

Применение современных средств CAD/CAM/CAE при проектировании кораблей ВМФ. Подход компании SENER

Индустрия военного кораблестроения существенно отличается от индустрии гражданского (коммерческого) судостроения. Эти различия касаются как идеологии производства и эксплуатации, так и задач, решаемых на каждом этапе проектирования. В коммерческом судостроении эскизный проект и технический проект разрабатываются с учетом эксплуатационных расходов судна, а в рабочем проекте основной целью является сведение к минимуму затрат на строительство и его сроков. В военном же кораблестроении главными задачами на всех этапах проектирования являются обеспечение пригодности корабля к выполнению его боевой задачи и гарантия его живучести, в то время как стоимость эксплуатации и строительства не столь принципиальны. Это отличие определяет и различия в процессах разработки и проектирования, а также оказывает влияние на способ применения средств CAD/CAM/CAE и иных инструментов информационных технологий. Предлагаемая статья содержит описание особенностей проектирования кораблей ВМФ по сравнению с коммерческими судами, и рекомендации, каким образом системы CAD/CAM/CAE, ориентированные на судостроение, могут быть адаптированы к этим особенностям проектирования. Материал основан на опыте компании SENER – проектно-конструкторского бюро с пятидесятилетним стажем работы, а также нескольких компаний-лидеров мирового военного кораблестроения, являющихся пользователями разработанной SENER системы проектирования – Системы FORAN.

Хотя как гражданское судостроение (ГС), так и военное корабле-

строение (ВК) занимаются производством, по сути, одного и того же продукта – плавучего объекта, который должен выполнять некие специфические функции, особенности этих самых функций, способы их реализации, привлекаемые затраты и критерии, применяемые при анализе результатов, настолько различны, что это делает оба направления индустрии самостоятельными отраслями промышленности, использующими различное оборудование и процессы. Это относится и к системам проектирования, хотя в этом случае отраслевое разделение между системами CAD/CAM/CAE проявилось не сразу, а более четко обозначилось, когда началась дивергенция между секторами ВК и ГС.

Действительно, первоначально судостроительные САПР были задуманы для решения проблем ВК, и именно военное кораблестроение располагало в ту пору ресурсами для инвестирования в передовые технологии. Однако активный рост гражданского судостроения и его требования по сокращению расходов и времени поставки заставили разработчиков судостроительных САПР сфокусировать внимание на ГС как на более доходной области, разрабатывая и адаптируя системы именно для данного применения. Ситуацией воспользовались производители САПР общего назначения для внедрения в ВК, где они использовались (и продолжают использоваться) на протяжении многих лет. Но задача сокращения расходов затронула и индустрию ВК, поэтому предприятиями во многих случаях принималось решение о замене общемашиностроительных САПР на судострои-

тельные, что естественным образом подтолкнуло разработчиков судостроительных САПР к дальнейшему их совершенствованию с целью более полного удовлетворения потребностей ВК.

Для того чтобы оценить применимость судостроительных САПР, сфокусированных на решении задач ГС, для военного кораблестроения, необходимо определить различия между ВК и ГС.

Различия между ВК и ГС

Различия между военным кораблестроением и гражданским судостроением с точки зрения применения САПР могут быть сгруппированы по четырем типам: различия в конструкции самого изделия, различия в процессах проектирования, различия в процессах строительства, а также различия в эксплуатации судов (жизненном цикле).

Различия в изделии

Форма корпуса

Хотя форма корпуса военных кораблей в большинстве случаев не сложнее, чем у других плавучих средств, существование многокорпусных судов, а также наличие скелетов, выступающих частей, сводов и т.д. (рис. 1) делает военные корабли более сложными с точки зрения построения корпуса, чем стандартные коммерческие суда. Предусмотренные САПР возможности импортирования поверхностей, заданных при помощи сторонних инструментов (в основном машиностроительных САПР), приемлемые для выполнения расчетов по теории корабля, могут оказаться недостаточными, поскольку

процедуры импортирования обычно подразумевают преобразование поверхностей, которое делает их более "тяжелыми", чем поверхности в исходном формате, что приводит к ухудшению работоспособности системы САПР и создает проблемы при генерации производственной информации (например, развертки листов наружной обшивки). Предпочтительно, чтобы система САПР располагала собственным развитым инструментарием для генерации обводов, а в случае отсутствия таких инструментов, как минимум, имела оптимизированные линки с соответствующими программами.

Серийные суда

Концепция строительства серийных судов не является исключительной для ВК, в действительности она более распространена в ГС. Но корабли имеют ряд особенностей, которые усложняют работу с серийей. Значительная продолжительность программ ВК приводит к тому, что многие единицы оборудования, в особенности в области вооружения и средств связи, в последующих кораблях серии претерпевают значительные изменения по сравнению с первыми, что делает обязательным применение PLM-систем и обязывает систему САПР взаимодейство-

вать для остальных проектов. Поэтому САПР должна иметь достаточную гибкость для включения в нее новых функциональностей или, если это не представляется возможным, иметь в наличии удобный интерфейс, гарантирующий целостность и корректность передачи данных.

Проекты, выполняемые несколькими КБ и верфями

Уровень сложности военных кораблей, так же как и огромные инвестиции, привлекаемые для их проектирования и строительства, делает необходимым существование военных программ, в которых постройка отдельного корабля представляет собой результат сотрудничества различных компаний, не только проектных бюро, но и верфей. Более того, в последнее время становится все больше военных программ, осуществляемых совместно не только различными компаниями, но и разными странами. Существует несколько возможностей такого сотрудничества (разделение комплекса работ по зонам корабля, по технологическим концепциям, по функциям и т.д.), но все они предполагают, что всеми сотрудничающими сторонами должны применяться одни и те же САПР; в случае, если это не представляется возможным, системы, как минимум, должны "понимать" друг друга и осуществлять быстрый и эффективный обмен информацией. Также подразумевается рациональное использование данных, перенесенных из предшествующих версий ПО.

Различия в процессе проектирования

Выделенные этапы проектирования

В ГС время является одним из ключевых факторов при реализации проекта постройки судна. Но в ВК большая продолжительность программы постройки делает фактор времени не столь важным. Здесь имеет значение более четкое выделение этапов постройки, и в большинстве случаев – минимизация использования предварительной или не имеющей одобрения информации во избежание необходимости повторного выполнения заданий по созданию моделей, поскольку чертежи и выходная информация в ВК



Рис. 1. Форма корпуса корабля береговой охраны

Уровень сложности корабля и судна

Корабли ВМФ являются значительно более сложными по своей структуре по сравнению с коммерческими судами аналогичного размера. Они имеют более тесные помещения, что требует от системы САПР возможности обработки существенно большего объема информации. Это означает, что структура данных и опции визуализации в системе САПР должны быть оптимизированы для гарантии достаточной работоспособности системы. Однако уровень сложности судна определяет уровень требований к системе не только в отношении объема обрабатываемой информации, но также и в отношении уровня детализации, с которой информация должна отображаться в 3D-модели изделия. Все элементы 3D-модели корабля проектируются с очень высоким уровнем детализации, создающим, в конечном счете, большее число проблем для работоспособности системы. Это требование приобретает еще большую важность в случае с подводными лодками, где, ввиду еще большего дефицита места, построение 3D-модели должно осуществляться очень точно.

вать с ними и обеспечивать передачу всей информации.

Особые правила

Хотя в последние годы регулирующими органами, классификационными обществами и морскими организациями были предприняты попытки обязать различные страны применять международные правила и символы класса в ВК, ситуация такова, что в настоящее время военные корабли обычно не соответствуют международным положениям или стандартам, применимым в ГС. В большинстве случаев они удовлетворяют некоторым конкретным требованиям (например, относительно остойчивости неповрежденного и поврежденного судна при столкновении, ударе и т.д.), разработанным каждым государством в отдельности. Несмотря на то, что эти требования часто являются более строгими и ограничительными, чем стандарты для ГС, их особенности делают такие требования невозможными для учета в системах САПР. Это предполагает использование особых инструментов для расчетов, отличных от применяемых системой САПР

не создаются в соответствии с подходом "выпуск чертежа – мгновенная передача в цех", они выполняются заранее, до этапа изготовления. Все это, естественно, значительно облегчает применение САПР в индустрии военного кораблестроения.

Жестко заданный процесс проектирования

Сама суть и назначение такого изделия, как корабль, суровые условия его эксплуатации, применяемые при его строительстве материалы и многое другое обязывают обеспечить более строгий контроль за процессом создания корабля, включая и процесс проектирования. Этот контроль подразумевает, помимо прочего, оценку ранее полученных данных, контроль доступа к трехмерной модели и регистрацию всех взаимодействий с базой данных для дальнейшего отслеживания (управления изменениями). Особое внимание должно быть уделено контролю степени завершенности проекта путем оценки трехмерной модели как наиболее приемлемого инструмента для измерения степени готовности проекта.

Сложная организация рабочего процесса

Проектирование военных кораблей осуществляется силами многочисленных участников. Уже на этапе проектирования часто случается так, что сам проект распределяется между несколькими специалистами, каждый из которых выполняет определенное задание, но судно при этом рассматривается как единое целое. Предпочтительно, конечно, чтобы все участники проекта физически находились в одном и том же месте, но это бывает далеко не во всех случаях. Соответственно, САПР должна обеспечить не только возможность коллективной работы специалистов, находящихся на расстоянии друг от друга, но также и средства интеграции всех инструментов, используемых этими специалистами. Интеграция позволит осуществлять обмен данными, как геометрическими, так и технологическими. Эта проблема, естественно, присуща как военному кораблестроению, так и гражданскому судостроению, но в случае ВК большее количество участников, за-

дач и способов управления делают процесс более сложным.

Конфиденциальность проекта

В проектах, в которых участвует большое количество различных поставщиков, проектных организаций, существуют многочисленные рабочие процедуры и инструменты проектирования, присутствует повышенный риск для целостности и конфиденциальности информации. В этой связи обеспечение требуемого уровня безопасности при передаче данных и предоставление удаленного доступа приводит к снижению эффективности работы САПР, усложнению ее технического обслуживания и оказания консультационных услуг.

Анализ альтернатив.

Использование прототипа

Уникальные характеристики военных кораблей, длительный период проектирования и необходимость усовершенствования существующих решений могут привести к появлению различных альтернатив проекта. Это оказывает влияние на концепцию единой модели изделия, и САПР должна быть способна управлять такой ситуацией и обеспечивать слияние утвержденных вариантов в единый проект. Выбор вариантов подразумевает также использование инструментов для имитации, которые должны иметься в САПР или, по меньшей мере, они должны быть совместимы с ней.

Проект, основанный на применении правил

Если в ГС проект, основанный на применении правил, в основном сфокусирован на тех аспектах производства, которые способствуют оптимизации процессов изготовления, то в ВК правила в основном касаются фактических аспектов проекта, получения заданных характеристик корабля. САПР должна позволять проектантам предлагать решения, приемлемые с этой точки зрения, и избегать решений, которые ей противоречат. И поскольку такие правила являются очень специфичными для каждой верфи и Военно-морского флота различных государств, система САПР должна иметь достаточную гибкость для того, чтобы удовлетворять требованиям заказчи-

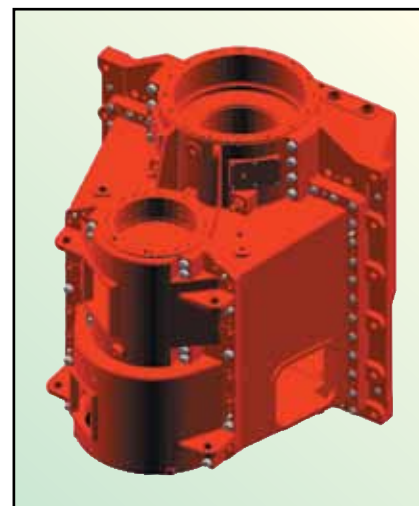


Рис. 2. Детализированная модель редуктора, импортированного в Систему FORAN при помощи формата XML

ка и обеспечивать соответствующее решение для каждой организации.

Данные, перенесенные из более ранних версий ПО

ВК предполагает проектирование множества опытных образцов, из которых только некоторые достигнут более поздних этапов проектирования, станут реальными проектами и будут построены. В то же время при выполнении этих проектов накапливаются актуальные данные, которые могут быть повторно использованы для новых проектов, экономя время и усилия, затрачиваемые на них. Если существующие данные имеются в том же формате, в котором разрабатывается новый проект, их передача не составит труда, поскольку все системы САПР имеют инструменты для экспорта и импорта своих собственных данных. Но в том случае, если данные находятся в другом формате (информация от поставщиков оборудования, стандарты и т.п.), то процесс потребует не только обмена данными, но и перевода формата, напрямую или при помощи нейтрального формата. В этом случае должен приниматься во внимание размер уже импортированных данных, так как обычно это приводит к ухудшению работоспособности САПР (рис. 2).

Интеграция с системой PLM

Интеграция САПР с системой PLM в ВК должна обеспечивать не только управление всеми аспектами проектировочного процесса, но и управление изделием на протяжении его жизненного цикла. Во всех подразделениях,

заняты в проектировании и строительстве военных кораблей, должны быть решены следующие важные задачи: управление документооборотом для всех документов и файлов, имеющих отношение к САПР, поддержание взаимосвязи между 3D-моделью изделия и документами, созданными системой САПР, управление стандартами, контроль доступа, координация работы участников проекта, предоставление актуальной и достоверной информации всем сторонам и т.д. Для решения этих задач необходимо обеспечить, чтобы информация, созданная в САПР, была доступна всем отделам верфи (непроектным отделам), таким как производственный отдел, отдел планирования, изготовления, закупки, управления и др., что осуществляется в рамках взаимодействия САПР и PLM-системы.

Различия в процессе изготовления

Стандартизация

В ВК используются специальные стандарты, которые во многих случаях не применяются в ГС. Это относится к конструкционным материалам

(сталь, сплавы, оконцовка профиля и т.п.), деталям механических систем и трубопроводов (трубы, фитинги, отрезки воздухопроводов, подвески, стачканы и т.п.), электрическим компонентам (перемычки, соединители и др.), методам изготовления (гибка листов, сварка, гибка труб и др.), сборочным узлам и проч. Стандарты, предусмотренные типовыми коммерческими САПР, в ВК не применяются, и САПР должна обеспечить создание и поддержку специальных стандартов. Помимо этого, она должна предоставить соответствующие инструменты для адаптации существующих в ней стандартов к внутренним стандартам судостроительного предприятия.

Производственная документация

Технологическая и сборочная документация для военного кораблестроения должна быть адаптирована не только к собственным требованиям каждой верфи или субподрядчика, но также к конкретным нуждам ВК, как по содержанию, так и по применяемому формату. Это означает, что САПР должна обеспечивать создание документов (включая программы

для станков с ЧПУ), соответствующих этим потребностям, а это в свою очередь подразумевает, что она должна включать в себя инструменты, упрощающие адаптацию выходных документов к требованиям пользователя. Необходимость подобной адаптации вызвана также тем, что, поскольку применяемые специальные материалы, стандарты и процессы подразумевают использование конкретного технического оборудования, данные для передачи на это оборудование должны создаваться соответствующим образом. Кроме того, технологическая и сборочная документация в ВК отвечает более строгим процедурам оценки и ревизии, что требует полноценной системы управления документацией (УД). Хотя система УД обычно не является частью системы САД, она, как минимум, должна быть объединена с ней, с тем чтобы можно было контролировать статус, редакцию и другие характеристики каждого документа.

Время изготовления продукции

Значительная длительность проектов в ВК предоставляет проектан-

FORAN 70

helping you to grow

From concept design to operation
Easy to use, learn and implement
Advanced modelling and reporting
Accurate customised workshop information
Collaborative engineering
Easy exchange of data
PLM integration



там достаточно времени для создания всей технологической документации. Однако сложные и строгие процессы одобрения, закупки и испытаний в ВК работают в "обратном" направлении, обязывая к выпуску производственную документацию и сопутствующие данные в более короткие сроки, чем это необходимо с точки зрения запросов производства (аналогично гражданскому судостроению).

Применение различных инструментов

Существует ряд задач, выполняемых с помощью различных ИТ-средств, которые генерируют проектные данные, используемые в процессе проектирования и оказывающие большое влияние на общее качество постройки, его сроки и стоимость. Это требует, чтобы системы, применяемые для разных задач, понимали друг друга или, по меньшей мере, были способны беспроблемно обмениваться информацией. Хотя это общая черта для ГС и ВК, сложность военных кораблей делает этот аспект более важным в ВК. Что касается САПР, она должна обеспечивать соответствующий интерфейс с

системой управления ресурсами, системой планирования, имитационными инструментами и др. Данная проблема особенно остро проявляется в случае наличия двух или более компаний (верфей или проектных бюро), сотрудничающих по одному и тому же проекту и использующих разные программные инструменты. В этом случае должен быть обеспечен не только обмен данными между САПР и другими системами, но и высокая степень интеграции между различными САПР.

Различия в эксплуатации изделия

Всесторонний контроль в ходе эксплуатационного цикла

Военные корабли должны оставаться в оптимальном рабочем состоянии в течение всего своего жизненного цикла и в течение этого времени должны сохранять способность к технологическому обновлению. Это предполагает, что периодически должны проводиться работы по модернизации систем, оборудования, вооружения, телекоммуникаций и т.д. Хотя управление изменениями, обновлением и модернизацией обычно контролируется и координируется при помощи системы PLM, эти процессы также отслеживаются и в САПР. С точки зрения САПР исполнительная 3D-модель изделия не должна оставаться "замороженной", но должна в любой момент соответствовать фактическому состоянию корабля, с тем чтобы быть основой для работ по модернизации. Поэтому

работы серии, соответствующие конкретной 3D-модели изделия. В этом случае 3D-модель изделия "разделяется" и с этого момента рассматривается как две или несколько различных моделей. Следовательно, управление конфигурацией становится обязательным. Необходимость поддерживать измененную 3D-модель изделия в течение всего жизненного цикла судна влияет на политику контроля версий поставщика САПР, поскольку версия САПР, соответствующая 3D-модели изделия, должна быть в наличии в любое время в течение этого периода.

Инструменты имитации

Проверка достоверности проекта любого судна – это проверка его поведения в период эксплуатации при определенных условиях. Для кораблей ВМФ эти условия в силу естественных причин весьма сложно протестировать заранее, поэтому их необходимо смоделировать. Для проведения такой имитации наилучшим вариантом является тестирование 3D-модели изделия, так как она соответствует фактическому состоянию судна после постройки. Несмотря на то, что используемая САПР может иметь инструменты для выполнения некоторых простых имитаций, более сложные тесты должны осуществляться при помощи специальных инструментов. Поэтому САПР должна иметь средства для экспортирования трехмерной модели изделия в такие инструменты имитации. Помимо этого, было бы весьма удобно, чтобы сама САПР была модернизирована с целью учета данных, полученных в результате таких имитаций. Ведь в ходе проектирования тестовые имитации могут повлиять на сам проект, а после окончания проектирования их результаты будут влиять на проектирование будущих объектов.

Вторая часть статьи будет посвящена подходам компании SENER, применяемым для адаптации разработанной ею Системы FORAN к вышеописанным особенностям проектирования для индустрии военного кораблестроения.

Рафаэль де Гонгора, руководитель проекта FORAN, компания SENER Ingenieria y Sistemas SA

Продолжение следует

ПРАВИТЕЛЬСТВО УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
МИНИСТЕРСТВО ИНФОРМАТИЗАЦИИ И СВЯЗИ
УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ИЖЕВСКА
УДМУРТСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА
КЛУБ ИТ-ДИРЕКТОРОВ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР «УДМУРТИЯ»

ПРИГЛАШАЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ К УЧАСТИЮ В ВЫСТАВКЕ!

IT ИНФОТЕХ/2011
ВЫСТАВКА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
29 сентября - 2 октября

РАЗДЕЛЫ ВЫСТАВКИ

- ИТ для государства
- ИТ для бизнеса
- ИТ для жизни
- Системы, средства и услуги связи

Место проведения:
г. Ижевск, ул. Кооперативная, 9
(ФОЦ «Здоровье»)
Тел./факс: (3412) 733-585, 733-587,
733-591, (доб. 1194,1187)
e-mail: it@vcudmurtia.ru; www.it.vcudm.ru

Генеральный информационный партнер: **репутация**
Генеральный радиопартнер: **ВЫБЕРИ РАДИО**

для работ по модернизации. Поэтому любые изменения в корабле должны быть также отражены в 3D-модели. Эта проблема является достаточно сложной, так как модернизации подвергаются не все построенные ко-

МЕЖДУНАРОДНЫЙ
ВОЕННО-
МОРСКОЙ
САЛОН



INTERNATIONAL
MARITIME
DEFENCE
SHOW

Организатор:



При участии:



Министерство
обороны РФ



Федеральная служба по
военно-техническому
сотрудничеству



Министерство
иностраннх дел



Правительство
Санкт-Петербурга



ФГУП «Рособоронэкспорт»

Кораблестроение и судостроение
Вооружение, системы управления, связи, гидроакустика
Энергетические установки, системы и устройства
Морская авиация
Навигация, гидрография, гидрометеорология, обеспечение и оборудование
Вооружение береговых частей ВМФ
Суда, катера, яхты для вспомогательных и коммерческих целей
Инфраструктура обеспечения флота
Портовое и гидротехническое строительство
Обеспечение безопасности мореплавания
Поисково-спасательное обеспечение
Система подготовки кадров
Промышленное оборудование судостроительного производства
Новые материалы и технологии
Финансирование, страхование, консалтинг
Печатные и электронные СМИ.
История флота

IMDS
2011

29 ИЮНЯ - 3 ИЮЛЯ

РОССИЯ

Санкт-Петербург

Территория успешного бизнеса!

Пятый **Международный** военно-морской Салон

ЭКСПОЗИЦИОННО-ВЫСТАВОЧНЫЙ РАЗДЕЛ

ДЕМОНСТРАЦИЯ ВООРУЖЕНИЯ И ТЕХНИКИ

КОНГРЕССНО-ДЕЛОВОЙ РАЗДЕЛ

VIP - ПЕРЕГОВОРЫ

ПОСЕЩЕНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

УСТРОИТЕЛЬ



ЗАО «Морской Салон»

ЗАО «Морской Салон»
Россия, 191119, Санкт-Петербург, ул. Марата, дом 30 литер Б, а/я 202
Тел.: (812)764-66-33, 764-99-25, 764-68-10, 764-95-12.
Факс: (812)764-56-47
E-mail: info@navalshow.ru

www.navalshow.ru