

Среда для эффективной разработки HVAC-систем. Решение от FORAN

Исторически в судостроительных CAD-системах не уделялось достаточного внимания проектированию систем вентиляции и кондиционирования воздуха (HVAC-системы). Большинство из них позволяют лишь построить трехмерную модель HVAC-системы, описав некоторые аспекты производства и сборки элементов. Но они не предоставляют возможности произвести базовые вычисления, поэтому инженерам приходится использовать дополнительные инструменты для выполнения расчетов и построения схем. В свою очередь, те немногие программные продукты, которые позволяют производить вычисления, не обеспечивают достаточного удобства интерфейса при моделировании воздуховодов, и проектировщику опять-таки приходится пользоваться целым набором разных программных продуктов. С другой стороны, существуют весьма мощные инструменты для расчета систем HVAC, но они обеспечивают так называемые “академические” решения, которые сложно воплотить в конечные чертежи. Таким образом, становится очевидной пропасть между “расчетной” и “конструкторской” сторонами этого вопроса, которую по сей день никому не удавалось ликвидировать в приемлемом для пользователя виде.

С точки зрения проектирования судовых систем HVAC-системы вызывают наибольшую сложность.

Ввиду характеристик этой системы она очень чувствительна к изменениям в пространственном расположении, равно как и к изменению расходов воздуха. Очевидно, что проектировщику было бы весьма удобно иметь модуль, который позволял бы производить как расчеты, так и непосредственную прокладку трасс.

С этой целью компания SENER внедрила в HVAC-систему FORAN возможности разрабатывать HVAC-схемы, просчитывать величины падения давления и определять требуемые параметры труб автоматически.

Система FORAN

Модуль проектирования HVAC-систем присутствует в FORAN начиная с версии V40, доступной на рынке уже 12 лет. Эта версия позволяла лишь вручную резервировать пространство под воздуховоды, а также производить проверку на наличие позиционных конфликтов с другими системами и осуществлять выпуск производственных чертежей. В 2001 году благодаря внедрению технологии OPEN-GL в версию V50 проектирование HVAC-систем стало более наглядным и быстрым. В версии V50 появились дополнительные средства моделирования и возможность автоматической генерации производственной информации с использованием эскизов (раскроев) и спецификаций (Bill of Materials), создаваемых в FDE (FORAN Development Environment). Версия V60 уже включала возможности по определению атрибутов HVAC-элементов.

Но до сегодняшнего дня в среде FORAN не хватало двух функционалов: для построения схем и для выполнения расчетов. Решить эту проблему можно было двумя способами: либо интегрировать FORAN с программой для выполнения расчетов, уже существующей на рынке, либо включить новый функционал в FORAN. Было принято решение о внедрении подобного функционала в саму систему. Причин этому несколько. Самая главная из них заключается в том, что процесс расчетов при проектировании HVAC – это итерационный процесс, окончательный вид компонентов HVAC-системы существенно

зависит от результатов промежуточных расчетов, и правильный подход при проектировании – это обеспечение обратной связи с расчетным модулем. Из этого следует, что модули должны взаимодействовать постоянно, и отдельный интерфейс не самое лучшее решение для воплощения этой концепции. При этом преследуется двойная цель. Во-первых, иметь возможность создавать и управлять HVAC-схемами.

Во-вторых – рассчитывать потери давления при проектировании воздуховодов и, как следствие этого, иметь возможность сбалансировать систему. Причем для всех этих операций требуется простая и дружелюбная по отношению к пользователю среда. Вдобавок ко всему, необходимо обеспечить возможность использовать эти



расчеты для определения потребной мощности вентиляторов и самых ответственных фитингов.

Но расчеты и схемы – это не самоцель, а лишь средство для более эффективного моделирования HVAC-систем, учитывая, что производственная информация (раскрои и таблицы гибов) точно считывается из 3D-модели. И оптимизация взаимодействия всех этих процессов должна обеспечить сокращение длительности общего цикла проектирования. Однако, иногда перед проектировщиком не стоит цели выполнять расчеты и строить схемы. В этом случае он отталкивается от принципиальной схемы заранее рассчитанной и согласованной. Система автоматизированного проектирования должна быть достаточно гибкой для того, чтобы ему это позволить. И наконец, модуль должен быть полностью интегрирован в общую систему FORAN, гарантируя удобство и надежность при работе.

HVAC-схемы

Построение HVAC-схем – новая возможность для системы FORAN. Их построение может производиться по заданным пользователем параметрам (давление, температура, абсолютная и относительная влажность, плотность и кинематическая вязкость рабочего тела, материал воздуховода, тип сечения (круглое или прямоугольное), допустимая разница давления на определенной длине), по данным, взятым из таблиц или заданным в виде булевых переменных.

Схемы могут быть созданы в пустом пространстве или получены с помощью трехмерной маршрутизации вентиляционных каналов в 3D-модели. Более того, есть возможность модифицировать схемы, созданные из трехмерных моделей, для дальнейших изменений чего бы то ни было. Оригинальная схема хранится в базе данных, и пользователь в любой момент может узнать, соответствуют ли выполненные вычисления текущему расположению воздуховодов.

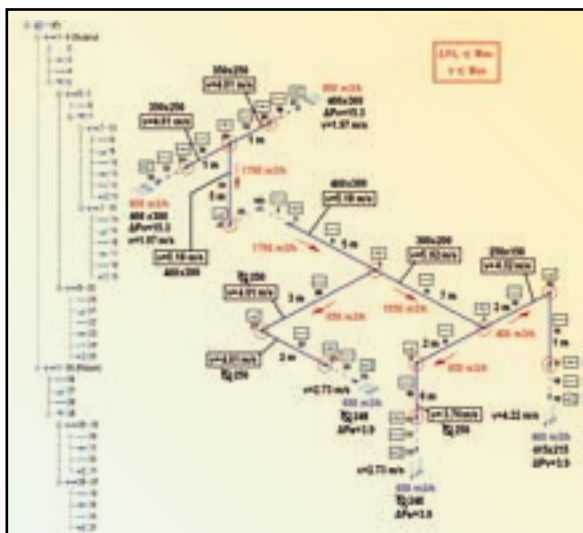
Формирование схемы может быть произведено вручную или с использованием полигоналей. Схема также может быть создана автоматически на основе 3D-модели.

Техпроцесс определяется пользователем в зависимости от условий разработки. В случае, если с самого начала необходимо иметь предварительно прорисованную систему воздуховодов для резервирования пространства, возможно сначала создать 3D-маршрут воздуховодов и, базирясь на нем, создать HVAC-схему для расчетов и проверки, на основе которых можно внести изменения в схему.

После того, как схема определена, с ее помощью можно получить рабочие чертежи. Параметры этих чертежей могут быть полностью настроены пользователем, с использованием шаблонов, созданных в модуле FDESIGN. Можно осуществить чтение информации из базы данных и выбрать схемы для включения в чертеж (или даже части схем). Также доступны инструменты для расстановки размеров и позиций на чертеже, при этом чертеж, разумеется, может отображать любую сопутствующую информацию из модели.

Вычисления

Расчеты начинаются с определения потока и параметров термических точек. Базирясь на этих данных, система вычисляет результирующие потоки на каждом участке. После завершения этой операции производится расчет размеров прямолинейных участков системы. Возможен вариант, когда габариты сегмента строго определены пользователем. В этом случае система лишь проверяет выполнение критериев вычисления, например падение давления на длине в соответствии с заданным параметром и скорость потока, которая не должна превышать заданные пределы.



Пример представления результатов расчетов

Процесс расчета обычно заключается в использовании уравнения Darcy для расчета падения давления в эквивалентном прямолинейном воздуховоде, для которого коэффициент трения получен из уравнения Colebrook, решенного методом Ньютона. Эта процедура вычисления требует, чтобы каждая точка разветвления (фактически каждый компонент) имела предварительно определенный коэффициент потерь энергии на трение, который может быть введен пользователем.

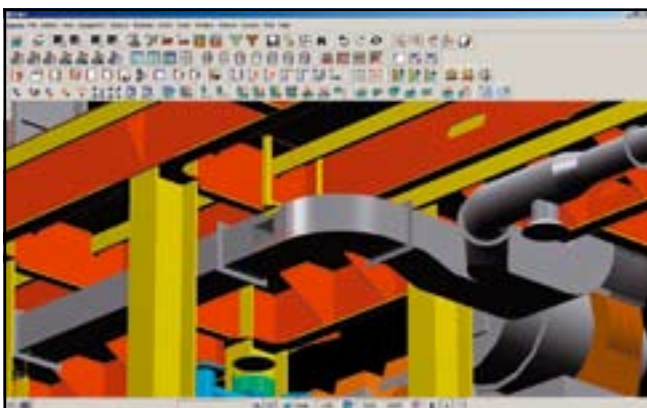
После того, как величина падения давления рассчитана для каждого эквивалентного прямого участка, система рассчитывает равновесное состояние точек схемы. Расчет производится по направлению потока (вперед или назад в зависимости от того, приточная вентиляция или вытяжная), при этом определяются величины падения давления во всех точках и, как результат, статическое давление вентилятора. Этот итерационный процесс позволяет сбалансировать систему.

Одним из результатов этих вычислений является получение параметров теоретического сечения сбалансированной системы на каждом участке. Пользователь может повторить вычисления, присвоив отдельным элементам фиксированные геометрические параметры (с учетом реальных возможностей производства). Эта методология позволяет оценить

целесообразность различных вариантов исполнения одной и той же системы.

Завершенный дизайн

Схемы и расчеты полностью интегрированы в систему FORAN и являются частью проектирования HVAC. Это означает, что возможно повторное использование информации, полученной при расчете точек и прямых участков, включая типы сечения, размеры и даже типы фитингов. Это также позволяет применять более продуктивный подход в определении 3D-компонентов, так как технологические ограничения на производство компонентов уже заложены в системе.



Окончательный вид HVAC-системы после расчетов и установки фитингов

Такой подход позволяет “одевать” ранее спроектированные системы с учетом сортамента размеров прямолинейных участков и библиотеки элементов, предварительно созданной пользователем. Дополнительное моделирование позволяет добавить в 3D-модель элементы, не учтенные на уровне схемы (такие как фланцы, соединения труб и т.д.). В случае, если они влияют на расчеты, можно создать новую схему и провести вычисления заново.

Однако определение 3D-маршрута трассы является одной из самых важных задач, так как необходимо убедиться в отсутствии конфликтов с другими системами, а также определить вспомогательную арматуру для воздухопроводов. При проектировании воздухопроводов, равно как и при выполнении любой другой операции в 3D, для конструктора доступна вся информация, относящаяся к корпусным элементам, электрическим системам и т.д. Это является гарантией того, что текущее состояние системы не противоречит модели в целом. Если изменения в 3D-модели влекут за собой изменения параметров HVAC-системы (добавление размеров воздухопроводов, корректировку фитингов и т.д.), пользователь может регенерировать схему и произвести вычисления заново.

Вывод информации

Когда дизайн определен, можно получить производственную и сборочную информацию.

В отличие от дизайна трубопроводов, в которых производственная и сборочная информация, используемая на различных верфях, схожа, при проектировании HVAC имеется широкий спектр технологических ограничений, обусловленных производственными возможностями подрядчиков. Это сказывается на всех этапах проектирования – от создания сборочных чертежей до подготовки информации для станков с ЧПУ.

Система FORAN это учитывает и генерирует несколько типов выходных документов, предназначенных для определенных технологических цепочек:

- ▶ производственные раскрои отдельных компонентов;
- ▶ спецификацию на компоненты системы (Bill of materials);
- ▶ сборочные чертежи HVAC-системы, включая идентификаторы компонентов, размеры, позиционные допуски, справочную информацию и т.д.;
- ▶ чертежи HVAC-системы в привязке к другим системам, кабельным трассам, корпусным элементам, оборудованию и т.д.;
- ▶ полные спецификации, включая вес, изоляцию и любые данные, определенные в модели (даже болты и гайки, отсутствующие в модели).

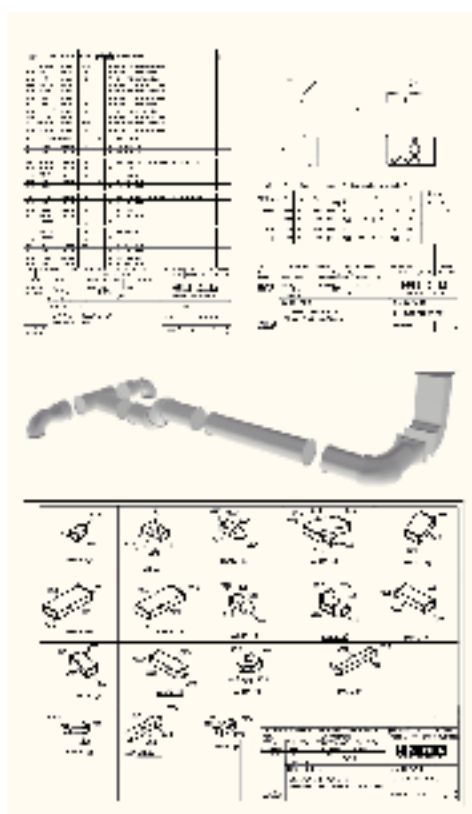
Заключение

Проектирование систем HVAC делится на множество шагов, не имеющих четких границ. Особенность данного процесса состоит в том, что эти шаги не являются последовательными и порой требуют

итерационного подхода. В этой связи возможность выполнять моделирование параллельно с расчетами позволяет достичь оптимального компромисса между необходимостью обеспечить детальную трассировку и достижением наибольшей эффективности всего процесса.

Как было показано, система FORAN предлагает новый и уникальный в своем роде подход к поиску этого оптимального решения при помощи простого в использовании инструмента, дающего возможность достичь превосходных результатов при проектировании HVAC-систем и позволяющего сократить время и минимизировать усилия при проектировании, а также рассмотреть альтернативные варианты.

Рафаэль де Гонгора, компания SENER Ingeniería y Sistemas



Пример рабочей документации



МЕЖДУНАРОДНЫЙ ВОЕННО- МОРСКОЙ САЛОН

IMDS 2009

24-28 ИЮНЯ



РОССИЯ Санкт-Петербург



ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ

ДЕМОНСТРАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

VIP-ПЕРЕГОВОРЫ

ПОСЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Организатор:



При участии:



Министерство
обороны РФ



Федеральная
служба по
военно-техническому
сотрудничеству



Министерство
иностраных
дел



Правительство
Санкт-Петербурга



ОАО
"Рособоронэкспорт"



УСТРОИТЕЛЬ
ЗАО
"Морской Салон"

ЗАО "Морской Салон"

Россия, 191119, Санкт-Петербург, ул. Марата, дом 80 литер Б, а/я 202
Тел./факс: (812)764-66-33, 764-99-25, 764-68-10, 764-95-12, 764-78-66
E-mail: info@navalshow.ru



www.navalshow.ru