

## Опыт применения ANSYS Mechanical В ДИЗЕЛЬНОМ ЛОКОМОТИВОСТРОЕНИИ

Производители железнодорожного транспорта при разработке новых изделий имеют дело с рядом специфических трудностей, связанных с характером производимой продукции и с особенностями инженерной инфраструктуры для ее эксплуатации. Для оптимизации процесса разработки эти компании начинают активно использовать специализированное программное обеспечение класса CAE.

Американская компания Electro-Motive Diesel (EMD) является крупнейшим в мире производителем электродизельных локомотивов для коммерческого железнодорожного транспорта, осуществляющего как грузовые перевозки, так и междугороднее и пригородное пассажирское сообщение. С начала 30-х годов компания выпустила более 58 тыс. локомотивов для потребителей из более чем 70 стран. EMD также поставляет судовые дизельные двигатели, приводы для морских и наземных нефтедобывающих буровых установок, а также стационарные газотурбинные двигатели.

Одна из главных новинок компании — электровоз переменного тока SD70ACe с силой тяги порядка 698 кН, что позволяет эксплуатировать его для вождения грузовых поездов, а также высокоскоростных поездов при перевозке контейнеров. Возможен вариант исполнения для работы на железнодорожных путях, электрифицированных на постоянном токе.

Разработка локомотива SD70ACe являлась для EMD стратегически важным шагом в рыночной политике компании, направленной на сохранение позиций лидера отрасли. Технические параметры нового электропоезда должны были сочетать требования эффективности, надежности, экономичности расхода топлива, безопасности и эргономичности. Локомотивы должны оставаться безопасными и экономичными на протяжении многих десятилетий, перевозя тяжелые грузы в суровых условиях при минимальных простоях. Большинство машин накручивает миллионы километров уже за первые шесть лет эксплуатации. Срок их службы составляет приблизительно 30 лет, причем некоторые узлы и агрегаты работают



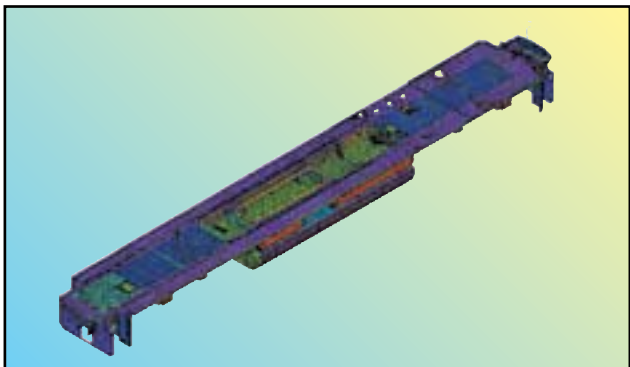
и свыше 50 лет. Главной проблемой является долговечность деталей, подверженных многоцикловой усталости от неизбежных динамических нагрузок.

Достижение этих целей при необходимости сокращения цикла разработки и максимально ускоренного выхода изделий на рынок чрезвычайно важно для производителя локомотивов. Однако эти большие и сложные машины требуют длительных и дорогостоящих натурных испытаний. Отдельные компоненты и сборочные узлы отличаются массивностью, для их перемещения требуется тяжелое подъемно-транспортное оборудование. Достаточно сказать, стальная конструкция несущей рамы размером 21,3 x 3,0 x 0,61 м, соединяющая колесные пары с корпусом локомотива, весит около 33,5 т.

На заключительном этапе транспортные средства проходят испытания на железнодорожном полигоне Министерства транспорта США. Помимо того, что подобные тесты весьма дороги и заказывать их нужно заблаговременно, проблемы, выявленные во время испытаний, могут потребовать существенных доработок конструкции и дополнительных испытаний, что, в свою очередь, повлечет за собой экспоненциальный рост затрат и существенное увеличение срока выпуска готового изделия.

Компания EMD нашла выход из этой ситуации, применив средства CAE на всех этапах проектирования, начиная со стадии эскизного проекта. Расчеты проводились для





полноразмерной 3D-модели локомотива, включающей основные узлы и агрегаты. Благодаря этому EMD удалось свести к минимуму объем натурных испытаний, сократить цикл разработки и оптимизировать конструктивные характеристики электровоза SD70ACe.

Программный комплекс ANSYS Mechanical стал ключевым инструментом реализации этой стратегии моделирования. Например, перед изготовлением несущей рамы в металле компания EMD с помощью ANSYS провела проверку, выдержит ли эта крупногабаритная конструкция при минимизации ее массы растягивающие и сжимающие ударные нагрузки, отвечающие техническим условиям.

ANSYS использовался также для детального анализа динамики подвески, изолирующего крепления кабины и других подсистем в условиях вибрации. Кроме того, он применялся при разработке таких узлов двигателя локомотива, как картер, головки цилиндров, шатуны и другие детали, задействованные в возвратно-поступательном движении.

На протяжении всего цикла разработки SD70ACe конструкторы и расчетчики тесно сотрудничали между собой, поэтому инженеры могли в первом приближении анализировать отдельные детали на ранних стадиях проектирования и оперативно вносить в них изменения.

В повседневной работе группа расчетчиков использовала компьютеры HP X-класса. Полная модель локомотива прогонялась на рабочих станциях HP J6000 под управлением ОС UNIX.

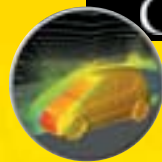
Применение ANSYS на протяжении всего цикла проектно-конструкторских работ позволило компании EMD выпустить SD70ACe точно в срок и в пределах выделенных средств. Исследуя альтернативные варианты, расчетная группа могла принимать обоснованные решения, к примеру, добиваясь компромиссов между требованиями к жесткости, массе и собственным частотам. Проведенные расчеты сыграли ключевую роль в повышении топливной экономичности изделия при сохранении долговечности и обеспечении комфортных условий для машиниста за счет повсеместного снижения вибрации.

К настоящему времени компания EMD поставила 20 локомотивов SD70ACes для корпорации CSX и заканчивает выпуск партии из 115 локомотивов для железной дороги Union Pacific Railroad. Кроме того, корпорация BHP Billiton Iron Ore Pty. Ltd заказала 14 локомотивов для горных работ на северо-востоке Австралии. В США 16 машин приобрела транспортная



## ANSYS®

Инженерный консалтинг



CFX FLUENT

Лицензирование



ICEM CFD GAMBIT

Адаптация и интеграция



AUTODYN

[www.autodyn.ru](http://www.autodyn.ru)

Внедрение



AQWA/ASAS

Обучение



ANSYS/CivilFEM

[www.civildem.ru](http://www.civildem.ru)

Техническое сопровождение

@ Подпишись!

ANSYS Advantage

Русская редакция

Инженерно-технический журнал о современных технологиях компьютерного инжиниринга (CAE).  
 Подробная информация на сайте [www.ansysolutions.ru](http://www.ansysolutions.ru)

ANSYS eNews

на русском языке

Электронные новости об опыте применения расчетных технологий ANSYS, новых релизах, мероприятиях и событиях ANSYS в России и в мире.  
 Подробная информация на сайте [www.ansys.msk.ru](http://www.ansys.msk.ru)

ЗАО "EMT P" – авторизованный дистрибьютер, инженерно-консалтинговый и учебный центр компании ANSYS, Inc.

Тел. (495) 644 06 08  
 Факс (495) 644 06 09  
 E-mail: [info@emt.ru](mailto:info@emt.ru)  
 Web: <http://www.emt.ru>



компания Montana Rail Link (MRL). Ею были проведены испытания электровоза SD70ACe для вождения тяжеловесных составов и подтверждена его топливная экономичность. Выигрыш составил более 20 %.

“Нам не удалось бы создать конкурентоспособную конструкцию локомотива без широкого применения CAE-технологии, начиная с формулировки концепции и заканчивая выпуском в производство, — считает руководитель расчетного отдела компании EMD Р. Томас

Скотт (R. Thomas Scott). — Натурные испытания этих больших и сложных конструкций должны быть сведены к минимуму, и нам удалось это благодаря технологии численного моделирования, что позволило сориентировать проектные работы в нужном направлении, проверить, выполняются ли технические условия, и оценить окончательный вариант”.

Денис Хитрых, ЗАО “ЕМТ Р”

## НОВОСТИ



### Создавай инновации с ANSYS!

Компания ЕМТ Р приглашает принять участие в Шестой конференции пользователей программного обеспечения ANSYS для инженерных расчетов, которая пройдет 28-30 октября 2008 года в Москве в ГК Измайлово.

Участие в конференции позволит каждому участнику из первых рук получить исчерпывающую информацию о новых возможностях програм-

мных продуктов ANSYS, Inc. и о дальнейших планах компании, а также познакомиться с опытом коллег в области эффективного использования технологий ANSYS в различных отраслях промышленности.

Подробную информацию об условиях участия и программе конференции можно получить по телефону (495) 644-0608, на сайте <http://www.ansys.msk.ru> или отправив запрос по e-mail: [ansys2008@emt.ru](mailto:ansys2008@emt.ru).

### Модернизация ЦОД в ОАО “Шереметьево-Карго”

Компания “Открытые Технологии” завершила проект модернизации центра обработки данных в ОАО “Шереметьево-Карго”.

Основная деятельность “Шереметьево-Карго” связана с обслуживанием воздушных судов и автотранспорта при перевозке грузов и почты в международном и внутреннем сообщениях.

В связи с развитием бизнеса в “Шереметьево-Карго” возросли объемы хранимых и обрабатываемых данных, появилась необходимость во внедрении новых информационных систем, которые могли бы накапливать и обрабатывать полученную информацию. Для управления безопасностью, эффективностью и качеством предоставляемых “Шереметьево-Карго” услуг было принято решение о внедрении в компании комплексного организационно-технического продукта “Аэроград”, разработанного одноименным информационно-логистическим центром. Данный продукт включает в

себя более 40 информационных систем, позволяющих полностью автоматизировать практически все процессы по обработке груза и документов, а также обеспечить высокий уровень безопасности.

В процессе внедрения продукта “Аэроград” стало очевидно, что аппаратная платформа ЦОД, созданного в организации более 10 лет назад, устарела и перестала справляться с существующей нагрузкой. Это отражалось на производительности и могло повлечь за собой сбой в работе функционирующих в ЦОД систем (ERP-системы, системы контроля за движением груза и документов, системы управления безопасностью, базы данных финансово-хозяйственной деятельности, складской системы, статистической базы данных и др.), соответственно, повлиять на основные показатели бизнеса компании.

С целью предотвращения подобных ситуаций руководство “Шереметьево-Карго” по рекомендации ИЛЦ “Аэроград” решило модернизировать устаревший ЦОД. Тендер на выполнение работ выигра-

ла компания “Открытые Технологии”.

Заказчик поставил перед интегратором задачу создания полномасштабного ЦОД, который обеспечивал бы высокий уровень производительности, надежности и отказоустойчивости при выполнении операций по хранению и обработке данных.

Существенное влияние на архитектурные и технические решения при проектировании нового ЦОД оказали предъявленные заказчиком требования доступности и отказоустойчивости, а также такие параметры, как количество пользователей, объем хранимых данных и темпы их роста, использование средств кластеризации и виртуализации, степень утилизации вычислительных ресурсов, политика резервного копирования и архивирования данных. Кроме того, должна была учитываться интеграция оборудования модернизированного ЦОД с существующими компонентами сети передачи данных и инженерной инфраструктуры “Шереметьево-Карго”. Созданный ЦОД функционирует

по принципу сетевого взаимодействия компонентов с использованием различных протоколов передачи данных и имеет централизованную модель вычислений.

Основу новой инфраструктуры ЦОД составили серверы HP BladeSystem c-Class с серверными лезвиями HP Integrity BL860c, работающие под управлением операционной системы HP-UX, и серверы HP ProLiant BL460c, обеспечивающие среду виртуализации под управлением ПО VMware Infrastructure.

Надежность хранения данных гарантируют высокопроизводительные дисковые массивы EMC CLARiON серии CX3 Ultrascala.

В модернизированный ЦОД заложена возможность масштабирования в соответствии с объемом хранимых данных: увеличение вычислительных мощностей серверов СУБД Oracle; вычислительных мощностей серверов приложений в среде виртуализации; объема основной и резервной подсистем хранения данных; количества портов в коммутаторах СХД.