

Технологии MSC.Software – ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Сопоставление характеристик технических средств, окружающих современного человека в его жизни – начиная от самолетов и кораблей и заканчивая бытовыми приборами и оборудованием – показывает, насколько далеко ушла конструкция этих изделий от их аналогов, например, всего лишь пятидесятилетней давности. Оптимизация конструкции по критериям прочности и долговечности, применение новых материалов, насыщение изделий электронными и электронно-вычислительными устройствами, системами управления, электрическими и гидравлическими приводами, средствами активной и пассивной безопасности – вот что отличает технику сегодняшнего дня от ее предшественников в недавнем прошлом. Указанные особенности характерны как для военной, так и для гражданской техники, причем в большом количестве случаев требования к технике гражданского применения даже выше, нежели к военной, и это, естественно, существенно влияет на ее конструкцию.

Создание конкурентоспособных высокотехнологичных изделий невозможно без внедрения и использования соответствующих подходов к процессу разработки, которые включают применение компьютерных технологий виртуального моделирования (virtual test) проектируемой машины на всех этапах ее разработки начиная от выбора концепции и заканчивая испытаниями и сертификацией. В связи с усложнением конструкции изделий, применением в них электрогидравлических устройств, использованием в производстве новых материалов с особыми свойствами в последнее время большое внимание уделяется многодисциплинарным расчетам. Безусловно, для выполнения виртуального моделирования на основе многодисциплинарного подхода необходимы эффективные программные средства (решатели, пре- и постпроцессоры, средства управления процессами и данными расчетного анализа, специализированные проблемно-ориентированные программные модули и т.д.).

За время своей работы с 1963 года компания MSC.Software, один из мировых лидеров в области разработки, поставки, сопровождения компьютерных технологий инженерного анализа, разработала комплекс программных средств для решения широкого спектра задач анализа прочности, долговечности, вибрации, кинематики и динамики, теплопередачи, безопасности, акустики, моделирования работы гетерогенных систем

и устройств и др. Разработанные MSC системы компьютерного инженерного анализа применяются в ведущих мировых компаниях-разработчиках ракетно-космической, авиационной, автомобильной, железнодорожной, морской техники, вооружения, технологического оборудования, медицинских аппаратов, бытовой техники и др. Несмотря на то, что компьютерный инженерный анализ при проектировании разных изделий имеет много общего, тем не менее, имеются также особенности, присущие конкретной отрасли. Рассмотрим предлагаемые компанией MSC программные комплексы для компьютерного инженерного анализа на примере их использования в судостроении.

Инженерный анализ в судостроении характеризуется необходимостью создания расчетных моделей объектов больших размеров (длина судов и кораблей может достигать сотен метров), в то же время они отличаются очень сложной силовой схемой, включающей большое количество силовых элементов. В настоящее время стандартом в области разработки конструкции судна (корабля) является использование эффективных CAD-систем, причем наряду с универсальными решениями (например, системой CATIA) в судостроении широко применяются специализированные (отраслевые) системы, например программные продукты компаний AVEVA и SENER.



Рис. 1. Импорт геометрической модели из CAD-системы AVEVA Hull Structural Design

Компания MSC разработала и предлагает к своему пре- и постпроцессору Patran модули Patran CATDirect_V4 Access и Patran CATDirect_V5 Access, обеспечивающие импорт геометрических моделей из CAD-систем CATIA V4 и CATIA V5 соответственно. Эти интерфейсные модули широко востребованы и применяются в разных отраслях промышленности: в авиа- и автомобилестроении, транспортном машиностроении, судостроении и в других отраслях. Для импорта геометрических моделей из специализированной CAD-системы AVEVA

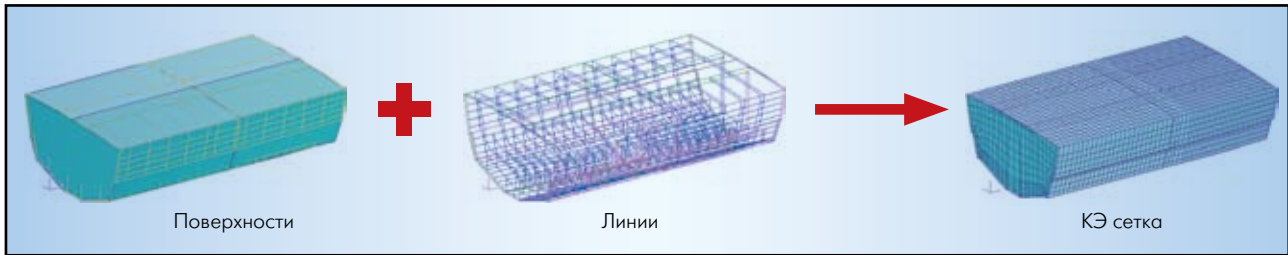


Рис. 2. Построение конечно-элементной модели на базе геометрической модели, импортированной из системы AVEVA Hull Structural Design

Hull Structural Design MSC разработала специальный интерфейс, который импортирует модель судна (корабля) из xml-файла, генерируемого самим программным комплексом AVEVA Hull Structural Design (рис. 1).

Результатом трансляции модели из системы AVEVA Hull Structural Design является геометрическая модель элемента судна (корабля) в среде программы Patran, на базе которой средствами этого препроцессора строится конечно-элементная сетка, являющаяся основой будущей конечно-элементной расчетной модели (рис. 2).

Как говорилось выше, особенностью расчетных моделей в судостроении является их большая размерность (рис. 3). В этих условиях решающим фактором является возможность решателя обрабатывать расчетные модели с сотнями тысяч или миллионами степеней свободы. Разрабатываемые и поставляемые компанией MSC решатели MD Nastran, Marc, Dytran специально оптимизируются для обеспечения возможности

решения больших задач, для чего разрабатываются и внедряются как новые алгоритмы (например, технология MDACMS – Matrix Domain Automated Component Modal Synthesis), так и специальные версии программ, ориентированные на использование многопроцессорных вычислительных систем (кластеров). Использование кластерных технологий в сочетании со специальными версиями программ-решателей дает возможность предприятиям, располагающим широкодоступной вычислительной техникой, задействовать в своем проектом процессе вычислительные мощности, которые еще совсем недавно обеспечивали только сверхдорогие супер-ЭВМ (рис. 4).

Наряду со стандартными возможностями, востребованными в других отраслях промышленности, программные продукты MSC предоставляют возможность решения задач, требующих учета специфических особенностей судостроительной отрасли, например

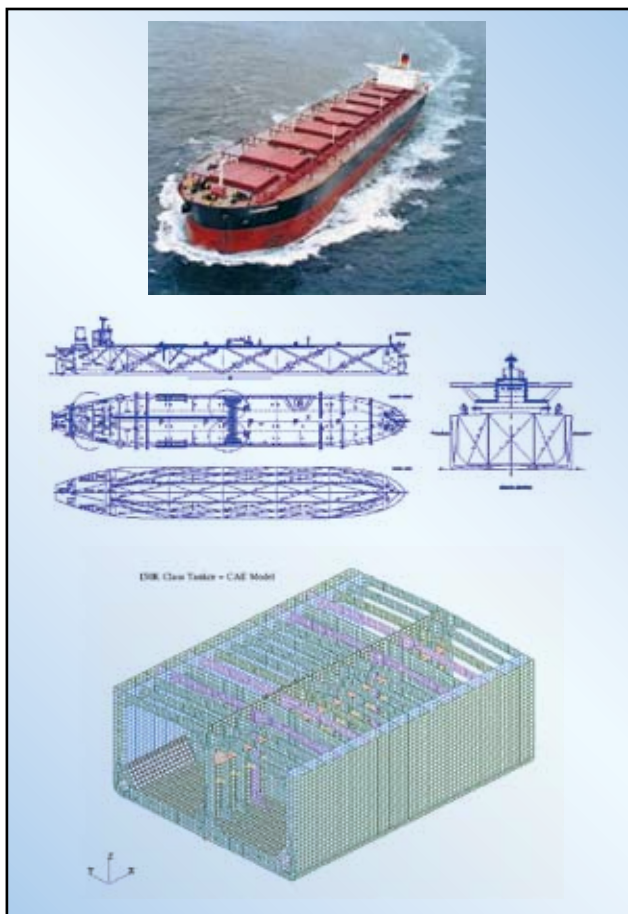


Рис. 3. Расчетные модели судов характеризуются большой размерностью

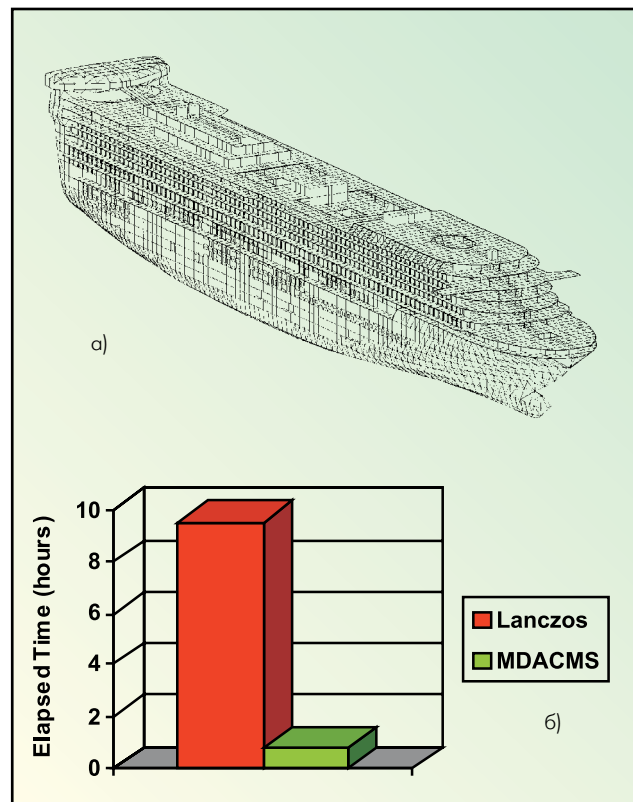


Рис. 4. Решатель MD Nastran эффективно использует возможности современных кластерных вычислительных систем для решения больших задач инженерного анализа
а) большая конечно-элементная модель судна
б) сокращение затрат времени на решение задачи при использовании модуля MDACMS

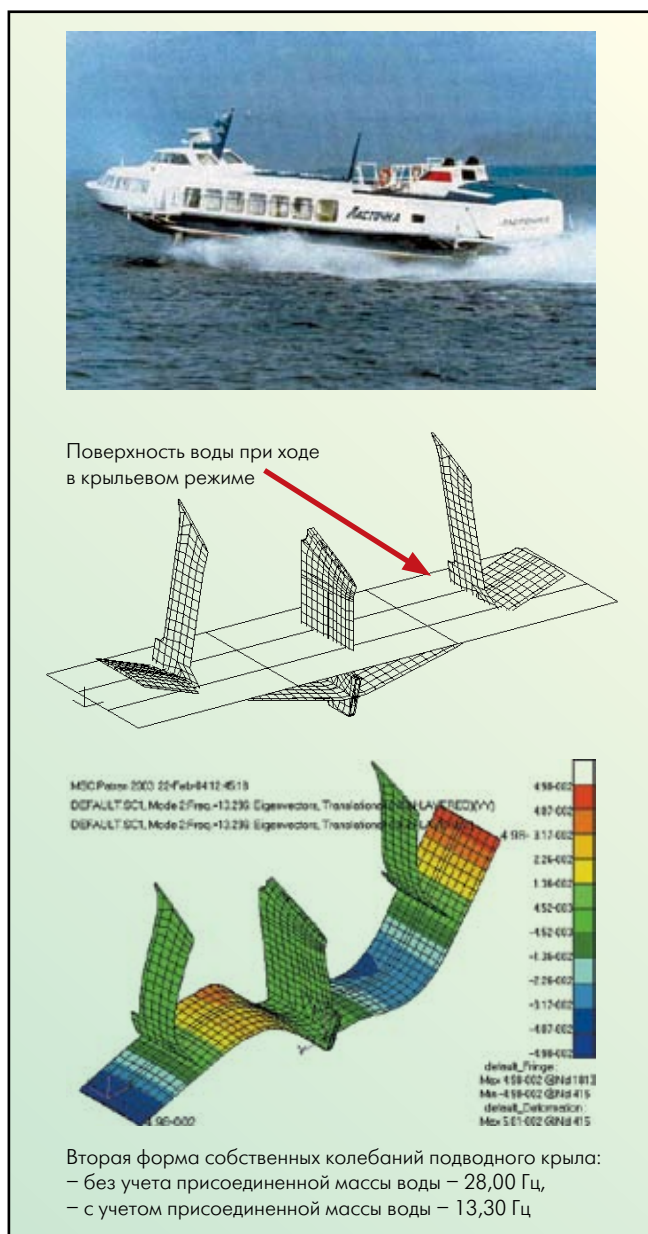


Рис. 5. Расчет частот собственных колебаний подводного крыла с учетом присоединенной массы воды

учета присоединенной массы воды при расчете частот собственных колебаний изделия (рис. 5).

Среди задач, которые решает проектировщик судна или корабля, имеются весьма специфичные проблемы. Например, по традиционной технологии проверку правильности положения якоря в клюзе после его подъема, отсутствие заклинивания якоря в клюзе (способность якоря опускаться при отдаче) и т.д. проверяют путем изготовления физического макета части корпуса судна, собственно якоря и якорной цепи и выполнения соответствующих испытаний. Долго, дорого и, кроме того, нет гарантии, что изготовленный прототип подтвердит правильность выбранного конструктивного решения. А если конструктивное решение неудачное, то нужно повторять весь процесс сначала (корректировка конструкции, изготовление физического прототипа, испытания и т.д.).

В то же время, несмотря на кажущуюся простоту “механизма”, включающего якорь, якорную цепь, клюз

и прилегающий к нему участок борта, математическое моделирование работы этого устройства ввиду наличия множества контактов между составными частями “механизма” и непростой кинематики не относится к разряду элементарных задач. Программный пакет MD Adams, разрабатываемый компанией MSC и являющийся де-факто промышленным стандартом в области моделировании сложных машин и механизмов, обеспечивает возможность точного моделирования процесса подъема якоря и вхождения его в клюз, вычисление кинематических и динамических параметров этого процесса, контроль правильности положения якоря после подъема, моделирование процесса отдачи якоря, контроль отсутствия контакта отдаваемого якоря с элементами корпуса судна (например, с носовым бульбом) и т.д. (рис. 6). Существенным преимуществом виртуального моделирования подъема якоря и других операций с ним является возможность оперативной проверки и сопоставления различных вариантов конструкции, существенное уменьшение материальных и временных затрат. Кроме того, компьютерное моделирование операций с якорем позволяет учитывать влияние на них качки судна (корабля) в условиях волнения.

Одним из перспективных направлений развития техники является применение композиционных материалов для изготовления различных изделий. Это, прежде всего, относится к тем областям, в которых предъявляются особые требования в части минимизации массы при обеспечении необходимой прочности, а также радиолокационной заметности (ракетная техника, самолеты). В применении к кораблестроению наряду с вышеуказанными факторами использование композиционных материалов перспективно также в плане снижения электромагнитной заметности. В связи с этим в последнее время судостроители при постройке боевых кораблей обращают особое внимание на композиционные материалы, применяемые как для надстроек, так и для корпусов кораблей до класса “корвет” включительно.

В силу своих свойств (сравнительно низкая плотность, высокие модуль упругости и предел прочности), композиционные материалы позволяют создавать изделия с очень высокими характеристиками, но только при учете особенностей изготовления изделий из композитов. Действительно, изделия из композиционных материалов включают подчас значительное количество слоев материала, пропитываемых полимерным связующим. Слои должны иметь строго определенную направленность (слоистые композиционные материалы, как правило, характеризуются высокой анизотропией), переходы между участками конструкции с разным количеством слоев должны быть плавными, не допускаются складки слоистого материала и т.п. В то же время количество и ориентация слоев композиционного материала в той или иной зоне определяющим образом влияют на характеристики изделия. Таким образом, проектирование изделия из композиционных материалов должно вестись с всесторонним учетом технологии его будущего изготовления. Это обстоятельство выдвигает особые требования к компьютерным системам, используемым

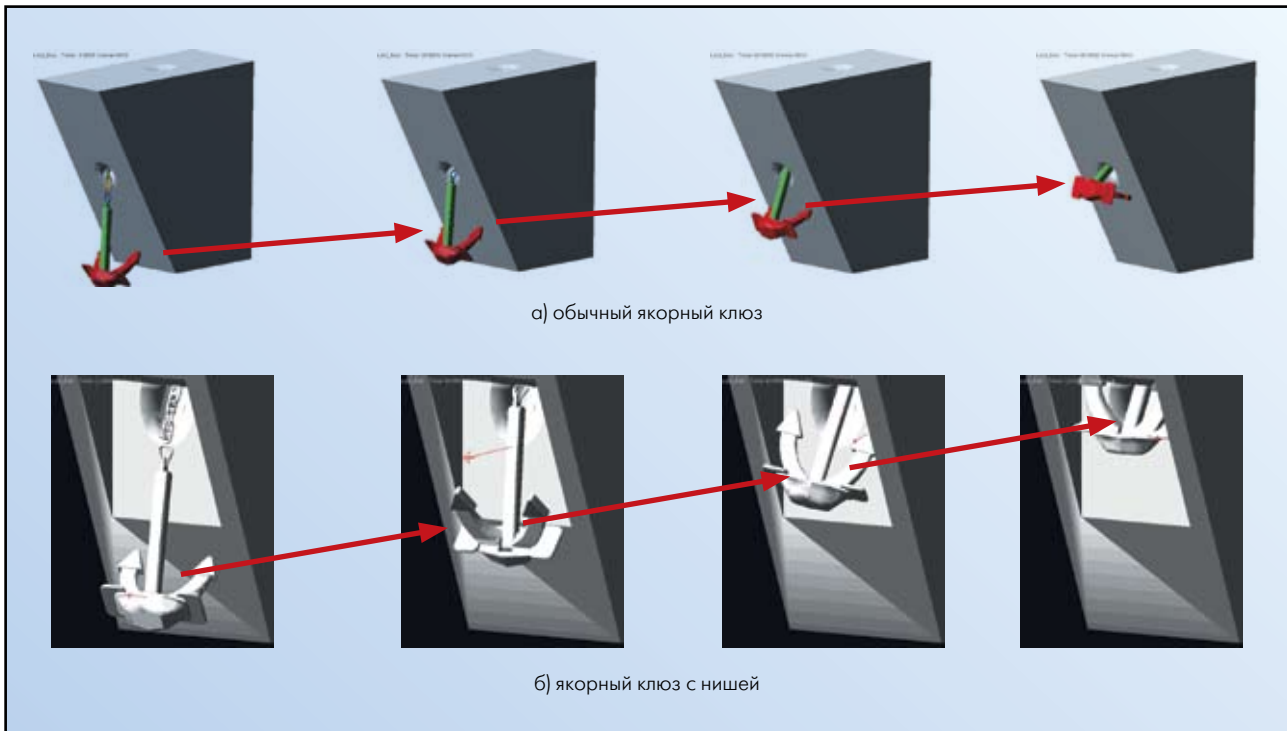


Рис. 6. Компьютерное моделирование подъема якоря

для инженерного анализа разрабатываемых изделий из композиционных материалов.

Флагманские продукты компании MSC – решатели MD Nastran и Marc – обеспечивают возможность расчета прочности изделий из композиционных материалов с учетом их особенностей, включая возможность моделирования прогрессирующего разрушения композиционного материала при приложении нагрузки. Подготовка расчетной модели изделия из композиционных материалов с учетом их особенностей (включая особенности, связанные с технологией изготовления изделий) выполняется либо с помощью универсального препроцессора Patran с использованием специального проблемно-ориентированного модуля для моделирования изделий из слоистых композитов Patran Laminate Modeler, либо с применением препроцессора нового поколения MSC SimXpert. Использование модуля Patran Laminate Modeler позволяет, в числе прочего, построить расчетную модель изделия из композиционного материала, учитывающую, в том числе, измене-

ние угла между волокнами материала при укладке его на криволинейную поверхность (рис. 7).

Программные пакеты Patran (с модулем Patran Laminate Modeler) и MSC SimXpert обеспечивают полный комплекс операций пре- и постпроцессинга расчетных моделей изделий из композиционных материалов, включая определение коэффициента повреждения слоев композита в результате действия нагрузки, что является важнейшей целью расчетного анализа и оптимизации изделия из композита.

В 2010 году одно из российских судостроительных предприятий приобрело комплекс программного обеспечения компании MSC.Software, обеспечивающего прочностной анализ разрабатываемых изделий, в том числе изделий из композиционных материалов, и в настоящее время внедряет его в свой проектно-производственный процесс.

Таким образом, технологии MSC.Software Corporation, обеспечивая решение многих задач инженерного анализа, являются инструментом создания высокотехнологичных изделий во всех отраслях промышленности, включая судостроение. Внедрение этих технологий в проектирование и производство повышает конкурентоспособность как самих изделий, так и предприятий, их выпускающих.

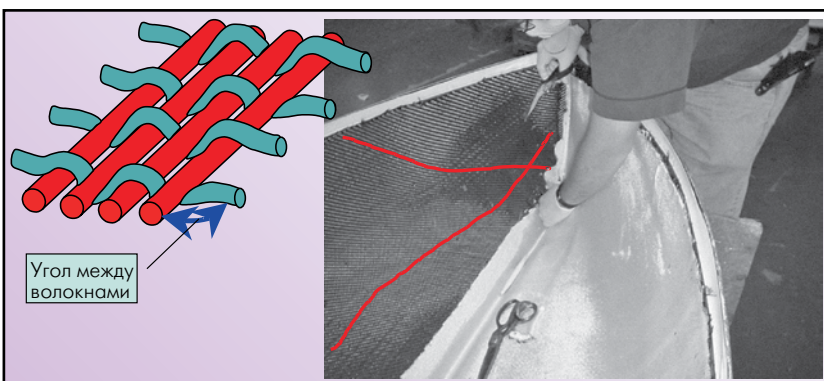


Рис. 7. Угол между волокнами при укладке на сложную криволинейную поверхность в разных зонах различен. Patran Laminate Modeler позволяет учесть это обстоятельство в расчетной модели

С. А. Сергиевский,
руководитель отдела
по развитию бизнеса,
ООО “Эм-Эс-Си Софтвэр РУС”
(дочерняя компания
MSC.Software Corporation
в России и СНГ)