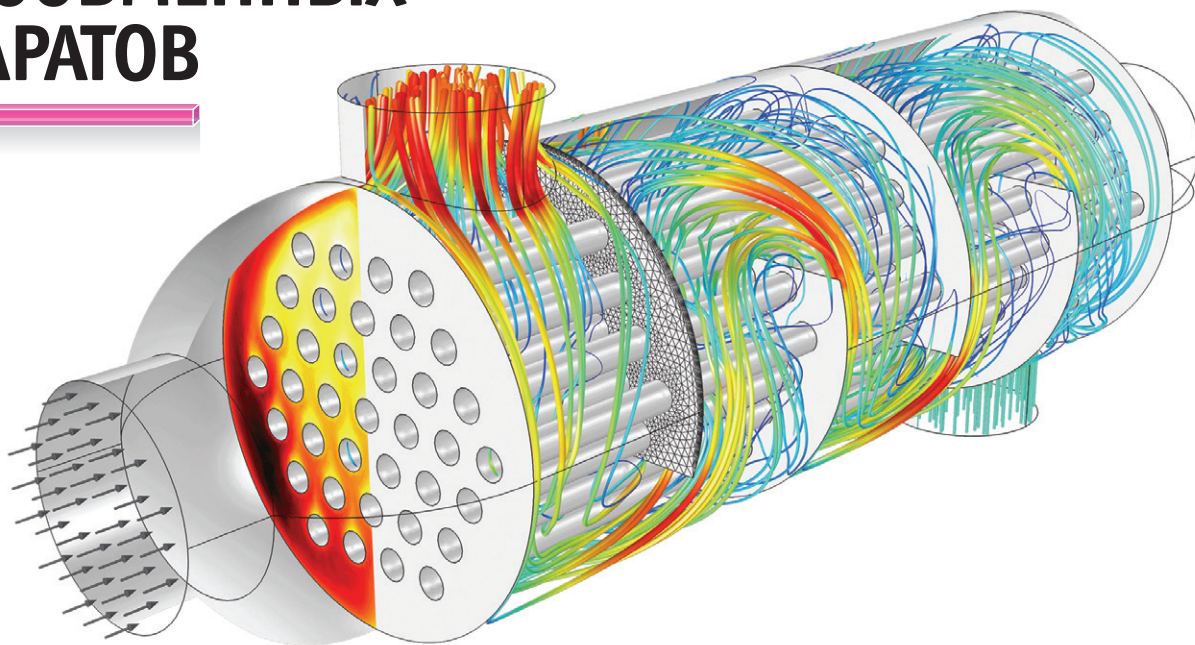


## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОБМЕННЫХ АППАРАТОВ



**Т**еплообменные аппараты, как правило, являются наиболее металлоемкой и крупногабаритной частью энергетических установок в промышленной и стационарной энергетике. В особенности это относится к теплообменникам, функционирующим в системах утилизации низкопотенциального тепла и работающим при небольших перепадах температуры. Поэтому проблема разработки эффективных теплообменных систем в значительной степени — проблема интенсификации теплопередачи.

Конвективные рекуперативные теплообменные аппараты типа "газ-газ", "жидкость-жидкость", "газ-жидкость" широко используются в настоящее время как в промышленной, так и в стационарной энергетике.

На изготовление таких теплообменников расходуется большое количество металла. Эксплуатация их связана с большими затратами энергии, использующейся, прежде всего, на прокачку теплоносителей. Эти затраты возрастают с ростом объемов производства, сопровождаемым увеличением массы и габаритов теплообменников. Поэтому задача уменьшения массы теплообменных аппаратов, с одной стороны, и эксплуатационных затрат — с другой, является весьма актуальной.

Эта задача может быть решена только посредством интенсификации теплообмена одного или обоих теплоносителей при умеренном росте гидродинамического сопротивления, поскольку энергетическая эффективность теплообменного аппарата определяется соотношением между полезным эффектом (тепловым потоком) и материальными затратами (расход металла и энергии).

Повышение эффективности теплообменного аппарата затрудняется тем, что при данной площади и скорости теплоносителя следует создать такой аппарат, в котором перенос теплоты происходит с наибольшей возможной интенсивностью, а процесс переноса количества движения, определяющего затраты мощности, — с наименьшей. При этом необходимо учитывать интенсификацию теплообмена.

При практическом использовании теплообменных аппаратов приходится сталкиваться с проблемами правильного выбора методов и геометрических параметров интенсифицирующих элементов с учетом их технологичности и стоимости.

Мы живем в постоянно развивающемся мире технологий, поэтому использовать лишь традиционные способы решения задач невозможно. На данный момент существует масса технологий, объединение которых предоставляет существен-

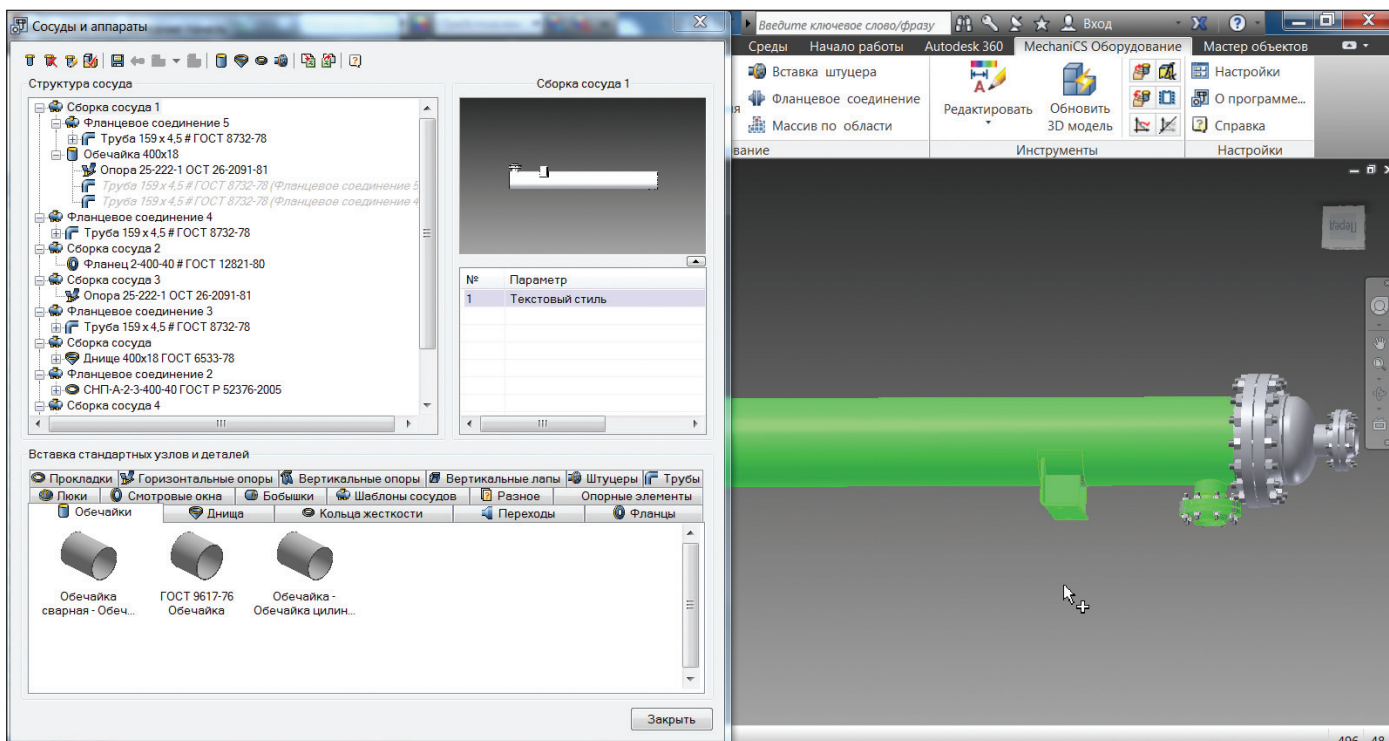
ное конкурентное преимущество при разработке изделий.

Специалистами ГК CSoft предлагается методология проектирования теплообменных аппаратов на основе отлично зарекомендовавших себя решений. В этой статье речь пойдет о комплексе программных средств проектирования и инженерного анализа — Autodesk Inventor, MechaniCS Оборудование и Autodesk Simulation CFD. Специфика конструкций теплообменной аппаратуры заключается в развитых внутренних связях между составляющими элементами, а также в достаточной нормализации этих элементов.

Опираясь на эту специфику, ГК CSoft успешно внедряет это комплексное решение в ведущих компаниях нефтегазовой, химической и энергетической промышленности.

Программа MechaniCS Оборудование позволяет создавать трехмерную модель изделия и выпускать полный комплект рабочей документации в соответствии с требованиями ЕСКД на базе САПР Autodesk Inventor.

Встроенная библиотека компонентов, полностью соответствующая российским стандартам, наряду с адаптированными специальными Мастерами, позволяет конструировать различные типы трубопроводов, компоновки сосудов, врезок штуцеров и люков, создавать



фланцевые соединения, установки опор, трубных решеток и другие элементы, отвечающие требованиям ОСТ и ОТК.

Инструментарий MechaniCS Оборудования непосредственно встраивается в рабочее пространство Autodesk Inventor. Разработка теплообменного аппарата

осуществляется поэтапно, в специально созданном для этих целей диалоговом окне *Сосуды и аппараты*. Инструменты проектирования представлены в виде дерева построения, области выбора стандартных узлов и деталей (с переключением по библиотекам таких элементов)

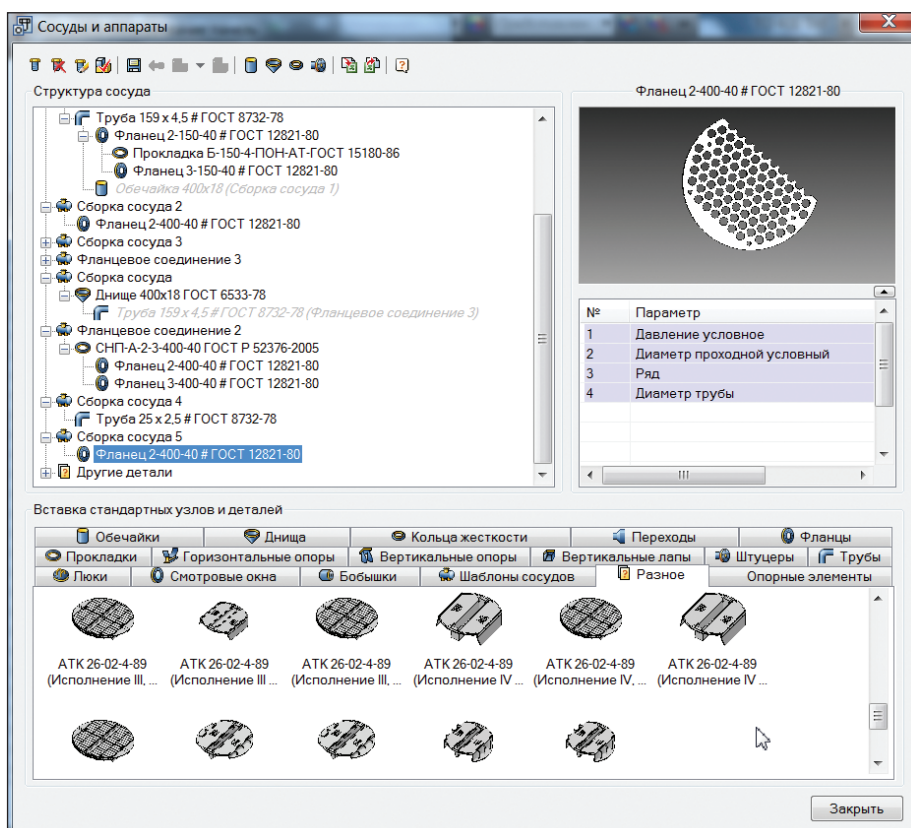
и окна визуализации, где отображается выбранный элемент конструкции.

После завершения работы с этим диалоговым окном в рабочем пространстве Autodesk Inventor будет создан цифровой макет теплообменного аппарата.

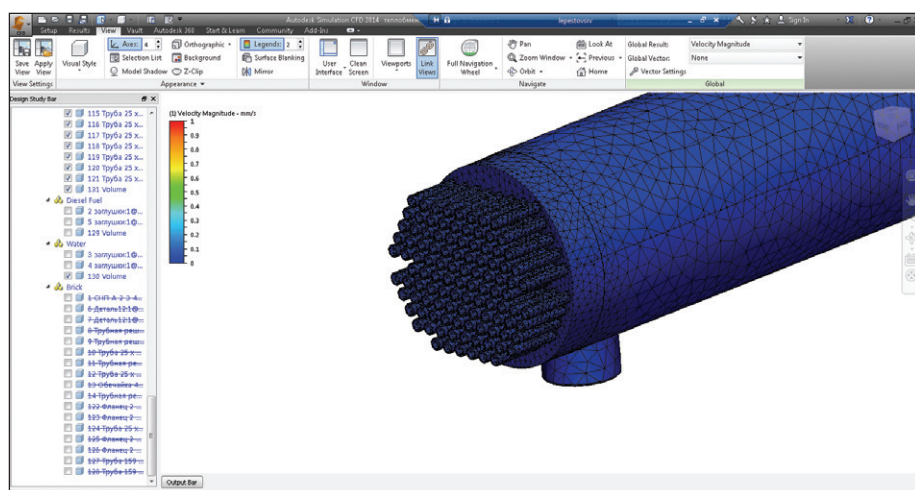
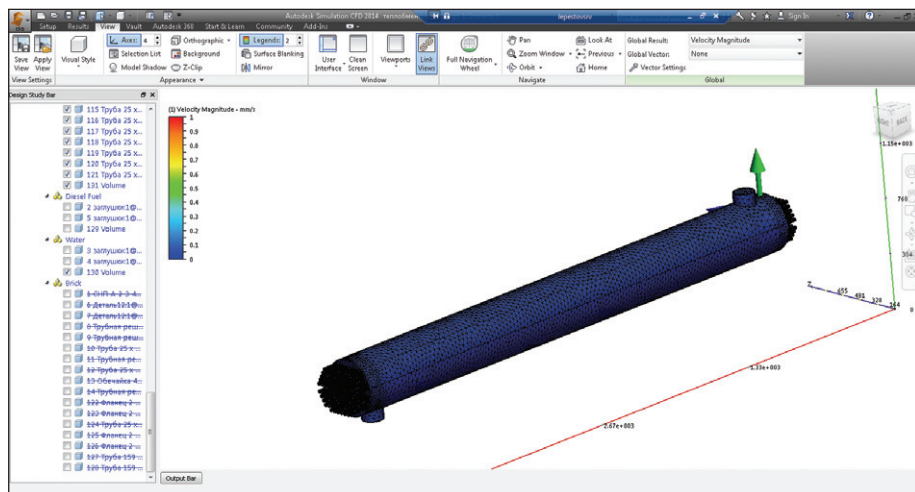
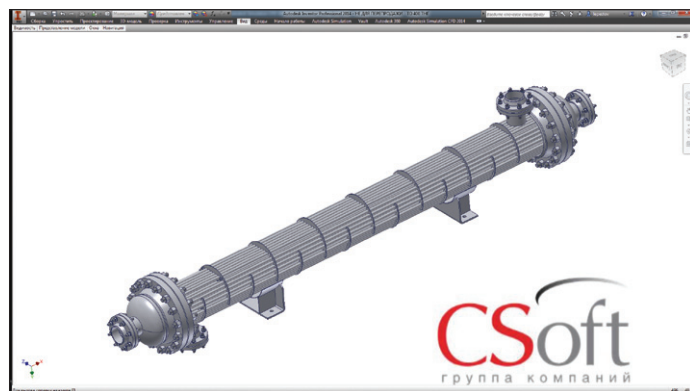
Эффективность работы этого изделия проверяется с помощью программы инженерного анализа методом конечных элементов Autodesk Simulation CFD, которая предоставляет полный набор гибких инструментов, позволяющий моделировать потоки жидкостей и процессы теплопередачи. Autodesk Simulation CFD предлагает пользователю инновационные возможности анализа и расчетов на ранних этапах разработки изделий, когда принятие верных решений особенно важно. Специальная среда изучения проектных вариантов обеспечивает возможность исследовать эксплуатационные характеристики различных решений, повышая качество разрабатываемой продукции и делая ее более инновационной.

Продукт позволяет изучать перенос энергии при изменении температуры. Анализ процессов теплопередачи чрезвычайно важен для оптимизации эксплуатационных характеристик изделий. В Autodesk Simulation CFD наряду с различными моделями поведения жидкости (ламинарное, турбулентное, несжимаемые, стационарные) можно моделировать следующие процессы теплопередачи:

- теплопроводность;
- конвекция;







- вынужденная конвекция;
- естественная конвекция.

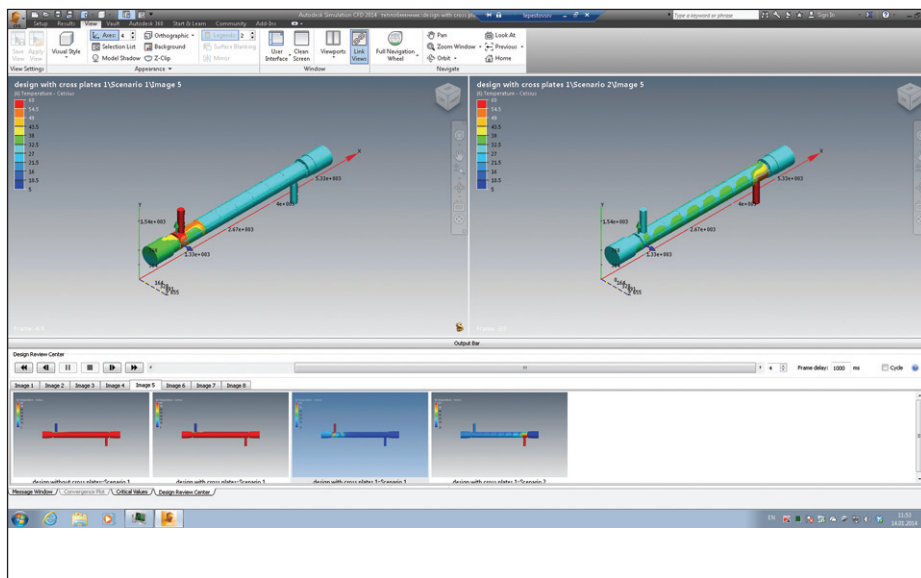
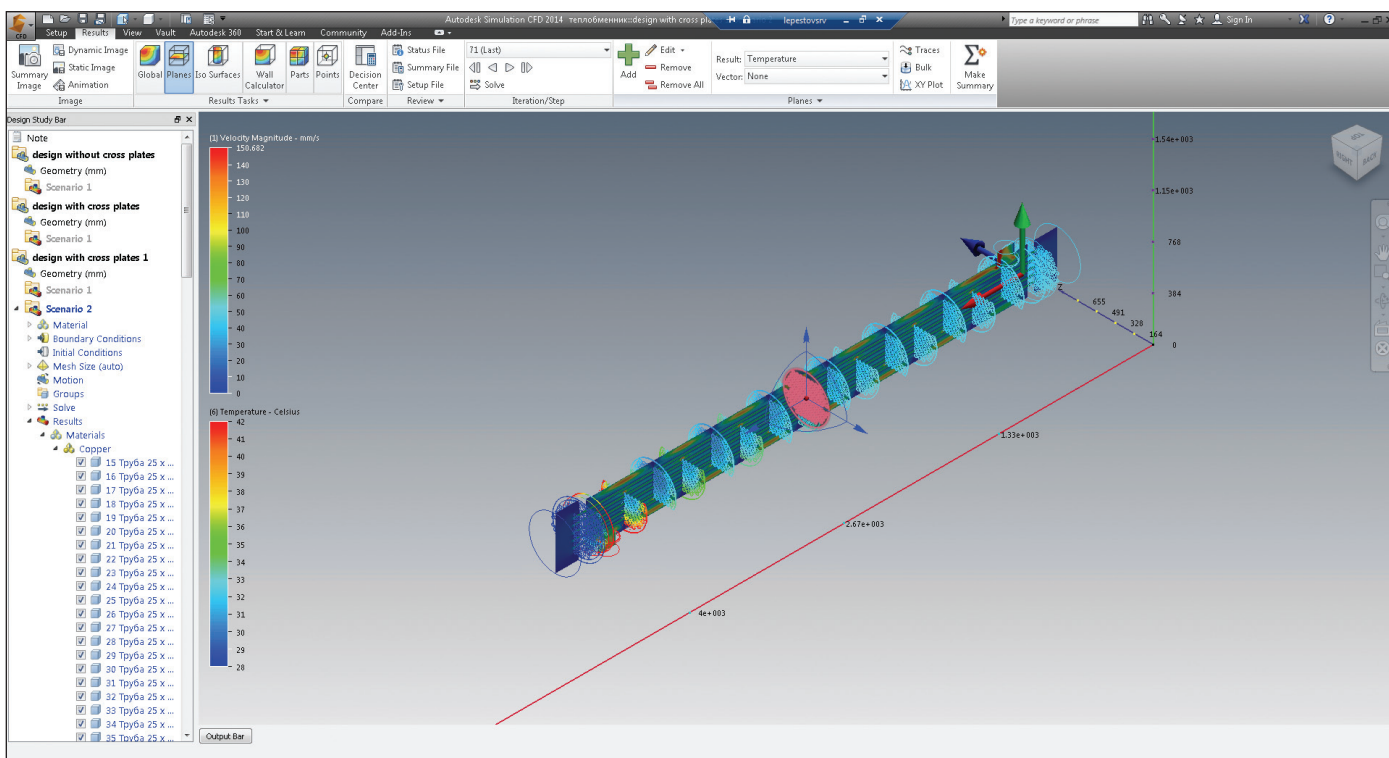
Итерационный модуль существенно упрощает переход к использованию средств инженерного анализа Autodesk Simulation CFD. Он позволяет сохранить важные элементы конструкции и очень быстро подготовить расчетную модель для исследований средствами компьютерного моделирования потока.

При этом сохраняются все необходимые конструктивные элементы, что обеспечивает возможность оценить физические процессы тепломассопереноса с необходимой точностью.

Расчетная модель в этом случае представлена в виде сетчатой модели разбитой сеткой с тетраэдрическими и призматическими элементами в приграничной области.

На основании анализа результатов расчета специалисты могут не только оценить поведение среды в рабочей зоне теплообменника данной конструкции, но и исследовать энергетическую эффективность аппарата, определяя соотношение между полезным эффектом (тепловым потоком) и общей длиной.

Сопоставление зон с наибольшей интенсивностью переноса теплоты осуществляется с помощью средств принятия решения, которые предоставляют возможность рассматривать вопросы интенсификации теплообмена.



Сравнение различных цифровых макетов позволяет оценить режимы работы теплообменного аппарата различной конструкции и выбрать среди них лучшие.

Таким образом, технология цифрового макетирования изделия на базе комплекса программного решения Autodesk Inventor с использованием MechaniCS Оборудование, в состав которого входит библиотека компонентов, полностью соответствующая современным российским стандартам, позволяет на основе результатов инженерного анализа методом конечных элементов Autodesk Simulation CFD быстро выбрать оптимальные методы и геометрические параметры интенсифицирующих элементов.

*Антон Лепестов*

*CSoft*

*Тел.: (495) 913-2222*

*E-mail: lepestov@csoft.ru*

