



УДК 621.7.04

ПОИСК РАЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ ЭЛАСТОФОРМОВАНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ СЛОЖНОЙ ФОРМЫ С ПОМОЩЬЮ СРЕДСТВ ИНЖЕНЕРНОГО АНАЛИЗА© Н.В. Максименко¹, А.К. Шмаков²Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Рассмотрена возможность поиска рациональных схем изготовления деталей из листа сложной формы формовкой эластичной средой. Предложена схема формообразования детали типа «Обшивка» формовкой эластичной средой, выявлены возможные дефекты, предложены методы по устранению этих дефектов и проведена отработка предложенных методов. Проведена оптимизация рабочей поверхности оснастки с использованием современных инструментов виртуального моделирования и технологического анализа.

Ил. 9. Библиогр. 1 назв.

Ключевые слова: листовая штамповка; эластоформование; средства инженерного анализа; эластичная среда.

SEARCH FOR A RATIONAL SCHEME OF COMPLEX SHAPE SHEET ARTICLE FLUID FORMING BY MEANS OF ENGINEERING ANALYSIS TOOLS

N.V. Maksimenko, A.K. Shmakov

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article considers the possibility of searching rational schemes of manufacturing complex shape parts from a sheet by fluid forming. It proposes a forming scheme for a "skin" type part by fluid forming, identifies possible defects, introduces methods to eliminate these defects and tests the proposed methods. The optimization of tooling working surface has been carried out using modern instruments of virtual simulation and technological analysis.

9 figures. 1 source.

Key words: stamping; fluid forming; engineering analysis tools; elastic medium.

Авиастроение является консервативным производством с определенными традициями. Детали из листа составляют около 30% общего числа деталей планера самолет. Основными технологическими процессами для их изготовления являются штамповка в жестких штампах, на листоштамповочных молотах и формовка эластичной средой. Формовка эластичными средами является более перспективным технологическим процессом, благодаря стабильности, меньшему влиянию человеческого фактора на качество, универсальности эластичной среды и простоте технологической оснастки.

При запуске в производство нового изделия много времени затрачивается на отработку технологических процессов производства, что связано со значительными затратами материальных и финансовых ресурсов. Сократить трудоемкость и ресурсоемкость технологической подготовки производства позволяют современные средства технологического анализа и виртуального моделирования. При этом сокращается количество натурных опытов, становится возможным выявить дефекты и отработать мероприятия по их предотвращению или устранению.

Для детали типа «Обшивка» (рис. 1), выполненной

из листа толщиной 1,5 мм алюминиевого сплава АМЦН2, было проведено исследование возможности замены устаревшего метода формовкой-вытяжкой на листоштамповочных молотах на штамповку эластичной средой.

Высокопроизводительный технологический процесс эластоформования предполагает изготовление точной заготовки – развертки. Большинство программ – графических редакторов позволяет сформировать развертку путем геометрических построений. Программный комплекс «РАМ-STAMP» создает развертки с учетом характера пластического деформирования листового полуфабриката. Конечно-элементный анализ физики процесса из исходной геометрической модели (рис. 2,а), формируется точная развертка на плоскость (рис. 2,б).

На втором этапе исследования решается задача моделирования процесса формовки-вытяжки детали эластичной средой.

Результаты виртуального технологического анализа показывают, что деталь имеет высокий выпуклый борт, вследствие чего при деформировании плоской заготовки появляются дефекты типа «гофр» (рис. 3).

¹Максименко Никита Владимирович, аспирант, тел.: 89025604300, e-mail: socrat38@yandex.ru
Maksimenko Nikita, Postgraduate, tel.: 89025604300, e-mail: socrat38@yandex.ru

²Шмаков Андрей Константинович, кандидат технических наук, доцент кафедры самолётостроения и эксплуатации авиационной техники, тел.: 89140074508, e-mail: shmakov@istu.edu
Shmakov Andrei, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Aircraft Construction and Maintenance, tel.: 89140074508, e-mail: Shmakov@istu.edu

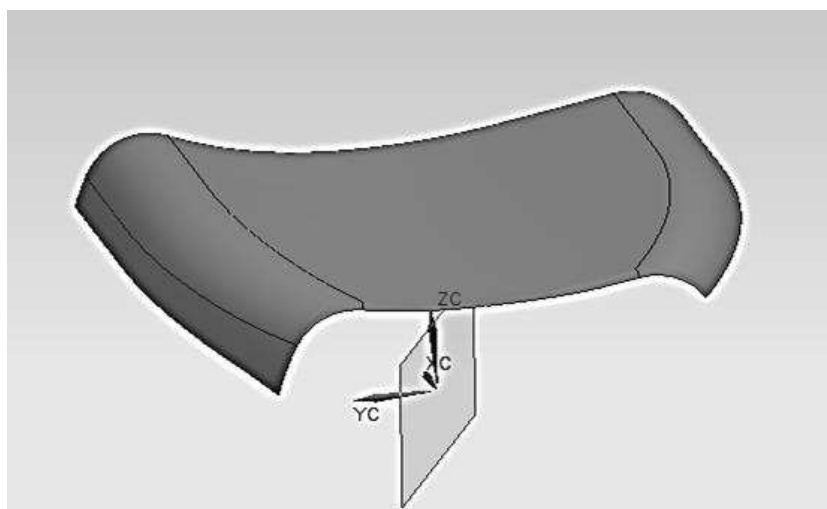


Рис. 1. Электронная объемная модель детали

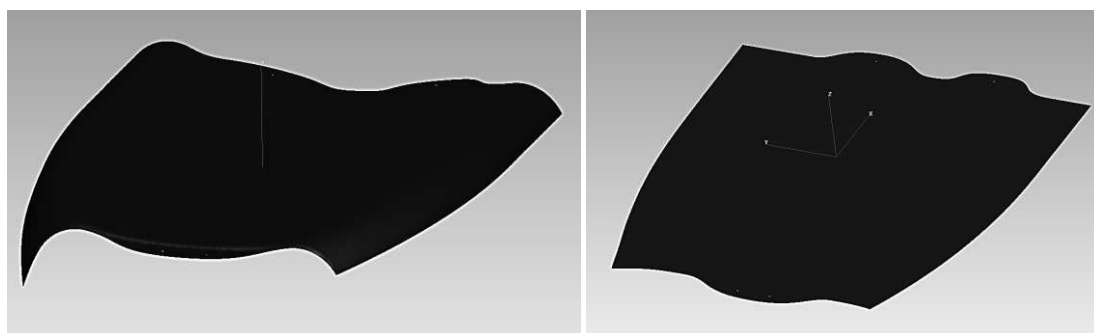


Рис. 2. Формирование развертки детали: а – исходная деталь; б – точная развертка

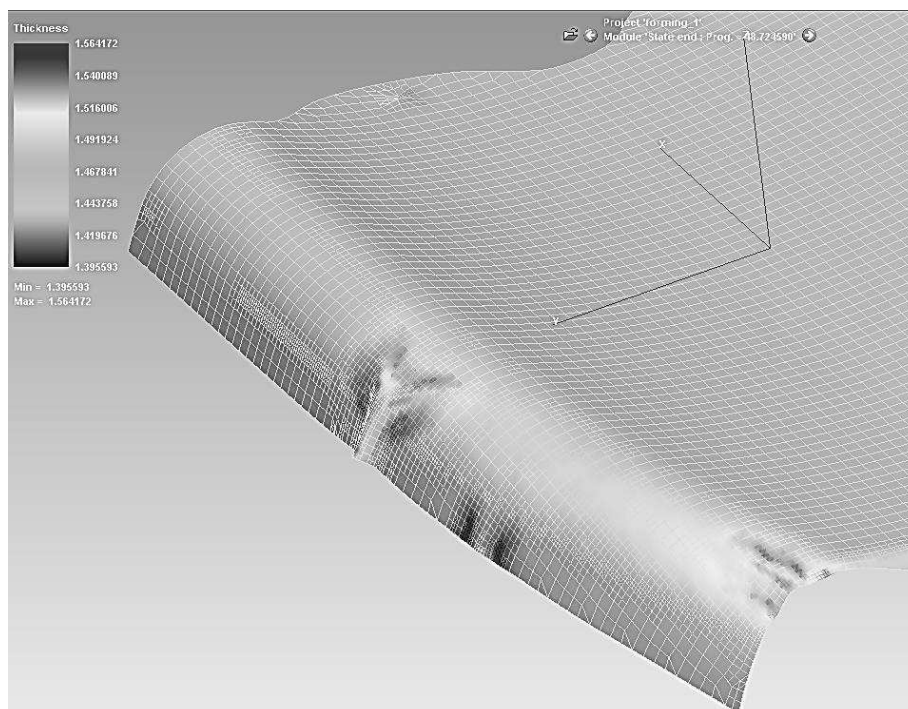


Рис. 3. Дефект типа «Складка»

Устранить подобный дефект позволяет применение в конструкции формблока специального противотжима – складкодержателя [1] (рис. 4).

Моделирование процесса формообразования ли-

стовой заготовки в формблоке со складкодержателем показывает (рис. 5), что выбранные параметры инструмента позволяют исключить образование гофров.

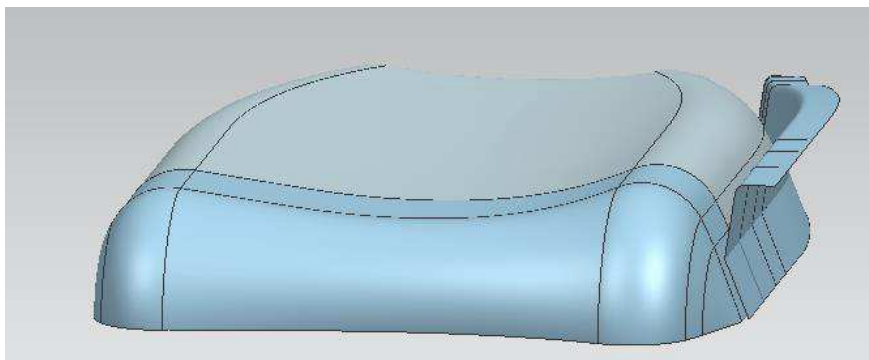


Рис. 4. Модель противоотжима

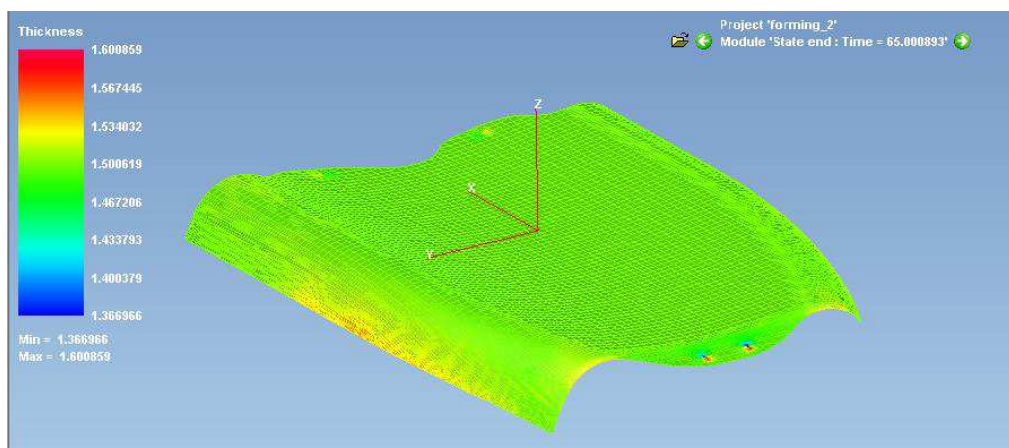


Рис. 5. Распределение толщины на детали

При этом максимальная толщина в зоне выпуклого борта возрасла до 1,6 мм, минимальная толщина составила 1,36 мм. Изменение толщины заготовки не превысило допусковую величину (20%).

Виртуальное моделирование позволяет оценить уровни деформаций (рис. 6).

Из рис. 6 видно, что максимальная степень деформации составила 13%, что не превышает возможности алюминиевого сплава, для которого допустимое линейное удлинение составляет 20%.

Известно, что процесс холодного деформирования сопровождается явлением, получившим название пружинение. Традиционные технологии предполагают применение трудоемких ручных доводочных работ,

которые достигают 20% и более от общей трудоемкости работ на изготовление одной детали. Сложность формы деталей делали неэффективными известные традиционные расчетные методы определения величин компенсации технологической оснастки. Конечно-элементные алгоритмы, лежащие в основе работы средств виртуального технологического анализа, решают эти проблемы.

Для исследуемой детали рассчитанные поля распределения величин пружинения приведены на рис 7. Максимальное отстояние внутренней поверхности детали от заданного контура составило 15,5 мм, что является недопустимым.

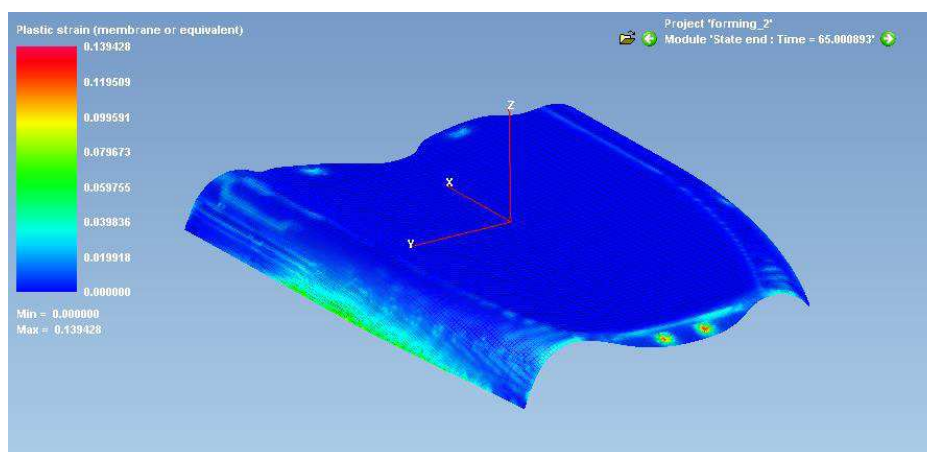


Рис. 6. Распределение относительных деформаций

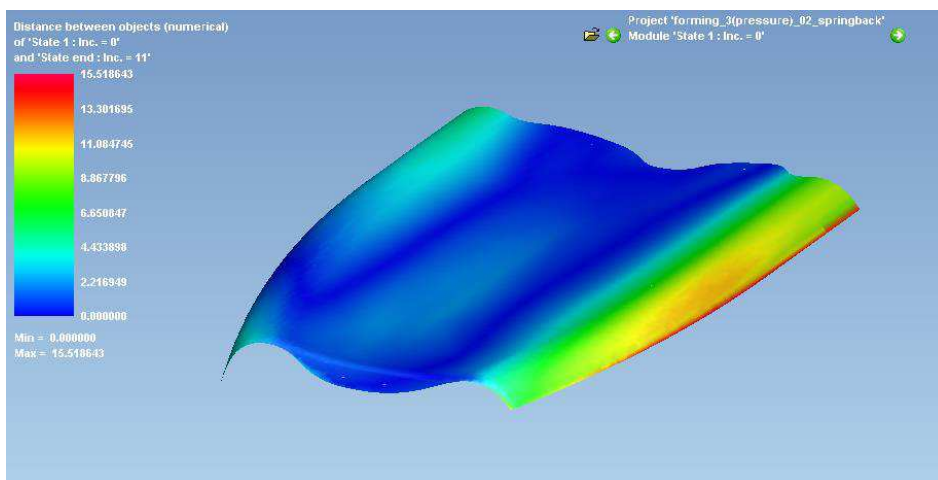


Рис. 7. Величина пружинения

Средства программного комплекса «PAM-STAMP» позволили рассчитать величины, на которые необходимо скомпенсировать геометрию рабочей поверхности оснастки (рис. 8), что позволяет штамповать кондиционные детали.

На заключительном этапе проектирования технологического процесса по сформированной конечно-элементной сетке, скомпенсированной на величину пружинения, с помощью программного комплекса PanelShop построена рабочая поверхность формообразующей оснастки, которая импортирует программ-

ные системы графического моделирования (рис. 9,а,б).

Полный цикл занял около семидесяти двух часов работы одного технолога, владеющего навыками работы со средствами виртуального технологического анализа. Отработка технологического процесса изготовления той же детали по традиционной технологии заняла бы несколько недель, не считая затрат на переделку технологического оснащения и расходов на материалы.

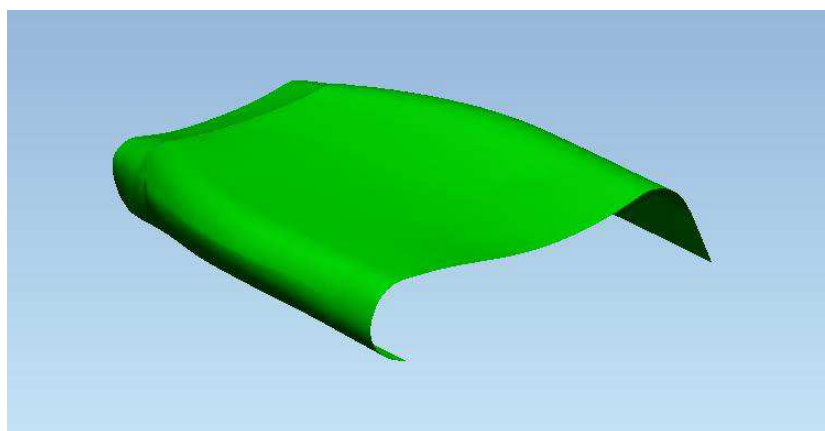


Рис. 8. Скомпенсированная оснастка

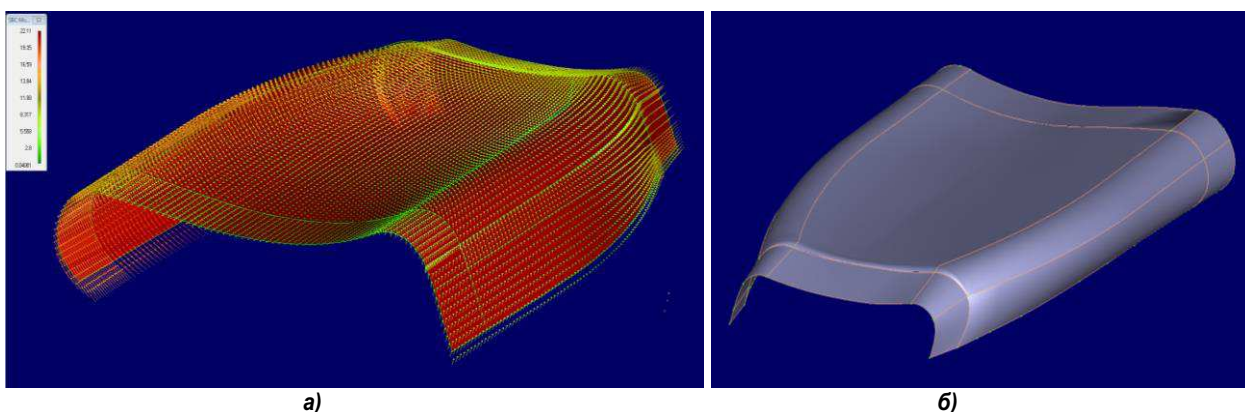


Рис. 9. Восстановленная поверхность: а – поверхность с учетом пружинения; б – восстановленная поверхность



Таким образом, программный комплекс «РАМ-STAMP» при разработке технологического процесса эластоформования реальной детали позволил спрогнозировать появление дефектов и отработать конструктивно-технологические мероприятия по их предотвращению, а также сформировать геометрическую модель рабочей поверхности оснастки, способную учесть величину пружинения. Применение средств технологического анализа позволяет сократить сроки и затраты на подготовку производства, а также уменьшить трудоемкость доводочных работ при изготовлении деталей.

Представленная в рамках данной статьи работа проводится при финансовой поддержке Правительства Российской Федерации (Минобрнауки России) по комплексному проекту 2012-218-03-120 «Автоматизация и повышение эффективности процессов изготовления и подготовки производства изделий авиатехники нового поколения на базе Научно-производственной корпорации «Иркут» с научным сопровождением Иркутского государственного технического университета» согласно Постановлению Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218.

Библиографический список

1. Исаченков Е.И. Штамповка эластичными и жидкостными средами. М.: Машиностроение, 1976. 206 с.

УДК 621.95.01

ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИЙ НА ТОЧНОСТЬ И КАЧЕСТВО ПОВЕРХНОСТИ ОТВЕРСТИЙ ПРИ СВЕРЛЕНИИ

© **А.В. Савилов¹, А.С. Пятых²**

Иркутский государственный технический университет,
664074, Россия, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83.

Приведены результаты исследования влияния вибраций на точность и качество поверхности отверстий при сверлении алюминиевого сплава В95пчТ2 сверлом R840-100-50-A1A 1220, а также результаты исследования по определению зависимости отклонения диаметра отверстия и шероховатости поверхности от скорости резания и величины подачи. Рассмотрены результаты применения модального анализа для определения оптимальных режимов резания при сверлении отверстий цельными твердосплавными сверлами.

Ил.19. Табл. 2. Библиогр.11 назв.

Ключевые слова: сверление; сверло; вибрации; отверстия; шероховатость; модальный анализ.

VIBRATION EFFECT ON ACCURACY AND QUALITY OF HOLE SURFACE UNDER DRILLING

A.V. Savilov, A.S. Pyatykh

Irkutsk State Technical University,
83 Lermontov St., Irkutsk, 664074, Russia.

The article presents the results of studying the vibration effect on the accuracy and quality of hole surface when drilling aluminum alloy of В95пчТ2 with the drill of R840-100-50-A1A 1220. It reports on the conducted researches on determining the dependence of hole diameter departure and surface roughness on the cutting speed and feed rate. The results of using modal analysis to determine the optimal cutting modes when drilling holes with solid carbide drills have been considered.

19 figures. 2 table. 11 sources.

Key words: drilling; drill; vibrations; holes; roughness; modal analysis.

В зависимости от назначения отверстия отличаются по точности, качеству, сочетанию диаметра и глубины. В настоящее время производители инструмента предлагают эффективные решения для обработки всех типов отверстий. Однако для эффективного использования самых современных инструментов недостаточно простого следования рекомендациям поставщиков, приведённых в каталогах. Одной из основных причин, не позволяющей реализовать возможности режущего инструмента, являются вибрации.

Они ограничивают возможность повышения режимов резания и производительности труда.

Колебания инструмента относительно заготовки вызывают периодическое изменение толщины срезаемого слоя и сил резания, изменение величины и характера нагрузок на станок, возрастающих в несколько раз по сравнению с устойчивым резанием. Даже слабые вибрации технологической системы препятствуют достижению высокого класса шероховатости и получению отверстий с заданной точностью. Стойкость

¹Савилов Андрей Владиславович, кандидат технических наук, доцент кафедры оборудования и автоматизации авиамашиностроения, тел.: 89148711574, e-mail: saw@irkut.ru

Savilov Andrei, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the Department of Equipment and Automation of Aircraft Engineering, tel.: 89148711574, e-mail: saw@irkut.ru

²Пятых Алексей Сергеевич, аспирант, тел.: 89500691877, e-mail: alexess@istu.edu

Pyatykh Aleksei, Postgraduate, tel.: 89500691877, e-mail: alexess@istu.edu