

Оптимальное САD-решение для машиностроения

Autodesk, Inc.

Сегодня в машиностроении происходит целый ряд позитивных технологических изменений. Постоянное совершенствование САD-систем способствует дальнейшему прогрессу в сфере проектирования и разработки. Принципиально новое оборудование теперь может быть создано значительно быстрее, чем когда-либо ранее. Мощные пакеты программ позволяют предложить заказчику решения, которые полностью соответствуют его потребностям. Применение новых методов приводит к повышению качества и надежности изделий и, одновременно, к снижению расходов на проектирование и производство.

От выбора оптимального САD-решения в значительной степени зависит конкурентоспособность предприятия. В этой статье рассматриваются некоторые принципиально важные задачи, которые необходимо решать при машиностроительном проектировании, а также предлагаются возможные программные решения.

Проектирование: 2D, 3D или оба вместе?

Большинство проектировщиков, занятых в машиностроении, до сих пор применяет традиционные 2D-методы разработки чертежей. 3D-проектирование имеет определенные преимущества, однако в ряде случаев работа с 2D-объектами оказывается более быстрым и экономичным способом. Типичные области, для которых 2D-подход по-прежнему является весьма эффективным – это электрика, гидравлика и т.п., где необходимо создание 2D-схем. Сюда же можно отнести задачу размещения оборудования в цехе.

2D-подход особенно удобен и с точки зрения использования ранее накопленных данных. Многие предприятия годами применяли САD-системы и создали тысячи чертежей. Интеллектуальный потенциал и знания, овеществленные в этих чертежах, должны найти свое применение. Многие проекты являются вариантами уже существующих машин, в которых меняются только некоторые сегменты. Не имеет смысла перепроектировать машину только для того, чтобы выпустить её новый вариант. Поэтому накопленные данные стоит обрабатывать в 2D-системах, а в 3D-системах осуществлять новые проекты.

Пакет программ *Autodesk Inventor Series* для промышленного проектирования компании *Autodesk* предоставляет разработчику возможности гибкого выбора между 2D- и 3D-проектированием. Пакет программ *AutoCAD Mechanical*, входящий в состав пакета *Autodesk Inventor Series* и основанный на ведущей в мире САD-системе *AutoCAD*, разработан специально для машиностроительного проектирования и является одной из наиболее мощных 2D-систем на рынке.

Ключевые преимущества *AutoCAD Mechanical*:

- интуитивные операции, оптимизированные для машиностроительного проектирования;
- логическая структура больших сборочных чертежей;
- выносные чертежи и спецификации;
- автоматическая простановка размеров;
- обозначения чистоты поверхностей, допусков и сварки;

- обширная “интеллектуальная” библиотека стандартных деталей;
- библиотека деталей машин, таких как валы, пружины, кулачки и др.;
- средства для расчетов, включая 2D-анализ методом конечных элементов.

В отличие от некоторых других САD-систем, используя *Autodesk Inventor Series*, проектировщик может работать как в 2D, так и в 3D, а также в любой момент перейти из 2D в 3D.

Проектирование больших сборочных узлов в 3D

- ✓ **Отличная производительность – даже при проектировании сложных сборок**

Типичная машина состоит из нескольких сотен или тысяч деталей. САD-система должна быть способна обрабатывать такие сложные сборки, сохраняя при этом максимальную производительность. Только в этом случае САD-систему можно использовать для разработки оборудования. Если САD-система не обеспечивает необходимой производительности, то с её помощью можно проводить анализ проектируемой машины только по частям или отдельными узлами. В этом случае теряются преимущества 3D-проектирования.

В пакете *Autodesk Inventor* компания *Autodesk* предлагает совершенно новую технологию, названную *сегментацией базы данных*. Основной выигрыш от внедрения этой технологии состоит в том, что в оперативную память компьютера загружаются только используемые в текущей работе детали. Таким образом, сегментированная база данных дает возможность проектировать

предельно сложные сборочные узлы, сохраняя отличное время реакции CAD-системы.

✓ **Точный контроль пересечений и столкновений для обнаружения допущенных ошибок**

При проектировании сложных узлов пользователю нужны надежные инструменты визуализации для эффективного отображения проекта. Это необходимо для контроля пересечений и столкновений деталей, появление которых при проектировании возможно из-за стремления к компактности изделия. Такие инструменты позволяют обнаружить ошибки на ранних этапах проектирования.

Autodesk Inventor дает возможность проектировщику автоматически проверять компоненты и узлы на пересечение и столкновение. Этот процесс может идти и в динамике – тогда компоненты и узлы проверятся непосредственно в процессе работы изделия. *Autodesk Inventor* выделяет пересекающиеся и сталкивающиеся компоненты и отображает объем той области, где происходит пересечение деталей.

✓ **Интегрированные программы для кинематического моделирования**

Сложные кинематические процессы свойственны многим механизмам, поэтому CAD-система должна иметь функции для кинематического анализа. В *Autodesk Inventor* конструктор может двигать отдельные детали в соответствии с их степенями свободы и выявлять, как это движение влияет на сопряженные детали (рис. 1). Он может проводить кинематическое моделирование как в 2D-, так и в 3D-геометрии. Это означает, что для анализа сложного движения могут быть использованы даже 2D-эскизы.

✓ **Взаимосвязанные детали**

Многие детали машины должны работать совместно. Так, если у фланца шесть отверстий, сопряженные детали должны иметь такое же количество

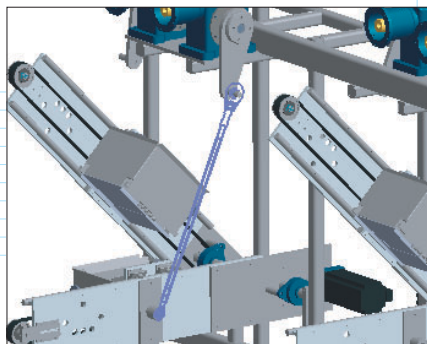


Рис. 1. Autodesk Inventor предлагает интегрированное решение для моделирования кинематических процессов. Могут быть заданы различные виды соединений, такие как поворотные соединения, шарниры, линейные направляющие и др.

отверстий. В *Autodesk Inventor* эти взаимосвязи запоминаются на случай последующих изменений. Например, если контуры двух половин корпуса определены как взаимосвязанные, то при изменении одной половины, автоматически модифицируется и другая. *Inventor* обеспечивает сопряженность деталей на протяжении всего процесса проектирования.

Autodesk Inventor обладает возможностями параметрического моделирования, однако, благодаря адаптивной технологии (*Adaptive Technology*), он может предложить большее. Связи между деталями в пакете *Autodesk Inventor* могут быть определены с использованием геометрии, не прибегая к вводу уравнений. Проектировщик просто задает, каким образом детали должны быть сопряжены. Впоследствии, если у деталей автоматически изменяются размеры, они всё равно остаются в правильном положении.

Адаптивная технология упрощает последующее внесение изменений в сборочные узлы. Отдельные части можно менять вне зависимости от порядка, в котором они были разработаны. В целом, адаптивная технология – более простая и гибкая по сравнению с традиционными параметрическими методами.

✓ **Проектирование сборок: “сверху – вниз” или “снизу – вверх”**

Пакет *Autodesk Inventor* поддерживает два подхода к проектированию. Новое изделие можно разрабатывать “сверху – вниз”, подробно прорабатывая детали на более поздних стадиях. Другой подход – создавать изделие “снизу – вверх” из уже существующих деталей. Ассоциативность пакета *Autodesk Inventor* обеспечивает сопряжение всех составляющих проекта – сборок, отдельных деталей и чертежей, включая и спецификации.

✓ **Параллельное проектирование**

Autodesk Inventor поддерживает параллельное проектирование. Этот метод позволяет нескольким конструкторам одновременно разрабатывать разные детали одного узла. Целью является ускорение процесса разработки изделия. Несколько пользователей, работая в *Autodesk Inventor*, могут одновременно открывать свои детали, относящиеся к одной сборке. Каждый разработчик постоянно видит текущее состояние общего проекта. В каждый конкретный момент времени механизм защиты данных детали обеспечивает право записи только одному из разработчиков. Таким образом, коллеги не могут случайно стереть плоды трудов друг друга.

✓ **Управление различными конфигурациями**

Машины часто выпускаются в различных конфигурациях. При этом могут варьироваться только размеры элементов или заменяться отдельные детали. В пакете *Autodesk Inventor* геометрические варианты можно генерировать прямо из таблицы, связанной с *Microsoft Excel*.

3D-визуализация

Ключевым достоинством 3D-проектирования является возможность видеть проект как трехмерный объект. Необходимое условие при этом – наличие

быстрого движка для 3D-графики. В пакете *Autodesk Inventor* достигнута очень высокая скорость графического отображения. Специальный графический движок *OpenGL* обеспечивает высокую производительность путем оптимизации выводимого на экран объема информации:

- ✓ Мгновенно происходящий процесс упрощения изображения увеличивает или уменьшает количество отображаемых полигонов, в зависимости от выбранного масштаба изображения объекта. Слишком мелкие детали просто не отображаются.
- ✓ Во время интерактивного перемещения деталей (к примеру, вращения или изменения масштаба) они отображаются в упрощенном виде.

Для получения детального представления о “внутренней жизни” конструкции, объект можно показать в разрезе, с отсеченной половинкой или четвертью (рис. 2).

Интуитивные операции

Одной лишь технологии как таковой не достаточно. Что толку от *high-tech*-системы, если она столь сложна, что её трудно использовать в реальной работе? Чтобы технология была производительной, она должна быть доступной максимальному количеству пользователей. Поэтому простота и понятность на интуитивном уровне функций *CAD*-системы – это важные факторы для её успешного применения. Именно здесь *Autodesk Inventor* задает новые стандарты – посмотрите и убедитесь сами.

Соответствие чертежей стандартам

Соответствие чертежей стандартам является необходимым условием процессов производства изделия и взаимодействия с поставщиками. Размеры, чистота обработки поверхности, допуски – это необходимая для производства информация.

Чертежи, полученные на основе 3D-моделей, должны быть точными и достоверными.

Autodesk Inventor предоставляет развитые средства

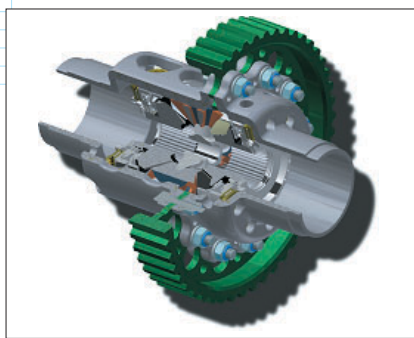


Рис. 2. Не составляет труда получить графическое представление разреза с отсеченной половиной и четвертью конструкции, чтобы лучше рассмотреть её внутренности

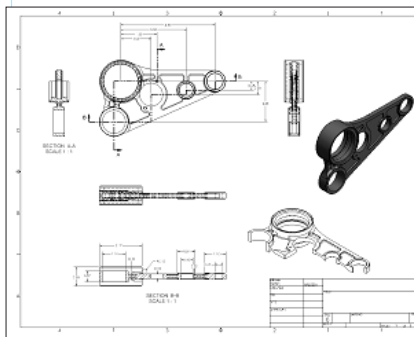


Рис. 3. Autodesk Inventor предоставляет средства автоматической генерации производственных чертежей, включая виды (в том числе закрашенные изометрические виды), сечения и детализованные виды

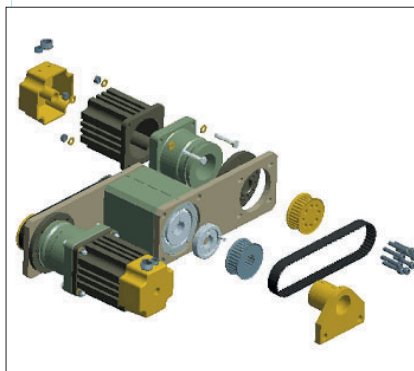


Рис. 4. С помощью эксплодированных видов можно продемонстрировать работу машины даже неспециалистам в технике, составлять инструкции по сборке и эксплуатации.

автоматической генерации производственных чертежей, включая виды (в том числе закрашенные изометрические виды), сечения и детализованные виды (рис. 3). Для задания размеров имеются многочисленные автоматические функции, которые облегчают работу и экономят время: получение параметрических размеров из моделей, автоматическая простановка размеров *от базы*, таблицы отверстий и т.д. Размеры являются полностью ассоциативными: изменения, внесенные в модель, автоматически отражаются в чертежах. Более того, модель тоже может быть изменена путем внесения изменений в чертежи.

Разнесенные (эксплодированные) виды, как и видео, тоже весьма полезны. С их помощью можно, помимо прочего, продемонстрировать работу машины даже неспециалистам в технике. Эта функция предоставляет также уникальные возможности для подготовки инструкций по сборке и эксплуатации (рис. 4).

Autodesk Streamline представляет собой средство электронного общения с партнерами и поставщиками. Благодаря использованию *web*-инструментов, всей работающей над проектом команде разработчиков, включая сотрудников сторонних организаций, обеспечивается доступ к текущим данным проекта, в том числе 3D-моделям и 2D-чертежам. Доступ к текущей информации в любое время вне зависимости от местоположения сотрудников, предотвращает появление возможных недоразумений, а также позволяет экономить время и средства.

Использование прежних наработок

Многие специалисты в области машиностроительного проектирования до настоящего времени продолжают работать в 2D-системах. В эту работу уже вложены огромные средства, материализованные в виде архивов чертежей и знаний

проектировщиков. Кроме того, произошла интеграция CAD-систем в производственно-технологическую цепочку. По этой причине большинство компаний воздерживается от радикального перехода с 2D на 3D. Они опасаются, что не смогут эффективно использовать прежнюю проектную документацию, что потребуются большие затраты на обучение персонала, а также того, что придется провести реструктуризацию процессов, которые ранее базировались на 2D-чертежах. Несмотря на очевидные преимущества 3D в долгосрочной перспективе, тем не менее, существуют опасения, что переход на 3D потребует слишком больших усилий.

Если перед вами действительно стоит проблема перехода с 2D на 3D, то *Autodesk Inventor Series* предоставляет вам несомненные преимущества.

Во-первых, что существенно, вы сможете и дальше оптимально использовать в 3D-среде прежние наработки в виде 2D-чертежей (рис. 5). В *Autodesk Inventor* можно импортировать DXF- и DWG-файлы, а также чертежи AutoCAD значительно лучше, чем в любых других системах. Причина очевидна – обе эти системы имеют одного поставщика, компанию *Autodesk*. Поскольку *Autodesk* является разработчиком формата DWG, то *Autodesk Inventor* предлагает идеальные функции чтения DWG-чертежей. Например, вы можете добавить параметризацию к уже существующей “статичной” 2D-геометрии и легко изменить её (рис. 6); можно и трансформировать существующую 2D-геометрию в 3D, сделав её отправным пунктом для новых 3D-проектов.

Во-вторых, вы можете получить 2D-чертежи из проектов, выполненных в *Autodesk Inventor*. Чертежи можно создать в формате *Inventor* или же экспортировать их в формат *AutoCAD*. Кроме того, чертежи могут быть созданы в формате *AutoCAD Mechanical*. При

этом соблюдаются все установки слоев.

Таким образом, происходит полная интеграция существующего у вас 2D-мира в новую 3D-среду. *Autodesk Inventor* не требует от вас полного переключения на работу в 3D. Наоборот, вы можете продолжать работать в привычной 2D-среде и по желанию использовать преимущества 3D.

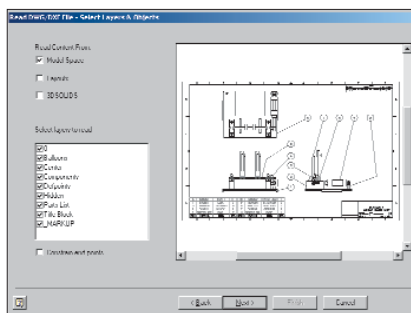


Рис. 5. Возможность импорта AutoCAD-чертежей позволяет оптимально использовать материалы ранее выполненных проектов

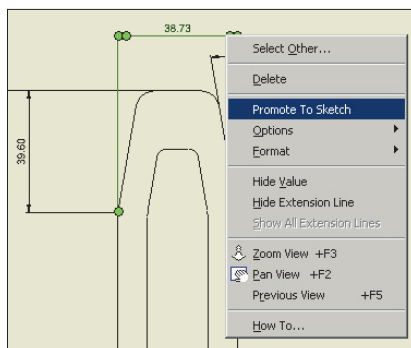


Рис. 6. Параметризация “статичных” двумерных чертежей AutoCAD

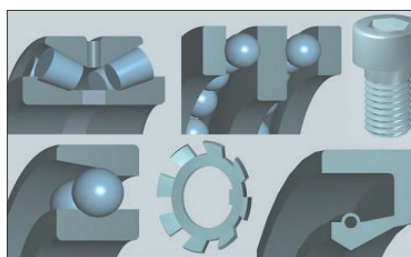


Рис. 7. Пакет Autodesk Inventor Series включает обширную библиотеку стандартных деталей

“Интеллектуальные” средства проектирования

Autodesk Inventor предоставляет ряд функциональных возможностей, позволяющих еще больше упростить процесс проектирования.

Используя функцию *iFeatures (intelligent features)*, каждый пользователь может создавать собственные элементы конструкции, не программируя ни единой линии. Это означает, что элементы конструкции, характерные для определенной компании, могут быть сохранены в виде своего рода “библиотеки знаний” (*knowledge library*). Повторное использование таких элементов экономит время и повышает степень стандартизации проектирования.

С помощью функции *iParts (intelligent parts)* каждый пользователь может создать библиотеку часто используемых деталей. Параметры таких деталей могут быть модифицированы, что делает *iParts* идеальным инструментом для создания семейств деталей.

Использование функции *iMates (intelligent mates)* упрощает сопряжение деталей при проектировании сборочного узла. Детали, которые определены как сопряженные, при включении в сборку сами находят свою правильную позицию.

Кроме того, в пакете *Autodesk Inventor* имеется обширная библиотека стандартных деталей, среди которых крепежные детали, такие как винты, болты, шайбы, а также роликовые подшипники и пр (рис. 7).

Интегрированные приложения

Детали из листовых материалов играют значительную роль во многих машинах. Поэтому пакет *Autodesk Inventor* имеет встроенные функции для проектирования таких деталей. Система обеспечивает пользователю возможность

самому определить инструменты для пробивки отверстий и шаблоны для автоматической плоской резки. Любые детали из листовых материалов, применяемые в машиностроении, могут быть созданы в среде Autodesk Inventor (рис. 8).

Пакет Autodesk Inventor изначально создавался как открытая система. В Autodesk изначально придерживались мнения, что компания не может разработать систему “для всех и для каждого”, покрывающую все потребности пользователей. Поэтому Autodesk всегда полагалась на тесное сотрудничество со своими партнерами, которые расширяли возможности пакета Autodesk Inventor, добавляя к нему специфические функции (рис. 9).

Результатом выбранного Autodesk подхода на открытость системы явилась “Программа сертифицированных приложений для Autodesk Inventor” (Autodesk Inventor Certified Applications Program – AICAP). Партнеры Autodesk по программе AICAP ведут

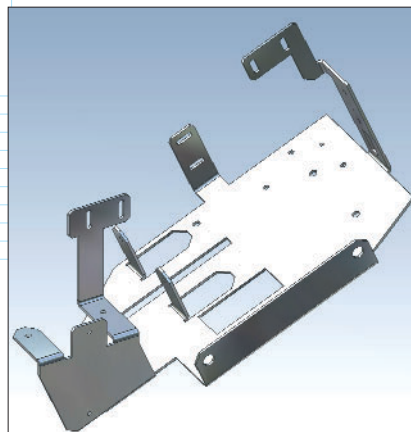


Рис. 8. Autodesk Inventor содержит мощный интегрированный модуль для проектирования деталей из листовых материалов

разработки в следующих областях: расчеты, проектирование сложных деталей из листовых материалов, обработка данных, управление производством. Приложения, выполненные в соответствии с программой AICAP, интегрируются в Autodesk Inventor. Как следствие, детали, разработанные в

соответствующих приложениях, могут быть включены в 3D-модели, созданные в пакете Autodesk Inventor. Приложения AICAP сохраняют ассоциативность с Autodesk Inventor. При внесении изменений в 3D-модель входящие в нее детали пересчитываются.

В дополнение к форматам SAT, IGES и STEP, которые поддерживаются пакетом Autodesk Inventor, партнерские компании предлагают дополнительные интерфейсы к другим CAD-системам, таким как CATIA, Unigraphics и др.

Пакет Autodesk Inventor имеет также интерфейсы с многочисленными EDM/PDM- и ERP-системами (например, с SAP).

Другие важные критерии при выборе CAD-системы

В процессе принятия решения о выборе CAD-системы необходимо учитывать не только функциональность программного обеспечения, но и стратегические аспекты. Первоочередную важность имеет также величина компании, разработавшей тот или иной пакет, её опыт, прошлое и будущее.

Autodesk – безусловный лидер на рынке CAD-систем. Имея более 6 млн. пользователей во всем мире, компания, бесспорно, занимает первое место. Столь широкое распространение гарантирует непрерывное развитие и совершенствование CAD-систем, поддерживаемых Autodesk.

Компания Autodesk инвестирует в исследования и разработки весьма значительный процент своего дохода от продаж. Результат является впечатляющим: в очень короткое время Autodesk Inventor стал пакетом №1 среди систем для 3D-проектирования (подробности о финансовых показателях крупнейших разработчиков САПР см. в статье “Короли” и “капуста” в этом же номере журнала. – Прим. ред.).

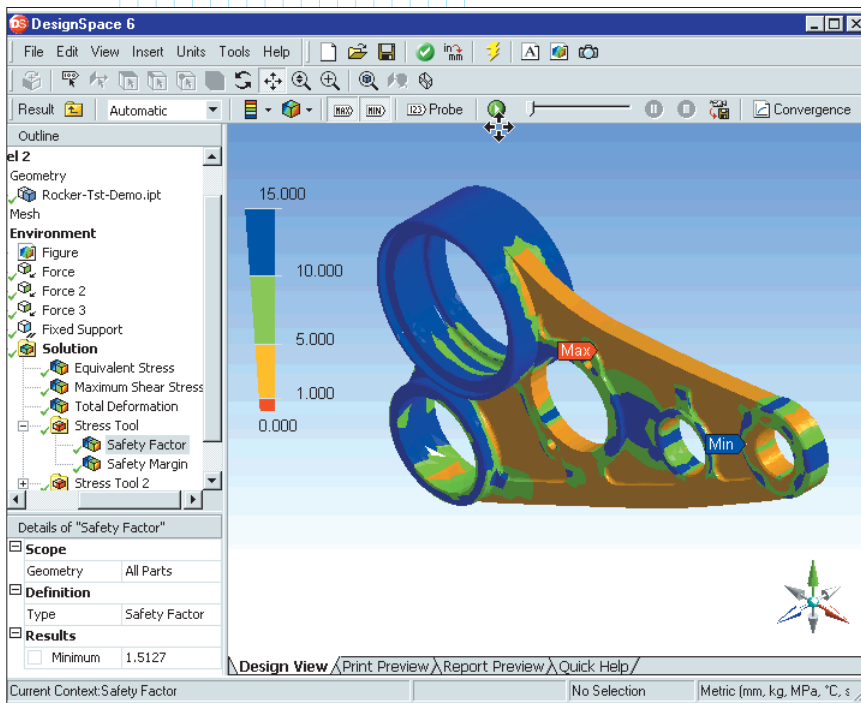


Рис. 9. Статический и динамический анализ методом конечных элементов с использованием приложения ANSYS DesignSpace. Модель создана в среде Inventor.