

Рис. 1 - Изотопный состав углерода метана изученных проб в сравнении со стандартными значениями природных углеродсодержащих соединений.

Изложенные экспериментальные результаты и развиваемые на их основе предположения представляют ценность в поиске и разработке углеводородных газов в виде самостоятельного источника энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилов Е.Я., Ермаков В.И., Теплинский Г.И. и др. Об изотопном составе углерода метана угольных газов Донбасса // Тез. докладов XI Всесоюзный симпозиум по геохимии изотопов: М., 1986. – С. 82 – 83.

УДК 622.243

Д-р техн. наук А.А. Кожевников,
канд. техн. наук А.К. Судаков,
канд. техн. наук А.А. Пашенко,
инж. А.Ф. Камышацкий
(Национальный горный университет)

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК В КОЛОНКОВОМ СНАРЯДЕ

Розглянута можливість використання комп'ютерної техніки для моделювання поведінки навантаженої бурової колони.

COMPUTER DESIGN OF LOADINGS IN BORING SHELL

The capability of computer-aided engineering is considered for the computer imitation of different components of drill stem on-load.

На сегодняшний день для бурения скважин при разведке и добыче газа метана на угольных месторождениях используются буровые снаряды с колонковым набором. Большое разнообразие предлагаемых вариантов компоновки буровой колонны, затрудняет задачу быстрого и точного их выбора под конкретные условия проводимых работ. Эта задача может быть решена с помощью аналитических расчетов или компьютерного моделирования нагрузок во всей колонне или в отдельных «слабых» участках.

Методы аналитических расчетов громоздки и трудоемки - для расчета каждого нового элемента необходимо по-новому составлять его математическое описание. Эта задача в основном решается в условиях научно-исследовательских институтов и не подходит условий небольшого предприятия.

Для компьютерного твердотельного моделирования используются разработанные и применяющиеся программные системы автоматизированного проектирования и инженерного анализа (CAE). Для расчетов нет необходимости изучать математический аппарат.

CAE (англ. *Computer-aided engineering*) — общее название для программ или программных пакетов, предназначенных для инженерных расчётов, анализа и симуляции физических процессов. Расчётная часть пакетов чаще всего основана на численных методах решения дифференциальных уравнений (метод конечных элементов, метод конечных разностей и др.).

Современные системы автоматизации инженерных расчётов (CAE) применяются совместно с CAD-системами (геометрическое проектирование изделия) (зачастую интегрируются в них, в этом случае получаются гибридные CAD/CAE-системы).

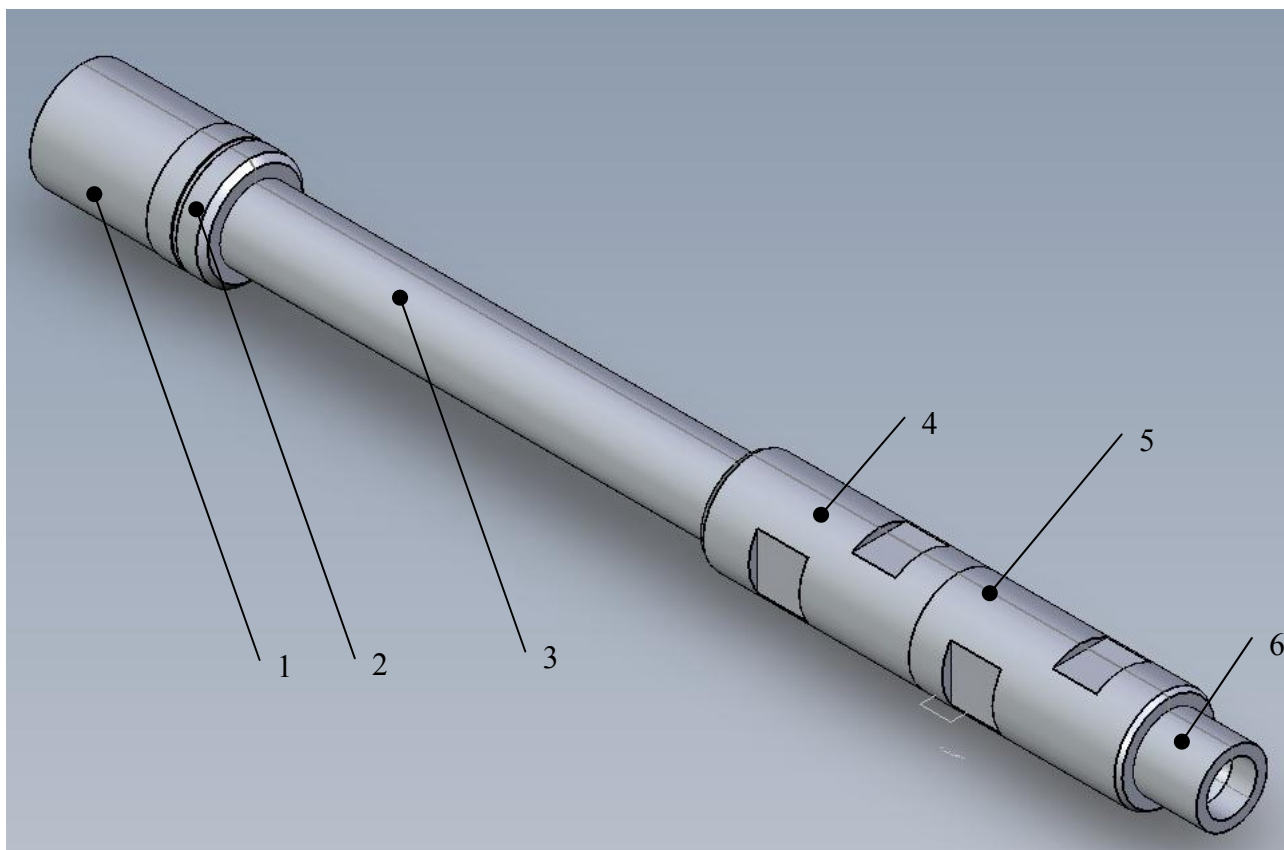
Наиболее распространённые CAE-системы: ANSYS - универсальная система КЭ анализа с встроенным пре-/постпроцессором; MSC.Nastran - универсальная система КЭ анализа с пре-/постпроцессором MSC.Patran и т.д.

Для моделирование нагрузок в соединениях бурильных труб была выбрана средняя по уровню система SolidWorks как наиболее известная и распространенная в нашей стране. Кроме того интерфейс и система конструирования данного пакета интуитивно понятна и доступна для простого пользователя который может овладеть ею в короткое время.

Пакет SolidWorks (CAD) служит программной платформой для различных приложений (CAE). Таким образом, в окне этой программы можно запускать совместимые приложения, разработанные корпорацией SolidWorks как надстройки для SolidWorks. Программы, работающие на платформе SolidWorks: COSMOS/Works — инженерные расчеты; COSMOS/Motion - динамический анализ механизмов; COSMOS/Flow - модуль для анализа поведения жидкостей и газов в широком диапазоне чисел Рейнольдса и т.д. [1].

В качестве базового элемента расчетов была взята часть бурового снаряда включающая в себя бурильные трубы СБТМ-73, муфтозамковое соединение (ниппель и муфта) переходник П2-73/108 и колонковую трубу диаметром 108 мм (рис. 1). В качестве материала бурильных труб была взята сталь марки «К» со следующими механическими свойствами: предел прочности $700 \cdot 10^6$ н/м²; предел

текучести $500 \cdot 10^6$ Н/м²; ударная вязкость 40 Н·м/см²; модуль упругости – $2,1 \cdot 10^{11}$ н/м²; коэффициент Пуассона – 0,28; массовая плотность – 7 700 кг/м³; предел текучести – $6,2042 \cdot 10^8$ н/м². Поведение элемента было промоделировано под осевой нагрузкой 100 000 н на растяжение и сжатие.



1 – колонковая труба; 2 - переходник П2-73/108; 3,6 – бурильные трубы СБТМ-73;
4 – ниппель замка; 5 – муфта замка

Рис. 1 – Фрагмент бурового снаряда

Для исследования деформации конструкции фрагмента буровой колонны и наглядной визуализации эпюр распределения напряжений, а так же перемещения материала был использован модуль COSMOSWorks программной среды SolidWorks. Данный модуль позволяет обеспечивать анализ напряжения, потери устойчивости, оптимизации, а также частотный и термический анализ. Для расчетов используется метод конечных элементов (МКЭ) который в настоящее время является стандартом при решении задач механики твердого тела посредством численных алгоритмов. МКЭ делит модель на много малых частей простых форм, называемых элементами, эффективно заменяющими сложную задачу несколькими простыми, которые необходимо решить совместно (рис. 2).

Абсолютное большинство конструктивных элементов, узлов и конструкций, изготовленных из самых разнообразных материалов, имеющих различную природу, могут быть рассчитаны посредством МКЭ [2].

В результате анализа механических величин (табл. 1) можно получить эпюры напряжения и деформации в исследуемых моделях которые будут выражены в цвете, либо провести зондирование интересующего элемента (рис. 3, 4).

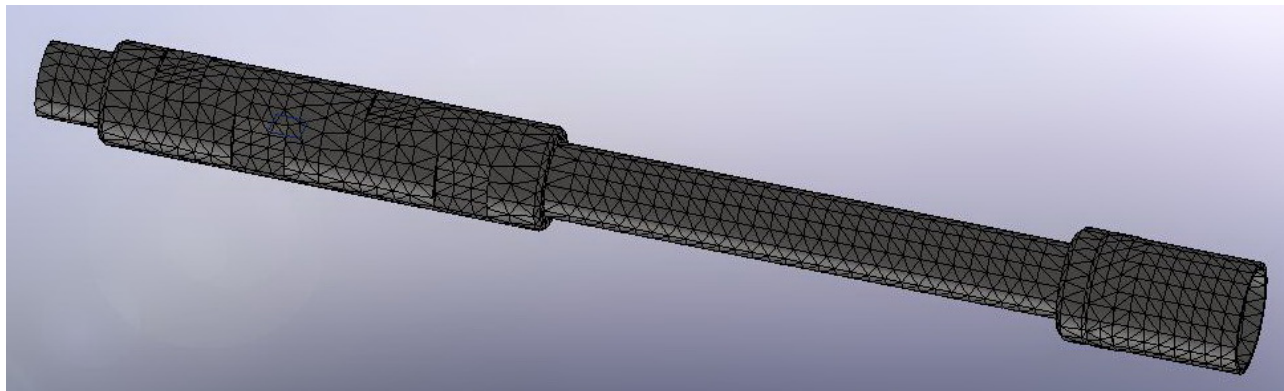


Рис. 2 – Сетка построения элементов методом МКЭ

Таблица 1 - Результаты исследований

Имя	Тип	Мин	Место	Макс	Место
Сжатие					
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	$1,133 \cdot 10^6$ N/m ² Узел: 14704	0,141 m, -0,014 m, -0,002 m	$7,866 \cdot 10^7$ N/m ² Узел: 18333	-0,559 m, -0,045 m, -0,017 m
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	$2,602 \cdot 10^{-6}$ Элемент: 2433	0,048 m, 0,042 m, -0,015 m	0,0003 Элемент: 7349	-0,55 m, -0,046 m, -0,018 m
Растяжение					
Напряжение1	VON: Напряжение Von Mises	451795 N/m ² Узел: 61288	0,141 m, -0,014 m, -0,002 m	$9,218 \cdot 10^7$ N/m ² Узел: 51899	-0,559 m, -0,045 m, -0,017 m
Деформация1	ESTRN: Эквивалентная деформация	$3,428 \cdot 10^{-6}$ Элемент: 26449	0,481 m, -0,044 m, -0,003 m	0,0003 Элемент: 35620	-0,555 m, -0,003 m, 0,049 m

Кроме того COSMOWorks позволяет предоставлять отчеты не только в графическом, но и в печатном виде, в которых указывается: описание, допущения, информация о модели, свойства материала, нагрузки и ограничения, определения соединителей, контакт, информация о сетке, результаты исследования (рис. 5), вывод и т.д. в зависимости от вида исследований. Также возможен анализ коэффициента запаса прочности, который в данном случае составил 8,03.

Как видим точки расположения наибольших напряжений одинаковы как при сжимающих, так и при растягивающих нагрузках (см. табл. 1), таким образом можно с уверенностью сказать, что именно эти зоны являются «слабыми» в рассматриваемом элементе и именно в них произойдет усталостное разрушение материала. Это также подтверждается как аналитическими, так и практически результатами.

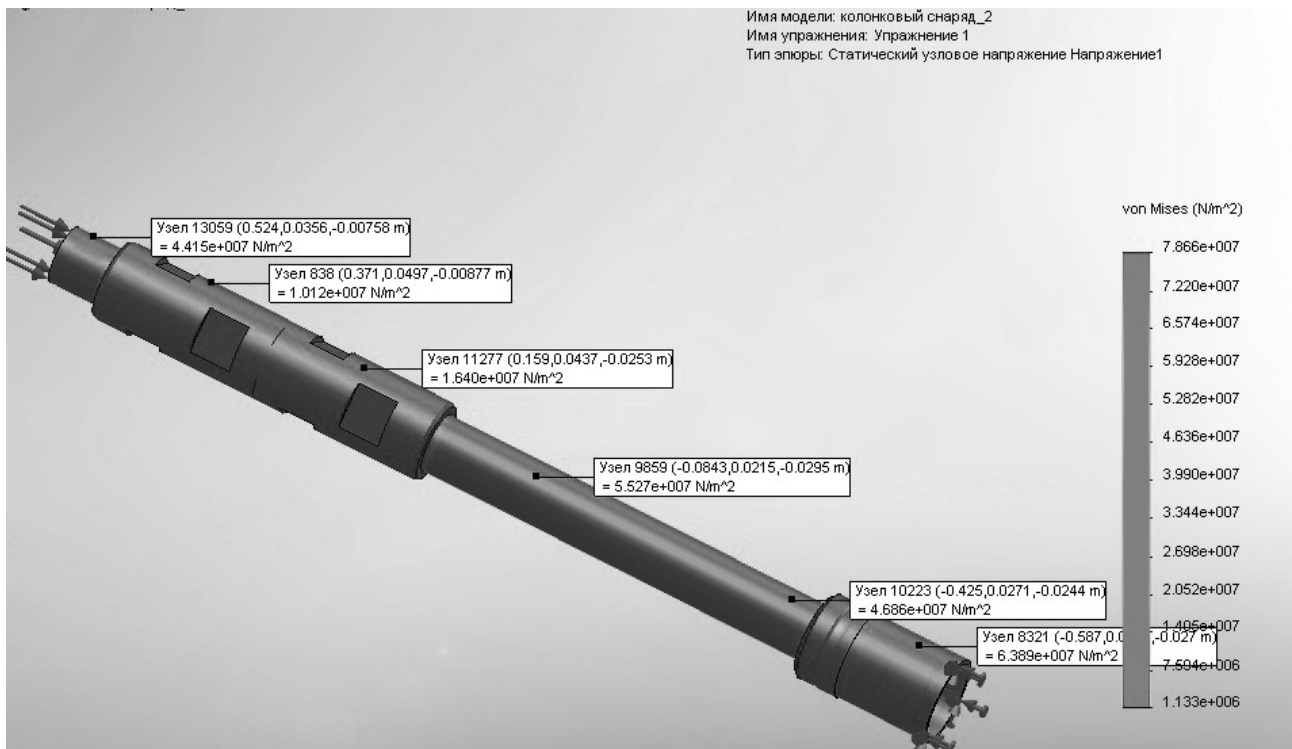


Рис. 3 – Эпюра напряжения бурового снаряда с точками зондирования

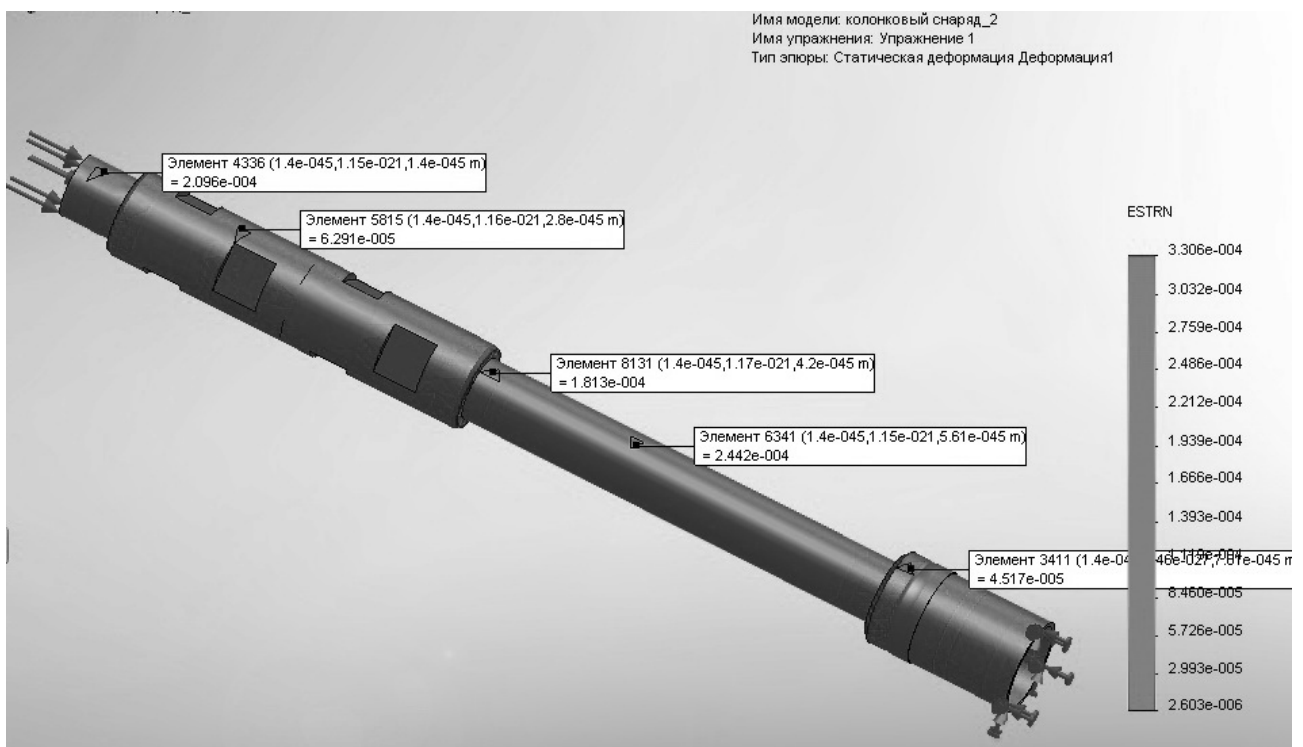


Рис. 4 – Эпюра деформации бурового снаряда с точками зондирования

При расчетах с использованием САЕ методом МКЭ, нужно учитывать неизбежные при любой численной аппроксимации условности и погрешности. Поэтому вопрос соответствия между расчетной моделью и реальностью является, пожалуй, основным при использовании программ анализа. Следовательно, ка-

чество заключений, принимаемых на основе результатов, всецело зависит от квалификации, а также, применительно к расчету на прочность, принципиального знакомства с основами МКЭ [3]. Таким образом, не следует основывать проектные решения исключительно на данных, представленных САЕ. Использовать эту информацию необходимо совместно с экспериментальными данными и практическим опытом. Испытания в условиях эксплуатации должны быть обязательны для утверждения окончательного проекта. Однако в настоящее время системы САЕ помогают значительно уменьшить время анализа, расчета путем уменьшения количества и времени проектирования испытаний в условиях эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алямовский А. А. и др. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике - СПб.: БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
2. Галлагер Р. Метод конечных элементов. Основы: Пер. с англ. - М.: Мир, 1984.
3. Оден Дж. Конечные элементы в нелинейной механике сплошных сред: Пер. с англ. - М.: Мир, 1976.

УДК 622.324:550.8.01

Канд. геол.-минерал. наук А.А. Майборода,
канд. геол.-минерал. наук А.А. Голубев,
канд. техн. наук В.А. Анциферов,
канд. геол.-минерал. наук Л.А. Иванов
(УкрНИМИ НАН Украины)

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЗОНОСНОСТИ УГЛЕВМЕЩАЮЩИХ ТОЛЩ ДОНЕЦКОГО БАССЕЙНА

Розглянуто колекторські властивості вугленосних товщ, розподіл газогенеруючої органічної речовини, умови формування газових родовищ.

GENETIC FEATURES OF GAS PRESENCE IN COAL MEASURES OF THE DONETS BASIN

Reservoir properties of coal measures, distribution of gas-generating organic matter, conditions of gas field formation are considered.

Оценка потенциала генерации углеводородных газов во всей толще угленосных формаций Донбасса - актуальная проблема, необходимость решения которой постоянно возникает при определении источников газообильности горных выработок и при геологоразведочных работах, направленных на добычу метана.

Однако, невзирая на то, что Донбасс рассматривается не только как угольный, но и как газоносный регион, газоносность угольных пластов которого изучена детально, недостаточно уделялось внимания исследованию газоносности всех вмещающих пород [1]. Исключением являются песчаники, обладающие высокими гранулярными коллекторскими свойствами, перспективные по со-