

КОМПАНИЯ
НПФ «НЕВИНТЕРМАШ»

РЕГИОН
Россия, Санкт-Петербург

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
Autodesk Inventor Professional

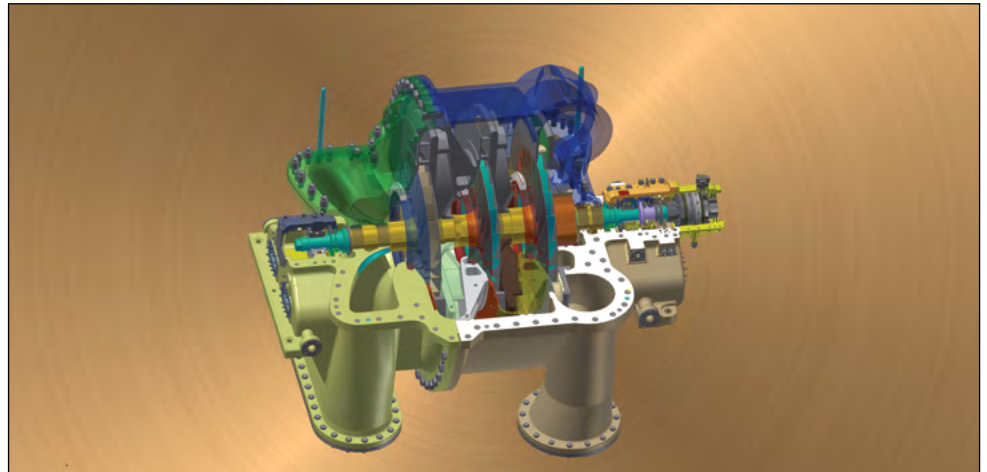
Нагнетатель со сложной геометрией в Autodesk Inventor

Сокращение срока работы с инструментами параметрического моделирования



«Операция, на которую в AutoCAD уходило порядка 3 минут, с помощью встроенного Autodesk Inventor инструмента iFeature выполняется за 20 секунд. Учитывая масштабы нашего объекта и количество подобных операций, это значительная экономия времени. Кроме того, инструмент позволяет исключить ошибки. Добиться такой точности на плоских чертежах AutoCAD было бы невозможно».

Елена Аверина,
инженер-конструктор
НПФ «НЕВИНТЕРМАШ»



Корпус нагнетателя, выполненный в Autodesk Inventor

АО НПФ «НЕВИНТЕРМАШ» – предприятие из Санкт-Петербурга, специализирующееся на создании и реконструкции центробежных компрессоров общего и специального назначения. Сотрудники компании участвовали в проектировании многих, в том числе уникальных, образцов центробежных компрессоров и вентиляторов. В 2016 году «НЕВИНТЕРМАШ» стал победителем конкурса Autodesk Innovation Awards 2016 с проектом корпуса нагнетателя Н-900-31-3С, который используется для транспортировки газа по линейному газопроводу.

Рабочие процессы в ПО Autodesk

На сегодняшний день фирма насчитывает около 50 сотрудников, основная часть которых – конструкторы и инженеры-механики, имеющие большой опыт монтажа, ремонта. В составе конструкторского отдела работает около 10 человек. В процессе работы над проектами каждый из них получает определенный узел для самостоятельной разработки, затем узлы передаются инженеру для окончательной сборки агрегата. После согласования изделия, внутреннего и с заказчиком, происходит выпуск чертёжной документации. Сегодня основным программным обеспечением для компании является Autodesk Inventor. Изначально предприятие работало в AutoCAD, затем перешло на AutoCAD Mechanical. С 2008 года, после

пилотного проекта, было принято решение внедрить для проектирования Autodesk Inventor. Ключевыми преимуществами этого ПО для конструкторов и инженеров стали возможность проведения предварительных расчетов непосредственно в 3D-модели, без привлечения расчетчиков, параметрическое проектирование, экономящее время при внесении изменений в проект, понятность интерфейса и приемов работы, а также широкий спектр заложенных стандартов – как российских, так и зарубежных, наличие в библиотеках Inventor деталей и элементов, поставляемых иностранными партнерами также возможность создавать библиотеку своих типовых изделий. Ряд этих преимуществ проявил себя при работе над проектом нагнетателя, победившим в конкурсе Autodesk Innovation Awards 2016.

Нагнетатель в Inventor: задачи проекта

Заказчик поставил перед НПФ «НЕВИНТЕРМАШ» следующие задачи:

- выполнить модернизацию нагнетателя путем замены статорных и роторных составляющих с сохранением (доработкой) корпуса;
- повысить производительность с сохранением штатного приводного электродвигателя;
- повысить надежность и срок межремонтного пробега нагнетателя, усовершенствовать систему регулирования.



Всасывающая камера

Инструмент iFeature значительно упростил задачу

Для решения данных задач были использованы конструктивные разработки, которые были реализованы приёмами автоматизации проектирования: созданы параметрические элементы iFeature с применением встроеного средства программирования iLogic, разработана собственная библиотека параметрических изделий: шаблоны для проектирования решетки лопаток в диффузорах, рабочих колесах и обратно направляющих аппаратах, изделий, применяемых на нашем предприятии (СТП). Также были использованы возможности программы для построения многотельной модели, элементы поверхностного моделирования. Для проектирования новой роторной части были получены газодинамические расчеты с указанием геометрических размеров, на основе которых и были построены лопаточные решетки рабочих колес, диффузоров и диафрагм.

Проектирование нагнетателя в Inventor заняло у «НЕВИНТЕРМАШ» около года. «Выполнять подобную работу в AutoCAD за столь короткий срок не представлялось возможным, – говорит Елена Аверина, инженер-конструктор НПФ «НЕВИНТЕРМАШ». – Больше всего проблем возникло бы с разработкой всасывающей камеры, содержащей сложную геометрию. Только год мы потратили на создание модели для расчета прочности. Затем, после передачи проекта на расчет, мы получили бы комментарии по доработкам, что отложило бы сдачу проекта на неопределённый срок».

Поверхностное моделирование

По словам Елены Авериной, для проектирования камеры был использован почти весь арсенал поверхностного моделирования. «Эта технология используется в тех случаях, когда нельзя решить задачу «в лоб», – говорит Елена Аверина. – На данном проекте передо мной стояла задача сделать корпус, имеющий множество переходов. Участки поверхности приходилось буквально сшивать, как пэч-ворк. При этом у корпуса не должно было быть резких ступенек. Для этой задачи я использовала инструменты Inventor «Поверхность». Они позволяют соединить части без «срыва» поверхности, обрезать и скруглить край каждой части. Этот инструмент напоминает пластилин, он позволяет сделать плавные переходы между построенными отдельными фрагментами поверхностей».



Физическая модель нагнетателя, установленная на предприятии

Параметрическое моделирование (инструмент iFeature)

При работе над компрессором Елена Аверина применяла инструменты параметрического моделирования Autodesk Inventor, в частности инструмент iFeature, и возможности программирования iLogic. Инструмент был использован при проектировании лопаточных решеток, вставке в модель профилей лопаток, решетки диффузоров и диафрагм, создании «гнезд» под рым-болты, для выбора конфигурации лопаток и ввода геометрических размеров. «К примеру, каждое отверстие под рым-болт имеет свои параметры – глубину, резьбу, – рассказывает Елена Аверина. – Инструмент iFeature позволяет значительно упростить задачу по его созданию – мы можем единожды задать эти параметры, а потом указывать точку на детали, в которой необходимо разместить отверстие под рым-болт. Операция, на которую без этого инструмента уходило порядка 3 минут, выполняется за 20 секунд. Учитывая масштабы нашего объекта и количество подобных операций, это значительная экономия времени. Кроме того, инструмент позволяет исключить ошибки. Добиться такой точности на плоских чертежах AutoCAD было бы невозможно».

Расчеты: предварительные и финальные

Предварительный расчет веса и прочности также проводился в Autodesk Inventor. «Вес в нашем случае – критически важный параметр, – рассказывает Елена Аверина. – Корпус нагнетателя весил около 12 тонн, нам необходимо было уже при проектировании точно

знать вес, чтобы правильно спланировать транспортировку корпуса нагнетателя, монтаж, правильно подобрать стропы. Причем болты, крепежи составляли значимую часть веса объекта, и «калькулятором» AutoCAD их посчитать бы не получилось. Для предварительного расчета в Inventor нам необходимы были размеры корпуса и свойства материала, в нашем случае – чугуна. На основе этих данных Inventor автоматически высчитал центр тяжести и массу объекта».

В Autodesk Inventor был проведен первичный прочностной расчет рабочего колеса. Была задана скорость вращения вала, характеристики среды на основе газодинамической таблицы. «Убедившись в том, что созданная мной конструкция не разваливается в смоделированных условиях, я передала ее инженерам прочностного расчета для уточнения полученных результатов, – вспоминает Елена Аверина. – Параметрические возможности проявили себя и на этом этапе. Если у отдела расчёта прочности возникала необходимость внесения геометрических изменений, например, стенка у лопатки колеса должна была быть не 3 мм, а 3,2 мм, я быстро решала эту задачу – заходила в таблицу параметров, созданную инструментами iLogic, и меняла толщину. Колесо автоматически перестраивалось. В AutoCAD мне бы пришлось заново переделывать колесо. Таким образом я сэкономила на каждом колесе неделю-полторы».

Сейчас нагнетатель уже смонтирован и работает на предприятии заказчика.

<http://autodesk.ru/inventor>