

Опыт применения моделей MechaniCS



в витражных конструкциях ООО "РусАлюмСтрой"

В конструкторской практике нередко встречаются изделия с развитыми внутренними связями между составляющими их элементами. Примерами таких конструкций могут служить ленточные и скребковые конвейеры, емкости химических аппаратов, блоки-заготовки штампов и пресс-форм, гидро- и пневмоцилиндры, модульная мебель, оконные и витражные конструкции и многие другие изделия. Технология их проектирования базируется на параметризации всей конструкции или отдельных ее составляющих. В докомпьютерные времена с этой целью разрабатывались альбомы типовых проектов, иногда даже выпускались стандарты, а сейчас, разумеется, широко применяются САПР, обладающие мощными средствами параметризации.

Для создания параметрических элементов в программном продукте Autodesk Inventor предусмотрены два инструмента: параметрические ряды деталей и *Библиотека компонентов*. В обоих случаях предполагается параметризация деталей со сходной геометрией, таких как параметрические ряды профилей из сортамента (уголки, швеллеры, двутавры и т.д.), фланцы, стандартные крепежные изделия и т.п. Создавая экземпляр детали, конструктор находит ее в *Библиотеке компонентов* и переносит в модель сборки — при этом система генерирует IPT-файл вставленной детали с конкретными заданными при вставке параметрами. Для изменения параметров существующей параметрической детали система генерирует новый IPT-файл с новыми значениями параметров.

Параметрические ряды деталей и *Библиотека компонентов* Autodesk Inventor хороши для создания библиотек геометрически подобных стандартных и унифицированных деталей. Однако на практике конструктор часто опирается не столько на подобие формы, сколько на функциональное сходство деталей в контексте узла. Геометрия деталей при этом отодвигается на второй план, а на первый выступают выполняемые деталью функции.

Для решения задачи параметризации деталей в рамках функционального подхода предназначен программный продукт MechaniCS — приложение к Autodesk Inventor, разработанное в компании Consistent Software Development.

Параметрические детали MechaniCS отличаются от своих "собратьев" в

Autodesk Inventor целым рядом уникальных свойств:

- изменение параметров в деталях MechaniCS не требует создания новых IPT-файлов;
- при изменении параметров "родительской" детали MechaniCS изменяются все зависимые параметры в цепочке деталей-потомков;
- детали MechaniCS более интеллектуальны — они обладают способностью "считывать" параметры и сборочные зависимости при вставке;
- детали MechaniCS можно компоновать в группы, вносить эти группы в базу MechaniCS и затем вставлять в сборки целые параметрические узлы.

Перечисленные свойства параметрических деталей MechaniCS открывают конструктору уникальную возможность превратить универсальную систему, какой является Autodesk Inventor, в специализированную среду для решения конкретных проектных задач.

Хорошей иллюстрацией потенциала MechaniCS при параметризации конструкций является пилотный проект фасадного витража, разработанный специалистами CSoft по заказу ООО "РусАлюмСтрой".

Чтобы принять решение о приобретении пакета Autodesk Inventor Series, руководству заказчика требовалась демонстрация возможностей параметризации Autodesk Inventor на примере "родных" заказчику конструкций. Средства параметризации, имеющихся в базовом продукте, для решения задачи оказалось недостаточно (понадобилось бы допол-

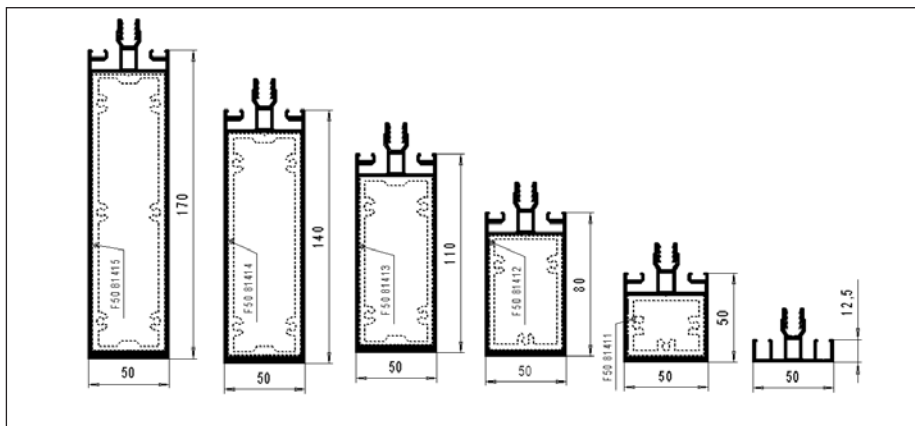


Рис. 1. Параметрический ряд стоек F50

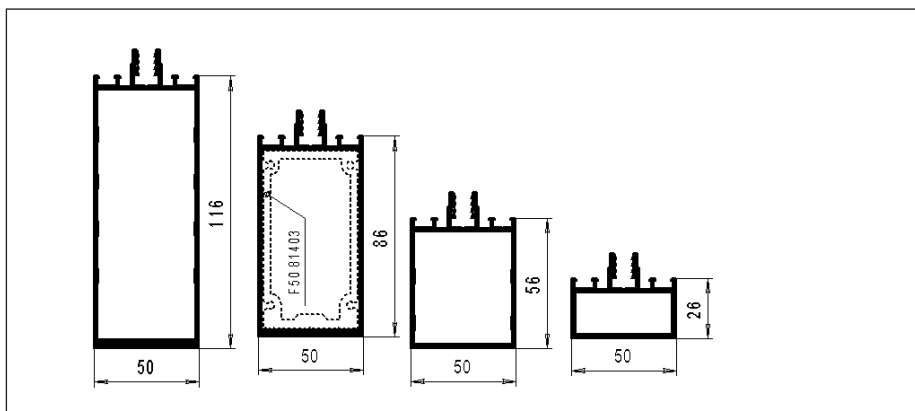


Рис. 2. Параметрический ряд ригелей F50

нительное программирование), поэтому была использована связка Autodesk Inventor + MechaniCS.

Фасадный витраж представляет собой светопрозрачную ограждающую конструкцию, состоящую из вертикальных несущих профилей — стоек (рис. 1) и как правило горизонтальных несущих

профилей — ригелей (рис. 2). Проемы между стойками и ригелями заполняются стеклом или стеклопакетами различной толщины.

При проектировании контур витража в плане (горизонтальной проекции) задается на основе замеров на реальном объекте. Он представляет собой ломаную

линию, соединяющую точки привязки всех стоек. В простейшем случае плоского витража его контур вырождается в прямую линию.

Комплектация на стойке зависит от угла разворота на сторону в плане и стабильна в трех диапазонах углов: не более 7° , $10 \pm 2^\circ$ и $15 \pm 2^\circ$. На рис. 3 показано, как при переходе из одного углового диапазона в другой меняются и взаиморасположение, и состав деталей на внешней части стойки.

Ригели, соединяющие стойки между собой (рис. 4), могут быть как горизонтальными, то есть расположенными под углом $\beta = 90^\circ$ к стойке, так и наклонными $\beta \neq 90^\circ$. Угол β определяет и состав узла, и конфигурация деталей.

По ходу выполнения пилотного проекта была разработана библиотека параметрических компонентов витражных конструкций. Компоненты в библиотеке MechaniCS (рис. 5) представляют собой не просто параметрические детали из типоразмерного ряда — они сформированы на основе функциональных ролей деталей в составе узла.

Например, ригельный вкладыш, предназначенный для крепления ригеля к стойке, в зависимости от углов α и β может принимать различную конфигурацию (рис. 6). В рассматриваемой задаче наклон ригеля задавался не углом β , а высотами правого Н1 и левого Н2 концов ригеля относительно базовой горизонтальной плоскости витража. Из рис. 4 и 6 видно, что как только ригель становится наклонным ($H1 \neq H2$ и $\beta \neq 90^\circ$), геометрия вкладышей на концах ригеля тотчас изменяется с П- на С-образную, что находит отражение в спецификации

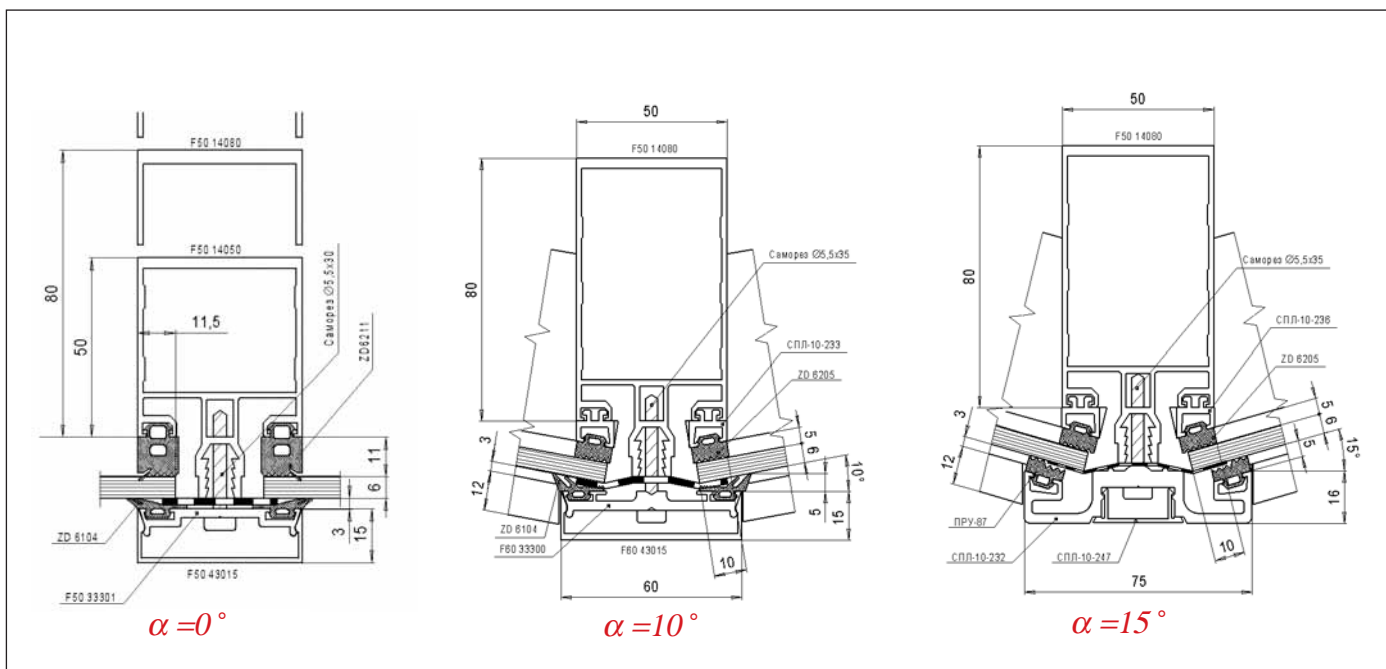


Рис. 3

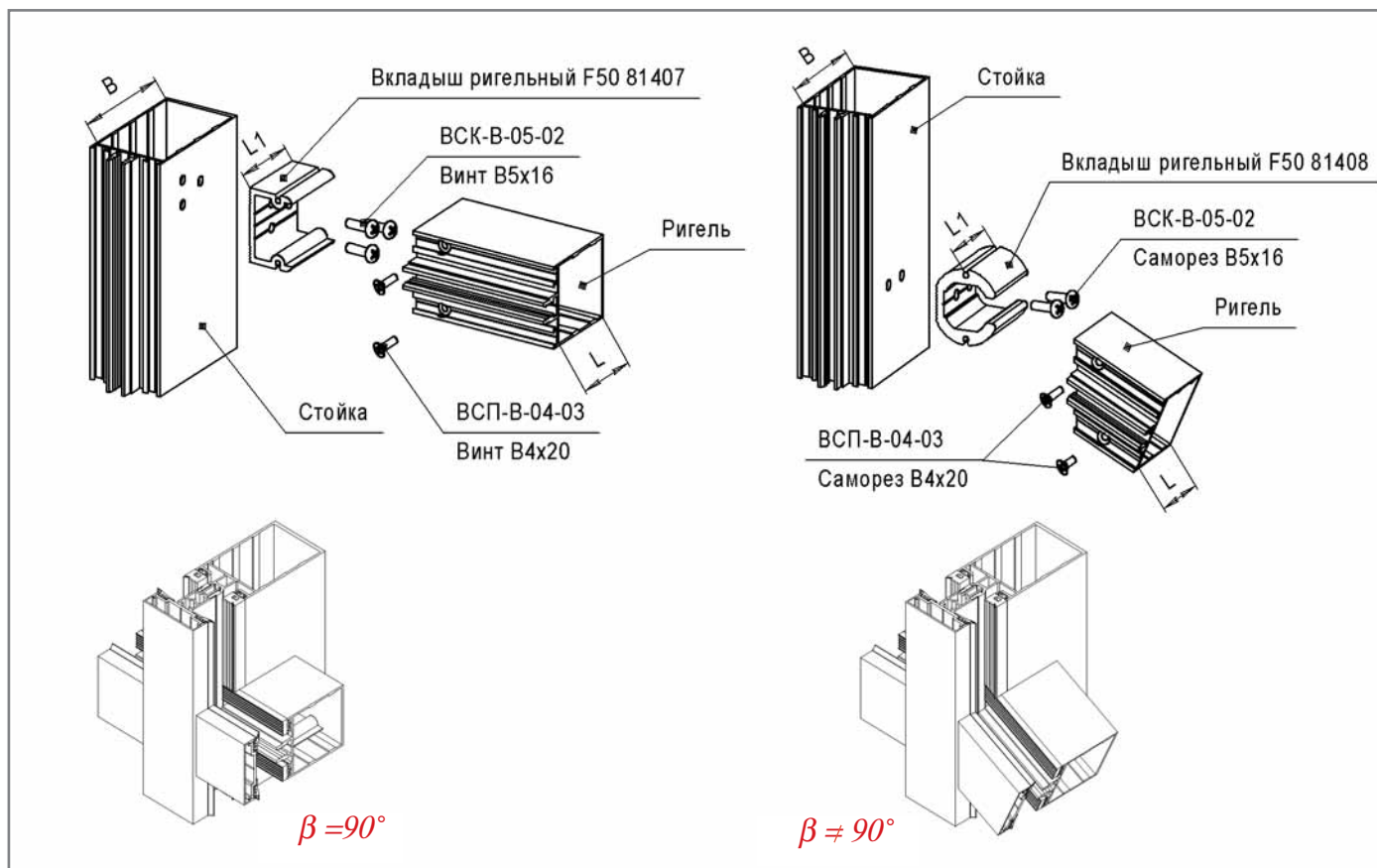


Рис. 4

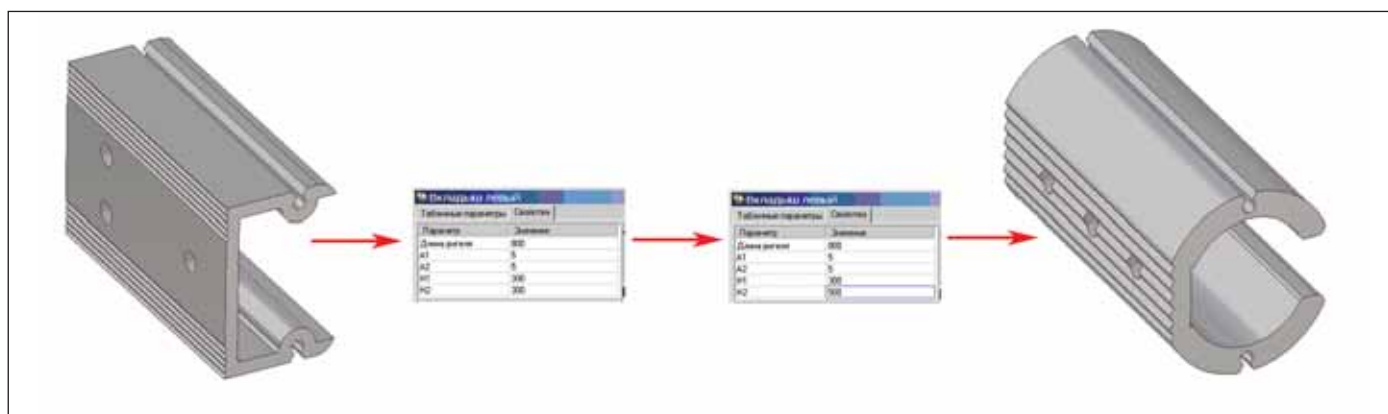


Рис. 6

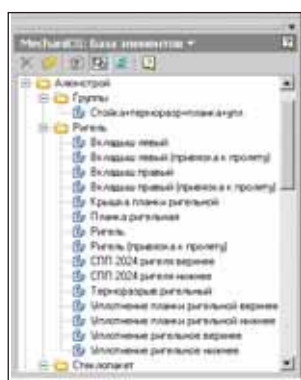


Рис. 5

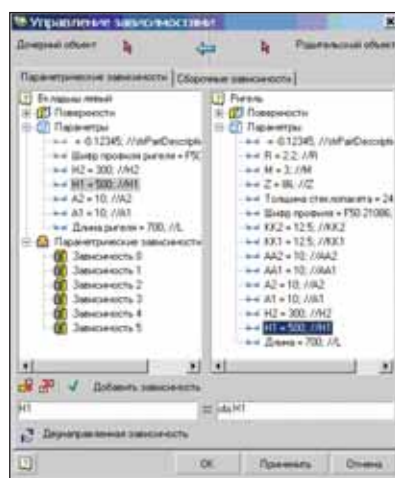


Рис. 7

сборки. Отметим, что файл детали остается тем же.

Уникальная способность деталей MechaniCS видеоизменять свою геометрию без генерации новых IPT-файлов открывает дополнительные возможности создания параметрических сборок.

Например, с помощью инструмента MechaniCS *Управление зависимостями* оказывается возможным поставить параметры дочерней детали в зависимость от изменения параметров родительской детали.

Как видно из рис. 7, выбираются один родительский (деталь) и один дочерний (деталь) объект, после чего между ними накладываются зависимости — причем как зависимости параметров, так и сборочные. Эти зависимости могут



Рис. 8

быть как однонаправленными (от родительского объекта к дочернему), так и двунаправленными. В последнем случае изменения параметров будут инициироваться в обоих направлениях. Кроме того, зависимости могут быть предустановленными или назначаться уже в контексте сборки самим конструктором.

Рис. 8 иллюстрирует упомянутые свойства моделей MechaniCS в применении к витражным конструкциям. Имеется узел, состоящий из стойки 1, терморазрыва 2, стоечной планки 4а с установленными на ней резиновыми уплотнениями 3а. Показанное сочетание планки 4 и уплотнений 3 характерно для плоских витражей, в которых угол разворота плоскости остекления на стойке равен нулю. При увеличении угла излома витража на стойке до $\alpha=15^\circ$ на сторону геометрия всего узла меняется в соответствии с настраиваемыми зависимостями: геометрия стоечной планки меняется с 4а на 4б, а уплотнения меняют не только свое расположение в узле, но и геометрию (с 3а на 3б).

Уникальное свойство деталей MechaniCS, позволяющее им наследовать параметры от родительского объекта к дочернему, проявляется не только при редактировании узла, что было показано выше, но и при первой его сборке, то есть при вставке деталей. Эта особенность в полной мере использовалась в представляемом пилотном проекте.

В качестве базовой или родительской детали была создана невидимая на чертеже деталь "Пролет" с фантомными свойствами для спецификации. Представляя собой просто эскиз одного пролета витража, она в то же время была полноценной деталью базы MechaniCS, которая выполняла функцию родительского объекта для большинства деталей пролета.

На рис. 9 показана вставка детали "Ригель". Серый цвет параметров в таблице означает, что данные параметры были "считаны" из родительской детали "Про-

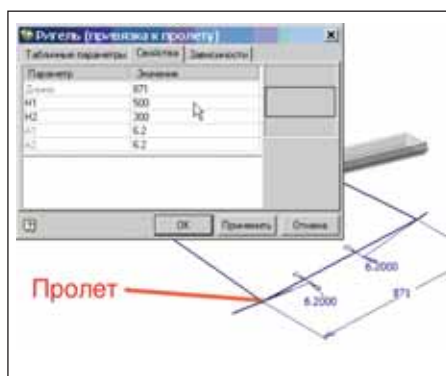


Рис. 9

лет" — эти параметры защищены от изменений. Черным цветом выделены параметры, доступные для редактирования.

Используя умение деталей MechaniCS "считывать" параметры, конструктор может быстрее собирать и редактировать узлы витражей.

Еще более мощным средством повышения производительности труда конструктора является возможность добавлять к базе элементов MechaniCS целые группы деталей (рис. 10). Группа представляет собой набор деталей MechaniCS с предустановленными внутренними параметрическими и сборочными зависимостями. Ее редактирование осуществляется двойным щелчком по родительской детали группы и вводом в нее новых параметров. После изменения параметров родительской детали все остальные детали группы перестраиваются.

Состав деталей в группах разумно задавать в соответствии с вариантами составов сборочных единиц проектируемого изделия.

Описанная технология проектирования позволяет конструктору быстро набирать общую сборку изделия из типовых параметрических узлов (групп деталей).

Прорисовка несложных витражей и подготовка рабочих чертежей "по старин-

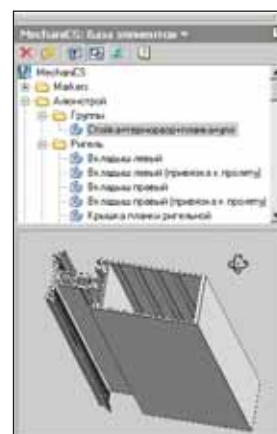


Рис. 10

ке" занимает 1,5-2 дня. Первый этап освоения технологии параметризации конструкций показал, что время разработки рабочих чертежей можно сократить в 1,5-2 раза при очевидном снижении вероятности ошибок в документации. В конструкциях типа окон и дверей с более высоким, чем в витражах, уровнем типизации эффект должен быть еще выше.

В заключение заметим, что параметрические компоненты MechaniCS могут послужить мощным инструментом адаптации системы Autodesk Inventor к специфическим нишам проектирования, однако залогом успешного применения представленной технологии параметризации являются тщательность и качество проработки параметрических компонентов.

Сергей Белокопытов,
CSoft

директор отдела САПР
на базе продуктов Autodesk
Тел.: (495) 913-2222

E-mail: sergbelok@csoft.ru

Владимир Ананьев,
к.т.н., менеджер
инжинирингового центра
ООО "РусАлюмСтрой"
Тел.: (495) 745-5990

E-mail: ananyevvn@dask.rusal.ru