

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

Мироненко В.В., Шмаков А.К. Оптимизация деталей изготавливаемых вытяжкой эластичной средой, с применением технологии NURBS // Материалы по итогам VI –ой Всероссийской научно-практической конференции «Актуальные вопросы современности: взгляд молодых исследователей», 10 – 20 мая 2018 г. – 0,2 п. л. – URL: http://akademnova.ru/publications_on_the_results_of_the_conferences

СЕКЦИЯ: ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В.В. Мироненко

аспирант 3 курса кафедры нефтегазового дела

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический

университет»,

г. Иркутск, Иркутская область,

Российская Федерация

Шмаков А.К.

к.т.н., доцент кафедры нефтегазового дела

ФГБОУ ВО «Иркутский национальный исследовательский технический

университет»,

г. Иркутск, Иркутская область,

Российская Федерация

ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗГОТАВЛИВАЕМЫХ ВЫТЯЖКОЙ ЭЛАСТИЧНОЙ СРЕДОЙ, С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ NURBS

В современном авиационном заготовительно-штамповочном производстве существуют серьезные проблемы, связанные с оптимизацией деталей, получаемых глубокой вытяжкой и проектированием таких деталей с учетом возможностей их изготовления. При решении задач оптимизации

имеющейся формы авиационной детали, которую невозможно изготовить без дефектов, возникает вопрос - как изменить форму детали чтобы гарантировано избежать дефектов при изготовлении и сохранить ее функциональные свойства? В данном случае проектированием решается сложная задача поиска формы детали, которую можно было бы получить при формообразовании без дефектов и в последующем избежать оптимизации.

Проблема оптимизации формы имеющихся авиационных деталей и проектирование авиационных деталей с учетом аспектов ее формообразования является актуальной проблемой т.к игнорирование этих проблемы ведет к удорожанию изготовления деталей и повышения ее себестоимости.

Решение данной проблемы частично помогает снять имитационное моделирование технологического процесса. Однако моделирование дает ответ на вопрос о возможности изготовления авиационной детали при данной технологии, но не может дать ответ на вопрос оптимизации детали, при которой изготовление проходило бы без дефектов. В данном случае, имитационное моделирование может стать основой для применения технологии «технологической реконструкции», которая поможет решить данную задачу. Новизной предлагаемой технологии заключается в использовании имитационного моделирования как инструмента для расчета рациональной геометрической формы авиационных деталей с точки зрения формообразования и реконструкция данной формы с помощью технологии построения набора базисных поверхностей.

На примере авиационной детали типа «Короб» (Рис.1) рассмотрена оптимизация процесса вытяжки эластичной средой, классическая

оптимизация детали на основе моделирования и оптимизация на основе технологии «технологической реконструкции».

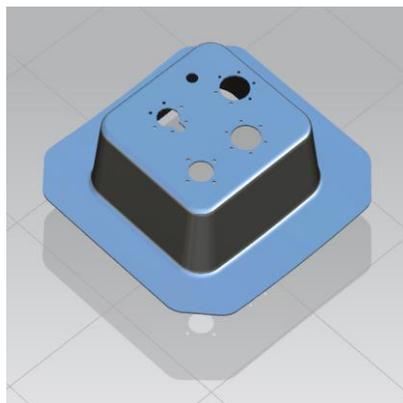


Рис.1 – Деталь типа «Короб»

Авиационная деталь имеет классическую форму деталей под вытяжку коробчатого типа толщиной 1,2 мм. Габариты детали (350 x 360 x 65 мм.) не превышают размеров рабочей поверхности столов прессов для эластоформования на сегодняшний день. Материал детали - коррозионностойкая сталь 12X18Н10Т. Вытяжка будет проводиться гидро-эластоформованием на прессах типа QFC фирмы Quintus Technologies. Минимальная допустимая толщина после формообразования – 0,96 мм. Теоретическая масса (масса с учетом того что толщина по всей детали постоянна и равна 1,2 мм.) – 1,47 кг.

Для технологического моделирования использован программный комплекс PAM-STAMP французской фирмы ESI Group.

Модель материала заготовки 12X18Н10Т задана следующими параметрами:

- модуль Юнга – 184 ГПа;
- коэффициент Пуассона – 0.27;

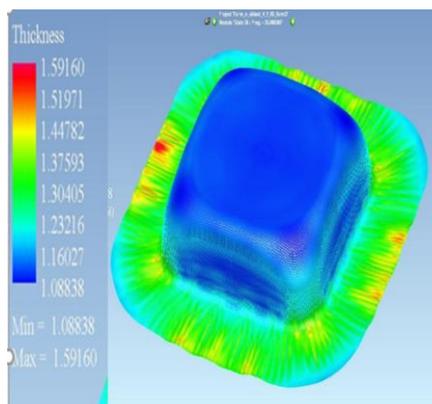
- плотность – 7.8 кг/мм³;
- коэффициенты анизотропии r_{00} , r_{450} , r_{900} – 0.5089, 1.2808, 0.6654;
- пластическая часть кривой течения задана функцией «Krupkowsky law» [1], имеющей вид: $\sigma = K(\varepsilon_0 + \varepsilon_p)^n$. Константы функции для материала 12X18H10T: $K = 1,44504$ ГПа, $n = 0.6138$, $\varepsilon_{ps0} = 0.0271$.

Моделирование исходной и оптимизированной детали показывает, что набор чрезмерный толщин фланца происходит при посадке гофр и сопровождается утонением в радиусных переходах на дне детали. Увеличение толщины ведет к увеличению массы. Гофры образуются в результате формообразования радиусных переходов на дне по углам на конечных этапах формообразования. И так как формообразование детали после касания дна оснастки идет от центра к углам, необходимо чтобы в углах были интегральные радиусы.

Единственное условие при задании такого рода радиусов является неизменность формы дна детали, имеющего отверстия. Основной проблемой также, как и при классической оптимизации является сложность прогнозирования бездефектного формообразования с выбранными радиусами детали и удовлетворения ее требуемым параметрам. В данном случае и рекомендуется применить технологию «технологической реконструкции».

Суть технологии «технологической реконструкции» заключается в следующем - при моделировании формообразования заготовка меняет свою форму с плоской до той, которая задана оснасткой. Приближаясь к форме оснастки, заготовка описывает конечно-элементной сеткой наилучшие формы интегральных радиусов при формообразовании с точки зрения деформирования. Остается только выбрать определённый шаг, при котором на с будет устраивать минимальная толщина и отформованная площадь

плоского дна для отверстий. Такой формой была выбрана форма, представленная на рис.2. Форма искалась в процессе моделирования неоптимизированной детали из заготовки толщиной 1,2 мм.



Минимальная толщина (синий цвет) – 1,088 мм.

(больше требуемой на 15 %)

Рис.2 – Форма детали с интегральными радиусам

Однако эту форму необходимо преобразовать в геометрическую модель т.к конечно-элементная сетка не воспринимается CAD системами как целостный объект а выглядит лишь как облако точек. Для этого рекомендуется триангулировать сетку и преобразовать ее в геометрический фасет в формате *.stl. (т.е после этого все элементы на конечно-элементной сетки станут треугольниками). После этого этот геометрический фасет можно загрузить в любую CAD систему (в нашем случае была выбрана система Siemens NX 10) (Рис.3).

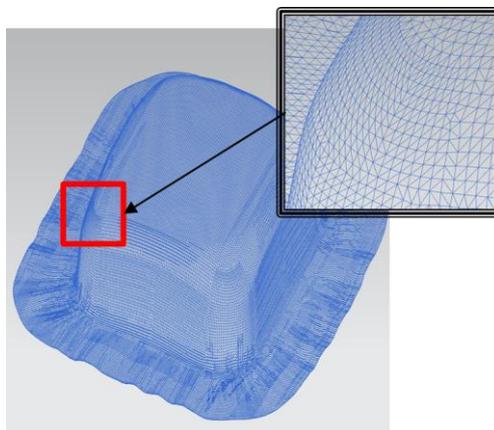


Рис.3 – Триангуляционный фасет в системе Siemens NX 10

Для реконструирования поверхности фасета использовалась технология NURBS (Non-uniform rational B-spline) [2]. Технология NURBS заключается в построении сплайнов на основе фасетного тела. Сплайны должны образовывать замкнутый контур определенного примитива (прямоугольного либо треугольного). Такая технология очень похожа на построение конечно-элементной сетки второго порядка, с тем различием что размер каждой поверхности различен. Суть сводится к тому, что технология NURBS должна представить фасет в наборе базисных поверхностей [3]. Основным достоинством данного метода является максимальная точность при реконструкции интегральных поверхностей. Результатом применения данной технологии реконструкции является внутренняя поверхность детали без фланца, где и находятся интегральные радиусы (Рис.4).

Всероссийское СММ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации ЭЛ №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

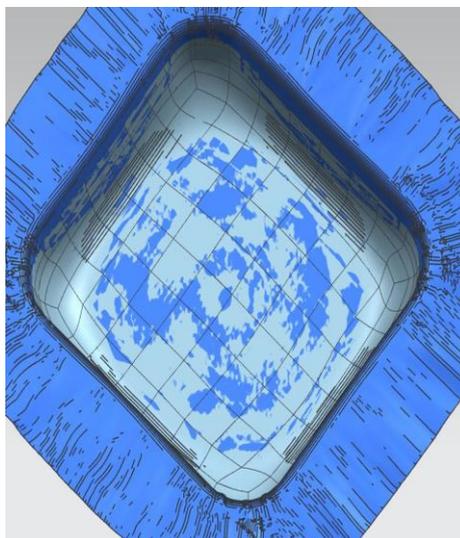
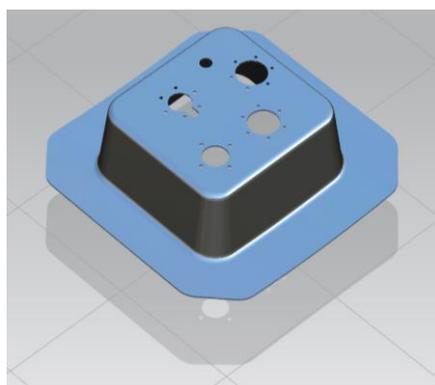
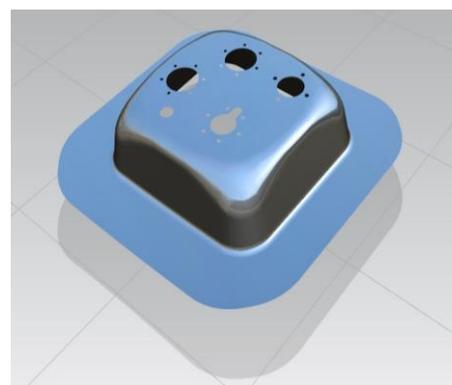


Рис.4 – Восстановленные поверхности по технологии NURBS

На основе этой поверхности с интегральными радиусами был получен оптимизированный КЭМ авиационной детали. Показано на рис.5, исходный КЭМ детали и КЭМ детали оптимизированной по технологии «технологической реконструкции».



Исходный КЭМ



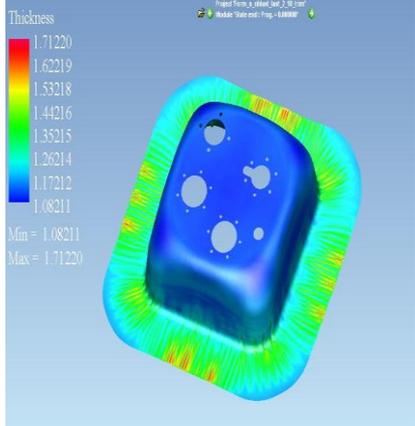
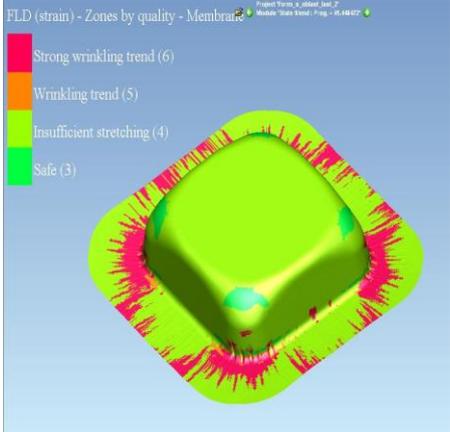
КЭМ детали оптимизированной по
технологии «технологической
реконструкции»

Рис.5 – Сравнение исходного и оптимизированного КЭМ

Последующие моделирование формообразования оптимизированной авиационной детали по технологии вытяжке с гарантированным зазором из заготовки 1,2 мм. показало, что минимальная толщина не меньше требуемого значения (0,96 мм.) и масса оказалась равна теоретической (1,47 кг.)(см.Таблица 1).

Таблица 1

Результаты моделирования формообразования с гарантированным зазором оптимизированной детали по технологии «технологической реконструкции»

Толщина заготовки	Распределение толщин	Распределение предельного состояния материала
1,2 мм.	 <p>Минимальная толщина (синий цвет) – 1.082 мм.</p>	 <p>Синие зоны отсутствуют Трещин нет</p>

Выводы

В результате, на примере авиационной детали типа «Короб» было показано применение технологии технологической реконструкции для задач оптимизации деталей с учетом деформационной способности материала и технологии формообразования. Аналогом на сегодняшний день

разработанной технологии является технология оптимизации, основанная на геометрическом построении модели и простоты изменения формы детали. В статье было показано как данный подход устарел и не может решить проблемы возникающих при современном производстве авиационных деталей и что данный подход ведет к удорожанию производства деталей. Разработанная технология позволяет реконструировать форму заготовки на любом шаге формообразования. Использование данной технологии позволит уменьшить затраты на отработку процесса вытяжки эластичной средой на этапе оптимизации формы детали, а также позволит разрабатывать более технологичные формы деталей на этапе конструирования.

Список использованной литературы:

1. Белых С.В., Кривенок А.А., Перевалов А.А. Обработка результатов контроля на ким деталей летательных аппаратов с использованием аппроксимации контура дугами // Авиационная промышленность. - 2011. - №4. - С. 2.
2. Ахатов Р.Х., Однокурцев К.А. Формализованный метод выбора и анализа сборочных баз в самолетостроении // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. 2009. № 2 (23). С. 232-237.
3. Иванов Н.Н., Ржечицкий Э.П., Немаров А.А., Сысоев И.А., Иванчик Н.Н., Пинаев А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ «СУХОЙ» ГАЗООЧИСТКИ 6-ОЙ СЕРИИ ЭЛЕКТРОЛИЗА ФИЛИАЛА «БАЗ-СУАЛ» // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. - 2015. - Т. 1. - С. 168-172.
4. Kondrat'ev V.V., Rzhechitskij E.P., Shakhrai S.G., Karlina A.I., Sysoev I.A. RECYCLING OF ELECTROLYZER SPENT CARBON-GRAPHITE LINING WITH ALUMINUM FLUORIDE REGENERATION // Metallurgist. - 2016. - Т. 60. № 5-6. - С. 571-575.
5. Kondrat'ev V., Govorkov A., Lavrent'eva M., Sysoev I., Karlina A.I. Description of the heat exchanger unit construction, created in IRNITU // International Journal of Applied Engineering Research. 2016. Т. 11. № 19. С. 9979-9983.
6. Жилиев А.С., Говорков А.С. Формирование информационной модели изделия АТ в ПК "Система анализа ТКИ" // Фундаментальные проблемы технических наук. Сборник статей Международной научно-практической конференции. Ответственный редактор А.А. Сукиасян. 2014. С. 56-58.

Всероссийское СМИ

«Академия педагогических идей «НОВАЦИЯ»

Свидетельство о регистрации Эл №ФС 77-62011 от 05.06.2015 г.

(выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций)

Сайт: akademnova.ru

e-mail: akademnova@mail.ru

7. Ахатов Р.Х., Говорков А.С., Жилиев А.С. Разработка и внедрение программного комплекса "система анализа технологичности конструкции изделий" при запуске в производство изделий // Системы управления жизненным циклом изделий авиационной техники: актуальные проблемы, исследования, опыт внедрения и перспективы развития. Статьи и тезисы докладов IV Международной научно-практической конференции. 2014. С. 13-14.

8. Говорков А.С., Ахатов Р.Х. Анализ технологичности изделия авиационной техники на основе информационного образа изделия. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13. № 6-1. С. 285-292.

9. Лаврентьева М.В., Говорков А.С. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОННОЙ МОДЕЛИ ИЗДЕЛИЯ С ПОМОЩЬЮ ВЫЯВЛЕННЫХ ФОРМАЛИЗОВАННЫХ ПАРАМЕТРОВ ИЗ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ // Труды МАИ. - 2017. - №96. - С. 29.

Опубликовано: 10.05.2018 г.

© Академия педагогических идей «Новация», 2018

© Мироненко В.В., Шмаков А.К., 2018