

# ФГУП ЦМКБ "Алмаз":

## ПЕРЕХОД К 3D-МОДЕЛИРОВАНИЮ



ФГУП ЦМКБ "Алмаз" является одним из лидеров в области проектирования водоизмещающих кораблей и судов, а также скоростных кораблей и катеров с динамическими принципами поддержания (на "воздушной подушке", с использованием интерцепторов и т.п.).

**П**роцесс перехода к автоматизированному проектированию на предприятии начался в 1993-96 годах, с проявлением нового для того времени программного продукта – AutoCAD ([www.autocad.ru](http://www.autocad.ru)). Созданной в среде этой САПР библиотекой оборудования, включающей более тысячи 2D-объектов (главные двигатели, насосы, различная арматура и т.д.), до сих пор используются при разработке новых и корректировке старых проектов.

Однако прогресс не стоит на месте. С появлением более мощных компьютеров появилась возможность создавать трехмерные модели оборудования.

Первой ласточкой в деле освоения новой технологии стал заказ 20380 "Корвет", проектирование которого началось в 2001 году. При выполнении этого заказа применялись элементы трехмерного моделирования в системе AutoCAD. Параллельно создавалась база элементов оборудования с применением гибридной технологии каркасно-твердотельного моделирования. На основе 3D-моделей помещений главной энергетической установки был налажен выпуск рабочей конструкторской документации. Не были забыты и двумерные инструменты, с помощью которых осуществлялось проектирование малотоннажных судов и кораблей по другим заказам.

Со временем количество САПР, используемых на нашем предприятии, возросло. Их внедрение было вызвано необходимостью максимально расширить возможности проектировщиков. Так, ис-

пользование специализированной судостроительной САПР Tribon позволяет решить целый ряд специфических задач, таких как:

- создание и передача на верфь 3D-моделей корпусов судов для изготовления плазово-технологической документации;
- разработка и создание структурированной базы данных оборудования и арматуры;
- разработка электронных 3D-моделей корабля в целом (судовые системы, прокладка кабеля, вентиляции и пр.) и передача их на верфь для технологической подготовки производства.

Система Tribon позволяет осуществлять трехмерное проектирование, производить необходимые расчеты, разрабатывать проектно-конструкторскую и технологическую документацию на различных стадиях проектирования, постройки и модернизации корабля. При этом проектирование и постройка корабля осуществляются параллельно. Несомненные преимущества системы очевидны. Есть, правда, и свои недостатки: поскольку Tribon является судостроительной системой, она не предназначена для разработки изделий МСЧ (машиностроительной части). Чтобы решить эту узкоспециальную задачу, требовалось найти САПР, обеспечивающую:

- создание трехмерных объектов с возможностями детализации, позволяющими выпускать документацию различных уровней и сложности;

- наличие отечественного каталога по материалам и изделиям;
- конвертацию трехмерных объектов из одной системы в другую с сохранением их структуры;
- простоту и скорость освоения, не требующего специального обучения.

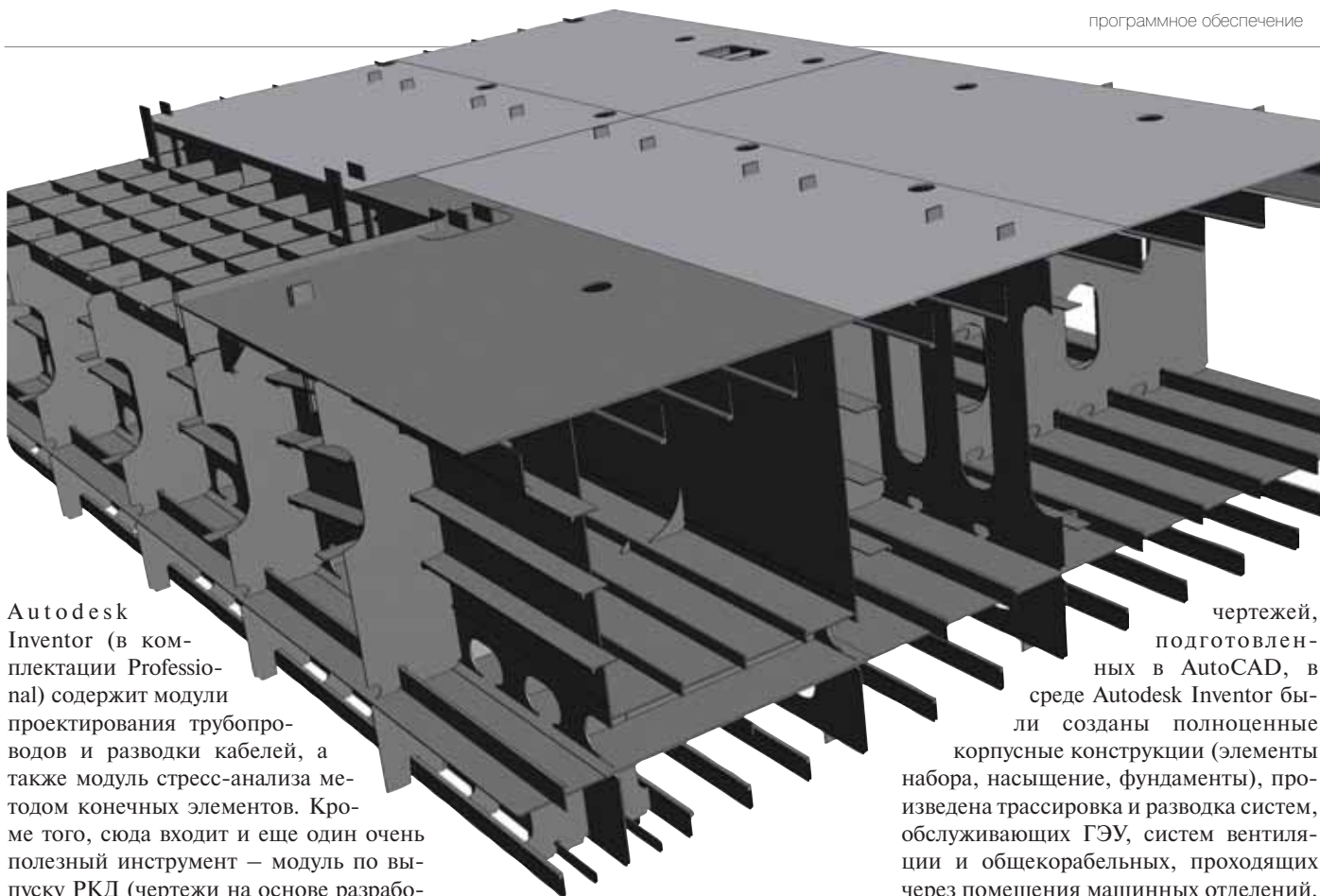
После тщательного анализа рынка наиболее соответствующим этим требованиям был признан Autodesk Inventor ([www.inventor.ru](http://www.inventor.ru)), программный продукт компании Autodesk.

Презентацию этой САПР организовал системный центр Autodesk в Санкт-Петербурге – CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Эта же компания обеспечила техническую поддержку и провела вводный курс обучения на базе 31 отдела (Отдел проектирования ГЭУ (главная энергетическая установка) и систем, обслуживающих ГЭУ). Выбор компании для внедрения Autodesk Inventor был не случайным – ее сотрудничество с ФГУП ЦМКБ "Алмаз" имеет давнюю историю. В 2001 году компания CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) наладила процесс выпуска печатной документации на оборудовании компании Océ Technologies ([www.oce.ru](http://www.oce.ru)) и произвела поставку плоттера Océ 9300, а в 2003 году – Océ TDS400.

Основные преимущества Autodesk Inventor основаны на том, что этот программный продукт фактически включает несколько САПР:

- Autodesk Inventor;
- Autodesk Mechanical Desktop;
- AutoCAD.

Autodesk Inventor содержит справочную систему и интерактивное электронное техническое руководство на русском языке, которые позволяют пользователям, знакомым с системой AutoCAD, в кратчайшие сроки начать работу по созданию 3D-моделей. Расширенный



Autodesk Inventor (в комплектации Professional) содержит модули проектирования трубопроводов и разводки кабелей, а также модуль стресс-анализа методом конечных элементов. Кроме того, сюда входит и еще один очень полезный инструмент — модуль по выпуску РКД (чертежи на основе разработанных 3D-моделей и их спецификации), который поддерживает оформление документации по ЕСКД и ее передачу в формате DWG/DXF в другие САПР, объединенные единой базой данных.

В настоящее время мы используем одну из новейших версий Autodesk Inventor Professional, позволяющую эффективно решать целый ряд задач, среди которых:

- создание базы твердотельных 3D-моделей оборудования и механизмов, входящих в состав ГЭУ и систем, ее обслуживающих;
- электронное макетирование общего расположения машин и механизмов в машинных отделениях, трассировка систем, обслуживающих ГЭУ, и прокладка транзитных систем общесудового назначения, проходящих через помещения машинных отделений;
- разработка РКД и оформление чертежей, полученных на основе 3D-моделей общего расположения;
- отработка процедур обмена данными между двумя используемыми САПР — Autodesk Inventor и Tribon.

Последний пункт исключительно важен, поскольку вопрос обмена данными между этими САПР, различающимися идеологией построения и идентификации 3D-моделей, давно являлся головной болью программистов. И только с появлением транслятора, разработанного компанией AVEVA Group plc., проблема была решена: он позволяет экс-

Рис. 1. Результаты трансляции части 3D-модели корпуса из САПР Tribon в Autodesk Inventor

портировать созданные в Tribon 3D-модели в Autodesk Inventor с сохранением сборочных зависимостей и исходных наименований.

Специалисты компании CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) помогли нам транслировать из Tribon в Autodesk Inventor часть корпусной конструкции, состоящую из 800 элементов (рис. 1), а также структуру и наименования, принятые в Tribon. Что особенно важно — при этом была сохранена система отсчета координат и привязок по проекту. За двадцать минут, которые заняла трансляция, мы получили полноценную и качественную сборку объектов корпусных конструкций для дальнейшей работы с ними в среде Autodesk.

Импорт созданных в среде Autodesk Inventor 3D-моделей в Tribon осуществляется при помощи утилиты, обеспечивающей чтение SAT-формата. Без такого импорта не обойтись, когда 3D-модели имеют очень сложную форму и трудны для создания в Tribon.

Autodesk Inventor позволяет создавать реалистичные и очень точные с геометрической точки зрения 3D-модели. В рамках разработки электронных макетов энергетической установки была проведена огромная работа по формированию моделей оборудования, размещенного в машинных отделениях. На основе

чертежей, подготовленных в AutoCAD, в среде Autodesk Inventor были созданы полноценные

корпусные конструкции (элементы набора, насыщение, фундаменты), произведена трассировка и разводка систем, обслуживающих ГЭУ, систем вентиляции и общекорабельных, проходящих через помещения машинных отделений.

На рис. 2.1 и 2.2 представлены 3D-модели дизель-генераторов, которые с помощью Autodesk Inventor в кратчайшие сроки были созданы для электронного макетирования текущих проектов.

Модель дизель-генератора MTU 16V4000 была конвертирована из модели, сформированной в SolidWorks и любезно предоставленной нам немецкой компанией MTU. Модель же судового дизель-генератора АДГ-630НК полностью создана средствами Autodesk Inventor.

На рис. 3.1 и 3.2 приведены спроектированные при помощи инструментов Autodesk Inventor элементы трубопроводов систем, находящихся в помещениях машинных отделений. Средствами программы в процессе моделирования был осуществлен анализ пересечения элементов трубопроводов и исправлены выявленные коллизии, что значительно ускорило согласование и выпуск РКД по этим системам.

В процессе отладки механизма выпуска рабочей документации с использованием инструментов Autodesk Inventor чертежи общего расположения создаются на основе макета и транслируются в AutoCAD для дальнейшего оформления.

Наряду с расширением и упорядочением существующей базы 3D-моделей, которая будет использоваться при новом проектировании, и дальнейшей отработкой процедур обмена данными между Autodesk Inventor и Tribon, специалисты ФГУП ЦМКБ "Алмаз" приступили к

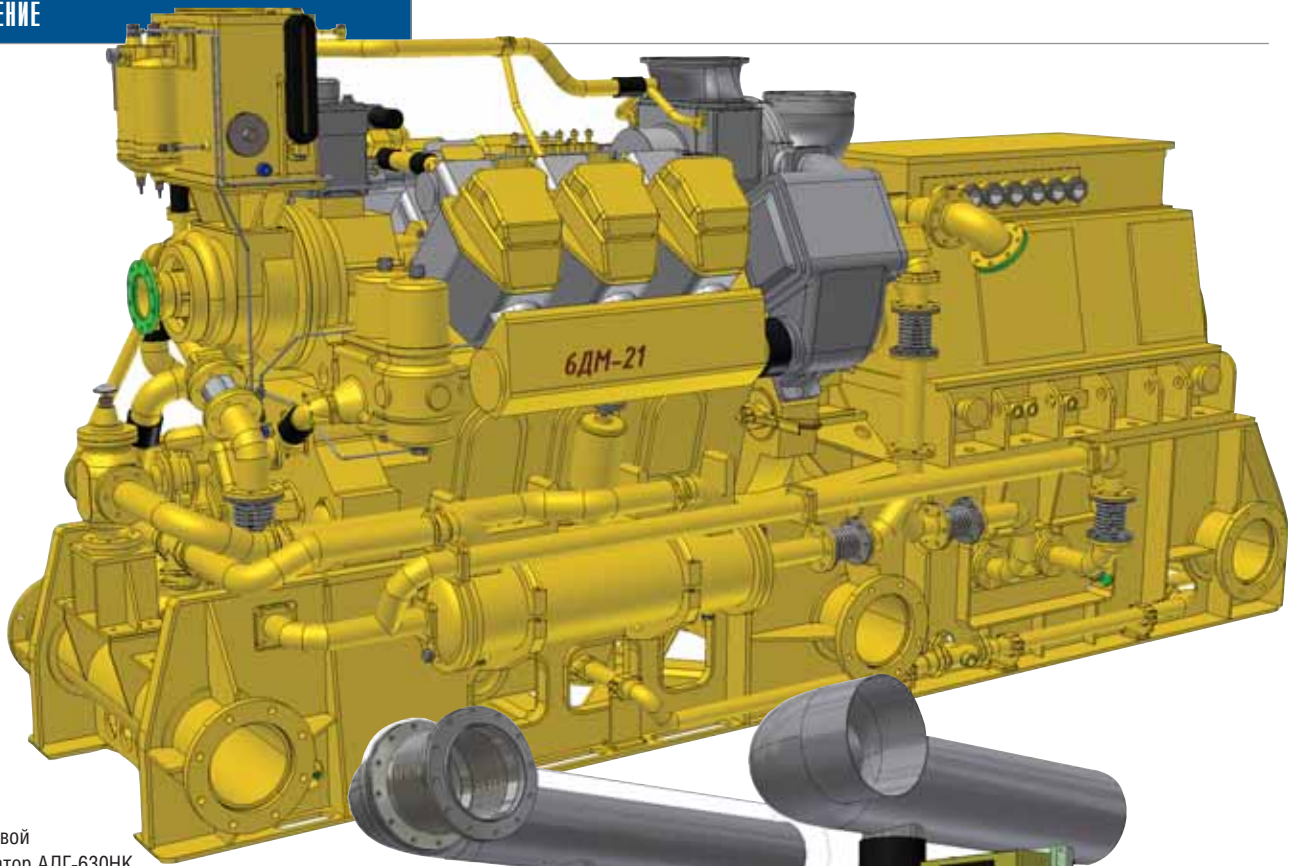


Рис. 2.1. Судовой дизель-генератор АДГ-630НК

созданию 3D-моделей машинных отделений по новым заказам для ВМФ РФ.

Таким образом, с появлением Autodesk Inventor процесс проектирования на нашем предприятии претерпел кардинальные изменения. Назовем лишь некоторые преимущества, ставшие доступными после внедрения этого программного продукта:

- уменьшение сроков выпуска и согласования РКД;
- возможность создания эксплуатационной документации верхних уровней;
- большой выбор инструментов, применимых для судостроительной отрасли;
- простое обучение пользователей AutoCAD работе в Autodesk Inventor (родственный интерфейс, мощная система интерактивной помощи и поддержки);
- широкие возможности импорта-экспорта из других САПР и многое другое.

Эти преимущества были надлежащим образом оценены руководством ФГУП ЦМКБ "Алмаз", которое намерено продолжить плодотворное сотрудничество с компанией CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG). Было принято решение заменить временные лицензии на постоянные, заключен договор на обучение пользователей и техническую поддержку на всех этапах работ.

В заключение хочется подчеркнуть, что внедрение Autodesk Inventor и реа-

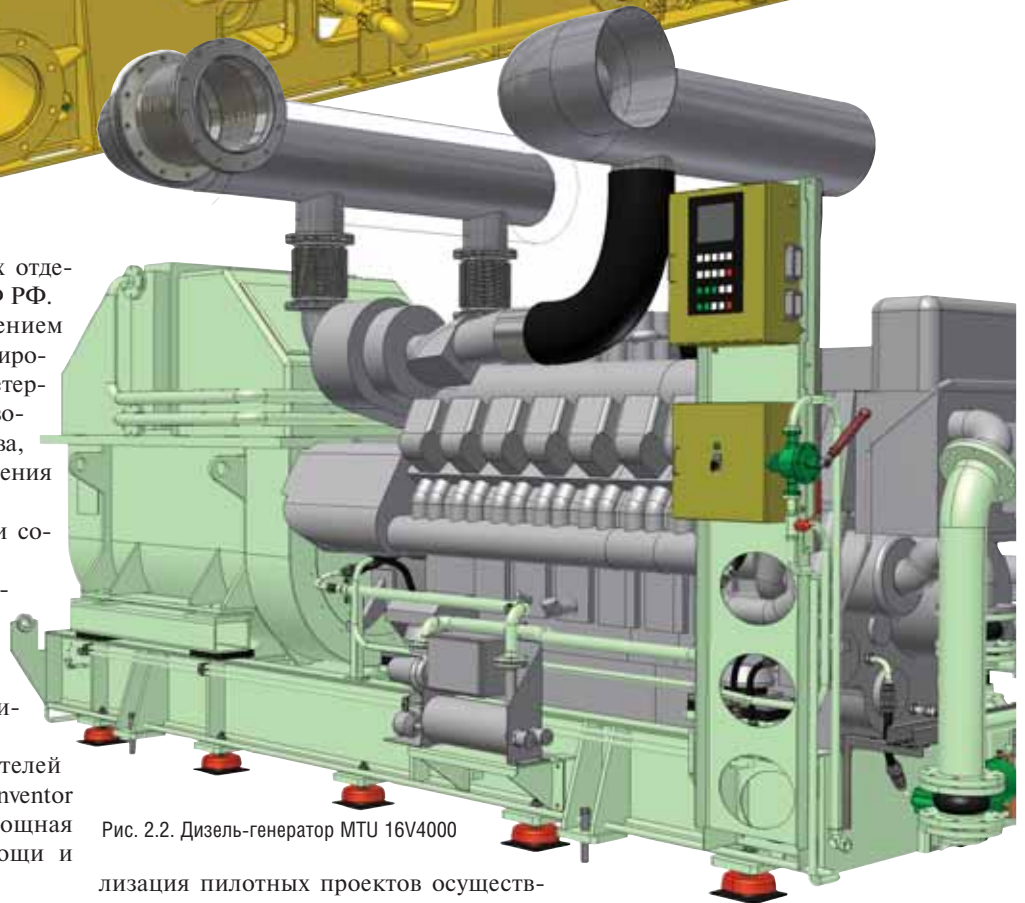


Рис. 2.2. Дизель-генератор MTU 16V4000

лизация пилотных проектов осуществлялись совместными усилиями специалистов CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG) и предприятия ФГУП ЦМКБ "Алмаз":

- от ФГУП ЦМКБ "Алмаз"
  - заместитель Генерального директора — Генерального конструктора *Марк Давыдович Бройдо*;
  - начальник 31-го отдела (отдел ГЭУ и систем, обслуживающих ГЭУ) *Константин Геннадьевич Голубев*;
  - начальник 22-го отдела (отдел внедрения САПР Tribon) *Алексей Анатольевич Карпов*;
  - инженер-конструктор I категории

(31-й отдел) *Евгений Владимирович Маков*;

- инженер-конструктор II категории (31-й отдел) *Александр Александрович Нортков*,
- от CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG)
- руководитель отдела САПР *Игорь Вячеславович Шентунов*.

*Евгений Маков,*  
*Александр Нортков*  
**ФГУП ЦМКБ "Алмаз"**  
*Игорь Шентунов*  
**CSoft Санкт-Петербург (Бюро ESG)**  
Тел.: (812) 496-6929

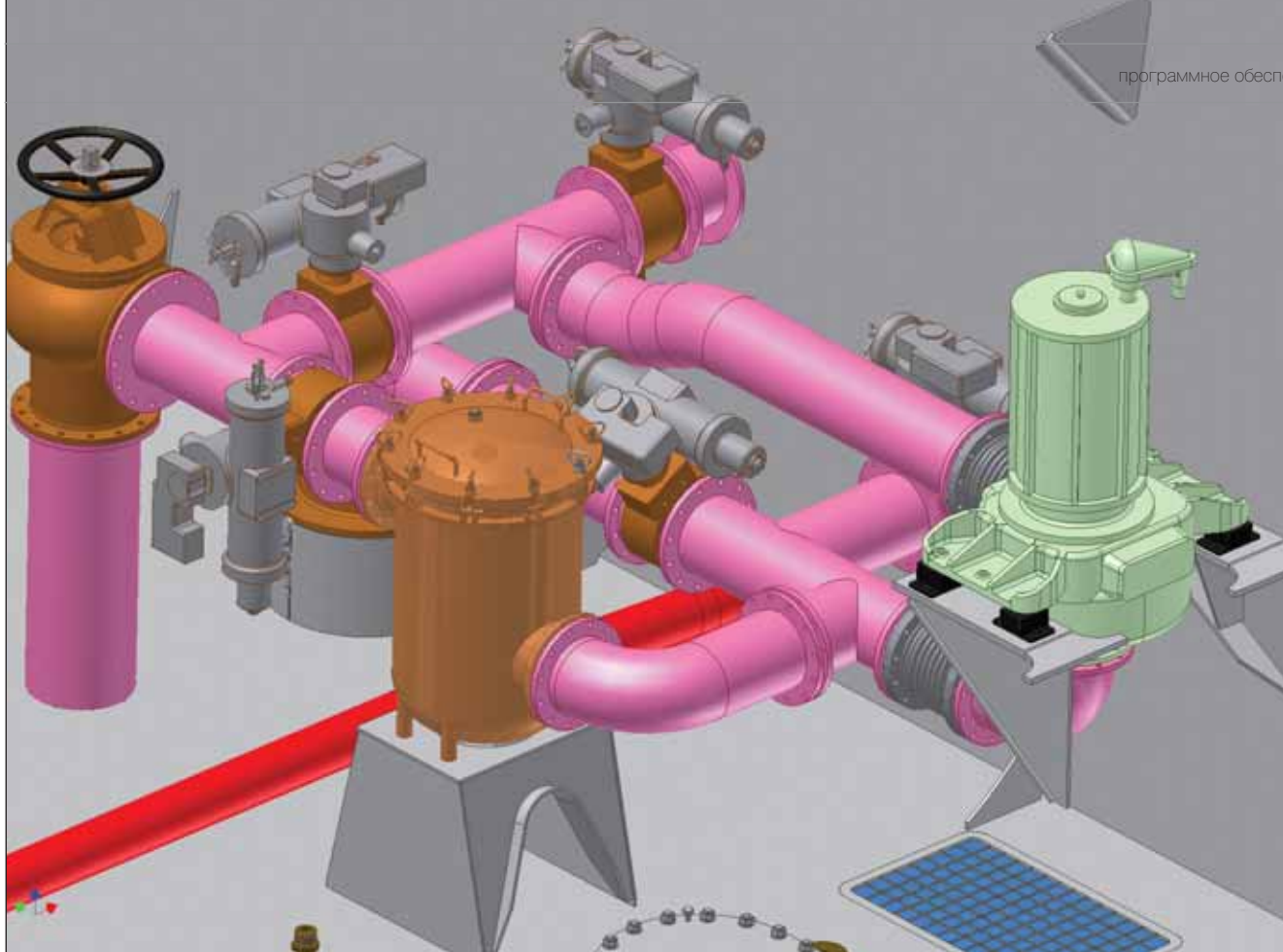


Рис. 3.1. Элементы водоотливной системы

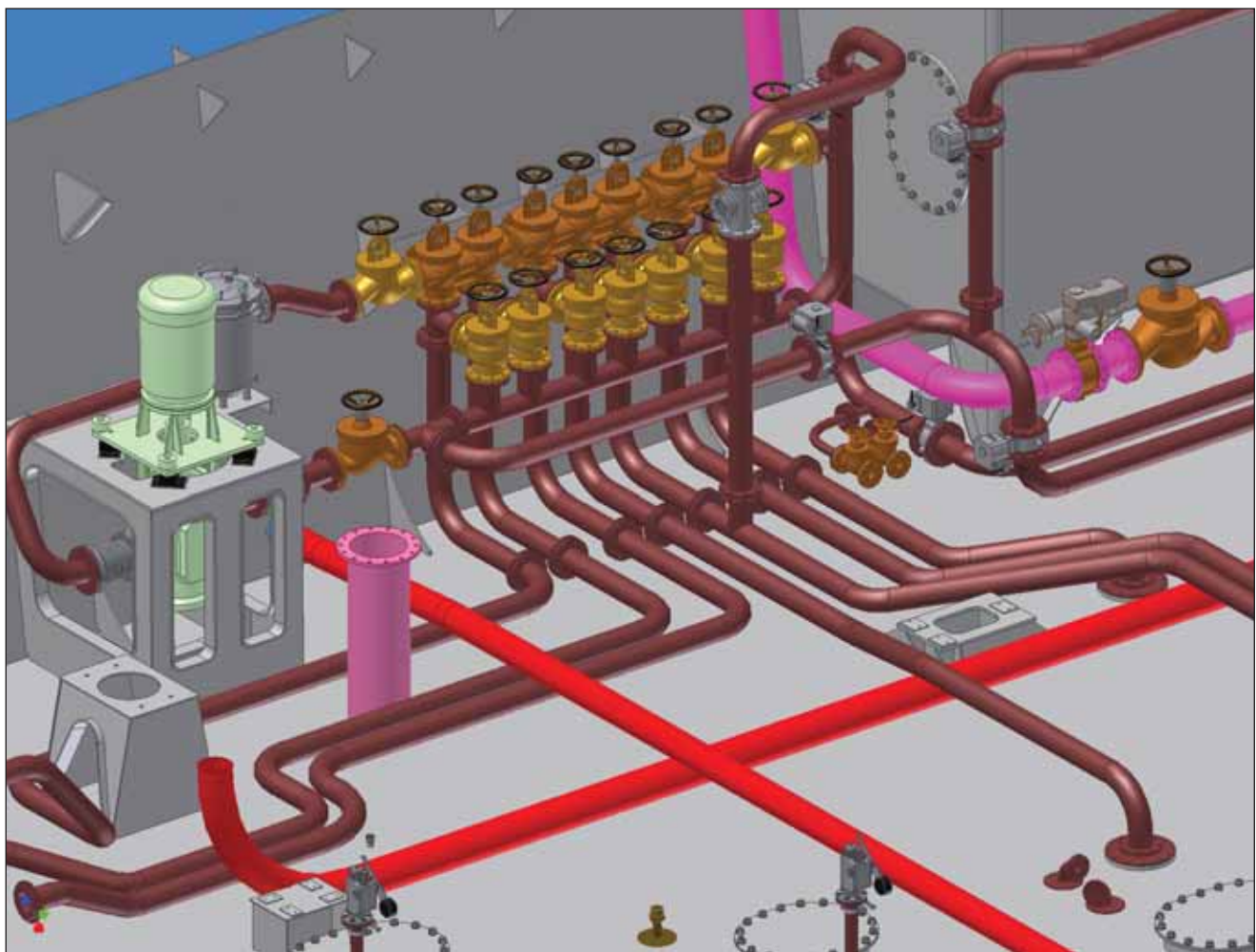


Рис. 3.2. Элементы топливоперекачивающей системы