

ЭЛЕКТРОННО-ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ МЕТАЛЛОВ В УСЛОВИЯХ ВНЕШНИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Савенко В.С. (УО «Мозырский государственный педагогический университет»)
г. Мозырь, ул. Студенческая, 28

Металлы деформируются за счет рождения и перемещения дислокации или подвижных линейных дефектов кристаллической решетки. Изменяя состояние электронной подсистемы металла путем воздействия на него электромагнитным полем во время пластической деформации, можно активно влиять на условие движения дислокации, тем самым представляется возможность менять служебные характеристики материала, такие как пластичность, прочность, электропроводность и т.д.

Использование тока высокой плотности и магнитного поля в зоне деформации технически важных электропроводящих материалов позволяет интенсифицировать процесс обработки их давлением, исключая промежуточные технологические операции.

В настоящее время достаточно широко изучены и внедрены в производство процессы электропластической деформации для волочения медной и стальной проволоки, штамповки, плющения,ковки, прокатки [1 – 4].

Экспериментальные исследования показали, что одновременное наложение электрических и магнитных полей в условиях их ортогональности в процессе пластической деформации существенно интенсифицирует пластическую деформацию, не обуславливая тепловыми факторами и другими физическими эффектами. Принципиальным отличием предложенной технологии электропластического деформирования является значительное уменьшение энергетического воздействия. Плотность пластифицирующего импульса уменьшается на один два порядка, чем при обычном ЭПД за счет дополнительного наложения магнитного поля. Этот эффект открывает возможность технического применения обработки металлов давлением при ортогональном наложении магнитных и электрических полей, что важно для деталей больших поперечных сечений и трудно деформируемых металлов и сплавов.

Предложен запатентованный способ повышения пластичности детали, относящийся к технологиям обработки металла давлением при пластифицировании зоны деформации наложением электромагнитных полей при обработке металла резанием. Рекомендуется новая технология повышения пластичности проводящих материалов на основе эффекта Холла. Сущность способа заключается в следующем. При обработке электропроводящего металла давлением к нему через специальные контакты во взаимно перпендикулярных направлениях прикладываются постоянные или импульсные электрические и магнитные поля в зависимости от условий деформирования. При этом обуславливается смещение электронной плотности образца за счет возникающего эффекта Холла в зону деформации, приводящее к пластифицированию этой зоны. Эффект пластификации материала при условии перпендикулярности электрического и магнитного полей достигается за счет изменения поверхностной энергии детали в результате появления поверхностного заряда при поляризации заготовки за счет эффекта Холла.

Электроимпульсная интенсификация технологических операций листовой штамповки тонкостенных деталей обшивки планера летательных аппаратов может осуществляться в ортогональных электромагнитных полях. Расположение векторов \vec{j} , \vec{E} и $\vec{H}_{вн}$ показано на рис. 1 применительно к специфической операции для авиационного производства подсечки угловых профилей. При обычной электропластической штамповке максимальная степень

деформации, определяемая отношением высоты подсечки h к длине ее сбегу L превышает соответствующие показатели, полученные без тока в 2-3 раза. В ортогональных полях \vec{E} и $\vec{H}_{вн}$ осуществляется дальнейшая интенсификация штамповки и точность изготовления подсечек будет в один прием соответствовать точности изготовления штампа.

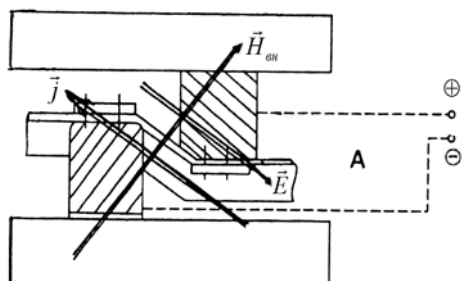


Рис. 2. Электроимпульсная интенсификация подсечки профиля в ортогональных полях.

Первый рабочий импульс тока можно вводить в момент достижения механическими деформациями значений $\epsilon_i = (0,25-0,7)$, где ϵ_{np} – предельная степень деформации при штамповке без тока, соответствующая моменту разрушения заготовки или потере ею устойчивости.

Последующие импульсы вводятся по мере нарастания деформации до величины ϵ_i . Последний импульс (либо серия импульсов) вводится при величине деформации, меньшей ϵ_{np} на величину ϵ_i , что позволяет на заключительном этапе штамповки получать за счет деформационного упрочнения равнопрочные детали, вместе с тем снять остаточные напряжения и устранить пружинение заготовки.

При наложении на зону электропластической деформации металла ортогональных электромагнитных полей в соответствии с принципом суперпозиции полей может усилиться также пинч-действие импульсного тока и вызванная им активная вибрация металла заготовки, что создает дополнительный механизм и независимый канал пластификации металла.

Литература:

1. Савенко В.С., Пинчук А.И. Способ повышения пластичности проводящих материалов на основе эффекта Холла. // Способ повышения пластичности деталей. Патент. Российской Федерации на изобретение. №2052514, 1996.
2. Баранов Ю.В., Троицкий О.А., Авраамов Ю.С., Шляпин А.Д. Физические основы электроимпульсной и электропластической обработок и новые материалы. // М: риц МГПИУ, 2001г. – 844с.
3. Савенко В.С. и др. Электропластический эффект при одновременном наложении электрического и магнитных полей в области больших плотностей тока. // Вестник. БГУ. Серия -1 - 1996- №2-с.25.
4. Савенко В.С., Троицкий О.А. Повышение электропластичности металла в скрещенных электромагнитных полях. // Тяжелое машиностроение. 2003г. №6. с.8-11.