



**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

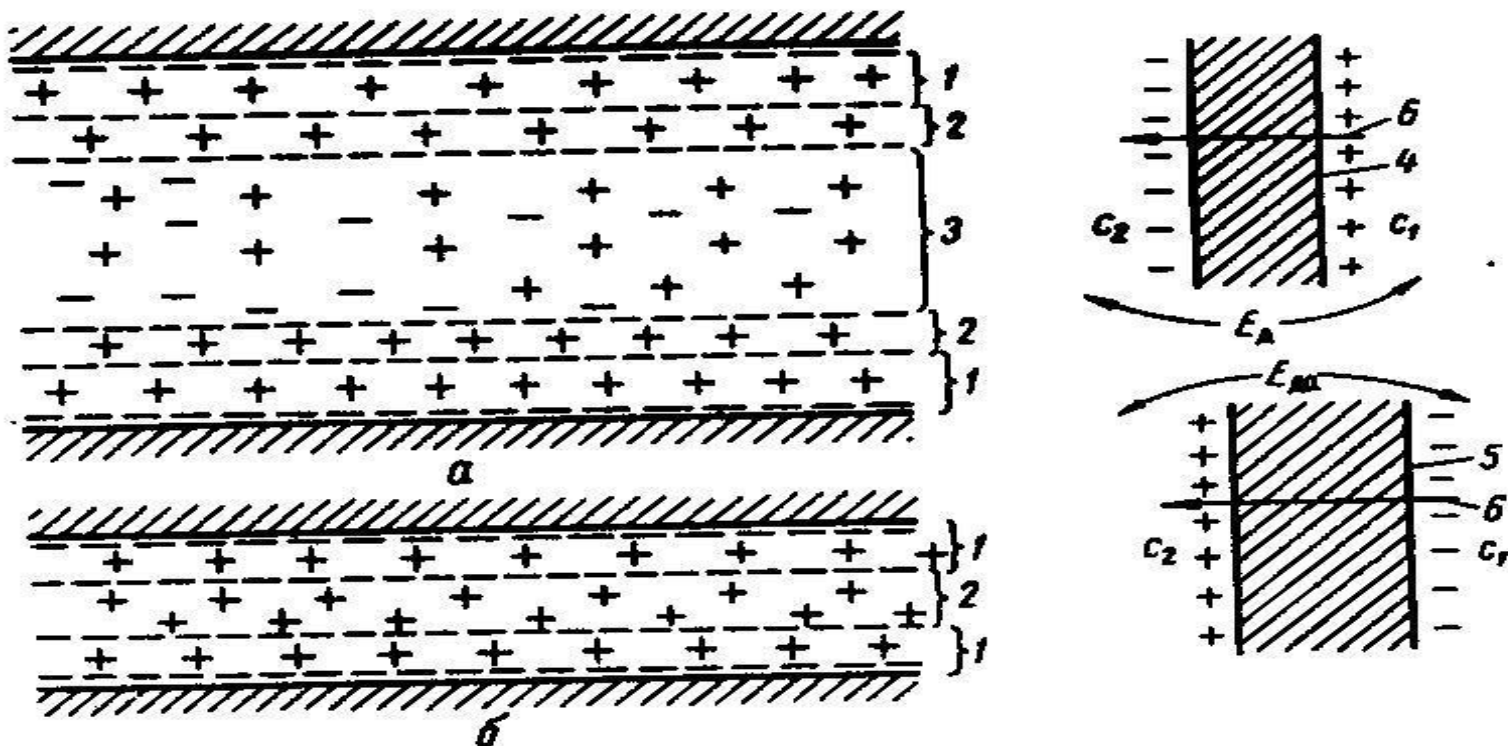


Схема переноса ионов в широком (а) и узком (б) капиллярах (по И. И. Жукову и О. Н. Григорову).

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  $T = 293^{\circ}\text{K}$  ( $20^{\circ}\text{C}$ )

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

# ДИФФУЗИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

Электролит	Коэффициент диффузии $K_d$ , мВ
NaCl	- 11,6
CaCl <sub>2</sub>	- 19,7
MgCl <sub>2</sub>	- 22,5
NaHCO <sub>3</sub>	- 2,2
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	+ 2,0
KCl	+0,4

# ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

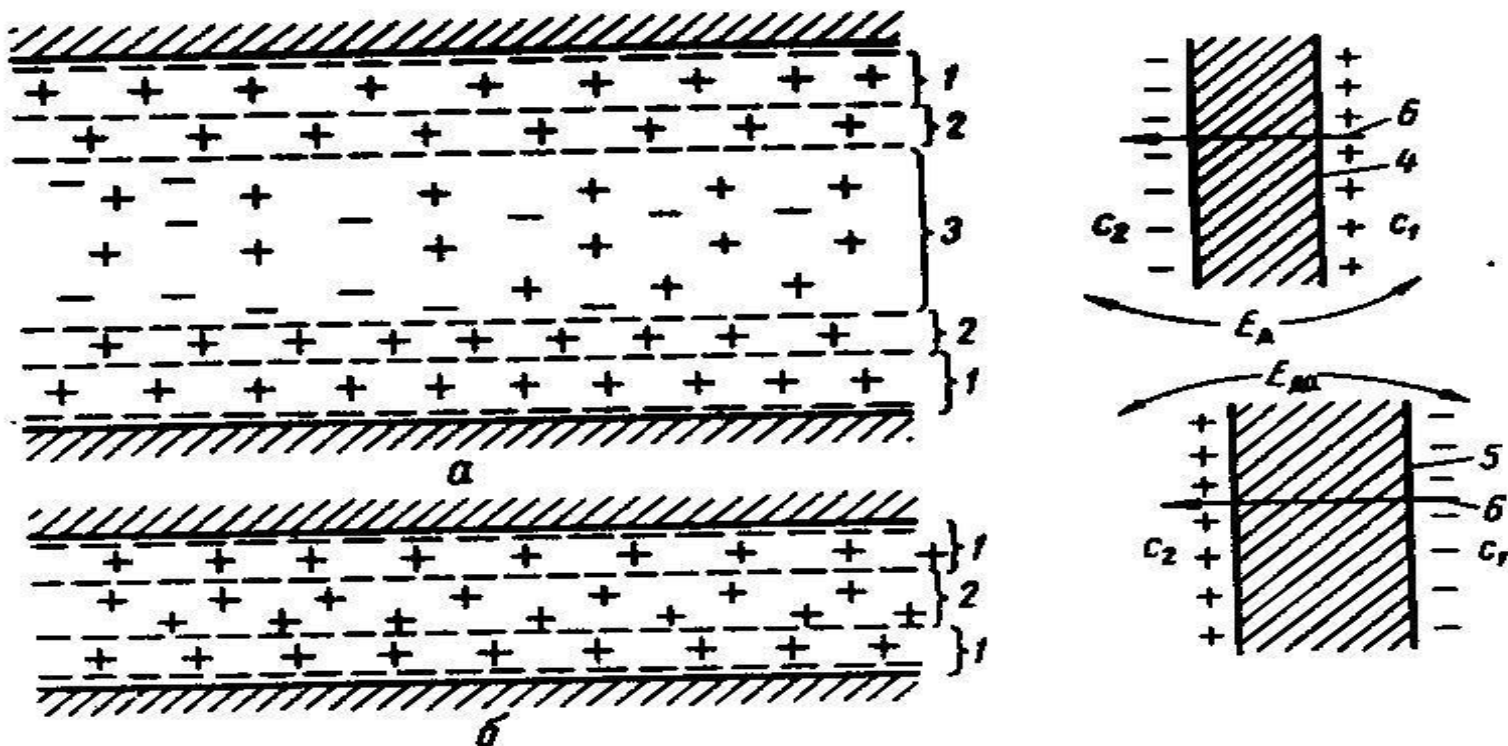


Схема переноса ионов в широком (а) и узком (б) капиллярах (по И. И. Жукову и О. Н. Григорову).

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  $A_{да} = K_{да} - K_{д}$

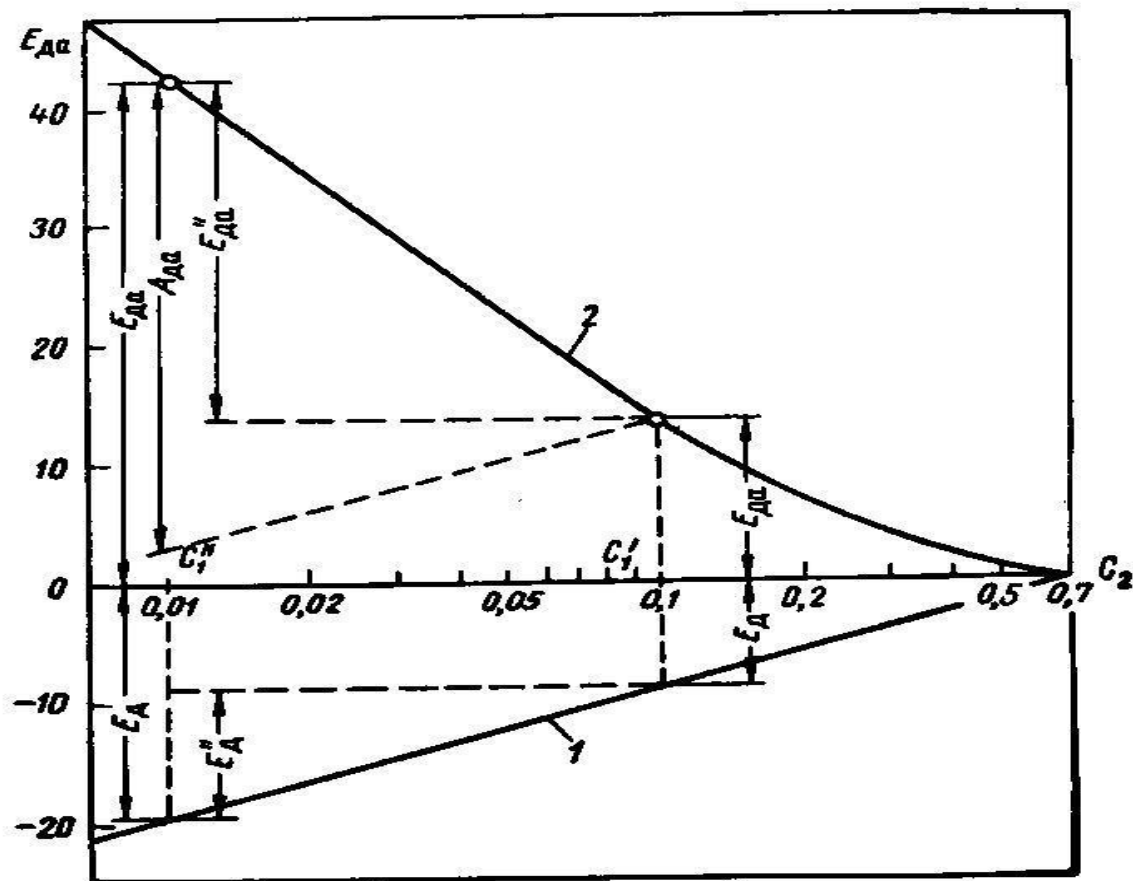
# РАСЧЕТ ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ

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

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

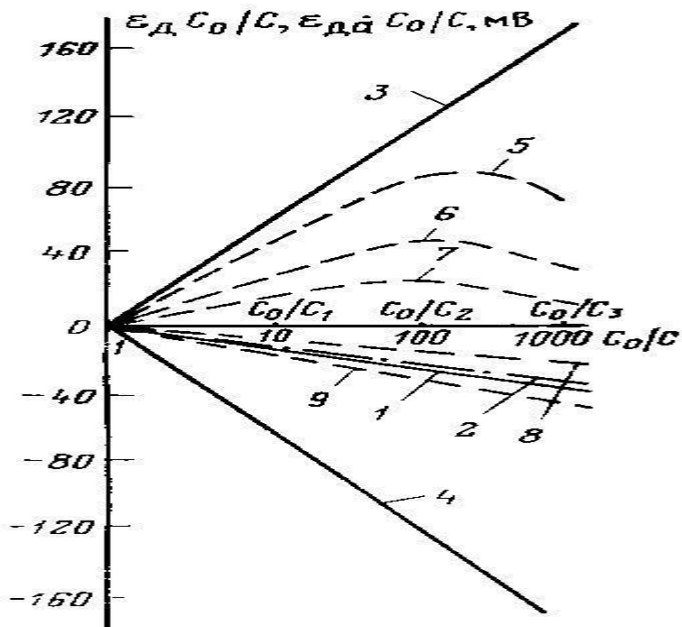


К определению понятия коэффициента диффузионно-адсорбционной активности  $A_{да}$  (по В. Н. Дахнову). Растворы NaCl.

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



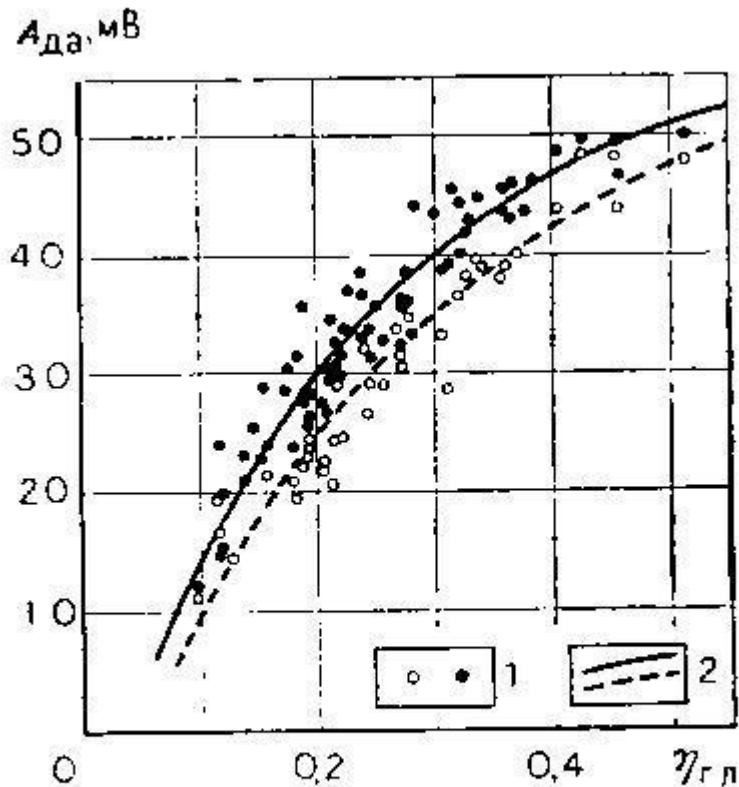
# ДИФФУЗИОННО-АДСОРБЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



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

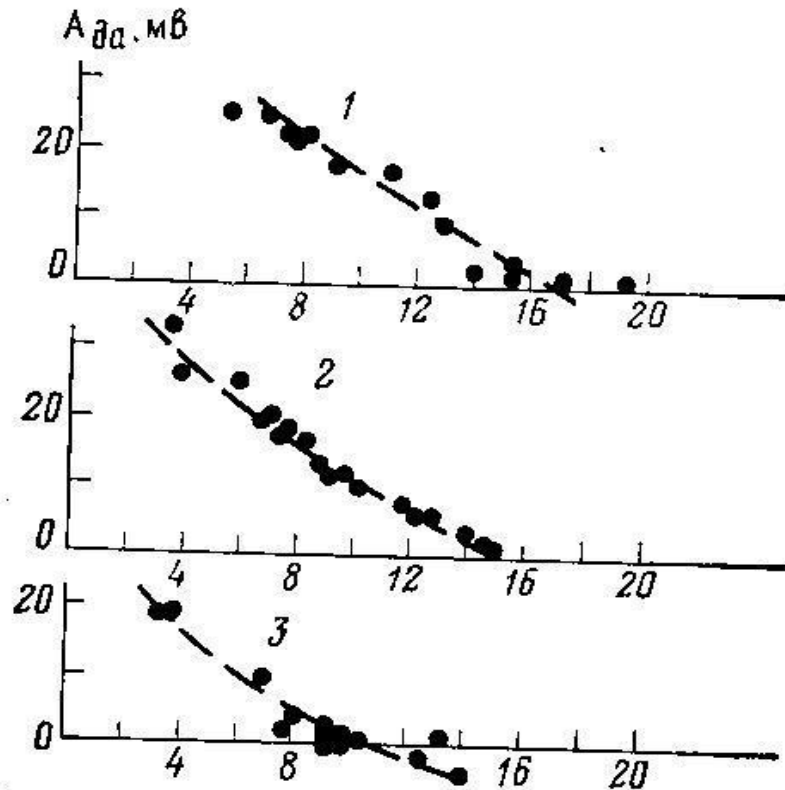


Зависимость  
диффузионно-  
адсорбционной  
активности  $A_{да}$  от  
относительной  
глинистости  $\eta_{гл}$ .

1 - экспериментальные точки;

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

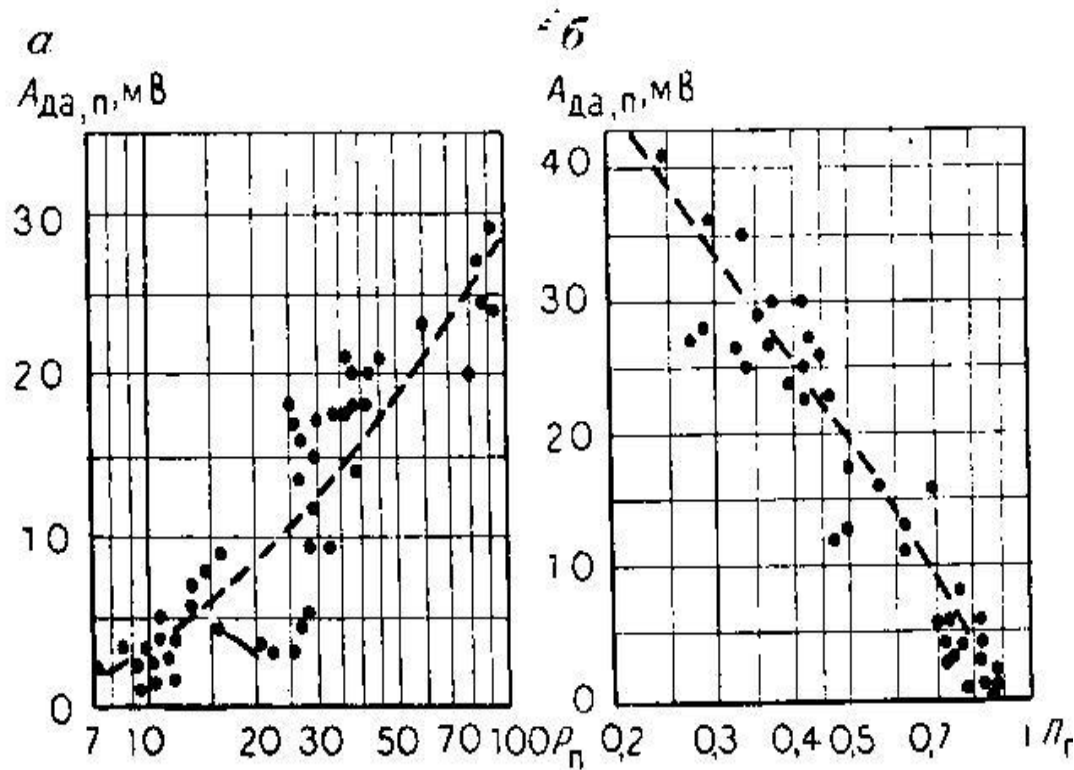
# ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ



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

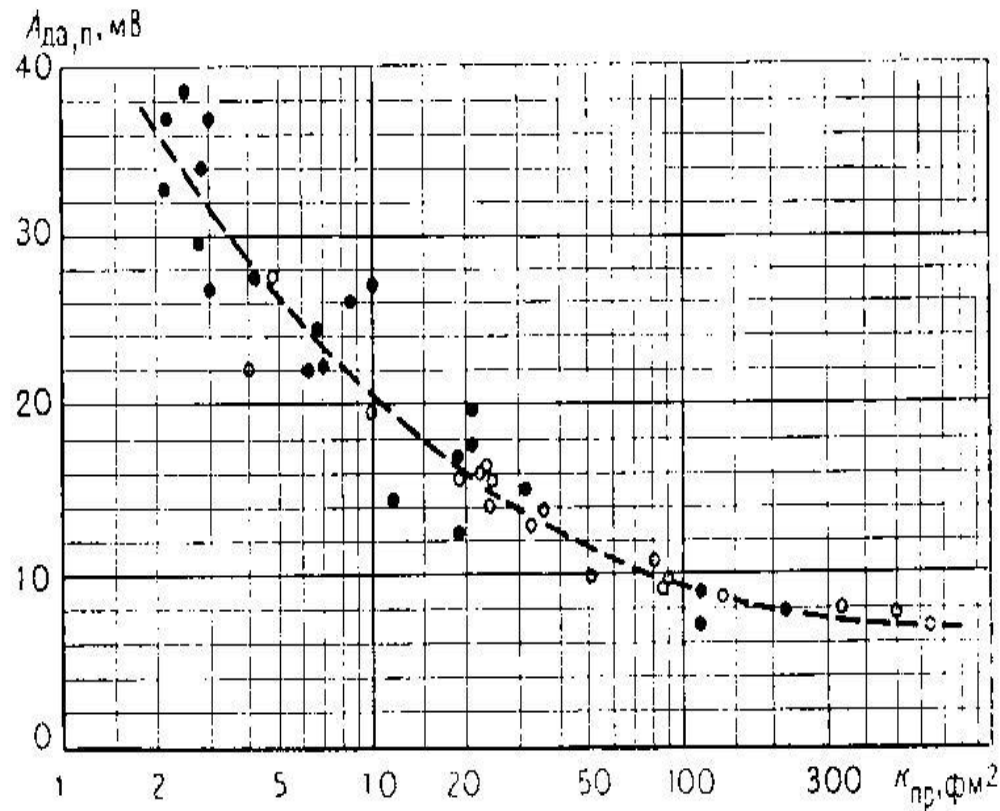
1 – железисто-сидеритовый  
цемент; 2 – глинисто-  
серицитовый цемент; 3 –  
опалово-халцедоновый цемент

# ПЕТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВЯЗИ



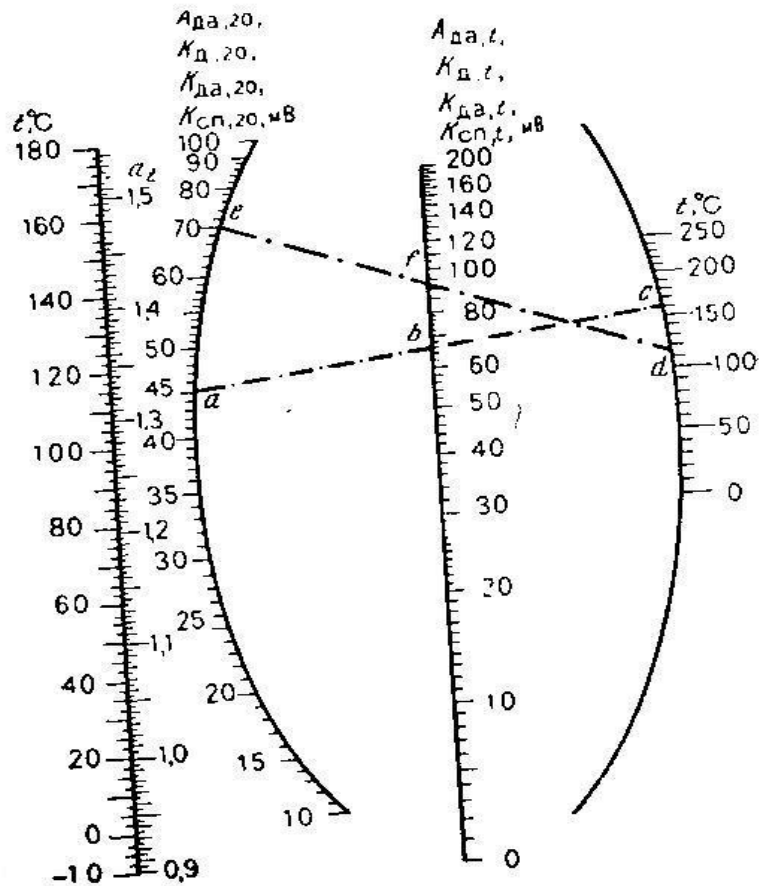
Зависимости  
диффузионно-  
адсорбционной  
активности  $A_{да}$  от  
параметра  
пористости  $P_p$  (а)  
и  
поверхностной  
проводимости  $\Pi_p$   
(б).

# 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  $\varepsilon$  диэлектрическая проницаемость,  $\zeta$ - дзета-потенциал ДЭС,  $\rho_{\text{в}}$  и  $\mu$ - удельное сопротивление и вязкость фильтрующейся жидкости;  $\Delta p$  – перепад давления между концами капилляра.

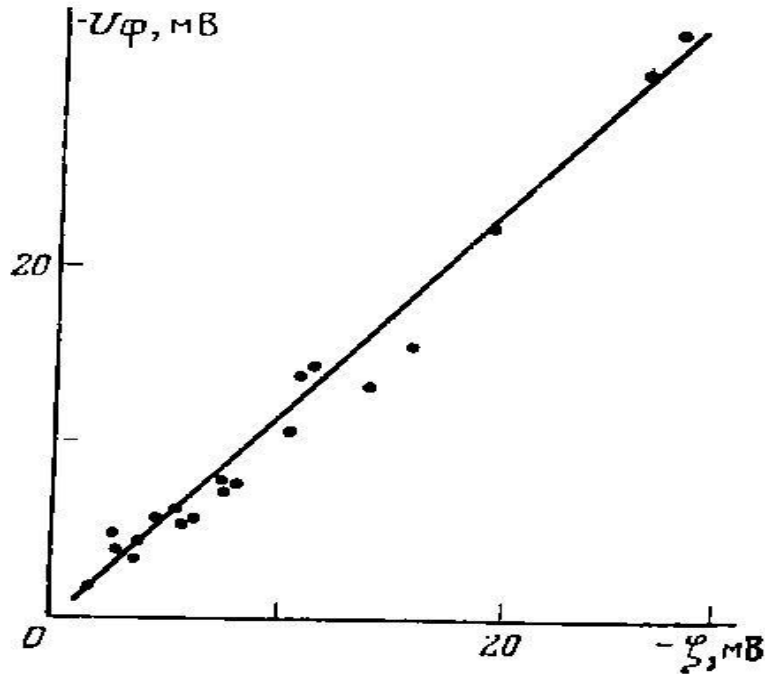
$$E_{\text{ф}} = A_{\text{ф}} \Delta p$$

# ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ

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

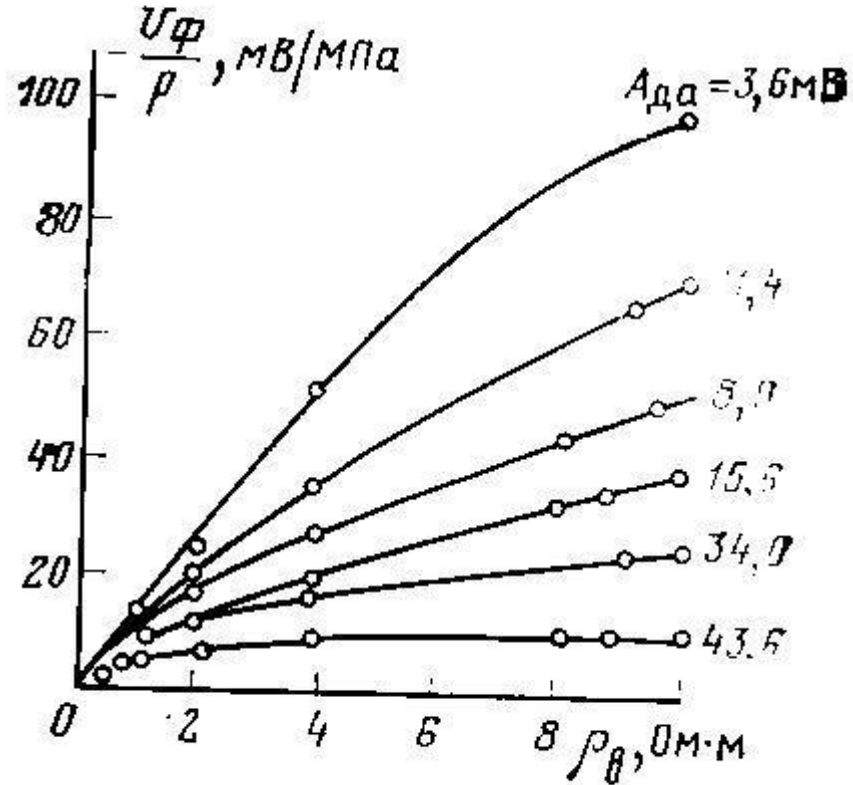


# ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



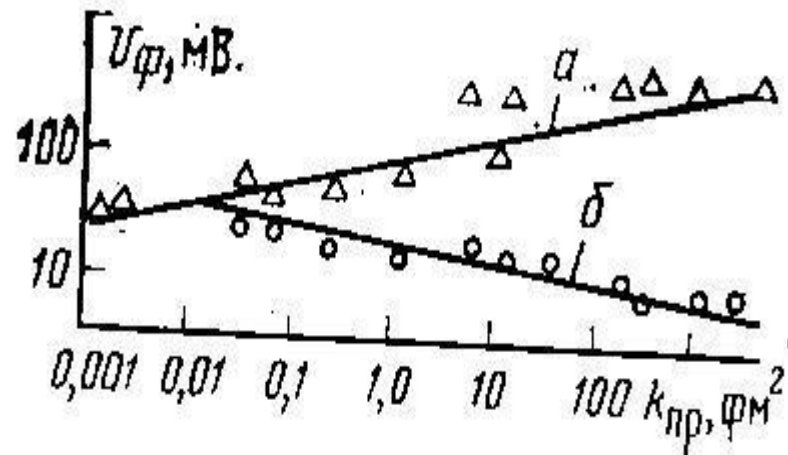
Зависимость  
потенциала  $-U_{\phi}$   
фильтрации от  
дзета- потенциала  
 $\zeta$  породы  
(по М.А.Белякову)

# ФИЛЬТРАЦИОННАЯ АКТИВНОСТЬ



Зависимость  
 $-\frac{U}{r} = f(r_v)$   
(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](http://www.vniigaz.ru)  
intranet: [www.vniigaz.gazprom.ru](http://www.vniigaz.gazprom.ru)  
e-mail: [vniigaz@vniigaz.gazprom.ru](mailto:vniigaz@vniigaz.gazprom.ru)  
телефон: (+7 495) 355-92-06  
факс: (+7 495) 399-32-63