

Бубнов А.А.:

- ведущий специалист компании *HETNET Consulting*, признанной по итогам 1999 года лучшим партнером корпорации *IBM* в России по продвижению наиболее широкого спектра решений *IBM*,
- инженер-кораблестроитель с многолетним опытом исследования прочности и вибрации судовых конструкций на основе собственных разработок автоматизированных расчетных комплексов,
- канд. техн. наук в области строительной механики корабля,
- последние 5 лет – работа с CAD/CAM системой *CATIA*, разработанной французской компанией *Dassault Systemes* и поддерживаемой во всех странах корпорацией *IBM* (в том числе – годовичная стажировка в Парижском центре компетенции по проектированию промышленных и судостроительных сооружений, участие в пилотных проектах для Шербурской верфи, Франция).

Как в России, так и за рубежом, судостроение традиционно считается консервативной отраслью по сравнению с другими направлениями промышленного производства.

Действительно, эффективные примеры успехов компьютеризации проектирования в авиации и автомобилестроении впечатляют: 100-процентный электронный макет пассажирского авиалайнера *БОИНГ-777*,

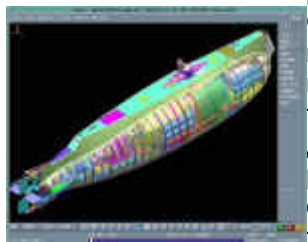
состоящий из 3 миллионов деталей, занимающих около 5 тыс. Гбайт компьютерной памяти, успешный прочностной анализ расчетной модели джипа *КРАЙСЛЕР* с 6 миллионами степеней свободы ...



На таком фоне массовое использование ручного или часто лишь 2D-автоматизированного проектирования на судостроительных предприятиях в сочетании с низкой интеграцией производственных процессов и отсутствием единых стандартов создают здесь достаточно сложную перспективу для внедрения новых информационных технологий.

Тенденции развития отрасли

Современная ситуация в судостроении осложняется проявлением общих тенденций падения цен на проектирование и постройку судов в условиях усиления конкуренции предприятий из регионов с дешевой рабочей силой и сокращения оборонных бюджетов, которые всегда давали значительную долю инвестиций в развитие судостроительной отрасли.



С другой стороны в отрасли прослеживаются другие процессы: глобальное укрупнение предприятий, создание международных объединений и разработка совместных транскорпоративных проектов, которые создают условия для финансовой устойчивости и перспективу дальнейшего развития судостроительного производства. Известно, что судостроительная продукция является очень наукоемкой и технологически насыщенной. Наряду с разработками

традиционных типов торговых судов, морских пассажирских лайнеров и военных надводных кораблей, развивается проектирование специальных судостроительных сооружений – таких как морские платформы различного назначения, скоростные суда с нетрадиционной формой корпуса и др. А боевые

подводные лодки с атомными энергетическими установками подлинно являются сосредоточением передовых достижений из различных областей науки и техники, их проектирование и строительство требуют осуществления отлаженной многоотраслевой кооперации.

Состояние судостроительных CAD/CAM систем

В противоречивых условиях текущего развития судостроительной отрасли особую важность приобретает выбор эффективных средств автоматизации технической подготовки производства, обеспеченных стабильностью компании-разработчика и поддержкой квалифицированных специалистов по внедрению. На мировом рынке CAD/CAM систем можно выделить пять наиболее заметных для судостроительного производства решений. Два из их числа - TRIBON шведской компании Kockums и FORAN испанской компании Sener – являются специализированными судостроительными системами с большим стажем эксплуатации и располагают внушительным списком старых заказчиков. Однако использование этих систем требует решения проблемы их интеграции с машиностроительными САПР для проектирования элементов судового энергетического оборудования и насыщения. Кроме того в силу их «ощутимого возраста», а также малых финансовых и кадровых ресурсов компаний-разработчиков, TRIBON и FORAN не могут представить передового полнофункционального решения и эффективной поддержки внедрения на местах. Последнее в равной мере можно отнести и к двум другим известным в судостроении системам универсального класса, хотя и по иным причинам. Решения CADDIS, принадлежащие CV/PTC, и судостроительные продукты компании INTERGRAPH не могут не отставать в развитии из-за смены собственников компаний, продолжения реорганизационного периода и неопределенных перспектив дальнейшей поддержки.

В каком же состоянии находится поддержка судостроительного направления в Dassault Systemes –компании-разработчике универсальной системы CATIA? CATIA (Computer Aided Three-dimensional Interactive Application) - одна из самых распространенных САПР высокого уровня - разрабатывалась для проектирования в авиационной промышленности. Однако результативность использования, удобство интерфейса и гибкость предлагаемых решений позволили существенно расширить область внедрения системы. CATIA фактически стала стандартом в мировой аэрокосмической и автомобильной отраслях – более 70% рабочих мест САПР в авиационной промышленности и около 50% - в автомобильной. В последнее время сфера внедрения системы расширяется, охватывая все новые отрасли общего машиностроения, химическое и нефтехимическое машиностроение, проектирование заводов и промышленных установок, производство товаров потребления, судостроение.



Судостроение – стратегическое направление развития CATIA

Начиная с 1995-96 годов разработка и внедрение судостроительных приложений становится стратегически приоритетным направлением развития системы CATIA. Работу направления возглавляет один из руководителей Dassault Systemes, член

Совета директоров компании. Помимо большой группы непосредственных разработчиков направление поддерживается развитой маркетинговой организацией Dassault Systemes/IBM, включающей центры компетенции в Париже и в США, дополнительную группу европейской поддержки и консультантов-представителей в Японии и Корее.

Почему же Dassault Systemes и IBM делают ставку на развитие судостроительных решений? Разработка проектов для судостроения требует высокого уровня и тесной интеграции всего комплекса CAD/CAM/CAE/PDM приложений, и ведущее положение в судостроении означает фактическое лидерство по всему набору продуктов и услуг.

Действительно, после реализации специальных судостроительных приложений CATIA становится обладателем законченного интегрированного решения, включающего проектирование судостроительных и промышленных технологических сооружений (AEC Plant & Ship), точное геометрическое моделирование машиностроительных изделий и сборок (Mechanical CATIA), управление развитием проекта (ENOVIA PDM/VPM) и полную работающую интеграцию перечисленных составляющих.

Пользователи интегрированного решения

Предпосылкой успешного внедрения CATIA на уже сложившийся рынок специализированных судостроительных систем явилось тесное привлечение к совместным разработкам специалистов известных судостроительных компаний General Dynamics, Meyer Werft и Delta Marin. Последнее в сочетании с финансовой надежностью основного разработчика и глобальной организацией поддержки внедрения позволило в короткие сроки завоевать доверие престижных заказчиков по всему миру

-в Европе

- Шербурская верфь CMN во Франции (высокоскоростные военные корабли, пассажирские паромы и прогулочные яхты),
- Meyer Werft в Германии (пассажирские лайнеры высшего класса, различные типы паромов, газовозы),
- Delta Marin в Финляндии (дизайн внутренних судовых помещений, движетельные установки),
- ROYAL DUTCH NAVY в Голландии,
- UK Ministry of Defence (GRC, SEA) в Англии и ряд других европейских компаний (Farnest, Thomson CSF, Fincantieri ...)

-в Америке

- General Dynamics Bath Iron Works (военные корабли, эсминцы),
- General Dynamics Electric Boat и Newport News Shipbuilding (атомные подводные лодки класса Вирджиния),
- Lockheed Martin GES,
- Litton-Ingalls Shipbuilding,
- Naval Sea System Command,
- NAVSEA, Avondale, George Sharpe и др.

-в Азии

- Вьенконгская верфь в Китае (танкеры и навалочники),
- Australian Defence Industry, Royal Australian Navy, Tenix в Австралии,
- Samsung Heavy Industries, SDARI, NKK и др.



Решения CATIA для судостроения

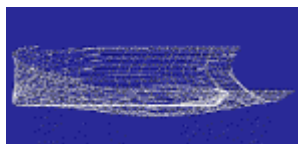
Ниже приводится краткое описание решений CATIA, которые охватывают полный цикл технической подготовки судостроительного производства и получили практическую реализацию в повседневном опыте указанных выше предприятий.

Базовые кораблестроительные расчеты и формирование судовой поверхности.

Система CATIA предлагает проектировщикам широкий выбор возможностей для создания, анализа и модификации сложной поверхности судового корпуса в числе которых:

- создание поверхностей по заданным граничным условиям или по множеству точек,
- построение поверхностей на основе сегментов форм и оболочек,
- определение площади, центра тяжести и других параметров поверхности,
- контроль кривизны и касательных,
- пересечение, объединение, разрезание, зеркальное отражение, выравнивание и сглаживание поверхностей,
- обнаружение и устранение зазоров (разрывов) и наложений,
- импортирование и обработка поверхностей из других CAD систем (через стандартные форматы обмена графическими данными IGES, VDAFS и другие).

Мощная функциональность CATIA по работе со сложными поверхностями позволяет сформировать судовой корпус используя только средства CATIA, как это делается, например, в подразделениях компании General Dynamics и на Вьенконгской верфи. Базовые расчеты статики и динамики корабля выполняются при этом на Вьенконгской верфи на основе собственных разработок, а General Dynamics использует в этих целях решения других разработчиков. Однако большинство судостроительных пользователей CATIA выбирают иной подход, когда кораблестроительные исследования и формирование предварительной поверхности корпуса выполняются с использованием таких распространенных специализированных приложений, как NAPA, Maxsurf или FastShip, а затем корпус переносится в CATIA и дорабатывается.

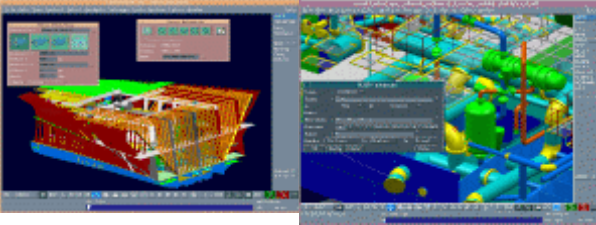


Определение основных опорных элементов судового корпуса.

Удобный пользовательский интерфейс CATIA помогает инженеру назначить местоположение плоскостей базовых теоретических шпангоутов, батоксов и палуб, которые в совокупности с судовой поверхностью образуют опорную координатную систему для дальнейшего ассоциативного проектирования корпусных конструкций. Выполняется также определение основных и вспомогательных чертежных видов, видов общего расположения судна, необходимых дополнительных сечений и производится разделение корпуса на блоки, а блоков – на секции.

Проектирование корпусных конструкций.

Элементы металлоконструкций блоков и секций (шпангоуты, бимсы, стрингеры, флоры, пиллерсы, разного рода кницы, ребра жесткости и т.д.), а также полотно палуб и переборки размещаются внутри судовой поверхности в трехмерном режиме с привязкой к координатной системе (поверхность корпуса и три вида опорных плоскостей) или к предварительно установленным (родительским) элементам. При этом образуется иерархическая структура объектов сборочной секции, в которой реализуются возможности быстрого анализа и модификации ассоциированных конструкций – например, многоэлементное автоматическое копирование с трансформацией формы деталей согласно изменению обводов корпуса. Все элементы этого объектно-ориентированного процесса имеют широкий набор наследуемых и редактируемых конструктивно-технологических параметров, список которых включает массогабаритные и локально-геометрические данные, технологические характеристики (такие как параметры



сварных швов), указание связей с другими элементами, характеристики материала и дополнительные текстовые описания (инструкции, маркировки, даты и т.п.).

Модули прочностного анализа CATIA позволяют выполнить расчеты общей и местной прочности корпуса и его составных частей.

Из трехмерной модели в любое время автоматически генерируются необходимые чертежные виды секций, а также рабочие чертежи деталей со спецификациями. После разделения судовой поверхности по границам листов наружной обшивки выполняется их автоматический раскрой с возможностью контроля и правки при необходимости. Аналогично выполняется оптимизированное размещение и раскрой других листовых деталей корпусных конструкций. По чертежам раскроя деталей генерируются управляющие программы для станков плазменной резки.

Проектирование судовых помещений и коммуникаций.

На этом этапе используются широкие возможности АЕС CATIA (или CCPlant) – подсистемы, охватывающей все монтажные дисциплины – оборудование, трубопроводы, опорные конструкции, вентиляцию и отопление, магистрали электрических систем, а также проектирование внутренних судовых помещений.

Модули АЕС CATIA обеспечивают создание принципиальных монтажно-технологических схем, интерактивную трехмерную трассировку трубопроводов с динамическим размещением и модификацией компонентов, автоматическую проверку соответствия трехмерных моделей предварительно сформированным технологическим схемам, контроль пересечений и зазоров элементов конструкций, автоматическую генерацию изометрических монтажных чертежей трубопроводов со спецификацией компонентов, визуальный пространственный контроль модели в режиме реального времени, проверку выполнения корпоративных правил проектирования, создание пользовательской базы конструктивных элементов и многие другие функции. Проектирование выполняется на основе унифицированных элементов конструкций, структурированных в развитой системе каталогов и отвечающих требованиям используемых стандартов (международных – DIN, ANSI и других, отраслевых или собственных стандартов предприятия).

Проектирование корабельного оборудования и механизмов.

Для проектирования различных судовых механизмов и оборудования (как лебедки, грузовые стрелы, люковые закрытия, спасательные средства и т.п.) используется весь арсенал гибридного моделирования машиностроительных изделий и сборок CATIA Mechanical (точное твердотельное моделирование, поверхности и каркасы, электронный цифровой макет). Выполняется прочностной, кинематический и монтажный анализ механизмов в пространстве судового набора, анализ пересечений и зазоров элементов насыщения, коммуникаций и корпусных конструкций. Генерируются сборочные и рабочие чертежи со спецификациями.

Для электротехнического оборудования используются специальные модули компоновки и прокладки.

Для подготовки техпроцессов механообработки деталей генерируются управляющие программы для станков с ЧПУ и визуализируется работа режущего инструмента.

Обмен данными и управление проектом.

На основе решений PDM (CATIA Data Manager CDM или ENOVIA VPM/PM) и с использованием стандартной реляционной СУБД создается единая многопользовательская база данных, содержащая всю текстовую и графическую информацию проекта и представляющая реальные возможности для одновременного согласованного (параллельного) проектирования силами различных рабочих групп с контролем доступа в базу отдельных групп и пользователей.

Для обмена электронными данными с партнерами и поставщиками, работающими в иных CAD/CAM системах, используются интерфейсы DXF, IGES, STL, STEP (AP203, AP207, AP214) и других форматов.

В статье использованы материалы компаний IBM, Dassault Systemes, CIMdata