

## ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОНАСОСНИХ УСТАНОВОК

*Філоненко А.В., ЗВО ІЗ МБ АІ*

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного,  
м. Запоріжжя, Україна*

Дефіцит та зростання цін на енергоносії актуальні практично для всіх галузей економіки, що змушує шукати нові ефективні енергозберігаючі технології для отримання теплоти і використання нетрадиційних поновлюваних джерел енергії [1].

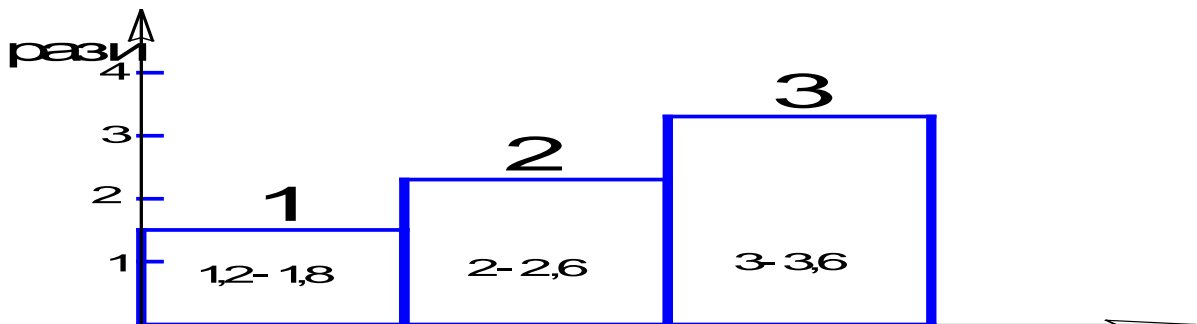
Україна відстає від розвинених країн, які успішно використовують теплонасосні установки (ТНУ) тому, що має централізоване теплопостачання і недооцінює економію паливно-енергетичних ресурсів. Крім того, відсутній демонстраційний парк працюючих ТНУ різного функціонального призначення, реклама їх достоїнств, державна підтримка впровадження [2].

Як джерела низькопотенційної теплоти використовують атмосферне повітря або різні вентиляційні викиди, воду природних водоймищ і скидні води систем охолодження промислового устаткування, стічні води систем аерації, ґрунт і таке інше.

Основними показниками теплового насоса є опалювальний коефіцієнт COP, а у режимі охолодження холодильний коефіцієнт EER:

$$COP = \frac{Q_R}{N} = \frac{Q_C + N}{N} = EER + 1 = \frac{T_0}{T_K - T_0} + 1 \quad EER = \frac{Q_C}{N},$$

де  $Q_R$  – теплова енергія, яку видає ТНУ;  $Q_C$  – теплова енергія, яка відбирається з джерела низькопотенційної теплоти;  $N$  – споживана електроенергія;  $T_K$ ,  $T_0$  – температури конденсації та кипіння у тепловому насосі [3]



**Рис. 1** Графік збільшення витрати палива в системах теплопостачання у порівнянні з використанням теплового насоса: 1 – крупні опалювальні котельні; 2 – індивідуальні теплогенератори; 3 - електронагрівачі

Термін окупності капіталовкладень в ТНУ від 2 до 5 років, а у системах з рекуперацією теплоти низькопотенційних скидних енергопотоків - менше 2 років. Застосування ТНУ, крім того, дозволяє понизити викиди  $CO_2$ ,  $NO_x$  в 2-5 разів [3,4].

У загальному випадку тепловий насос - це пристрій, використовуваний для обігріву і охолодження. Він працює за принципом передачі теплової енергії від холодного середовища до теплішого, тоді як природним чином тепло перетікає з теплої області в холодну.

Таким чином, тепловий насос примушує рухатися тепло у зворотному напрямі. Наприклад, при обігріві будинку тепло забирається з холоднішого зовнішнього джерела, і передається в будинок. Для охолодження (кондиціонування) будинку тепло забирається з теплішого повітря в будинку і передається назовні. Тепловий насос в чомусь подібний до

звичайного гідравлічного насоса, який перекачує рідину з нижнього рівня на верхній, тоді як в природних умовах рідина перетікає з верхнього рівня на нижній. У основу принципу дії найбільш поширених парокомпресійних теплових насосів покладено два фізичні явища: поглинання і виділення тепла речовиною при зміні агрегатного стану - випаровуванні і конденсації відповідно; зміна температури випаровування (і конденсації) при зміні тиску.

Відповідно, основні елементи парокомпресійного контура - теплообмінник-випарник, теплообмінник-конденсатор, компресор і дросель. У випарнику робоче тіло, зазвичай хладон, знаходиться під низьким тиском і кипить при низькій температурі, поглинаючи теплоту низькопотенціального джерела. Потім робоче тіло стискається в компресорі, що приводиться в дію електричним або іншим двигуном, і поступає в конденсатор, де при високому тиску конденсується при вищій температурі, віддаючи теплоту випаровування приймачу тепла, наприклад, теплоносію системи опалення. З конденсатора робоче тіло через дросель знов поступає у випарник, де його тиск знижується і знову починається процес кипіння. Тепловий насос може забирати тепло з декількох джерел, наприклад, повітря, води або землі. І таким же чином він може скидати тепло в повітря, воду або землю. Тепліше середовище, що сприймає тепло, називається теплоприймачем. Залежно від типу джерела і приймача тепла випарник і конденсатор можуть виконуватися як теплообмінники типу «повітря-рідина», так і «рідина-рідина». Термодинамічно тепловий насос є оберненою холодильною машиною і, аналогічно, містить випарник, конденсатор і контур, що здійснює термодинамічний цикл. Основні типи термодинамічних циклів - абсорбція і, найбільш поширений, парокомпресійний. Якщо в холодильній машині основною метою є виробництво холоду шляхом відбору теплоти з якого-небудь об'єму випарником, а конденсатор здійснює скидання теплоти в навколишнє середовище, то в тепловому насосі картина зворотна. Конденсатор є теплообмінним апаратом, що виділяє теплоту для споживача, а випарник - теплообмінним апаратом, що утилізував низькопотенційну теплоту: вторинні енергетичні ресурси і (або) нетрадиційні поновлювані джерела енергії.

Областями найбільш раціонального впровадження є застосування ТНУ: для гарячого водопостачання і опалювання будівель потужністю 5-30 кВт на півдні України і Кримському півострові, де є достатні об'єми скидного вентиляційного повітря; комбіноване опалювання в холодний період і кондиціонування в жаркий час приміщень на базі ТНУ; в великих громадських будівлях, критих басейнах, де разом термостатують і утилізують теплоту скидних повітряних і водяних потоків; для оптимального мікроклімату в тваринницьких приміщеннях АПК; в технологічних процесах (сушка продуктів, матеріалів, сировини, дистиляція, осушення приміщень і ін.); ТНУ (20-30 Гкал/ч) в енергетиці [5].

Впровадження енергоджерел на базі ТНУ в автономні системи тепло- і холодопостачання в областях, де це впровадження раціональне і конкурентоздатне, дозволить комплексно вирішити проблеми, актуальні для економіки України: енергозбереження, економічну, екологічну і соціальну.

#### ***Список використаних джерел.***

1. Журавель Д. П. та ін. Гідравліка, гідро- та пневмоприводи: підручник для здобувачів вищої освіти. Київ: ЦП «Компринт», 2021. 448 с., іл.
2. Дідур В. А., Журавель Д. П. Технічна механіка рідини і газу. Підручник. Мелітополь: ТОВ «Колор Принт», 2019. 468 с.
3. Надійність обладнання харчової галузі. Навчальний посібник. Сухенко Ю.Г., Паламарчук І.П., Жеплінська М.М., Муштрук М.М., Журавель Д.П. К. ЦП «Компринт», 2019. 372 с.
4. Дідур В.А., Журавель Д.П., Палішкін М.А. та ін. Гідравліка. Підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2015. 624 с.
5. Дідур В.А., Савченко О.Д., Журавель Д.П. та ін. Гідравліка та її використання в агропромисловому комплексі. Підручник. 2008. 577 с.

***Науковий керівник: Журавель Д. П., д.т.н., проф.***