

$$\begin{cases} \mu_{Zn_3} \approx \bar{Zn}_3 = \frac{1}{45} \cdot \sum_{m=1}^{45} Zn_{3m}, \% \\ \sigma_{Zn_3} \approx S_{Zn_3} = \sqrt{\frac{1}{44} \cdot \sum_{m=1}^{45} (Zn_{3m} - \bar{Zn}_3)^2}, \% \end{cases}$$

Интервал значений возможных изменений цинкового эквивалента  $[Zn_3] = \bar{Zn}_3 \mp 3S_{Zn_3}$

Сопоставление рассчитанного таким образом интервала значений  $[Zn_3]$  с диаграммой Cu-Zn позволяет прогнозировать фазовый состав металла – как на промежуточных стадиях обработки, так и в готовом изделии. Проведенные исследования позволили скорректировать требования для сплава ЛМцА 58-2-1 для получения стабильной двухфазной ( $\beta + \alpha$ )-структуры, обеспечивающей требования ТУ.

#### **Критерии применимости углеводородных растворителей для удаления асфальтено-смолопарафиновых отложений**

Турукалов М.Б.

*Кубанский государственный технологический университет,  
Краснодар, Россия*

Образование асфальтено-смолопарафиновых отложений (АСПО) – одна из проблем, с которой нефтяники сталкиваются повсеместно на протяжении всей истории нефтедобычи. В настоящее время проблема усугубляется увеличением в общем объеме добычи доли разработки трудноизвлекаемых запасов тяжелой нефти и вступлением многих месторождений в позднюю стадию разработки. Тем не менее, арсенал методов предотвращения и удаления АСПО за последние 30-40 лет существенных изменений не претерпел. Обработка углеводородными растворителями была и остается широко применяемым методом, позволяющим качественно очищать насосно-компрессорные трубы (НКТ) скважин и удалять отложения, образующиеся в призабойной зоне пласта (ПЗП). В то же время сам метод и применяемые растворители не являются универсальным решением проблемы АСПО, поэтому существует необходимость уточнить границы применимости данной технологии, а также обозначить наиболее важные требования к растворителям для промывки НКТ и обработки ПЗП.

В состав АСПО входят асфальтены, парафины, смолы и механические примеси (частицы горной породы, окалина), а также некоторое количество воды и нефти, содержащиеся в порах отложений. Прямое участие в образовании АСПО принимают асфальтены и парафины, смолы непосредственно в процессе не участвуют, но откладываются вместе с асфальтенами [1]. В практике нефтедобычи все множество органических веществ, входящих в состав АСПО, часто называют парафинами, что на самом деле неверно. Парафины неполярны и неароматичны, неспособны к самоассоциации, растворяются в легких алканах и кристаллизуются при охла-

ждении. В свою очередь, асфальтены являются наиболее полярными и ароматичными компонентами нефти, склонны к самоассоциации даже в сильноразбавленных растворах, нерастворимы в алканах и не кристаллизуются при охлаждении.

Парафины образуют отложения в результате классического фазового перехода жидкость-твердое, инициируемого снижением температуры ниже точки помутнения нефти. В условиях скважины данный переход протекает на свободной поверхности (порода пласта, НКТ, мехпримеси, частицы асфальтенов) [3]. Причинами образования асфальтеновых отложений являются кислотные обработки, закачки  $CO_2$ , нагнетание в пласт сжиженных углеводородных газов, значительное снижение давления и разгазирование нефти, применение термических методов добычи нефти [4, 5].

Ранее было показано [6], что при исследовании проблемы АСПО на отдельно взятом месторождении необходимо уделять внимание таким показателям как тип отложений (парафиновый, асфальтеновый или смешанный), межочистной период и дебит скважины. Перечисленные показатели были приняты в качестве базовых критериев, на основе которых была разработана фрактальная классификация случаев образования АСПО. На основании данных критериев применение углеводородных растворителей технологически оправдано и экономически эффективно в случае парафиновых и смешанных типов отложений – для скважин с МОП, исчисляющимся несколькими неделями. В случае образования асфальтеновых отложений единственным методом, позволяющим полностью очистить НКТ, является промывка углеводородными растворителями [1], что существенно снижает технико-экономические показатели скважин с небольшим МОП. Образование АСПО в призабойной зоне пласта является специфической проблемой не только из-за того, что удалять эти отложения возможно лишь углеводородными растворителями, но и из-за ряда дополнительных требований к растворителям, о чем будет сказано ниже.

Известно, что удаление АСПО органическими растворителями является комплексным процессом, включающим растворение и диспергирование, протекающие параллельно. Компоненты АСПО, обладают различной растворимостью в разных классах углеводородов, что необходимо учитывать при подборе состава растворителя для обработки скважины, и в особенности для обработки ПЗП.

Существуют различные технологические приемы [7] очистки растворителями насосно-компрессорных труб скважин от АСПО. Часть из них подразумевает создание той или иной циркуляции растворителя в скважине, то есть проведение

промывки в динамических условиях. При таком варианте преобладание диспергирования асфальтенов над истинным растворением не является серьезным недостатком, так как циркуляция предотвращает осаждение диспергированных асфальтенов. Еще одним преимуществом динамического режима очистки НКТ является сочетание физико-химического и механического воздействия на отложения.

Статический режим обработки (заполнение насосно-компрессорных труб остановленной скважины растворителем) вводит дополнительные требования. Растворитель должен:

- обеспечивать преобладание истинного растворения АСПО над диспергированием и осаждением;
- противодействовать агрегации и седиментации диспергированных частиц отложений.

Проведение очистки призабойной зоны пласта от АСПО требует точного установления состава отложений и подбора растворителя, способного полностью их растворять. Так, например, диспергирование и осаждение асфальтенов в порах пласта растворителем, в составе которого преобладают алкановые углеводороды, может вызывать значительное снижение проницаемости пласта.

#### **Выводы:**

- 1) Описаны некоторые особенности парафинов асфальтенов и смол, приведен механизм их отложения.
- 2) На основе разработанной ранее классификации, определен перечень случаев образования АСПО, в которых рекомендовано применение углеводородных растворителей.
- 3) Приведены критерии применимости и потенциальной эффективности углеводородных растворителей для удаления АСПО.
- 4) Показано, что подбор растворителя необходимо осуществлять с учетом состава отложений и технологической схемы его применения на месторождении.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

- 1) Mansoori G.A. "Asphaltene Deposition and its Control" an Internet publication <http://tigger.uic.edu/~mansoori/Asphaltene.Deposition.and.Its.Control.html>
- 2) Чеников И.В. Химия и физика нефти (Равновесные структуры в нефти и нефтепродуктах): Учебное пособие/Кубан. гос. технол. ун-т. – Краснодар: Изд. КубГТУ, 2004. – 86 с.
- 3) Тронов В.П. Механизм образования смолопарафиновых отложений и борьба с ними. – М.: Недра, 1970. – 192 с.
- 4) Pacheco-Sanchez J.H. and Mansoori G.A. "In Situ remediation of heavy organic deposits using aromatic solvents" Proceedings of the 5th Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference and Exhibition, SPE Paper № 38966, 13p, 1997.
- 5) Speight, J.G. (1994) In: Asphaltene constituents and Asphalts. I. Developments in Petroleum Science, Chapter 2, 40a, T.F. Yen and G.V. Chilingarian (eds), Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.

- 6) Турукалов М.Б., Строганов В.М. Критерии подбора методов предотвращения и удаления асфальтено-смоло-парафиновых отложений. Интервал № 6 (89) 2006 С. 62-66.
- 7) Головки С.Н., Шамрай Ю.В., Гусев В.И. и др. Эффективность применения растворителей асфальтосмолопарафиновых отложений в добыче нефти. – М.: ВНИИОЭНГ, 1984. – 67 с.

#### **«Алгоритм Куполов» и принцип «модуляции-37» как основа методики исследования пространственных размерно-пропорциональных структур древнейших сооружений**

Шаталов А.А.

*Ростовская государственная академия архитектуры и искусства*

Выявление примененных пропорций и мер - классическая тематика в археологических и исторических исследованиях, в том числе в исследовании архитектурных памятников, причем особенный интерес со времен античности и до наших дней привлекает исследование пропорций. В связи с этим можно как минимум упомянуть имена Витрувия, Л.Б. Альберти, Э. Виолле-ле-Дюка, О. Шуази, А. Цейзинга, М. Гика, Э. Месселя, Н. Н. Брунова, Д. Хембиджа, Б. П. Михайлова, И.В. Жолтовского, Н.Н. Владимировой, Б.А. Рыбакова. Предлагаемые вниманию тезисы посвящены результатам 12-летних исследований, выполнявшихся автором в этой же области. Оригинальность примененного нами подхода состоит в системном изучении пропорциональных и мерных характеристик, основанном на целочисленности и осуществляемом во взаимодействии с особыми числовыми архетипами. Такие архетипы являются членами алгоритмического ряда, выявленного и обоснованного автором в результате сопоставления некоторых сакральных числовых рядов традиционных культур. Это священные числа «далха» тибетской мифологии; числа дней луны, посвященных китайскому божеству Лу Бань, покровителю плотников и строителей; и канон количества куполов храма в православии (1, 2, 3, 5, 7, 9, 13), откуда и возникло название «Алгоритм Куполов» (АК). Из сказанного следует культурологическая универсальность выявленного нами алгоритмического ряда как минимум на евразийском континенте, однако о времени и месте его появления окончательных выводов пока сделать нельзя. Необходимо особо отметить естественнонаучное содержание АК, сводящегося в результате простых процедур к последовательности, адекватной числам известного в истории астрономии правила Тициуса-Боде. АК получил дополнительное подтверждение при сопоставлении с сакральным числом 37 до-буддистского культа в Мьянме (37 - 11-й член ряда АК). К настоящему времени методика, основанная на «модуляции-37», применена автором для опосредованного обмера нескольких древнейших архитектурных комплексов (Стоунхендж, Гизе, Вавилон, Милет, Афинский Акрополь и другие). В качестве базовой единицы применялся фут. В результате проведен-