не имеющих жесткой связи между слоями, взамен биметаллических создает более широкие возможности для изготовления полых двухслойных изделий, так как позволяет получать изделия с требуемым сочетанием эксплуатационных характеристик независимо от номенклатуры выпускаемого биметаллического проката. Для изготовления полых многослойных изделий из составных листовых заготовок может успешно использоваться комбинированная вытяжка (рисунок 1). Данный метод позволяет использовать составные заготовки без специальной подготовки контактных поверхностей.

Процесс вытяжки составной заготовки при отсутствии жесткой металлической связи между слоями сопровождается относительным скольжением слоев, что отличает его от процесса вытяжки биметаллической заготовки. Следствием относительного скольжения слоев является возникновение на межслойной поверхности сил контактного трения.