

УДК 532.546

ПАНАХОВ Г.М.

ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ЖИДКОСТЕЙ *

Известна взаимосвязь гидравлических и электрических явлений при течении жидкостей в капиллярно-пористом теле пласта, которая обусловлена действием поверхностных молекулярных и электрических сил на контакте порода-жидкость [1,2].

Необходимо отметить, что проявляющийся потенциал, безусловно, сильно зависит от природы поверхности контактирующих фаз.

Вполне естественно предположить, и по-возможности подтвердить исследованиями, что скорость течения жидкости и ее направление непосредственно зависят от электрокинетического потенциала.

Для изучения вышеизложенных явлений нами проведены лабораторные экспериментальные исследования.

Исследования проводили на экспериментальной установке, включающей следующие основные элементы: источник высокого давления (1), емкость для жидкости (2), фильтрационная колонка ($d = 16 \cdot 10^{-3}$ м, $L = 215 \cdot 10^{-3}$ м) (3), образцового манометра (4), электропотенциометра У5-7 (5), электроды из графита (6), установленные на входе и выходе трубки (пористой среды), измерительные емкости (7), краны (8) и микроредукторы (9) (рис.1).

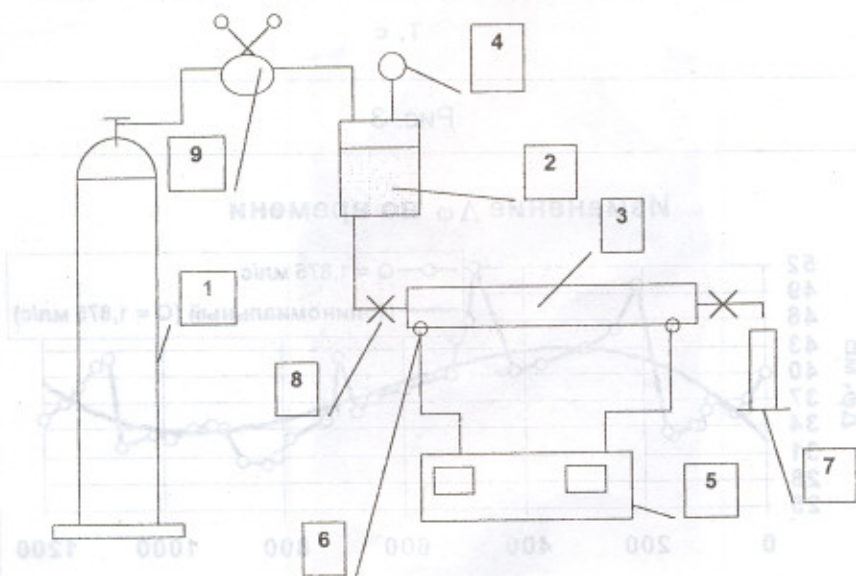


Рис.1. Схема экспериментальной установки

* Работа выполнена по предложению академика А.Х.Мирзаджанзаде



Рис. 2



Рис. 3





Рис. 2

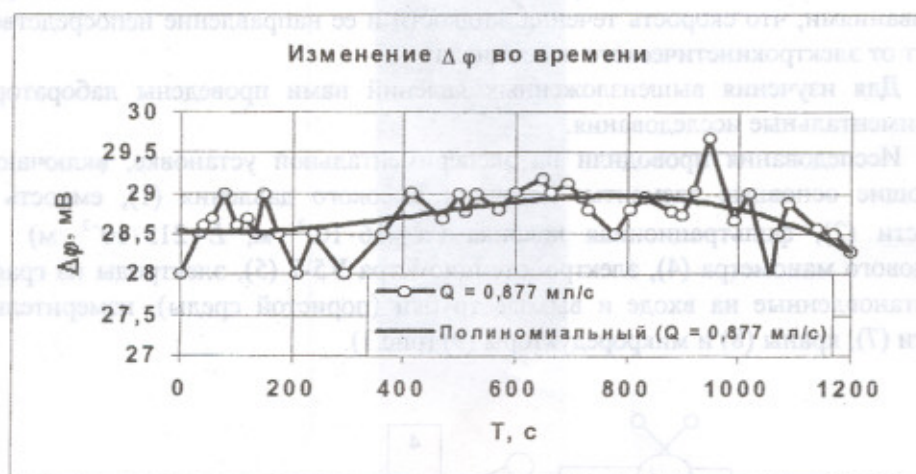


Рис. 3



Рис. 4

Эксперименты проводились в следующей последовательности. Емкость (2) и трубка (пористая среда) (3) последовательно заполняются и насыщаются исследуемой жидкостью.

С помощью источника давления (1) в емкости создавалось определенное давление, которое поддерживалось на заданном уровне при помощи редуктора (9). При открытии крана (8) осуществлялась транспортировка воды добавкой 0,05% бентонитовой глины и трансформаторного масла через трубки и через пористую среду. При этом наблюдалось изменение потенциала протекания во времени при постоянном расходе жидкости.

Электропроводность для воды с добавкой 0,05% бентонитовой глины и трансформаторного масла соответственно составляла - 0,27 миллисименс и 0,02 микросименс. На рис. 2-4 приведены кривые зависимости $\Delta\varphi(t)$ для воды + глина при различных перепадах давления.

Как видно из кривых, образование потенциала в жидкости при стационарных режимах носит нестационарный характер. Причем колебания образования потенциалов носят регулярный характер. С целью оценки однородности периодов этих колебаний были проанализированы экспериментальные кривые (рис.2-4), путем расчета критериев Стьюдента.

Полиномиальные зависимости 3-й порядка для кривых, представленных на рис.2, 3, 4 соответственно показаны на рисунках кривыми 2. Для этих кривых производились расчеты при различных степенях свободы и выбранных отрезков. В результате установлено, что процессы накопления и выноса заряда по начальным и конечным точкам происходят неравномерно.

Одним из параметров, характеризующих колебательные процессы, идущие в системе, является $(A\omega^2)$ определяющий инерционность системы, где:

A - амплитуда колебаний;

ω - частота колебаний;

A - имеет размерность длины; ω - времени.

Методика оценки параметров этих процессов включает следующие этапы:

1. Кривые зависимостей $\Delta\varphi$ от t разбивается на несколько интервалов и в пределах каждого интервала определяется средним значением потенциала протекания $\Delta\varphi_{\varphi}$.
2. По полученным значениям $\Delta\varphi_{\varphi}$ проводится прямая линия, соответствующая среднему значению разности потенциалов для всей кривой.
3. По основным пикам кривой производится осреднение зависимости (на рисунках - пунктирная линия).
4. Определяются амплитуды колебаний осредненной зависимости для каждого пика - A_i .
5. Определяется среднее значение амплитуды $A_{\varphi} = \frac{\sum_{i=1}^n a_i}{n}$, где n - количество пиков.
6. Определяется среднее значение частоты на всем протяжении осредненной зависимости ω_{φ} .

7) Определяется зависимость между амплитудой колебания и частотой. Результаты расчета кривых на рисунках 2-4 по вышеуказанной методике представлены в таблице 1.

Как видно из полученных результатов показатель инерционности в зависимости от скорости потока нарушается.

Далее исследована корреляция между потенциалом протекания и расходом жидкости. Были сняты показания потенциала протекания с одновременной фиксацией расхода жидкости во времени.

В качестве жидкости была использована вода с добавками бентонитовой глины в количестве 0,02% (электропроводность этой системы составляла - 0,20 миллिसименс), причем во время экспериментов поддерживалась гомогенность используемого раствора. Результаты этих исследований показаны на рис.5

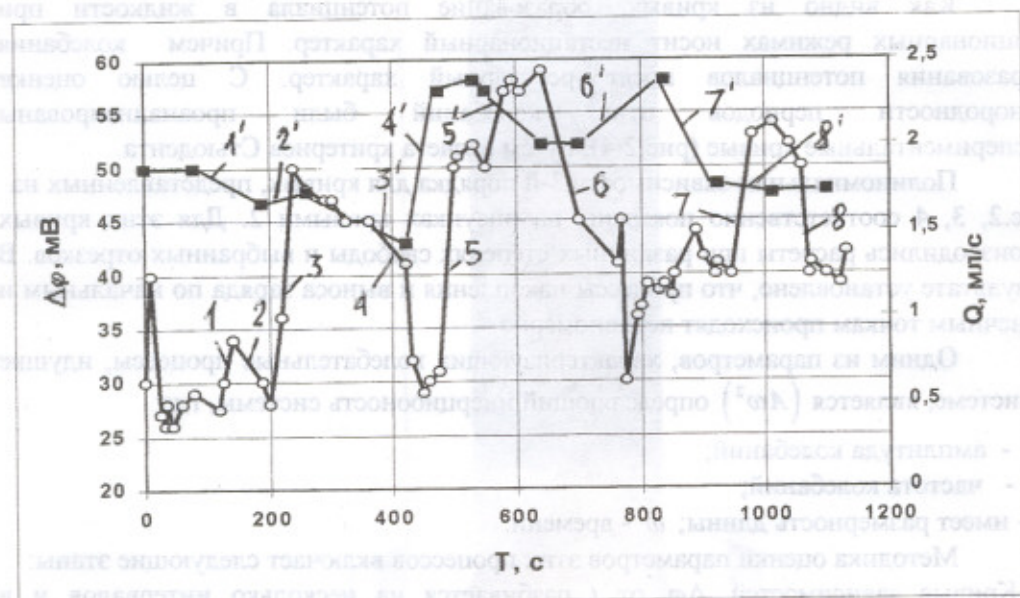


Рис.5

Анализ этих зависимостей показывает, что электропотенциал при течении жидкости коррелируется с изменением ее расхода в системе.

На рис.5. эта тенденция показана соответствующими цифрами (1,1', 2,2', т.д.). оценка коэффициентов корреляции $\Delta\phi \sim Q$ приводится в табл.2, из которой видно, что максимальное значение соответствует сдвигу в 11 точке.

Далее проведены исследования по фильтрации жидкости в разных направлениях геомагнитного поля на моделях нефтяного пласта.

В процессе экспериментов имелась возможность изменения направления фильтрационной колонки в горизонтальной плоскости.

Эксперименты проводились в следующей последовательности. Емкость (2) и пористая среда (3) соответственно заполнялись и насыщались трансформаторным маслом. С помощью источника давления (1) в емкости создается давление, которое поддерживается на заданном уровне при помощи редуктора (9). При открытии крана (8) осуществлялась фильтрация трансформаторного масла через пористую

среду. При этом наблюдали за изменением потенциала протекания по геомагнитным направлениям, без экранирования экспериментальной установки. Неоднократная смена положения фильтрационной колонки подтверждает, что потенциал протекания существенно зависит от направления фильтрации.

На рис.6. приведены кривые зависимости полученных результатов. Как видно из данных потенциал протекания увеличивается в направлении Юг-Север.



Рис. 6

Таблица 1.

№	Q = 0,643 мл/с			Q = 0,877 мл/с			Q = 1,875 мл/с		
	A	ω	$a\omega^2$	A	ω	$a\omega^2 \times 10^4$	A	ω	$a\omega^2 \times 10^4$
1	1,3	0,0111	0,00016	0,5	0,01	5	7	0,0077	4,1
2	1,1	0,0125	0,00017	0,5	0,010	5	7	0,0077	4,1
3	0,7	0,0154	0,000165	0,55	0,009	4,55	3,5	0,010	3,5
4	0,2	0,0286	0,00016	0,7	0,007	4,1	11	0,0077	6,5
5	0,2	0,0286	0,00016	0,25	0,0125	4	6	0,010	6,0
6	1,4	0,0105	0,00016	0,24	0,0143	4,8	4,5	0,010	4,5
7	0,3	0,0233	0,00016	0,24	0,0143	4,8	1,5	0,0125	2,3
8	0,2	0,0286	0,00016	0,35	0,011	4,4	6	0,0143	1,2
9	0,3	0,0233	0,00016	0,2	0,017	5			
10	0,3	0,0233	0,00016	0,48	0,01	4,8			

Таблица 2.
Взаимокорреляционная функция для динамики $\Delta\varphi$ и Q

№.№	τ	$R_{\tau\tau}$
1	1	0,15
2	2	0,05
3	3	- 0,0092
4	4	- 0,021
5	5	0,047
6	6	0,14
7	7	0,27
8	8	0,43
9	9	0,55
10	10	0,65
11	11	0,67
12	12	0,62
13	13	0,54
14	14	0,42
15	15	0,3
16	16	0,15
17	17	0,0089
18	18	- 0,13

Литература

- [1]. Абурукин А.Л. Влияние электрофизических явлений в нефтяных пластах на показатели фильтрационных процессов. Нефтяное хозяйство №6, 1994, с.41-45.
- [2]. Сургучев М.Л., Желтов Ю.В., Симкин Э.М. Физико-химические микропроцессы в нефтегазоносных пластах. М: Недра, 1984, 215 с.

Panahov G.M. - MAYELƏRİN SÜZÜLMƏSİ ZAMANI ELEKTROKİNETİK XÜSUSİYYƏTLƏR

Məqalədə məsələli mühitdə dispers mayelərin süzülmasının eksperimental nəticələri təqdim edilir. Eksperimental tədqiqatların əsasında göstərilib ki, süzülmanın sürəti və istiqaməti elektrik potensialdan asılıdır. Mayenin sərfi və elektrik potensialın arasında olan asılılıq təyin edilib.

Panahov G.M. - ELECTRIKINETICAL PECULIARITIES OF FLUIDS FILTRATION

An experimental results of filtration of disperse fluids are presented. Proposed and shown, that filtration velocity and filtration direction is depended on from the electricinetical potential. The correlation between flow rate of fluid and electric potential are shown.

