

УДК 621.777

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА РАВНОКАНАЛЬНОГО УГЛОВОГО ПРЕССОВАНИЯ

Сосенушкин Александр Евгеньевич

Студент 3 курса

Кафедра «Системы пластического деформирования»

Московский государственный технологический университет «Станкин»

Научный руководитель: Л.М. Овечкин

Младший научный сотрудник кафедры «Системы пластического деформирования»

На современном уровне развития машиностроения предъявляются повышенные требования к применяемым в конструкциях материалам, а в частности, к легким и прочным металлам и сплавам. Существует потребность в металлах и сплавах с высоким комплексом физико-механических свойств с целью оптимизации и усовершенствования конструкций машин, уменьшения массы изделий и затрат энергии, повышения срока службы устройств. Поэтому получение металлов и сплавов, обладающих наноструктурой, имеет существенное значение при создании ряда новых изделий космической, электротехнической и медицинской техники [1].

В настоящее время разработано и развивается несколько методов получения материалов с ультрамелкозернистой структурой. Объемные ультрамелкозернистые материалы с размером зерен около 100 нм возможно получать методами порошковой технологии, включая компактирование прессованием и спекание из тонкодисперсных порошков. Методы порошковой металлургии имеют ряд недостатков, среди которых: загрязнение образцов при подготовке порошков или их консолидации, сохранение некоторой остаточной пористости при компактировании, увеличение геометрических размеров получаемых образцов.

Данных недостатков удастся избежать при использовании методов интенсивной пластической деформации (ИПД), заключающихся в деформировании с большими степенями деформации (логарифмическая деформация $\epsilon=4...7$) при относительно низких температурах порядка $(0,3-0,4)T_{пл}$ в условиях высоких приложенных давлений.

Как показывает обзор литературных источников, в частности [1-4], получаемые рассматриваемым методом интенсивной пластической деформации конструкционные металлы и сплавы (наноматериалы) приобретают свойства, не типичные для обычных металлов: прочность при достаточно высоком уровне пластичности, твердость, износостойкость, низкотемпературная и высокоскоростная сверхпластичностью, повышенное

сопротивление малоцикловой и многоцикловой усталости, высокодемпфирующие свойства.

Равноканальное угловое прессование, благодаря способности формирования однородной ультрамелкозернистой структуры и сравнительной простоты реализации, является перспективным методом получения заготовок-полуфабрикатов с высоким уровнем физико-механических свойств. При равноканальном угловом прессовании (рис. 1) заготовка продавливается через пересекающиеся под углом $2\varphi=90-150^\circ$ каналы равного поперечного сечения и деформируется по схеме простого сдвига.

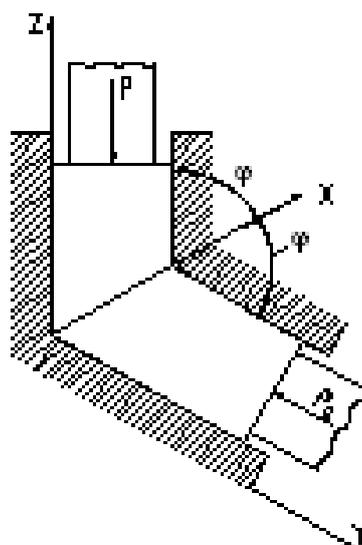


Рис.1. Схема равноканального углового прессования (РКУП)

Основными параметрами РКУП согласно [4] являются: угол пересечения каналов, температура, число деформационных проходов, маршрут прессования, который зависит от вращения образцов вокруг своей оси при повторяющейся деформации. Формирование структур существенно зависит от схемы осуществления РКУП. Применяют три основных маршрута. Первый предполагает повторное прессование образца без вращения. Во втором маршруте образцы вращаются на 90° вокруг своей оси между проходами, и на 180° в маршруте 3 [4].

Выполненное компьютерное моделирование в среде QFORM 2D процесса равноканального углового прессования заготовки из алюминиевого сплава Д16, позволило установить, что геометрия каналов влияет на энергосиловые параметры процесса РКУП. Химический состав исследуемого сплава приведен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав в % содержания легирующих элементов в сплаве Д16, ГОСТ 4784-74

Легирующий элемент		
Mg	Mn	Cu
1,50	0,60	4,35

Рис.2 иллюстрирует сетку конечных элементов на промежуточной стадии прессования (а), искажение лагранжевых линий (б) и направления векторов скоростей деформаций (в).

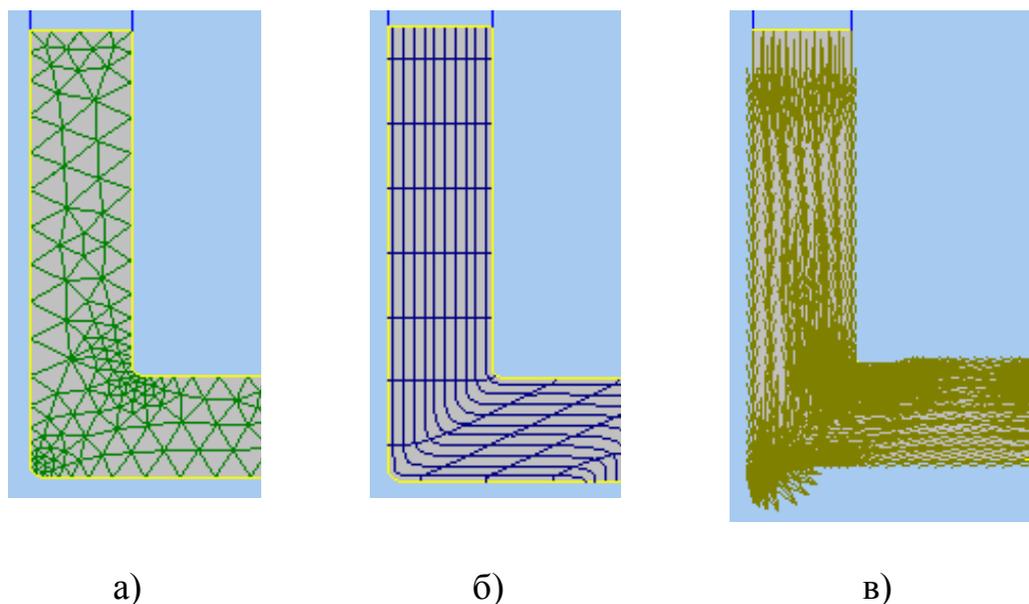
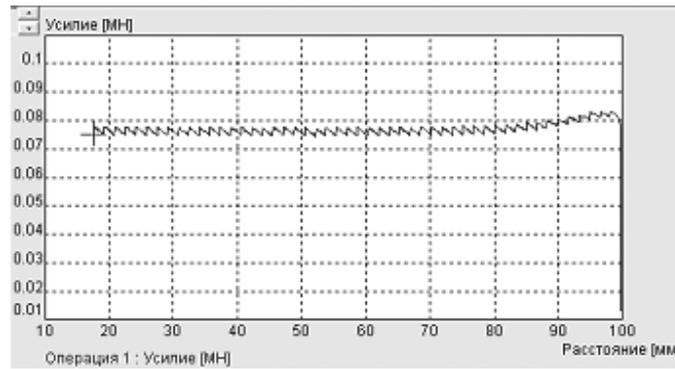
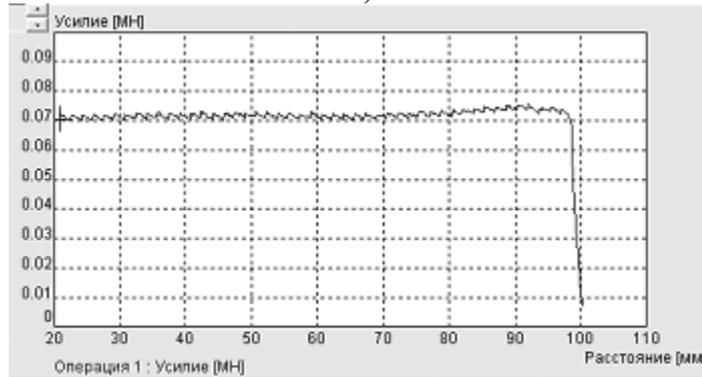


Рис. 2. Моделирование РКУП: а) - сетка конечных элементов, б) - лагранжевые линии, в) – векторы скоростей деформаций

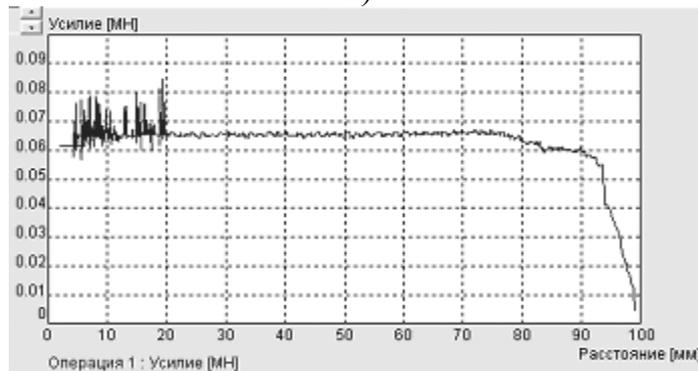
Анализ процесса деформирования заготовки из сплава Д16 через каналы прямоугольного сечения размером 16×16 мм, позволил получить зависимость силы деформирования от радиуса сопряжения каналов (рис. 3).



а)



б)



в)

Рис.3. Зависимость силы деформирования от радиуса сопряжения каналов: а) – R=2мм; б) – R=5мм; в) – R=10мм.

Анализируя полученные зависимости установлено, что радиус сопряжения 2 мм оптимален с точки зрения как величины силы деформирования, так и по наиболее благоприятной кинематике течения.

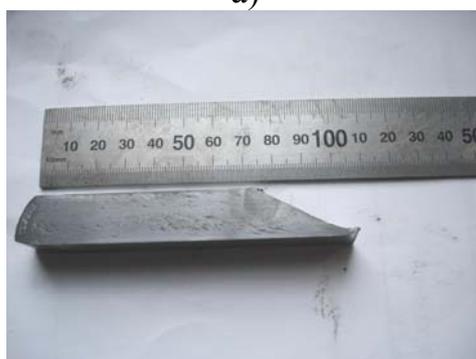
Предложена универсальная модульная конструкция матричного блока штампа, что способствует унификации инструмента для РКУП (рис.4,а). Для изменения степени деформации заготовок требуется минимальная переналадка путем замены ограниченного количества вставок, образующих пересекающиеся каналы. Вышеуказанный результат достигается тем, что устройство для обработки металлов давлением содержит бандаж с отверстием и запрессованной в него разборной матрицей, смещенной относительно бандажа на величину эксцентриситета, которая не превышает ширины рабочего канала. Разборная матрица состоит из сменных и универсальных вставок, фиксируемых с помощью штифтов между

плоскостями универсальных полуматриц. Наличие разъема вставок по высоте позволяет ограничить число вставок, заменяемых при переналадке устройства на другую степень деформации. Описанное устройство для РКУП защищено патентом РФ [5].

В ходе проведенных в лаборатории кафедры СПД экспериментов отлажена технология РКУП на заготовках из свинца в холодном состоянии по второму маршруту (рис. 4, б,в). Определены рациональные конструктивные решения и условия трения, связанные с подбором качественной технологической смазки для уменьшения искажений торцевых частей заготовок.



а)



б)



в)

Рис.4. РКУП заготовок из свинца. а) – штамповая оснастка для РКУП; б) - заготовка после одного цикла прессования; в) - заготовка после двух проходов РКУП.

Литература

1. *Валиев Р.З., Александров Н.В.* Наноструктурные наноматериалы, полученные интенсивной пластической деформацией.- М.: Логос, 2000. –272 с.
2. *Рааб Г.И., Семенов В.И., Савельева Н.В., Муставина Э.Ф.* Влияние термомеханической обработки на структуру и коррозионные свойства углеродистых сталей. // Кузнечно-штамповочное производство. Обработка металлов давлением. – 2008. – №12. – С. 34-36.
3. *Лякишев Н.П.* Конструкционные наноматериалы. //Технология легких сплавов.- 2006. - №3. - с. 40-49.
4. *Сегал В.М., Резников В.И., Копылов В.И. и др.* Процессы пластического структурообразования металлов. - Минск: Наука и техника, 1994. – 232 с.
5. *Сосенушкин А.Е.* Устройство для равноканального углового прессования/ Патент №86507 на полезную модель./ Сосенушкин Е.Н., Овечкин Л.М., Артес А.Э. и др. – Бюлл. №25. – 2009.