

НЕСТЕРЕНКО Тетяна<sup>1</sup>, НЕСТЕРЕНКО Микола<sup>1</sup>, ZIAJA Jan<sup>2</sup>

## ПІДГОТОВКА ПРИРОДНОГО ГАЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ ХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН, ЩО ПРАЦЮЮТЬ ЗА ПРИНЦИПОМ «СОНЯЧНОГО ОХОЛОДЖЕННЯ»

<sup>1</sup>Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

36011, м. Полтава, проспект Першотравневий, 24

<sup>2</sup>Гірничо-металургійна академія імені Станіслава Сташиця

30-059, м. Краків, Польща, вул. А. Міцкевича, 30

[poltava.tanya.nesterenko@gmail.com](mailto:poltava.tanya.nesterenko@gmail.com)

**Анотація.** Розглянуто можливість використання абсорбційних холодильних машин (чилерів), основним джерелом енергій яких, може бути енергія з відновлюваних джерел, зокрема, сонячна енергія. Такі конструкції чилерів можливо застосовувати замість холодильних машин штучного холоду при модернізації установок підготовки природного газу.

Значна кількість газоконденсатних родовищ в Україні була відкрита ще в минулому столітті. Після того як в процесі їх розробки тиск на усті свердловин знизився, отримувати від'ємні температури газу в низькотемпературному сепараторі при дроселюванні газу на штуцерах на установках низькотемпературної сепарації неможливо. Щоб осушити газ та довести його параметри до показників якості, що регламентуються Кодексом газотранспортної системи України, зазвичай, виконують модернізацію установок підготовки газу з використанням штучного холоду холодильних машин.

У сучасних умовах процес реконструкції, перебудови, модернізації будь-яких систем, комплексів чи обладнання вимагає вирішення низки питань економічного, соціального, екологічного характеру і в, першу чергу, енергозберігаючого характеру. Питання про впровадження природозберігаючих технологій завжди стоїть особливо гостро, оскільки ЄС увів в дію рекомендації «Чиста енергія для всіх європейців» («[Clean Energy for All Europeans](#)»), що передбачають поширення альтернативних джерел енергії. Наразі проходить імплементація оновлених Директив з енергоефективності та відновлюваної енергетики ЄС до законодавчої бази України [1, 2].

Географія України розкриває великий потенціал для розвитку ринку сонячної енергетики, таким чином, можна сказати, що потенціал сонячної енергетики в Україні є досить широким для застосування «сонячного» обладнання. Оскільки для більшості областей України сумарний річний потенціал сонячної енергії досить високий, тому застосування таких холодильних машин є можливим (рис.1).

Ефективність чилерів визначається коефіцієнтом корисної дії COP (Coefficient of Performance). Для електричних компресійних холодильних машин також використовується подібний COP коефіцієнт енергетичної ефективності – EER [3, 4]. Типові значення COP для сорбційних машин знаходяться в межах 0,8. Більша ефективність холодильної машини зменшує вартість системи та знижує експлуатаційні витрати. COP установки в значній мірі залежить від температури теплоносія, необхідного для активації машини, від температури холодильної води та від температури охолоджуючого контуру.

Абсорбційне охолодження безперервної дії з використанням сонячної енергії є технічно здійснений метод сонячного охолодження. За основу для такого методу охолодження можна взяти абсорбційний чилер на броміді літію, в генератор якого замість пара подавалася гаряча вода від сонячного водонагрівача. Безперервна робота холодильної установки протягом доби забезпечується встановленням накопичувача сонячної енергії.

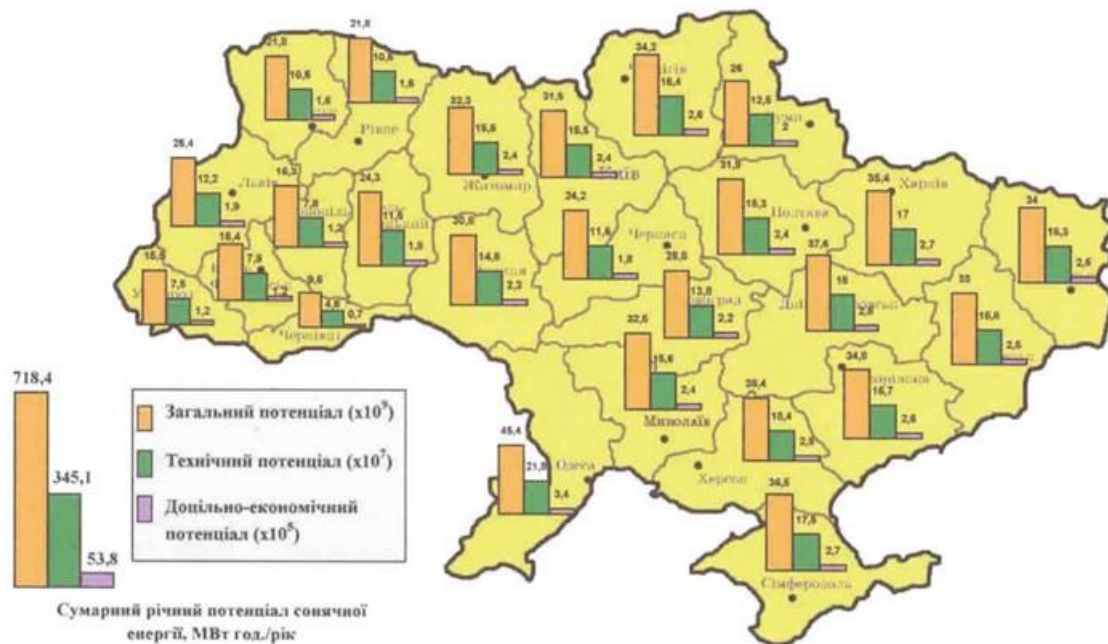


Рис. 1 Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України

Як робоча речовина (холодоагент) в випарнику використаний водний розчин бромистого літію з концентрацією 15-18%. Це може дозволити здійснити процес кипіння в області температур  $-8 \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$ . При цьому абсорбер може охолоджуватися водою з температурою  $24\text{-}26 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Досвід показує, що в поєднанні з плоскими колекторами можна реалізувати також і безперервні абсорбційні цикли. Парогенератор заправляється водним розчином бромистого літію. При його нагріванні рідкий вміст ділиться на дві частини: перша у вигляді пари зазначених речовин з невеликими домішками водяної пари піднімається вгору і потрапляє в конденсатор.

У ньому пари конденсуються і, перетворившись в конденсат потрапляють в випарник, де конденсат перетворюється назад в пар, створюючи при цьому холод, який передається газу, що охолоджується. Після цього відпрацьований конденсат потрапляє в абсорбер.

Перша компонента виконує основну роботу системи сонячного охолодження – холод, який передається. Другий компонент – вода з невеликим вмістом бромистого літію у вигляді рідини йде через теплообмінник в абсорбер, де вже працює перша компонента розчину. У абсорбері перша і друга компоненти змішуються, і знову відновлюється вихідна система розчину. Відновлений розчин із абсорбера надходить у генератор через теплообмінник. На цьому завершується цикл.

#### Використані інформаційні джерела:

- [1] Mokhatab, S., Poe, W. and Mak, J. (2019). Handbook of Natural Gas Transmission and Processing. Principles and Practices (Gulf Professional Publishing, United States) p. 826.
- [2] Nimir, O., El-Halwagi, E., Economou, I. and Hall, K. (2019). Natural Gas Processing from Midstream to Downstream / Elbashir, Mahmoud M (John Wiley and Sons Ltd) p. 496.
- [3] Kidnay, A.J. and Parish, W. R. (2006). Fundamentals of Natural Gas Processing (CRC Press) p 418.
- [4] Devold, H. (2013). Oil and gas production handbook. An introduction to oil and gas production, transport, refining and petrochemical industry (ABB ATPA Oil and Gas, Oslo) p 152.