

УДК 622.691.24

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЯКОСТІ РОЗКРИТТЯ ГАЗОНОСНИХ ПЛАСТІВ НА РЕЖИМИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗУ

**Мирослав Притула, Назар Притула, Ярослав П'янило,
Зоя Притула, Ольга Химко**

*Філія «Науково-дослідний інститут транспорту газу» АТ «Укртрансгаз»,
Інститут прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України,
Національний університет «Львівська політехніка»*

myroslav.prytula@gmail.com, nazar.prytula1@gmail.com, danylo794@gmail.com,
zoya777b@gmail.com, olgakhymko@ukr.net

Аналіз результатів дослідження процесу фільтрації газу у вибійних зонах свердловин показав, що існує багато слабо визначених факторів впливу на вибійний тиск їх дебіту – проникність ближньої зони, вихровий опір, скін-фактор тощо. Слід очікувати, що характер впливу існуючих факторів на динаміку зміни тиску в околі свердловин є значно складнішим, ніж це спостерігається для свердловин на родовищах газу. Зокрема, зміна проникності за результатами досліджень свердловин вказує на наявність анізотропії пласту в безпосередній близькості від свердловини, присутності багатьох факторів, які породжують скін-фактор. Для дослідження фільтраційних процесів у неоднорідних пористих середовищах використовують як чисельні, так і аналітичні методи, кожен із яких має свої переваги та недоліки. Дослідження свердловин проводять в основному аналітичними методами. Числові методи для цього є мало придатними. Вони передбачають подання вибійної зони у вигляді простих областей різної розмірності – елементів. Малість елементів та швидка зміна тисків за часом призводить до нестійкості чисельного методу. Слабкістю аналітичних методів є проблема врахування змінних крайових умов та дебіту свердловин за часом. Поєднання чисельних та аналітичних методів для моделювання фільтраційних процесів у пластах-колекторах підземних сховищ газу (ПСГ) та у вибійних зонах свердловин забезпечує стійкість обчислювальних процедур. У пластах-колекторах фільтраційні процеси в одних областях пласта описують за лінійним законом (виконується закон Дарсі), а в інших (у вибійних зонах свердловин) – приймається нелінійна залежність тиску від обсягів відбирання газу.

Розроблено математичне та програмне забезпечення, яке враховує наявне метрологічне забезпечення, включає такі основні програмні модулі: моде-

лювання фільтраційних процесів у неоднорідних багатошарових системах; розрахунок параметрів потоків газу в системі мережного типу, яка включає вибірні зони свердловин, свердловини та систему збору газу; розрахунок системи підготовки газу, багатоцехових компресорних станцій (КС) та газопроводу-відводу. Технологічні схеми (ТС) ПСГ інтегровані із ТС газотранспортної системи, і утворюють єдину термогідрравлічну систему. Експлуатація ПСГ у режимі компримування газу на етапах відбирання та закачування газу забезпечується КС із різнотипними газоперекачуючими агрегатами (ГПА). Саме режими роботи КС забезпечують роботу ПСГ у заданих оптимальних, чи в необхідних пікових режимах. І тому, для формування режимів роботи КС на його вході та виході необхідні крайові умови з достатньою точністю. Однією із вхідних умов на вході КС у режимі відбирання газу є тиск газу, за умови відбирання заданого обсягу газу, на газозбірному пункті (ГЗП). Для його розрахунку слід забезпечити моделювання технологічного ланцюжка: пласт-колектор – ГЗП. Складність такого розрахунку полягає у тому, що на характер зв'язку між багатьма експлуатаційними параметрами ПСГ впливають слабо визначені фактори – макрошорсткість пласта, вихрові опори, які часто породжують турбулентні фільтраційні процеси. Всі ці фактори впливають на величину зміни тиску (депресії / репресії) в околі свердловини за часом. Депресію / репресію слід розділити на два доданки: перший (умовно постійний) формується за доли секунди (стрибокподібно), а другий – за змінного дебіту газу протягом всього часу експлуатації свердловин. Розрахунок другого доданку депресії / репресії ускладнює розрахунок тиску на ГЗП. У роботі запропоновано нестационарну модель, яка дозволяє розрахувати інтегральний вплив змінної депресії / репресії усіх свердловин на величину тиску на ГЗП. Це забезпечило швидкий розрахунок режимів експлуатації ПСГ протягом усього прогнозного часу.

1. Iwaszczuk N., Prytula M., Prytula N., Pyanylo Ya., Iwaszczuk A. Modeling of Gas Flows in Underground Gas Storage Facilities // *Energies*. – 2022. – **15**. – 7216. <https://doi.org/10.3390/en15197216>
2. Prytula M., Prytula N., Pyanylo Ya., Prytula Z., Khymko O. Planning optimal operating modes of underground gas storage facilities as part of the gas transmission system // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. – 2022. – **3**, No. 2. – P. 76–91. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.258953>

STUDY OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF THE OPENING OF GAS-BEARING LAYERS ON THE UNDERGROUND GAS STORAGE OPERATION MODES

The problem of analyzing the operation of wells on underground gas storages (UGS) in non-stationary modes of their operation is considered. Factors affecting the parameters of gas flows in the wells during the time of gas withdrawal / injection are variable. Due to the existing complexity of researching working wells on the UGS, the work proposes a method of integral consideration of the influence of the parameters of all the bottomhole zones of the wells on the mode of operation of the UGS. As expected, the integral consideration of the impact on the parameters of the bottomhole zones of the wells ensured a sufficient speed of calculation of the UGS operating modes.