

УДК 621.983.3

АДЕКВАТНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА ВЫТЯЖКИ КАПСЮЛЯ С УЧЕТОМ АНИЗОТРОПИИ ЛИСТОВОГО МАТЕРИАЛА

Воронин С.В., Юшин В.Д., Бунова Г.З., Малинин М.И.

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва (национальный исследовательский университет), г. Самара

При разработке устойчивых технологических процессов вытяжки полых цилиндрических деталей необходимо более адекватно учитывать анизотропию листового материала [1]. Большинство моделей обрабатываемых материалов, создаваемых в компьютерных системах инженерного моделирования, анализа и оптимизации, рассматриваются как изотропные тела, без учета анизотропии. В результате снижается точность определения значений напряженно-деформированного состояния обрабатываемой заготовки и инструмента, а также основных технологических параметров процессов [2].

Методики учета анизотропии материала позволяют строить соответствующие конечно-элементные модели (КЭМ). Однако результаты компьютерного моделирования, по ряду причин, могут расходиться с результатами реальных экспериментальных исследований. Поэтому целью данной работы является проверка адекватности компьютерного моделирования, на примере процесса вытяжки капсюля из алюминиевого сплава АД1М с учетом анизотропии материала. Для выявления влияния анизотропии прокатки листового материала и проверки адекватности предложенной модели учета анизотропии материала, было выполнено экспериментальное исследование. Исследовался процесс вытяжки капсюля из алюминиевого сплава АД1М диаметром 7,95 мм и высотой 4 мм. В условиях реального эксперимента на одноосное растяжение были определены механические свойства материала – пределы текучести, прочности, относительное удлинение, модуль упругости вдоль направления прокатки, которые использовались при задании параметров компьютерного моделирования. На основании полученных данных была построена КЭМ заготовки, аналогичная реальной.

Для сравнительного анализа результатов моделирования с результатами реальной получаемой геометрии изделия – капсюля были проведены производственные эксперименты по вытяжке в два перехода. Результаты производственного эксперимента представлены на рисунках 1в и 2в, а также численные значения геометрических измерений изделий представлены в таблице 1.

Промоделированный первый переход штамповки показал, что в модели изотропной заготовки листового материала АД1М фестонообразования не наблюдалось, а в анизотропной заготовке – высота фестонов измеренная от плоскости дна стакана до верхней кромки фестонов на 10,9 % больше, чем в реальном изделии (рис.1).

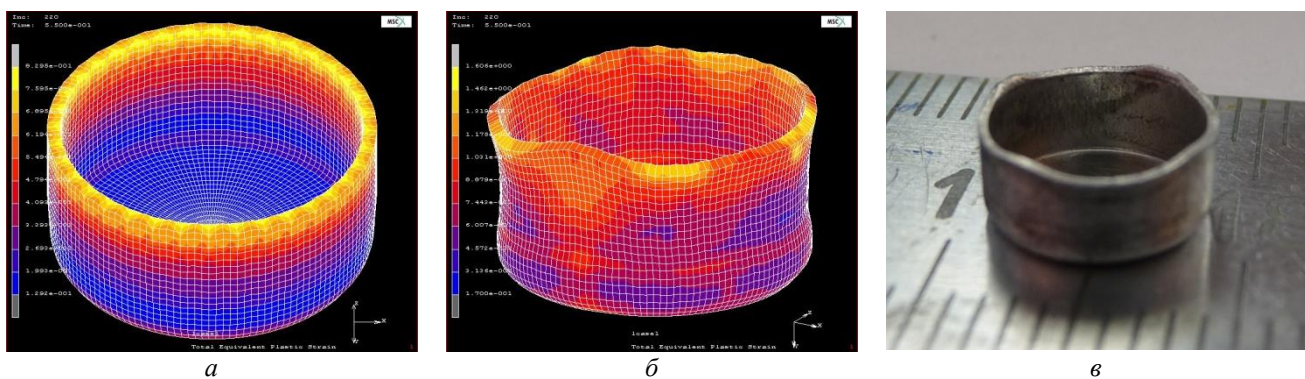


Рисунок 1. Капсюль из сплава АД1М после первого перехода процесса штамповки: а – изотропная КЭМ; б – анизотропная КЭМ; в – реальное изделие

Аналогичные исследования были проведены для второго перехода данного процесса, при этом отмечена сходимость геометрических параметров изделия с параметрами анизотропной модели (рис. 2).

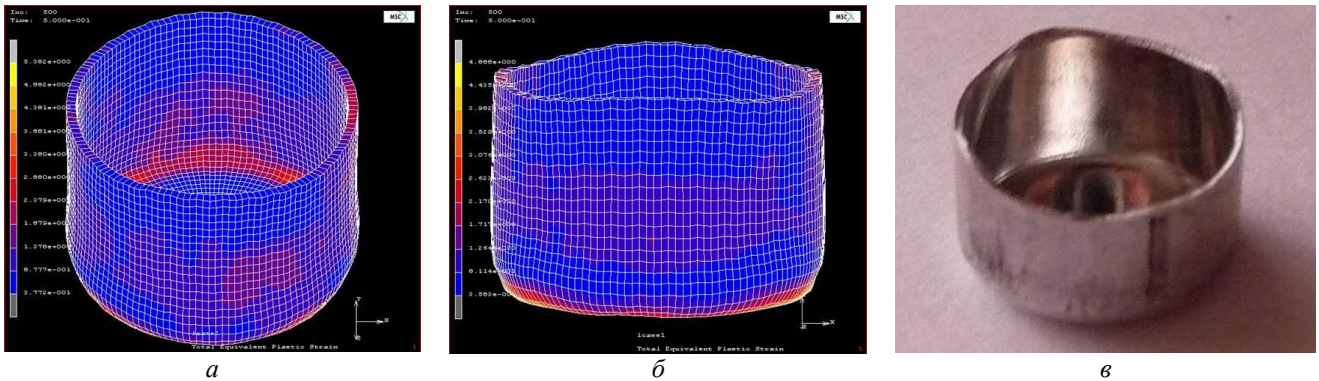


Рисунок 2. Капсюль из сплава АД1М после второго перехода процесса штамповки:
 а – изотропная КЭМ; б – анизотропная КЭМ; в – реальное изделие

Геометрические параметры капсюлей из сплава АД1М после двух переходов процесса штамповки представлены в таблице 1. Результаты, полученные при моделировании с учетом анизотропии, показали хорошую сходимость с реальным производственным экспериментом: отклонения диаметра дна в случае анизотропной модели не превышало 0,4 %; диаметра середины – 2,35 %; диаметра «юбки» – 0,36 %; кроме того, анизотропная модель в отличие от изотропной позволила учитывать процесс фестонообразования.

Таблица 1. Геометрические параметры капсюлей из сплава АД1М и их моделей в переходах штамповки

		Первый переход штамповки				Второй переход штамповки					
		Изотропная		Эксперимент		Изотропная		Анизотропная			
Высота	Фестон	3,77		3,92	4,4	5,3		4,75	5,42	12,4%	
	Провал			3,61	4,1			4,36	5	12,8%	
Диаметр	Дно	7,87	2,36%	8,06	8,03	0,37%	7,84	1,3%	7,94	7,91	0,4%
	Середина	8,05	0,37%	8,08	8,06	0,25%	7,78	1,9%	7,93	8	0,9%
	Юбка	8,03	0,86%	8,14	8,17	0,36%	7,89	0,5%	7,93	7,93	0%

Вышеизложенное свидетельствует о том, что учет анизотропии листового материала при изготовлении деталей небольшого размера методами холодной листовой штамповки является актуальным. Учет анизотропии позволяет более точно и реально установить характер течения металла и соответственно определить конечную геометрию получаемых деталей, а следовательно создать устойчивый технологический процесс, повысить эксплуатационные и физико-механические характеристики деталей.

Список литературы

1. Гречников Ф.В. Деформирование анизотропных материалов (Резервы интенсификации). – М.: Машиностроение, 1998. 448 с.
2. Pino Koc, Boris Stok. Computer-aided identification of the yield curve of a sheet metal after onset of necking. Computational Materials Science. 2004. № 31 – P. 155–168.