

# Параметризация сборок Autodesk Inventor и модули-генераторы типовых конструкций

А.Ю. Стремнев, к.т.н. (БГТУ им. В.Г. Шухова)

В настоящее время системы автоматизированного проектирования стали по-настоящему эффективными благодаря не только развитым средствам трехмерного моделирования и анализа, но и наличию богатого информационного обеспечения. К нему относятся библиотеки стандартных элементов, а также модули для расчета типовых конструкций.

В САПР *Autodesk Inventor* раздел “Проектирование” предлагает средства для работы с такими объектами, как разъемные соединения, рамные конструкции на основе стандартных профилей, механические передачи, пружины. Использование этих инструментов сводится к заданию входных параметров в соответствующих диалоговых окнах и получению в качестве результата геометрической модели, имеющей необходимую конфигурацию. Например, при проектировании цилиндрического зубчатого зацепления (рис. 1) расчет и построение модели происходят на основе таких параметров, как передаточное отношение, модуль, межосевое расстояние. Эти параметры задаются конструктором, а трехмерная модель передачи генерируется системой автоматически.

Использование подобных расчетных модулей-генераторов значительно облегчает работу проектировщика. Некоторая сложность возникает лишь на этапе интеграции полученных с их помощью моделей в сборки проекта. Например, в случае зубчатой передачи это касается моделирования такого элемента, как корпус редуктора или коробки скоростей. Дело в том, что переконфигурирование с помощью расчетного модуля параметров передачи требует затем достаточно кропотливой работы по изменению формы и размеров корпуса. При этом, поскольку корпус не является стандартной деталью, все его параметры зачастую приходится изменять вручную.

Данная проблема в САПР *Autodesk Inventor* решается посредством механизма экспорта-импорта параметров. Рассмотрим его на примере проектирования редуктора (коробки скоростей).

Структурно модель будет представлять собой сборку из зубчатой передачи (пары шестерня-колесо) и корпуса.

После создания в сборке модели зубчатой передачи с помощью специального расчетного модуля-генератора необходимо войти в одну из деталей передачи и, используя окно “Параметры”, найти в таблице

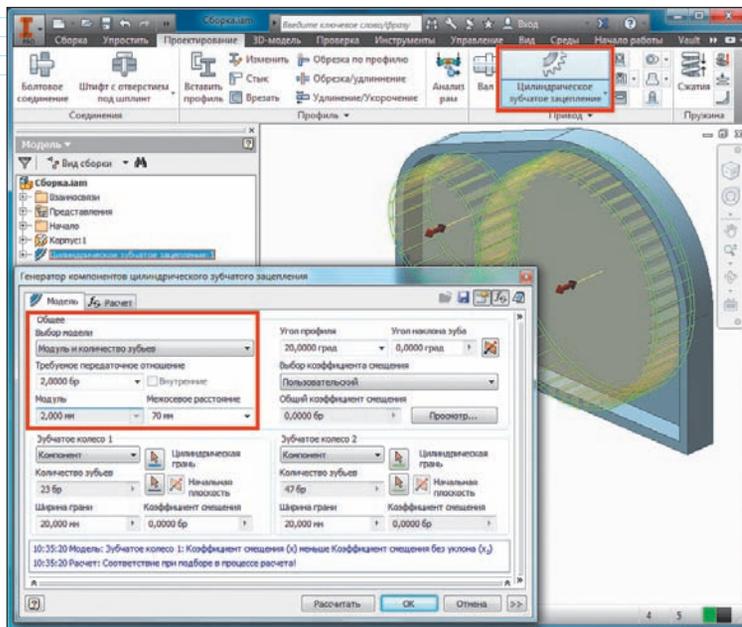


Рис. 1. Использование генераторов компонентов в среде Autodesk Inventor на примере цилиндрического зубчатого зацепления

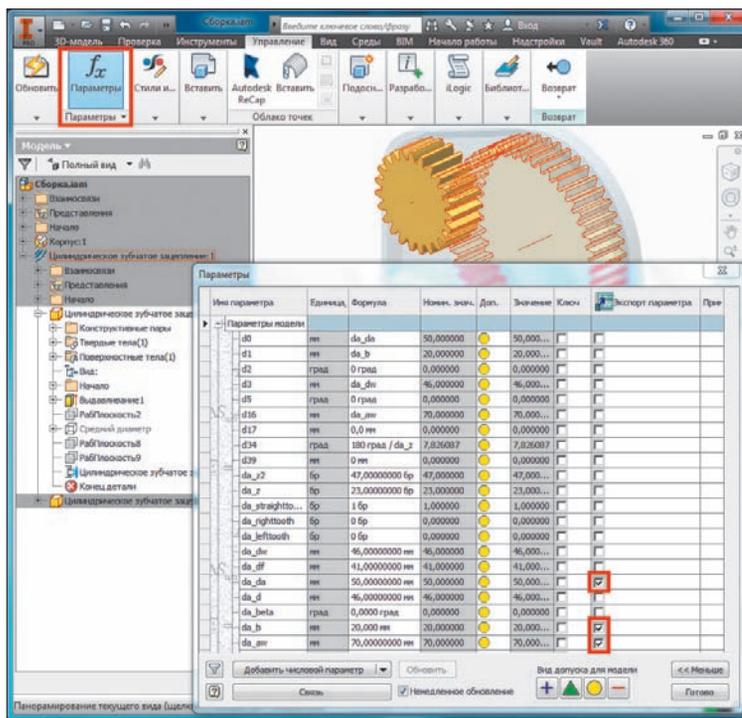


Рис. 2. Объявление экспортируемых параметров для элемента, полученного в среде Autodesk Inventor с помощью генератора компонентов

те из них, которые понадобятся при проектировании корпуса. К таким параметрам могут относиться межцентровое расстояние ( $da_{aw}$ ), наружный диаметр ( $da_{da}$ ) и ширина зубчатого колеса ( $da_b$ ). Напротив строк этих параметров в таблице

следует установить переключатель (галочку) в столбце “Экспорт” (рис. 2).

Затем в детали корпуса редуктора необходимо обратиться к окну “Параметры” и выбрать в нём команду “Связь” (рис. 3), которая позволяет указать источник данных, которым может являться электронная таблица или другой файл детали или сборки проекта. В качестве источника данных мы укажем файл детали или сборки проекта. В качестве источника данных мы укажем файл зубчатого колеса (шестерни), после чего подготовленные в нём для экспорта параметры станут доступны в таблице параметров корпуса. Редактирование этих параметров будет возможно только в файле того компонента, из которого они импортированы – в нашем случае это колесо (шестерня). Импорт параметров может осуществляться сразу из нескольких файлов. В данном случае в модель детали корпуса импортируются параметры наружного диаметра обоих зубчатых колес ( $da_{da}$  и  $da_{da_1}$ ), образующих передачу.

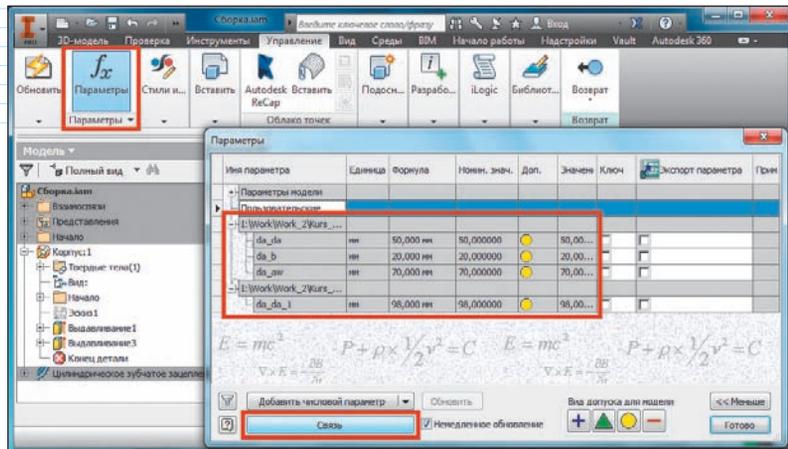


Рис. 3. Импорт параметров из связанных моделей в сборке Autodesk Inventor

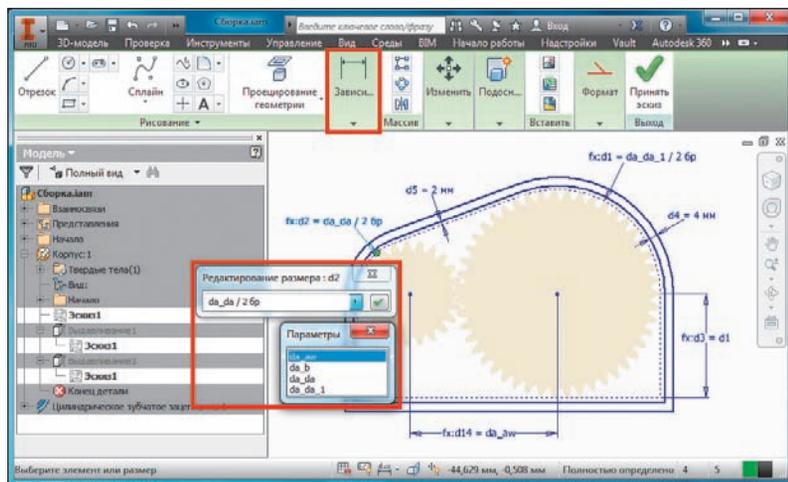


Рис. 4. Использование импортированных параметров в размерах эскиза детали проекта Autodesk Inventor

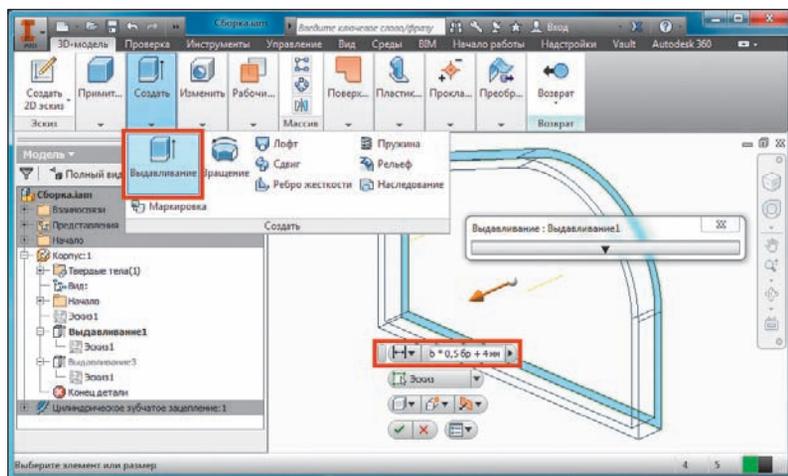


Рис. 5. Использование импортированных параметров в размерах объемного элемента детали проекта Autodesk Inventor

После получения параметров путем импорта остается только правильно использовать их при моделировании корпуса (рис. 4). Например, они могут участвовать в расчетных выражениях для эскизных размеров. При проектировании редуктора (коробки скоростей) в Autodesk Inventor эскизами описываются контуры корпуса с учетом размеров зубчатых колес. Так называемые “Размерные зависимости”, добавляемые на эскизы, допускают ввод не только констант, но и формул, в которых могут фигурировать ссылки на импортированные параметры. В нашем примере размеры корпуса определяются наружными диаметрами зубчатых колес ( $da_{da}$ ,  $da_{da_1}$ ) и межцентровым расстоянием передачи ( $da_{aw}$ ).

Импортированные параметры также позволяют устанавливать размеры объемных элементов моделей (рис. 5). В рассматриваемом примере параметр ширина зубчатого колеса ( $da_b$ ) служит для задания выражения (формулы) для высоты “Выдавливания” эскизного контура корпуса. Следует иметь в виду, что импортированные параметры поддерживают ассоциативную связь со своим источником, поэтому, будучи использованными в эскизах или объемных элементах, они всегда имеют актуальное значение и соответствующим образом влияют на геометрию.

После завершения моделирования деталей и узлов редуктора в среде Autodesk Inventor следует наложить необходимые сборочные “Зависимости” (рис. 6) для связи элементов корпуса и передачи. В

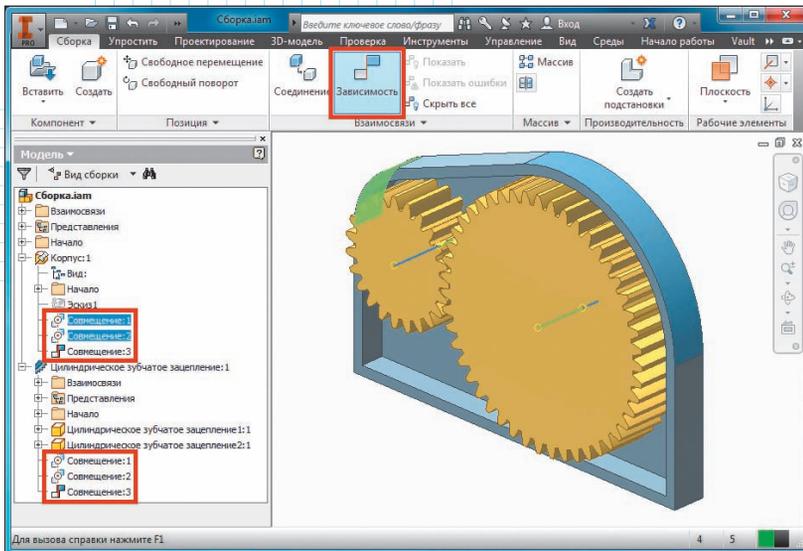


Рис. 6. Наложение связей-зависимостей на элементы модели сборки проекта Autodesk Inventor

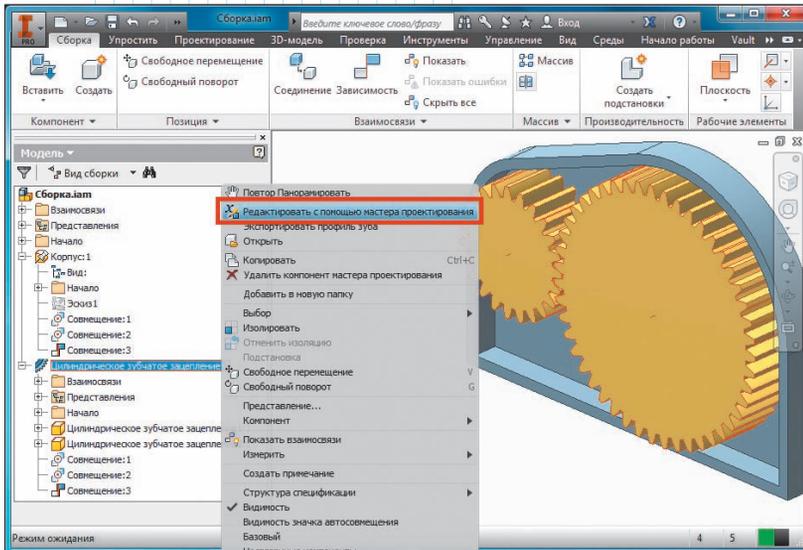


Рис. 7. Обращение к редактированию типового элемента (зубчатого зацепления) с целью переконфигурирования сборки проекта Autodesk Inventor

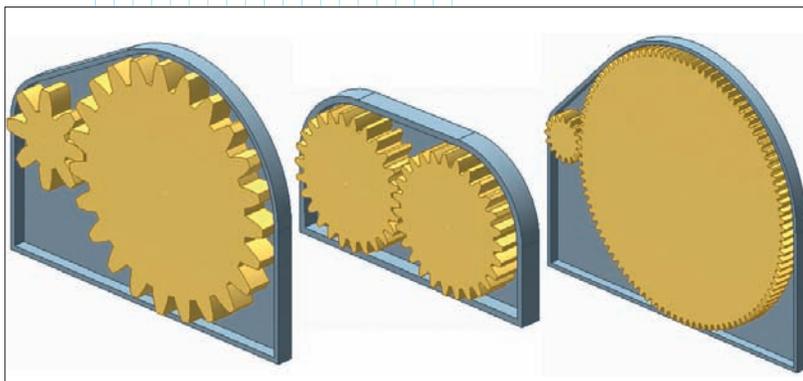


Рис. 8. Варианты конфигурации конструкции корпуса редуктора для различных параметров зубчатой передачи в проекте Autodesk Inventor

редукторе (коробке скоростей) это, в первую очередь, совмещения осей зубчатых колес с осями корпуса. Зависимости в системе *Autodesk Inventor* ассоциативно связаны с элементами деталей и узлов, поэтому при изменении формы и размеров модели они сохраняют свое действие.

После завершения построения модели редуктора можно приступить к её проверке и переконфигурированию с помощью расчетного модуля цилиндрического зубчатого зацепления, вызвав его для имеющегося в сборке объекта соответствующего типа (рис. 7). Редактируя передачу с помощью модуля-генератора, можно указать для нее новые эксплуатационные характеристики, влияющие в конечном итоге на геометрию зацепления.

После внесения изменений в характеристики передачи, её экспортированные расчетные параметры станут доступны в детали-корпусе. А поскольку эти параметры были задействованы при создании эскизов и объемных элементов корпуса, то он автоматически изменит свою форму и размеры. Таким образом, варьируя только параметры зубчатого зацепления, мы имеем возможность сразу же получать соответствующие ему варианты исполнения всего объекта проектирования – сборки редуктора (рис. 8).

Вообще область применения параметрического моделирования в современных САПР достаточно широка. Многообразны могут быть также и варианты в отношении “источников” параметров. В одних случаях это отдельные хранилища в формате электронных таблиц или баз данных, в других – носителями параметров являются непосредственно файлы моделей объектов проектирования. Последнему варианту соответствует описанный выше подход к использованию параметров в системе *Autodesk Inventor*, позволяющий оперативно переконфигурировать модель при наличии в ней элементов, созданных с помощью генераторов проектирования типовых конструкций.

### Об авторе

Стремнев Александр Юрьевич, канд. техн. наук, доцент кафедры информационных технологий

Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова ([nml2351@yandex.ru](mailto:nml2351@yandex.ru))