

Ускорение работы инженеров с помощью инструментов *Autodesk Inventor*

Игорь Бобков, технический эксперт по направлению “Цифровое производство”, Autodesk

В этой статье мы не будем говорить о современных информационных технологиях, которые стремительно и самым кардинальным образом меняют сферу промышленного производства – например, о работе с большими данными, облачных сервисах или искусственном интеллекте. Речь пойдет о более традиционных инструментах, которые уже сегодня могут использовать инженеры для ускорения своей работы в среде программного обеспечения *Autodesk Inventor*. Понятно, что таких средств в современных САПР, включая *Inventor*, масса, и о них можно написать не одну статью, но мы рассмотрим лишь несколько, на наш взгляд, наиболее интересных.

Параметрическая деталь и параметрическая сборка

При производстве деталей инженеры хотят иметь несколько типоразмеров детали. А еще лучше, если на основании комбинаций таких типоразмеров будет перестраиваться и сборка, в которую эти детали входят. Для инженера важно, чтобы данный процесс проходил понятно и легко. Ниже на самом простом примере мы рассмотрим реализацию аналогичного сценария работы.

Итак, начнем с детали. Самое сложное в данном процессе, пожалуй, смоделировать само изделие. После того как это выполнено, мы задаем необходимые нам типоразмеры при помощи функционала создания параметрической детали, которая находится во вкладке “Управление”. Как видно на рис. 1, в открывшееся меню (верхняя правая часть) переключали те именованные размеры, которые мы определяли на этапе построения эскиза для нашей трубы – допустим, это толщина стенки (ТС), внутренний диаметр (ДВ) и её длина (ДЛИНА). В нижней части окна находится таблица, в которую мы и добавляем строки с необходимыми значениями этих размеров. Во главе столбцов расположены параметры: ТС, ДВ и ДЛИНА. После определения всех возможных вариантов и нажатия кнопки “ОК” заданные типоразмеры становятся доступны слева – в браузере *Inventor*. При нажатии на

любой из них модель будет перестраиваться. При этом в табличку можно добавлять любые параметры модели, и не только пользовательские – например, глубину выдавливания, если мы работаем с этой операцией. *Inventor* достаточно тесно связан с редактором *Excel*: можно подключать к файлу таблицу *Excel* с параметрами, и при её изменении деталь будет перестраиваться. Таким способом можно с помощью одной таблицы синхронно управлять параметрами нескольких деталей. Параметрическую таблицу тоже можно редактировать в *Excel*, это гораздо удобнее.

Аналогичным способом создадим второе изделие – крышку для нашей трубы. В процессе создания параметрического ряда определим три типоразмера, под каждый вариант трубы соответственно. После этого нам необходимо создать сборку из этих деталей. При вставке потребуется указать один из трех созданных типоразмеров – выбираем соответствующие друг другу. Далее совмещаем детали, накладывая зависимости.

Последним этапом нам остается задать сочетание созданных типоразмеров внутри нашей сборки. Поможет в этом команда “Создать параметрическую сборку”. Принцип работы аналогичен описанному выше. В табличке в нижней части окна мы создаем три строки, определяющие три возможных конфигурации. Перещелкивая названия в каждом столбце, мы определяем типоразмеры и их возможные комбинации. После чего в окне браузера двойным кликом можно переключаться между конфигурациями сборки *Inventor*

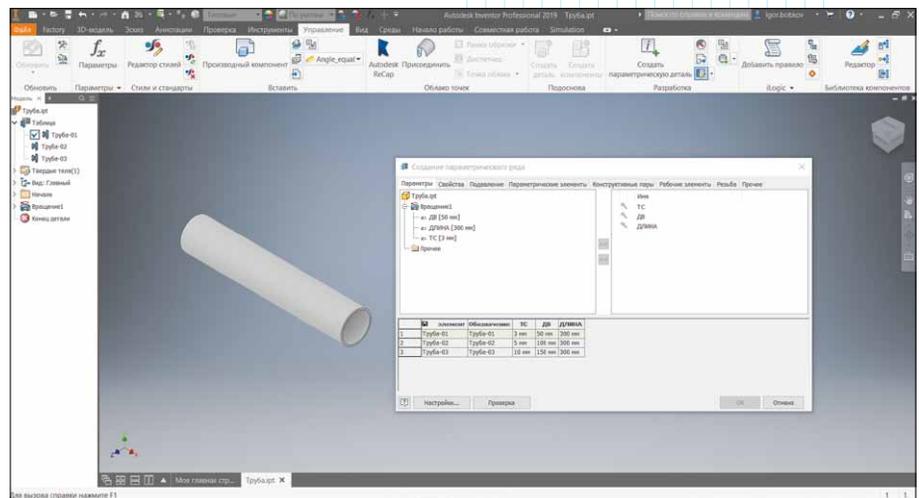


Рис. 1. Создание параметрического ряда различных исполнений изделия

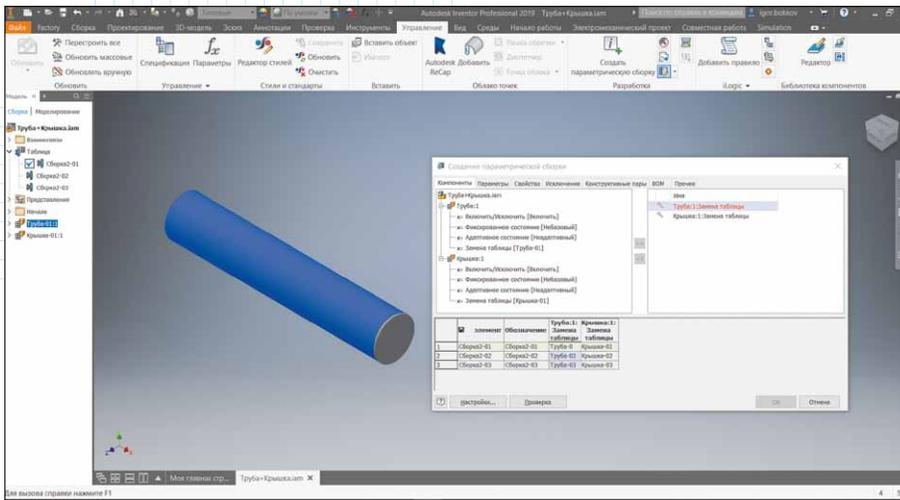


Рис. 2. Создание параметрической сборки

(на рис. 2 в левой части). Стоит упомянуть, что при этом на жестком диске у нас будет всего один физический файл параметрической детали или параметрической сборки.

Правила в iLogic

Еще один инструмент, радикально ускоряющий работу инженера и позволяющий внести в этот процесс интеллектуальную составляющую, – это iLogic.

iLogic позиционируется как инструмент инженера, но для того чтобы начать делать первые шаги, желательно всё же обладать знаниями программирования на языке Visual Basic, пусть даже минимальными. Возможности iLogic позволяют реализовать автоматический поиск и изменение конфигураций параметрических деталей, активацию элементов сборки на основе правил с использованием условных аргументов, изменение материалов деталей и многое другое.

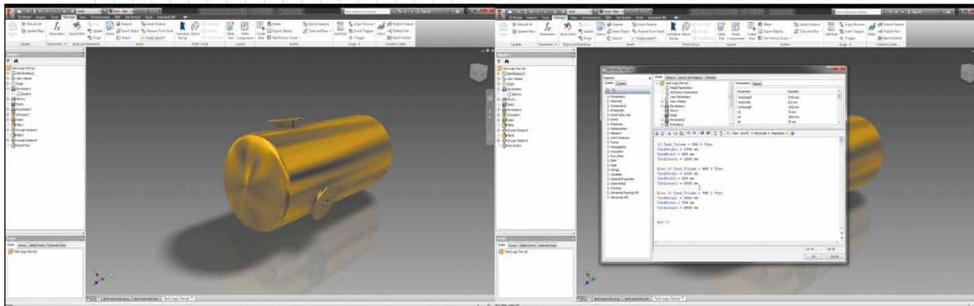


Рис. 3. Создание правил iLogic

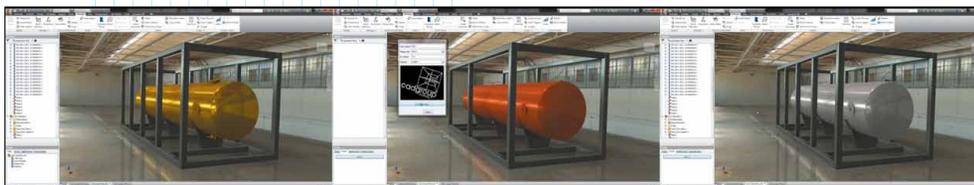


Рис. 4. Конфигурирование сборки при помощи iLogic

Для наглядности посмотрим простой пример. У нас смоделирован резервуар, определенный габаритными размерами. Для добавления нового правила запускаем одноименную команду на вкладке “Управление”. В открывшемся окне прописываем алгоритм при помощи команд “if”, “then” (рис. 3). Таким способом мы сообщаем программе, что при изменении параметра объема бака его габаритные размеры должны измениться, а модель – перестроиться.

Мы можем пойти дальше, создав текстовый параметр “материал” с определением нескольких вариантов. Правило формируем с использованием

аналогичных команд, говоря программе, что каждому объему нашего резервуара будет соответствовать определенный материал. При этом в конце правила необходимо увязать параметр “материал” с физическим свойством “материал” в системе Inventor. В дальнейшем, при изменении параметра объема будет перестраиваться геометрия бака, а также меняться материал, из которого он изготовлен.

На последнем этапе мы можем включить наш резервуар в сборку, поставив его на раму (рис. 4).

Логично предположить, что при изменении объемов бака рама, на которой он установлен, также должна перестраиваться. Дополнительно мы можем определить размеры и количество штуцеров. Для более простого управления конфигурацией всё это можно свести в отдельное окно – форму; через него мы и будем управлять сочетанием этих параметров. При таком подходе инженеры или те, кто собирают необходимую конфигурацию сборки,

могут быть заранее застрахованы от ввода неверных значений.

Ускорители проектирования

Этот набор инструментов полностью занимает отдельную вкладку “Проектирование” ленты Inventor; он становится доступен при работе со сборками. Предлагаемый функционал позволяет высвободить время за счет отсутствия необходимости создавать эскизы для построения наиболее часто встречающихся в работе инженера изделий. В качестве примера

можно привести процесс проектирования вала.

После вызова команды открывается окно генератора компонента (рис. 5). Вал мы собираем последовательно из заранее определенных элементов, таких как цилиндр, конус или многоугольник. Каждый из элементов редактируем в выпадающем окне – например, добавляя фаску, сопряжение, резьбу, или канавку с обеих сторон примитива. При необходимости здесь же добавляем отверстия. На выходе мы получаем готовый компонент сборки – без необходимости построения для него эскиза.

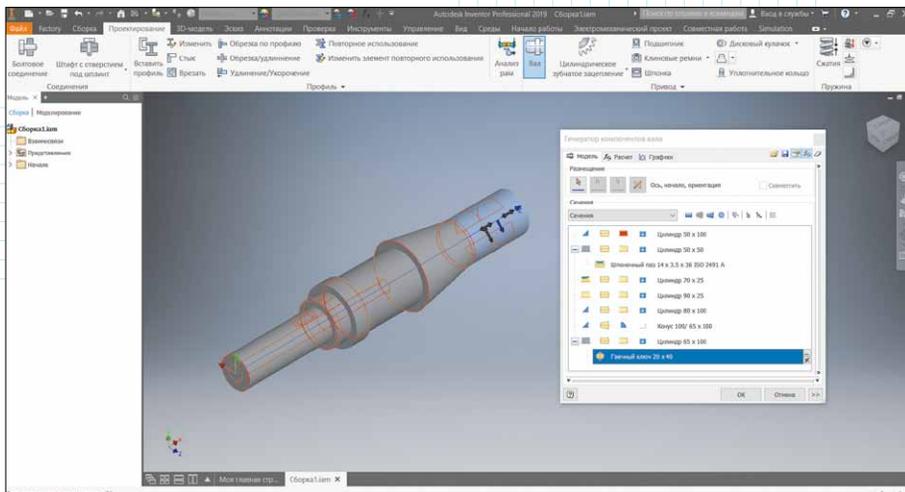


Рис. 5. Генератор компонентов вала

В системе *Inventor* имеются генераторы компонентов для резьбовых и зажимных соединений, валов и втулок, зубчатых, ременных, цепных и винтовых передач, уплотнительных колец и многого другого.

Взаимодействие с AutoCAD

Небольшое отступление. В 2017 году *AutoCAD* отпраздновал 35-летний юбилей. Первая демонстрация состоялась в далеком 1982 году на выставке *COMDEX* в Атлантик-Сити.

Продукт практически сразу обрел популярность, ведь его уникальность была в том, что, в отличие от остальных САПР, *AutoCAD* разрабатывался для использования на обычном ПК. В то время персональный компьютер только начинал завоевывать рынок, и уважающие себя программисты писали программы для огромных мэйнфреймов *IBM*. Но у основателей *Autodesk* было видение перспективы: они понимали, что будущее за компактными и доступными персональными компьютерами.

По сей день *AutoCAD* активно используется не только у нас в стране, но и во всём мире, а формат *DWG* стал стандартом де-факто в мире черчения. При этом многие компании применяют этот продукт в связке с *Inventor*. Далее мы рассмотрим пару примеров того, каким образом возможно использовать наработки, сделанные в *AutoCAD*, для разработки и подготовки промышленного производства изделий в среде флагмана *Autodesk* – системы *Inventor*.

Итак, у нас есть некий плоский чертеж изделия из *AutoCAD* (рис. 6). Задача – создать 3D-модель детали средствами *Inventor* для дальнейшей работы с ней в 3D-среде. Конечно, можно распечатать чертеж и просто построить деталь “с нуля” классическим способом, начав с построения эскизов, но мы пойдем другим путем.

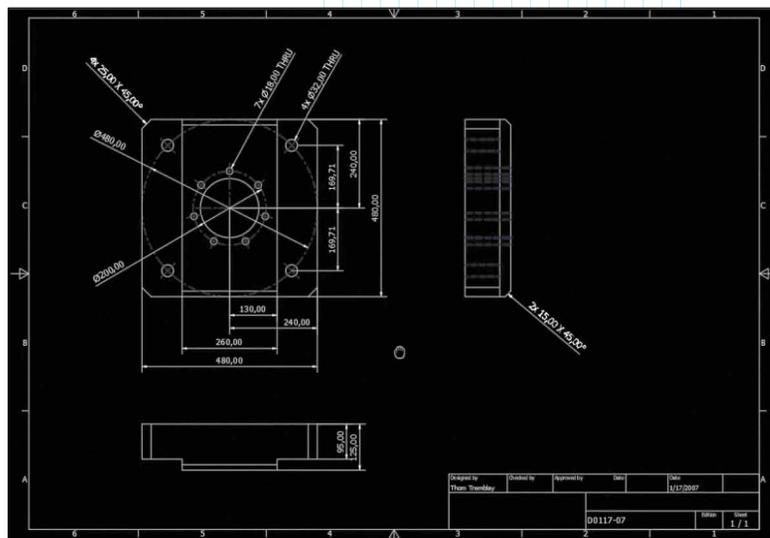


Рис. 6. Исходный чертеж детали в AutoCAD

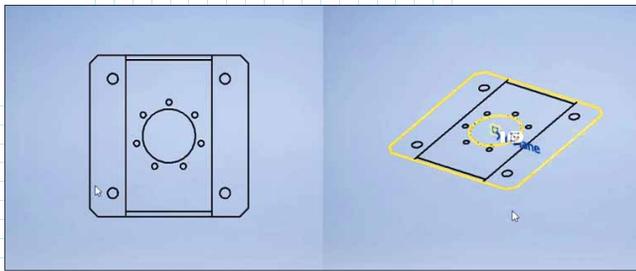


Рис. 7. Вставка 2D-файла в качестве подложки в Inventor и проецирование геометрии DWG

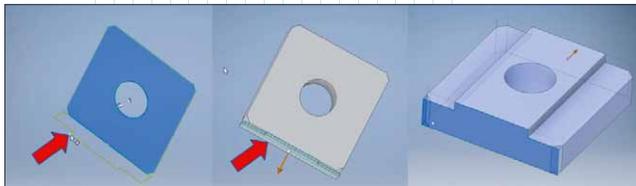


Рис. 8. Получение твердотельной детали на основании геометрии DWG

элементы. Результат виден на правом скриншоте (рис. 7).

Далее, для построения твердого тела, мы повторяем описанные выше операции, размещая вторую проекцию, построенную в AutoCAD, на одной из перпендикулярных плоскостей в среде Inventor (на нее указывает красная стрелка на рис. 8). Последнее, что нам остается сделать – это создать примитив, используя

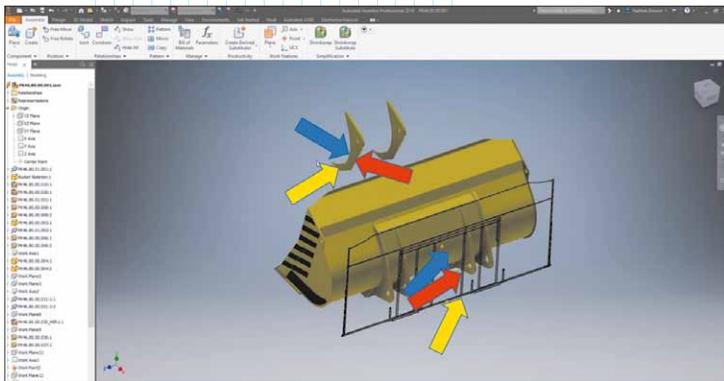


Рис. 9. Привязка деталей к подложке

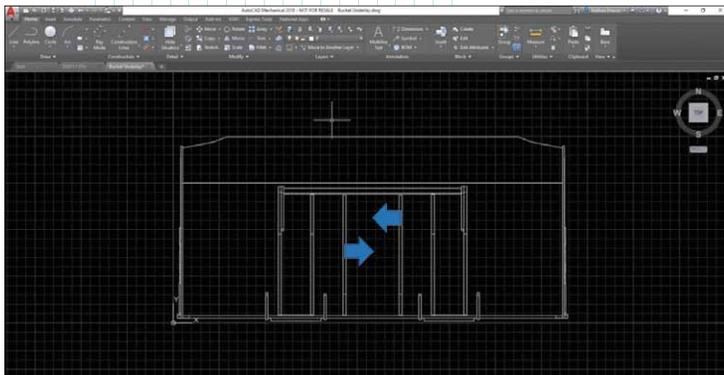


Рис. 10. Корректировка геометрии подложки в среде AutoCAD

опцию “до выбранного” при выдавливании; здесь надо указать любую точку второй проекции, которая будет ограничивать габаритный размер. Это необходимо для сохранения ассоциативной связи с чертежом, ведь именно на него мы опирались при создании эскиза.

Для построения оставшихся отверстий мы аналогичным образом используем геометрию, импортированную из AutoCAD.

В результате выполнения таких действий мы получаем 3D-модель детали, ассоциативно связанную с исходным DWG-файлом, который мы вставляли в качестве подложки. Это означает, что при изменении размеров на чертеже в AutoCAD (например, диаметров отверстий) наша 3D-деталь в Inventor тоже будет соответствующим образом обновлена. Для этого, конечно же, необходимо предварительно сохранить эти изменения в файле AutoCAD и затем выполнить локальное обновление в Inventor.

Второй пример похожий. Допустим, нам необходимо выставить дополнительные ребра жесткости на 3D-модели ковша таким образом, чтобы их местоположение управлялось проекцией профиля из AutoCAD (рис. 9).

В данном случае в сборке заранее создана деталь, которая не содержит в себе 3D-геометрии: есть только точка для правильной ориентации подложки внутри этой детали, чтобы она корректно отображалась в контексте сборки. После размещения подложки она становится доступна и визуализируется в общей сборке ковша. Далее нам остается корректно наложить зависимости – таким образом, как показывают стрелки соответствующего цвета на скриншоте (желтый к желтой и т.д.). Одну из зависимостей мы формируем между ребром и ковшом, а две другие – между ребром и подложкой.

Если мы всё сделали правильно, то будет наблюдаться та же картина, что и в предыдущем примере. Как только мы изменим местоположение ребер жесткости на чертеже в AutoCAD (рис. 10), в интерфейсе Inventor “загорится” кнопка необходимости локального обновления, по нажатию на которую ребра жесткости сдвинутся в соответствии с чертежом AutoCAD.

Заключение

Вполне возможно, что описанные в статье вещи многим уже знакомы. Некоторые технологии появились относительно недавно, и пользователи их пока не применяют – по разным причинам, основная из которых заключается в нехватке времени на изучение нововведений. Но парадокс состоит в том, что как раз эти технологии и позволяют сэкономить время, благодаря еще большей автоматизации процессов проектирования.

Именно поэтому мы и сочли необходимым рассказать и напомнить о наиболее полезных на наш взгляд инструментах, способных ускорить работу инженера, а также обеспечить более тесную совместную работу внутри и между КБ в тех случаях, когда применяются разные САПР, пусть даже и от одного разработчика – Autodesk. 😊