

СИЛОВЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОЦЕССА ПЛАКИРОВАНИЯ ПРОШИВКОЙ

А. С. Сахвон, С. В. Чос

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель В. Ф. Буренков

Под плакированием понимается нанесение металлических покрытий на металлическую заготовку методом их совместной пластической деформации. Совместная пластическая деформация может осуществляться с помощью различных способов обработки металлов давлением, в том числе обратным выдавливанием или прошивкой.

Целью настоящей работы является обоснование возможности и изучение общих закономерностей формирования покрытия из пластичных металлов в процессе закрытой прошивки путем введения плакирующего металла в очаг деформации и создание конкретного технико-экономического процесса для получения деталей конструкционного назначения.

Прошивка плакированием аналогична способу нанесения смазки [1] и заключается в том, что в заготовке, помещенной в жесткий контейнер 3, деформирующим инструментом 1 (пуансоном) выдавливается лунка заданной формы и размеров (рис. 1). Эту первую стадию плакирования прошивкой называют получением лунки. Форма лунки определяется формой рабочей поверхности пуансона, ее глубина соответствует объему плакирующего слоя с учетом коэффициента использования материала. Первая стадия плакирования прошивкой характеризуется внедрением пуансона в заготовку на глубину h , не превышающую половину диаметра пуансона d . Для плакирования может применяться металл в виде порошка или в компактном состоянии, возможно использование композиционного материала. После размещения в лунке плакирующего материала производится его деформирование пуансоном. По мере роста усилия происходит распрессовка плакирующей вставки в лунке. Свободная осадка вставки происходит до момента контакта ее боковой поверхности со стенкой полости. Эту вторую стадию называют распрессовкой плакирующей вставки. Вторая стадия распрессовки плакирующей вставки аналогична процессу свободной осадки цилиндра, который достаточно полно изучен.

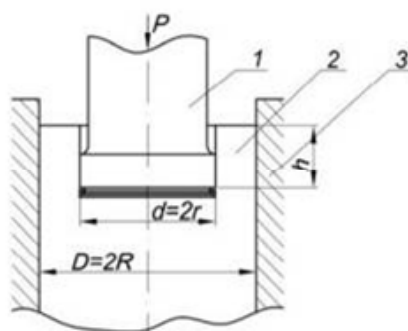


Рис. 1. Схема осуществления процесса

После окончания распрессовки происходит деформация кольцевой зоны основной заготовки плакирующим материалом. Происходит так называемая стесненная или закрытая осадка. На стадии распрессовки и стесненной осадки вставки осуществ-

вляется развитие очага деформации, и после его формирования пуансон начинает внедряться в заготовку. В процессе прошивки пластичный плакирующий материал, расположенный в очаге деформации и находящийся под высоким гидростатическим давлением, оттесняет материал заготовки в радиальном направлении, при этом на боковой поверхности полости формируется плакирующий слой. Сформировавшийся очаг пластической деформации не претерпевает существенных изменений, пока толщина дна заготовки не будет соизмерима с высотой пластической зоны, расположенной под торцом пуансона. Данная третья стадия характеризует установившийся процесс плакирования и называется стесненной осадкой плакирующей вставки. По мере внедрения пуансона и сближения контактных поверхностей пуансона и дна наблюдается резкое изменение направления течения металла и рост усилия прошивки. На этой четвертой стадии процесс прошивки заканчивается в момент, когда торец пуансона еще не достиг дна заготовки.

Экспериментальные исследования по изучению процесса закрытой прошивки с плакированием производились на устройстве, состоящем из толстостенного контейнера и деформирующего инструмента. Контейнер имел возможность перемещаться относительно опорной плиты (свободный или «плавающий» контейнер) или скрепляться болтами (неподвижный или «жесткий» контейнер). Контейнер и опорная плита для прошивки алюминиевых заготовок изготавливались из стали 40Х, НRC 45...48.

Для плакирования использовались заготовки из алюминия АД0 диаметром 40 мм и высотой 50 мм, в качестве плакирующего материала применяли порошковое олово PbO_2 дисперсностью менее 56 мкм. Такие материалы применяются для обеспечения хорошего теплового контакта вместо горячего лужения.

Для прошивки применялись гладкие пуансоны и с калибрующим пояском (диаметр 20 мм). Рабочая часть пуансонов выполнялась плоской, конической, с углом 90° и сферической формы. Процесс осуществляется на разрывной машине Р50 усилием 0,5 МН (шкала 250 кН).

Силовые режимы процесса плакирования зависят от механических свойств материала заготовки металла и покрытия, схемы прошивки, формы пуансона, степени деформации и скоростных условий процесса.

Для закрытой прошивки, также как и для обратного выдавливания, характерны три схемы осуществления процесса: с незакрепленным или свободным контейнером, неподвижно закрепленным контейнером и с опережающим движением контейнера в направлении течения металла. Обратное выдавливание с опережающим движением контейнера имеет отличие от первых двух в том, что здесь имеет место ускоренное течение металла периферийных слоев за счет принудительного перемещения контейнера со скоростью, превышающей скорость истечения металла в кольцевой зазор между пуансоном и стенкой контейнера. Силы трения на боковой поверхности контейнера при этой схеме играют активную роль, что позволяет снизить деформирующее усилие на 15–30 %.

Индикаторные диаграммы процесса плакирования при прошивке имеют три характерных участка (рис. 2). Вначале первой стадии при плакировании происходит резкий рост усилия процесса (участок I а), изменяющегося по линейной зависимости. Этот участок характеризует распрессовку в лунке плакирующего материала. При использовании для плакирования компактного материала происходит его осадка в лунке и заполнение зазоров в полости; в случае применения порошкового плакирующего материала на этом участке порошок уплотняется от плотности утряски до плотности, соответствующей началу процесса плакирования, определяемому механическими характеристиками основного материала и формой деформирующего инструмента.

Вторая стадия (установившийся процесс – участок II) характеризуется стабилизацией усилия. При прошивке в свободном контейнере в конце этой стадии происходит снижение усилия, при прошивке в закрепленном контейнере усилие несколько возрастает. Третья стадия – заключительная, нестационарная стадия наступает тогда, когда расстояние от торца пуансона до дна контейнера соизмеримо с высотой пластической зоны при установившемся процессе. Скорость и сопротивление деформации, интенсивность скольжения по дну контейнера и рабочей поверхности пуансона, неравномерность деформации резко возрастает, соответственно, увеличивается усилие прошивки и гидростатическое давление. Наиболее характерно эта стадия проявляется при прошивке пуансонами с плоским торцом.

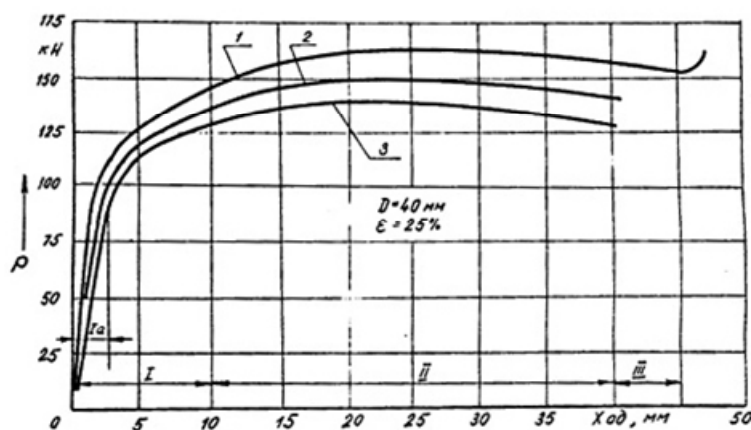


Рис. 2. Индикаторные диаграммы прошивки с лакированием в свободном контейнере заготовок из алюминия АД0:
1 – пуансон с плоским торцом; 2 – с конической рабочей частью ($2\alpha = 90^\circ$);
3 – со сферической рабочей частью ($R_c = d/2$)

На диаграммах видно, что в установившейся стадии процесса прошивки в свободном контейнере на определенном участке происходит некоторое снижение усилия деформирования, которое наиболее заметно для пуансона с плоским торцом. Этот участок характеризуется подъемом контейнера под действием сил трения на его боковой поверхности. При прошивке с лакированием в закрепленном контейнере падения усилия на этом участке диаграммы не наблюдались, кривые имеют небольшой подъем, связанный с ростом сил трения на боковой поверхности контейнера при увеличении площади контактирования заготовки со стенкой контейнера.

При прошивке пуансонами без калибрующего пояса (гладкие пуансоны) наблюдается рост усилия на 3–6 % вследствие увеличения сил трения на поверхности пуансонов. Прошивка такими пуансонами производилась с целью осуществления чеканки свободной поверхности заготовки, так как в процессе деформирования происходит искажение поверхности в результате пластического течения металла.

Таким образом, было проведено исследование силовых параметров процесса лакирования прошивкой, результаты которого могут быть использованы при выборе технологического оборудования и проектировании деформирующего инструмента.

Литература

1. Ковка и объемная штамповка стали / под ред. М. В. Сторожева. – М. : Машиностроение, 1967. – Т. 1. – 435 с.