

3. Зайкин, М.А. Информационная система управления конфигурацией нормативных требований предприятия / М.А. Зайкин, А.В. Николаев // Опыт и проблемы внедрения систем управления

жизненным циклом изделий авиационной техники: Материалы 2-й научно-практической конференции (г. Ульяновск, 5-6 октября 2011 г.). –Ульяновск: УлГУ, 2011. – С. 45-47.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА СТЕСНЕННОГО ИЗГИБА ЛИСТОВЫХ ЗАГОТОВОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОЛИУРЕТАНА

© 2012 ЕськаинаЕ.В., Громова Е.Г.

ФГБОУ ВПО «Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королева (национальный исследовательский университет)»

MATHEMATICAL MODELLING OF PROCESS OF THE CONSTRAINED BEND OF SHEET PREPARATIONS WITH POLYURETHANE USE

© 2012 EskininaE.V., Gromova E.G.

The certainly-element mathematical model of process of the constrained bend of sheet preparation taking into account influence of an elastic punch is developed. On its basis the complex of researches of influence of basic parameters of process on characteristics of received details with use of software product of ANSYS.

Процессы штамповки-гибки широко применяются при изготовлении самых разнообразных деталей летательных аппаратов. Отличительными особенностями этих деталей является разнообразие марок и толщин материала, сложное сочетание геометрических контуров, наличие отверстий и пазов и т.д. При этом недостатками профилей, получаемых традиционной гибкой, являются большие радиусы закругления, утонение материала в зонегиба, что резко снижает их прочность и жесткость, а также пружинение детали после снятия нагрузки, что препятствует получению необходимой точности. Устранить существующие недостатки изгибаемых деталей оказалось возможным при изготовлении их методом стесненного изгиба. Широкими возможностями обладает штамповка с использованием эластомеров, основное достоинство которой – значительное упрощение, снижение металлоемкости и стоимости технологической оснастки. Сочетание процессов стесненного изгиба и использование преимуществ штамповки полиуретаном позволяет существенно повысить эксплуатационные

характеристики деталей профилей. Известные штампы для стесненного изгиба позволяют получать качественные детали, но для их изготовления требуются две или три операции и соответствующая штамповая оснастка, что существенно усложняет и удорожает процесс.

На кафедре производства летательных аппаратов и управления качеством в машиностроении СГАУбыл разработан новый способ изготовления профилей методом стесненного изгиба с помощью полиуретана. Основными элементами конструкции штампа, необходимого для реализации данного метода, являются полиуретановый пуансон, жесткие матрица и корпус.

Для изучения технологических возможностей разработанного способа изготовления профилей методом стесненного изгиба с помощью полиуретана проводилось конечно-элементное математическое моделирование процесса стесненного изгиба. Основными этапами математического моделирования с применением метода конечных элементов являются: 1) создание геометрической модели, пригодной для МКЭ; 2) разбиение

модели на сетку конечных элементов; 3) задание свойств материалов и констант; 4) приложение к модели граничных условий (закрепление на границе или граничные нагрузки); 5) численное решение системы уравнений; 6) анализ результатов.

Для математического описания процесса деформирования использовали основные уравнения механики деформируемого тела.

На первом этапе исследований была создана адекватная конечно-элементная модель процесса стесненного изгиба с использованием эластомера, представленная на рис. 1. Конечно-элементная модель содержит 4 подконструкции. Первая подконструкция моделирует жесткую матрицу, вторая – моделирует заготовку, третья – эластичный пуансон, четвертая – корпус. Нагружение производилось путем последовательного перемещения жесткого корпуса вниз по оси У.

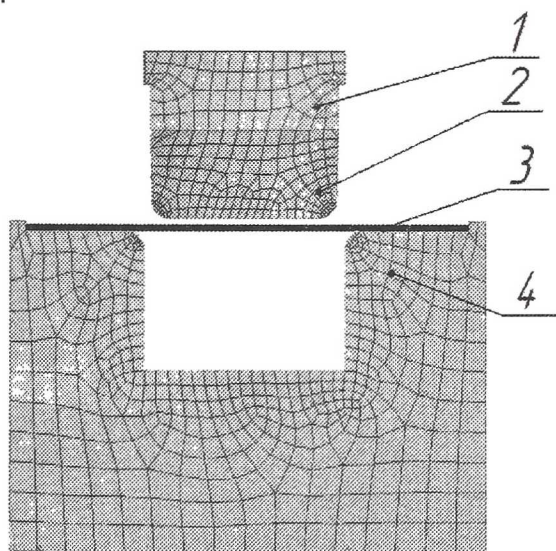


Рис. 1. Конечно-элементная модель: 1 – корпус; 2 – полиуретановый пуансон; 3 – заготовка; 4 – матрица

Основными варьируемыми параметрами при исследованиях являлись материал заготовки, превышение борта, относительная осадка полиуретанового пуансона и гарантированный зазор между пуансоном и матрицей. С использованием разработанной конечно-элементной математической модели на первом этапе исследовалось влияние превышения борта (

$$\Delta H = \frac{S_0/2}{r_0 + S_0/2} \cdot \frac{\pi(r_0 + S_0)}{2} \text{ от } 0 \text{ до } 2,72 \text{ мм,}$$

где S_0 , r_0 – толщина заготовки и радиус скругления) на основные параметры детали (угол пружинения, утолщение материала в зонегиба). Исследования проводились для материалов АМцМ, АМг6М, Д16АМ, Д16АТ толщиной от 0,8 до 3 мм с радиусом скругления от 1 до 4 мм.

Алгоритм численного решения данной технологической задачи деформирования заготовки методом стесненного изгиба с учетом взаимодействия с эластичным инструментом позволил проследить поэтапно весь путь деформирования заготовки и эластомера, учесть характер силового поля, учесть свойства материалов и конструктивные параметры технологической оснастки, а также движение контактирующих поверхностей с учетом трения.

Численными исследованиями установлено, что с увеличением превышения борта угол пружинения борта уменьшается, но до определенного момента, затем увеличивается

На втором этапе исследований было изучено влияние высоты полиуретанового пуансона и его относительной осадки на параметры стесненного изгиба. Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что с увеличением осадки пуансона значительно возрастает пружинение и утолщение борта, при этом утолщение материала в зонегиба не наблюдается, также возрастают напряжения в зоне скругления материала заготовки. Поэтому оптимальной будет осадка полиуретанового пуансона на 14-21%.

На третьем этапе численных исследований рассмотрен характер влияния высоты самого борта на параметры детали.

На основании полученных результатов сформулированы оптимальные условия стесненного изгиба листовых деталей с использованием полиуретана и разработаны методические указания для проектирования штамповой оснастки для проведения экспериментов.