

# Глава 1

## **Интерфейс программы и управление рабочей средой**

КОМПАС-3D: кратко о главном

Обзор сервисных команд и их возможностей

Настройка рабочей среды

Резюме

КОМПАС-3D — достаточно сложная многофункциональная система трехмерного параметрического моделирования. Сложная не из-за какой-либо замысловатости в подходах к моделированию или из-за запутанного интерфейса (по этим параметрам, скорее, наоборот, — КОМПАС заслуженно можно назвать одной из наиболее дружелюбных к пользователю систем). Сложность приложения — в обширном функционале и большом количестве разнообразных операций, разобраться в которых начинающему пользователю бывает порой очень непросто. Как и любая другая программа, будь то САД-система, редактор изображений или среда разработки приложений, по мере развития КОМПАС накапливал все больше и больше разносторонних функций. Каждая из таких функций расширяла возможности приложения, упрощала работу с ним, но зачастую усложняла жизнь новичку. Причем чем с более поздней версии пользователь начинает работу, тем сложнее кажутся ему первые шаги.

Данная глава рассчитана на читателей, которые до этого не работали с КОМПАС вообще или работали, но с очень старой версией. В ней не будет большого количества примеров и подробного описания функциональности, зато здесь вы найдете наиболее полные сведения о структуре и различных возможностях настройки программы, что впоследствии позволит без особого труда тонко настраивать утилиту исходя из своих задач. Если ранее вы уже работали с какой-либо другой известной конструкторской системой трехмерного моделирования (например, с AutoCAD, Inventor, SolidWorks), то приведенный в книге материал не должен вызвать у вас затруднений. Однако нет ничего страшного в том, если вы только открываете для себя мир инженерного параметрического проектирования или не сталкивались ранее с трехмерной графикой. Сведения в этом издании будут изложены просто и доступно, вы не увязнете в путанице сложных терминов и понятий.

Данная глава может быть интересна не только начинающим пользователям, но также и тем читателям, которые уже работали в системе КОМПАС-3D. Возможно, они узнают о неизвестных им настройках или скрытых возможностях программы.

## КОМПАС-3D: коротко о главном

Итак, КОМПАС-3D — это программа для трехмерного инженерного проектирования. Обратите внимание — это система именно *трехмерного* моделирования, несмотря на то, что КОМПАС, конечно, умеет создавать и двухмерные чертежи. Изначально КОМПАС был сугубо двухмерной системой. Однако в последние годы произошло массовое внедрение технологий трехмерного моделирования в конструкторское проектирование. В результате определяющим

критерием в оценке конкурентоспособности любой САД-системы стало наличие функционала для работы с 3D. Несмотря на то что чертеж все еще остается главным документом конструктора, случаи проектирования изделия с использованием только двухмерных технологий черчения (то есть создание чертежа вручную, с нуля) встречаются все реже и реже. По этой причине большая часть книги посвящена трехмерному моделированию.

На данный момент трехмерная графика применяется в любой области — начиная с проектирования крохотных деталей в радиоэлектронике и заканчивая авиастроением. Рассмотрим, что же такое трехмерная графика, а также познакомимся с ее основными понятиями.

## Трехмерная графика

Для понятия «трехмерная графика», как это часто бывает с простыми терминами, не существует единого определения.

В самом широком смысле *трехмерная графика (3D-графика)* — это область изобразительного искусства, предназначенная для воссоздания и визуального представления объектов реального (и не только) мира. Главное отличие трехмерной графики от плоской состоит в том, что объект, изображенный средствами двухмерной графики (скажем, рисунок, картина или чертеж), виден лишь с той стороны и в таком ракурсе, в каком он представлен на рисунке. Тогда как объект, воссозданный с помощью трехмерной графики, можно рассмотреть с разных сторон, под разными углами и даже с учетом различного освещения.

Мы же ограничимся более узким толкованием данного термина, касающимся исключительно компьютерной графики. В данном случае трехмерная графика рассматривается как часть компьютерной графики и используется для объемного представления данных (или объектов), сохраненных в компьютере, для проведения различных расчетов, просмотра объектов в режиме реального времени или визуализации двухмерных изображений.

Под трехмерной графикой также могут подразумеваться программные средства для создания 3D-моделей, алгоритмы, реализованные в этих программных средствах, сами модели (трехмерные объекты) и даже результирующее изображение, полученное после обработки трехмерных объектов.

На сегодняшний день трехмерная графика используется практически повсеместно в окружающем нас мире. Наиболее существенные сферы применения 3D (в порядке уменьшения значимости):

- анимация — трехмерная графика используется для создания мультипликационных фильмов, постобработки художественных фильмов (добавление спецэффектов, фона и пр.), а также в компьютерных играх;
- инженерное проектирование — построение трехмерных моделей деталей в машиностроении, цифровых моделей зданий в строительстве, визуализация интерьера и экстерьера в архитектуре;
- инженерные расчеты — визуализация расчетов на прочность для заданных нагрузок и геометрии, аэродинамические и гидравлические расчеты и пр.;
- научные работы — моделирование различных процессов, а также наглядное представление результатов численного моделирования, визуальное представление комплексных данных;
- системы интерактивного обучения — например, авиатренажеры, тренажеры для водителей локомотивов или авиадиспетчеров;
- медицина;
- метеорология и пр.

Нас, разумеется, интересует второй пункт среди перечисленных областей применения трехмерной графики.

Термин *«трехмерное моделирование»* часто используется как синоним трехмерной графики, но на самом деле эти понятия не являются синонимами. Трехмерная графика относится к уже существующим объемным объектам и способам их представления, тогда как моделирование обозначает процесс создания этих объектов.

Способы создания трехмерных моделей в инженерных графических системах можно разделить на два больших класса: твердотельное моделирование и поверхностное моделирование.

Твердотельное моделирование позволяет формировать трехмерный объект посредством добавления или удаления (вырезания) определенной части материала. В результате создаваемый объект предстает в виде так называемого *«твердого тела»* — области трехмерного пространства, состоящей из однородного материала и ограниченной замкнутой поверхностью, которая сформирована из одной или нескольких стыкующихся граней. Операции по удалению или добавлению материала называются булевыми. Кроме булевых операций в специализированных конструкторских системах всегда существует большое количество всевозможных вспомогательных команд, позволяющих без особого труда формировать в модели тот или иной конструкторский элемент (фаску,

ребро жесткости, уклон, отверстие). Все эти операции называются формообразующими (или трехмерными).

Форма добавляемого и удаляемого материала может быть разной, но чаще всего при твердотельном моделировании она не очень сложна и описывается обычными алгебраическими уравнениями (куб, цилиндр, сфера, призма, параллелепипед, конус, всевозможные тела вращения и т. д.). Многократное повторение формообразующих операций с различными по размерам и форме трехмерными элементами позволяет построить достаточно сложную модель.



#### ПРИМЕЧАНИЕ

Более подробно о твердотельном моделировании, а также об особенностях его реализации в системе КОМПАС-3D читайте в гл. 3.

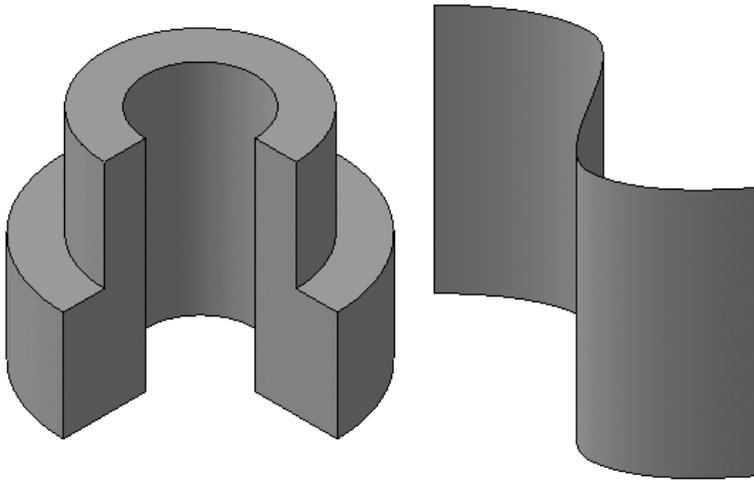
Несмотря на то что возможности твердотельного моделирования кажутся пограниченными, они позволяют воссоздавать практически любые окружающие нас предметы (имеются в виду, в основном, объекты, созданные человеком). К преимуществам твердотельного моделирования можно отнести сравнительную простоту, возможность создания очень точных моделей (полное воспроизведение по заданным размерам), достаточно низкие требования к аппаратным средствам и небольшой размер файлов (в данном случае речь, конечно, не идет о больших сборках). Перечисленные достоинства делают твердотельное моделирование идеальным для применения в машиностроении, гражданском строительстве и прочих отраслях промышленности.

Однако такой способ проектирования имеет и недостатки. Главный из них заключается в том, что в природе есть предметы, которые очень сложно, а иногда просто невозможно воссоздать на компьютере посредством только твердотельного моделирования. В первую очередь это предметы живой природы: деревья, камни, трава, листья, а также люди — все то, что не имеет четко выверенных размеров и что нельзя собрать из цилиндров и параллелепипедов. Конечно, нас эти объекты не интересуют, ведь, как сказано выше, мы будем рассматривать только инженерное проектирование, и моделирование таких объектов, как трава и деревья, нас не интересуют. Тем не менее в реальном мире существуют и неживые объекты, обладающие весьма сложной геометрией, которые нельзя построить с помощью одних лишь булевых операций. В качестве примера можно назвать фюзеляж самолета, лопатку турбины или даже корпус любого бытового прибора.

Для решения подобных задач существует *поверхностное* моделирование (рис. 1.1). Суть его заключается в том, что модель создается не как сплошное тело, ограниченное гладкими гранями, а в виде произвольной (как замкнутой, так и незамкнутой) поверхности.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

На самом деле такое утверждение относительно невозможности воссоздать те или иные объекты средствами твердотельного моделирования не всегда верно. При необходимости все-таки можно создать тот же фюзеляж самолета или лопатку компрессора турбины с помощью твердотельного моделирования. Однако на это нужно будет затратить очень много усилий.

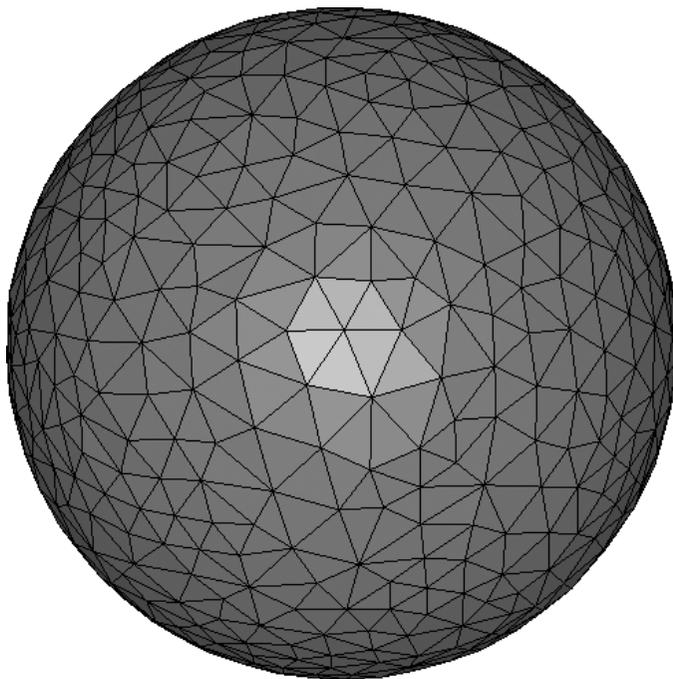


**Рис. 1.1.** Трехмерные объекты: твердое тело (*слева*) и поверхность (*справа*)

На рис. 1.1, *справа*, показана очень простая поверхность. В действительности с помощью поверхностного моделирования можно создавать гораздо более сложные поверхности, чаще всего такие, которые невозможно описать уравнениями. В таком случае поверхность аппроксимируется многоугольниками (чаще всего треугольниками). При аппроксимации заданная поверхность заменяется сеткой из  $n$ -го количества многоугольников (иногда говорят, что поверхность разбивается на многоугольники). Чем больше количество многоугольников, тем точнее полученная трехмерная сетка приближается к реальному объекту. Однако тем больше места на диске и в памяти компьютера занимает модель и тем сложнее ее обрабатывать и редактировать, поскольку в памяти находится не одно или несколько параметрических уравнений, а огромный массив с координатами вершин полигонов (рис. 1.2).

В графическом редакторе поверхности могут создаваться не только путем полигонального моделирования. Не менее часто используется моделирование на основе неоднородных рациональных В-сплайнов (так называемых NURBS-кривых) или моделирование на основе порций поверхностей Безье. Каждый из перечисленных способов имеет свои преимущества и позволяет создавать

любые, даже самые замысловатые поверхности, однако они оба весьма требовательны к возможностям компьютера.



**Рис. 1.2.** Трехмерная поверхность: сфера, аппроксимированная треугольниками

Преимущество поверхностного моделирования заключается в том, что пользователь может редактировать каждый многоугольник отдельно, перемещая его вершины, вытягивая или вдавливая многоугольник. Таким образом снимаются практически все ограничения относительно построения 3D-моделей сложной формы. Однако за это приходится расплачиваться. При построении таких моделей проектировщик должен очень хорошо знать основы трехмерного моделирования, а также специфику реализации той или иной команды в данной графической системе. Кроме того, данные системы более требовательны к аппаратным средствам компьютера.

Для компьютерного инженерного проектирования существует специальный класс программ, которые принято называть системами автоматизированного проектирования (САПР), или САД-системами. Кроме возможности создания трехмерных моделей и чертежей, эти системы обладают специальными функциями для автоматизированного выпуска конструкторской документации, что отличает их от дизайнерских программ для трехмерного моделирования. В каж-

дой из таких САПР реализован тот или иной подход к трехмерному моделированию или же их функционал объединяет в себе особенности обоих подходов.

Поскольку чисто поверхностное моделирование является прерогативой дизайнерских систем (например, 3ds Max), то среди инженерных программ чаще всего встречаются:

- системы сугубо твердотельного моделирования;
- гибридные системы, то есть такие, в которых реализовано как твердотельное, так и поверхностное моделирование.

На сегодняшний день все существующие программные пакеты, которые предназначены для инженерного моделирования (САПР), можно разделить на три большие категории.

- *Системы тяжелого класса.* Они содержат мощные гибридные трехмерные редакторы, а также встроенные функции для различных инженерных расчетов. Данные системы весьма сложны для освоения, требуют специальных знаний и навыков, очень дорогостоящие, однако позволяют создавать и рассчитывать модели практически любых форм. Это системы класса Pro\ENGINEER, CATIA и пр.
- *Системы среднего класса.* Такие системы сейчас наиболее распространены и популярны. Сравнительно недорогие, легкие в освоении, ориентированные на пользователя (то есть на обычного инженера) и не столь требовательные к аппаратным средствам, как системы тяжелого класса. К этим системам можно отнести Autodesk Inventor, SolidWorks, Solid Edge и т. д.
- *Узкоспециализированные модули.* Это, как правило, небольшие программы, автоматизирующие решение нетипичной узкопрофильной задачи конкретной отрасли промышленности или человеческой деятельности. Эти приложения могут быть как самостоятельными, так и базироваться на каких-либо программных пакетах тяжелого или среднего классов (так называемые подключаемые модули или библиотеки).

## Проектирование в КОМПАС-3D

КОМПАС-3D — программный комплекс для твердотельного трехмерного моделирования в промышленности. В основном для создания трехмерных моделей в КОМПАС используются принципы твердотельного моделирования, однако функционал приложения позволяет работать с поверхностями и даже создавать несложные 3D-поверхности в качестве вспомогательных объектов

при моделировании. Как отмечалось ранее, этого вполне достаточно, чтобы выполнять даже сложные модели (рис. 1.3). При необходимости можно импортировать в модель поверхность любой сложности, созданную в какой-либо другой системе.

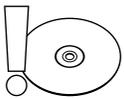


**Рис. 1.3.** 3D-модель кожухотрубного теплообменного аппарата, созданная в КОМПАС-3D только с помощью твердотельного моделирования

Программный комплекс состоит из нескольких тесно связанных между собой модулей.

- Собственно КОМПАС-3D — система твердотельного трехмерного моделирования, предназначенная для построения объемных параметрических деталей и сборок.
- Графический редактор КОМПАС-График — позволяет быстро и легко создавать, редактировать или оформлять чертежи и прочую документацию согласно как российским, так и зарубежным стандартам. С помощью КОМПАС-График можно автоматически генерировать чертеж по существующей трехмерной модели (путем автоматического построения проекционных видов). Вместе с тем КОМПАС-График предоставляет полнейший функционал для построения чертежа вручную (с нуля).
- Редактор спецификаций — модуль, позволяющий удобно и быстро создавать спецификации и прочие конструкторские документы, а также тесно работающий в связке с трехмерным и графическим редакторами.
- Текстовый редактор — служит для набора технических требований в чертежах и любого другого текста.

- Подключаемые библиотеки — специализированные модули, расширяющие базовый функционал программы с учетом требований конкретной отрасли промышленности. Существование библиотек объясняется тем фактом, что при проектировании инженеру приходится большую часть времени тратить на операции по отрисовке стандартных или типовых элементов (болты, гайки, шайбы, шпонки, строительные конструкции и т. п.). Подключаемые библиотеки избавляют пользователя от этой рутины, позволяя вставлять готовые элементы в чертеж или модель, заботясь лишь об их размещении, а не о точных размерах. Библиотеки могут также выполнять часть повторяющейся расчетной работы, например при построении зубчатых колес, валов, трубопроводов. Система КОМПАС-3D обладает обширнейшим арсеналом прикладных библиотек как для машиностроения, так и для строительства. Среди них можно отметить следующие библиотеки: стандартных изделий, «Трубопроводы 3D», КОМПАС-SHAFT 3D и КОМПАС-SHAFT 2D, «Универсальный механизм Express», «Библиотека муфт» и многие другие.



#### ВНИМАНИЕ

Многие из прикладных библиотек (к примеру, Библиотека стандартных изделий, КОМПАС-SHAFT 3D и КОМПАС-SHAFT 2D, «Библиотека муфт») входят в стандартную поставку программы (то есть присутствуют в дистрибутиве). Однако многие библиотеки поставляются отдельно (например, библиотека «Трубопроводы 3D»), и для их использования нужна специальная лицензия.



#### ПРИМЕЧАНИЕ

Система КОМПАС-3D является открытой. Это означает, что при необходимости вы можете создавать (программировать) для нее собственные библиотеки, сколь угодно усложняя и развивая ее функционал. Такие пользовательские библиотеки выполняются с помощью функций API (Application Programming Interface) и являются своеобразной надстройкой над КОМПАС. Более подробную информацию и примеры создания библиотек вы можете найти в папке ASCON\KOMPAS-3D V10\SDK, находящейся в директории, в которой установлен КОМПАС-3D.

В последнее время все реже чертежи создаются с нуля, особенно это касается реального производства. При этом трехмерная графика имеет несколько важных преимуществ перед плоским черчением. Во-первых, это богатство возможностей по созданию моделей сложных форм, легкость в проектировании и планировке, хорошие возможности для выявления ошибок на этапе проектирования. Во-вторых, применение параметризации в 3D, которое вывело моделирование на новый уровень, позволив многократно использовать подобные элементы, просто изменяя их характерные размеры. И в-третьих, что, наверное, самое главное, — более полное и наглядное представление об объекте при

использовании трехмерной графики, не идущее ни в какое сравнение с плоским изображением.

Не стоит, однако, рассматривать трехмерную графику как что-то отдельное или доминирующее над двухмерным черчением. Несмотря на значительные преимущества объемного моделирования, главным документом при проектировании, на основе которого, собственно, и осуществляется изготовление изделия или постройка дома, остается чертеж. Кроме того, при выполнении практически всех трехмерных операций в КОМПАС-3D вы постоянно будете сталкиваться с необходимостью работы с плоскими изображениями (эскизы трехмерных операций, направляющие, профили сечений — все это двухмерные объекты). Из этого следует, что функционалы двухмерной и трехмерной графики неразрывно связаны между собой, имеют общие корни.

Учитывая изложенное выше, рассмотрим общий порядок работы (разработки модели изделия и подготовки документации) в системе КОМПАС-3D.

1. В трехмерном редакторе создается объемная модель изделия (механизма, агрегата). Если изделие состоит из нескольких деталей, сначала выполняются отдельные детали, которые потом собираются в сборку (рис. 1.4). В предыдущих версиях КОМПАС для каждой модели детали создавался отдельный документ, плюс еще один документ на сборку. Однако в версии системы КОМПАС-3D V10 появилась возможность строить отдельные детали непосредственно в документе сборки (то есть модель такой детали хранится прямо в сборке и не требует отдельного файла).
2. Если в дальнейшем планируется создание спецификации изделия, для каждой детали или подсборки выполняется объект спецификации (подробнее о спецификации читайте ниже).
3. Создается документ-чертеж, и в нем автоматически строятся проекции выполненного изделия (рис. 1.5). При этом весь процесс не займет и пяти минут. На данном этапе вы можете указать места разрезов и сечений, изображения которых (также автоматически) будут сгенерированы КОМПАС (рис. 1.6). Все, что вам останется для полной доработки чертежей, — проставить размеры и обозначения, что также не отнимет много времени в среде КОМПАС-График.



#### ПРИМЕЧАНИЕ

Забегая вперед, скажу, что проекционные виды, показанные на рис. 1.5, называются ассоциативными. Это название обусловлено ассоциативной связью такого вида с моделью, с которой он был построен. Данная связь не исчезает после построения вида на чертеже. Это означает, что при любом перестроении исходной трехмерной модели чертеж будет автоматически перестроен.



Рис. 1.4. Отдельные детали теплообменника

4. С каждой уникальной детали, входящей в сборку, создаются детализированные чертежи.
5. Выполняется спецификация на изделие. Если ранее вы сформировали объект спецификации для каждой детали, то сам документ спецификации также можно будет сгенерировать автоматически, практически ничего не набирая вручную.

Описанная последовательность, по сути, и является тем, чему вы должны научиться, прочитав эту книгу. Конечно, изложенный порядок действий не является единственно возможным. Вообще говоря, никто не запрещает вам вручную чертить чертеж, например, показанный на рис. 1.6. Это избавит от необходимости глубоко изучать систему (чертить в КОМПАС действительно просто) и вникать в особенности трехмерного моделирования. Однако кроме того, что вы потратите на отрисовку такого чертежа огромное количество времени, вы получите в результате хаотический набор несвязанных геометрических примитивов:

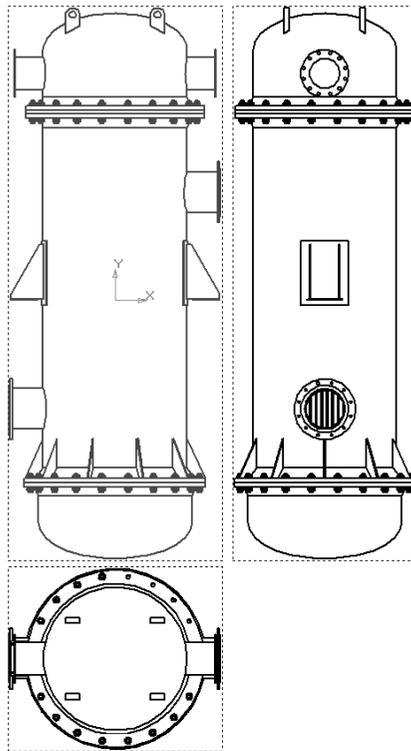


Рис. 1.5. Чертеж теплообменника, автоматически сгенерированный системой КОМПАС

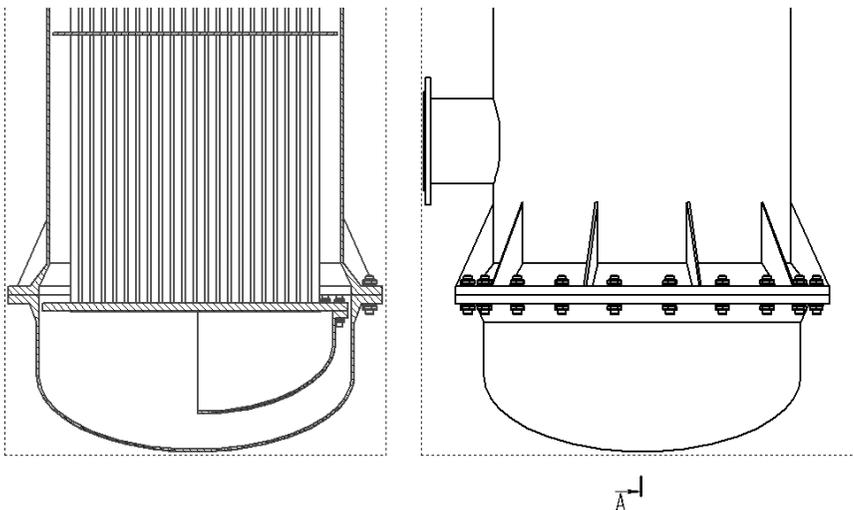


Рис. 1.6. Фрагмент ассоциативного чертежа: разрез, автоматически построенный программой по указанной линии разреза

точек, дуг, отрезков, без какой-либо параметризации и ассоциативной связи. Редактирование такого чертежа займет едва ли не больше времени, чем его создание (это всего лишь одно редактирование, представьте, если чертежей будет несколько!). Тогда как, имея трехмерную модель, для редактирования *всего* чертежа вам достаточно всего лишь изменить нужный элемент в модели, а все остальное система сделает за вас сама.

## Конфигурации системы

Начиная с десятой версии в КОМПАС-3D появилась возможность выбора конфигураций. В данном случае под конфигурацией следует понимать набор настроек по умолчанию, касающихся оформления чертежей и документации (конструкторские или строительные), перечень подключенных к системе библиотек, доступных по умолчанию стилей линий, обозначений и пр.

Выбор конфигурации предлагается пользователю перед установкой системы. На момент написания книги существует две конфигурации системы КОМПАС-3D:

- машиностроительная — устанавливает все настройки и подключает библиотеки, необходимые для машиностроительного проектирования;
- строительная — задает комплект библиотек и служебных файлов, рассчитанных на использование в строительном проектировании.

В данном издании мы будем использовать описание машиностроительной конфигурации (к сожалению, мастер установки не позволяет установить одновременно две конфигурации). Однако вы не должны переживать, что пропустите что-либо важное. Ведь конфигурация — это всего лишь набор определенных параметров, своеобразная надстройка над базовым комплектом КОМПАС-3D, которая никак не меняет принципов работы и функционала программы. В любое время можно самостоятельно подключить нужную вам библиотеку или поменять библиотеку оформления чертежей с конструкторской на строительную или наоборот. Это совсем несложно. Примеры, приведенные в книге, научат вас общим принципам моделирования. Вы же сможете применять их в нужной вам сфере.

## Интерфейс

КОМПАС-3D — это приложение многодокументного интерфейса (Multiple Document Interface, MDI). Наверняка вы уже не раз сталкивались с такими программами при работе за компьютером. Данные приложения имеют некоторые особенности.