

УДК 559.982:543.42.062

## ПРИМЕНЕНИЕ ИК-СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ КИНЕТИКИ ИСПАРЕНИЯ ПЛАСТОВОГО ФЛЮИДА ИЗ ПОР ГОРНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ЕЁ ХРАНЕНИИ

Донец А.А., Муравьёв П.М., Пахомов П.П.  
Тверской государственный университет, Тверь

**С помощью метода ИК-спектроскопии изучена кинетика испарения пластового флюида при хранении бурового шлама. Приведена схема расчёта начального значения концентрации нефти в горной породе. Показана практическая значимость настоящих исследований при изучении образцов шлама и керна в стационарных лабораториях.**

Для количественного определения насыщения горных пород пластовыми флюидами (нефтью, газоконденсатом и т.д.) в стационарных петрофизических лабораториях возникает вопрос о достоверности результатов измерений. Проблема заключается в том, что при хранении образцов имеет место частичное испарение пластового флюида из порового пространства бурового шлама. Так как при перевозке горных пород из полевых лабораторий в научные институты и центры геохимических исследований проходит достаточно много времени, то оператор фиксирует заниженные значения концентрации нефти или газоконденсата. Поэтому, при исследовании таких образцов достаточно сложно выделить полезный пласт.

Целью настоящей работы являлось изучение кинетики испарения пластового флюида при хранении горной породы с помощью ИК-спектроскопии. Проведённые нами исследования позволили существенно повысить точность измерения концентрации пластового флюида, содержащегося в буровом шламе.

### Методика проведения эксперимента

#### Методика определения концентрации пластового флюида в буровом шламе

Для изучения кинетики испарения пластового флюида при хранении горной породы использовали ИК-анализатор нефтебитумосодержания АН-2 (Россия, Тверь) [1]. Основной составной частью анализатора является ИК - концентратор. Этот прибор фиксирует интенсивности рабочего ИК-излучения с максимумом на частоте  $\nu=2930 \text{ см}^{-1}$  (вызывает валентные колебания метильных и метиленовых группировок в молекулах парафинов, нафтенов и в боковых цепях ароматических) и опорного ИК-сигнала с частотой  $\nu=3300 \text{ см}^{-1}$  (характеризует уровень спектрального фона), а затем вычисляет отношение этих величин.

$$S = \frac{I_{\text{раб.}}}{I_{\text{опор.}}} \quad (1)$$

В память прибора заложена внутренняя калибровочная кривая, позволяющая определить концентрацию анализируемого вещества,  $C$ ,  $\text{мг/см}^3$ .

Содержание нефти или газоконденсата в образцах горных пород определяли по следующей схеме:

- на аналитических весах взвешивали 0,5 г бурового шлама;
- с помощью экстрактора, входящего в комплект анализатора АН-2, из порового пространства горной породы выделяли пластовый флюид;
- определяли содержание нефти в исследуемом экстракте -  $m_э$ , мг:

$$m_э = C \cdot V, \quad (2)$$

где  $V$ -объём растворителя, который использовали для проведения экстракции,  $\text{см}^3$ ;

$C$  - концентрация нефти в экстракте, установленная с помощью ИК-анализатора АН-2.

- по формуле (3) находили концентрацию нефти в 1г горной породы,  $Q$ ,  $\text{мг/г}$ :

$$Q = \frac{m_э}{m_n}, \quad (3)$$

где  $m_n$  – масса навески исследуемой породы, г [2].

#### Методика изучения кинетики испарения нефти при хранении бурового шлама

Кинетический эксперимент проводили следующим образом:

- в фарфоровой ступке измельчали высокопористый слабосцементированный песчаник;
- методом фракционного анализа отбирали буровую шлам со средним диаметром зерна 3 мм;
- взвешивали три навески измельчённой породы массой 10 г;
- приготовленные, таким образом, образцы насыщали лёгкой нефтью Зайкинского месторождения, газоконденсатом Уренгойского место-

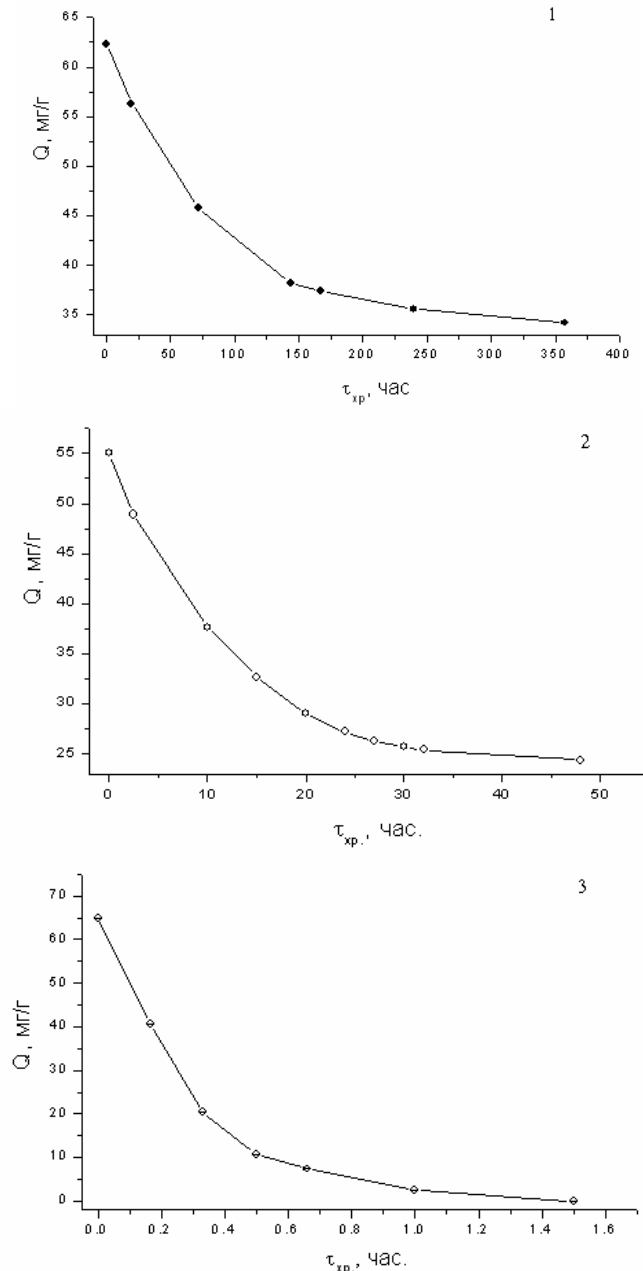
рождения и нефтью средней плотности Тавлинского месторождения;

- насыщение образцов проводили под вакуумом ( $p \sim -0,8 \text{ kgf/cm}^2$ ) в течение 3 суток;
- песчаник хранили при комнатной температуре ( $20 < t < 25 \text{ }^\circ\text{C}$ );
- через определённые промежутки времени экстрагировали пластовый флюид, проводили изме-

рение на ИК-анализаторе АН-2 и находили содержание нефти или газоконденсата в горной породе.

#### Результаты и их обсуждение

В результате проведённого эксперимента были получены кинетические кривые (см. рис.1), характеризующие изменение остаточной нефтенасыщенности бурового шлама при его хранении.



**Рисунок 1.** Кинетические кривые десорбции нефти средней плотности (1); лёгкой нефти (2) и газоконденсата (3) из пор песчаника

Для того, чтобы интерпретировать результаты настоящих исследований, необходимо ввести определение полной скорости испарения пластового флюида из порового пространства горной породы -  $w$ , мг/час. Под этим термином будем понимать изменение концентрации  $Q$  при испарении вмещающего флюида из пор образца за время его хранения -  $t_{xp}$ , час.:

$$w = \frac{Q_1 - Q_2}{t_{xp}} \quad (4).$$

На основе результатов настоящих исследований было установлено, что скорость испарения зависит от природы вещества, содержащегося в исследуемой породе, т.е. чем меньше плотность вмещающего флюида, тем выше скорость его

испарения из пор бурового шлама (см. табл.1). Наблюдаемый эффект можно объяснить тем, что лёгкие фракции нефти и газоконденсат обладают высокой летучестью, проницаемостью, интенсивно испаряются с поверхности образца и не образуют устойчивых комплексов с частицами бурового шлама. Тяжёлая вязкая нефть диффундирует во внутренние поры горной породы, взаимодействует с буровым шламом и формиру-

ет связанную, неподвижную нефть [3]. Неподвижная нефть не подвергается десорбции при хранении образца.

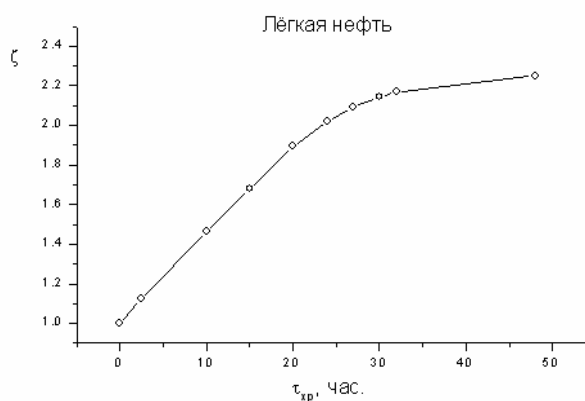
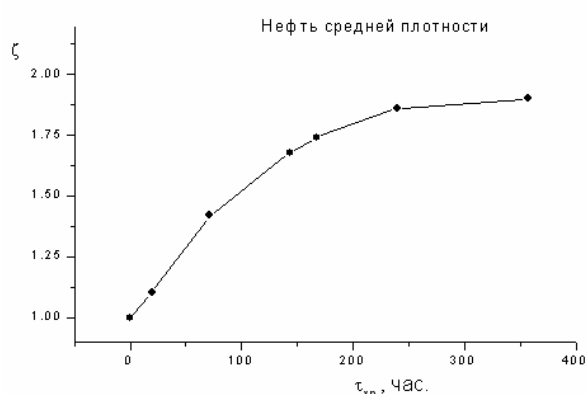
Высокая скорость испарения лёгких пластовых флюидов способствует существенному сокращению времени хранения горной породы и более интенсивному протеканию сушки образца (см. табл.1).

**Таблица 1.** Сравнительная характеристика кинетики испарения газоконденсата, лёгкой нефти и нефти средней плотности при хранении песчаника

Сравниваемый параметр	Тип пластового флюида		
	Нефть средней плотности	Лёгкая нефть	Газоконденсат
Начальная концентрация - $Q_1$ , мг/г	62,3	55	65,0
Остаточная концентрация пластового флюида, измеренная после - $Q_2$ , мг/г	34,2	24,4	2,5
Интенсивность испарения пластового флюида из пор образца $\zeta = \frac{Q_1}{Q_2}$	1,9	2,3	25,9
Полная скорость сушки горной породы - $w$ , мг/час.	0,08	0,64	4,21
Время проведения эксперимента - $t_{xp}$ , час.	358	48	1,54

На рис.2 представлены зависимости интенсивности испарения нефти от времени хранения бурового шлама. Из рисунка (2) следует, что если в породе содержится лёгкая нефть, то кривая

выходит на насыщение при  $\zeta \rightarrow 2,3$ , а если поры образца заполнены нефтью средней плотности, то данный эффект наблюдается при  $\zeta \rightarrow 1,9$ .



**Рисунок 2.** Интенсивность испарения нефти средней плотности и лёгкой нефти при хранении песчаника

Графические зависимости, приведённые на рис.2, можно использовать для расчета начального значения концентрации нефти в горной породе. Для этого необходимо определить  $Q_t$  при фиксированном времени хранения шлама -  $\tau$ , по кривой найти  $\zeta_t$ , а затем рассчитать  $Q_1$ :

$$Q_1 = Q_t * \zeta_t \quad (5)$$

Таким образом, полученные нами результаты кинетического эксперимента, позволяющие нивелировать ошибку, связанную с испарением вмещающего флюида из пор образца, и существенно повысить точность и достоверность исследований бурового шлама в стационарных лабораториях.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Муравьев П.П., Донец А.А., Наймушин В.Н., Чебанов С.Н. //Картаж-ник. 2005. Вып. 5-6. №132-133. С. 125-145.
2. Донец А.А., Муравьев П.П., Пахомов П.М. //Нефтехимия. 2006. Т.46. №3.
3. Иванова М.М., Чоловский И.П., Брагин Ю.И. Нефтегазопромысловая геология. – М.: Нефтяно-Газовый Бизнес-центр, 2000. – 414с.

**KINETICS OF THE EVAPORATION PLASTOVOGO FLYUIDA FROM TIMES  
OF THE MOUNTAIN SORT UNDER HER KEEPING**

Donets A.A., Muravev P.M., Pachomov P.P.  
*Tver state university, Tver*

Kinetics of the evaporation plastovogo flyida is studied By means of IR-spetrometry at keeping mountain sort. The brought scheme calculation initial importance of the concentration to oils in mountain sort. It Is Shown practical value persisting studies at study sample mountain sort in stationary laboratory.