

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДОТЕЛЬНОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ НА СЛУЖБЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ
ПРОЕКТИРОВЩИКОВ ОБЪЕКТОВ
НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Солодовников А.В.

Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа

Основным требованием при проектировании объектов нефтеперерабатывающих предприятий является [1, 2, 3] обеспечение безопасности персонала, населения и окружающей природной среды.

Размещение технологического оборудования, трубопроводной арматуры и т.д. в производственных зданиях и на открытых площадках [4] нефтеперерабатывающих предприятий должно обеспечивать:

- удобство и безопасность их эксплуатации;
- возможность проведения ремонтных работ и принятие оперативных мер по предотвращению аварийных ситуаций или локализации аварий;
- возможность проведения визуального контроля за их состоянием, выполнения работ по обслуживанию, ремонту и замене.

Объемно-планировочные решения, конструкция зданий, помещений и вспомогательных сооружений для систем контроля и управления, их размещение на территории нефтеперерабатывающих предприятий осуществляются на основе требований строительных норм и правил, правил устройства электроустановок, других нормативно-технических документов и правил [4].

Для учета всех требований нормативно-технических документов и правил и быстроты выполнения объемно-планировочных решений опасных производственных объектов невозможно обойтись без современных технологий автоматизированного проектирования (САПР) с использованием твердотельного параметрического моделирования.

Основная идея твердотельного моделирования состоит в том, чтобы всегда гарантировать физически непротиворечивое представление геометрических

объемных тел и оперировать понятиями добавления/удаления материала. Корректное твердое тело содержит внутренний объем, ограниченный внешней поверхностью тела. Такое представление позволяет определять объем тела, его массу, моменты инерции, центр тяжести и т.п. Эти параметры зачастую являются критическими при оценке эффективности конструкции изделия.

Использование САПР при проектировании объектов нефтеперерабатывающих предприятий позволяет уже на этапе рабочего проектирования оценить те или иные объемно-планировочные решения и обеспечить высокий уровень безопасности. На примере проекта блока аппаратов атмосферно-воздушного охлаждения (АВО) рассмотрены проектно-планировочные решения.

В ходе проектирования был разработан ряд конструктивно-компоновочных вариантов установки АВО (рисунок 1, 2), оптимизированы основные проектные параметры системы.

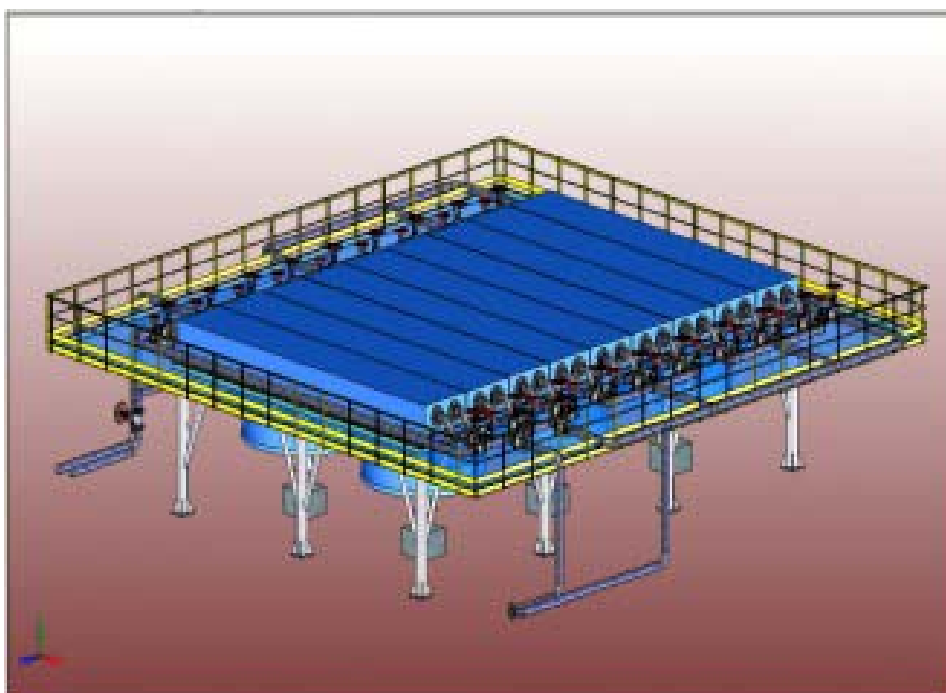


Рисунок 1 – Трехмерная модель трехсекционной установки АВО

В процессе объемно-планировочных решений при внедрении установки АВО на нефтеперерабатывающем предприятии были решены следующие задачи:

- потребность быстрого анализа конструкций оборудования нефтепереработки;
- проверка собираемости машин и аппаратов, составляющих комплекс установки газо-каталитического производства с исправлением выявленных недостатков (для этого были созданы модели машин и аппаратов и элементы трубопроводной арматуры по готовым чертежам на бумажном носителе, проведен анализ положений конструкции, определены погрешности);
- взаимная увязка оборудования с анализом работы комплекса в целом;
- подготовка монтажных и сборочных чертежей комплекса согласно нормативно-технической документации;
- необходимость быстрого внесения изменений в существующую установку и проектирование новой с лучшими характеристиками;
- увязка иностранного оборудования с продукцией российских заводов с минимальными потерями времени и минимальной трудоемкостью, связанной с необходимостью анализа применяемого оборудования со сложной геометрической формой поверхностей;
- подготовка графической части текстовой документации на комплекс с показом средств и вспомогательных механизмов, необходимых для монтажа и эксплуатации изделия;
- проектирование трубопроводов и рукавов отдельных узлов;
- анализ аварийных ситуаций, возникающих при эксплуатации оборудования и аппаратов;
- подготовка моделей для силового расчета и моделирования трехмерных течений жидкости и газа в установке АВО.

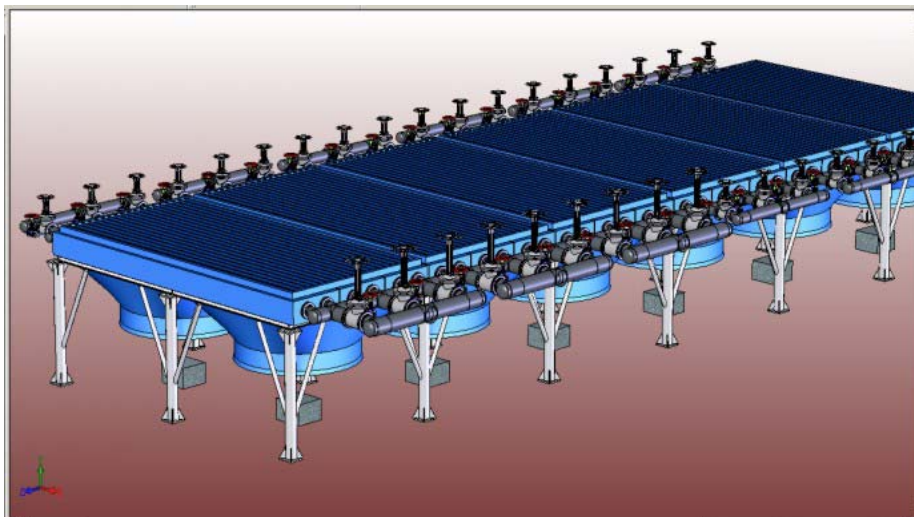


Рисунок 2 – Трехмерная модель шестисекционной установки АВО

В процессе выполнения данной работы были созданы параметрические модели элементов трубопроводной арматуры (рисунок 3): фланцы ГОСТ 12820-80, 12821; отводы, тройники, переходы, заглушки ГОСТ 22815-83, 22826-83, 17375-2001, 17376-2001, 17378-2001, 17379-2001; задвижки клиновые ЗКЛ2-16 (-40), трубы ГОСТ 8732-87, ГОСТ 3262-75. На основе подготовленных моделей строились модели трубопроводов используемые для обвязки АВО и обвязки с оборудованием установки нефтеперерабатывающего предприятия (рисунок 4).

Далее была проведена подготовка рекламных и демонстрационных материалов этого комплекса с созданием анимации. Не секрет, что от того, насколько красиво и качественно представлен новый продукт в рекламных материалах, зависит мнение потенциального покупателя. Как говорится, первое впечатление всегда правильное.

Эта функциональность заложена конфигурацию тяжелых САПР (для SolidWorks – это PhotoWorks), которая обеспечивает высочайшую реалистичность 3D изображения и выполнение в реальном времени сложных интерактивных спецэффектов [5].

Таким образом, используя функциональность реалистичного 3D изображения, конструктор-проектировщик может в кратчайшие сроки создавать трехмерные графические образы, варьировать текстуры, освещение, декорации и т.п., благодаря чему качество дизайнерской проработки будет отвечать самым изысканным требованиям.

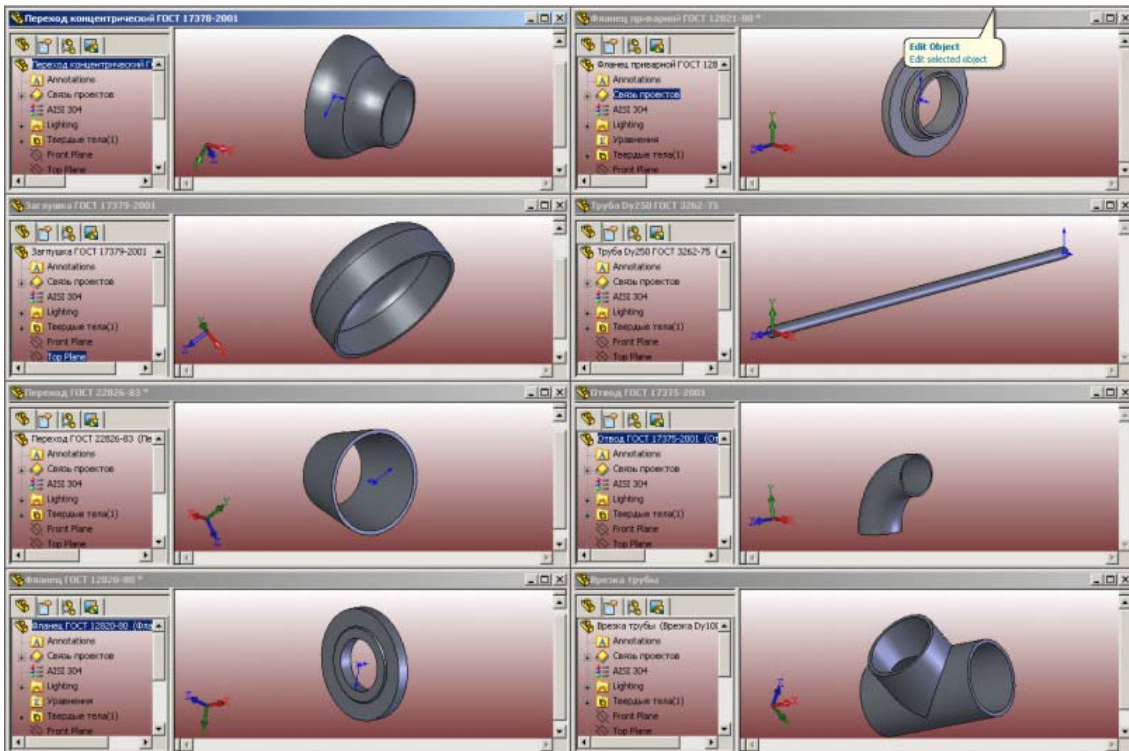


Рисунок 3 – Параметрические модели элементов трубопроводной арматуры

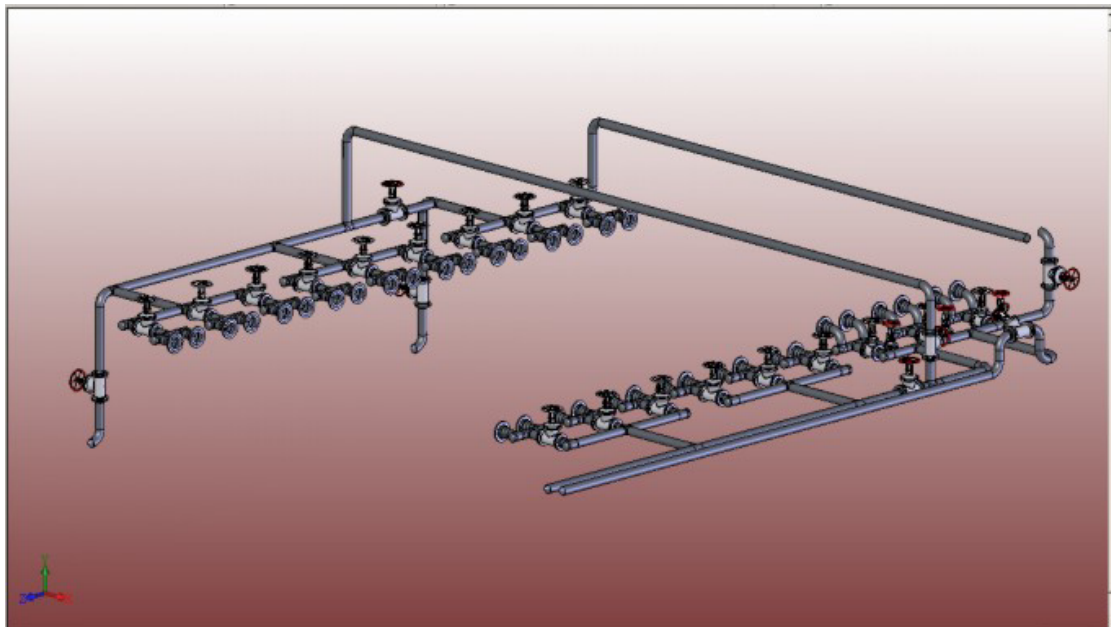


Рисунок 4 – Трехмерная модель трубопроводной обвязки
трехсекционной установки АВО

При проектировании объектов предприятий нефтепереработки в короткие сроки небольшим коллективом всегда возникает множество трудноразрешимых задач:

- необходимость одновременного использования больших объемов информации требует наличия высокопроизводительных компьютеров или рабочих станций;
- сложность проектируемых объектов вызывает необходимость наличия сотрудников, хорошо владеющих не только методами проектирования, но и основами управления проектом, управлением сетевыми ресурсами.

Все это является необходимым для выполнения нескольких основных правил [6], существенно облегчающих работу с «большими сборками». Они достаточно просты и логичны:

- при работе с «большими сборками» и чертежами «больших сборок» использовать механизм легковесности;
- следует создавать различные исполнения детали для сборки и чертежа, упрощая внешний облик конфигурации, примененной в сборке. Это, конечно, слегка усложняет моделирование и оперирование деталью в сборке, но позволяет избавиться от несущественных параметров детали на чертеже (одно из требований ГОСТ), а также ускоряет регенерацию сборки [6];
- по возможности следует располагать деталь в той плоскости, в какой она преимущественно будет находиться при отображении на чертеже и в модели;
- стремиться заранее ориентировать моделируемую деталь в пространстве выгоднейшим образом, чтобы затем не тратить времени и ресурсов на поиск необходимого положения. Особенно это актуально при оформлении чертежа сложной детали или узла [6], т.к. сокращается количество вспомогательных видов и положений и, соответственно, ускоряется процесс создания и регенерации чертежа, что немаловажно при наличии большого количества видов, разрезов и сечений на одном листе;
- по возможности следует стремиться к простой конфигурации «базового» элемента детали;

- минимизировать количество исполнений одной детали и узла;
- создавать наименьшее количество дополнительных плоскостей и осей;
- иногда при создании сборки большой конструкции выгодно нарисовать пространственный эскиз расположения объектов и привязывать модели (а иногда и размеры) деталей именно к нему [6];
- начинать сборку узла с той детали, которая определяет расположение узла в пространстве (если узел располагается на основании – то с нижнего листа, заранее сориентированного по принятым осям координат);
- стараться по минимуму использовать проектирование в контексте сборки. Либо после окончания проектирования в контексте развязать спроектированную деталь относительно общей сборки;
- стараться ограничить применение свободных связей (свободных конфигураций). При наличии нескольких свободных конфигураций в одной сборке время регенерации узла в целом может резко увеличиваться [6];
- широко использовать массивы с применением различных конфигураций изделия, входящего в массив;
- стремиться минимизировать количество накладываемых связей. Причем важно не количество наложенных связей, а количество отнимаемых ими степеней свободы;
- упрощать структуру узла, создавая под сборки, иногда искусственные, даже если они не будут соответствовать составу, принятому в документации. Это упрощает не только сборку, но и облегчает и ускоряет процесс нахождения ошибок;
- широко пользоваться муляжами сложных законченных узлов, функционально не связанных с остальными элементами. В исключительных случаях следует идти дальше и специально создавать муляж законченного узла для последующего использования его в «большой сборке» вместо настоящего, рабочего узла.

Таким образом, очень важно уметь легко ориентироваться в структуре и расположении отдельных элементов конструкции. Для этого чаще всего просто необходимо на начальном этапе проектирования определить и разделить функционально конструкцию и назначение узлов и механизмов, постараться использовать как можно меньше своеобразных деталей, используя заимствования и конфигурации. На такую подготовку уходит дополнительное время, но при дальнейшей работе, несомненно, подобная тактика приносит успех. Но, самое важное, это аккуратная «чистая» работа по моделированию и сборке на любом этапе проектирования [6].

Использование новейших компьютерных технологий в 3D-моделировании позволяет кардинально сократить сроки выхода на рынок с новой продукцией, что гарантирует победу в конкурентной борьбе.

Опыт использования твердотельного параметрического моделирования, при выполнении объемно-планировочных решений на опасных производственных объектах показывает реальные преимущества новейших технологий автоматизированного проектирования [7].

Благодаря использованию твердотельного параметрического моделирования, удалось существенно сократить время проектирования и практически до нуля уменьшить количество ошибок, которые ранее выявлялись только на стадии монтажа, легкости внесения изменений в проект. Огромным плюсом также является наличие не только чертежей, но и видов в изометрии, что улучшает представления о проекте в целом, упрощает работу при монтаже и строительных работах.

Литература

1. Федеральный закон “О промышленной безопасности опасных производственных объектов”. – М.: Государственное предприятие НТЦ по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2000 г.
2. Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Кац М.И. Аварии в химических производствах и меры их предупреждения, М., Химия, 1996. – 367 с.
3. Шibaев Г.И., Гончарюк В.А., Полозков В.Т., Скорняков М.В. Основы техники безопасности и противопожарной техники М.: Изд-во Недрa, 1967 – 228 с.
4. ПБ 09-540-03 Общие правила взрывобезопасности для взрывопожарных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств.
5. 3D-дизайн и гибридное параметрическое моделирование Аведьян А.Б.// САПР и графика № 10 2003 г. С.41-43.
6. Опыт использования САПР SolidWorks в работе с «большими сборками» при проектировании горно-шахтного оборудования Горбачева О.Ю.// САПР и графика № 8 2004 г. С.23-26.
7. Закирничная М.М., Зарипов Р.А., Иванова Е.И., Гилимьянов Р.М. Твердотельное моделирование при проектировании опасных производственных объектов. Мировое сообщество: проблемы и пути решения, том 17 – Уфа: УГНТУ, 2005 г. – С.6-13.