

Раціональне використання геотермальної енергії нафтогазових свердловин за їх дуальної експлуатації

Rational use of oil and gas wells geothermal
energy for their dual operation

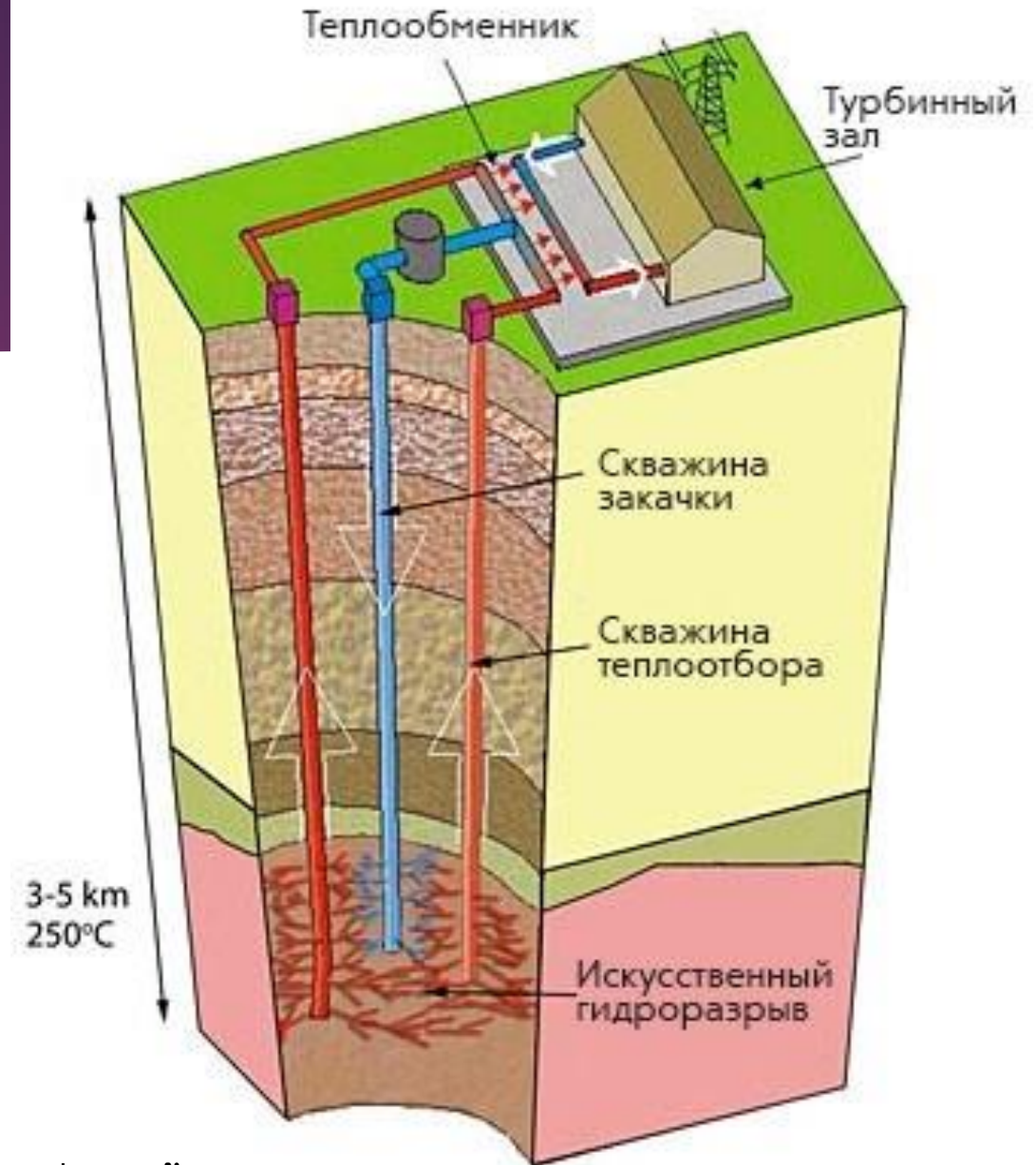
ЕТАП 2. ПОЛІПШЕННЯ ГЕОМЕТРІЇ ТЕХНОЛОГІЙ ГЕОТЕРМАЛЬНИХ ТЕПЛООБМІННИКІВ В НАФТОГАЗОВИХ СВЕРДЛОВИНАХ

М. Фик, В. Білецький, М. Аббуд, М. Аль-Султан (НТУ «ХПІ» м. Харків)

2019. м. Бердянськ

Вступ Introduction

- ▶ Перше використання 1904 р. в Лардерелло (Італія)
- ▶ 2019 р. в світі генерується потужність електрики 15 ГВт:
- ▶ в т.ч. США – 3,5 ; Індонезія – 2 ; Філіппіни – 1,8
- ▶ Переваги теплового енергоресурсу в надрах:
- ▶ Невичерпність, стабільність, компактність по площі, екологічність, можливість паралельного видобування інших ресурсів та корисних копалин.



The Geysers в Калифорнии

АНОТАЦІЯ

- ▶ Використання свердловин виснажених родовищ може бути комплексним, коли одночасно видобуваються залишки природних вуглеводнів та геотермальна енергія. При цьому геотермальна енергія може бути використаною не тільки для господарських потреб, а й для інтенсифікації видобування і зберігання нафтогазового флюїду, видобуте вуглеводневе паливо може покращувати евакуацію геотермальної енергії з надр. У цьому випадку реалізується когнітивний (суміщений з видобуванням флюїду) системотехнічний підхід одночасного вдосконалення видобування і зберігання вуглеводневих ресурсів та видобування енергії тепла порід. В даній роботі розроблено, показано та аналізуються пропонувані авторами схеми когнітивного (дульного) використання геотермальних ресурсів та геометричні особливості діючих нафтогазових свердловин.

Annotation

The use of wells of exhausted deposits can be complex when both natural hydrocarbon residues and geothermal energy are extracted simultaneously. In this case, geothermal energy can be used not only for economic needs, but also for the intensification of the extraction and storage of oil and gas fluids, extracted hydrocarbon fuels can improve the evacuation of geothermal energy from the depths. In this case, a cognitive (combined with fluid extraction) system technology approach is simultaneously improving the extraction and storage of hydrocarbon resources and the extraction of heat energy from rocks. In this paper, the authors proposed schemes for the cognitive use of geothermal resources of existing oil and gas wells have been developed, shown and analyzed.

Суть та актуальність тематики

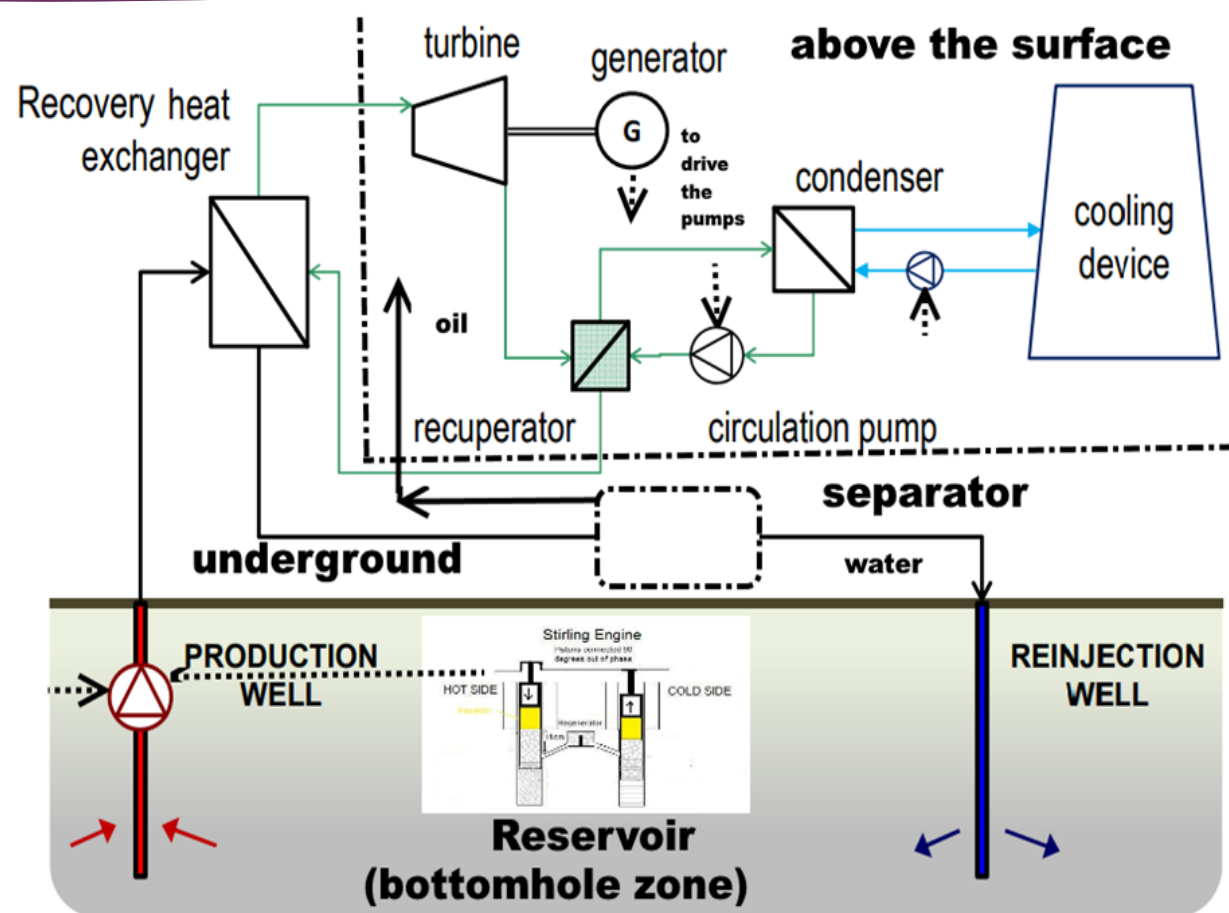
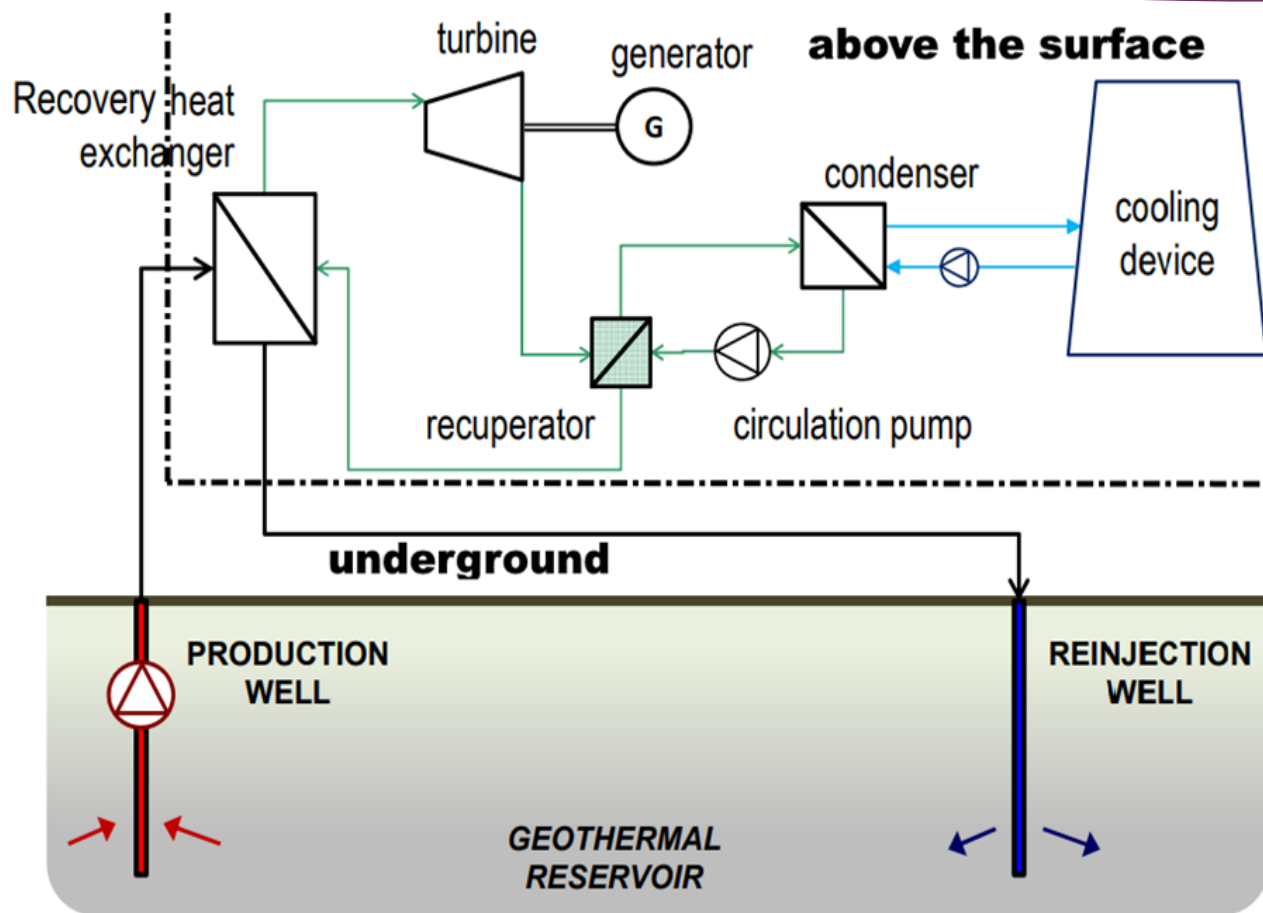
- ▶ Старі нафтогазові свердловини після виснаження нафтогазових родовищ переводять в геотермальний фонд. Останнім часом виконано багато досліджень, що переслідують мету збільшення кількості нафтогазових свердловин, які можуть в подальшому працювати як геотермальні. Але завершувати розробку нафтогазових родовищ та видобувати геотермальну енергію можливо одночасно. Питання стало набувати актуальності після оцінки геотермальних ресурсів та виявленні значних запасів та потенціалу в районах нафтогазовидобування в багатьох країнах Світу. Окремі пари свердловин (до 5 км глибиною, бувшого нафтогазового фонду) надають до 10 МВт теплової, та 300 КВт електричної енергії. Це еквівалентно видобуванню природного газу двома свердловинами як палива ($11 \text{ МВт} \cdot \text{ч} = 1000 \text{ м}^3$) 24 000 м³/добу.

The main essence and relevance of the topic

- ▶ Old oil and gas wells are transferred to the geothermal fund after the depletion of oil and gas fields. Lately, a lot of research has been done to pursue the goal of increasing the number of oil and gas wells that can further operate as geothermal wells. But it is possible to complete the development of oil and gas fields and produce geothermal energy at the same time. The issue became more relevant after the assessment of geothermal resources and the identification of significant reserves and potential in oil and gas production areas in many countries of the world. Separate pairs of wells (up to 5 km deep, formerly an oil well) provide up to 10 MW of heat and 300 kW of electricity. This is equivalent to extracting natural gas with two wells as fuel (11 MWh = 1000 m³) at 24,000 m³ / day.

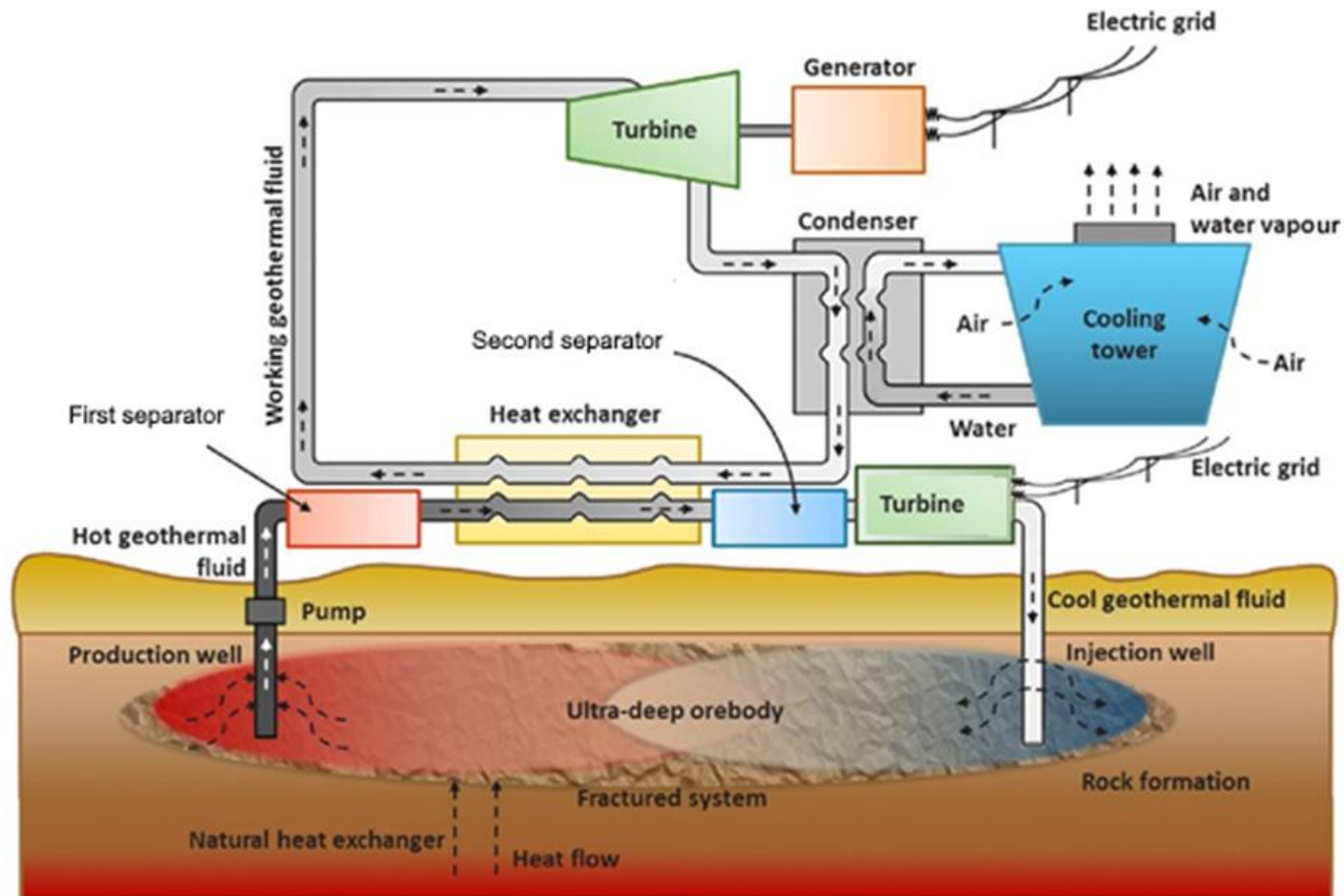
1. Традиційна та пропонована (з когнітивним принципом) схема бінарної геотермальної теплоелектростанції (1. нафта і тепло)

Traditional and proposed (with cognitive principle) scheme of binary geothermal thermal power plant



Геометрія вибійного та допоміжних геотермальних теплообмінників в бінарній схемі с гідротурбіною

Geometry of downhole and auxiliary geothermal heat exchangers in binary circuit with hydraulic turbine



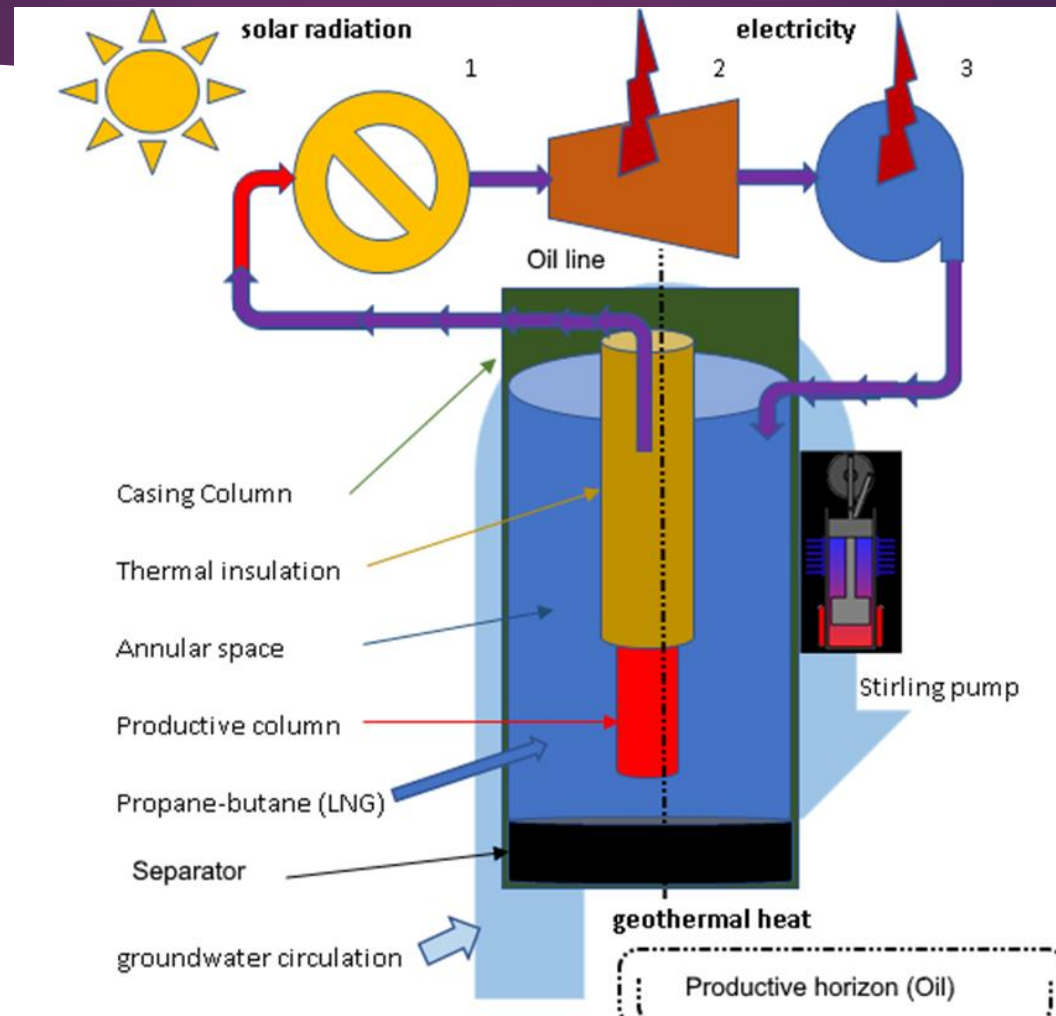
Переваги одночасного (дуального) видобування рідких нафтогазових флюїдів та геотермального тепла

- ▶ - Реалізується зберігання і зменшення втрат надлишків вилученої теплової енергії у вигляді видобутих додаткового вуглеводнів, синтезі штучних вуглеводнів, їх закачуванні для зберігання;
- ▶ - Нівелюються витрати енергії на транспортування вуглеводнево-водного материнського флюїду від зони вибою та у зворотньому напрямку. Транспортується з меншими витратами проміжний теплоносій із нанодомішками по трубах свердловини із спеціальним нанопокриттям;
- ▶ - Зменшуються витрати енергії на підігрів нафти, що піднімається по продуктивній колоні свердловини;
- ▶ - Розміщення відкритого контура та теплообмінника цілком у привибійній зоні зменшує втрати теплової енергії;
- ▶ - Зменшення температури у нагнітальній свердловині збільшує різницю температур між розігрітою сухою породою прилеглих флюїдоупорів та теплоносієм, що збільшує притік геотермальної енергії.

2. Дуальне видобування вуглеводневого конденсату та тепла Dual hydrocarbon condensate and heat production

У цьому прикладі показана моносвердловинна геометрія видобутку тепла і рідких природних вуглеводнів

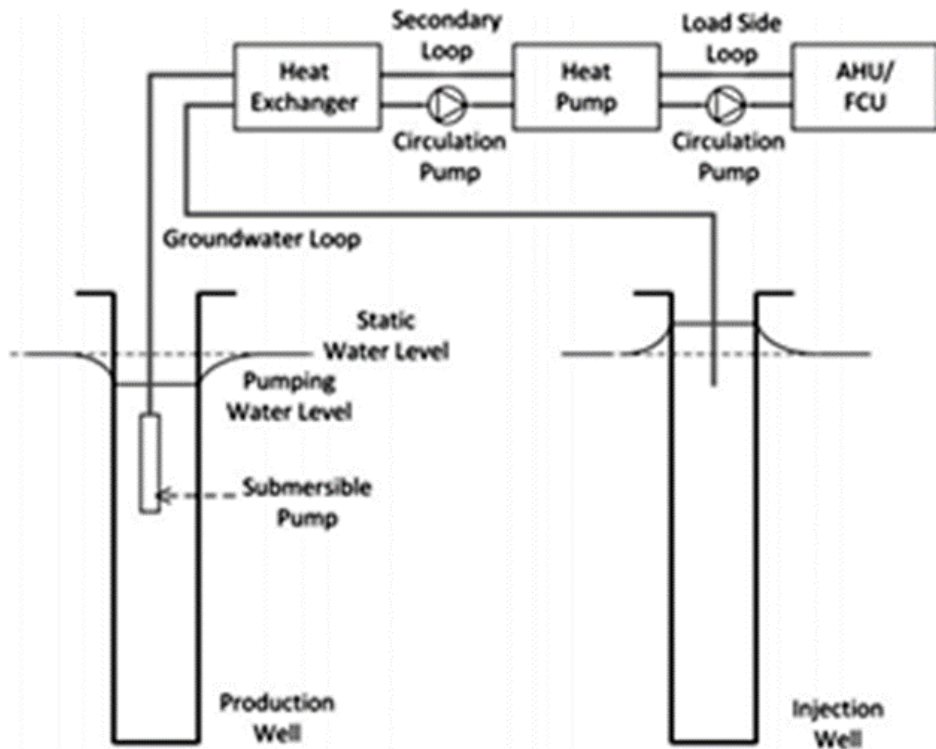
This example shows the single well geometry of heat and liquid hydrocarbons



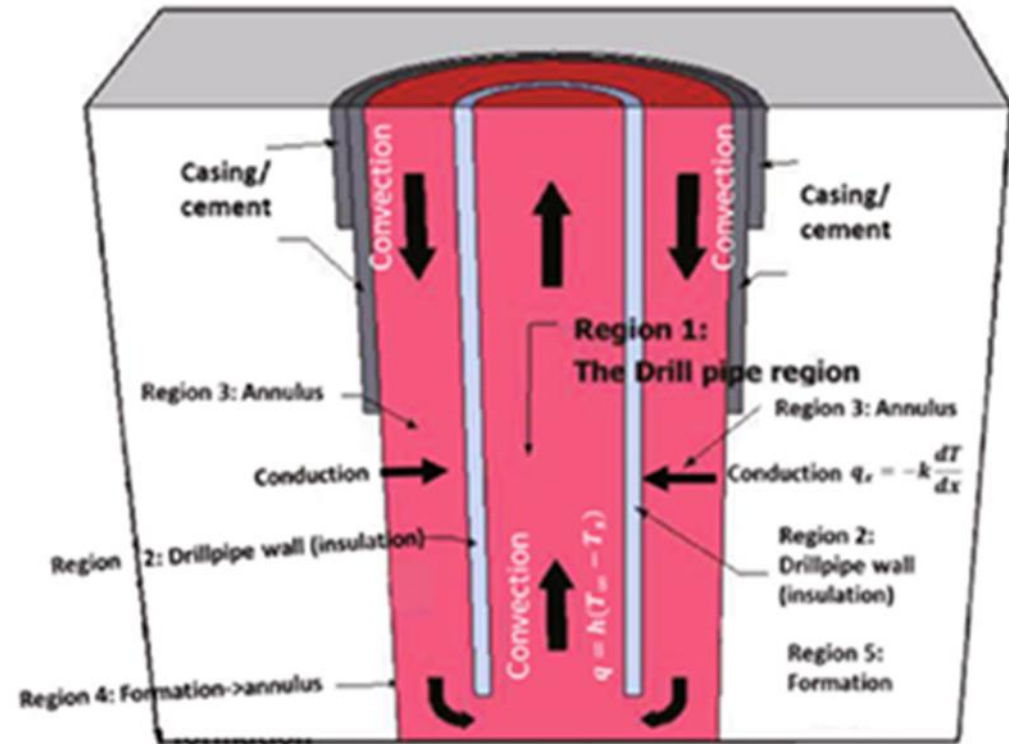
В привибійній зоні циркулює геотермальна рідина материнських порід, газ та вода відділяються сепаратором.

The geothermal fluid of the parent rocks circulates in the bottom zone, gas and water being separated by a separator.

3. Інтенсифікація видобування газу Intensification of gas production

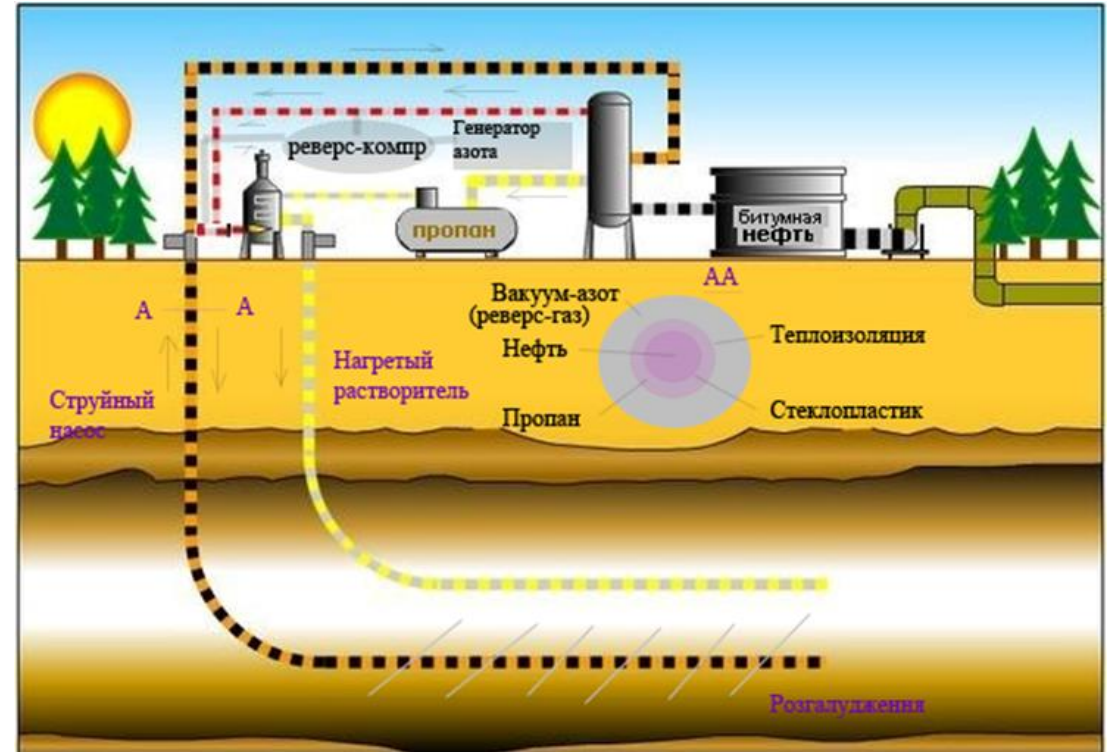
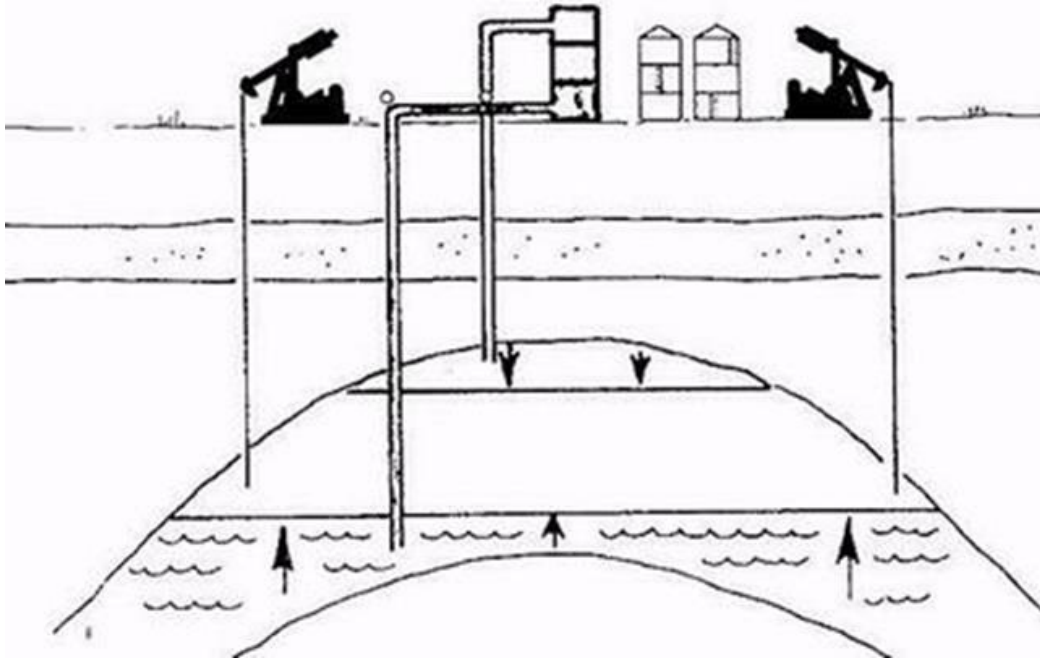


Видалення зайвої рідини
Removal of unnecessary fluid



Підігрів колони з вологим газом
Wet gas column heating

4. Інтенсифікація видобування бітумінозних нафт (на прикладі парогравітаційного дренавання та ППТ) Intensification of the production of bituminous oil



Local electricity from geothermal generators is needed to pump water and gases

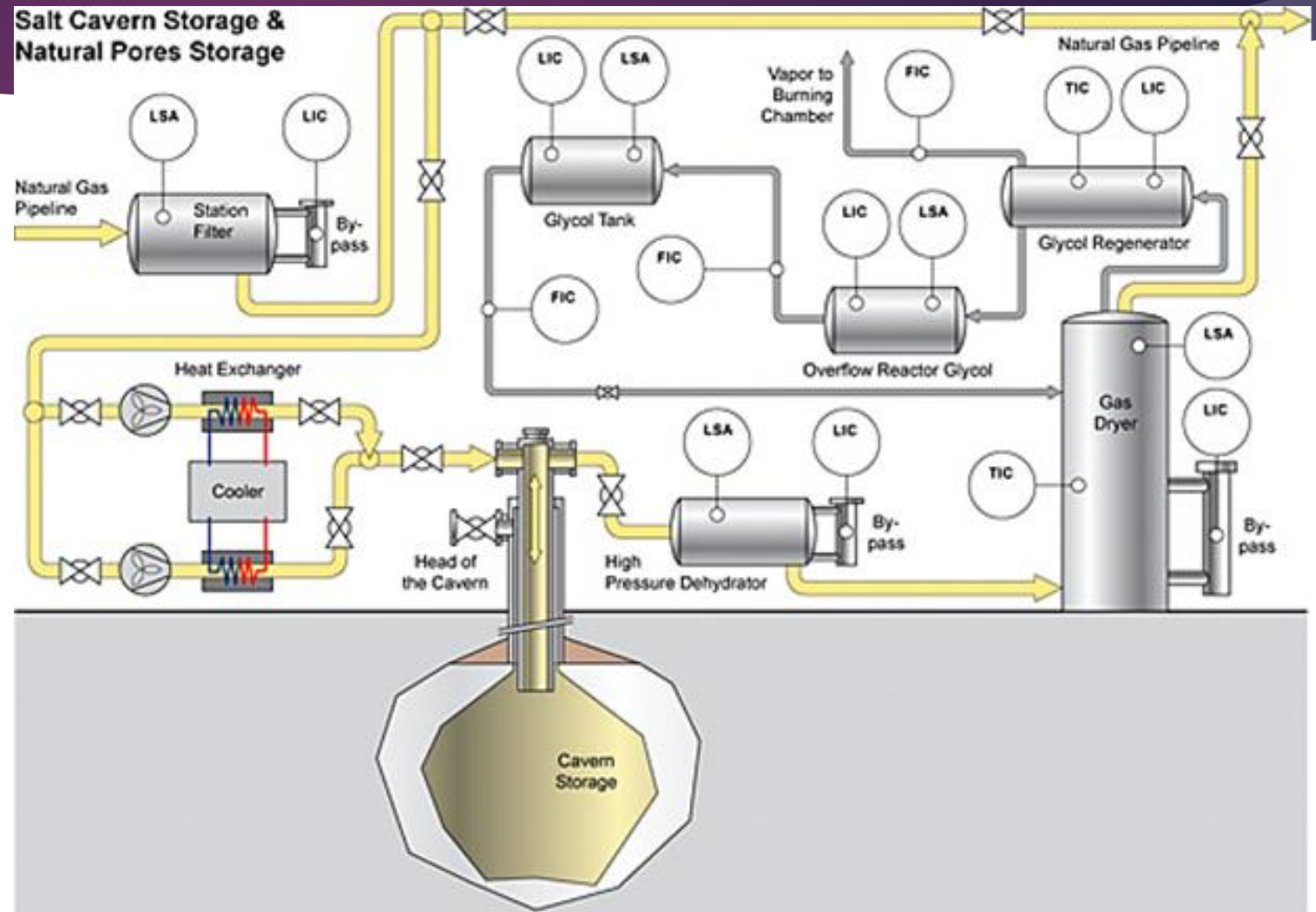
Injection of heated solvent and nitrogen

5. Организация хранения природного газа в подземных резервуарах-регуляторах (на примере каверны)

Organization of storage of natural gas in underground reservoirs-regulators (on the example of a cavity)

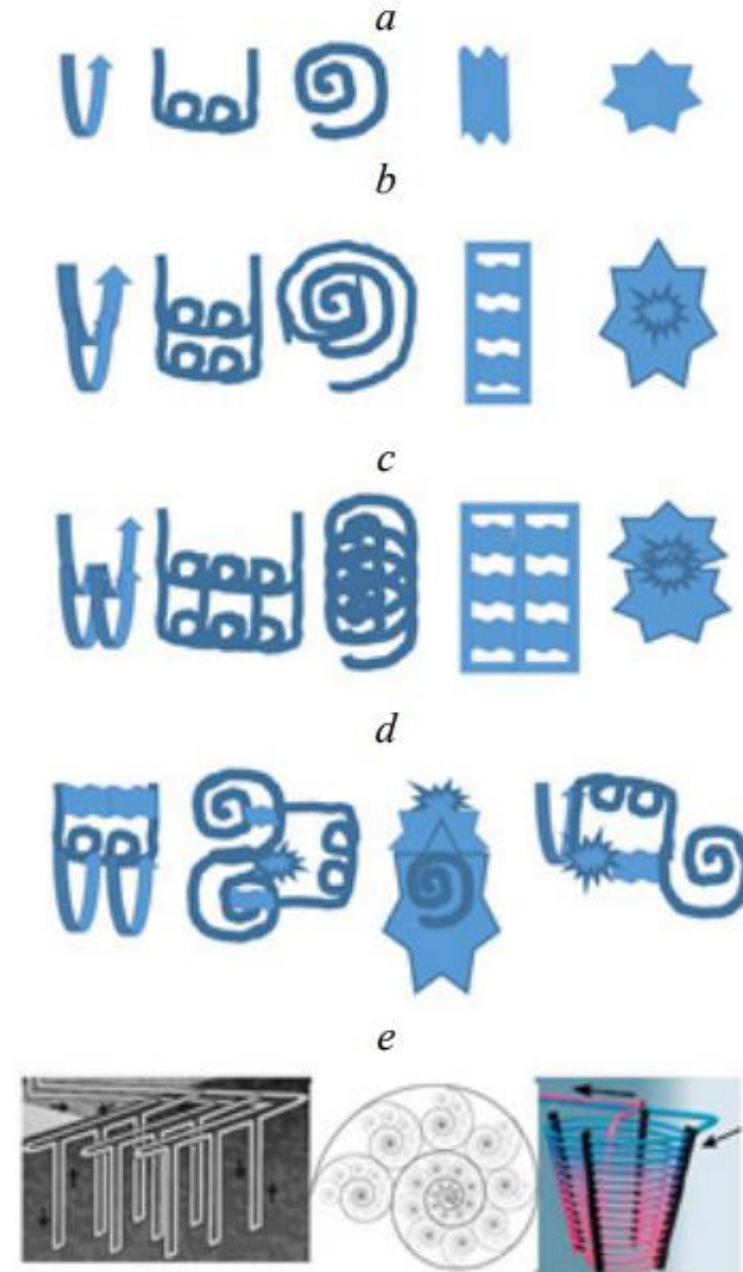
Geothermal energy in the form of local heat and electricity is needed to drive compressors, heat glycol in dehumidifiers, and cooling fans.

Геотермальна енергія у вигляді локального тепла і електроенергії потрібна для приводу компресорів, нагріву гліколю в осушувачах, вентиляторів охолодження.



3. Еволюція геометрії свердловинних теплообмінників Evolution of the geometry of downhole heat exchangers

- The geometric topology of heat exchangers of heat pumps and geothermal systems with enclosed-type circulation through the internal heat-transfer medium. In the first row from the top, the simplest types of topologies are shown, in the bottom row – topologically more complicated: a – the basic 2D-topologies; b – the multi-row topology modifications; c – the network modifications; d – the combinations of multi-row and network modifications; e – the frequently used complicated 2D- and 3D-topologies.



Результати

Results

- ▶ Таким чином, у запропонованій роботі нами проаналізовані варіанти геометричної реалізації геотермальних теплообмінників в нафтогазових свердловинах при їх дуальній експлуатації («тепло-флюїд»). При цьому передбачено видобування різних вуглеводнів (нафти, газу, газового конденсату, бітумінозних нафт) та геотермальної енергії. Запропонована ідеалізована геометрична топологія геотермального теплообмінника. Окремі важливі аспекти раціоналізації дуальної експлуатації свердловин винесено у пункти висновків.

ВИСНОВКИ

- ▶ 1. Для інтенсифікації газонафтовидобутку і підземного зберігання вуглеводнів з одночасним видобутком геотермального тепла доцільно облаштовувати розвинуті контури у вибійній частині із теплообмінниками, сепараторами, теплоелектрогенераторами і насосами штучної циркуляції.
- ▶ 2. Приводи насосів у свердловинних підземних контурах можуть бути тепловими двигунами, що мають принцип роботи за циклом Стірлінга, встановлюються біля нейтральних зон температури контурів циркуляції теплоносіїв.
- ▶ 3. Побудовані схеми когнітивного використання геотермальних ресурсів діючих нафтогазових свердловин можуть застосовуватись під час видобування або зберігання як природних так і синтетичних вуглеводнів і нафтопродуктів.
- ▶ 4. Витрати енергії на транспортування теплоносія на ділянці вибій-гирло у випадку використання проміжного теплоносія зменшуються на 26-41%. Вироблена тепла та електрична енергія використовується для інтенсифікації свердловин та синтезу технологічних речовин.
- ▶ 5. Геометрія вибійної частини будується з максимальною циркуляцією материнського флюїду через теплообмінники до вторинного теплоносія або підземних теплоелектрогенераторів.

Conclusions

- ▶ 1. For intensification of gas production and underground storage of hydrocarbons with simultaneous production of geothermal heat, it is advisable to equip the developed contours in the bottomhole with heat exchangers, separators, heat generators and pumps of artificial circulation.
- ▶ 2. Pump drives in borehole underground circuits may be heat engines having the principle of Stirling cycle, installed near the neutral zones of the temperature of the circuits of the circulation of coolants.
- ▶ 3. The schemes for the cognitive use of geothermal resources of existing oil and gas wells can be applied during the extraction or storage of both natural and synthetic hydrocarbons and petroleum products.
- ▶ 4. Energy costs for transportation of the coolant at the well-mouth section in the case of using the intermediate coolant are reduced by 26-41%. The heat and electrical energy produced is used for the intensification of wells and the synthesis of technological substances.
- ▶ 5. The geometry of the downhole part is constructed with the maximum circulation of the mother fluid through heat exchangers to the secondary coolant or underground heat generators.