

О ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ЯВЛЕНИЯ УХОДА РАСТВОРА

А.Х. Мирзаджанзаде

(впервые опубликована в журнале «Доклады Академии Наук Азерб. ССР», 1953, Том 9, № 4, С. 203-206)

On the Theoretical Scheme of the Phenomenon of Mud Loss into Formation

A.Kh. Mirzajanzade

(originally published in «Transactions (Doklady) of the Azerb. SSR Academy of Sciences» journal, 1953, Vol. 9, No. 4, P. 203-206)

ABSTRACT

The article proposes a new formula for determining the penetration depth of clay solution into the formation. This formula, unlike other known formulas, takes into account the effect of porosity and permeability. The article also sets the task of modeling this effect and specifies general ways to solve this issue.

KEYWORDS

Drilling; Formation;
Clay solution; Porosity;
Permeability;
Pressure gradient.

e-mail: scientificpetroleum@gmail.com<https://doi.org/10.53404/Sci.Petro.20210200014>

Определим глубину проникновения глинистого раствора в линейный пласт.

Для вывода формулы, пользуясь методом Козени [1], перейдем от фиктивного грунта к идеальному путем введения гидравлического радиуса пор r_m , определяемого из выражения:

$$r_m = \frac{md_e}{6(1-m)} \quad (1)$$

где m – пористость; d_e – эффективный диаметр частиц.

Принимая во внимание, что вычисление эффективного диаметра для одного и того же грунта по различным формулам дает различные, иногда резко расходящиеся результаты и совершенно неприменимо для пористой среды, представленной известняками и доломитами [2], мы воспользовались способом проф. В.Н. Щелкачева [3], т. е. определили d_e из выражения:

$$\kappa = d_e^2 \cdot Sl \quad (2)$$

где κ – проницаемость; Sl – параметр Сликтера.

Инженер Зауэрбрей [4] пришел к выводу, что зависимость коэффициента фильтрации от пористости лучше всего выражается формулой Козени. Согласно исследованиям Кармана [5], подтверждающимся последующими исследованиями Роуза [6], параметр Sl может быть определен из выражения:

$$Sl = \frac{m^3}{180(1-m)^2} \quad (3)$$

отличающегося на некоторую постоянную величину от параметра Sl , определенного по формуле Козени.

Подставив значение Sl из (3) в (2), определим d_e :

$$d_e = \frac{1-m}{m} \sqrt{\frac{\alpha \kappa}{m}} \quad (4)$$

где α – постоянный коэффициент.

Определим r_m , подставив значение d_e из (4) в (1):

$$r_m = \frac{\sqrt{\alpha}}{6} \sqrt{\frac{\kappa}{m}}$$

М.Д. Миллиончиков [2] предложил применить в параметре R_c в качестве характерного размера $\sqrt{\kappa/m}$ – «внутренний масштаб породы».

Очевидно, что так называемый «внутренний масштаб породы» не что иное, как величина, прямо пропорциональная гидравлическому радиусу пор.

Так как фиктивный грунт мы заменили идеальным, то при подстановке в формулу Пуазейля удвоенного гидравлического радиуса пор вместо радиуса и истинной скорости движения вместо среднеобъемной мы должны получить закон Дарси.

Из этого сравнения получено, что $\alpha = 72$. Таким образом, формула для скорости фильтрации глинистого раствора в пористой среде может быть получена из формулы Бингема (для определения расхода глинистого раствора в круглой трубе) путем подстановки удвоенного значения гидравлического радиуса пор вместо радиуса трубы и истинной скорости движения вместо среднеобъемной т. е.

$$W = \frac{\kappa p}{\eta l} \left(1 - \frac{4}{3} \frac{p_0}{p} + \frac{1}{3} \frac{p_0^4}{p^4} \right) \quad (6)$$

где W – скорость фильтрации;

p – перепад давления;
 η – структурная вязкость глинистого раствора;
 l – длина пути фильтрации;
 p_0 – давление, затрачиваемое на преодоление предельного напряжения сдвига глинистого раствора.

Давление, затрачиваемое на преодоление предельного напряжения сдвига глинистого раствора, может быть определено из выражений:

$$P_0 = \frac{6l\tau_0(1-m)}{\beta m d_e} \quad (7)$$

или

$$P_0 = \frac{l\tau_0}{\beta \sqrt{2 \cdot \sqrt{\frac{\kappa}{m}}}} \quad (8)$$

где β – коэффициент формы, зависящей от диаметра обтекаемых частиц.

В случае прекращения поступления глинистого раствора в пласт

$$W=0 \text{ и } P=P_0.$$

Перепад давления в данном случае будет равен:

$$P=P_n+R_v-P_{пл} \quad (9)$$

где P_n – гидростатическое давление столба глинистого раствора, соответствующее глубине ухода H ;

R_v – гидравлические сопротивления в кольцевом пространстве скважины от H до O (устья);

$P_{пл}$ – пластовое давление.

Подставив (9) в (8), для случая равновесия получим:

$$l = \frac{\sqrt{2\beta \sqrt{\frac{\kappa}{m}} (P_i + P_v - P_{i\bar{e}})}}{\tau_0} \quad (10)$$

Обработка экспериментальных данных Р.И. Шищенко позволила нам установить эмпирическое уравнение:

$$\beta = 3 - 2.22d_e^2 \quad (11)$$

где d_e – в сантиметрах.

Подставив значение d_e из (4) в (11), получим:

$$\beta = 3 - \frac{159.84\kappa(1-m)^2}{m^3}, \quad (12)$$

где k – в $см^2$.

Подставив значение из (12) в (10), получим:

$$l = \frac{\sqrt{2 \left[3 - \frac{159.84(1-m)^2 \kappa}{m^3} \right] \sqrt{\frac{\kappa}{m}} (P_i + P_v - P_{i\bar{e}})}}{\tau_0} \quad (13)$$

Для изыскания эффективных методов борьбы с поглощением и уходом глинистого раствора необходимо моделировать данное явление. Зависимость среднеобъемной скорости движения глинистого раствора в круглой трубе от перепада давления аналогична характеристике электронных ламп, т. е. зависимости анодного тока лампы от напряжения между анодом и катодом [8]. Эта аналогия, нам кажется, может быть положена в основу электрических моделей поглощающих пластов.

Отметим также, что, по нашему мнению, в основу классификаций поглощений и уходов глинистого раствора должны быть положены следующие величины:

$$k, m, (P+R_v-P_{пл}).$$

Мнение о том, что в основу классификации поглощений и уходов глинистого раствора достаточно положить относительное пластовое давление, мы считаем неверным. При определенном глинистом растворе величина l , характеризующая степень поглощения, как видно из формулы (13), определится как перепадом давления, так и физическими свойствами пласта, а именно k и m .

Литература

1. Лейбензон, Л. С. (1947). Движение природных жидкостей и газов в пористой среде. Москва—Ленинград: ОГИЗ.
2. Щелкачев, В. Н., Лапук, Б. Б. (1949). Подземная гидравлика. Москва: Гостоптехиздат.
3. Щелкачев, В. Н. (1945). Основы подземной нефтяной гидравлики. Москва: Гостоптехиздат.
4. Лейбензон, Л. (1934). Нефтепромысловая механика. Часть II. Москва.
5. Carman, P. S. (1937) Frans. Inst. Chem. Engrs. Mech. Lond., 15, 150.
6. Rose, H. E. (1941). Proc. Inst. Mech. Engrs. New-York, 5, 153.

References

1. Lejbenzon, L. S. (1947). Dvizhenie prirodnyh zhidkostej i gazov v poristoj srede. Moskva—Leningrad: OGIZ.
2. Shchelkachev, V. N., Lapuk, B. B. (1949). Podzemnaya gidravlika. Moskva: Gostoptekhizdat.
3. Shchelkachev, V. N. (1945). Osnovy podzemnoj neftyanoy gidravliki. Moskva: Gostoptekhizdat.
4. Lejbenzon, L. (1934). Neftepromyslovaya mekhanika. Chast' II. Moskva.
5. Sarman, P. S. (1937) Frans. Inst. Chem. Engrs. Mech. Lond., 15, 150.
6. Rose, H. E. (1941). Proc. Inst. Mech. Engrs. New-York, 5, 153.

7. Царевич, К. А., Шищенко, Р.И., Бакланов, Б. Д. (1935). Глинистые растворы в бурении. *Баку—Москва: ОНТИ, Нефтеиздат.*

8. Шинтельмейстер, И. (1949). Электронная лампа как прибор для физических измерений. *Москва—Ленинград.*

7. Carevich, K. A., Shishchenko, P.I., Baklanov, B. D. (1935). Glinistye rastvory v bureнии. *Baku—Moskva: Onti, Nefteizdat.*

8. Shintel'mejster, I. (1949). Elektronnaya lampa kak pribor dlya fizicheskikh izmerenij. *Moskva—Leningrad.*

О теоретической схеме явления ухода раствора

А.Х. Мирзаджанзаде

*(впервые опубликована в журнале
«Доклады Академии Наук Азерб. ССР», 1952, Том 8, № 2, С. 63-69)*

Реферат

В статье предложена новая формула определения глубины проникновения глинистого раствора в пласт. Эта формула, в отличие от других известных формул, учитывает влияние пористости и проницаемости. В статье также ставится задача моделирования данного эффекта и указываются общие пути решения этого вопроса..

Ключевые слова: бурение; пласт; глинистый раствор; пористость; проницаемость; градиент давления.

Məhlulun laya keçməsi hadisəsinin nəzəri sxemi haqqında

A.X. Mirzəcanzadə

*(ilk dəfə dərc olunub «Azərbaycan SSR-nin Elmlər Akademiyasının Məruzələri»
jurnalında, 1952, Cild 8, № 2, S. 63-69)*

Xülasə

Məqalədə gilli məhlulun laya keçməsi dərinliyinin formulasını çıxarmaq üçün yeni üsul təklif edilir. Bu formula, digər məlum formulalardan fərqli olaraq, məsaməliliyin və nüfuzetmə qabiliyyətinin təsirini nəzərə alır. Məqalədə, eyni zamanda həmin təsirin modelləşdirilməsi məsələsi irəli sürülür və bu məsələnin həll edilməsinin ümumi yolları göstərilir.

Açar sözlər: qazıma; lay; gilli məhlul; məsaməlilik; keçiricilik; təzyiqli qradienti.