

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ВОДНОГО ФАКТОРУ НА ПАРАМЕТРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

Ярослав П'янило, Петро Вавричук

Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я. С. Підстригача НАН України

Більшість сховищ газу створені у виснажених газових родовищах. Тиск газу, який в них зберігався, був не меншим, ніж гідростатичний. В останні роки, при суттєвому недовантаженні підземного сховища газу (ПСГ) згідно встановлених технологічних схем, частина газосховищ експлуатується при пластових тисках, які нижче гідростатичних. На різних етапах експлуатації ПСГ та дослідженні свердловин проявляється вплив водного фактору. Для забезпечення якісної експлуатації ПСГ потрібно вивчити його вплив на параметри роботи ПСГ на всіх етапах планування режимів та підготовки технологічних об'єктів.

Постановка задачі. Нехай пласт моделюється вкладеними циліндричними середовищами із свердловиною в центрі. У внутрішньому циліндрі знаходиться газ, а у зовнішньому – вода із заданим на зовнішній границі тиском :

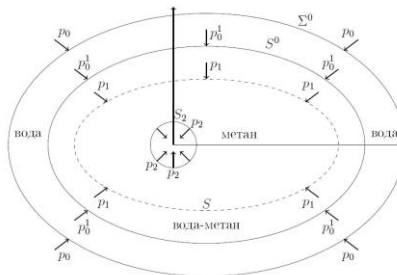


Рис. 1. Схема розподілу зон ПСГ.

Мета роботи полягає у встановленні зв'язку між дебітом свердловини та значеннями тисків в магістральному газопроводі та на зовнішній межі води, а також у побудові моделі для знаходження параметрів роботи ПСГ для ефективної його експлуатації.

Побудова гідравлічної ув'язки системи «пласт підземного сховища газу – газозбірний пункт (ГЗП)». Використовуючи зв'язок пластового (p_{pl}) та гирлового (p_g) тисків з вибієним p_v , отримаємо співвідношення між пластовим тиском і тиском на ГЗП

$$p_{pl} = \sqrt{\left[p_{gzp}^2 + (a_s + a_{sh}) e^b q_0^2 + Aq_0 + Bq_0^2 \right]}. \quad (1)$$

Визначення тиску води на межі вода–метан. Відповідно до рис. 1 прийmemo наступні вхідні параметри: на поверхні $r_1 = a$ підтримується тиск води p_1 ; на поверхні $r_2 = b$ - тиск p_2 ; початковий розподіл тиску задається формулою $f(r)$.

Таким чином, вихідна задача математичної фізики матиме вигляд

$$p_g = p_s + p_n,$$

де $p_s = [p_1 \ln(b/r) + p_2 \ln(r/a)] / [\ln(b/a)]$ – визначає усталений розподіл тиску між поверхнями, а друга складова розв’язку така:

$$p_n = \frac{\pi^2}{2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\alpha_n^2 J_0^2(a\alpha_n)}{J_0^2(a\alpha_n) - J_0^2(b\alpha_n)} \exp(-\kappa \alpha_n^2 \tau) U_0(r\alpha_n) \int_a^b r f(r) U_0(r\alpha_n) dr - \pi \sum_{n=1}^{\infty} \frac{[P_2 J_0(a\alpha_n) - P_1 J_0(b\alpha_n)] J_0(a\alpha_n) U_0(r\alpha_n)}{J_0^2(a\alpha_n) - J_0^2(b\alpha_n)} \exp(-\kappa \alpha_n^2 \tau). \quad (2)$$

Знаходження параметрів підземного сховища газу при відбиранні (закачуванні). Задачі(прямі та обернені) для знаходження параметрів роботи ПСГ для підтримування відбирання(закачування) газу:

- за відомими параметрами середовища знайти дебет свердловини та значення тиску на ГЗП.
- за відомими параметрами середовища та дебетом свердловини знайти швидкість руху газо-водяного контакту.
- за заданими параметрами тиску на ГЗП та ГВК, а також дебіту свердловини знайти параметри середовища, що потрібні для підтримування заданого режиму роботи ПСГ.

1. *Притула Н. М., П’янило Я. Д., Притула М. Г.* Підземні сховища газу(математичні моделі та методи). – Львів: РАСТР-7, 2015. – 266 с.
2. *П’янило Я. Д., Вавричук П. Г.* Визначення швидкості руху газо-водяного контакту в процесі роботи підземних сховищ газу. – 2013. – Вип.18. – С. 165–172.

THE INFLUENCE OF WATER FACTOR ON OPERATING PARAMETERS OF UNDEGROUND GAS STORAGE

We have considered the characteristics of key technological objects involved in gas storage. The connection between the production rate of well and the pressures in the gas pipeline and at the outer edge of water has been built. We have described their mathematical models and constructs models of groups of hydraulically related objects (system mathematical models). Problems are set and the examples of the application of analytical and numerical methods for their solution are provided.