

ISSN 1991-346X

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
ҰЛТТЫҚ ҒЫЛЫМ АКАДЕМИЯСЫНЫҢ

Х А Б А Р Л А Р Ы

ИЗВЕСТИЯ

НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

ФИЗИКА-МАТЕМАТИКА
СЕРИЯСЫ



СЕРИЯ

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКАЯ



PHYSICO-MATHEMATICAL
SERIES

1 (305)

ҚАҢТАР – АҚПАҢ 2016 ж.
ЯНВАРЬ – ФЕВРАЛЬ 2016 г.
JANUARY – FEBRUARY 2016

1963 ЖЫЛДЫҢ ҚАҢТАР АЙЫНАН ШЫҒА БАСТАҒАН
ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 1963 ГОДА
PUBLISHED SINCE JANUARY 1963

ЖЫЛЫНА 6 РЕТ ШЫҒАДЫ
ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД
PUBLISHED 6 TIMES A YEAR

АЛМАТЫ, ҚР ҰҒА
АЛМАТЫ, НАН РК
ALMATY, NAS RK

Б а с р е д а к т о р

ҚР ҰҒА академигі,

Мұтанов Г. М.

Р е д а к ц и я а л қ а с ы:

физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Әшімов А.А.**; техн. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Байғұнчеков Ж.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Жұмаділдаев А.С.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Қалменов Т.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Мұқашев Б.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Өтелбаев М.О.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Тәкібаев Н.Ж.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА академигі **Харин С.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Әбішев М.Е.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Жантаев Ж.Ш.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Қалимолдаев М.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Косов В.Н.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Мұсабаев Т.А.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Ойнаров Р.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Рамазанов Т.С.** (бас редактордың орынбасары); физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Темірбеков Н.М.**; физ.-мат. ғ. докторы, проф., ҚР ҰҒА корр. мүшесі **Өмірбаев У.У.**

Р е д а к ц и я к е ң е с і:

Украинаның ҰҒА академигі **И.Н. Вишневский** (Украина); Украинаның ҰҒА академигі **А.М. Ковалев** (Украина); Беларусь Республикасының ҰҒА академигі **А.А. Михалевич** (Беларусь); Әзірбайжан ҰҒА академигі **А. Пашаев** (Әзірбайжан); Молдова Республикасының ҰҒА академигі **И. Тигиняну** (Молдова); мед. ғ. докторы, проф. **Иозеф Банас** (Польша)

Главный редактор

академик НАН РК

Г. М. Мутанов

Редакционная коллегия:

доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.А. Ашимов**; доктор техн. наук, проф., академик НАН РК **Ж.Ж. Байгунчиков**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **А.С. Джумадильдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Т.Ш. Кальменов**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Б.Н. Мукашев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **М.О. Отелбаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **Н.Ж. Такибаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., академик НАН РК **С.Н. Харин**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Е. Абишев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Ж.Ш. Жантаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **М.Н. Калимолдаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **В.Н. Косов**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.А. Мусабаев**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Р. Ойнаров**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Т.С. Рамазанов** (заместитель главного редактора); доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **Н.М. Темирбеков**; доктор физ.-мат. наук, проф., чл.-корр. НАН РК **У.У. Умирбаев**

Редакционный совет:

академик НАН Украины **И.Н. Вишневский** (Украина); академик НАН Украины **А.М. Ковалев** (Украина); академик НАН Республики Беларусь **А.А. Михалевич** (Беларусь); академик НАН Азербайджанской Республики **А. Пашаев** (Азербайджан); академик НАН Республики Молдова **И. Тигиняну** (Молдова); д. мед. н., проф. **Иозеф Банас** (Польша)

«Известия НАН РК. Серия физико-математическая». ISSN 1991-346X

Собственник: РОО «Национальная академия наук Республики Казахстан» (г. Алматы)

Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания в Комитете информации и архивов Министерства культуры и информации Республики Казахстан №5543-Ж, выданное 01.06.2006 г.

Периодичность: 6 раз в год.

Тираж: 300 экземпляров.

Адрес редакции: 050010, г. Алматы, ул. Шевченко, 28, ком. 219, 220, тел.: 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© Национальная академия наук Республики Казахстан, 2016

Адрес типографии: ИП «Аруна», г. Алматы, ул. Муратбаева, 75.

Editor in chief

G. M. Mutanov,
academician of NAS RK

Editorial board:

A.A. Ashimov, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **Zh.Zh. Baigunchekov**, dr. eng. sc., prof., academician of NAS RK; **A.S. Dzhumadildayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **T.S. Kalmenov**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **B.N. Mukhashev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.O. Otelbayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **N.Zh. Takibayev**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **S.N. Kharin**, dr. phys-math. sc., prof., academician of NAS RK; **M.Ye. Abishev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **Zh.Sh. Zhantayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **M.N. Kalimoldayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **V.N. Kosov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.A. Mussabayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **R. Oinarov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **T.S. Ramazanov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK (deputy editor); **N.M. Temirbekov**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK; **U.U. Umirbayev**, dr. phys-math. sc., prof., corr. member of NAS RK

Editorial staff:

I.N. Vishnievski, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.M. Kovalev**, NAS Ukraine academician (Ukraine); **A.A. Mikhalevich**, NAS Belarus academician (Belarus); **A. Pashayev**, NAS Azerbaijan academician (Azerbaijan); **I. Tighineanu**, NAS Moldova academician (Moldova); **Joseph Banas**, prof. (Poland).

News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Physical-mathematical series.
ISSN 1991-346X

Owner: RPA "National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan" (Almaty)

The certificate of registration of a periodic printed publication in the Committee of information and archives of the Ministry of culture and information of the Republic of Kazakhstan N 5543-Ж, issued 01.06.2006

Periodicity: 6 times a year

Circulation: 300 copies

Editorial address: 28, Shevchenko str., of. 219, 220, Almaty, 050010, tel. 272-13-19, 272-13-18,

www.nauka-nanrk.kz / physics-mathematics.kz

© National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, 2016

Address of printing house: ST "Aruna", 75, Muratbayev str, Almaty

N E W S

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

PHYSICO-MATHEMATICAL SERIES

ISSN 1991-346X

Volume 1, Number 305 (2016), 144 – 149

**COLMATATION-SUFFUSION FILTRATION OF DISPERSE SYSTEMS
TAKING INTO ACCOUNT VARIABLE DIFFUSION**

B. S. Hamzina

Al-Farabi Kazakh national university, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: bolash.kz@mail.ru

Key words: filtration, porous environments, diffusion, transfer, liquid.

Abstract. The problem of a colmatation-suffusion filtration of disperse systems in the two-dimensional porous environment consisting of two zones with mobile and motionless liquids taking into account diffusive effects is investigated.

Influence of cross and longitudinal diffusion, the colmatation-suffusion of effects on collection properties of the porous environment is established. Distinguish two types of a suffusion – mechanical and chemical. At mechanical the filtered water tears off from breed and takes out in a suspension the whole particles (clay, dusty, sandy); at chemical water dissolves breed particles (plaster, salts, carbonates) and takes out destruction products. At simultaneous action of these two types of a suffusion sometimes apply the term – a chemical and mechanical suffusion. Such suffusion can be in loessial breeds where the carbonate cementing substance is dissolved and clay particles are at the same time taken out.

The main reason the suffusion of the phenomena should be considered emergence in underground waters of significant forces of hydrodynamic pressure and excess of size of some critical speed of water. The suffusion is most peculiar granulometric to non-uniform breeds. Process of a mechanical suffusion in inequigranular sand happens as follows. Sand consists of particles of various size – big and small. Big particles create a structural framework of breed.

КОЛЬМАТАЦИОННО-СУФФОЗИОННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ПЕРЕМЕННОЙ ДИФФУЗИИ

Б. С. Хамзина

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан

Ключевые слова: фильтрация, пористая среды, диффузия, перенос, жидкость.

Аннотация. Исследована задача кольматационно-суффозионной фильтрации дисперсных систем в двумерной пористой среде, состоящей из двух зон с подвижной и неподвижной жидкостями, с учетом диффузионных эффектов.

Установлено влияние поперечной и продольной диффузии, кольматационно-суффозионных эффектов на коллекторские свойства пористой среды. Различают два вида суффозии – механическую и химическую. При механической фильтрующаяся вода отрывает от породы и выносит во взвешенном состоянии целые частицы (глинистые, пылеватые, песчаные); при химической вода растворяет частицы породы (гипс, соли, карбонаты) и выносит продукты разрушения. При одновременном действии этих двух видов суффозии иногда применяют термин – химико-механическая суффозия. Такая суффозия может быть в лессовых породах, где растворяется карбонатное цементирующее вещество и одновременно выносятся глинистые частицы.

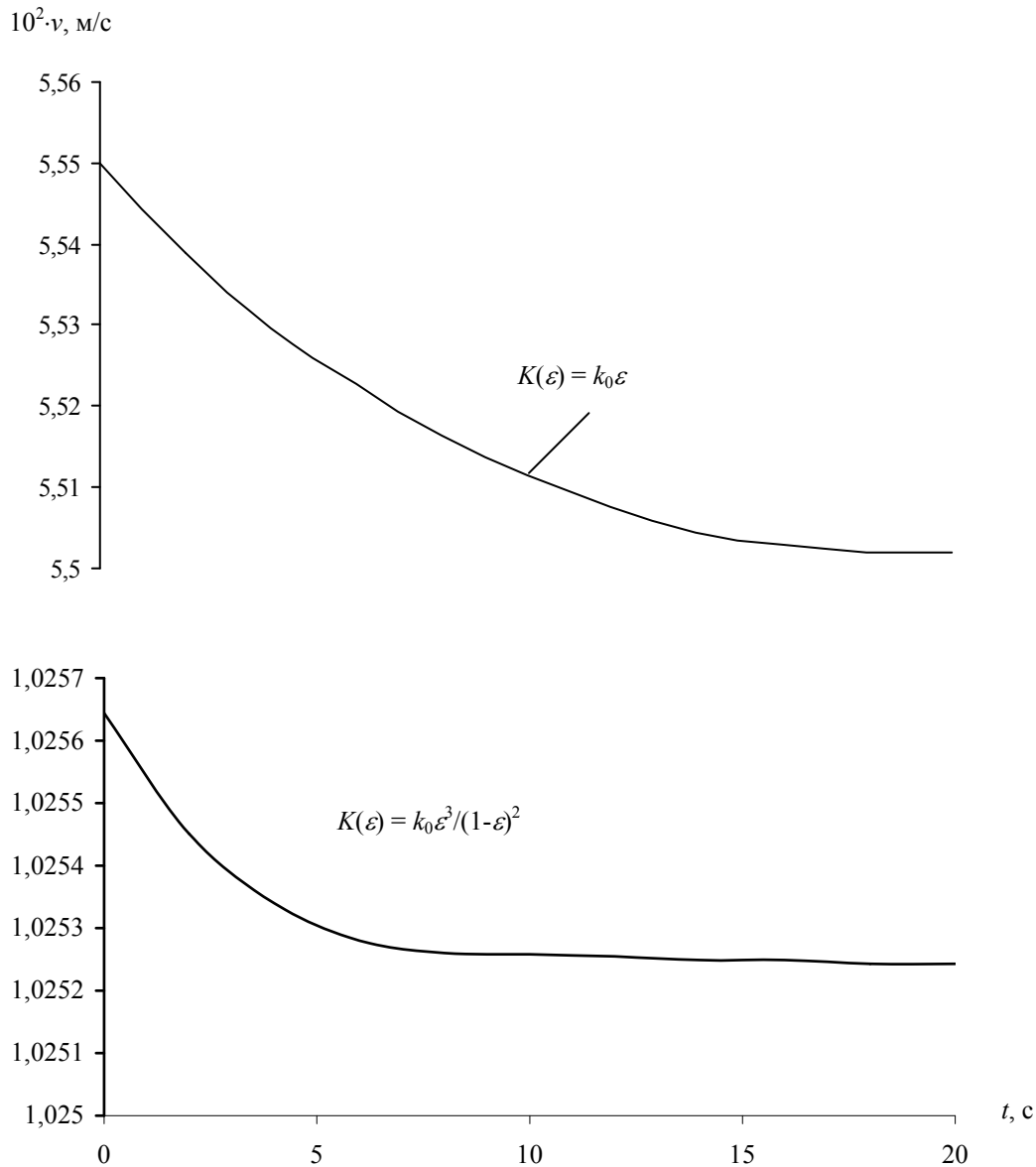
Основной причиной суффозионных явлений следует считать возникновение в подземных водах значительных сил гидродинамического давления и превышение величины некоторой критической скорости воды. Суффозия наиболее свойственна гранулометрически неоднородным породам. Процесс механической суффозии в разнородном песке происходит следующим образом. Песок состоит из частиц различного размера – больших и малых. Большие частицы создают структурный каркас породы.

Наряду с конвективным переносом в пористых средах, существенное значение может приобретать диффузионный перенос. Процесс перемешивания жидкостей в пористых средах (т.е. конвективная диффузия) показывает, что интенсивность перемешивания зависит от средней скорости потока [52]. В работе решены некоторые задачи конвективной диффузии в пористых средах с учетом зависимости коэффициента диффузии от скорости фильтрации. В [53, 74,] рассмотрены задачи конвективной диффузии и при некоторых упрощающих ограничениях получены точные решения. В [75] решена плоско-радиальная задача для уравнения конвективной диффузии методом конечных разностей в случае переменной диффузии. Рассмотрим нестационарное уравнение баланса с переменным коэффициентом диффузии $D = D_0 + \lambda v_0 / \varepsilon$, где $D_0 = \text{const}$; $\lambda = \text{const}$; v_0 – постоянная скорость фильтрации; v_0 / ε – физическая скорость движения жидкости [76]

$$\begin{aligned} \frac{\partial n}{\partial t} + \frac{v_0}{\varepsilon} \frac{\partial n}{\partial x} &= \frac{\partial}{\partial x} \left[\left(D + \frac{\lambda v_0}{\varepsilon} \right) \frac{\partial n}{\partial x} \right] + \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\partial \varepsilon}{\partial t}, \\ \frac{\partial \varepsilon}{\partial t} &= (\varepsilon_0 - \varepsilon) \omega_1 (|\nabla p| - |\nabla p_c|) - \omega_2 \varepsilon n, \\ v_0 &= k_0 \varepsilon (|\nabla p| - |\nabla p_0|). \end{aligned} \quad (2.5.1)$$

Как и в случае с постоянным коэффициентом диффузии D (раздел 2.1) рассмотрим полубесконечную плоскую пористую среду. Начальные и граничные условия остаются прежними:

$$\begin{aligned} n(0, x) &= 0, & \varepsilon(0, x) &= \varepsilon_0, \\ n(t, 0) &= n_0, & n(t, \infty) &= 0. \end{aligned} \quad (2.5.2)$$



Изменение скорости фильтрации по времени, $\omega_1 = 0,1$ м/(МПа·с); $\omega_2 = 0,1$ с⁻¹

Движение смеси происходит с постоянной скоростью фильтрации $v = v_0 = \text{const}$. Процесс изменения давления в пласте зависит от выбора закона Дарси. В данном случае закон Дарси принимается в виде:

$$v = K(\varepsilon)[|\nabla p| - |\nabla p_0|], \quad (2.5.3)$$

где $K(\varepsilon) = k_0 \varepsilon$ - коэффициент фильтрации.

В соответствии с (2.5.3) текущий градиент давления будет равен:

$$|\nabla p| = |\nabla p_0| + v_0 / (k_0 \varepsilon_0). \quad (2.5.4)$$

Применим к решению задачи метод конечных разностей. В области $\{0 \leq t \leq T, \quad 0 \leq x < \infty\}$ введем сетку $\Omega \left\{ (t_j, x_i), \quad t_j = j\tau, \quad x_i = ih, \quad i = 0, 1, \dots, j = \overline{0, J}; \tau = \frac{T}{J} \right\}$, где h - величина шага по x .

Аппроксимируем первое уравнение (2.5.1) на сетке Ω с помощью однопараметрической разностной схем:

$$\begin{aligned} \frac{n_i^{j+1} - n_i^j}{\tau} + \frac{v_0}{\varepsilon_i^j} \frac{n_{i+1}^j - n_{i-1}^j}{2h} = D_0 \left[\sigma \frac{n_{i-1}^{j+1} - 2n_i^{j+1} + n_{i+1}^{j+1}}{h^2} + (1-\sigma) \frac{n_{i-1}^{j+1} - 2n_i^{j+1} + n_{i+1}^{j+1}}{h^2} \right] + \\ + \frac{1}{h} \left[\frac{\lambda v_0}{\varepsilon_{i+1}^j} \frac{n_{i+1}^{j+1} - n_i^{j+1}}{h} - \frac{\lambda v_0}{\varepsilon_i^j} \frac{n_i^{j+1} - n_{i-1}^{j+1}}{h} \right] + \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j}{\tau}, \end{aligned} \quad (2.5.5)$$

где σ - параметр разностной схемы. Текущая пористость и модуль градиента давления определяются формулам:

$$\varepsilon_i^{j+1} = \varepsilon_i^j + \tau(\varepsilon_0 - \tilde{\varepsilon}_{ij}) \omega_1 \left(|\nabla p_0| - |\nabla p_c| + \frac{v_0}{k_0 \tilde{\varepsilon}_{ij}} \right) - \omega_2 \tau \tilde{\varepsilon}_{ij} \tilde{n}_{ij}, \quad (2.5.6)$$

$$|\nabla p_i^{j+1}| = |\nabla p_0| + \frac{v_0}{k_0 \varepsilon_i^{j+1}}.$$

$$\tilde{\varepsilon}_{ij} = \frac{1}{2}(\varepsilon_{i-1}^{j+1} + \varepsilon_i^j), \quad \tilde{n}_{ij} = \frac{1}{2}(n_{i-1}^{j+1} + n_i^j). \quad (2.5.7)$$

Начальные и граничные условия после аппроксимации имеют вид:

$$n_i^0 = 0; \quad n_0^{j+1} = n_0; \quad n_I^{j+1} = 0; \quad \varepsilon_i^0 = 0. \quad (2.5.8)$$

где I достаточно большое целое число.

При $0 \leq \sigma \leq 1$ разностная схема (2.5.6) может быть приведена к системе линейных алгебраических уравнений

$$An_{i-1}^{j+1} - Bn_i^{j+1} + Cn_{i+1}^{j+1} = -F_i^j, \quad i = \overline{1, I-1}, \quad (2.5.9)$$

где

$$A = \left(D_0 \sigma + \frac{\lambda v_0}{\varepsilon_{i+1}^j} \right) \frac{\tau}{h^2},$$

$$B = 1 + \left(2D_0 \sigma + \frac{\lambda v_0}{\varepsilon_{i+1}^j} + \frac{\lambda v_0}{\varepsilon_i^j} \right) \frac{\tau}{h^2},$$

$$C = \left(D_0 \sigma + \frac{\lambda v_0}{\varepsilon_{i+1}^j} \right) \frac{\tau}{h^2},$$

$$F_i^j = n_i^j + \tau \left(\left(\frac{D_0(1-\sigma)}{h^2} - \frac{\lambda v_0}{2\tilde{\varepsilon}_{ij}h} \right) n_{i+1}^j + \left(\frac{D_0(1-\sigma)}{h^2} + \frac{\lambda v_0}{2\tilde{\varepsilon}_{ij}h} \right) n_{i-1}^j - 2 \frac{D_0(1-\sigma)}{h^2} n_i^j \right) + \frac{1}{\varepsilon_0} \frac{\varepsilon_i^{j+1} - \varepsilon_i^j}{\tau}.$$

Данную систему решаем методом прогонки:

$$n_i^{j+1} = \alpha_{i+1} n_{i+1}^{j+1} + \beta_{i+1}, \quad i = \overline{I-1, 1}, \quad j = \overline{0, J-1}, \quad (2.5.10)$$

$$\alpha_{i+1} = -\frac{C}{A\alpha_i - B}; \quad \beta_{i+1} = -\frac{A\beta_i + F_i^j}{A\alpha_i - B}, \quad i = \overline{I-1, 1}, \quad j = \overline{0, J-1}. \quad (2.5.11)$$

Из граничного условия имеем:

$$n_0^{j+1} = \alpha_1 n_1^{j+1} + \beta_1 = 0,$$

где $\alpha_1 = 0$; $\beta_1 = n_0$.

Результаты расчетов на ЭВМ показывают, что при увеличении коэффициента диффузии D за счет увеличения λ при одинаковой скорости фильтрации v_0 , профили показателей n , ε , ∇p получаются более размытыми (рисунки 15-17). Сравнивая результаты при одинаковых значениях скорости фильтрации v_0 и D_0 для постоянного и переменного коэффициентов диффузии D видим,

что для переменного коэффициента D профили получаются более размытыми, т.е. в этом случае в призабойной зоне фронт увеличения пористости и уменьшения концентрации является более расширенным за счет члена $\lambda\nu_0/\varepsilon$ в коэффициенте D .

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Минц Д.М. Фильтрация молокоцентрированных водных суспензий через зернистые слои. Науч.тр. Акад. коммун.хоз. им. К.Д.Памфилова, вып. 2-3, 1951.
- [2] Шехтман Ю.М. Фильтрация молокоцентрированных суспензий. М.: Изд. АН СССР. 1961. – 212 с.
- [3] Хужаёров Б.Х. Модель фильтрации суспензии, учитывающая суффозии и коагуляцию // В сб. «Математические модели и численные методы нелинейных колебаний», Тр. СамГУ. 1990. с.78-81.
- [4] Минц Д.М. Фильтрация молокоцентрированных водных суспензий через зернистые слои. Науч.тр. Акад. коммун.хоз. им. К.Д.Памфилова, вып. 2-3, 1951.
- [5] Шехтман Ю.М. Фильтрация молокоцентрированных суспензий. М.: Изд. АН СССР. 1961. – 212 с.
- [6] Хужаёров Б.Х. Модель фильтрации суспензии, учитывающая суффозии и коагуляцию // В сб. «Математические модели и численные методы нелинейных колебаний», Тр. СамГУ. 1990. с.78-81.
- [7] Басниев К.С., Дмитриев Н.М., Розенберг Г.Д. Нефтегазовая гидромеханика: Учебник для вузов. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 480 с.
- [8] Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. – М.: Недра, 1993. – 416 с.
- [9] Дмитриев Н.М., Кадет В.В., Разбегина Е.Г. Методические указания к выполнению курсовых работ по дисциплине подземная гидромеханика. – М.: нефть и газ, 1998. - 61 с.
- [10] Евдокимова В.А., Кочина И.Н. Сборник задач по подземной гидравлике. – М.: Недра, 1979. - 166 с.
- [11] Пыхачев Г.Б., Исаев Р.Г. Подземная гидравлика. - М.: Недра, 1973. – 360 с.
- [12] Щелкачев В.Н., Лапук Б.Б. Подземная гидравлика. – М.: Гостоптехиздат, 1949. – 358 с.
- [13] Чарный И.А. Подземная гидрогазодинамика. – М.: Гостоптехиздат, 1963. – 396 с.
- [14] Баренблатт Г.И., Ентов В.М., Рыжик В.М. Движение жидкостей и газов в пластах. – М.: Недра, 1984. -270 с.
- [15] Коллинз Р. Течение жидкости через пористые материалы. – М.: Мир, 1964. – 207 с.
- [16] Азиз Х., Сеттари Э. Математическое моделирование пластовых систем. – М.: Недра, 1982. – 407 с.
- [17] Йосс Ж, Джозеф Д. Элементарная теория устойчивости и бифуркаций М.: Мир, 1983. 304 с.
- [18] Линь Цзя-цзяо. Теория гидродинамической устойчивости.-М.: Изд-во иностр. лит., 1958. – 195 с.
- [19] Полубаринова-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод / П.Я. Полубаринова-Кочина: учеб.пособие для университетов по специальности «Механика». – М.: Наука, 1977.– 664 с.
- [20] Прусов И.А. Двумерные краевые задачи фильтрации /И.А. Прусов. – Минск: Университетское, 1987. – 181 с.
- [21] Дразин Ф. Введение в теорию гидродинамической устойчивости. М.: Физматлит, 2005. 287 с.
- [22] Каневская Р. Д. Математическое моделирование гидродинамических процессов разработки месторождений углеводородов : Учебное пособие для вузов / Р. Д. Каневская. – М. ; Ижевск : Ин-т компьютер. исслед., 2003. – 128 с.
- [23] Щелкачев В. Н. Подземная гидравлика: Учебное пособие для вузов / В.Н.Щелкачев, Б.Б.Лапук. – М.; Ижевск : РХД, 2001. – 735 с.

REFERENCES

- [1] Mintz D. M. Filtration of the milkcentered water suspensions through granular layers. Works .of AS n/a K.D.Pamfilov, iss. 2-3, 1951.
- [2] Shekhtman Yu.M. Filtration of the milkcentered suspensions. M.: Prod. Academy of Sciences of the USSR. 1961. – 212 p.
- [3] Huzhayorov B. H. Model of a suspension filtration considering a suffusion and a colmatation//On Saturday. "Mathematical models and numerical methods of nonlinear fluctuations", W. SamSU. 1990. page 78-81.
- [4] Mintz D. M. Filtration of the milkcentered water suspensions through granular layers. Works .of AS n/a K.D.Pamfilov, iss. 2-3, 1951.
- [5] Shekhtman Yu.M. Filtration of the milkcentered of suspensions. M.: Prod. Academy of Sciences of the USSR. 1961. – 212 pages.
- [6] Huzhayorov B. H. Model of a suspension filtration considering a suffusion and a colmatation//On Saturday. "Mathematical models and numerical methods of nonlinear fluctuations", W. SamSU. 1990. page 78-81.
- [7] Basniyev K.S., Dmitriyev N. M., Rosenberg G. D. Oil and gas hydromechanics: The textbook for higher education institutions. – Moscow-Izhevsk: Institute of computer researches, 2003. - 480 pages.
- [8] Basniyev K.S., Kachin I.N., Maximov V. M. Underground hydromechanics. – М.: Subsoil, 1993. – 416 pages.
- [9] Dmitriyev N.M., V.V., Razbegin E.G. Cadet. Methodical instructions to performance of term papers on discipline an underground hydromechanics. – М.: oil and gas, 1998. - 61 pages.
- [10] Evdokimova V.A., Kochina I.N. Collection of tasks in underground hydraulics. – М.: Subsoil, 1979. - 166 pages.
- [11] Pykhachev G. B., Isaev R. G. Underground hydraulics. - М.: Subsoil, 1973. – 360 pages.
- [12] Shchelkachev V. N., Lapuk B. B. Underground hydraulics. – М.: Gostoptekhizdat, 1949. – 358 pages.
- [13] Charny I.A. Underground hydraulic gas dynamics. – М.: Gostoptekhizdat, 1963. – 396 pages.
- [14] Barenblatt G. I., Entov V. M., Ryzhik V.M. Saffron milk cap the movement of liquids and gases in layers. – М.: Subsoil, 1984.-270 pages.

- [15] Collins R. Flow of liquid through porous materials. – M.: World, 1964. – 207 pages.
[16] Aziz X., Settari E. Mathematical modeling of sheeted systems. – M.: Subsoil, 1982. – 407 pages.
[17] Jos, Joseph D. Elementary theory of stability and M.'s bifurcations: World, 1983. 304 pages.
[18] Lin Jia-tszyao. Theory of hydrodynamic stability. - M.: Publishing house иностр. litas., 1958. – 195 pages.
[19] Polubarinova-Kochina P.Ya. Theory of the movement of ground waters / P. Ya. Polubarinova-Kochina: studies. a grant for universities as "Mechanic". – M.: Science, 1977. – 664 pages.
[20] Prusov I.A. Two-dimensional regional problems of filtration/I.A. Prusov. – Minsk: University, 1987. – 181 pages.
[21] Drazin F. Introduction to the theory of hydrodynamic stability. M.: Fizmatlit, 2005. 287 pages.
[22] Kanevskaya R. D. Mathematical modeling of hydrodynamic processes of development of fields of hydrocarbons: Manual for higher education institutions / R. D. Kanevskaya. – M.; Izhevsk: Ying t compt. res., 2003. – 128 pages.
[23] Shchelkachev V.N. Underground hydraulics: Manual for higher education institutions / V. N. Shchelkachev, B. B. Lapuk. – M.; Izhevsk: RHD, 2001. – 735 pages.

АЙНЫМАЛЫ ДИФФУЗИЯНЫ ЕСЕПКЕ АЛУМЕН ДИСПЕРСТІК ЖҮЙЕЛЕРДІҢ КОЛЬМАТАЦИЯЛЫҚ-СУФФОЗИЯЛЫҚ СҮЗГІЛЕУІ

Б. С. Хамзина

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

Тірек сөздер: ұсақ тесікті ортаны ауыстыру, сүзу, диффузия, сұйықтық.

Аннотация. Жылжымалы және жылжымайтын сұйықтықпен екі жерінен құралған екі өлшемді кеуекті ортадағы диффузиялық әсерін есепке алуымен дисперстік жүйелердің кольматациялық-суффузиялық сүзгілеуінің мақсаты зерттелген.

Бойлық, көлденең диффузияға кольматациялық-суффузиялық әсерлерін кеуекті және коллекторлық агенттіктерге арналған сипат орнатылған ықпал етеді. Механикалық және химиялық суффуздыққа - екі түрі ажыратылып айтылады. Бір жылғы жыныстары мен механикалық сүзгіленген қазады кезінде бөлшектің асылып тұрған күйде (шаңды, сазды құм) кезінде су шығарады; Химиялық су кезінде бөлшектің жыныстарын ашып тастайды (гипс, тұзды, карбонат) және өнімдер шығарып әрекет етеді. Осы екі түрінің суффуздыққа әрекет термині кейде химия-механикалық суффузия - бір мезгілде қолданады. Мүмкін, онда мұндай суффузия лессовых жыныстарындағы карбонатное цементирующее ашып тастап жатыр және сонымен бір мезгілде сазды бөлшектер зат шығарылады.

Жерасты суларында гидродинамикалық қысымның кейбір құбылыстардың пайда болуы мен асуы шамасын сындарлы жылдамдығын айтарлықтай күштерінің суффузионных негізгі себебі деп есептеу қажет етпейді. Суффузия гранулометрикалық тұқымдары неғұрлым тән біртекті емес. Механикалық суффуздыққа жаңа разнорнистом құмға процесі мынадай түрде жүргізіледі. Құм- бөлшектердің мөлшері үлкен және шағын әртүрлі тұрады. Бөлшектің құрылымдық қаңқа тұқымның үлкен құрады.

Поступила 13.01.2016 г.

**Publication Ethics and Publication Malpractice
in the journals of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan**

For information on Ethics in publishing and Ethical guidelines for journal publication see <http://www.elsevier.com/publishingethics> and <http://www.elsevier.com/journal-authors/ethics>.

Submission of an article to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan implies that the described work has not been published previously (except in the form of an abstract or as part of a published lecture or academic thesis or as an electronic preprint, see <http://www.elsevier.com/postingpolicy>), that it is not under consideration for publication elsewhere, that its publication is approved by all authors and tacitly or explicitly by the responsible authorities where the work was carried out, and that, if accepted, it will not be published elsewhere in the same form, in English or in any other language, including electronically without the written consent of the copyright-holder. In particular, translations into English of papers already published in another language are not accepted.

No other forms of scientific misconduct are allowed, such as plagiarism, falsification, fraudulent data, incorrect interpretation of other works, incorrect citations, etc. The National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan follows the Code of Conduct of the Committee on Publication Ethics (COPE), and follows the COPE Flowcharts for Resolving Cases of Suspected Misconduct (http://publicationethics.org/files/u2/New_Code.pdf). To verify originality, your article may be checked by the Cross Check originality detection service <http://www.elsevier.com/editors/plagdetect>.

The authors are obliged to participate in peer review process and be ready to provide corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. All authors of a paper should have significantly contributed to the research.

The reviewers should provide objective judgments and should point out relevant published works which are not yet cited. Reviewed articles should be treated confidentially. The reviewers will be chosen in such a way that there is no conflict of interests with respect to the research, the authors and/or the research funders.

The editors have complete responsibility and authority to reject or accept a paper, and they will only accept a paper when reasonably certain. They will preserve anonymity of reviewers and promote publication of corrections, clarifications, retractions and apologies when needed. The acceptance of a paper automatically implies the copyright transfer to the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan.

The Editorial Board of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan will monitor and safeguard publishing ethics.

Правила оформления статьи для публикации в журнале смотреть на сайте:

[www:nauka-nanrk.kz](http://www.nauka-nanrk.kz)

<http://www.physics-mathematics.kz>

Редактор *М. С. Ахметова*
Верстка на компьютере *Д. Н. Калкабековой*

Подписано в печать 16.01.2016.
Формат 60x881/8. Бумага офсетная. Печать – ризограф.
10,7 п.л. Тираж 300. Заказ 1.