

Copra MetalBender –

не стоит прогибаться
под изменчивый мир...

Изготовление деталей из листового металла последовательным нанесением сгибов, отбортовок и других конструктивных элементов без пластической деформации материала широко применяется в различных отраслях машиностроения. Грамотно спроектированное изделие из листа имеет при достаточной прочности хорошую весовую эффективность (что особенно важно в авиастроении); с использованием средств оптимизации раскроя разверток и заготовок достигается высокий коэффициент использования материала (КИМ). При этом назначение изделий может быть самым различным: от декоративных корпусов или кожухов электрических приборов до несущих, силовых элементов конструкции планера самолета.

Современное оборудование позволяет формировать из листа трубы большого диаметра или получать методом прокатки на роликах (за рубежом этот способ называют RollForming) весьма замысловатые профили практически любого сечения и длины.

При проектировании конструктору требуется решать как минимум две проблемы, связанные с технологией изготовления деталей из листового материала.

Во-первых, инженер-конструктор создает пространственную трехмерную деталь, зачастую весь-

ма непростой формы, с множеством сгибов, фланцев, отбортовок и т. п. Исходной заготовкой для такой детали служит лист, и первой операцией изготовления будет раскрой плоской фигуры — развертки будущего изделия. Развертку следует построить с учетом технологических свойств листового металла, в зависимости от которых определяется положение нейтральной линии развертки. Эти параметры влияют на размеры зон сгибов, и правильное их определение обеспечит точное совпадение размеров, заложенных конструктором, с реально получившимися.

Во-вторых, различные листовые материалы имеют различные характеристики упругости и после снятия нагрузки от формообразующего инструмента стремятся в какой-то мере восстановить первоначальную форму (обратное пружинение). Величину этого пружинения также необходимо учесть.

Компания **Consistent Software** предлагает для проектирования изделий из листового металла программный комплекс компании **data M** (Германия) под общим названием **COPRA**, включающий несколько модулей **COPRA MetalBender** (формирование разворачиваемых изделий из листового материала) и **COPRA RollForming** (проектирование изделий для изготовления методом прокатки на

роликах и разработка соответствующей технологической оснастки).

Познакомимся с пакетом **Copra MetalBender** (в дальнейшем — **СМВ**) и составляющими его модулями в порядке возрастания функциональности.

Copra MetalBender 2D

С этого модуля и начинается история развития пакета **Copra MetalBender**. Основные идеи **Copra MB 2D** входили в пакет **GENIUS-Blech 2D**. Модуль идеально подходит для проектирования сечений плоских разворачиваемых деталей (рис. 1), моделирования достаточно сложных типовых изделий (короба, желоба) без пробивных отверстий с представлением, тем не менее, пространственной трехмерной мо-



Рис. 1



Рис. 2

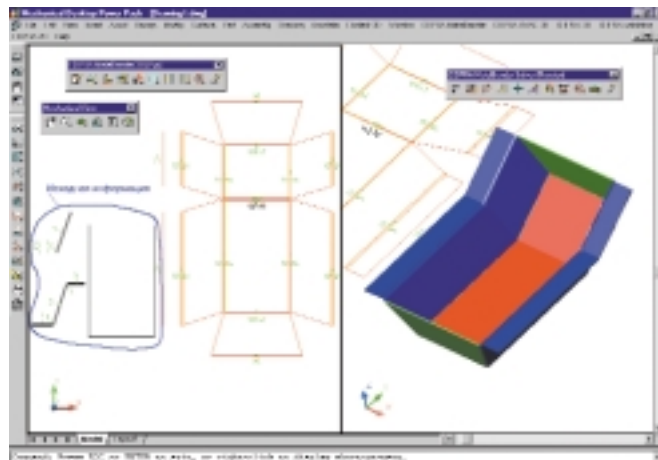


Рис. 3

Copra MetalBender Desktop

Теперь сразу от простого к сложному. Если Copra MB 2D предназначен для работы с плоскими сечениями разворачиваемых деталей, то модуль Copra MB Desktop — инструмент для параметрического проектирования пространственных тон-

кольных изделий, конструкция которых может включать разнообразные сгибы, фланцы, высечки и т. п. Как следует из названия, CMB Desktop — интегрированное приложение Autodesk Mechanical Desktop, а значит нанесение любого конструктивного элемента (сгиб, отбортовка и др.) по методике практически не отличается от нанесения фаски или скругления.

Интерфейс пользователя настолько прост и продуман, что для изменения параметров какого-либо элемента нет необходимости искать его в "дереве" построений: достаточно указать примитив на экране и внести требуемые изменения (при работе с CMB Desktop окно Desktop Browser вообще можно погасить).

Типичная последовательность работы в CMB Desktop такова: как

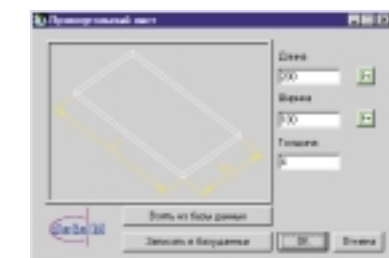


Рис. 4

дели как в среде AutoCAD, так и Mechanical Desktop (MDT). В зависимости от применяемого материала для любых разверток вычисляются компенсирующие величины для углов сгибов, при проектировании плоских сечений формируется последовательность сгибов (рис. 2). Правильный выбор последовательности сгибов может оказаться критически важным — при неверном порядке формирования сги-

бов деталь просто нельзя будет изготовить. Изюминка COPRA MB 2D — создание развертки и трехмерной модели для типовых изделий с минимумом построений. Достаточно определить контур основания, профилировку отбортовок, определить тип материала, его толщину — и через несколько секунд на экране 3D-модель изделия и выполненная с учетом всех технологических требований развертка! Остается только передать данные в пакет TEXTRAN/Раскрой (см. "CADmaster" № 2/2000) для оптимальной раскладки заготовок на листе и получения управляющей программы для станка. Пример наиболее типичной детали, создаваемой подобным образом, представлен на рис. 3.

Модуль CMB 2D включен в модули CMB Desktop и CMB 3D.



Рис. 5

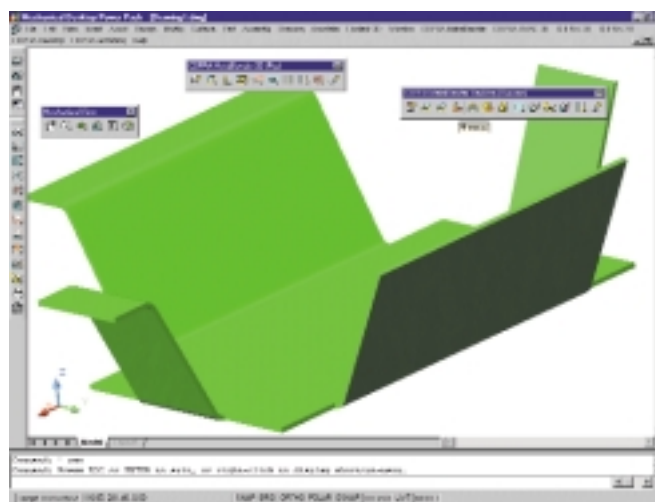


Рис. 6

Новости

Cosmos — программный продукт для конечно-элементного анализа конструкций

Consistent Software начала поставки программных продуктов компании Structural Research & Analysis Corporation — пакетов конечно-элементного анализа конструкций серии Cosmos.

Cosmos/DesignSTAR (версия 2.1) — пакет, ориентированный на расчет трехмерных изотропных и ортотропных твердых тел.

Базовые возможности пакета:

- собственный пре- и постпроцессор, включающий добротный сеточный генератор;
- линейный статический анализ деталей и сборок с учетом контактного взаимодействия;
- линейный частотный анализ;
- линейный анализ устойчивости элементов конструкции;
- термический анализ — стационарные состояния и переходные процессы, линейные и нелинейные.

Возможно дополнение базового комплекта Cosmos/DesignSTAR модулем Cosmos/Flow (производитель — Blue Ridge Numerics, Incorporated) для анализа динамики жидкостей и газов.

Модуля подготовки геометрии модели нет, но Cosmos/DesignSTAR способен работать со многими CAD-программами, а с некоторыми из них поддерживает прямой интерфейс.

Cosmos/M — один из наиболее передовых и универсальных пакетов конечно-элементного анализа — включает следующие возможности:

- создание геометрических моделей как отдельных деталей, так и сборок;
- конечно-элементное представление геометрических моделей для последующего анализа;
- обширная библиотека конечных элементов 1D-, 2D- и 3D-размерностей.
- современные способы визуализации геометрических объектов и результатов решения. Предметами исследования могут выступать: тепловое и напряженно-деформированное состояние элементов конструкции;
- устойчивость и частотные характеристики объектов;
- динамический отклик;
- усталость;
- электромагнетизм (низко- и высокочастотный);
- динамика жидких сред.

Большая часть задач решается и в нелинейной постановке.

Cosmos/M — модульная система, а значит сам пользователь может определить необходимый ему набор модулей. Программные продукты компании Structural Research & Analysis Corporation отличаются качеством, интуитивно-понятным интерфейсом и относительно низкими ценами. Они пользуются высоким спросом среди разработчиков и конструкторов, которые самостоятельно и за короткий срок могут произвести необходимые расчеты изделия еще на стадии проектирования.

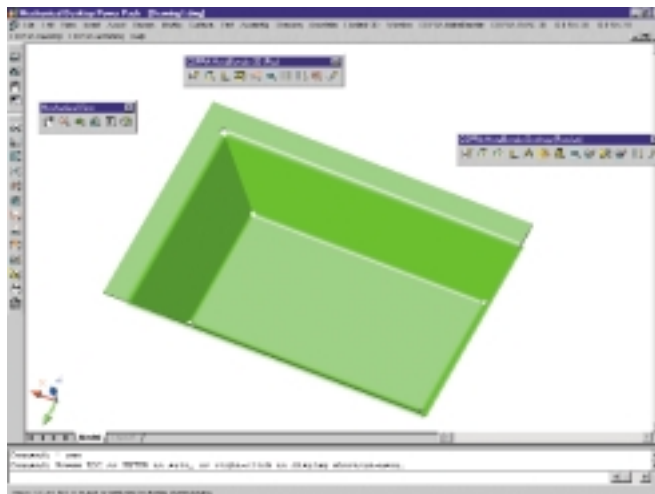


Рис. 7

некое базовое основание выбирается прямоугольный лист (часто используемые типоразмеры есть смысл сохранить в базе данных, рис. 4) или заготовка произвольной формы, а затем добавляются параметрические сгибы и фланцы самой разнообразной формы (рис. 5, 6) с учетом технологических вырезов, причем в качестве размеров могут выступать переменные MDT.

Интересна операция "закрыва-ния углов" (close corner), образованных смежными отгибами: стенки и полки автоматически удлиняются до касания, образуя соединение встык или с определенным зазором (рис. 7).

Редкая конструкция из листа обходится без высечных пазов или отверстий — необходимость одних продиктована назначением детали, другие служат для снижения массы. Конструктор может воспользоваться имеющейся библиотекой вырезов или добавить в нее собственные раз-делы. Можно "резать" деталь и средствами MDT (cut), причем наноси-мые примитивы могут пересекать различные зоны сгибов (рис. 8).

Деталь сформирована. Конечная же цель — развертка, но перед ее построением необходимо оговорить ряд технологических параметров. Во-первых, определяется положение нейтральной линии, по которой вычисляются все размеры развертки. Эту величину задают в долях толщины материала или берут из табличного файла, где величина смещения зависит от марки и тол-

щины материала, радиуса и угла ги-ба. Во-вторых, выбирается одна из расчетных моделей теории упругости, по которой вычис-ляются углы обрат-ного пружинения с учетом характе-ристик материала. Наконец, конст-руктор определяет способы оформле-ния "углов" раз-вертки — радиус-ным сопряжением, линейным перехо-дом и т. п.

Развертка на экране. Она авто-матически проходит контроль на недопустимые самопересечения, а в качестве завершающей операции на имитационной модели можно смо-делировать последовательности на-несения сгибов и выбрать из них оптимальную.

Copra MetalBender 3D

А у вас есть то же самое, но без крыльев?

С. С. Горбунков

Если совсем коротко, CMB 3D — это то же самое, что и CMB Desktop, но без параметризации размеров элементов. Отсутствие параметриза-ции заметно увеличивает скорость работы модуля, но отредактировать нанесенный конструктивный эле-мент невозможно: приходится уда-лять сгиб, фланец или высечку и строить их заново с корректными параметрами. CMB 3D имеет ряд дополнительных возможностей для построения фланцев произвольного профиля и операций над твердо-тельными объектами. Наконец, от-сутствие параметризации позволяет работать с CMB 3D в среде AutoCAD 2000: наличия MDT в этом случае не требуется. Модуль полностью входит в состав CMB Desktop.

Copra MetalBender HVAC

CMB HVAC (Heating-Ventilation-Air-Conditioning) — набор специа-лизированных инструментов для формирования различных воздухо-

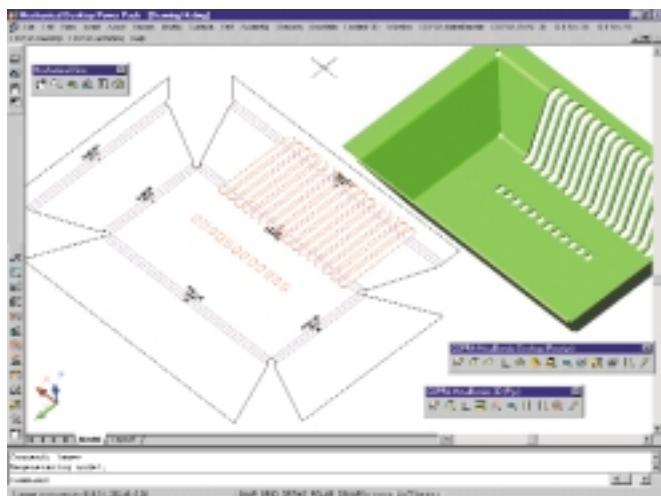


Рис. 8

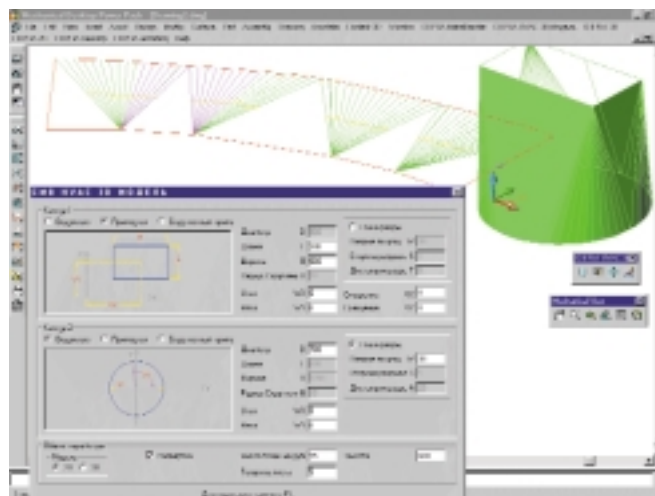


Рис. 9

водов, стыков трубопроводов, коленных соединений. Классическая задача: требуется построить развертку переходника с прямоугольного сечения на круглое. С использованием CMB HVAC построение 3D-модели и листовой развертки займет всего несколько минут — достаточно указать параметры сечений и их взаимное расположение (рис. 9). Так же просто формируется развертка стыка двух и более цилиндрических или конических труб, произвольным образом ориентированных в пространстве (рис. 10). Специалисты найдут в этом модуле множество типовых решений для построения разверток котловых крышек, тройников, коленных сегментов (рис. 11) Пакет с равной эффективностью работает как в среде AutoCAD 2000, так и в среде MDT.

Copra MetalBender Solver

Этот модуль можно назвать невидимым спутником CMB Desktop и CMB 3D, он входит в состав обоих пакетов и именно он формирует с учетом технологических особенностей плоские развертки по пространственным моделям. В принципе, CMB Solver может функционировать и как самостоятельный продукт, выполняя построения разверток по любым разворачиваемым пространственным моделям AutoCAD или MDT, но, конечно же, он не предлагает никаких инструментов для конструирования самого изделия.

Таков состав пакета Copra MetalBender — специализированного программного продукта для проектирования деталей из листового материала. Интерфейс пользователя для всех его модулей переведен на русский язык (присмотритесь к помещенным здесь копиям экранов и диалоговых окон). Работа по локализации продукта продолжается — на очереди перевод руководства пользователя, справочной информации и т. д.

И последнее: компания **data M** выбрана в качестве партнера-разработчика самого современного программного пакета Autodesk Inventor

(см. "CAD master" № 3/2000) и все основные идеи параметрического проектирования изделий из листового материала, заложенные в пакете Copra MetalBender Desktop, включены в базовый состав системы Inventor. На очереди — включение в состав Copra MB модуля построения разверток неразворачиваемых поверхностей (поверхности двойной кривизны).

Юрий Чугунов
Consistent Software
Тел.: (095) 913-2222
E-mail: jura@csoft.ru

