

Применение CAD-систем для создания судов-снабженцев и платформ добычи нефти и газа на шельфе

Проектирование и строительство судов-снабженцев и платформ добычи нефти и газа на шельфе (МНГС, морских нефтегазодобывающих сооружений) существенно отличается от остальных типов судов. Разница присутствует на всех этапах процесса, начиная с предэскизного проекта и заканчивая обслуживанием уже построенного судна. Что касается этапов проектирования, в судостроении на предэскизном и эскизном этапах проекта обычно руководствуются соображениями, направленными на снижение эксплуатационных расходов, а в рабочем проекте основное внимание уделяется минимизации сроков и затрат на строительство. Но для судов-снабженцев и МНГС на всех этапах проектирования определяющими факторами являются их эксплуатационная пригодность и обеспечение жизненного цикла судна, при этом величина производственных и эксплуатационных расходов является важным, но не основным критерием. Разный подход обуславливает разные процессы проектирования и влияет на способ применения приложений и других IT-инструментов (например, PLM) в процессе проектирования. В статье описываются особенности и различия в проектировании судов-снабженцев и МНГС по сравнению с другими типами судов и то, каким образом судостроительные CAD/CAM/CAE-системы могут быть адаптированы к этим особенностям. В статье рассказывается, каким образом можно улучшить проектирование судов-снабженцев и МНГС, применяя такие системы, и как технологические улучшения на судах такого типа влияют на развитие самих CAD/CAM/CAE-систем.

Хотя «суть» надводных судов и судов-снабженцев и МНГС одна (плавающий объект, выполняющий определенные функции), их предназначение, способы достижения функционала, стоимость этих решений и методы оценки результатов настолько разнятся, что по сути это совершенно разные типы судов, а значит, и используемые инструменты и процессы тоже будут разными. Это касается и CAD-систем, хотя расхождения проявляются не в самом начале, а по мере наполнения проекта.

Изначально CAD-системы разрабатывались для решения проблем в других отраслях, таких как авиакосмическая или оборонная, поскольку они имеют достаточно ресурсов для инвестиций в передовые технологии. МНГС зачастую рассматривались как объекты, относящиеся, скорее, к высокотехнологичным отраслям, чем к традиционному судостроению. Однако стремительный рост производства надводных судов и ужесточение требований к снижению затрат и времени изготовления подтолкнули разработчиков CAD-систем обратить

внимание на эту отрасль и разрабатывать и адаптировать системы с учетом ее особенностей. Производители CAD-систем общего назначения воспользовались ситуацией и реализовали возможность создания шельфовых платформ. Поскольку требования к снижению затрат также коснулись судов-снабженцев и МНГС, то произошел постепенный отказ от использования CAD-систем общего назначения в пользу специализированных судостроительных CAD-систем, что в свою очередь побудило разработчиков судостроительных CAD-систем уделять больше внимания решению проблем касающихся создания судов-снабженцев и МНГС.

Чтобы понять, насколько удобно использовать судостроительные CAD-системы, оптимизированные для надводных судов, при проектировании МНГС, сначала нужно понять разницу между ними и надводными судами.

Различия между надводными судами и судами-снабженцами и МНГС

Различия между надводными судами и платформами, ограничивающие их создание в CAD-системах, могут быть разбиты на четыре группы: различия в функциональном назначении, различия в процессах проектирования, различия в процессах строительства и различия в эксплуатации.

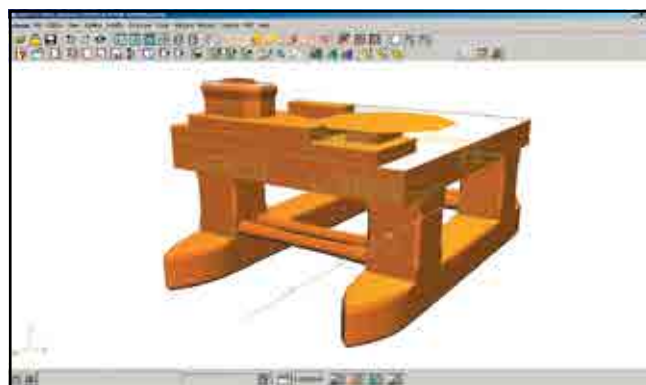


Рис. 1. Обводы корпуса морской платформы

Различия в типах судов

Обводы корпуса

С точки зрения корпусных конструкций наличие обтекателя мостика, скегов, выступающих частей (рис. 1) делает суда-снабженцы и МНГС более сложными, чем обычные суда. Возможность импорта в CAD-системы поверхностей обводов, созданных в стороннем ПО (обыч-

но в машиностроительном) достаточна для выполнения расчетов по теории корабля, но недостаточна для проектных модулей. Поскольку при импорте происходит конвертация и усложнение поверхностей, они становятся "тяжелее", как следствие, происходит падение производительности и возникают другие сложности (например, связанные с разверткой листов наружной обшивки). Это значит, что CAD-система должна иметь свой собственный инструмент для создания обводов корпуса или, по крайней мере, иметь прямую связь по передаче данных из таких программ.

Сложность судна

Поскольку суда-снабженцы и МНГС гораздо сложнее, чем коммерческие суда аналогичного размера, это значит, что объем информации, с которой ведется работа, – больше. Также помещения на МНГС имеют более плотную компоновку, что еще больше увеличивает объем информации в CAD-системе. Это означает, что структура данных и алгоритм визуализации в системе должны быть оптимизированы для обеспечения хорошей производительности. Но сложность судна зависит не только от количества информации, но и от уровня детализации 3D-модели. Все элементы модели создаются с очень высоким уровнем детализации, что влияет на производительность. Это требование особо важно для платформ, где из-за дефицита пространства требуется очень точная модель.

Серии судов

Серии судов применяются не только для судов-снабженцев и МНГС. В большей степени они применяются для надводных судов, но суда-снабженцы и МНГС имеют специфические особенности, которые затрудняют работу с сериями. Их проектирование и постройка занимает много времени, а большое количество оборудования, которое используется в первых сооружениях серии, затем меняется, что влечет за собой необходимость использования PLM-систем, с которыми CAD-система должна обеспечивать обмен данными.

Специальные правила

Несмотря на то, что в последнее время различными классификационными обществами предпринимались попытки обязать государства строить МНГС в соответствии с международными нормами, они по-прежнему не соответствуют международным правилам, которые применяются к надводным судам. В большинстве случаев морские власти разных стран имеют свои правила (начальная и аварийная остойчивость и т.д.) для шельфовых платформ. Хотя в большинстве случаев они являются более строгими по сравнению с правилами для надводных судов, эти отличия практически не реализованы в CAD-системах. Это влечет использование сторонних специализированных расчетных программ вне CAD-системы. Чтобы избежать этого, CAD-система должна быть достаточно гибкой для внедрения нового функционала или, по крайней мере, обеспечивать интерфейс для связи со сторонним ПО и поддержания целостности данных.

Совместная работа над проектами

Сложность судов-снабженцев и МНГС и большие инвестиции, которые они требуют, зачастую приводят к тому, что работа над проектом ведется совместно разными компаниями. Вместе работают не только разные проектные бюро, но и судостроительные верфи. Более того, в последнее время появляется все больше проектов, совместная работа над которыми осуществляется не просто разными компаниями, но даже разными странами. Есть различные способы для совместной работы (например, разбивка судна по зонам, по технологическим критериям, по функциональному признаку), но все они подразумевают, что все компании работают в одной CAD-системе, а если это невозможно, то системы должны иметь эффективный интерфейс для обмена информацией.

Отличия в процессах проектирования

Отдельные этапы проектирования

В надводном судостроении временной фактор является ключевым при создании судов. Строительство судов-снабженцев и МНГС длится долго, поэтому вопрос времени не стоит так остро. Это влечет за собой более глубокое разделение этапов проектирования, использование на каждом новом этапе информации, созданной на предыдущем этапе, что минимизирует количество повторных действий. Это также означает, что чертежи для таких проектов генерируются заранее, до этапа производства, что в значительной степени обуславливает эффективность применения CAD-системы.

Жесткая схема процессов проектирования

Суровые условия эксплуатации судов-снабженцев и МНГС и применяемые в этой области материалы требуют более тщательного контроля как за производственными процессами, так и за процессом проектирования. Помимо прочего этот контроль предполагает валидацию ранее введенных данных, контроль доступа к 3D-модели и протоколирование доступа к БД (контроль за изменениями). Весь этот функционал должна обеспечивать CAD-система, при этом ее производительность должна оставаться на высоком уровне и пользователи не должны ощущать никаких неудобств. Особое внимание должно уделяться возможности контроля степени готовности изделия как наиболее удобному инструменту оценки проектирования (рис. 2).

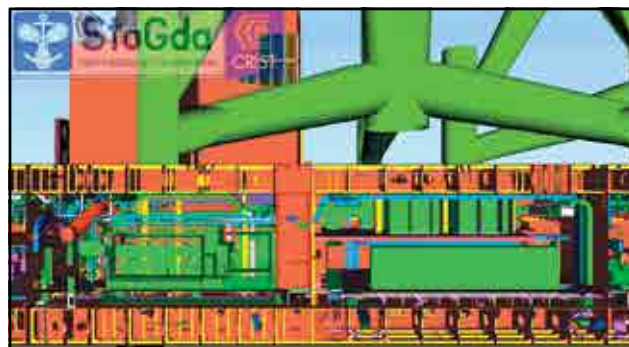


Рис. 2. Пример модели морской платформы (собственность компании StoGda)

Сложная схема работы

Суда-снабженцы и МНГС – это сложные проекты, в которых участвует много компаний. На разных стадиях проекта работы зачастую выполняются разными специалистами, каждый из которых делает свою часть работы в масштабе единого судна. Предпочтительно, чтобы все проектанты находились в одном месте, но это случается не всегда, поэтому CAD-система должна не просто предоставлять возможность удаленной работы инженеров, но и интегрировать используемые ими инструменты. Эта интеграция должна позволять обмениваться как геометрическими, так и технологическими данными. Это задача, общая для создателей как надводных судов, так и судов-снабженцев и МНГС, в последнем случае является еще более сложной ввиду большего количества участников и задач, которые они решают.

Ограничения по обеспечению безопасности

Участие в проекте разных поставщиков, подрядчиков, использование разных инструментов и процедур проектирования не должно влиять на целостность информации и на ее конфиденциальность. Следовательно, обмен данными и удаленный доступ должны удовлетворять требованиям безопасности, что влечет за собой снижение эффективности проектирования. Для CAD-системы это создает дополнительные сложности, поскольку усложняются процессы обеспечения технической поддержки и консультационных услуг.

CAD-система должна предоставлять разный уровень визуализации отдельных объектов в зависимости от уровня доступа пользователя к информации. Пользователи с разными правами должны видеть одну модель с разной степенью детализации. Неавторизованные пользователи вместо подробной модели будут видеть “черный ящик” (рис. 3).

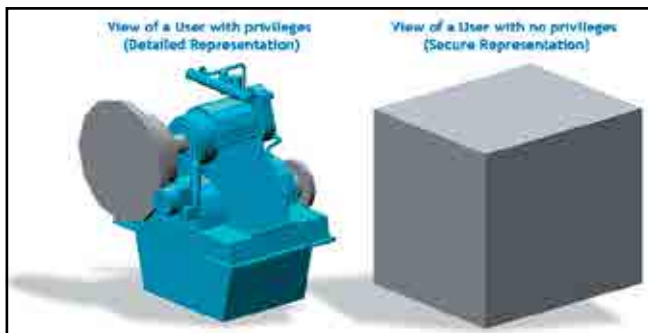


Рис. 3. Представление моделей библиотеки

Проектирование на основе правил

В надводном судостроении проектирование на основе правил в основном относится к производственной сфере, где применяется для оптимизации производственных процессов. На судах-снабженцах и МНГС правила обычно применяются для самого процесса проектирования. Соответственно, CAD-система должна позволять инженерам принимать решения, удовлетворяющие правилам, и не разрешать то, что им противоречит. Поскольку эти правила зависят от верфи и морской администрации страны, то CAD-система должна быть достаточно гибкой для их реализации и предоставления клиенту возможности пользоваться ими.

Данные из старых проектов

В надводном судостроении создается много прототипов, из которых до поздних стадий проектирования доходят немногие, а строятся лишь единичные. Вместе с тем данные из некоторых проектов могут использоваться в будущих проектах. Это значит, что верфи и проектные бюро располагают данными, которые они могут использовать в будущих проектах, экономя время и усилия. Если данные содержатся в том же формате, который используется на новом проекте, то их миграция не вызывает сложностей, поскольку все CAD-системы поддерживают экспорт/импорт данных в родных форматах. Но если данные находятся в другом формате (информация о поставщиках оборудования, стандартах), то потребуется не просто обмен данными, но и их преобразование в другой формат напрямую или через промежуточные интерфейсы. В этом случае надо принимать во внимание объем импортируемых данных, поскольку обычно это приводит к снижению производительности CAD-системы.

Интеграция CAD-PLM

Интеграция CAD- и PLM-систем для судов-снабженцев и МНГС необходима как для единого управления процессом проектирования, так и для обеспечения информационной поддержки жизненного цикла судна. Такие проекты должны удовлетворять требованиям всех отделов, ведущих работу над проектом, в таких направлениях, как: управление документами и файлами CAD-системы, поддержание связей между 3D-моделью и документами, управление стандартами, определение последовательности работ и процессов, связанных с проектированием и производством, контроль доступа, координация работы участников проекта, предоставление и обновление актуальной информации всем участникам проекта. Необходимо также обеспечить доступ к информации CAD-системы всем подразделениям верфи (не проектным), в частности таким отделам, как отдел планирования, закупок, менеджменту и т.д. Именно этот функционал обеспечивает интеграция CAD и PLM.

Отличия в производственных процессах

Стандартизация

На судах-снабженцах и МНГС используются специальные стандарты, которые в большинстве случаев неприменимы для надводных судов. Это касается материалов корпуса (марка стали и сплавов, обрезки концов профилей), механических компонентов (труб, фитингов, сечений вентиляционных каналов, переборочных стаканов), элементов электрики (разъемов и т.д.), способов изготовления (гибка листовых деталей, труб, сварка) и сборок. Стандарты, поставляемые в комплекте с коммерческими коробочными версиями CAD-систем, неприменимы в этом случае. CAD-система должна позволять создавать и редактировать эти стандарты. Кроме этого она должна иметь инструменты для адаптации существующих стандартов к новым, зависящим от внутренней организации процессов верфи.

Работа со сваркой

До начала Второй мировой войны клепка была основным способом соединения листовых деталей. С нача-

ла Второй мировой для соединения кольцевых стыков прочного корпуса стала применяться сварка, но для пазов по-прежнему использовалась клепка.

Сегодня применение сварки на производстве судов-снабженцев и МНГС требует много ресурсов, увеличивает вес и стоимость судна, поэтому важно, чтобы CAD-система позволяла эффективно работать со сваркой корпусных конструкций и соединений труб. На рис. 4 показано как легко осуществляется работа со сварными швами для разных корпусных деталей.

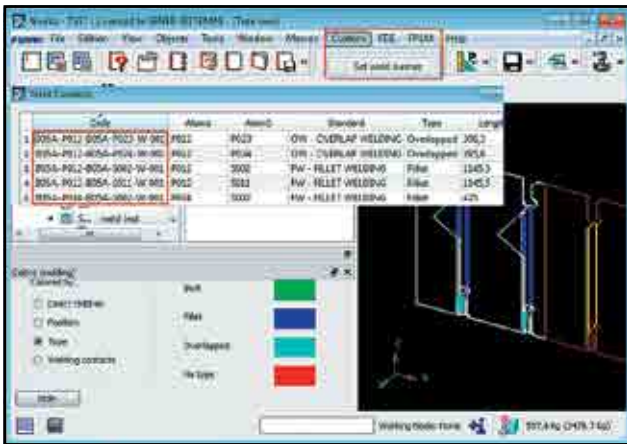


Рис. 4. Работа со сваркой

Этап монтажа (сборка оборудования)

Это очень важный этап для судов-снабженцев и МНГС, который заключается в работе с группами объектов/оборудования на стадии монтажа. Учитывать последовательность монтажа в тесных помещениях необходимо уже при проектировании, что особенно важно в двух случаях.

Первый случай связан с иерархией вспомогательных конструкций, процессами моделирования и тем, как организовать планирование монтажа деталей, например трапов с креплениями. Моделирование вспомогательных конструкций в CAD-системе позволяет создать иерархическую структуру, состоящую из отдельных деталей (листов, профилей, специальных деталей) и узлов (групп деталей). Однако процессы планирования монтажа требуют создания структуры деталей, отличной от той, которая была сформирована при их создании.

Второй случай относится к оборудованию, состоящему из нескольких объектов, например огнетушитель и его крепление или дверь и коробка. Обычно на судах-снабженцах и МНГС оборудование состоит из отдельных элементов, которые могут быть сгруппированы в одно промежуточное изделие (узел сборки).

Производственная документация

В случае с судами-снабженцами и МНГС сложен не только процесс проектирования, но и процесс строительства. Документация по строительству и сборке должна адаптироваться не только к требованиям каждой верфи или подрядчика, но и к конкретным видам объектов строительства, как в части содержимого, так и в оформлении. Это значит, что CAD-система должна выдавать выходную информацию (включая программы

для станков с ЧПУ) в соответствии с этими требованиями и поэтому должна иметь простой инструмент для настройки вида и формата выходной информации.

Настройка также необходима потому, что используемые материалы, стандарты и процессы подразумевают использование специального оборудования, соответственно, данные должны быть в формате, понятном этому оборудованию.

Более того, после генерации документация на строительство и сборку проходит по большой цепочке проверок и утверждений, что вызывает необходимость в системе документооборота. Обычно система документооборота не является частью CAD-системы, но CAD, по крайней мере, должна иметь интерфейс с такими системами для контроля выпуска версий документов.

Продолжительность строительства

Большая длительность реализации проектов судов-снабженцев и МНГС предоставляет конструкторам достаточно времени для создания всей производственной документации.

Однако ввиду сложности процедур утверждений, проверок и закупок выпускать информацию, спецификации и чертежи приходится раньше, чем это происходит при строительстве надводных судов.

Использование разных инструментов

Проектирование – только часть процесса строительства. Есть много других задач, которые получают или поставляют данные для проектирования и оказывают сильное влияние на качество строительства, время и затраты. Это общая ситуация для надводных судов и судов-снабженцев и МНГС, но поскольку последние сложнее, то тут этот аспект выражен ярче. Поэтому необходимо, чтобы системы, используемые для решения задач, были совместимы или по крайней мере могли обмениваться информацией. CAD-система должна иметь интерфейсы с системами управления материалами, системами планирования и инструментами имитации. Например, эта проблема возникает, когда две или больше компаний (верфи или проектные бюро) совместно работают над одним проектом, в том числе на этапе строительства, используя разные инструменты проектирования. В этом случае обмен данными должен обеспечиваться не только между CAD-системой и другими системами, но и между разными CAD-системами, реализуя разные степени интеграции в области визуализации, удаленного и совместного проектирования и производства.

Отличия в эксплуатации изделия

Полный мониторинг на протяжении периода эксплуатации

В течение периода эксплуатации судов-снабженцев и МНГС периодически проводятся работы по модернизации их систем и оборудования. Хотя контроль за изменениями, обновлением и модернизацией обычно производится с помощью PLM-системы, эти изменения отражаются и в CAD-системе. С точки зрения последней, 3D-модель изделия должна в любой момент времени соответствовать реальному состоянию

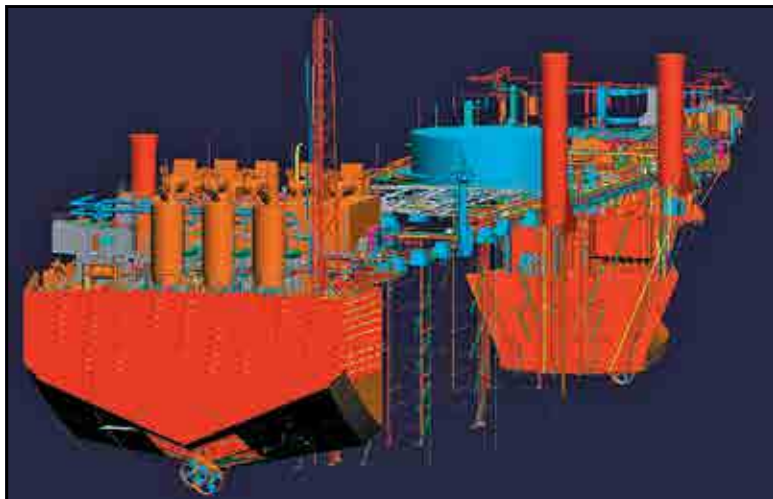


Рис. 5. 3D-модель судна-снабженца в Системе FORAN

объекта, чтобы на ее основе можно было производить работы по модернизации. Поэтому любые изменения должны быть отражены в 3D-модели (рис. 5). Это сложная задача, поскольку не все проекты серии проходят модернизацию. В этом случае делается копия модели, и с этого момента вместо одного проекта появляется два. Необходимость наличия актуальной 3D-модели на протяжении всего жизненного цикла судна оказывает влияние на политику поддержки версий CAD-систем, так как версия CAD-системы, в которой сделана модель, должна быть доступна в любой момент эксплуатации судна.

Инструменты имитации

Важной задачей является проверка поведения судна в разных условиях эксплуатации. Для некоторых условий заранее проверить поведение судов-снабженцев и МНГС очень сложно, поэтому их нужно имитировать. Для проведения имитации нужно получить необходимые данные из 3D-модели, которая соответствует состоянию судна после постройки.

Некоторые CAD-системы могут включать в себя инструменты для выполнения простейших процессов имитации, но сложные имитационные процессы выполняются в специализированном ПО. Поэтому CAD-система должна иметь инструмент для экспорта 3D-модели в формат этих программ. Более того, желательно, чтобы в CAD-системе по результатам имитации можно было доработать модель.

Подход к проектированию судов-снабженцев и МНГС в Системе FORAN

Система FORAN является передовой CAD-системой, владельцем и разработчиком которой является испанская компания SENER Ingeniería y Sistemas SA. Система FORAN используется на ряде крупных верфей и может применяться для проектирования надводных судов, судов-снабженцев, МНГС и любых других

типов судов. Система охватывает все судовые специализации (создание обводов, расчеты по теории корабля, корпусные конструкции, механика, электрика и достройка) и этапы проектирования (предэскизный, эскизный, технический и рабочий). Она обеспечивает требования, предъявляемые при проектировании судов-снабженцев и МНГС (например, по требованиям компаний, занимающихся строительством буровых платформ, в Систему FORAN были добавлены два новых типа эскизов для монтажа кабелей).

Реализация специфики судов-снабженцев и МНГС

Обводы корпуса

Система FORAN имеет несколько способов создания обводов корпуса. Помимо традиционных способов, основанных на линиях, Система предоставляет решение на основе поверхностей NURBS, что позволяет задавать любые типы обводов, включая многокорпусные суда, выступающие части, обводы со сломками и т.д. После обводов создаются палубы и переборки любой геометрии, затем можно выполнить расчеты по теории корабля (гидростатика, начальная и аварийная остойчивость, расчет надводного борта и т.д.). Одновременно с этим можно приступить к построению корпусных конструкций и элементов механической подсистемы.

Любые изменения обводов по причине реализации новых замыслов или результатов буксировочных испытаний в опытовом бассейне автоматически приведут к обновлению ранее созданных корпусных конструкций.

Сложность судна

Благодаря топологическому заданию элементов в БД FORAN сохраняется минимальный объем данных, что положительным образом сказывается на производительности Системы. В то же время FORAN может работать с очень сложными 3D-моделями без значительного снижения производительности. Проверка на пересечения в режиме on-line изначально позволяет создавать корректную модель вне зависимости от ее сложности (рис. 6).

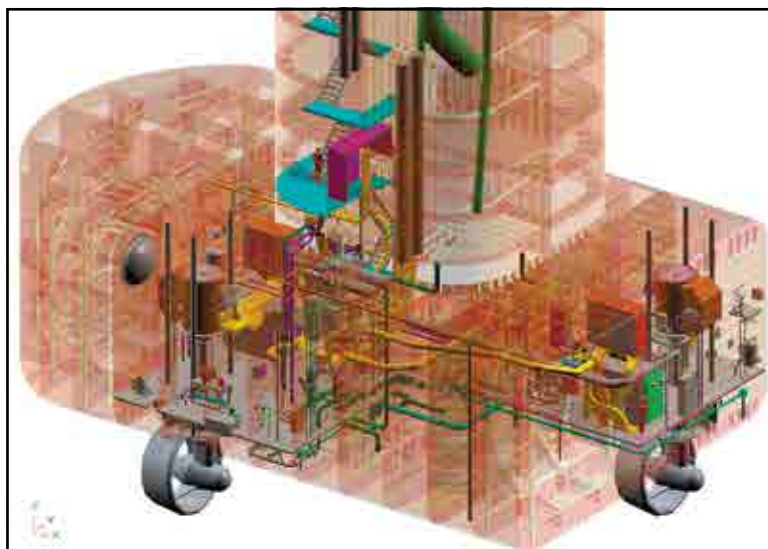


Рис. 6. Механическая система на судне-снабженце

Работа с сериями судов

Система FORAN не обладает собственной PLM-системой, но включает в себя инструмент для интеграции с ними. Интерфейс передает данные из БД FORAN в PLM-систему. В Системе FORAN есть возможность создания по требованию прямого интерфейса с любой PLM-системой.

Специальные правила для судов-снабженцев и МНГС

Система FORAN может быть настроена под требования клиентов. С помощью специальной среды разработки FORAN Development Environment (FDE) пользователи могут создавать свои команды для выполнения необходимых задач и для адаптации некоторых "коробочных" решений. Кроме того, все геометрические и технологические данные могут быть экспортированы в форматы стороннего ПО.

Совместная работа над проектами судов-снабженцев и МНГС

Система FORAN предлагает разные решения для совместного распределенного проектирования и обмена информацией между проектными бюро. Помимо традиционного разделения работ по географическому признаку есть поддержка репликации БД (синхронной и асинхронной) и удаленного доступа к БД. FORAN включает в себя мощный инструмент по контролю за доступом и изменениями 3D-модели. Если работа над проектом ведется несколькими компаниями в разных системах, то экспорт/импорт данных производится в нейтральном XML-формате. Таким образом, все участники процесса могут видеть результат общей работы.

Отличия, связанные с особенностями процессов проектирования

Разделение этапов проектирования

Топологическое задание 3D-модели позволяет использовать информацию, заданную на ранних этапах и дорабатывать ее на более поздних. Кроме того поддерживается связь между чертежами и 3D-моделью, благодаря чему при регенерации чертежей в них отражаются все изменения 3D-модели. В Системе имеется специальный инструмент для обнаружения чертежей, на которые влияют изменения в 3D-модели.

Работа с теоретическими линиями

Обычно форма стенки профилей адаптируется к листам разной толщины. Эта возможность имеет два аспекта: первый – относится к трансформации профиля, второй – это создание правил трансформации профилей.

В Системе FORAN профиль может располагаться:

- ▶ на листе с максимальной толщиной – профиль располагается на листе с наибольшей толщиной;
- ▶ на листе, толщина которого соотнесена с высотой стенки профиля, – в этом случае высота стенки профиля меняется в зависимости от заданных правил. Если правило не задано, по умолчанию в месте перепада толщин листов на стенке профиля будет ступенька.

Правила трансформации стенки профиля в Системе FORAN:

- ▶ ступенька – трансформация по умолчанию, когда правило перехода не задано;
 - ▶ фаска – в случае, когда правило перехода задано.
- Правила трансформации влияют как на профили, так и на листы.

Жесткий процесс проектирования

Система FORAN позволяет управлять доступом пользователей к 3D-модели. Этот контроль по решению руководителей может распространяться на весь проект, некоторые его части, некоторые объекты и может касаться некоторых или всех пользователей. По достижении готовности некоторой зоны или системы есть возможность их заблокировать для изменений. Кроме того, есть возможность контроля всех изменений, вносимых в 3D-модель, и инструмента для работы с этими данными. Используя механизмы контроля доступа и блокировки, стороннее ПО может обрабатывать эти данные и управлять степенью готовности изделия.

Безопасность и контроль доступа

Данные Системы FORAN хранятся на сервере БД, где они могут быть зашифрованы и защищены. Необходимость сохранения конфиденциальности проекта создает определенные трудности по технической поддержке и консультационным услугам, которые оказывает SENER своим клиентам. В этом случае есть два решения. С точки зрения сохранности данных, рекомендуется иметь копию БД, размещенную в защищенном и аттестованном помещении, где работчики могли бы работать с возникшими проблемами и решать их на реальном проекте. Кроме этого предприятие должно иметь свой собственный квалифицированный персонал с соответствующим доступом к информации, который бы занимался решением повседневных вопросов, возникающих в процессе работы с Системой FORAN.

Контроль доступа в FORAN реализован через комбинацию задания ролей пользователей, определяющих задачи, которые пользователи могут выполнять в модулях FORAN, и возможности задания разрешений на чтение/запись для пользователей или групп пользователей по дисциплинам, зонам, системам или типам объектов. Например, для оборудования уровень, для которого задаются права, – это комбинация зон и систем, где размещено оборудование. Управление правами пользователей производится во всех модулях FORAN.

Другие преимущества Системы FORAN, связанные с контролем доступа пользователей:

- ▶ простота управления пользователями и группами пользователей;
- ▶ одинаковые пользователи для CAD- и PLM-систем;
- ▶ возможность задания одинаковых прав пользователей в обеих системах;
- ▶ возможность задания одинаковых ролей пользователя для всех судов серии;

- ▶ правила безопасности передаются через специальный интерфейс из PLM/ERP-системы в FORAN;
- ▶ управление доступом до уровня объекта.

Анализ альтернатив. Прототипы

В Системе FORAN 3D-модель может быть представлена с помощью технологических деревьев с возможностью получения соответствующей выходной информации. Кроме того новые проекты можно создавать на основе старых, анализируя альтернативные решения, после утверждения которых соответствующая информация заносится в БД.

Проектирование на основе правил

Система FORAN включает в себя инструменты и команды, которые позволяют проектировать на основе правил. Эти правила влияют в основном на производственные процессы (изготовление труб и корпусных конструкций), с помощью среды разработки FDE можно создать свои команды, которые будут соответствовать правилам проектирования.

Данные из старых проектов

В Системе FORAN имеются инструменты для экспорта/импорта 3D-данных между проектами, полностью или частично (рис. 7). Таким образом пользователь может выбрать ту информацию, которую можно повторно использовать в новых проектах. FORAN позволяет производить экспорт/импорт данных и из других программ, таким образом обеспечивая обмен 3D-информацией с другими CAD-системами. Поддерживаются форматы DXF, STEP и XML. Эта 3D-информация включает все геометрические данные и в некоторых случаях технологическую информацию. Для минимизации влияния импортируемых данных на производительность системы есть возможность добавления в БД ссылок на внешние файлы. Каждая новая версия Системы FORAN включает в себя набор инструментов для миграции проектов из предыдущей версии, таким образом, можно быть уверенным в том, что данные в БД не устареют.

Интеграция CAD-PLM

В состав Системы FORAN входит инструмент под названием FPLM (приложение FORAN-PLM), который состоит из набора компонентов, обеспечивающих

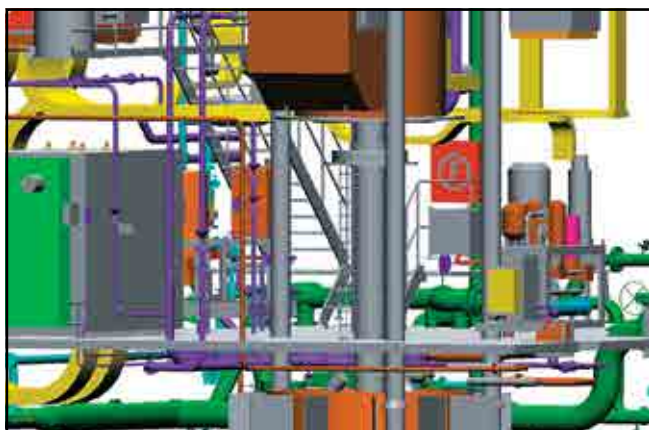


Рис. 7. Специфическая зона и система судна-снабжения

интерфейс FORAN со сторонними PLM-системами. Эти компоненты включают специальный Java-процесс (middleware), который является связующим звеном между функционалом модулей FORAN и PLM-системой, набор утилит, интегрированных в модули FORAN и вызывающих различные функции PLM, набор классов и методов CORBA IDL, обеспечивающих связь между FORAN и FPLM-сервером, и библиотеку FPLM-plugin, реализующую методы и классы, уникальные для каждой PLM-системы.

Реализация особенностей производственных процессов

Стандартизация

В Системе FORAN есть инструменты для задания любых типов стандартов. Материалы корпуса (сталь, сплавы, подрезки концов профилей), компоненты механики (трубы, фитинги, сечения каналов вентиляции, люки и переборочные стаканы), элементы электрики (кабели и разъемы), способы изготовления (гибка листов и труб, сварка), сборочные единицы и условные обозначения могут настраиваться под требования заказчиков. Все стандарты можно хранить в одном "главном" проекте, откуда по необходимости можно извлекать нужные стандарты и добавлять их в текущие проекты.

Управление сваркой и соединениями

Функционал для сварки корпусных конструкций в Системе FORAN включает в себя:

- ▶ автоматическую генерацию сварных швов с атрибутами, включая идентификацию свариваемых деталей;
- ▶ ручное задание сварки в указанной точке;
- ▶ редактирование существующей сварки и изменение ее длины по линии стыка;
- ▶ объединение нескольких сварных швов в один;
- ▶ разбиение сварного шва на несколько мелких;
- ▶ задание сварки между объектами, принадлежащими разным проектным дисциплинам (например, трубы и корпусные конструкции);
- ▶ автоматическое присвоение атрибутов сварке в соответствии с правилами, заданными пользователем;
- ▶ отображение сварки в чертежах и отчетах как графически, так и атрибутивно.

Соединение труб (рис. 8) используется для соединения двух элементов, которые могут быть из разных проектных дисциплин, но по крайней мере один из которых должен быть элементом трубы. Вторым элементом может быть:

- ▶ другой элемент трубы;
- ▶ элемент вентиляционного канала или кабельного лотка;
- ▶ элемент оборудования;
- ▶ элемент корпусной конструкции;
- ▶ часть вспомогательной конструкции или опора/подвеска.

Сборки оборудования

Сборка оборудования является отдельным объектом в механической подсистеме FORAN. Она представ-

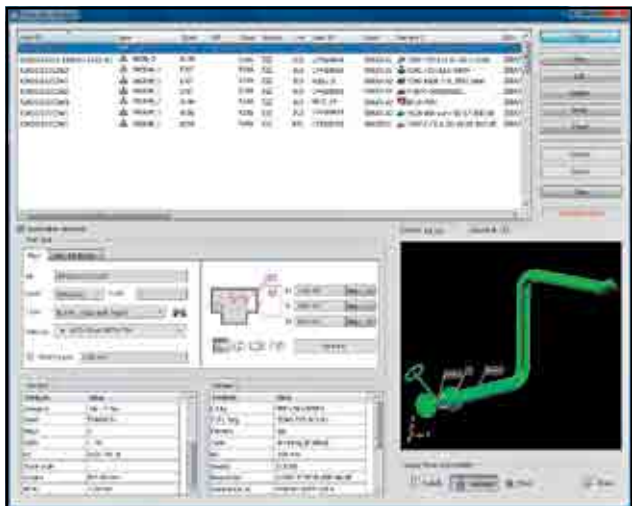


Рис. 8. Работа со стыками труб

ляет собой контейнер из нескольких элементов оборудования и позволяет работать с ними как с единым объектом при добавлении или удалении из сцены. При этом каждый элемент оборудования сохраняет свой компонент, идентификатор, свойства, пользовательские атрибуты, и, следовательно, со сборкой можно работать как с обычным оборудованием, в частности ее можно загружать в сцену.

Для управления сборками оборудования как элементами проекта в Систему введена новая команда *Assembly Manager*, которая используется для следующих целей:

- ▶ создания новыхборок при условии, что компоненты сборки уже созданы, редактирования или удаленияборок, уже существующих в проекте;
- ▶ разбиения существующихборок на составные части;
- ▶ размещение сборки как единого целого либо по частям, то есть пользователь может выбрать набор составляющих из сборки и разместить их.

Производственная документация

Вся выходная документация в Системе FORAN, ее формат и содержимое могут настраиваться пользователем в зависимости от требований каждой верфи. В Системе есть инструмент для проверки соответствия чертежей и 3D-модели. Генерируются управляющие программы для станков (резка и разметка листов и профилей, сварочные роботы, гибка труб и т.д.). Вся выходная документация может содержаться в системе документооборота, настраиваемый интерфейс с которой имеется в FORAN.

Применение различных инструментов

FORAN открыт для экспорта данных в форматы стороннего ПО по мере необходимости. Сложность, большое количество особенностей каждой системы делают невозможным экспорт всей информации в файлы нейтральных форматов. Поскольку экспортируемая информация носит в основном технологический характер, необходимо иметь отдельные интерфейсы с каждой конкретной системой.

Подход к особенностям эксплуатации изделия

Полный мониторинг в процессе проектирования и эксплуатации

При любом уровне готовности, включая финальный этап, когда судно уже сдано в эксплуатацию, 3D-модель можно контролировать в модуле виртуальной реальности Системы FORAN. С помощью этого инструмента конструкторы или технический персонал могут проверить все элементы судна, запросить нужные технологические атрибуты, произвести имитацию операций по обслуживанию, наложить текстуры, произвести замеры, имитировать специальное освещение и условия задымления. Эта информация может обновляться и быть доступной для мониторинга на протяжении всего жизненного цикла судна. Кроме того интерфейс с PLM-системами обеспечивает решение по управлению жизненным циклом судна. Таким образом, после завершения проектирования и постройки судна можно работать не только с проектной документацией, но и с 3D-моделью.

Инструменты имитации

Система FORAN может выполнять простые имитационные действия с 3D-моделью, такие как демонтаж оборудования для обслуживания, освещение на борту или добавление в модель манекенов. Однако, такая простейшая имитация во многих случаях недостаточна. В этой ситуации все геометрические данные вместе с технологическими атрибутами могут быть экспортированы во внешний файл нейтрального формата (например, XML), который воспринимают специализированные имитационные программы.

Заключение

Как было показано в статье, между надводными судами и судами-снабженцами и МНГС имеются существенные различия, обусловленные спецификой судов, разными процессами их проектирования, производства и эксплуатации. Тем не менее, CAD-система, применяемая для проектирования надводных судов, при проведении некоторой адаптации также может использоваться для проектирования судов-снабженцев и шельфовых платформ.

С другой стороны, применение современных CAD-систем обеспечивает снижение времени и затрат, повышение качества надводных судов. Проектные бюро и верфи, занимающиеся строительством судов-снабженцев и МНГС, также могут получить значительную выгоду от применения CAD-систем, адаптируя свои проектные и производственные процессы к уже используемым процессам надводных судов. Таким удобным современным решением для проектирования является Система FORAN.

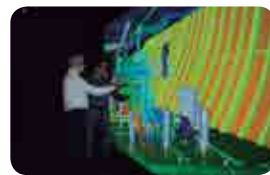
Francisco Regueira, Rodrigo Perez,
Морское подразделение, компания SENER
Александр Лакизо, ООО "СМАРТ МАРИН"



People accessing FORAN design data

Smart and intuitive

FORAN Virtual Reality improves predictability from multiple platforms



FORAN v80

The right shipbuilding oriented CAD/CAM System