

Міністерство освіти і науки України  
Національний університет  
«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

# Тези

**77-ї наукової конференції професорів,  
викладачів, наукових працівників,  
аспірантів та студентів університету**

**ТОМ 2**

**16 травня – 22 травня 2025 р.**

## **НАПРЯМИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДВИЩЕННЯ НАФТОВІДАЧІ ПРОДУКТИВНИХ ПЛАСТІВ**

У даний час інтенсивно шукають шляхи розробки так званих позабалансових запасів. Великий обсяг таких родовищ становлять колектори з високов'язкими нафтами. За оцінками, світовий сумарний обсяг важких нафт оцінюється в 810 млрд. тон, тоді як обсяг залишкових запасів нафти малої та середньої в'язкості складає лише 162,3 млрд. тон [1].

Розробка таких родовищ стикається з низкою складнощів пов'язаних з низькою в'язкістю високов'язких нафт. Найбільш ефективними методами розробки таких родовищ є теплові методи дії на продуктивний пласт. Не всі теплові методи мають високу рентабельність. Існує думка, що метод парогравітаційного впливу SAGD є найбільш прийнятним і перспективним. Цей метод почав широко застосовуватися на родовищах Канади і показав високі показники видобутку високов'язких нафт.

Метод парагравітаційного впливу на продуктивний колектор є відносно новим напрямом у розробці родовищ із високов'язкими нафтами. Аналіз літературних джерел показав, що це технологія знаходить дедалі ширше застосування у світі [2-4].

Застосування методу парогравітаційного впливу або відомого як SAGD полягає в наступному: проводиться буріння 2 свердловин, розташованих горизонтально одна над одною поблизу підосви пласта на відстані 5-10 м одна від одної. Верхня свердловина служить для нагнітання в пласт пара інша свердловина є видобувною, при цьому спостерігається процес зниження в'язкості нафти під дією пари та збільшення її плинності. Під впливом сил тяжіння відбувається процес стікання нафти до перфораційних отворів добувної свердловини, як показано рис. 1.

Одним із стримувальних факторів широкого застосування є обмеження по глибині залягання продуктивних горизонтів, не більше 600-700 метрів, що обумовлено інтенсивною втратою теплових властивостей пари в міру її закачування колоною насосно-компресорних труб. У зв'язку з цим виникає проблема доставки теплоносія до вибою свердловин з мінімальною втратою тепла з одночасним збереженням цілісності свердловини, що працює в умовах високих температур.

Все більшого інтересу привертають родовища високов'язкої нафти. У зв'язку з цим, дедалі більшу увагу починають приділяти родовищам із важкою нафтою та бітумами. Особливістю цих родовищ є висока в'язкість нафти 10000-45000 мПа·с.

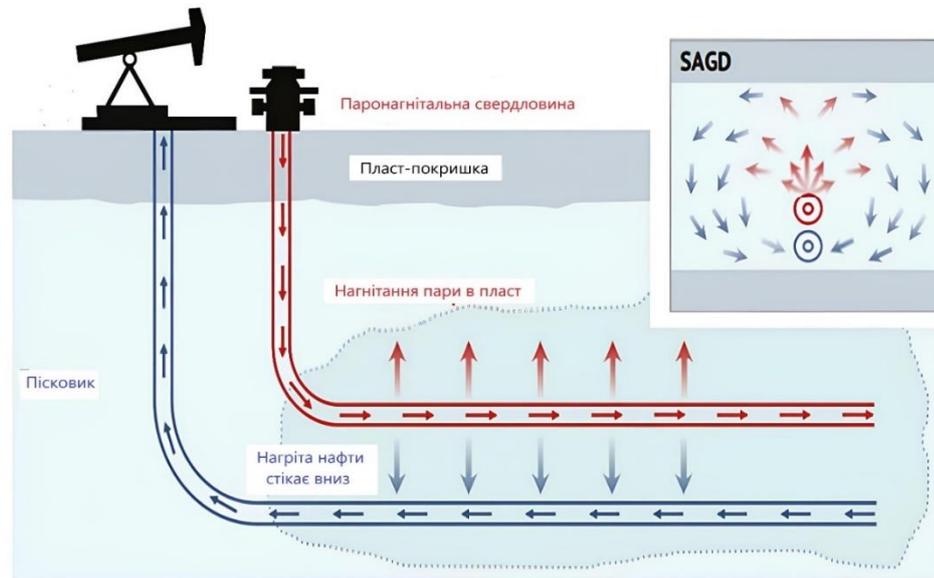


Рис. 1. Технологічна схема SAGD

При цьому дане технічне рішення сприяє розширенню області застосування «методу парогравітаційного впливу на пласт», що отримав у зарубіжній літературі назву методи SAGD і ES-SAGD, за рахунок можливості подолання основного обмежування його застосування, а саме граничної глибини залягання нагнітальної і добувної свердловин 500-600 м, через втрати тепла по колоні НКТ у свердловині.

До основних методів розширення застосування сфери використання методу SAGD є: використання розчинників, електромагнітного нагрівання, циклічної обробки парою, закачування неконденсованих газів, розширене моделювання колектора.

Додавання в пару таких розчинників, як пропан, бутан або етан, може знизити відношення пари до нафти (SOR) і поліпшити ступінь вилучення. Було показано, що цей метод, званий SAGD за допомогою розчинника (SA-SAGD), збільшує коефіцієнт вилучення в колекторах з низькою проникністю і високою в'язкістю.

Використання горизонтальних свердловин при застосуванні методу циклічної обробки парою (CSS) показує ефективність на деяких колекторах. Велика площа контакту між парою та резервуаром призводить до збільшення швидкості вилучення. Результати досліджень [3] у пласті, де успішно застосовувався метод CSS із горизонтальними свердловинами. Результати показали, що коефіцієнт вилучення збільшився до 20% порівняно з традиційним методом CSS із вертикальними свердловинами.

Метод електромагнітного нагрівання включає використання змінних магнітних полів для нагрівання пласта та мобілізації нафти. Поєднання

електромагнітного нагріву з SAGD може підвищити ефективність процесу нагріву та знизити потребу в парі. Метод електромагнітного нагрівання можна використовувати для попереднього нагрівання пласта перед початком процесу SAGD, зменшуючи кількість пари, необхідної для досягнення необхідних температур. Крім того, в процесі SAGD можна використовувати електромагнітне нагрівання на додаток до тепла, що виділяється за рахунок упорскування пари. Це може зменшити кількість необхідної пари та підвищити ефективність процесу.

Запропоновано метод SAGD з закачуванням неконденсованих газів (NCG-SAGD). Основний принцип NCG-SAGD полягає в тому, що неконденсовані гази, що закачуються в пласт разом з парою, витісняють частину нафти, знижуючи відношення пари до нафти та покращуючи коефіцієнт вилучення. Гази також перешкоджають втратам тепла із пласта, що допомагає зменшити кількість необхідної пари. Гази, що закачуються в пласт, повинні мати низьку розчинність у нафті та воді, щоб запобігти будь-якому несприятливому впливу на роботу пласта [4].

Основна перевага NCG-SAGD полягає в тому, що він знижує потребу в парі та підвищує коефіцієнт вилучення, що робить його вигідним варіантом для видобутку нафти в низькопроникних колекторах. Однак використання неконденсованих газів може призвести до збільшення виробничих витрат через додаткове обладнання, необхідне для закачування газу. Крім того, важливим є вибір газів, оскільки деякі гази можуть негативно впливати на роботу колектора.

Сучасні методи моделювання колектора можуть допомогти визначити оптимальну відстань між свердловинами, швидкість закачування та паронафтове відношення для даного пласта. Це може допомогти оптимізувати процес SAGD та підвищити швидкість вилучення.

#### *Література:*

1. Орловський В.М., Білецький В.С., Сіренко В.І. *Нафтогазовилучення з важкодоступних і виснажених пластів*. Харків: Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, НТУ «Харківський політехнічний інститут», ТОВ НТП «Бурова техніка», Львів, Видавництво «Новий Світ – 2000», 2023. – 312 с.

2. Gates I. D. *Solvent-aided Steam-Assisted Gravity Drainage in thin oil sand reservoirs [Electronic resource]* / Ian D. Gates // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2010. – Vol. 74, no. 3-4. – P. 138–146. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2010.09.003>

3. Al-Gosayir M. *Optimization of SAGD and solvent additive SAGD applications: Comparative analysis of optimization techniques with improved algorithm configuration [Electronic resource]* / Mohammad Al-Gosayir, Tayfun Babadagli, Juliana Leung // *Journal of Petroleum Science and Engineering*. – 2012. – Vol. 98-99. – P. 61–68. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2012.09.008>