



ПЕТРОФИЗИКА
(ПРЕЗЕНТАЦИЯ ЛЕКЦИЯ № 8)
ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ
АКТИВНОСТЬ

Лектор: доцент Дахнов А.В.
Кафедра исследования нефтегазовых пластовых
СИСТЕМ

Е.Э-Х.А. —

способность горных пород
создавать естественные поля в
результате возникновения в
породе различных
электрохимических процессов

ЕСТЕСТВЕННАЯ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ (ЕЭА)



ДИФФУЗИОННАЯ Э.Д.С.

ВОЗНИКАЕТ НА КОНТАКТЕ
ВОДНЫХ РАСТВОРОВ
РАЗЛИЧНОЙ КОНЦЕНТРАЦИИ
(ПРИМЕР- ПЛАСТ-СКВАЖИНА)

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

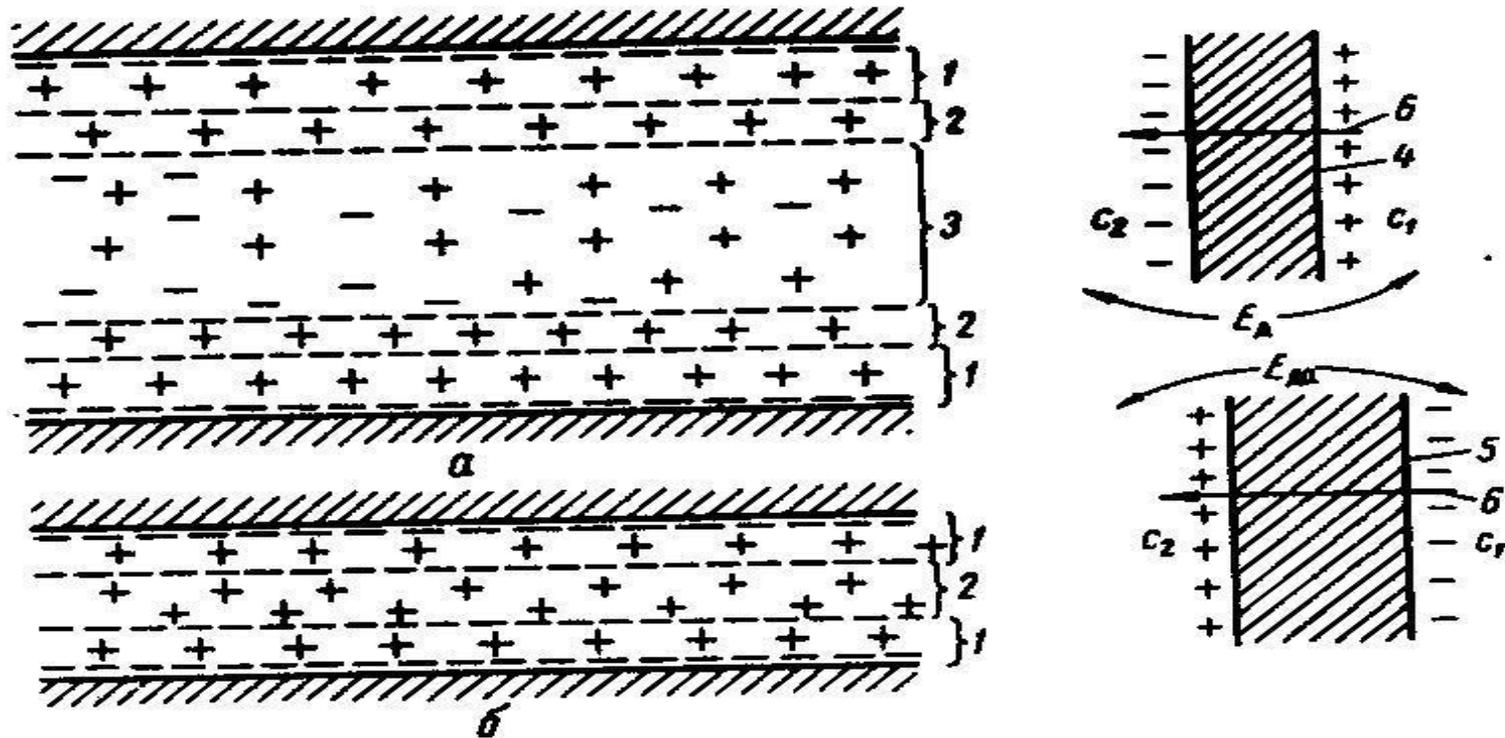


Схема переноса ионов в широком (а) и узком (б) капиллярах (по И. И. Жукову и О. Н. Григорову).

1 — адсорбированные ионы; 2 — подвижные ионы диффузного слоя; 3 — свободный раствор; 4, 5 — перегородки (мембраны) с широкими и узкими капиллярами; 6 — направление диффузии.

ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

Э.Д.С. ДИФФУЗИИ
ОПРЕДЕЛЯЕТСЯ ФОРМУЛОЙ

НЕРНСТА

$$E_{\text{д}} = 2.3 [RT/F] (N_{\text{к}} - N_{\text{а}}) \lg(C_1/C_2),$$

где R – универсальная газовая постоянная

T – температура, К

F – число Фарадея

ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

где R – универсальная газовая
постоянная

T – температура, К

F – число Фарадея

N_k – число переноса катионов

N_a – число переноса анионов

C_1 – концентрация раствора 1

C_2 – концентрация раствора 2

ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

$$N_k = n_k u / (n_k z_k u + n_a z_a v),$$
$$N_a = n_a v / (n_k z_k u + n_a z_a v), \text{ где}$$

n_k, n_a — число катионов и анионов в электролите;

z_k, z_a — валентности;

u, v — подвижности катиона и аниона

ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

Для одновалентного электролита
(NaCl)

$$K_{\text{д}} = 2.3(RT/F)[(u - v)/(u + v)]$$

$$E_{\text{д}} = K_{\text{д}} \lg(C_1/C_2)$$

При $T = 293^{\circ}\text{K}$ (20°C)

коэффициент $2.3(RT/F) = 58 \text{ мВ}$

ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

Электролит	Коэффициент диффузии K_d, мВ
NaCl	- 11,6
CaCl₂	- 19,7
MgCl₂	- 22,5
NaHCO₃	- 2,2
Na₂SO₄	+ 2,0
KCl	+0,4

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

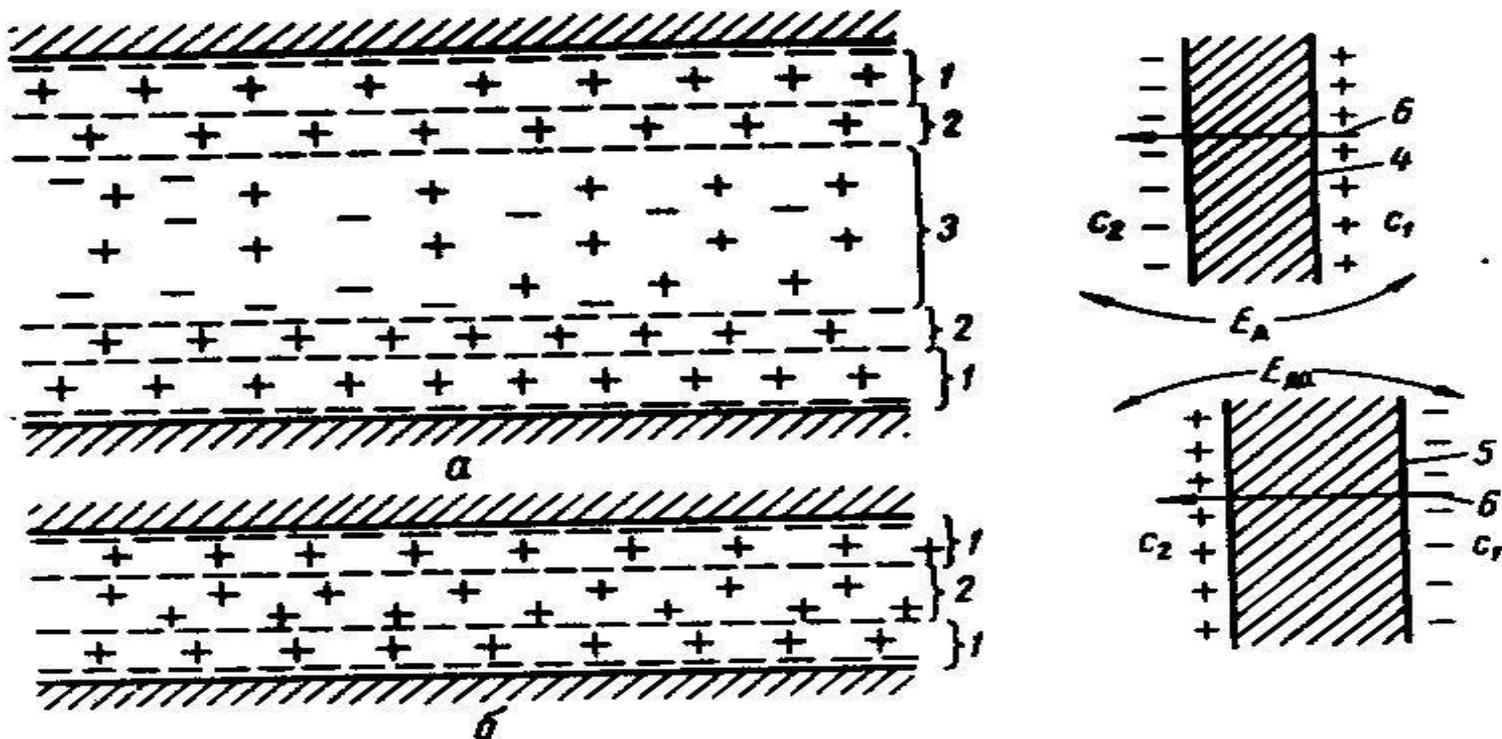


Схема переноса ионов в широком (а) и узком (б) капиллярах (по И. И. Жукову и О. Н. Григорову).

1 — адсорбированные ионы; 2 — подвижные ионы диффузного слоя; 3 — свободный раствор; 4, 5 — перегородки (мембраны) с широкими и узкими капиллярами; 6 — направление диффузии.

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

ДИФФУЗИОННО – АДСОРБЦИОННАЯ Э.Д.С.
ВОЗНИКАЕТ
МЕЖДУ ДВУМЯ ЭЛЕКТРОЛИТАМИ,
НО
ПОСЛЕДНИЕ РАЗДЕЛЕНЫ ПОРИСТОЙ
ПЕРЕГОРОДКОЙ ИЗ ДИЭЛЕКТРИКА
(НАПРИМЕР, ОБРАЗЦОМ ПОРОДЫ)

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

ПО АНАЛОГИИ С K_d

$$E_{\text{да}} = 2.3 [RT/F] (N_k - N_a) \lg(C_1/C_2)$$

$$E_{\text{да}} = K_{\text{да}} \lg(C_1/C_2)$$

$$K_{\text{да}} = 2.3 (RT/F) [(u - v)/(u + v)]$$

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

СПОСОБНОСТЬ ПОРОДЫ
ВЫЗЫВАТЬ ОТЛИЧИЕ
ДИФФУЗИОННО-
АДСОРБЦИОННОЙ Э.Д.С.
НАЗЫВАЕТСЯ

ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННОЙ

АКТИВНОСТЬЮ $A_{да} = K_{да} - K_{д}$

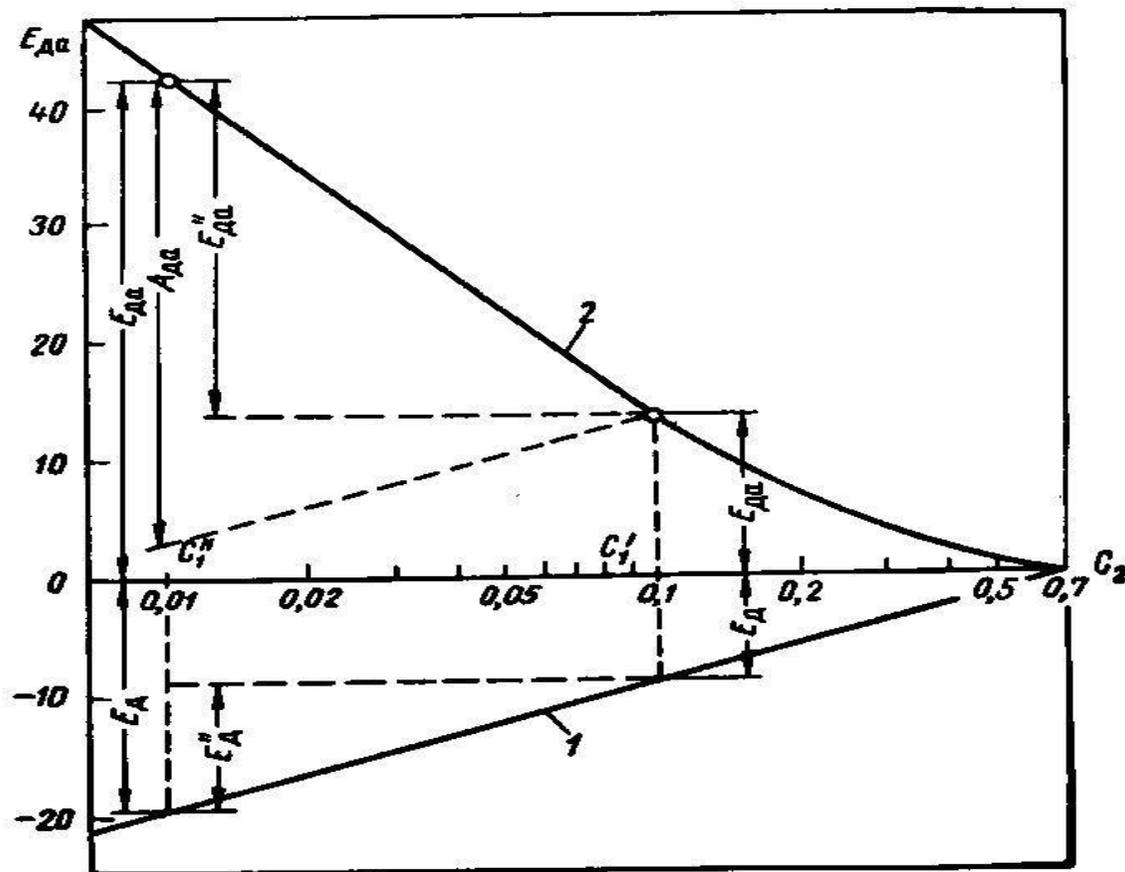
РАСЧЕТ ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ

$$A_{\text{да}} = K_{\text{да}} - K_{\text{д}} =$$
$$= (E_{\text{да}} - E_{\text{д}}) / \lg(C_1/C_2);$$

Измеренная $E_{\text{да}}^* = E_{\text{да}} + E_{\text{эл}}$ (электродная разность потенциалов)

$$\lg(C_1/C_2) = \lg(\rho_2/\rho_1)$$

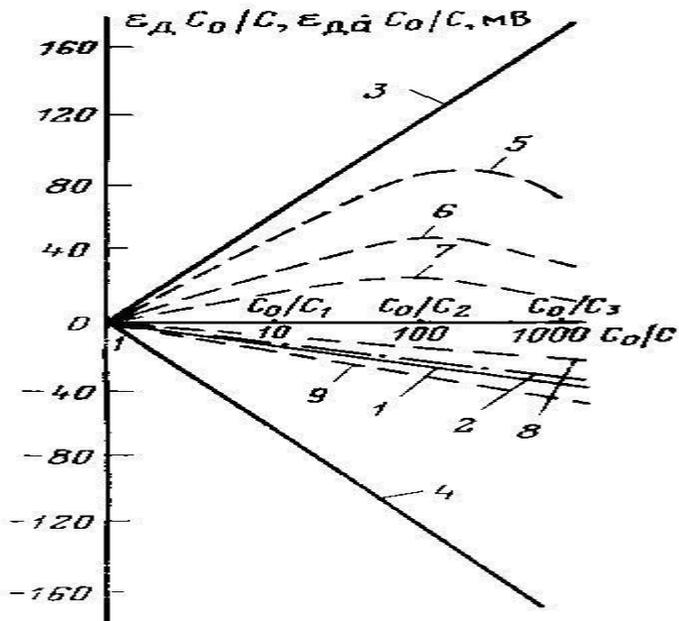
ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



К определению понятия коэффициента диффузионно-адсорбционной активности $A_{да}$ (по В. Н. Дахнову).
Растворы NaCl.

1 — график $E_{д} = f(\lg C)$; 2 — график $E_{да} = f(\lg C)$.

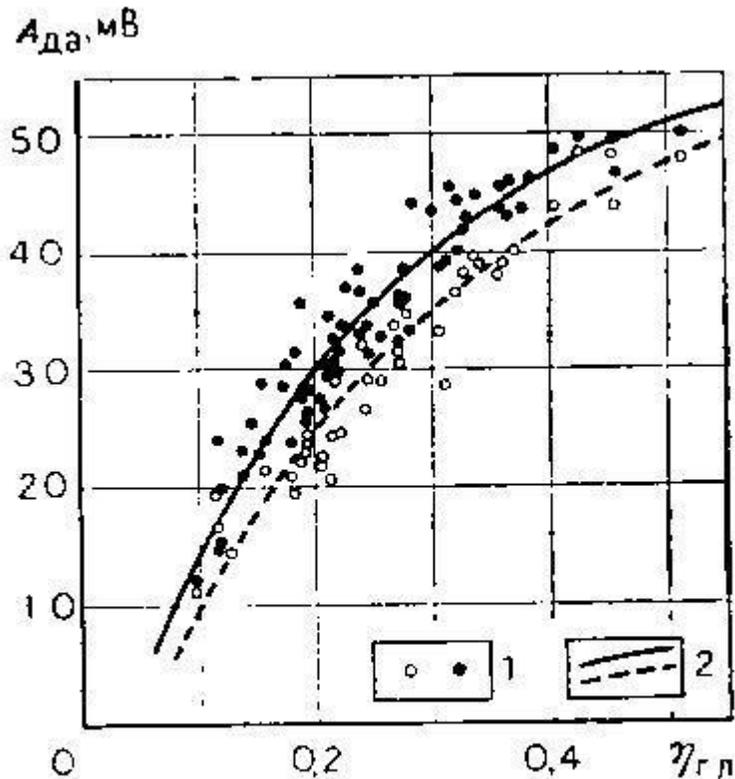
ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



Зависимости диффузионной и диффузионно-адсорбционной ЭДС от отношения концентраций растворов.

$\mathcal{E}_{д} C_0/C = f(\lg C_0/C)$: 1, 2 — расчетная и экспериментальная для растворов NaCl; $\mathcal{E}_{да} C_0/C = f(\lg C_0/C)$: 3, 4 — расчетные для растворов NaCl и 5—9 экспериментальные для песчано-глинистых пород (от кривой 5 к кривой 9 глинистость пород уменьшается)

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ

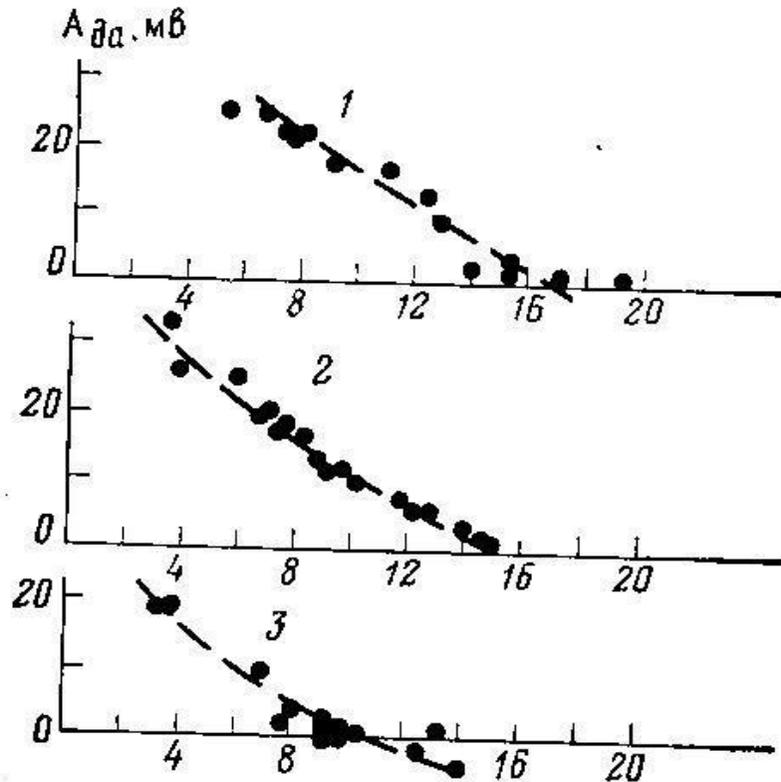


Зависимость
диффузионно-
адсорбционной
активности $A_{да}$ от
относительной
глинистости $\eta_{гл}$.

1 - экспериментальные точки;

2 – линия регрессии для
 $C_1=0,3n$ NaCl; 3 – для $C_1=3n$
NaCl.

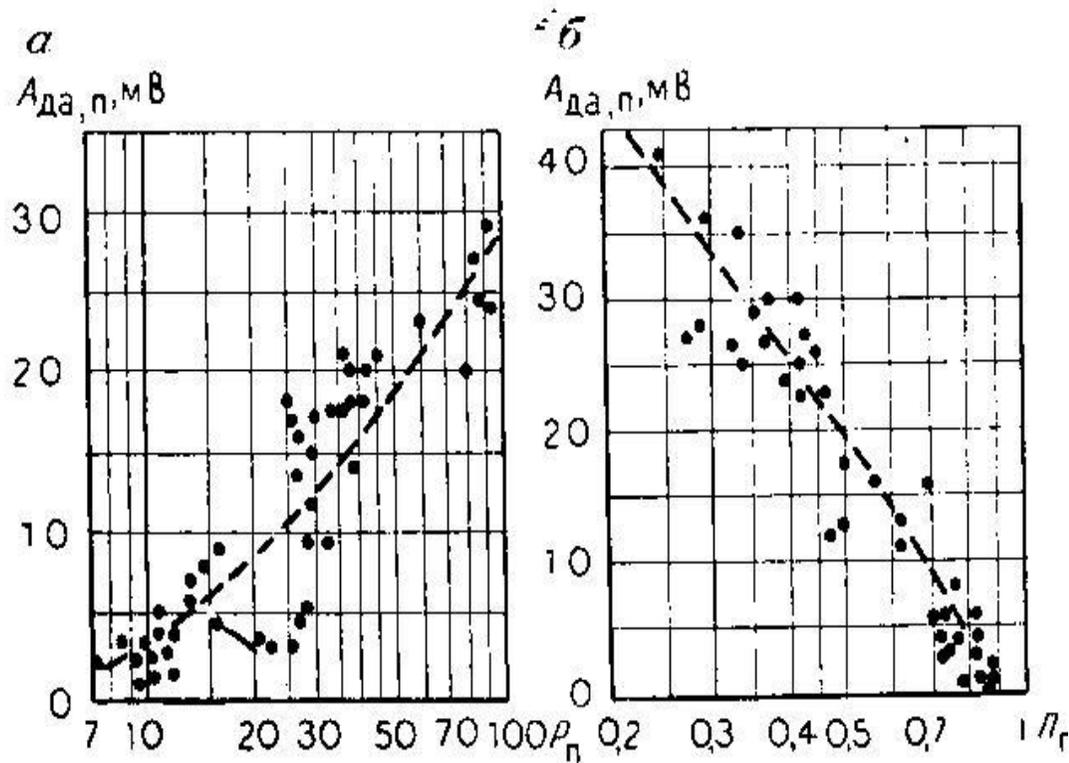
ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ



Зависимость
диффузионно-
адсорбционной
активности A_{da} песчано-
глинистых коллекторов от
коэффициента
пористости K_p

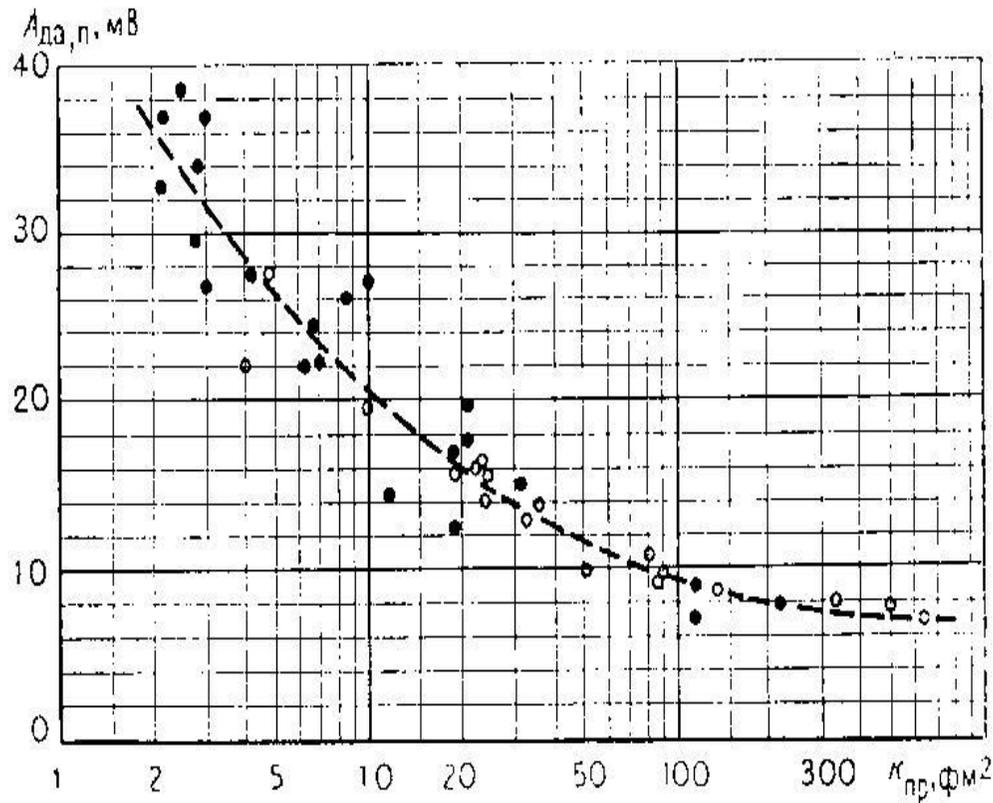
1 – железисто-сидеритовый
цемент; 2 – глинисто-
серцитовый цемент; 3 –
опалово-халцедоновый цемент

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ



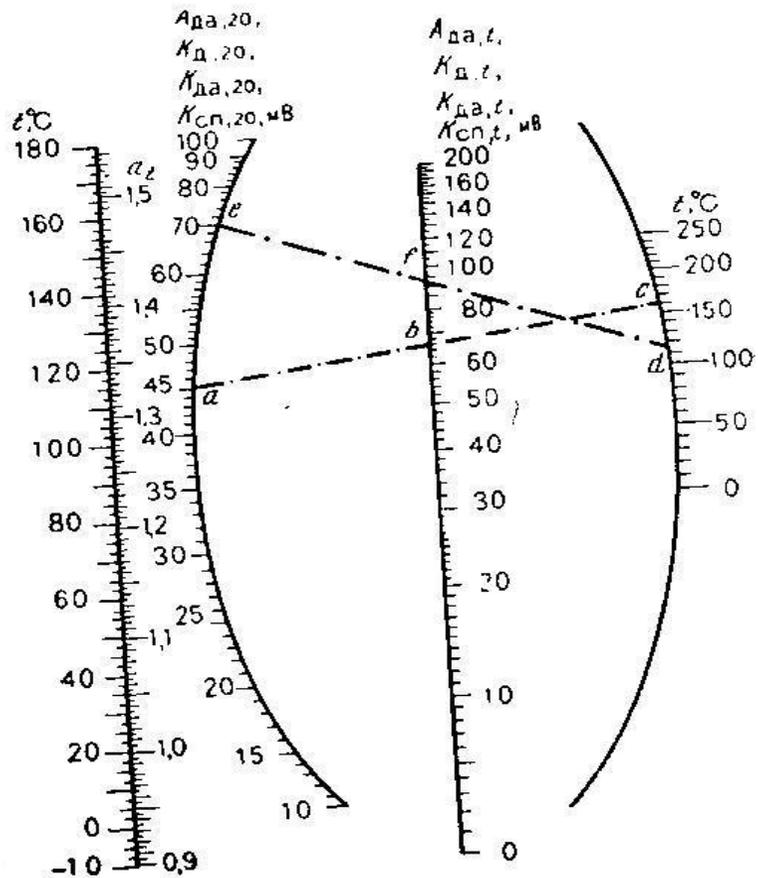
Зависимости
диффузионно-
адсорбционной
активности $A_{да}$ от
параметра
пористости P_p (а)
и
поверхностной
проводимости Π_p
(б).

ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ



Зависимость между диффузионно-адсорбционной активностью $A_{да}$ и коэффициентом проницаемости $K_{пр}$. Песчано-алевролитовые породы (Краснодарский край)

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ПОПРАВКИ В $A_{да}$



Номограммы для
внесения
температурных
поправок в $K_{сп}$, $K_{да}$,
 $K_{д}$, $A_{да}$ и
определения at
при температуре
породы или
раствора

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

УСЛОВИЯ:

Фильтрация жидкости через капилляр(ы)

возникает фильтрационная э.д.с. $E_{\text{ф}}$

Уравнение Гельмгольца:

$$E_{\text{ф}} = \varepsilon \zeta \rho_{\text{в}} \Delta p / 4\pi \mu,$$

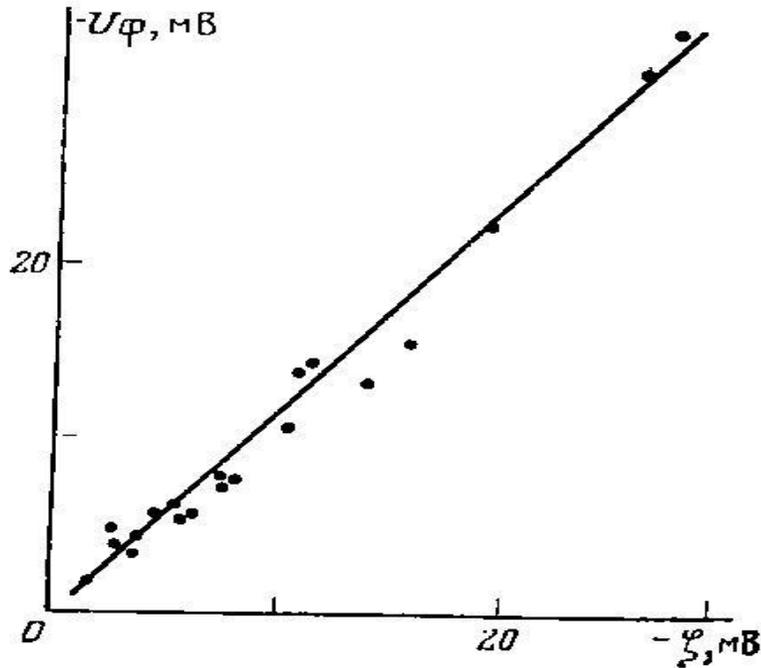
где ε диэлектрическая проницаемость, ζ - дзета-потенциал ДЭС, $\rho_{\text{в}}$ и μ - удельное сопротивление и вязкость фильтрующейся жидкости; Δp – перепад давления между концами капилляра.

$$E_{\text{ф}} = A_{\text{ф}} \Delta p$$

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

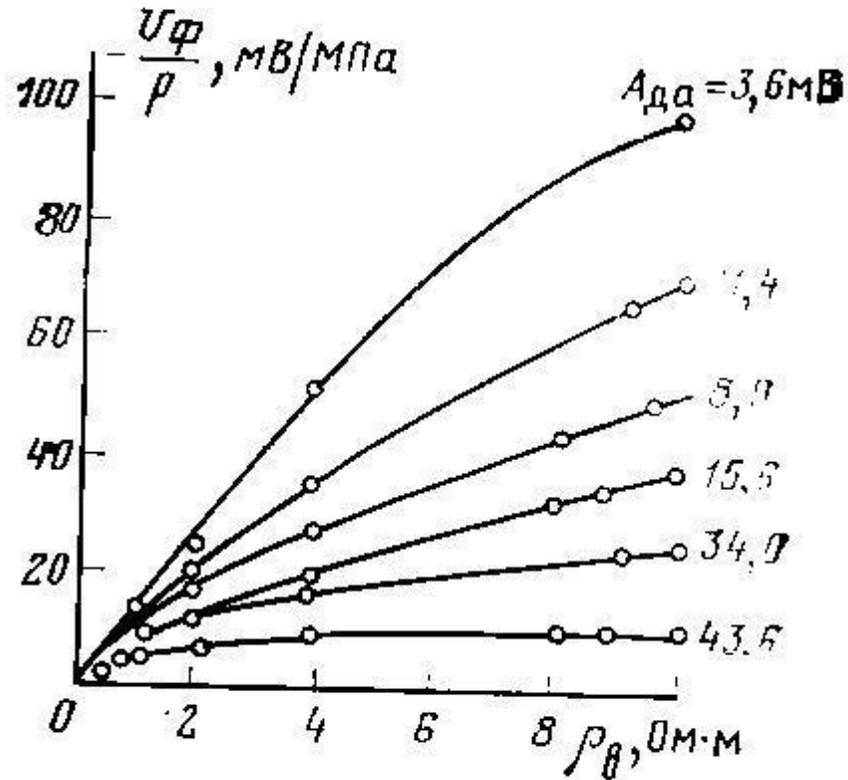
A_{ϕ} – фильтрационная электрохимическая активность – способность пористой среды, в частности, образца горной породы создавать разность потенциалов течения при фильтрации жидкости через образец

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



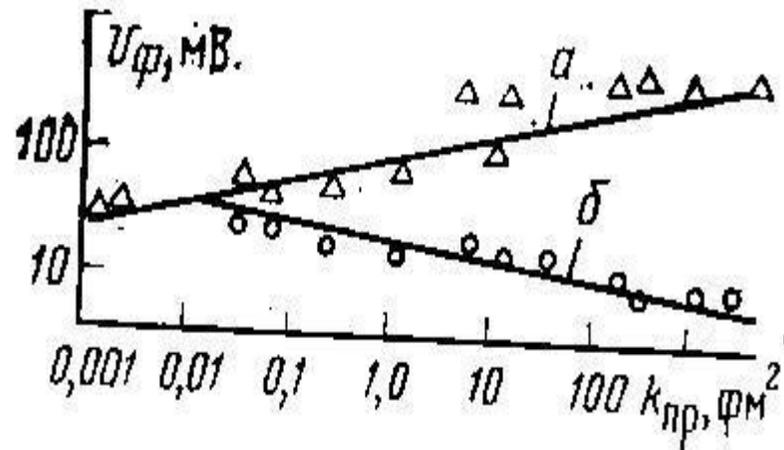
Зависимость
потенциала $-U_{\phi}$
фильтрации от
дзета- потенциала
 ζ породы
(по М.А.Белякову)

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



Зависимость
 $-\frac{U}{r} = f(r_w)$
(по М.А.Белякову)

ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



Зависимость потенциалов фильтрации от коэффициента проницаемости при продавливании через образец раствора NaCl (а) и необработанного глинистого раствора (б)
(по М.А.Белякову)

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Природа потенциалов собственной поляризации горных пород.
2. Диффузионные и диффузионно-адсорбционные потенциалы горных пород.
3. Связь диффузионно-адсорбционной активности с фильтрационно-емкостными свойствами горных пород.
4. Фильтрационные потенциалы и их связь с ФЕС горных пород.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

internet: www.vniigaz.ru
intranet: www.vniigaz.gazprom.ru
e-mail: vniigaz@vniigaz.gazprom.ru
телефон: (+7 495) 355-92-06
факс: (+7 495) 399-32-63