

Уважаемые читатели!

CADmaster открывает новую рубрику "Очерки и технологии", в которой мы предполагаем обсуждать интересные вас технологии, связанные с проектированием и моделированием.

Присылайте отзывы на опубликованные материалы, предлагайте темы для обсуждения. Специалисты в различных областях машиностроения, строительства, планирования и технологий постараются дать исчерпывающие ответы.

Будущее этой рубрики целиком зависит от вас.

Главный редактор журнала CADmaster
Ольга Казначеева



Долото, готовое к пуску!

Руководитель отдела систем архитектурно-строительного и технологического проектирования компании Consistent Software **Игорь Орельяна:**

Многие из читателей журнала CADmaster прямо или косвенно связаны с нефтегазодобывающей промышленностью. Самое непосредственное отношение к этой отрасли имеет и отдел систем архитектурно-строительного и технологического проектирования: наши специалисты автоматизировали множество проектных организаций и проектно-конструкторских групп, решающих прямые задачи этой индустрии (обустройство месторождений, транспортировка и хране-

ние, переработка и сбыт нефтегазопродуктов). CADmaster неоднократно публиковал статьи на эти темы.

Решая свои узкопрофильные задачи, мы лишь в последнее время стали задумываться над тем, что нам, "строителям", известна только часть информации. Много ли мы знаем, например, о средствах механизации добычи, производстве технологического оборудования и современных средствах проектирования этого оборудования?

Поэтому, когда появилась идея создать рубрику "Очерки и технологии", мы были готовы предложить первую тему: *буровая техника и современные средства ее проектирования*.

По страницам энциклопедий

Известно, что уже 6000 лет назад при постройке пирамид египтяне бурили скважины с помощью трубчатых бронзовых наконечников, в которые, по-видимому, вставлялись алмазы. Древние римляне применяли ложковый бур. В Китае два тысячелетия назад создавали скважины для добычи соляных растворов.

Первые скважины на Руси тоже связаны с добычей рассолов, из которых выпаривалась поваренная соль: близ Костромы соляные промыслы существовали уже в XII веке. Сначала рассол извлекался на поверхность через колодцы, позже — через буровые скважины. Использовались скважины и на соляных промыслах Соликамска, основанных

в XV веке братьями Калинниковыми. Бурение производилось комбинированным (вращательно-ударным) способом на сплошных деревянных штангах.

Развитие бурения и буровых установок связано с именами Леонардо да Винчи, Фовеля, Лешо. В 1844 году Ф. А. Семенов предложил добывать с помощью скважин нефть. В 1848-м ему удалось пробурить на Биби-Эйбате (около Баку) первую в мире нефтяную скважину, но прошло еще два десятилетия, прежде чем этот способ получил широкое распространение. Сегодня бурение применяется во всех областях промышленности и строительства, связанных с землей и землересурсами.

Современные методы проектирования буровой техники

Комментирует специалист по CAD/CAM/CAE-системам Максим Краснов:

Для проектирования бурового оборудования может быть использовано самое разное программное обеспечение — все зависит от сложности проектируемого изделия и требуемой полноты решений.

Весь комплекс задач проектирования и изготовления охватывает, например, система твердотельного трехмерного параметрического моделирования Unigraphics. Система имеет модульную структуру, где каждый модуль отвечает за решение определенной задачи: поверхностное моделирование, проектирование сборок и отдельных деталей, компоновочную увязку агрегатов, выпуск чертежной документации,

расчет массо-инерционных характеристик изделия, прочностной расчет, кинематический и динамический анализ механизмов, создание управляющих программ для станков с ЧПУ (фрезерных, токарных, электроэрозионных), работу с листовым материалом — получение разверток (в том числе неразворачиваемых поверхностей). Кроме того, имеются модули с более узкой специализацией — например, для проектирования трубопроводных систем разного типа и конструкций из типовых профильных элементов.

Все проектирование осуществляется на единой информационной базе: данные мастер-модели распределяются между модулем проектирования и остальными модулями Unigraphics. Геометрия отдельных деталей, являющихся компонентами большой сборки, ассоциативно связывается между собой. Управляя механизмом этой связи, можно объединить концептуальное проектирование и детальное конструирование. Изменения на концептуальном уровне автоматически отражаются на уровне отдельных деталей и в их различных приложениях — расчетных и технологических.

Unigraphics — пример комплексного решения в рамках одной системы. Для автоматизации отдельных этапов проектирования и производства можно предложить другое программное обеспечение.

Система среднего уровня Solid Edge прекрасно справится с задачей эскизного проектирования, конструирования, детализовки, выпуска чертежной документации и подготовки производства. Может служить базой полного цикла разработки изделия от проектирования до изготовления. Прямой интерфейс с ведущими системами CAM и CAE позволяет обеспечить передачу данных для дальнейшего анализа и подготовки производства, устраняя повторное моделирование в этих системах.

Использование программ конечно-элементного анализа

Комментирует специалист по прочностным расчетам и конечно-элементному анализу Сергей Деятов:

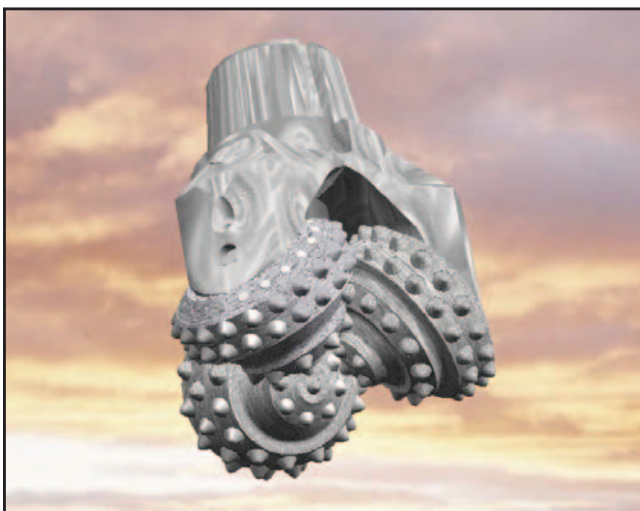
При решении разнообразных задач, встречающихся в инженерной практике, метод конечных элементов используется очень широко: этому способствуют и его универсальность и простота программной реализации, и стремительное развитие вычислительной техники. На основе метода создано множество расчетных программ.

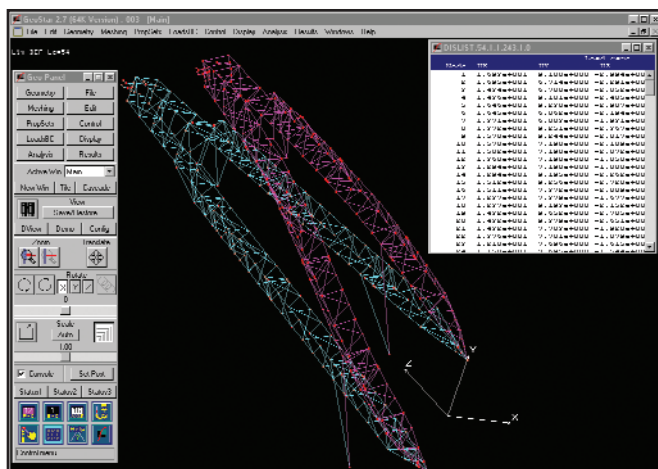
Поскольку расчетчик имеет дело с большим объемом информации (как исходной, так и итоговой, представляющей собой результат расчета), существенными при оценке качества ПО являются характеристики пре- и постпроцессора. Эти характеристики определяют возможности построения расчетной схемы и ее последующего редактирования, скорость создания и качество конечно-элементной сетки. Исключительно важен и инструментарий для обработки результатов.

В воронежское отделение компании Consistent Software обратились представители Волгоградского завода буровой техники — организации, где профессионально занимаются проектированием бурового оборудования (в частности буровых вышек).

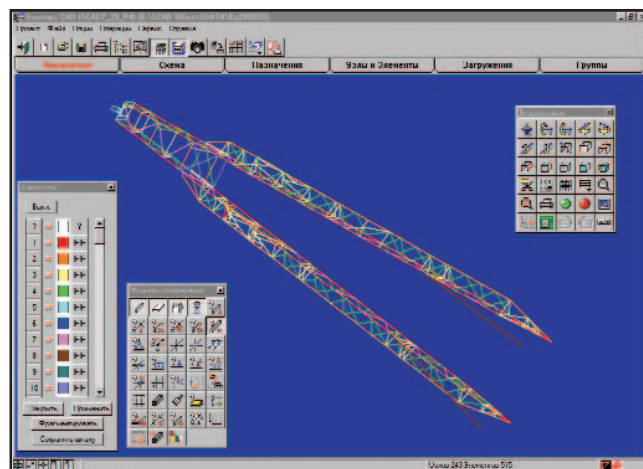
Для расчета стержневых систем, а к таковым относится и буровая вышка, на заводе использовалась программа PARUS, хотя и реализующая метод конечных элементов, но имеющая достаточно скудный интерфейс, не позволяющий предоставить пользователю те удобства, которые обеспечивают современные Windows-приложения. Нет визуализатора и средств контроля параметров расчетной схемы. Не предусмотрена возможность оперативной корректировки данных. Отсутствуют инструменты, облегчающие анализ результатов расчета; нет блока оптимизации конструкции.

Чтобы оценить возможности современных программных комплексов (а в перспективе такой комплекс и приобрести), завод предложил специалистам нашей компании решить ту же задачу, но с

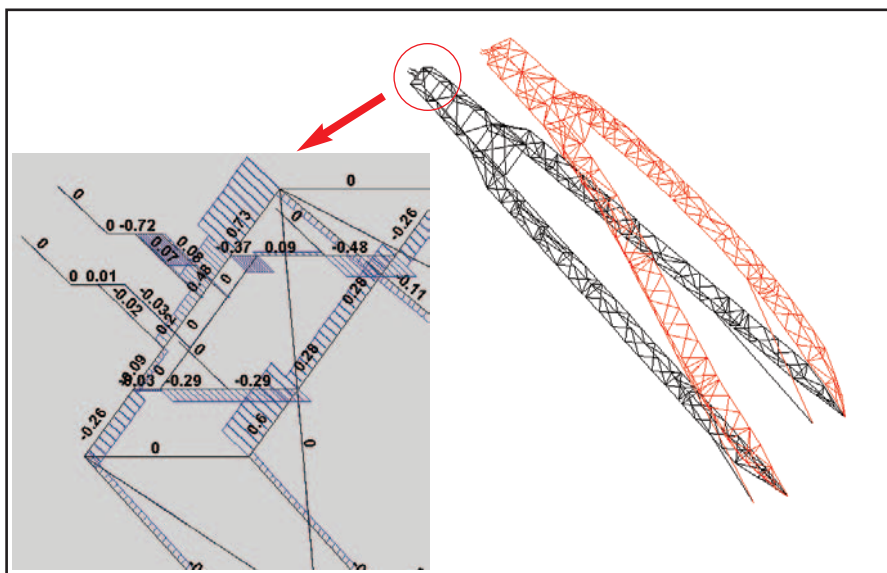




▲ Рабочее окно программы Cosmos/M с результатами расчета: исходная и деформированная форма конструкции, таблица с компонентами узловых перемещений



▲ Интерфейс программы SCAD: исходная геометрия фермы с цветовой идентификацией конечных элементов по жесткостям, панель с цветовой шкалой жесткостей, панели фильтров и визуализации



▲ Исходная и деформированная формы конструкции с эпюрой крутящих моментов (рассчитана в программе SCAD)

помощью другого программного обеспечения.

Из современных программ конечно-элементного анализа были выбраны многоцелевой комплекс Cosmos/M американской компании Structural Research & Analysis Corporation, в основном ориентированный на машиностроительную отрасль, и SCAD – более специализированная программа для расчета и проектирования стальных и железобетонных конструкций (разработчик – киевская фирма "SCAD Group").

Некоторое время ушло на дешифровку табличных данных, полу-

ченных от завода буровой техники. Здесь надо сказать, что PARUS предполагает единственную форму работы: формирование таблиц с данными. В том же виде программа представляет и результаты расчета, которые расчетчик, не мудрствуя лукаво, обрабатывает путем визуального просмотра.

Результаты расчета оказались практически тождественными тем, что были предоставлены заказчиком. Таким образом все три программы (PARUS, Cosmos/M и SCAD) в плане корректности полученного решения примерно равнозначны.

Осталось сравнить возможности пре- и постпроцессора. Результаты приведены в таблице.

Как видим, Cosmos/M и SCAD имеют неоспоримые преимущества перед программой PARUS, во-первых, по широте спектра решаемых задач, а во-вторых, по возможности пре- и постпроцессора. SCAD, как система более специализированная в области анализа строительных конструкций, идеально подходит для пользователей, которые занимаются подробными расчетами.

Руководитель отдела САПР, инженерного анализа, автоматизации производства компании Consistent Software Юрий Чигушев:

Предложенные вашему вниманию современные способы проектирования, конструирования и инженерного анализа уже достаточно широко применяются при разработке нефтепромыслового оборудования и за рубежом, и в нашей стране.

Такие технологии на порядки повышают эффективность проектно-конструкторских работ, но, как показывает опыт нашей компании, и это не предел. Использование современных технологий становится еще более эффективным при организации защищенного архивного хранения электронных документов, разграничении прав пользователей различных служб,

Параметр	PARUS	Cosmos/M 2.7	SCAD 7.29
Подготовка исходных данных	Создание вручную позиционированных массивов данных в виде таблиц.	Использование графической системы, а также возможностей командного языка.	Использование графической системы, а также возможностей текстового представления данных в определенном формате.
Средства визуализации	Отсутствуют.	Возможность присвоения цвета конечному элементу по признаку принадлежности к группе, материалу и совокупности уточняющих параметров ("Real Constant"). Фильтрация геометрических элементов, узлов и конечных элементов путем создания списков.	Разнообразные возможности фильтрации и фрагментации элементов расчетной схемы. Работа со списками узлов и конечных элементов.
Обработка результатов анализа	Отсутствует.	Построение эпюр для стержневых конечных элементов и деформированной конфигурации системы, определение минимальных и максимальных значений.	Построение эпюр для стержневых конечных элементов с оцифровкой и деформированной конфигурации системы, определение минимальных и максимальных значений.
Соответствие нормативным документам РФ	В программе не предусмотрено.	В программе не предусмотрено.	Полное соответствие. Поддерживается разнообразный сортамент металлических профилей; имеется модуль армирования, разработанный на основе рекомендаций СНиП.
Документирование	Вывод результатов в фиксированной форме, визуальная оценка результатов.	Возможность формирования списка необходимой числовой информации, получаемой на выходе. Сохранение графической информации на диске (в том числе и AVI-файлов).	Выделено отдельным пунктом в структуре дерева проекта, позволяет запротоколировать результаты с любой степенью подробности, включая графическую информацию. При необходимости к результатам прилагаются правила их чтения в соответствии с нормативными документами.
Разное	Нет.	Дополнительно: решаются задачи нелинейного деформирования твердых тел по разнообразным моделям, задачи на усталость и динамический отклик, рассматриваются тепловые процессы стационарные и нестационарные. Богатая библиотека двумерных и трехмерных конечных элементов.	Дополнительно: учет динамических нагрузок, расчет на устойчивость, армирование железобетонных конструкций и подбор сечений металлопроката на основе РСУ, моделирование односторонних связей, расчет амплитудно-частотных характеристик при внешнем гармоническом воздействии, учет геометрической нелинейности. Богатая библиотека двумерных и трехмерных конечных элементов.

внедрении систем электронного инженерного документооборота и управления сведениями о проекте или изделия.

Строго говоря, полученные самими современными способами электронные модели изделия и

комплекты конструкторской и проектной документации — это лишь отправная точка для дальнейшей технологической подготовки производства, планово-экономических расчетов, диспетчеризации и управления производством.

Consistent Software располагает всеми необходимыми решениями для организации сквозного цикла технической подготовки производства. Об этих решениях мы рассказывали (и расскажем еще не раз!) на страницах нашего журнала.