

УДК 621.577

Степанов Д.В.

Степанова Н.Д.

Керн А.А.

(Вінницький національний технічний університет)

**СУМІЩЕННЯ ТЕПЛОХОЛОДИЛЬНИХ МАШИН
ТА ЕЛЕКТРОНАГРІВНИКА В СХЕМІ
ДЖЕРЕЛА ТЕПЛОХОЛОДОПОСТАЧАННЯ**

Проанализированы разные типы теплохолодильных машин. С использованием экономических и экологических показателей выявлены рациональные варианты совмещения теплохолодильных машин и электронагревателей.

Different types of heat-refrigeration machines are analyzed. With the use of economic and ecological indicators the rational variants of combination heat-refrigeration machines and electric heaters are exposed.

Вступ. Постановка задачі

Стрімке вичерпання та підвищення цін на природний газ змушує шукати альтернативу газовим теплогенераторам.

Одним з найбільш перспективних джерел теплоти є теплові насоси, які використовують теплоту навколишнього середовища – атмосферного повітря, ґрунту, підземних, стічних, ґрунтових вод тощо [1]. На 1 кВт·год витраченої електроенергії можна отримувати 2...5 кВт·год теплової енергії. Недоліком таких технологій є високі первинні витрати.

Величина первинних витрат та енергетичної ефективності теплонасосних установок залежить від низькотемпературного джерела та температурного рівня теплоносія. Капіталовкладення можна знизити за рахунок таких заходів.

По-перше, у випадку використання теплохолодильних машин (ТХМ) обладнання працює цілорічно: для теплопостачання в опалювальний період; для кондиціонування об'єктів в літній період. Це дозволяє зменшити кількість обладнання та витрати на нього. Цілорічна робота особливо актуальна для ґрун-

тових ТХМ, оскільки дозволяє вирівнювати температурні поля навколо ґрунтового теплообмінника [2].

По друге, комбінування теплохолодильних машин із іншими джерелами енергії, наприклад, котлами на органічних паливах, електронагрівниками [3] тощо.

Існують різні методи оцінки ефективності систем. В даній статті використано найбільш розповсюджений техніко-економічний метод [4] в грошових показниках та достатньо широко впроваджений і перспективний, на нашу думку, європейський метод оцінки життєвого циклу системи LCA в екологічних показниках [5]. Останній метод враховує шкідливий вплив на навколишнє середовище протягом всього життєвого циклу виробу або системи: від видобування ресурсів та матеріалів до утилізації елементів обладнання.

Мета роботи – виявлення раціонального за різними методами суміщення теплохолодильних машин з електронагрівниками для теплохолодопостачання об'єкту.

Числові дослідження. Аналіз результатів

До розгляду в даній роботі прийнято три види ТХМ в залежності від низькотемпературного джерела – повітряні, водяні (ґрунтові води), ґрунтові.

Проведено також оцінку для двох температурних рівнів теплоносія: 55°C для системи з радіаторами; 35°C для системи підлогового обігріву.

Дослідження проведені для 14-ти поверхового будинку. Розрахункова потужність системи тепlopостачання при -22°C складає 622 кВт, а максимальна потужність системи холодопостачання для кондиціонування приміщень влітку 488 кВт.

Капіталовкладення та енергетичні показники прийняті з каталогів та іншої інформації для обладнання фірми CIAT (Aquaciat, Hydrociat) трьох типів: "вода-вода" (ґрунтові води); "ґрунт-вода"; "повітря-вода".

Термін роботи системи прийнятий 15 років, річні витрати теплоти, холоду та електроенергії розраховані з врахуванням графіків тривалості теплових навантажень. Під час досліджень змінювалася частка потужності ТХМ у встановленій потужності джерела теплохолодопостачання, решта навантаження покривається ТЕНом.

Перевагою машин типу "грунт-вода" та "вода-вода" є незалежність енергетичних показників від температури навколишнього середовища. Перевагою машин типу "повітря-вода" є те, що для них непотрібно надійне джерело ґрунтових вод або велика за площею ділянка для влаштування свердловин або ґрунтових колекторів.

Необхідно зауважити, що при виборі частки потужності ТХМ у загальній потужності необхідно враховувати холодовидатність системи в літній період. Нестачу потужності в режимі охолодження можна покривати за рахунок використання акумулятора холоду.

На рис. 1 показані результати досліджень ефективності варіантів за традиційним техніко-економічним методом в грошових одиницях за весь термін роботи.

ТХМ фірми "СІАТ" типу "повітря-вода" з потужністю більше 50% від загальної потужності недоцільні при температурі теплоносія 55°C і більше 75% – при 35°C. Це пояснюється тим, що такі машини не працюють при температурах зовнішнього повітря нижче -12°C. На ринку є обладнання для нижчих температур зовнішнього повітря, але потужність таких установок невелика і в такому діапазоні вони мають низьку енергетичну ефективність.

Згідно результатів на рис. 1 раціональним є встановлення ТХМ і ТЕНу потужністю 373 кВт і 249 кВт відповідно (60% і 40% загальної потужності). При використанні теплоносія з температурою 35°C замість 55°C є можливість отримати економію коштів 15...30%. Але відбувається збільшення капіталовкладень на встановлення системи опалення «тепла підлога».

Найкращі економічні показники має система з ТХМ "вода-вода".

"Ґрунтова" ТХМ є найдорожчою через необхідність влаштування ґрунтового теплообмінника. Крім того, під поле свердловин необхідно знайти земельну ділянку площею біля 2700 м².

Вартість "повітряної" ТХМ найнижча, але при зниженні температури зовнішнього повітря стрімко зменшується її коефіцієнт перетворення і температура виробленого теплоносія. Крім того, поряд з "повітряною" ТХМ необхідно встановлювати ТЕНи на максимальну потужність системи. Так при температурі теплоносія 35°C необхідно встановити ТХМ і ТЕН потужністю 373 кВт і 622 кВт відповідно.

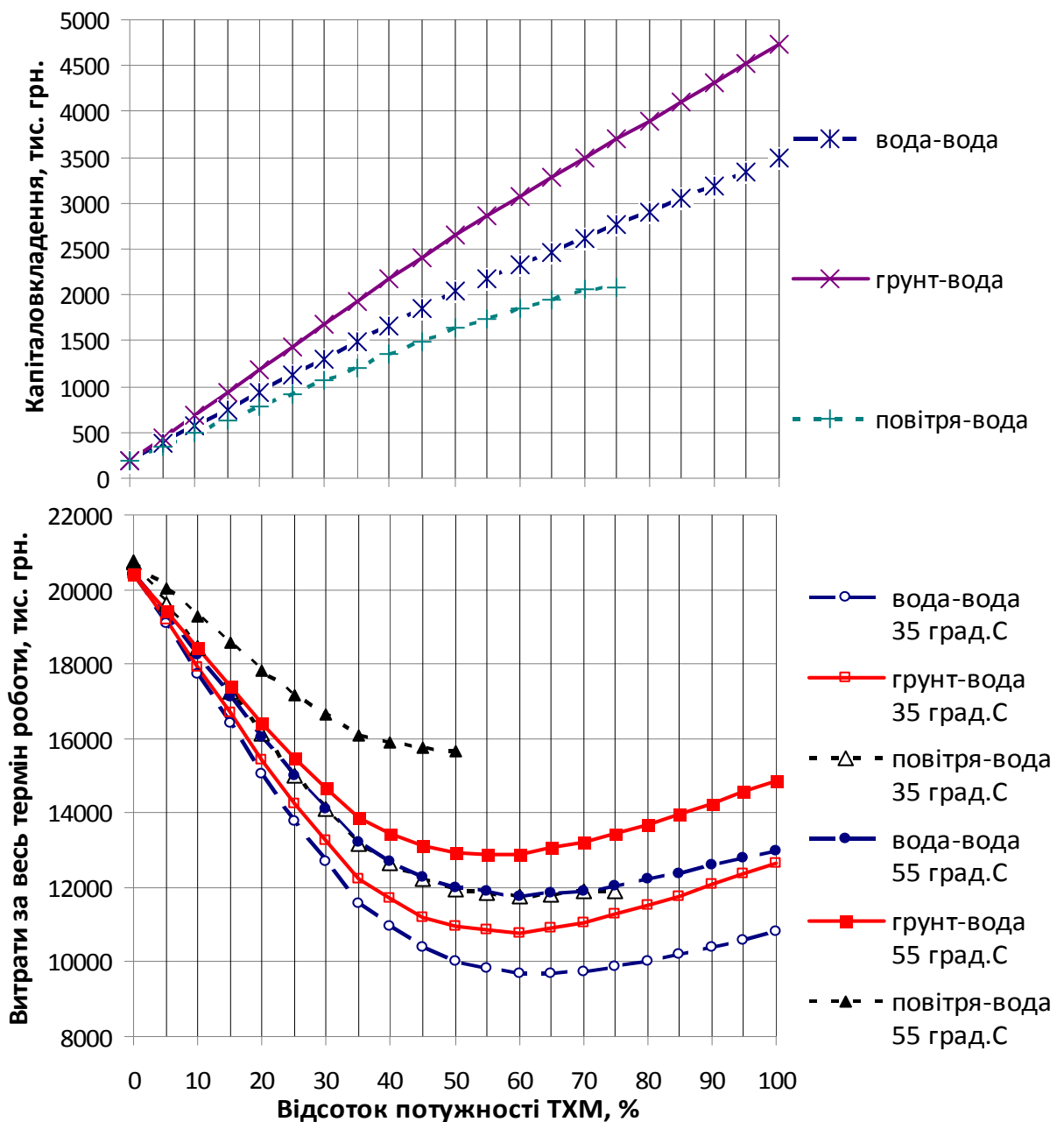


Рис. 1 – Економічні показники суміщення ТХМ різного виду та ТЕНу в схемі джерела теплохолодопостачання

В Європі розроблені необхідні екологічні бази даних та широко використовується метод оцінки техногенного навантаження протягом життєвого циклу системи. Цей метод реалізований в програмному продукті Sima Pro [6]. Одиницею вимірювання в цьому методі є Eco-Point (Pt), що розраховується за величиною техногенного навантаження на одного мешканця Європи.

Для наведеного вище варіантів побудови об'єкту проведені розрахунки техногенного навантаження на навколишнє середовище (Рис. 2).

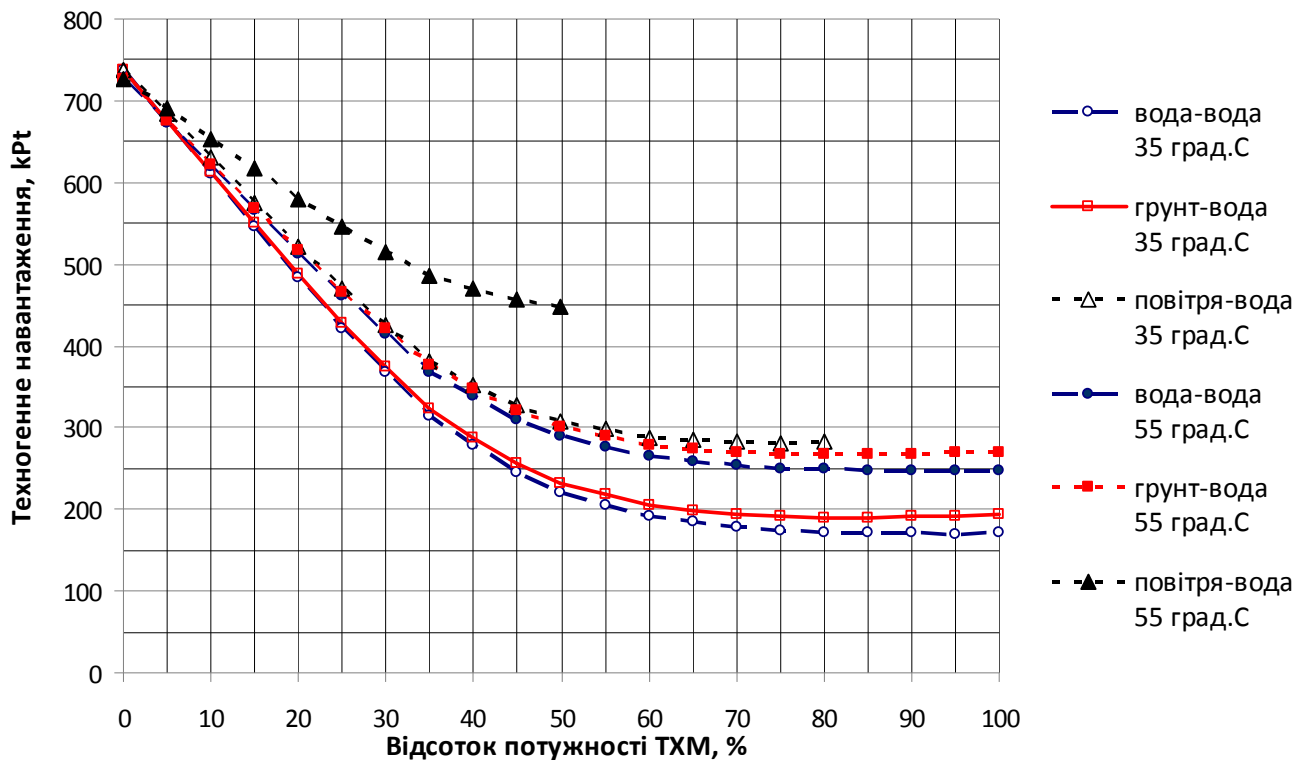


Рис. 2 – Техногенне навантаження на навколишнє середовище для різних варіантів суміщення ТХМ та ТЕНу

Слід вказати, що в даному розрахунку враховано техногенне навантаження при створенні системи "тепла підлога" для варіантів ТХМ з теплоносієм 35°C.

Аналіз результатів, наведених на рис. 2, показав, що оптимальною часткою потужності ТХМ є 85...95%. Такі результати пов'язані із значною вагою в розрахунках за Sima Pro складової витраченої електроенергії. Дійсно в світі намічається тенденція до різкого здорожчання енергоносіїв, що пов'язано із постійним ускладненням видобування і підвищенням вимог до безпеки енергетичних об'єктів.

В діапазоні частки потужності ТХМ 70...100% показник ефективності змінюється незначно (до 6%). Але капіталовкладення в установку значно зростають (див. рис. 1). Тому для України на даному етапі пропонується обирати співвідношення потужностей ТХМ та ТЕН в діапазоні 70...80% і 30...20%.

Висновки

Використання теплонасосних технологій в умовах різкого зростання цін на природний газ та нафту стає все більш актуальним. Найбільш ефективними є теплохолодильні машини типу "вода-вода" та "грунт-вода", але вони вимагають достатньої кількості ґрунтових вод або великої земельної ділянки.

В статті досліджено варіанти суміщення теплохолодильних машин з електронагрівниками. Виявлено, що за грошовими показниками найбільш ефективним є співвідношення потужностей ТХМ і ТЕНів 60: і 40%. Якщо використовувати європейську методику оцінювання техногенного навантаження життєвого циклу системи оптимальними можна вважати співвідношення 70...80% і 30...20 %.

Література

1. Снежкін Ю.Ф. Теплові насоси в системах теплохолодопостачання. Монографія /Ю.Ф. Снежкін, Д.М. Чалаєв, В.С. Шаврин, Н.О. Дабіжа. – К.: Поліграф-Сервіс, 2009. – 104 с.
2. Пуховий І.І. Експериментальні дослідження теплообміну з ґрунтом в ґрунтових колекторах //Вісник ВПІ. – №3. – 2010. – С.60-63.
3. Васильев Г. П. Теплохладоснабжение зданий и сооружений с использованием низкопотенциальной тепловой энергии поверхностных слоев Земли (Монография). –М.: Красная звезда, 2006. - 220с.
4. Мезенцев А. П. Основы расчета мероприятий по экономии тепловой энергии и топлива / Мезенцев А. П. – Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1984. – 120 с.
5. Степанов Д. В. Методи оцінки екологічної ефективності водогрійних котлів малої потужності з врахуванням життєвого циклу / Д. В. Степанов, С. Й. Ткаченко, Л. А. Боднар // Вісник Хмельницького національного університету. – 2008. – № 6. – С. 80 – 84.
6. Програмне забезпечення SimaPro7. Режим доступу до програми: http://www.pre.nl/simapro/download_simapro.htm.