

**Брюзгін Д.І., студент гр. 185м-24-1**

**Науковий керівник: Хоменко В.Л., к.т.н., доцент кафедри нафтогазової інженерії та буріння**

*(Національний технічний університет "Дніпровська політехніка", м. Дніпро, Україна)*

## **СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ІЗОЛЯЦІЇ ВОДОПРИПЛИВУ ЯК ІНСТРУМЕНТ СТАБІЛІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ НАФТОВИХ І ГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИН**

Ізоляція водоприпливу в нафтових і газових свердловинах є одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності розробки родовищ. Водоприплив призводить до зниження дебітів, росту обводненості продукції, ускладнення сепарації, підвищення навантаження на системи збору та підготовки, збільшення корозійних ризиків і різкого зростання експлуатаційних витрат [1]. У багатьох випадках саме зростання водоприпливу визначає кінець економічного життя свердловини [2]. Тому технології ізоляції води мають критичне значення для стабілізації виробітку, оптимізації систем заводнення, продовження роботи свердловин і підвищення нафтовилучення.

Фізична сутність водоприпливу пов'язана з гідродинамічними та геологічними факторами: підняттям водонафтового контакту, розвитком конуса води, наявністю тріщин і високопроникних прошарків, неоднорідністю колектора, неефективними схемами заводнення, порушенням герметичності обсадних колон або цементного каменю [3]. Значну роль відіграє анізотропія проникності, яка сприяє вертикальному русі води, а також капілярні ефекти, які визначають умови витіснення. За умов тривалого фонтанування або роботи з високими депресіями конус води може наблизитися до вибою, після чого навіть невеликі зміни дебіту викликають різкий ріст обводненості [4].

Сучасні методи ізоляції поділяються на дві великі групи: технології, спрямовані на усунення шляхів притоку (механічні, цементні, полімерні), та технології, що впливають на селективність фільтрації, змінюючи відносні проникності або створюючи непроникні бар'єри для води при збереженні проникності для вуглеводнів. Традиційні механічні методи включають встановлення пакерів, пробок, додаткову перфорацію з метою відключення водоносних інтервалів, а також перекриття аварійних каналів міжколонного перетоку. Ці методи ефективні за умов чітко ідентифікованої зони водоприпливу, але малоефективні у неоднорідних пластах, де вода рухається через складну мережу мікро- та макроканальних шляхів [5].

Цементні технології залишаються одними з найбільш універсальних. Високоякісні розчини з контрольованою реологією і розширенням забезпечують надійне перекриття тріщин, каналів і міжколонних перетоків. Однак цемент часто втрачає ефективність у пластах із високою проникністю або при необхідності проникнути в дрібні пори та мікротріщини. У таких випадках застосовуються мікроцементи, цементно-полімерні суміші та композиції з пониженим розміром часток. Для складних випадків створюються гібридні системи, що поєднують цементні матеріали з полімерними або гелеутворюючими компонентами, які структурно доповнюють один одного.

Гелеутворюючі та полімерні системи набули широкого поширення завдяки своїй здатності проникати у високопроникні шляхи руху води і формувати в них малопроникні структури. Системи на основі поліакриламідів, крос-лінкерів, органічних гелів або силікатних розчинів здатні регулюватися за в'язкістю та часом гелеутворення, що дозволяє адаптувати операцію до геологічних умов. Важливою перевагою є можливість селективної дії: при правильному підборі складу проникність для нафти знижується менше, ніж для води, що дозволяє зберегти продуктивність свердловини. Силікатні системи ефективні при високій мінералізації пластових вод, у той час як органічні гелі краще працюють у слабомінералізованих середовищах та низькопроникних пластах.

Важливою групою методів є селективні реагенти, які змінюють змочуваність і відносні проникності пласту. Системи типу «водоотривних» реагентів, полімерних обробок привибійної зони, гідрофобізаторів та поверхнево-активних речовин здатні зменшувати рухливість води та збільшувати рухливість нафти. Вони не усувають шлях притоку, але змінюють умови фільтрації так, що вода витісняється менш ефективно.

У випадках, коли водопріплив викликаний рухом води по тріщинах або високопроникних прошарках, ефективними є гелеполімерні системи із підвищеною механічною міцністю або технології, що утворюють тверді полімерні бар'єри. Для пластів, що зазнали гідророзриву, застосовуються селективні полімерні ін'єкції, які здатні блокувати тріщини без істотного впливу на матрицю порового середовища.

Окремо стоять технології усунення водопріпливу, пов'язаного з дефектами будівельної частини свердловини: каналами в цементному камені, міжколонними перетоками, корозійними пошкодженнями. У цих випадках застосовують тампонажні суміші з високою міцністю, розчини з латексними домішками, смоли, нові полімерні матеріали з високою адгезією до сталі та цементу. Важливою умовою є ретельна діагностика за допомогою акустичних та радіометричних каротажів, які дають змогу виявити конкретні зони порушеної герметичності.

Ефективність ізоляції визначається не лише зменшенням обводненості, а й стабільністю ефекту, відсутністю негативного впливу на проникність для нафти чи газу, можливістю контролювати реакцію системи та прогнозованість поведінки реагентів під час закачування. У складних випадках потрібне багатоступеневе втручання: комбінування гелеутворюючої системи з цементною, послідовна обробка високопроникних і низькопроникних зон або застосування технологій із змінною в'язкістю.

Враховуючи економічні наслідки водопріпливу — зростання витрат на підготовку продукції, збільшення навантаження на насосне обладнання, прискорення корозійних процесів, необхідність буріння компенсаційних свердловин — ізоляція води є одним із найбільш окупних видів впливу на пласт. Успішна операція здатна подовжити роботу свердловини на багато років, підвищити дебіти нафти, знизити частку води та стабілізувати центральні параметри розробки.

#### Список використаних джерел:

1. Orinbaev, B., Ratov, B., Khomenko, V., Tileuberdi, N., Khayitov, O., Umirzokov, A., Seidaliev, A., Makyzhanova, A., Kuttybayev, A., Zahrytsenko, A., & Kamyshatskiy, O. (2025). Comprehensive Use of Electrical Inverse Lateral and Radioactive Logging for Strata Properties Investigation in Cased Wells. *ES Materials and Manufacturing*, 27. <https://doi.org/10.30919/mm1417>
2. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Kirin, R., Svitlychnyi, S., & Moskalenko, A. (2024). Optimization of the technology of hoisting operations when drilling oil and gas wells. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1348(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1348/1/012008>
3. Muratova, S., Pashchenko, O., Khomenko, V., & Zhailiev, A. (2025). Application of machine learning for wellbore stability assessment. *Engineering for Rural Development*, 24, 505–511. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2025.24.TF109>
4. Khomenko, V., Pashchenko, O., Ratov, B., Koroviaka, Y., Kirin, R., & Tabylganov, M. (2025). Determination of the arrangement of electrodes for electrochemical fastening of borehole walls. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1481(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1481/1/012006>
5. Ratov, B. T., Bayamirova, R. Y., Khomenko, V. L., Kazimov, E. A., & Togasheva, A. R. (2025). Determination of the composition and static characteristics of a water shutoff agent for the Kalamkas field. *SOCAR Proceedings*, 1, 67–76. <https://doi.org/10.5510/OGP20250101045>