

Применение решений ANSYS в нефтегазовой отрасли

В настоящее время около 60 % добываемых ресурсов углеводородов используется для обогрева помещений, приготовления пищи и функционирования транспортных систем. Одновременно нефть и газ являются сырьем для различных отраслей промышленности: медицинской, химической, производства изделий из пластмасс и полимеров. Таким образом, нефтегазовая отрасль стала ключевым элементом нашей повседневной жизни и важнейшей составляющей мировой экономики.

Однако добыча, переработка и транспортировка газа и жидких углеводородов связаны со многими рисками. Это, в первую очередь, риски, обусловленные взрыво- и пожароопасностью сырья, а также риски, связанные с возможностью загрязнения окружающей природной среды нефтепродуктами и химическими реагентами в случае разрушения трубопроводов или резервуаров. Для контроля и управления этими факторами в нефтегазовой отрасли все шире начинают применяться технологии численного моделирования, которые способны также сыграть ключевую роль в увеличении добычи нефти и газа и повышении эффективности их переработки.

Проектирование плавучих платформ для глубоководного бурения

Технология бурения и конструкция морских платформ постоянно модернизируются, что увеличивает протяженность зоны разработки месторождений, его скорость и эффективность процесса бурения, причем в таких местах, которые ранее считались недоступными (современный рекорд глубины морских скважин уже превышает 3000 м).

Увеличение объемов нефтедобычи на шельфе поставило проблему бурения на больших глубинах, которая была решена путем создания плавучих платформ – полупогружных морских платформ (semisubmersible), оснований с натяжным креплением (TLP), платформ типа SPAR и буровых судов (FPSO). Плавучие платформы работают в тяжелых океанических условиях и при их разработке необходимо учитывать множество факторов, таких как волновые и ветровые нагрузки, океанические течения, соленость воды и пр.

Изначально использование методов численного моделирования в нефтегазовой отрасли ограничивалось рамками научно-исследовательских работ и специализированных проектов. В настоящее время

в условиях возросшей конкуренции предприятия отрасли нуждаются в модернизации процессов проектирования и производства буровых платформ для создания более эффективных конструкций при низких производственных затратах. На практике в общей стоимости проектов по проектированию таких объектов затраты на инженерные расчеты составляют около 10 % для мелководных платформ и около 50 % для глубоководных и плавучих буровых оснований.

Для проведения анализа в широкой области инженерных дисциплин во всем мире широко применяется многофункциональный программный комплекс конечно-элементных расчетов ANSYS. Программный комплекс ANSYS используется большинством крупных проектных организаций, занимающихся проектированием морских платформ и сооружений. Так, компания J. Ray McDermott Engineering (JRME) с его помощью реализовала многочисленные проекты в Южной и Северной Америке, на Ближнем Востоке, на Каспии и на тихоокеанском шельфе. В JRME ежедневно используются различные программные модули ANSYS во всех проектах. Процесс проектирования морских платформ включает расчеты НДС конструкций при различных нагрузках, а также согласование с промышленными стандартами.

Проектирование транспортных систем

Постоянно растущая потребность в нефти и газе во всем мире требует поиска новых решений по его транспортировке. Лихтеровка – перегрузка нефти или газа с больших танкеров на меньшие суда и дальнейшая пере-



Рис. 1. Модельные испытания в бассейне

возка сырья по назначению – является экономичным, а иногда единственно возможным способом выполнения грузовых операций в портах с узким фарватером, на мелководье или в случае небольших причалов.

Компания Single Buoy Moorings (SBM), со штаб-квартирой в Нидерландах и техническими центрами в Монако и Хьюстоне, спроектировала плавучее хранилище и регазификатор газа, позволяющее производить отгрузку сжиженного газа. Кроме этого, была разработана новая система параллельной швартовки для танкеров-метановозов со стандартной системой крепления и сетью трубопроводов. В Maritime Research Institute Netherlands были проведены модельные испытания двух параллельно стоящих судов. Грузовые операции моделировались для глубины моря 60 м. Целью калибровки было точное воспроизведение взаимного перемещения судов при нерегулярном волнении. Полученные данные использовались для построения математической модели движения судов в программном комплексе ANSYS AQWA. Корректный расчет относительных малых дрейфовых перемещений двух судов является важной задачей при проектировании системы отгрузки сжиженного газа.

Модельные испытания проводились в закрытом бассейне (рис. 1), в котором создавались колебания с мнимой длиной волны, но с периодом приближенным к истинному. Низкочастотная составляющая колебаний была измерена и отделена от теоретической низкочастотной составляющей волнового поля. Затем были рассчитаны и импортированы в ANSYS AQWA добавочные силы от этих паразитных колебаний (с учетом динамики изменения).

Результаты расчета продольных перемещений (сноса) танкеров (рис. 2) хорошо согласуются с экспериментальными данными. Калибровка математической модели включала корректное описание волнового поля в бассейне и его изменений, связанных с взаимодействием двух близкостоящих судов.

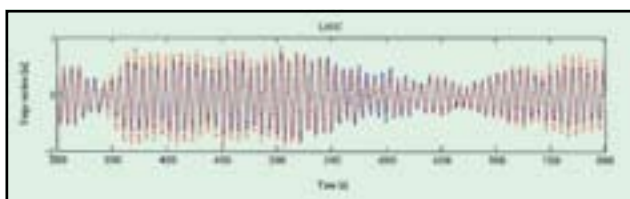


Рис. 2. Продольные смещения танкера

Компания SBM активно использует результаты подобных численных экспериментов при проектировании безопасного оборудования для грузовых операций и разработки перспективных систем швартовки.

Моделирование аварийных ситуаций

Ежегодно более 120 миллионов тонн сжиженного газа транспортируется между 40 газоприемниками и терминалами с регазификаторами, разбросанными по всему миру. В этом процессе задействовано около 130 крупнотоннажных судов. При подобной статистике велика вероятность взрывов и пожаров, а следовательно, и риск для жизни людей и окружающей среды. Для исследования различных сценариев развития ава-

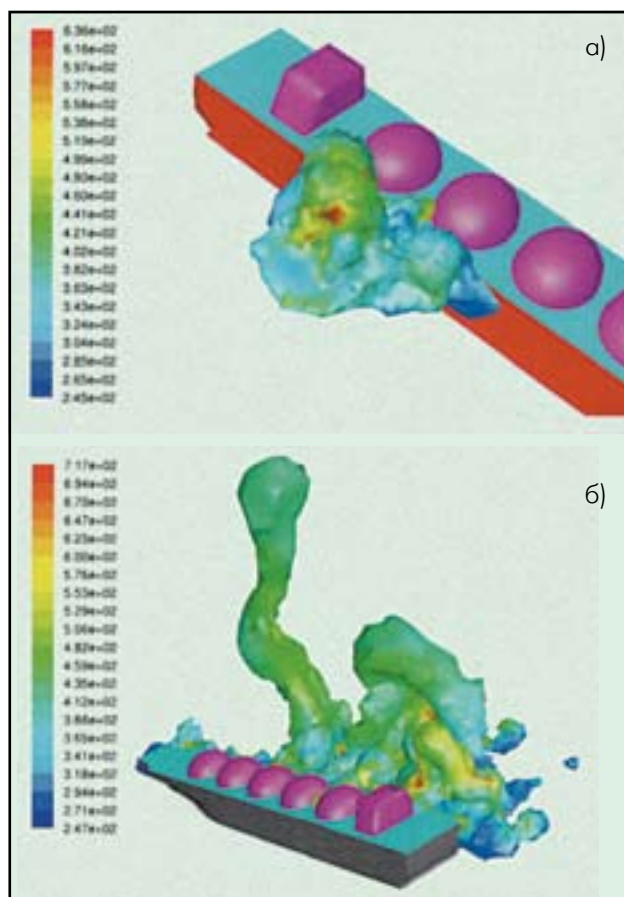


Рис. 3. а) геометрия факела через 2 секунды после воспламенения. Показана изоповерхность минимальной концентрации CO_2 , раскрашенная в зависимости от температуры; б) геометрия факела через 7 секунд

рийных ситуаций, связанных с транспортировкой или хранением природного газа, может быть использован программный комплекс FLUENT.

FLUENT способен моделировать такой сложный процесс, как горение, отслеживая изменения во времени и пространстве параметров течения – давления, скорости, температуры и концентрации реагентов. На рис. 3 показан пример такого расчета.

Во время исследования моделировалась утечка криогенной жидкости из пробоины в танкере и ее растекание по поверхности воды, включая расчет процессов испарения, рассеивания плотных газов, воспламенения и горения. Расчетная область представляла собой полусферу с моделью танкера, “атмосферой” и “океаном”. В качестве граничных условий задавались давление, скорость и температура на соответствующих поверхностях. Основным поражающим фактором в данной задаче было тепловое излучение от горячей смеси, которое может привести к воспламенению объектов. Численное моделирование позволяет измерить температуру в любой точке. Созданная модель может быть легко изменена для решения множества задач с различным параметрами, такими как переменные погодные условия или размеры пробоины. Кроме того, может быть построена и исследована модель любого рельефа местности. Это помогает правильно выбирать место для строительства газовых терминалов и планировать эффективные меры противопожарной безопасности.

Проектирование оборудования для нефтеперегонных заводов

После того, как нефть обнаружена, извлечена и транспортирована, она попадает на нефтеперегонный завод, который, по сути, представляет собой сложную систему трубопроводов, колонн и резервуаров. Нефть является сложной смесью парафиновых, нафтеновых и ароматических углеводородов. Кроме этого, в нефти присутствуют различные органические соединения. Для производства из нефти многочисленных продуктов различного назначения применяют методы разделения нефти на фракции и группы углеводородов, а также изменения ее химического состава. Все это сложные, многоступенчатые процессы.

Petrobras – бразильская государственная нефтяная компания, одна из крупнейших в мире. Начиная с 2000 года компания разрабатывает все проекты с применением методов вычислительной гидродинамики (CFD), которые используются для проектирования новейшего нефтеперегонного оборудования: установок для коксования, вакуумных ректификационных колонн и пр.

С помощью программного пакета ANSYS CFX в исследовательском подразделении CENPES компании Petrobras была усовершенствована конструкция впускного тракта ректификационной колонны, ее вакуумного распылителя, оросителя, а также всего внутреннего пространства. С использованием модели свободной поверхности CFX была оптимизирована конструкция коллекторных поддонов и распределителей жидкости керосиновой и дизельной секций. Пример расчета ректификационной колонны для разделения подготовленной нефти на различные фракции показан на рис. 4.

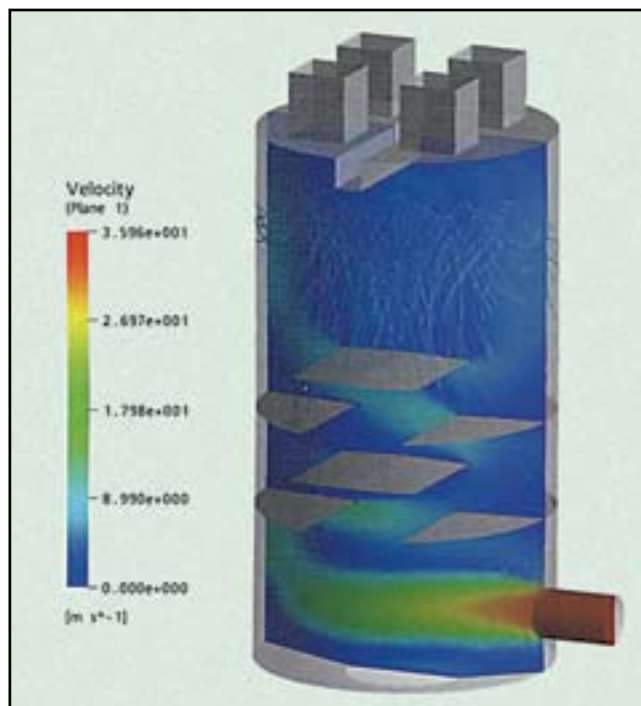


Рис. 4. Ректификационная колонна

Помимо этого CENPES успешно решила еще несколько сложных задач, в которых присутствовали многофазные и многокомпонентные потоки и использовались методы VOF, Эйлера-Эйлера и Эйлера-Лагранжа.

Учитывая полученные положительные результаты, Petrobras планирует расширить практику использования ANSYS CFX для решения разнообразных инженерных задач.

Михаил Ларин, главный специалист, ЗАО "ЕМТ Р"

НОВОСТИ

IBM и Intel открыли центр высокопроизводительных вычислений

Корпорации IBM и Intel объявили об открытии центра высокопроизводительных вычислений (High Performance Computing, HPC), который расширяет возможности функционирующего с июня этого года совместного центра инфраструктурных решений. Новая структура обеспечивает возможность конфигурирования и тестирования ресурсоемких прикладных приложений.

Сочетание технологий IBM и Intel предоставляет пользователям полнофункциональную платформу для тестирования задач в сфере высокопроизводительных вычислений. Для демонстрации в центре представлены гото-

вые инфраструктурные решения компании IBM, а для большего удобства к ресурсам центра обеспечен удаленный Интернет-доступ.

Центр призван компенсировать нехватку квалифицированных кадров, способных работать на высокопроизводительных системах. В созданном центре, помимо прочего, будут проводиться технические семинары, конференции и обучение специалистов.

"Открытие московского центра высокопроизводительных вычислений, третьего в регионе EMEA, подчеркивает высокий уровень сотрудничества между специалистами Intel и IBM, – отметил Каталин Моросану (Catalin Morosanu), менеджер Intel по работе с

IBM в Северной и Восточной Европе. – Компании самых разных отраслей – авиационной, автомобильной, нефтяной, финансовой, а также университеты и системные интеграторы кластерных решений начального и среднего уровней – смогут использовать созданный центр для разработки, настройки и тщательного тестирования своих прикладных систем на серверах, оснащенных новейшими процессорами Intel Xeon. Вклад Intel в этот партнерский проект – наши достижения в области суперкомпьютерных вычислений, выдающаяся вычислительная мощность и энергоэффективные технологии полупроводниковых микроэлектронных компонентов Intel".

Центр расположен в московском офисе IBM и оборудован IBM Cluster 1350, оснащенным самым современным на сегодняшний день четырехъядерными процессорами Intel Xeon 5450, произведенными согласно 45-нанометровому технологическому процессу. Пользователям доступны программные инструменты Intel для кластерных решений с целью обучения и проведения оценки производительности приложений. В своем стремлении поддерживать возможности кластерных вычислений на самом высоком современном уровне компании планируют наращивать мощности центра по мере появления новых передовых технологий.