

## ➤ КОНСТРУИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СРЕДЕ SOLID EDGE

### Введение

Использование специального оборудования получает всё большее распространение в современной промышленности: компаниям нужны элементы оборудования для использования в условиях, отличающихся от традиционных (например, в агрессивной среде или при нетипичных режимах работы).

Конструирование подобного оборудования всегда связано с решением множества непростых инженерных задач и требует учета различных факторов, влияющих на конечную конструкцию изделия. Таким образом, в процессе проектирования создается уникальное оборудование с определенным набором эксплуатационных параметров.

Компании, предоставляющие организациям комплексные решения задач реконструкции и переоснащения, сталкиваются со сложностями проектирования при создании уникального промышленного оборудования единственным или мелкосерийным способом.

### ООО "Мелком-НВ"

ООО "Мелком-НВ" – небольшая компания-разработчик высокотехнологичного оборудования – была создана в 1999 году

как инжиниринговый стартап специалистов, увлеченных тематикой насосного оборудования. Сегодня компания ориентирована на область, в которой позиции крупных производителей серийного оборудования оказываются слабы. Среди причин, определивших такое положение дел в этом сегменте рынка:

- необычные требования к оборудованию: высокое давление и малая подача;
- высокая (до +700 °С ) температура перекачиваемой среды;
- чрезвычайная агрессивность перекачиваемой среды.

Недостаточно эффективные методы и средства проектирования, применявшиеся предприятием ранее, могли стать помехой в реализации его бизнес-стратегии: "Создание уникальных разработок в сжатые сроки". Добавим к сказанному специфические требования заказчиков к конструкторской документации на разрабатываемые изделия и разрозненность форматов входящих конструкторских документов. Все это вместе взятое стало причиной особого внимания к выбору среды проектирования. Были опробованы все основные продукты машиностроительного проектирова-

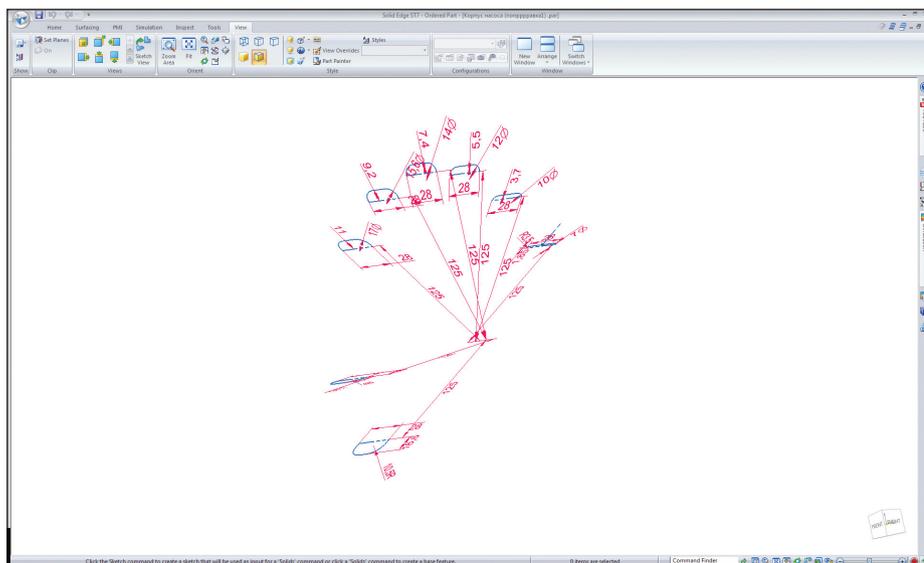
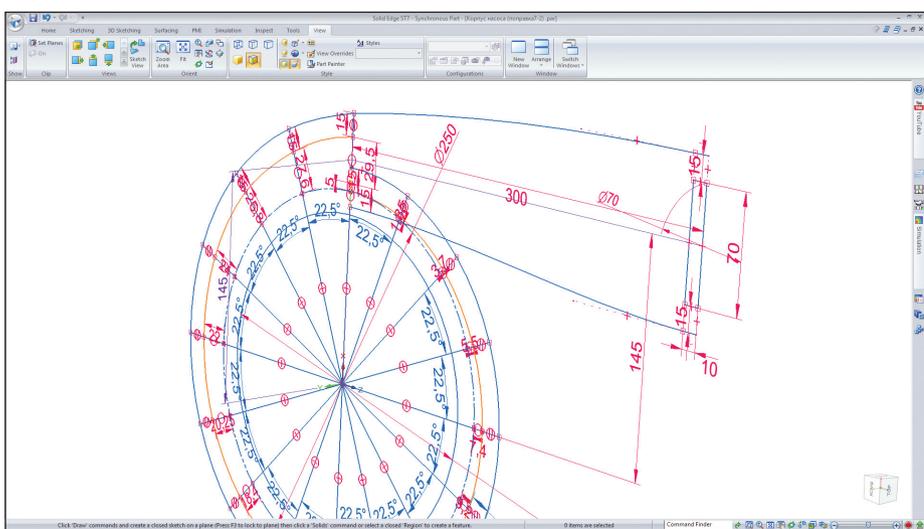
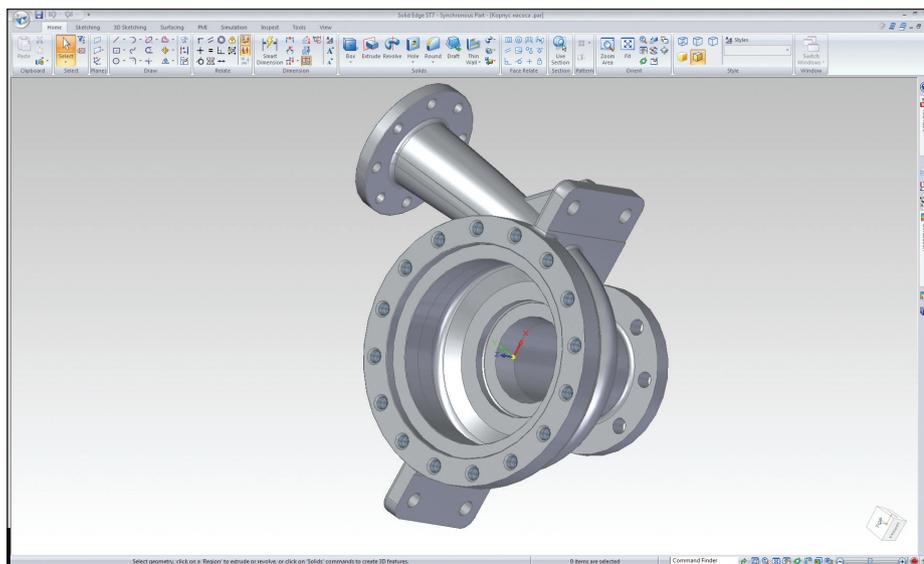
ния. Очередным этапом этого процесса стала проверка соответствия задачам компании программного продукта компании Siemens PLM.

### Solid Edge решает задачи и открывает новые перспективы

Специфика работы конструкторов такова, что необходимо проектировать, передавать результаты проектирования, принимать и использовать в своих разработках узлы, детали и геометрию, разработанные специалистами других предприятий. Эта задача осложняется целым рядом обстоятельств:

- применение смежниками CAD-систем различных разработчиков;
- высокие требования к аппаратным ресурсам, обусловленные нетривиальностью разрабатываемой конструкции и ее элементов;
- короткие сроки проведения работ;
- постоянная необходимость инженерного анализа в процессе разработки.

На первом этапе тестовой эксплуатации технические специалисты партнера Siemens PLM Software, компании CSoft, представили возможности и преимущества программного решения Solid Edge.



## Преимущества Solid Edge. Синхронная технология

В связи с высокими требованиями к CAD-системе и спецификой конструкции оборудования, разрабатываемого компанией "Мелком-НВ", было предложено использовать уникальный подход "Синхронная технология", реализованный в Solid Edge.

Эта технология позволяет проектировать машиностроительные изделия, сочетая прямое моделирование для простых операций (перетаскивание, поворот граней модели) и элементы параметрического моделирования для геометрически более сложных конструктивных элементов. Кроме того, используются возможности точного размерного контроля благодаря управляющим 3D-размерам и геометрическим взаимосвязям между 3D-объектами.

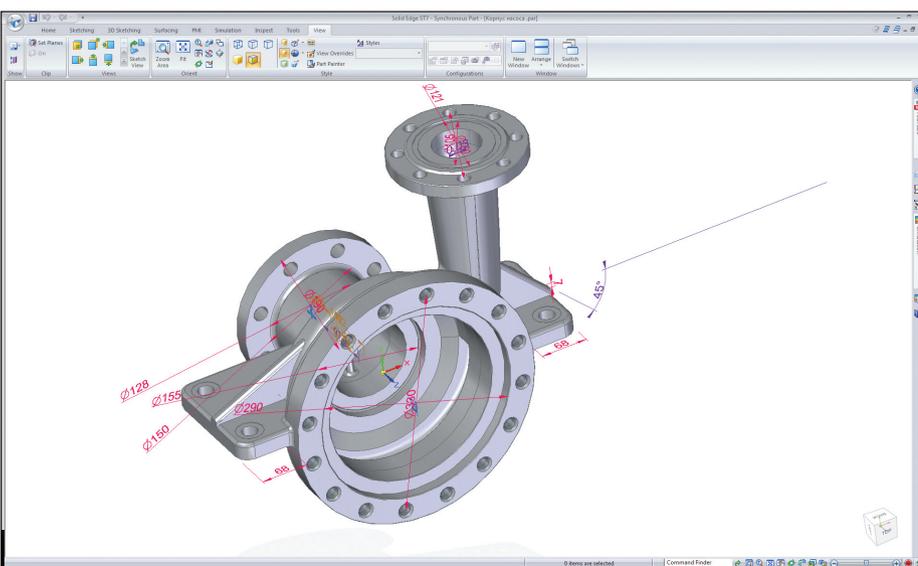
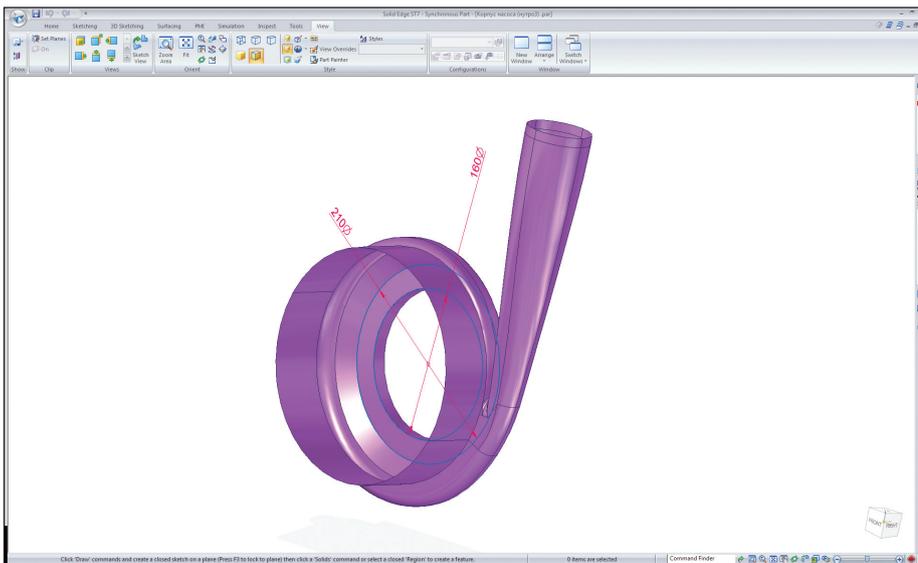
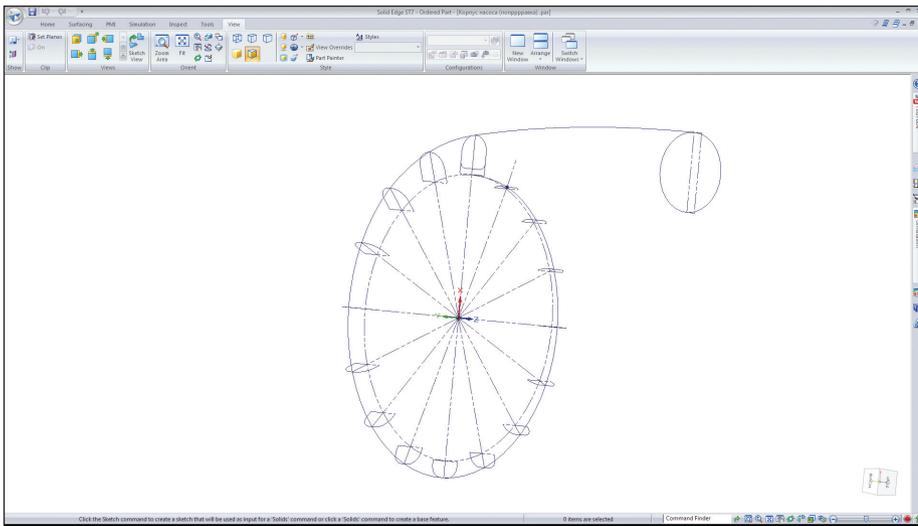
Синхронная технология Solid Edge обеспечивает работу с геометрией напрямую, без обращения к истории ее создания. Как следствие, появляется возможность быстро вносить изменения, а субподрядчика больше не приходится просить о конвертации геометрии в "родной" CAD.

При этом Solid Edge располагает множеством инструментов для работы с импортированной геометрией. Это и большой набор трансляторов (с возможностью пакетной трансляции), и мастер преобразования форматов \*.dxf/\*.dwg, и средства автоматизированного добавления сборочных связей, и прямое редактирование.

По мере создания 3D-геометрии 2D-эскизы "поглощаются" трехмерной моделью и помещаются в определенное место Навигатора модели. Все размеры, заданные конструктором в эскизе, переходят в 3D-модель и становятся управляющими — то есть конструктор может с их помощью управлять геометрией, не обращаясь к эскизу. А сам эскиз, который больше не является управляющим для 3D-геометрии, можно просто удалить либо использовать для других операций.

Однако управляющие 3D-размеры могут быть фиксированными, свободными, вычисляться по формулам, браться из внешних таблиц Excel, что позволяет создавать модификации деталей самыми разными способами.

Интеграция двух технологий, прямого и параметрического моделирования, позволяет объединять элементы конструкции при конструировании одной детали. Для примера возьмем пилотный проект,



выполненный на предприятии. При построении проточной части насоса использовался функционал создания геометрии на основе "дерева". Этот способ позволяет нивелировать возможную ошибку, сохраняя необходимые зависимости для дальнейшей работы и обеспечивая работу с отдельными элементами эскизной геометрии (отключается видимость всего ненужного в данный момент).

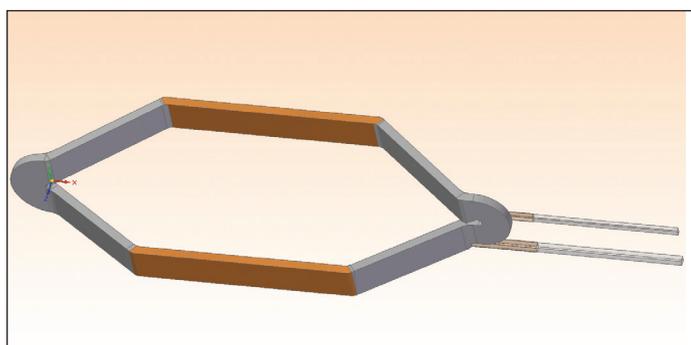
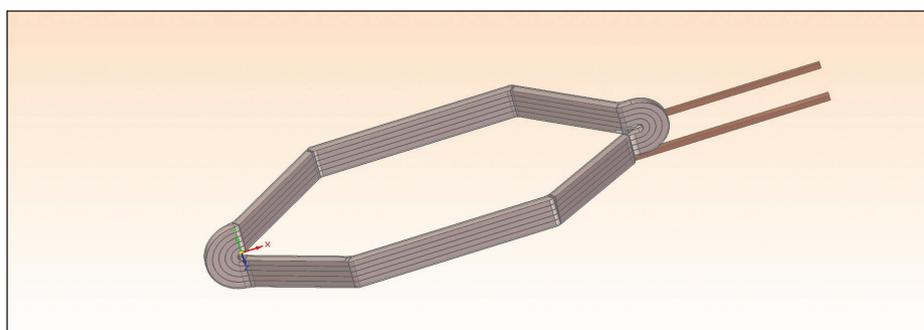
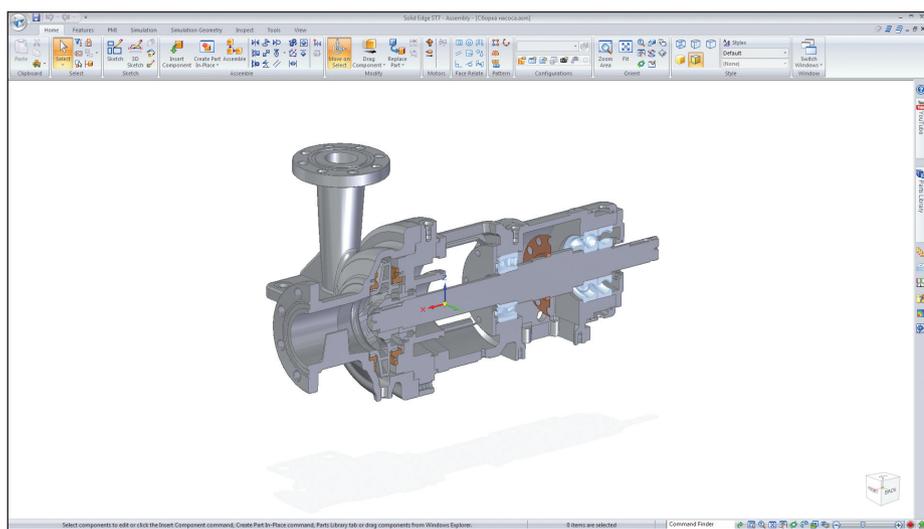
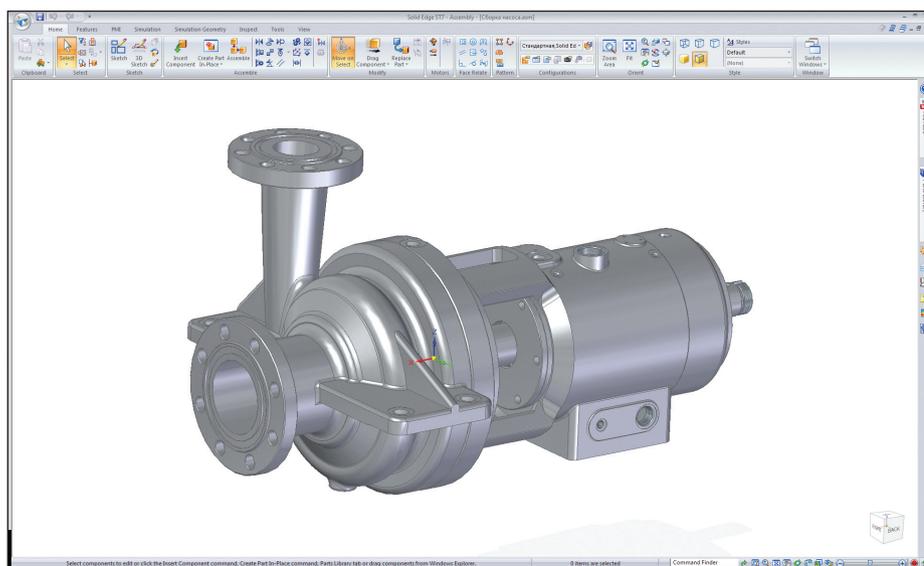
Сочетание двух принципиально отличающихся технологий позволяет конструктору по-иному взглянуть на процесс проектирования изделия, сконцентрироваться на важных элементах конструкции.

Еще одна сильная сторона Solid Edge — элементы моделирования поверхностей свободной формы. Эта технология носит название *Rapid Blue* и включает две команды: *Поверхность общего вида* и *Общая точка*. Их особенностью является возможность использования различных кривых в качестве направляющих и сечений для создания сложных поверхностей. Кривые могут находиться в разных эскизах и не иметь общих точек, но, тем не менее, быть пригодными для построения требуемой поверхности. Во многом этому способствует команда *Общая точка*, с помощью которой конструктор может соединить две кривые, принадлежащие разным эскизам, создавая таким образом исходную геометрию (сечение и направляющую) для построения поверхности.

Данная технология сопоставима с функционалом CAD-систем верхнего уровня, в который входит управление сопряжением смежных поверхностей по  $G_0$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ .

Для перехода от поверхностного моделирования к твердотельному в нашем примере использовались инструменты создания толщины поверхностной модели. Результат — твердое тело, которое в дальнейшем дорабатывается средствами синхронного моделирования.

Во время работы пользователь в реальном времени контролирует геометрические взаимосвязи (касание, концентричность, копланарность и т.д.), конструктивные элементы, управляющие 3D-размеры и всю геометрию, что предоставляет колоссальные возможности создания и редактирования моделей. Технология текущих правил анализирует грани 3D-модели, затронутые операцией редактирования, автоматически вычисляет и поддерживает возможные геометрические связи — это позволяет абсо-



лютно точно сохранять геометрический "замысел" модели. В синхронной среде Solid Edge можно добавлять управляющие 3D-размеры (размерные связи) непосредственно на трехмерную геометрию, минуя создание 2D-эскизов.

В принципе, конструктор может и не добавлять размеры в 2D-эскизе, а добавить управляющие 3D-размеры сразу в 3D-модель на завершающем этапе ее создания, когда форма уже в основном определена. Синхронная технология тем и замечательна, что не предписывает конструктору, в каком порядке добавлять размеры и связи, — это можно делать в любое время.

Вот лишь некоторые из преимуществ Solid Edge, высоко оцененных конструкторами ООО "Мелком-НВ" в ходе пилотного проекта:

- существенное сокращение цикла разработки новых изделий и внесения изменений в конструкцию существующих;
- кардинально возросшая скорость работы со сборками, состоящими из большого количества деталей (в том числе сложной формы), на существующей аппаратной платформе;
- простота создания конструкторской документации, отвечающей требованиям предприятия;
- неограниченные возможности работы с геометрией, созданной смежниками в различных средах проектирования.

Отдельно хотелось бы сказать о поддержке многотельности детали, сделавшей возможным создание сложных пространственных и при этом многослойных конструкций. Ярким примером может служить секция обмотки индуктора МГД насоса, покрытая тремя видами жаростойкой электроизоляции. В чертеже любого разреза секции можно отобразить все слои, их размеры и конфигурацию, что упрощает работу по оформлению конструкторской документации таких элементов.

### Следующий шаг – организация коллективной работы над проектами

Ситуация в отрасли ставит перед ООО "Мелком-НВ" новые задачи, требующие освоения новых областей автоматизации, совершенствования коллективной работы в рамках проекта. В частности, предстоит разработка конструкторской документации на типоразмерный ряд МГД-насосов для перекачивания расплавов металлов с температурами до +700 °С. Идет проработка технических аспектов будущего проекта. Большая номенклатура деталей, сборочных единиц, модификаций, изготовление множества деталей по кооперации на

предприятиях различных специализированных производителей сделали очевидной необходимость применения системного PLM-подхода. Специалисты компании уверены: этот шаг выведет компанию на новый уровень.

### Заключение

Компания уверена в правильности сделанного выбора. Внедрение программного решения Solid Edge кардинально сократило время разработки, расширило возможности совместной работы с предприятиями, использующими мультибрендовую палитру CAD-систем.

В производственной практике компания следует своему базовому принципу: "Все

что нестандартно, сложно, еще не исследовано – предмет интереса ООО "Мелком-НВ". Соответственно выбираются и программные средства, способные принести успех в реализации этого принципа.

*Анатолий Мельников,  
технический директор  
ООО "Мелком-НВ"*  
*Сергей Белокопытов,  
Антон Лепестов  
ГК CSOft*  
Тел.: (495) 913-2222  
E-mail: lepestov@csoft.ru

