G‘OVAK MUHITLARDA GAZ FILTRATSIYASI MASALASINI YECHISH DASTURINI YARATISH

Gulstan Artikbayeva
Xorazm Ma’mun akademiyasi, PhD
Email: gulstan2202@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada gaz konlarini o‘zlashtirishning asosiy parametrlarning bosimga bog‘liq o‘zgarishini hisobga olgan holda asosiy ko‘rsatgichlarini hisoblash uchun ishlab chiqilgan sonli model va algoritm asosida dastur ishlab chiqish hamda dastur uchun zarur bo‘lgan bochlang‘ish ma’lumotlarni shakllantirish uchun axborot massivini va qulay muloqotni tashkil etuvchi foydalanuvchi interfeysini yaratish masalalari qaralgan. Bundan tashqari dasturiy majmua modullari va uning tuzilmasini yaratish masalasi qarlgan. Bu masalalarni hal etish, asosiy ko‘rsatgichlarni hisoblash ishonchliligini yanada oshiradi va sonli natijalarni turli xil ko‘rinishdagi grafiklarda vizual formada taqdim etish imkoniyatini yaratadi va filtratsiya jarayonini tadqiq qilish imkonini beradi.

Kalit so'zlar: algoritm, interfeys, dasturiy majmua, gaz, gidrodinamik parametrlar

Аннотация. В данной статье рассматривается разработка программ на основе численной модели и алгоритма для расчета основных показателей разработки газового месторождения с учетом изменения основных параметров в зависимости от давления, а также создание информационного массива и пользовательского интерфейса для удобного взаимодействия при формировании исходных данных, необходимых для работы программ. Кроме того, рассматривается вопрос создания программных модулей и их структуры. Решение этих вопросов позволит дополнительно повысить надежность расчета основных показателей, создать возможность наглядного представления численных результатов в виде различных видов графиков и исследовать процесс фильтрации.

Ключевые слова: алгоритм, интерфейс, программный комплекс, газ, гидродинамические параметры

Abstract. This article discusses the development of a software based on a numerical model and algorithm for calculating the main indicators of gas field development, taking into account the pressure-dependent changes in the main parameters, and the creation of an information array and a user interface for convenient communication for the formation of the initial data necessary for the software. In addition, the issue of creating software modules and their structure is considered. Solving these issues will further increase the reliability of calculating the main indicators and create the possibility of presenting numerical results in a visual form in various types of graphs and allow studying the filtration process.

ISSN 3030-3907

Keywords: algorithm, interface, software package, gas, hydrodynamic parameters

Kirish.

Neft va gaz sanoati rivojlanishining hozirgi bosqichida g'ovakli muhitlarda filtratsiya hodisalarini tahlil qilish va prognozlash jarayonlarini avtomatlashtirish alohida ahamiyatga ega. Gaz qazib olish jarayonida qatlamlarning gidrodinamik parametrlarini aniqlashda filtratsiyaning chegaraviy masalalarini avtomatlashtirilgan hal qilish konlarni loyihalashni sezilarli darajada tezlashtirish va filtratsiya jarayonlarini baholash samaradorligini oshirish imkonini beradi. Zamonaviy kompyuter texnologiyalari bilan birgalikda matematik modellashtirish usullaridan foydalanish gaz va gaz kondensati konlarini loyihalash, boshqarish va o'rganish bilan bog'liq muammolarni hal qilishni sezilarli darajada osonlashtiradi, shuningdek, vaqt xarajatlarini kamaytiradi [1-6].

Qatlamdagi gazning harakatiga qatlamning bir qancha gidrodinamik parametrlari sezilarli darajada ta’sir etadi. Bu parametrlarga qatlam o‘tkazuvchanlik, g‘ovaklik, suyuqlik yoki gazning qovushqoqlik va qatlam quvvati parametrlari kiradi. O‘tkazuvchanlik va g‘ovaklik koeffisiyentlarining katta qiymatlarida qatlamdagi suyuqlik yoki gaz harakati va tarqalishi tez bo‘ladi. Bu o‘z navbatida qatlamdagi neft yoki gaz mahsulotini qazib olish jarayonini osonlashtiradi [7-9].

Matematik model.

G‘ovakli muhitda beqaror gaz filtratsiya jarayonining matematik modeli parabolik tipdagi chiziqli bo‘lmagan differensial tenglamalar bilan tavsiflanadi. Faraz qilamiz filtratsiya jarayonida qatlam g‘ovaklik koeffisiyenti bosim o‘zgarishiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. U holda uni quyidagi g‘ovaklikning bosimga bog‘liq o‘zgarishi jarayonini ifodalovchi filtratsiya masalasi sifatida qaraymiz

$$\begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{kh}{\mu}\dfrac{\partial P^2}{\partial x}\right)+\dfrac{\partial}{\partial y}\left(\dfrac{kh}{\mu}\dfrac{\partial P^2}{\partial y}\right)=2ahm(x,y,P)\dfrac{\partial P}{\partial t}+Q \\ m=m_0\left[1+\beta_c\left(P-P_H\right)\right], \qquad (x,y)\in G,\ \ t>0. \end{cases} \tag{1}$$

$$P(x,y,t)=P_H(x,y), \quad t=0, \quad (x,y)\in G; \tag{2}$$

$$\begin{cases} -k\dfrac{\partial P}{\partial x}=\alpha\left(P_A-P\right), \quad x=0; \quad t>0; \\ k\dfrac{\partial P}{\partial x}=\alpha\left(P_A-P\right), \quad x=L; \quad t>0; \end{cases} \tag{3}$$

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} -k\dfrac{\partial P}{\partial y} = \alpha\left(P_A - P\right), \quad y = 0; \quad t > 0; \\ k\dfrac{\partial P}{\partial y} = \alpha\left(P_A - P\right), \quad y = L; \ t > 0. \end{cases} \tag{4}$$

Chegaraviy masalani yechishda uzluksiz sohani to'rli sohaga o'tkazib, kvazichiziqli usul, chekli-ayirmali va iteratsiya usullari qo'llaniladi [10-12]. Bu ishlab chiqilgan sonli model asosida hisoblash algoritmi va dasturi ishlab chiqildi.

Dastur modullari tavsifi hamda tuzulmasi

Ishlab chiqilgan dasturning funksional sxemasi 4.1-rasmda ko'rsatilgan. Bu rasmda bir va ikki qatlamli g'o'vak muhitda ikki o'lchovli chegaraviy masalalarini yechish uchun modullar o'rtasidagi aloqalar keltirilgan bo'lib, u dastur ishlashi uchun dastlabki ma'lumotlarni shakllantirish va berish, hisoblashni amalga oshirish va hisoblash natijalarini saqlash va chiqarish bloklaridan iborat**.**

Masalalar bloki dastlabki ma'lumotlarni olish uchun uning modullari bloki bilan o'zaro aloqada bo'ladi.

Dastlabki ma'lumotlarni berish modullari bloki quyidagi modullarni o'z ichiga oladi:

- qatlam parametrlari bo'yicha dastlabki ma'lumotlarni shakllantirish moduli;
- diskret filtratsiya maydoni konfiguratsiyasining axborot massivini shakllantirish moduli;
- qatlam g'ovakligi bo'yicha axborot massivini shakllantirish moduli;
- qatlam balandligi bo'yicha axborot massivini shakllantirish moduli;
- Quduqlar debiti va koordinatalarini berish bo'yicha axborot massivini shakllantirish moduli.

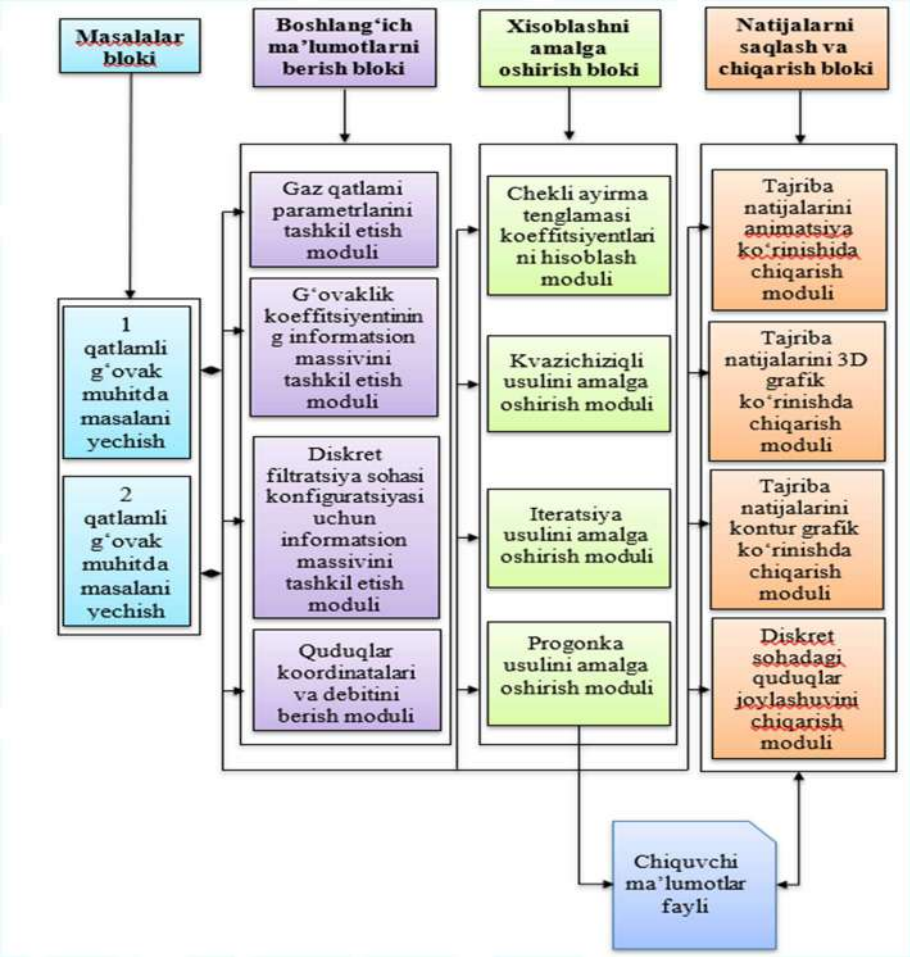
Har bir masala yechimini topish hisoblash blokidan boshlanadi. Bu blokda asosiy ko'rsatgichlar hisoblanadi, undagi modullar quyidagilar:

- chekli ayirmali tenglamaning koeffitsiyentlarini hisoblash;
- kvazichiziqli usulni amalga oshirish
- Iteratsiya usulini amalga oshirish
- chekli ayirmalar usulini amalga oshirish (haydash usulida);

Hisoblashni amalga oshirish bloki natijalarni saqlash va chiqarish bloki bilan o'zaro bog'liq holda ishlaydi. Natijalarni saqlash va chiqarish blokida hisoblash tajriba natijalarini saqlash va vizuallashtirish modullari mavjud. Ular quyidagi ishlarni amalga oshiradi:

- Tajriba natijalarini animatsiya ko'rinishida chiqarish moduli
- Tajriba natijalarini 3D grafik ko'rinishda chiqarish moduli
- Tajriba natijalarini kontur grafik ko'rinishda chiqarish moduli
- Diskret sohadagi quduqlar joylashuvini chiqarish moduli

ISSN 3030-3907



1-rasm. Gaz filtratsiya jarayonini tahlil va bashorat qilish dasturining funksional sxemasi

Dastur 2 ta hisoblash moduli va foydalanuvchi yo‘riqnomasi modullaridan tashkil topgan bo‘lib, 1-hisoblash modulida bir qatlamli va ikki o‘lchovli gaz filtratsiya masalalarida g‘ovaklik koeffitsiyentining bosim o‘zgarishiga bog‘liq o‘zgarishini hisoblash masalasi qaralgan.

2-hisoblash modulida ikki qatlamli va ikki o‘lchovli gaz filtratsiya masalalarida g‘ovaklik koeffitsiyentining bosim o‘zgarishiga bog‘liq o‘zgarishini hisoblash masalasi qaralgan. Ushbu modul ham 1-moduldagi kabi funksional vazifa va imkoniyatlarga ega bo‘lib, faqatgina ushbu masalada foydalaniluvchi asosiy kiruvchi parametrlardagina farq qiladi.

Dastur bilan ish yuritish quyidagicha amalga oshiriladi:

- Vazifani tanlash.
- Dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash.
- Dasturni ishga tushirish.
- Dastur natijalarini vizual va sonli ko‘rinishlarda ko‘rish va saqlash.
- Tizimdan chiqish.

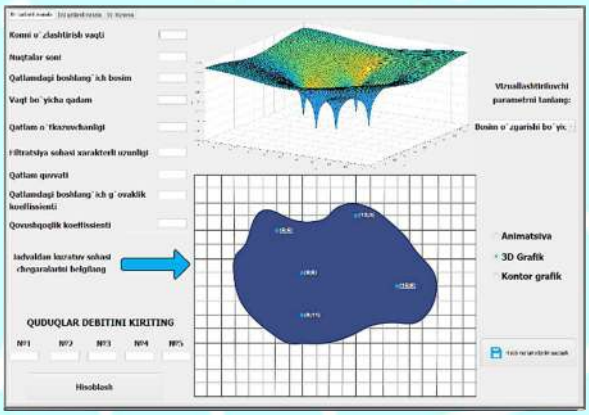
Qo‘yilgan masalani yechish uchun, foydalanuvchi tanlangan vazifa uchun dastlabki ma’lumotlarni tayyorlaydi. Bu yerda foydalanuvchi ma’lumotlarni

ISSN 3030-3907

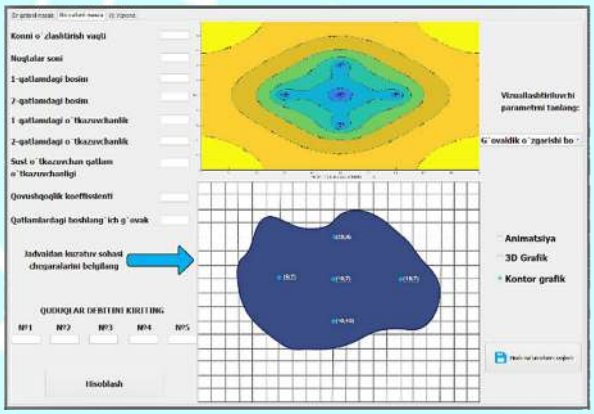
saqlash katalogida yangi dastlabki kiruvchi ma’lumotlar faylini yaratadi yoki mavjudlarini tahrirlaydi.

Keyingi bosqichda foydalanuvchi “Dasturlarni ishga tushirish” menyusidan tanlagan vazifani ishga tushiradi. Muayyan vazifa blokini ishga tushirgandan so‘ng, ekranda “Oraliq natijalarni ekranda chiqarish” dialog oynasi paydo bo‘ladi: “Ha, Yo‘q”. Oraliq natijalarni ko‘rish uchun foydalanuvchi “Ha” ni tanlashi kerak. Agar dastlabki ma’lumotlar noto‘g‘ri tuzilgan bo‘lsa, ekranda “Boshlang‘ich ma’lumotlarni tekshirish” xabari paydo bo‘ladi. Hisoblash moduli to‘liq tugallangach, ekranda “Vazifa yechimining tugashi” xabari ko‘rsatiladi.

Oxirgi bosqichda foydalanuvchi bosim maydonlarini taqsimlash jadvali yoki grafiklari ko‘rinishida, shuningdek quduqlardagi bosimning pasayishini ko‘radi. To‘liq natija har bir 90 sutka vaqt oralig‘ida “Calc.txt” fayliga yozib boriladi. Dasturiy majmua interfeyslari quyidagi 4.3, 4.4–rasmlarda keltirilgan.



2 -rasm. Bir qatlamli gaz filtratsiya masalani yechish moduli interfeysi



3 -rasm. Ikki qatlamli gaz filtratsiya masalani yechish moduli interfeysi

Dastur oddiy va murakkab formaga ega bo‘lgan gaz konlari filtratsiya sohasi konfiguratsiyasi uchun hisoblash jarayoni sonli natijalarini 3D grafik, hamda kesimlar bosim tarqalishi va quduqlarda bosim tushishini vizuallashtirib beradi. Hisoblash tajribalarining sonli natijalarini vizual formada taqdim etish o‘z navbatida filtratsion jarayonni tasavvur etish, gaz konlari qatlamlarida ularni qazib olish jarayonining gidrodinamik holatini o‘rganishda, ayniqsa, gaz konlarini loyihalashda, tahlil va bashorat qilishda katta rol o‘ynaydi.

Hisoblash tajribalarni o‘tkazish uchun dastlabki ma’lumotlarni kiritish kerak: quduqni o‘zlashtirish vaqti, bosim, gaz parametrlari – qovushqoqlik, qatlam o‘tkazuvchanligi, uning o‘lchamlari, shuningdek, quduqlar soni va ularning koordinatalari, quduq debiti va boshlang‘ich g‘ovaklik koeffitsiyenti qiymatlari . Sonli tajriba natijasida qatlamlarda bosim taqsimoti jadvali tuziladi va uni grafik formalarda berish uchun maxsus grafik tizimlarda foydalanishda 3D grafiklar va animatsiya funksiyalari qo‘llaniladi. Ular yordamida kerakli formada taqdim etish grafiklari tanlanadi. Bunda bosimning qatlam kesimidagi 2D, qatlamdagi to‘liq tarqalish jarayonlari 3D garafiklarini ko‘rish imkoniyatlari beriladi. Bulardan

ISSN 3030-3907

tashqari gaz qatlami quduqlarida bosimning tushush holati va govaklikning bosimga bog‘liq o‘zgarish ham aks ettiriladi.

Xulosa

Dasturdan foydalanuvchi gazning g‘ovak muhitda filtratsiya masalalarini yechishda asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha turli hisoblash tajribalarini o‘tkazishi va kompyuterda olingan natijalar asosida turli tahlillarni hamda bashoratlarni amalga oshirishi, ilmiy tadqiqotlarni olib borishi mumkin bo‘ladi.

Ishlab chiqilgan dasturiy majmua mavjud ishlab chiqilgan va yangi ishga tushirilgan gaz quduqlarini to‘liq o‘rganish imkonini beradi. Real vaqt rejimida hisoblash tajribalarini o‘tkazish va soha haqida ishonchli ma’lumotlarni olish mumkin.

Minnatdorchilik

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi Davlat Byudjeti tomonidan moliyalashtirilgan.

ADABIYOTLAR

1. E. Nazirova, A. Nematov, Sh. Ismailov, G. Artikbayeva, "Method and Algorithm for the Numerical Solution of the Filtration Problem of Changing Porosity Depending on Gas Pressure in a Porous Medium", AIP Conference Proceedings. Samarkand, 2024, vol. 3244, pp. 020010-1 - 020010-9. https://doi.org/10.1063/5.0241466

2. Nematov, Sh. Ismailov, G. Artikbaeva, "Numerical Simulation of the Boundary Problem of Filtration in Two-Layer Porous Media with Changing Porosity Coefficient Depending on Pressure", IEEE 3rd International Conference on Problems of Informatics, Electronics and Radio Engineering (PIERE), Novosibirsk, Russian Federation, 2024, pp. 920-925. doi: 10.1109/PIERE62470.2024.10804941.

3. Nematov, E. Sh. Nazirova, "Development of a computational algorithm and software for studying the main indicators of oil fields on a computer", (in Russian) Problems of Computational and Applied Mathematics, Tashkent, 2015, No. 2. pp. 12-18.

4. N. Ravshanov, E. Sh. Nazirova, A. Nematov, "Mathematical model and numerical algorithm for solving problems of gas filtration in two formation porous media with a low-permeability jumper", Journal of Problems of Computational and Applied Mathematics, 2020, vol. 3 (27). pp. 20-39.

5. E. S. Zakirov, "Modeling of Filtration and Hydrodynamic Processes in Oil Fields", Uzbek Journal of Hydrodynamics, 2001, vol. 7(1), pp.15-24.

6. B. Lopukh, "Algorithmic Methods in Oil-Gas Flow Simulation", Journal of Petroleum Science and Engineering, 2004, vol. 42(3-4), pp.121-130.

ISSN 3030-3907

7. E. Nazirova, M. Shukurova, G. Artikbayeva, "Visualization of the Results of Numerical Calculations in Graphical Object View in the Design of Oil and Gas Systems", AIP Conference Proceedings, Samarkand, 2024, vol. 3244, pp. 020014-1 - 020014-10. https://doi.org/10.1063/5.0241718

8. M. Shukurova, E. Nazirova, "Development of Software Tools for the Visualization of Multiphase Filtration in Heterogeneous Porous Media", International Journal of Petroleum and Energy Research, 2023, vol. 9(4), pp.120-129.

9. V. L. Sergeev, T. H. P. Nguyen, Q. D. Vu, "Models and algorithms for identification of oil and gas reservoirs by the adaptive method of deterministic pressure moments", Dokladi TUSUR, 2018, vol. 21, N4, pp. 109-115, doi: 10.21293/1818-0442-2018-21-4-109-115.

10. S. N. Zakirov, B. B. Lapuk, Design and development of gas fields. Nauka, Moscow, 1974, 376 p.

11. Yu. P. Karataev, L. G. Gerov, S. N. Zakirov, G. R. Sherbakov, Filtration of gases in cracked collectors. Nedra, Moscow, 1979, 223 p.

12. R. Bellman, and R. Kalaba, (1965) Quasilinearization and Nonlinear Boundary-Value Problems. American Elsevier Publishing Company, New York, 1965. 206 p.

ISSN 3030-3907