НОВА ТЕМА
Асоціація інженерів енергоефективних технологій України
Київський Національний університет будівництва та архітектури

Адреса редакції 03037, м. Київ,
просп. Червонозоряний, 5, оф. 47
novatema@ukr.net; aietu@yandex.ru
тел.: (044) 249-8030

Вадим КОРБУТ головний редактор,
д. т. н., професор

Микола СТЕПАНОВ заступник головного редактора, відповідальний секретар, к. т. н., доцент КНУБА

Олексій ВАСИЛЕНКО заступник головного редактора, к. т. н., професор

Анна ЖОВНІР випусковий редактор

Дизайн та верстка: ТОВ «Імідж Принт»,
вул. Нововокзальна 8, тел.:(044) 528-5707

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ
Едуард МАЛКІН д. т. н., професор
Михайло РАБІНОВИЧ д. т. н., професор
Олег ЗАЙЦЕВ д. т. н., професор (м. Сімферопіль)
В'ячеслав ПІСАРЕВ д. т. н.
Євген НИКИФОРОВИЧ д. т. н., заст. директора Інституту Гідромеханіки НАН України
Олексій ПІДГОРНИЙ доктор архітектури, професор
Леонід МУЛЯР кандидат архітектури, академік Української академії архітектури
Юрій РОСКОВШЕНКО к. т. н., професор, завідувач кафедри «Теплогазопостачання і вентиляції» КНУБА
Орест ВОЗНЯК к. т. н., завідувач кафедри «Теплогазопостачання і вентиляція» Львівської політехніки
Георгій РАТУШНЯК к. т. н., професор, директор Інституту будівництва, теплоенергетики та газопостачання (м. Вінниця)
Олександр КУЗНЕЦЬ к. т. н., голова правління Асоціації інженерів енергоефективних технологій України
Володимир ПУЛЬ к. т. н., директор «Слобожанщина-Інтерм» (м. Харків)
Володимир СКОРОХОД
директор ЗАТ «Теплотехніка» (м. Херсон)
Іван ВІВЧАРІВСЬКИЙ
директор ВТФ «Укрінтерм» (м. Львів)
Сергій САМАРІН начальник відділу технічного розвитку СП «Укрінтерм» (м. Біла Церква)

Статті прорецензовані:

Е. МАЛКІН, О. ЗАЙЦЕВ, М. СТЕПАНОВ

Журнал включений до списку наукових фахових видань України (Постанова президії ВАК України № 1-05/4 від 14.10.2009 р.)

Рекомендовано до випуску вченою радою КНУБА, протокол №8 від 20.04.2012 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 12638-1522 ПР від 25.04.2007 р.

В журналі публікуються результати наукових досліджень в галузі опалення, вентиляції, теплогазопостачання, енергозбереження, використання нетрадиційних джерел енергії.
За достовірність інформації у рекламних статтях відповідає рекламодавець. Редакція може не поділяти точку зору авторів. Редакція бере на себе право редагувати та скорочувати матеріали. Передрук здійснюється тільки з дозволу редакції. Посилання обов'язкові.

СЛОВО РЕДАКТОРА 4
НОВИНИ 4
ДОСВІД РЕГІОНІВ
В.Н. Пуль
О перспективах развития системы теплоснабжения танкостроительного завода 8
І.В. Вівчарівський
Дахові котельні системи «Укрінтерм». Приклад вдалого вирішення проблеми теплозабезпечення 10
А.О. Мартиняк, М.А. Мартиняк
YGNIS: високотехнологічні опалювальні рішення 12
АЛЬТЕРНАТИВА
С.В. Юзвак, В.В. Шемчук
Транспортабельні модульні котельні установки з сонячними колекторами 14
ЕНЕРГОАУДИТ
А. Г. Косулько
Виробництво та продаж теплової енергії 20
ПОЛІТИКА ГАЛУЗІ
А.С. Киричок
Политика стран ЕС в сфере энергоэффективности 23
ПРАКТИЧНА СТОРІНКА
О.Л. Цвік
Котельна на даху — тепло в будинку цілий рік 25
БУДІВНИЦТВО
Д.О. Сафонов
Живая Архитектура, Эко-ренессанс 27
ПОЗИТИВНИЙ ДОСВІД
ПАТ «АК «Київводоканал», Інститут Гідромеханіки НАНУ, АІЕТУ
Доцільність використання низькопотенційної енергії. На прикладі Бортницької станції аерації 32
І.Ю. Черкашин
Проблеми теплопостачання малих міст та сільських територій 34
НАУКОВІ ДОСЛІДЖЕННЯ
В.П. Бабак, Л.Й. Воробйов, Л.В. Декуша, О. І. Красильніков, А.О. Назаренко, Т.А. Полобюк
Система моніторингу втрат в тепломережах 36
В.Н. Пуль, В.В. Конев, Ю.В. Бережко
Современная энергоэффективная теплонасосная система отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования административно-бытового здания с помещениями разного функционального назначения 40
Ю.А. Мирончук
Вплив параметрів циркуляційного насосу на техніко-економічні показники системи опалення 44
Д.С. Філін
Дослідження та порівняння режимів модуляції пальників побутових котлів малої теплової потужності з пальниками жаротрубних водогрійних котлів великої потужності 46
О. С. Волошкіна, К.О. Цикал, А.В. Сепік, І. Е. Фуртат
Використання магнітної води в теплоенергетиці 48
В.П. Корбут
Еколого-енергозберігаючі технології покращення технологічних процесів ТЕС і зменшення теплових та антропогенних викидів у навколишнє середовище 50
П.П. Куделя, В.П.Барабаш
Определение количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания в конденсационных котлах 52

Шановні читачі!

Микола Степанов,
заступник головного редактора

Підвищення ефективності використання традиційних та відновлюваних джерел теплової енергії вимагає застосування сучасних науково і експериментально обґрунтованих технологій одержання тепла, сучасного теплотехнічного обладнання, сучасного сервісного обслуговування.

Кожен з цих напрямків інженерно-технічного прогресу розвивається самостійно але в тісному взаємозв'язку, взаємозалежності і взаємовпливі. І кожному СП Укрінтерм приділяє постійну і неухильну увагу, розуміючи, що без передової технології енерговикористання та без якісного сервісного обслуговування не можна ефективно впроваджувати в життя кращі в Україні зразки котельного обладнання, теплових пунктів, теплових насосів. Тому власні розробки СП Укрінтерм базуються на досягненнях інженерних і наукових пошуків, на результатах теоретичних і експериментальних досліджень.

Науково-технічний журнал "Нова тема" своїми публікаціями сприяє наскільки може, вирішенню поставлених задач. В зв'язку з інтенсивним розвитком виробництва водогрійних котлів конденсаційного типу на сторінках журналу неодноразово публікувались статті відомих спеціалістів в цій галузі теоретичного змісту та умов експлуатації такого обладнання. Наприклад, декілька років тому, нами була опублікована стаття А.П. Дуднікова, Ю.Д. Коваля та Є.В. Кучеренко "Особливості застосування конденсаційних котлів в системах опалювання", в якій автори підкреслюють необхідність додержання нормативних вимог та звертають увагу спеціалістів на особливості експлуатації таких котлів, пов'язані з корозійною стійкістю трубних систем в конденсаційному режимі.

В цьому номері журналу ми помістили ще одну дуже важливу статтю на цю ж тему спеціалістів з НТУУ "КПІ" "Определение количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания в конденсационных котлах". Автори статті П.П. Куделя та В.П. Барабаш показують, що вища теплота згоряння палива, яка потім впливає на ККД котла, досягається тільки за певних експлуатаційних умов та впливу на горіння окремих факторів, і не завжди водяна пара повністю конденсується з продуктів згоряння полива, а це означає, що ККД в реальних умовах нижчий від теоретично можливого.

Традиційно в журналі Ви знайдете і багато інших цікавих і корисних матеріалів. То ж бажаємо Вам успіхів.

НАМ ВІДПОВІДАЮТЬ

21.10.11 р. Асоціація інженерів енергоефективних технологій України спільно з інститутами НАНУ та за участі Запорізьких обласної та міської Держадміністрацій а також фірми «Vortex» (Німеччина) провела конференцію «Досвід санації комунальних і промислових систем теплоенергетики з використанням енергоощадного обладнання».

У ході конференції доповіді стосувалися питань розвитку світової та комунальної теплоенергетики; ролі автономних систем теплозабезпечення; впровадження енергоефективних технологій і відновлювальних джерел енергії; обговорювалось питання перегляду Енергетичної стратегії України на період до 2030 року та регуляторної політики Держави.

Виступаючі відмітили пожвавлення роботи по модернізації теплогенеруючих підприємств, зменшення втрат теплоносія при транспортуванні, зростання якості обслуговування споживачів. Підвищився інтерес до використання відновлювальних і нетрадиційних енергій.

Проте, задекларовані владою реформи не дають очікуваного результату. Старіння основних виробничих фондів галузі відбувається швидше їх поновлення. Державні, регіональні і галузеві програми не реалізуються, дискредитуючи саму ідею енергоощадливості. Дивує, що Енергостратегія України, всупереч світовим тенденціям, орієнтована на нарощення потужностей, а не на енергозбереження. Контролюючі та наглядові органи у своїх вимогах виходять за межі нормативних документів, тощо.

Вирішити ці та інші проблем, що стримують впровадження сучасних енергоощадних технологій, може постійний діалог між владами та суспільством. Проте, Державні структури подібного діалогу уникають.

У відповідь на звернення Конференції до владних органів АІЕТУ одержала відповіді від Мінрегіону, Мінекономіки, Мінпромрозвитку, МНС. Нажаль усі вони обмежуються викладом офіційних рішень та планами роботи, при повній відсутності інформації про результати своєї діяльності. Найбільш дражливі питання, як то недосконаліть нормативної бази і спричинене цим «зацікавлене» трактування її пунктів контролюючими і наглядовими органами, чи пропозиція провести Громадські слухання з усього комплексу проблем комунальної теплоенергетики, взагалі залишились без відповіді.

Тож у черговий раз можна констатувати, що владам не цікава думка громадськості.

Голова Правління АІЕТУ
О.Кузнець.

Підписано меморандум про спільну діяльність та співпрацю

20 березня 2012 року у м. Києві було урочисто підписано Меморандум про спільну діяльність та співпрацю між Корпорацією «Європейська енергетична компанія» та Державним підприємством «Науково-технічний центр енергетичного приладобудування» ІТТФ НАН України (див. ст. 6-7, «Нова тема» №1/2012).

Керуючись законами України, обидві сторони вирішили об'єднати зусилля у формуванні та реалізації державної політики у галузі містобудування та теплоенергетики, а також активізувати впровадження у практику будівництва нових архітектурних та конструктивних рішень, сучасних технологій і матеріалів та прогресивного енергозберігаючого обладнання. Для цього Сторони зобов'язались розширити спільний пошук інвесторів і замовників на проектування, будівництво і обладнання інженерними системами житлових, комунальних та промислових об'єктів, а також залучити до співробітництва широке коло учасників на всеукраїнському та закордонному рівнях.

ПРИЗЕРИ УКРІНТЕРМ 2011

Під час підведення підсумків за минулий рік у рамках семінару-наради партнерів системи «Укрінтерм» було проведено конкурс серед підприємств системи «Укрінтерм» у таких номінаціях:

Найкращі економічні показники 2011 року: переможець ПТФ «Західінтерм», м. Львів, директор **Мартиняк А.О.;**

Найкраща динаміка росту: переможець ПТФ «Західінтерм», м. Львів, директор **Мартиняк А.О.;**

Людина року «Укрінтерм» 2011: переможець директор ПТФ «Західінтерм», м. Львів, **Мартиняк А.О.**

Найкраще технічне рішення у 2011 році: переможець ПП «Фастів-Інтерм», м. Фастів, директор **Шорик В.В.;**

Вірність торговій марці «Укрінтерм»: переможець ПП «Хортиця-Інтерм», м. Запоріжжя, директор **Немировський Ю.П.;**

ПОЧЕСНЕ ВИЗНАННЯ

На початку Української незалежності, постало питання про створення національної економіки, національного виробника теплогенеруючого обладнання. Серед багатьох нагальних проблем молодої Держави, постало питання забезпечення будинків, пересічного громадянина теплом і гарячим водопостачанням. Ініціативна група небайдужих, енергійних людей взялася за вирішення цієї проблеми.

Результатом їхньої праці стало створення виробництва енергоефективного теплогенеруючого обладнання системи «Укрінтерм», яке працює в усіх областях України та зарубіжних країнах — Росії, Білорусії, Молдові.

18 років наполегливої праці дозволили перетворити СП «Укрінтерм» в багатогалузеву Корпорацію «Європейська енергетична компанія», яка позитивно впливає на стратегію розвитку галузі в цілому.

З ростом виробництва росли і люди, оскільки Корпорація, окрім технічних проблем, дбає про духовне зростання і патріотичне виховання своїх кадрів.

Правління Корпорації для відзнаки кращих працівників заснувало орден «Віра, честь, шана» - за вагомий внесок у розвиток корпорації та вірність національним інтересам держави.

Першим кавалером ордену став **ВІВЧАРІВСЬКИЙ ІВАН ВОЛОДИМИРОВИЧ**, який поєднує в своїй повсякденній діяльності лицарський принцип честі, слова, шанобливого ставлення до загальнолюдських цінностей.

Асоціація інженерів енергоефективних технологій України і редакція журналу «Нова Тема» щиро вітає ВІВЧАРІВСЬКОГО ІВАНА ВОЛОДИМИРОВИЧА з нагородою і бажає йому здоров'я, творчої наснаги та всіх гараздів.

«НОВА ТЕМА» УВІЙШЛА У «ТОП-100. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ»

10 квітня 2012 року в ІА Укрінформ відбулась підсумкова конференція та церемонія нагородження переможців конкурсу впроваджених енергоефективних проектів та технологій серед підприємств, установ, організацій «ТОП-100. Енергоефективність».

Цьогоріч конкурс проводився втретє за такими номінаціями:

- «Краще впровадження енергоефективних технологій»;
- «Кращий проект у сфері відновлюваної енергетики, альтернативних видів палива»;
- «Краще висвітлення теми енергоефективності в ЗМІ: публікація, сюжет».

У номінації «Краще висвітлення теми енергоефективності в ЗМІ: публікація, сюжет» визначено переможцями Телевізійний проект «Зелені ідеї і технології» та журнал «Нова тема».

Пам'ять

В цьому році виповнюється 100 років від дня народження видатного фахівця у галузі теплоенергетики, доктора технічних наук , професора, одного із засновників науково-технічного напрямку «Використання теплових вторинних енергоресурсів» Колобкова Павла Сергійовича (05.08.1912 р. - 27.11.2007 р.).

В 1949 р. П.С. Колобков очолив кафедру «Теплопостачання та вентиляції». В 1956 р. захистив докторську дисертацію. З 1989 р. він професор кафедри «Теплогазопостачання, вентиляції та використання теплових вторинних енер-горесурсів».

Колеги та студенти пам'ятають Павла Сергійовича, як високоінтелектуальну, виключно інтелігентну та ерудовану людину, яка мала беззаперечний авторитет. І цей авторитет поширювався далеко: провідні спорідднені кафедри профілю ТВ із Москви, Ленінграда, Києва, Новосибірська завжди виявляли до нього повагу, прислухались до його думки та охоче співробітничали.

Меморандум

про спільну діяльність та співпрацю

між

Корпорацією **«Європейська енергетична компанія»,** Україна

та

Державним підприємством **«Науково-технічний центр енергетичного приладобудування» ІТТФ НАН України**, Україна

м. Київ 20 березня 2012р.

Корпорація **«Європейська енергетична компанія»,** яка діє згідно законів України та Установчого договору;

Державне підприємство **«Науково-технічний центр енергетичного приладобудування» ІТТФ НАН України**, яке діє згідно законів України та Статуту підприємства;

надалі разом **Сторони**;

керуючись Законами України **«Про підприємництво» , «Про енергозбереження», «Про основи містобудування»;**

усвідомлюючи необхідність:

- об'єднання зусиль для забезпечення участі Сторін у формуванні та реалізації державної політики в галузі містобудування та теплоенергетики;
- зміцнення енергетичної та екологічної безпеки держави шляхом здійснення комплексу наукових і практичних заходів щодо збільшення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів і випуску передової конкурентоспроможної продукції;
- бажаючи активізувати впровадження в практику будівництва нових архітектурних і конструктивних рішень, сучасних технологій і матеріалів та прогресивного енергозберігаючого обладнання;
- керуючись необхідністю виробити механізми координації дій Сторін;
- усвідомлюючи необхідність поліпшення інформаційної підтримки діяльності Сторін,
- керуючись принципом доцільності об'єднання зусиль Сторін для досягнення поставленої мети;

домовилися про таке:

Стаття 1

Метою Меморандуму є поглиблення взаємодії та координації дій Сторін для взаємодопомоги та отримання позитивного результату в розробці та реалізації нових інвестиційних проектів на території України.

Стаття 2

Ціллю Меморандуму є забезпечення впровадження прогресивних конструктивних рішень, новітніх технологій і матеріалів та впровадження систем інженерного і енергетичного забезпечення будівель, що працюють як з використанням традиційних видів палива, так і з відновлювальними джерелами енергії, використовуючи енергоефективне обладнання та технології вітчизняного товаровиробника СП «Укрінтерм» та ДП «НТЦЕП»ІТТФ НАН України.

Стаття 3

Цей Меморандум є юридичним документом, на підставі якого Сторони мають здійснювати координацію своїх дій для досягнення мети та цілі, встановлених цим Меморандумом.

Стаття 4

Для досягнення поставлених мети та цілі Сторони беруть на себе наступні зобов'язання:

- розширити спільний пошук інвесторів та замовників на проектування, будівництво і обладнання інженерними системами житлових, комунальних та промислових об'єктів;
- інформувати одна одну про потенційних замовників своїх послуг;
- при контактах однієї Сторони з потенційними замовниками, інформувати їх про можливості і переваги залучення до виконання робіт іншої Сторони по цьому Меморандуму;
- при веденні робіт на об'єктах використовувати творчий та інженерний потенціал, технології і обладнання іншої Сторони по цьому Меморандуму;
- проводити спільні рекламні акції, семінари, наради, тощо, з метою ознайомлення власних співробітників та інформування запрошених фахівців і представників громадськості з новими технологіями та власними ноу-хау;
- надавати у разі потреби всебічну допомогу (консультативну, технічну, правову, матеріальну, тощо);
- активно використовувати журнал «Нова тема» для поширення інформації про розробки та інновації Сторін;
- активно протидіяти і терміново повідомляти про випадки появи неправдивої або шкідливої інформації про іншу Сторону по цьому Меморандуму;
- прикласти спільні зусилля для невпинного підвищення якості проектування, будівництва і експлуатації спільно створених об'єктів;
- забезпечити залучення до співробітництва широкого кола учасників на всеукраїнському та міжнародному рівнях;

Стаття 5

Меморандум є підставою для укладання окремих конкретних Договорів про спільну діяльність, якщо Сторони визнають це необхідним.

Стаття 6

Сторони зобов'язуються забезпечити захист прав на інтелектуальну власність, отриману в результаті співробітництва на основі цього Меморандуму.

Стаття 7

Цей Меморандум набирає чинності з дати його підписання Сторонами і діє до 31 грудня 2012 року.

Після завершення дії Меморандуму Сторони мають проаналізувати результати співпраці.

На підтвердження зазначених положень цей Меморандум підписали уповноважені особи:

Корпорація **«Європейська енергетична компанія»**	Державне підприємство **«Науково-технічний центр енергетичного приладобудування» ІТТФ НАН України**
Президент	Директор
Мороз П.М.	О.О. Назаренко

О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ТАНКОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

Пуль В.Н., канд. техн. наук, директор ООО «Слобожанщина-Интерм»

В статье проанализированы перспективы развития системы теплоснабжения танкостроительного завода на примере конкретных достижений в этой области Корпорации «ЕЭК».

У статті проаналізовані перспективи розвитку системи теплозабезпечення танкобудівного заводу на прикладі конкретних досягнень в цій галузі Корпорації «ЄЕК».

The article analyses the supply prospects of tank-building plant's heat system development on the example of the concrete Corporation's «EEC» achievements in this field.

18 апреля 2012 г. состоялся торжественный ввод в эксплуатацию первой из двух десятков запланированных к строительству котельных установок на государственном предприятии «Завод им. В.А. Малышева», г. Харьков.

Новое руководство предприятия в лице генерального директора Белова Н.Л. с первой минуты уделяет внимание условиям, в которых приходится собирать сложную, необходимую государству технику. После того, как четыре года назад была отключена огромная малоэффективная ТЭЦ, и в зимнее время температура в цехах практически ничем не отличалась от температуры на улице, производство замирало на 2-3 месяца. С целью создания нормальных (с температурной точки зрения) условий работы на заводе пошли по пути обустройства цехов автономными котельными установками на каждом цеху отдельно. Был проведен тендер на строительство котельных, в котором наряду с другими приняла участие и корпорация «Европейская энергетическая компания», которая и победила в этом конкурсе. Непосредственными исполнителями работ по монтажу котельных установок по корпусу 100Н стало предприятие ООО «Слобожанщина-Интерм».

Работы начались в январе 2012 года. Трудиться приходилось в сложных климатических условиях и нехватке финансовых средств. Однако с поставленной задачей мы успешно справились.

Первая котельная установка мощностью 2,8МВт полностью смонтирована и присоединена к существующим сетям теплоснабжения. Проведены пуско-наладочные работы. Параллельно со сдачей первой котельной велись работы по монтажу второй котельной для соседнего цеха мощностью 3,6МВт и подготовительные работы для котельной мощностью 2,8МВт для третьего цеха.

И вот настало 18 апреля 2012 года. В торжественной сдаче первой котельной приняли участие - народный депутат Украины Плющ И.С., президент Корпорации «ЕЭК» Мороз П.Н., представители областной и городской администрации, корпорации «Укроборонпрома» и другие. На импровизированном митинге трудового коллектива и прессы с приветственным словом выступил Плющ И.С., среди выступающих так же были — генеральный директор ГП «Завод им. В.А. Малышева» - Белов Н.Л., президент корпорации «ЕЭК» - Мороз П.Н., председатель профсоюзного комитета рабочего коллектива и другие. Выступающие отметили важность, актуальность и перспективы строительства автономных систем теплоснабжения для улучшения условий труда рабочих.

Автономная котельная позволяет заводу вести производственную деятельность, при нормальной температуре на рабочих местах, при неравномерной загрузке производства заказами. Руководство завода отдельно отметило экономичность выработки тепловой энергии на современном котельном оборудовании МН-120эко отечественного производителя СП «Укринтерм» - оплата газа и электрической энергии, затраченных при отоплении цеха № 130, меньше на 40% стоимости тепла, ранее вырабатываемого ТЭЦ.

Дахові котельні системи «Укрінтерм». Приклад вдалого вирішення проблеми теплозабезпечення

Вівчарівський І. В. , Віце-Президент Корпорації «Європейська енергетична компанія»

У статті наведені переваги користування модульними котельними установками виробництва СП «Укрінтерм»

В статье перечислены преимущества использования модульних котельных установок СП «Укринтерм».

The article describes the advantages of using «Ukrinterm» modular boiler installations.

Сучасний технічний стан комунальних служб не повністю забезпечує пересічного українця в необхідному рівні теплового комфорту і гарячому водопостачанні. Оцінюючи ситуацію в комунальній теплоенергетиці, Прем'єр-міністр України Азаров М. Я. констатує, що причина її незадовільної роботи криється в зношеності теплогенеруючого обладнання і теплових мереж, рівень якої перевищує 50 %.

Виходом із ситуації стало широке використання в практиці автономних систем теплопостачання, які все більше завойовують визнання пересічного громадянина.

Широкої популярності набули модульні котельні системи «Укрінтерм» - одного з лідерів національного енергетичного ринку. На сьогодні в Україні, Росії, Білорусії працює майже 5000 модульних котелень.

СП «Укрінтерм» у вересні 2002 р., перше на Україні на всю лінійку свого обладнання, отримало міжнародний та український сертифікати на Систему Менеджменту Якості ISO 9001:2000, а у березні 2005 р. сертифікована Система Екологічного Менеджменту відповідно до міжнародного стандарту ISO 14001:2004 на проектування, виробництво і реалізацію теплогенеруючого обладнання і систем холодного/гарячого водопостачання спільно з авторитетною міжнародною організацією БЮРО ВЕРИТАС.

Модульний принцип у поєднанні з компактністю та невеликою вагою окремих модулів робить їх привабливим для обладнання вбудованих, прибудованих і надбудованих котелень. Їх монтують в приміщеннях різного призначення, у виробничих цехах, на дахах та у підвалах будинків. При цьому відпадає необхідність в зовнішніх мережах, потужних циркуляційних насосах, тощо.

Крім цього модульний принцип дозволяє проводити ремонти і нарощувати потужність котелень без зупинки їх роботи та регулювати теплову потужність, в залежності від зовнішньої температури, залишаючи незмінним ККД (93%).

Котельні системи «Укрінтерм» працюють в автоматичному режимі і не вимагають реєстрації в органах котлонагляду. Їх експлуатація, у порівнянні з барабанними котлами, заощаджує до 30% газу, до 50% електроенергії, а платежі за опалення і гаряче водопостачання скорочуються на 35-40%.

Шкідливі викиди цього обладнання менше дозвільних норм і не перевищують по СО – 40 мг/м3 (при а = 1), NOx -20 мг/м3 (при а = 1), ККД = 93%.

Дбаючи про кваліфіковане і безпечне використання свого обладнання, СП «Укрінтерм» створив дієву мережу сервісних центрів, що охоплює всю Україну. Як результат, за 18 років роботи не зафіксовано жодної нестандартної ситуації з важкими наслідками.

Додатково гарантія технічно грамотного і економічно обґрунтованого використання дахових котелень полягає в залученні до розробки проектів провідних інститутів, наприклад: у м. Львові ДПІ "Містопроект", у м. Києві – ЗАТ "Гіпроцивільпромбуд".

Разом з тим існує ряд не вирішених проблем. Одна з них полягає у відсутності сучасної нормативної бази. Згідно чинного законодавства кожні 5 років необхідно переглядати діючі нормативи і вносити зміни з урахуванням набутого досвіду. В дійсності ми вимушені користуватися СНіП-II-35-76 "Котельні установки" – затвердженим ще в 1976 році, який не враховує можливостей і вимог сучасних технологічних рішень та новітніх зразків обладнання.

Разом з тим у фахівців, виробничників та громадськості викликає серйозне занепокоєння намагання в новому нормативі обмежити сферу застосування дахових котелень.

З метою спростування цих необґрунтованих побоювань наведемо лише два з багатьох прикладів тривалої, безпечної і економічно успішної експлуатації дахових котелень.

Це лист керівника філії EXIM банку у м. Львові (060/729 від 29.94.12) з подякою про надійну роботу дахової котельні з 2005 року, що забезпечує потреби банку в теплі та гарячому водопостачанні. Аналогічний лист Ген. директора ТОВ «Євроготель» м. Львів (№ 16 від25.04.12 р.), в якому теж висловлено подяку за надійну роботу дахової котельні з 2008 року.

YGNIS: ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНІ ОПАЛЮВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Мартиняк А.О., Мартиняк М.А., ВТФ «Західінтерм»

У статті розкриваються нові високоефективні технічні рішення французької компанії YGNIS у галузі виробництва та експлуатації опалювального обладнання.

В статье раскрываются новые высокоэффективные технические решения французской компании YGNIS в области изготовления и эксплуатации оборудования для отопления.

The article reveals the new and highly efficient technical solutions of the French company YGNIS in the area of manufacture and operation of the heating equipment.

СП «Укрінтерм» провів семінар-нараду технічних та сервісних служб регіональних партнерів у м. Моршин, Львівської області. Пріоритетною темою семінару було ознайомлення з обладнанням Ygnis Atlantic Group (Франція) змонтованому на багатьох котельнях «Моршинкурорту». Більше 60 років, YGNIS розробляє і створює високоефективні технічні опалювальні рішення.

Сталеві водогрійні триходові котли Ygnis-Guillot моделі LRR. Це моноблочний жаротрубний котел з трьохходовим рухом продуктів згорання для роботи на природному газі чи рідкому паливі потужністю від 1400 до 4000 кВт. ККД сягає 96% в залежності від навантаження. Котел міцний та надійний (жорсткий вверх від моделі 1400 кВт до моделі 2600 кВт), а також в ньому симетрична концепція, яка забезпечує оптимальний розподіл температур і протоків. Є можливість вибору панелі управління. Оптимальне співвідношення довжини/діаметру газоходу дозволяє отримати незначні викиди NO_x. Мінімальна температура зворотної води: 60°С для природного газу і пропану, 70°С для рідкого палива. Максимальна температура котлової води 120°С (датчик перегріву). Окремо котел можна доукомплектувати установкою вертикального димовідводу, панеллю управління двох видів і є можливість приєднання більшості марок пальників, які відповідають технічним характеристикам котла, для цього на фронті котла розміщується теплоізоляційний фланець. В фурнітуру котла входить оглядове віконечко для контролю полум'я. Верхній кожух виготовлений з листової сталі, з ефективною теплоізоляцією, а також задній газозбірний колектор.

Збільшення ефективності роботи котла Ygnis-Guillot моделі LRR досягається установкою конденсаційного рекуператора (економайзера) TOTALECO, який дозволяє підвищити ККД об'єднаної установки TOTALECO, яка працює на природному газі від 6 до 18% (в залежності від температури води, що поступає). Теплообмінник економайзера TOTALECO виконаний з нержавіючих труб LISSES INOX 316 L.

Зокрема, на котельні «Моршинкурорт» змонтований котел Ygnis-Guillot моделі LRR 51 з робочим навантаженням 2150 кВт,обладнаний пальником фірми Weishaupt і економайзером TOTALECO. Та аналогічні котли без економайзера, ефект встановлення економайзера буде розглянуто в інших статтях.

Сталеві газові водогрійні котли серії Ygnis-Guillot з атмосферним пальником type E працюють на природному газі низького чи середнього тиску моделі з 87 кВт до 465кВт і є простими в експлуатації. Існує можливість застосувати паралельно конденсатні котли серії Condensagaz потужністю (87-465 кВт), їх можна розташовувати поруч, тобто близько один до одного:1000 кВт на 3 м^2. Котли призначені для нагрівання води в системах різних типів t_{max}=90°С. Перевагою котлів є економне споживання палива при їх холостому ході. Є можливість приєднання підключення до зовнішнього управління і сигналізації, електричне з'єднання просте і з'єднується однофазною мережею в 220В. Максимальний робочий тиск теплоносія 4 бар. В Optimagaz високий коефіцієнт корисної дії (92-95%). В середині Condensagaz є гладкотрубний теплообмінник з нержавіючою сталі 316 L ККД якого перевищує 96%. Особливістю котлів є можливість функціонування при ковзній температурі до 45°С по мінімуму на звороті

Сталеві водогрійні двохходові котли Ygnis-Guillot тип FBG. Це жаротрубний котел з тупиковою горизонтальною газоплотною паливнею і периферійним пучком димогарних труб з вбудованими турболізаторами потужністю від 150 до 2500 кВт. Максимальний робочий тиск теплоносія — 5 бар(з можливістю виготовлення під замовлення на 4,6 і 8 бар). Максимальна температура котлової води — 110°С (датчик перегріву), мінімальна температура води на вході - 95°С. Паливо — природний газ, дизельне паливо. ККД в залежності від навантаження — 91-94%. Температура відхідних газів — 218°С. Мінімальна довжина головки пальника — 200 мм.

Експлуатаційні показники даного типу котлів протягом трьох років експлуатації є високими. Даний тип котлів може бути рекомендований до встановлення для різного типу котелень.

Транспортабельні модульні котельні установки з сонячними колекторами

Юзвак С.В.

Шемчук В.В.

С.В. Юзвак, технічний директор СП «Укрінтерм»
В.В. Шемчук, провідний інженер-консультант СП «Укрінтерм»

СП «Укрінтерм» виготовляє транспортабельні модульні котельні установки (ТМКУ) на базі екологічно чистих модулів нагріву типу МНеко. Установки призначені для опалення і гарячого водопостачання виробничих, житлових і громадських будівель і споруд, є готовим заводським виробом, виготовленим за технічними умовами, погодженими та затвердженими у встановленому порядку, мають Дозвіл Держгірпромнагляду на експлуатацію.

Працюють на природному газі низького тиску - 1960Па, максимальна температура теплоносія 95°С, допустимий тиск в системах не більше 0,6 МПа;

У зв'язку із постійним підвищенням цін на газ, для того, щоб заощадити кошти, «Укрінтерм» пропонує ТМКУ з сонячними колекторами.

Сонце — це унікальне джерело енергії. Воно є не лише невичерпним і безкоштовним джерелом тепла, але і найбільш екологічно чистим з доступних людству видом енергії. Сонячний колектор дозволяє використовувати його енергію цілий рік. Використання сонячних колекторів дозволяє економити на приготуванні гарячої води в середньому до 40-60% за рік.

До складу ТМКУ з сонячним колектором входить:

- модуль-регулятор, який забезпечує циркуляцію і регулювання теплоносія в системі опалення;
- сонячні колектори від 2 до 5 штук, площею 2 м^2 кожний, бойлер від 300 до 800 літрів. Гаряча вода попередньо підігрівається завдяки сонячній енергії;
- модуль приготування гарячої води (МГВ або УГВНС), що догріває гарячу воду до заданої температури;
- автоматична водопідготовка забезпечує заповнення «м'якою» водою систему опалення;
- вузли обліку газу, води та тепла;
- газові/електричні конвектори для опалення приміщення котельної;
- щити сигналізації, для контролю безпечної роботи котельні.

Устаткування котельної працює в автоматичному режимі без необхідності постійного перебування в котельній обслуговуючого персоналу.

ТМКУ згідно ТУ випускаються номінальною тепловою потужністю 160, 240, 360, 480, 600 кВт. Згідно проектів можуть виготовлятися котельні більшої потужності.

У таблиці нижче даються характеристики транспортабельних котелень.

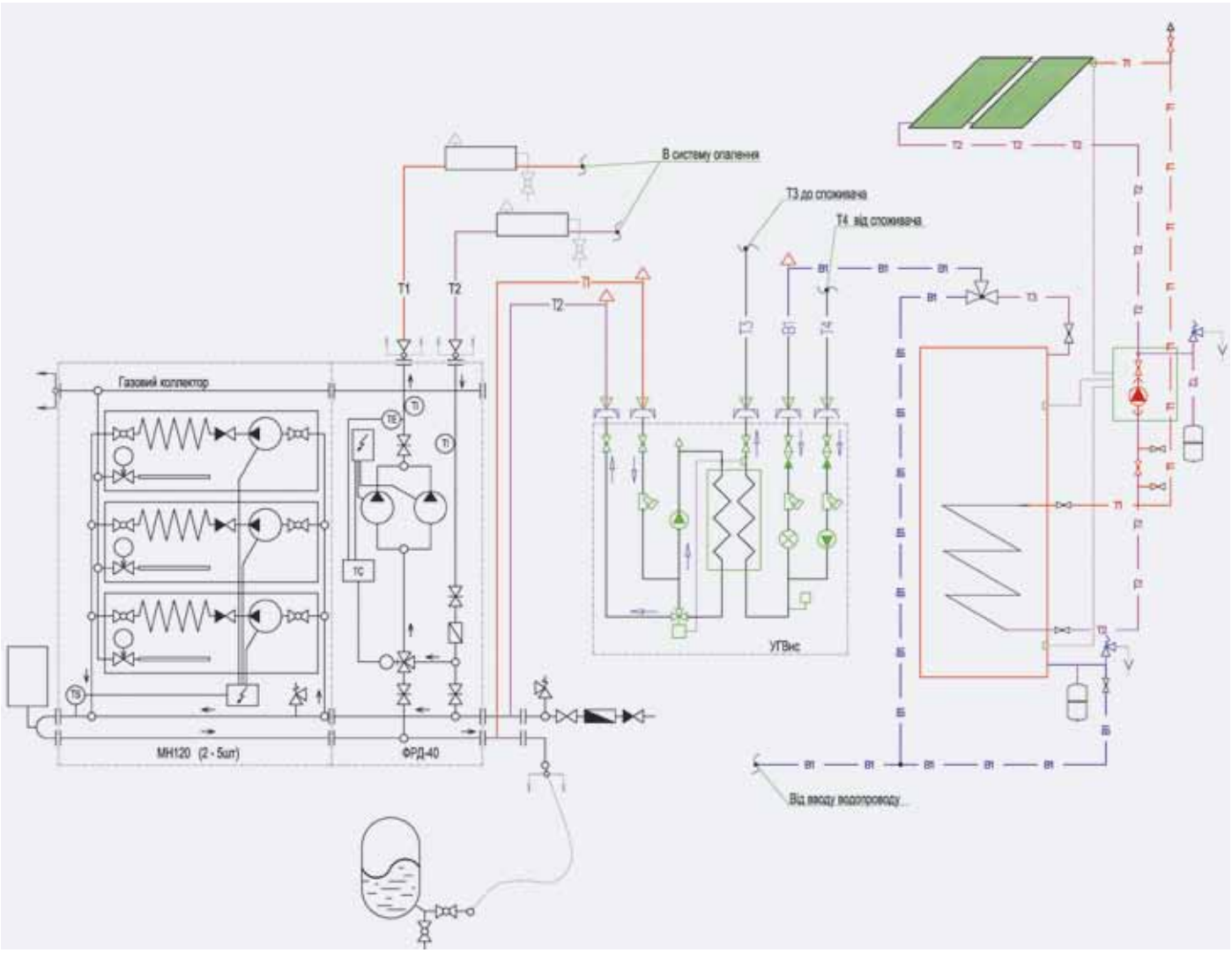
Сонячна енергія накопичується в колекторі і нагріває робочу рідину. Якщо температура в колекторі більша на 6-8 °С, ніж у нижній точці бойлера, вмикається насос і рідина сонячних колекторів віддає своє тепло воді в бойлері. Якщо температура води в бойлері недостатня, при розборі гарячої води відбувається догрів попередньо підігрітої сонцем води в установці УГВНС або МГВ і подача її до споживача. При цьому забезпечується циркуляція гарячої води.

Дані ТМКУ уже більше 4 років впроваджуються системою «Укрінтерм» на теренах України. За результатами, отриманими з досвіду експлуатації, можна з упевненістю заявити, що за період із травня по вересень геліосистема забезпечує підігрів ГВС майже в повному обсязі.

Основні технічні характеристики ТМКУ:

Найменування параметра	Одиниця вимірювання	Значення параметра для				
		ТМКУ-160	ТМКУ-240	ТМКУ-360	ТМКУ-480	ТМКУ-600
Номінальна теплова потужність, Q	кВт	160	260	390	520	650
Номінальна теплопродуктивність, Р	кВт	144	240	360	480	600
Номінальний тиск газу	Па	1960				
Номінальна витрата газу при t=20 °	$м^3/ч$	18,4	29,2	43,2	57,2	71,2
Коефіцієнт корисної дії, не менше	%	92				
Робочий тиск теплоносія, не більше	МПа	0,6				
Максимальна температура теплоносія	°С	95				
Діапазон регулювання температури теплоносія, від – до	°С	50 - 95				
Перепад температури води на вході і виході контуру гарячого водопостачання, Δ	°С	35				
Максимальна температура води в контурі гарячого водопостачання	°С	55				
Температура продуктів згорання на виході з модулів нагріву, не менше	°С	110				
Електрична потужність, не більше	кВт	5,0	5,5	6,0	6,5	
Характеристика електроживлення (напруга/частота)	В/Гц	380 $^{+10\%}_{-15\%}$ / 50-1				
Габаритні розміри, не більше: висота ширина довжина	мм					
				3100		
				2650		
		5000	6000	6500	7000	
Маса, не більше	кг	4300	4500	4800	4900	5200

На принциповій схемі показано обв`язку обладнання ТМКУ з сонячними колекторами.



СП «УКРІНТЕРМ» ПРЕСТАВЛЯЄ:

Модульні котельні установки системи «Укрінтерм»

Модульні котельні установки системи «Укрінтерм» призначені для теплопостачання і гарячого водопостачання виробничих, житлових і громадських будівель і споруд. Котельні установки монтуються з виготовлених в заводських умовах модулів нагріву МН Еко (80, 100, 120 кВт), модулів гарячого водопостачання МГВ (100-250 л/хв.), модулів-регуляторів системи опалення, а також модулів для підключення різноманітного технологічного обладнання та комплексу аксесуарів для монтажу.

Транспортабельні модульні котельні установки ТМКУ

Транспортабельні модульні котельні установки системи «Укрінтерм» (ТМКУ) застосовуються для теплопостачання та гарячого водопостачання виробничих, житлових та громадських будівель і споруд. Виготовляються в контейнерах з габаритними розмірами, що дозволяють перевозити їх автомобільним транспортом, на базі нагрівальних модулів МН80еко, МН100еко і МН120еко потужністю від 100 кВт до 2 МВт. Після встановлення на місці експлуатації і підключення до водяних, газової та електричної мереж установка повністю готова до опалення і гарячого водопостачання.

Котли серії «БОГДАН»

Котли опалювальні водогрійні підлогові з чавунним теплообмінником серії "Богдан" з примусовою циркуляцією теплоносія тепловою потужністю 40, 47, 55, 80 і 100 кВт з покращеними екологічними характеристиками використовуються для опалення квартир, офісів, майстерень, комунальних споруд площею до 1000 кв.м. Котли облаштовані спеціальним низькофакельним водоохолоджуваним пальником, що дозволяє значно скоротити вміст шкідливих речовин в продуктах згорання.

Шкафні регуляторні пункти ШРП

Шкафні регуляторні пункти (ШРП) призначені для зниження тиску газу. Застосовуються в побутовому та промисловому секторі: колонки, котли, промислові печі, пальники, а також інша апаратура, що споживає газ та потребує точного та швидкого регулювання тиску газу, його очищення та, якщо необхідно, комерційного обліку.

Котли серії «Укрінтерм»

Котли опалювальні водогрійні підлогові УКРІНТЕРМ-13 та УКРІНТЕРМ-20 (13 і 20 кВт) зі стальним теплообмінником призначені для опалення житлових будинків та споруд комунально-побутового призначення, обладнаних системами водяного опалення з природньою циркуляцією теплоносія.
В котлах «Укрінтерм-42» конденсаційного типу застосовується новітня технологія відбору тепла, завдяки якій суттєво підвищується ККД та знижується вміст шкідливих речовин у продуктах згоряння.

Модулі нагріву МН240

В модулях нагріву МН240 конденсаційного типу застосовується новітня технологія відбору тепла, завдяки якій суттєво підвищується ККД (в звичайноме режимі - 97%, у конденсаційному — 103%) та знижується вміст шкідливих речовин у продуктах згоряння: CO — 50 мг/м3, NOx — 15 мг/м3.

ISO 14000
9001

"УКРІНТЕРМ"

Геліосистеми

Геліосистеми на базі високоефективних вакуумних сонячних колекторів дозволяють використовувати безкоштовні сонячні ресурси для приготування гарячої води, опалення, підігріву басейнів в котеджах, санаторіях, на підприємствах тощо.

Котли «Анна-нова»

Настінні проточні опалювальні котли «Анна-нова» випускаються тепловою потужністю від 24 до 30 кВт та застосовуються для водяного опалення і гарячого водопостачання квартир, офісів, магазинів, комунальних споруд площею до 290 кв.м.

Твердопаливні котли та котли на пілетах

«Укрінтерм» пропонує твердопаливні котли піролізного типу з високим ККД, а також стальні котли, що працюють на деревному пілеті з цифровим контролем, управлінням та автоматичною системою розпалювання, подачі пілета та регулювання.

Теплові насоси

Разом з фірмою Evi-Heat (Швеція) корпорація «Європейська енергетична компанія» пропонує комбіновані системи теплових насосів та сонячних колекторів. Теплові насоси дозволяють зібрати безкоштовну енергію грунту, відкритого водоймища, навколишнього повітря, стічних вод тощо для потреб опалення, нагріву води та охолодження.

Індивідуальні теплові пункти ІТП

Індивідуальні теплові пункти ІТП дозволяють організувати облік спожитого окремою квартирою тепла та холодної води, а також дає можливість відключення квартир неплатників.

Насосні станції

Установки насосні призначені для підвищення тиску в системах водопостачання, пожежогасіння, для виробничих технологічних процесів тощо.

Затрати на виробництво 1 кВт·год тепла при використанні різних енергетичних джерел

№№	Найменування	Опалювальна площа, кв.м при теплових втратах 87,0 Вт/кв.м	Ціна енергоносія з п.д.в.	К.к.д. котла	Пряма ціна 1 кВт·год тепла, Грн	Термін амортизації котла	Ціна 1 кВт·год тепла з врахуванням амортизації обладнання та експлуатаційних затрат, Грн
Газ природний, що використовується населенням на побутові потреби, теплотворність 9,46 кВт*г/куб.м							
1	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 2 500 куб.м.	111	725,4	92%	0,08	10	0,15
2	- « -	124	725,4	103%	0,07	10	0,16
3	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 6 000 куб.м.	266	1 098,0	92%	0,13	10	0,15
4	- « -	298	1 098,0	103%	0,11	10	0,15
5	Річний обсяг споживання газу: не перевищує 12 000 куб.м.	532	2 248,2	92%	0,26	10	0,30
6	- « -	596	2 248,2	103%	0,23	10	0,29
7	Річний обсяг споживання газу: перевищує 12 000 куб.м.	532	2 685,6	92%	0,31	10	0,34
8	- « -	596	2 685,6	103%	0,28	10	0,32
Вартість послуг з газопостачання для							
9	Бюджетних установ та промислових споживачів	5 350	4 687,4	92%	0,54	14	0,59
10	- « -	5 350	4 687,4	103%	0,48	14	0,54
13	Підприємств комунальної тепло-енергетики	5 350	1 309,2	92%	0,15	14	0,20
14	- « -	5 350	1 309,2	103%	0,13	14	0,19
Електроенергія, що відпускається населенню:							
15	за обсяг, спожитий понад 150 кВт·год електроенергії на місяць (тариф А)	172	36,48	98%	0,37	7	0,42
16	яке проживає в сільській місцевості, за обсяг, спожитий понад 150 кВт·год електроенергії на місяць (тариф В)	172	33,72	98%	0,34	7	0,39
17	яке проживає в житлових будинках, обладнаних у встановленому порядку кухонними електроплитами та/або електроопалювальними установками (у тому числі в сільській місцевості) за обсяг, спожитий понад 250 кВт·год електроенергії на місяць (тариф С)	172	28,02	98%	0,29	7	0,33
18	яке проживає в багатоквартирних будинках населених пунктів (міст, сіл, селищ), не газифікованих природним газом і в яких відсутні або не функціонують системи централізованого теплопостачання, незалежно від обсягів споживання електроенергії (тариф D)	69	21,54	98%	0,22	7	0,33
Електроенергія, що відпускається населенню за 2 зонним тарифом:							
19	тариф А	172	36,48	98%	0,26	10	0,47
20	тариф В	172	33,72	98%	0,24	10	0,45
21	тариф С	172	28,02	98%	0,20	10	0,41
22	тариф D	69	21,54	98%	0,15	10	0,31
Електроенергія, що відпускається населенню за 3 зонним тарифом:							
24	тариф А	172	36,48	98%	0,15	10	0,36
25	тариф В	172	33,72	98%	0,14	10	0,35
26	тариф С	172	28,02	98%	0,11	10	0,33
27	тариф D	69	21,54	98%	0,09	10	0,25
Електроенергія, що відпускається юридичним особам:							
28	I клас напруги - 27,5 кВ і вище (тариф Е)	1 200	88,10	98%	0,90	10	0,93
29	II клас напруги - до 27,5 кВ (тариф F)	1 200	112,15	98%	1,14	10	1,17
Електроенергія, що відпускається юридичним особам за 2 зонним тарифом:							
30	тариф Е	1 200	88,10	98%	0,36	14	0,55
31	тариф F	1 200	112,15	98%	0,46	14	0,65
Електроенергія, що відпускається юридичним особам за 3 зонним тарифом:							
32	тариф Е	1 200	88,10	98%	0,31	14	0,52
33	тариф F	1 200	112,15	98%	0,40	14	0,60
Тепловий насос «розсіл - вода»							
34	тариф А	172	36,48	3,0	0,12	15	0,47
35	тариф В	172	33,72	3,0	0,11	15	0,46
36	тариф С	172	28,02	3,0	0,09	15	0,44
37	тариф D	69	21,54	3,0	0,07	15	0,53

	Сонячний тепловий насос						
38	тариф А	172	36,48	6,0	0,06	15	0,48
39	тариф В	172	33,72	6,0	0,06	15	0,48
40	тариф С	172	28,02	6,0	0,05	15	0,47
41	тариф D	69	21,54	6,0	0,04	15	0,57
	Тепловий насос «розсіл - вода»						
42	тариф Е	1 200	88,10	3,0	0,29	25	0,43
43	тариф F	1 200	112,15	3,0	0,37	25	0,51
	Сонячна енергія						
44	Плаский сонячний колектор		0,00	70%	0,00	15	0,74
	Інші види палива						
45	Вугілля, 8,1 кВт*ч/кг	грн/кг	1,22	80%	0,12	15	0,24
46	Дрова, 3,8 кВт*ч/кг	250 грн/куб	0,42	78%	0,09	15	0,18
47	Брикети з деревини, 4,1 кВт*ч/кг	грн/кг	0,75	80%	0,16	15	0,23
48	Пелети, 4,3 кВт*ч/кг	грн/кг	1,10	80%	0,22	15	0,31
49	Рідке паливо, 11,9 кВт*ч/кг	грн/кг	4,70	92%	0,36	15	0,43

Розрахунок собівартості 1ГКал 81 кв. житлового будинку на 11.04.2012 в м Київ	
1. Вихідні дані:	
Вартість котельні з обладнанням СП "Укрінтерм", :	
Вартість обладнання котельні, грн	487 251,00
Монтаж, пусконаладка, грн	243 625,5
Всього, вартість обладнання котельні, грн:	730 876,5
Ціна на газ, грн/1000м3	1 309,2
Теплотворність газу, Ккал/м3	8 008
Ціна за електроенергію, грн/кВт	1,11
Опалювальна площа, м2	5 350
Розрахункові теплові навантаження, кВт:	
опалення	423
ГВП	345
Всього:	768
Середньорічні розрахункові витрати газу, м3/рік:	155 685,44
Середньорічні розрахункові витрати електроенергії, кВт/рік:	10 981
Середньорічні розрах. витрати хол. води для пригот. гарячої., м3/рік:	9 420
Середньорічні розрахункові витрати тепла, Гкал/рік на:	
опалення	820,00
ГВП	471,00
Всього, Гкал/рік:	1 291,00
2. Матеріальні витрати:	
Вартість споживання газу, грн	203 823,37
Вартість споживання електроенергії, грн	12 136,2
Всього:	215 959,58
3. Накладні витрати:	
Амортизація, грн/рік (14 років)	52 205,46
Вартість сервісного обслуговування	14 400
Всього:	66 605,46
Загальні витрати:	282 565,04
Вартість 1 Гкал =282565,04:1291	218,87
Витрати на приготування гарячої води, грн/рік: 218,87х471,00	103 089,18
Вартість нагрівання 1 м3 води, грн/м3:	10,94
Витрати на опалення будинку, грн/опал період: 218,87 х 820	179 475,86
Вартість опалення 1 м2 житлової площі, грн/м2 в місяць:	4,79

ВИРОБНИЦТВО ТА ПРОДАЖ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ

Косулько А.Г., Директор ТОВ «Компанія Енергоінвест»

У статті розкрито досвід, набутий «Компанією Енергоінвест» при виробництві та продажу тепла Березанському НВК в опалювальному сезоні 2011-2012 р.

В статье приведен опыт, приобретенный «Компанией Энергоинвест» при производстве и продаже тепла Березанскому НВК в отопительном сезоне 2011-2012 г.

The article presents the experience gained by the «Company Energoinvest» in the production and sale of heat to Berezan' company in the heating season of 2011-2012.

Значний потенціал для скорочення споживання природного газу в Україні існує в оптимізації виробництва та транспортування теплової енергії, що виробляються з нього для опалення об'єктів державної та комунальної власності. Метою національної стратегії теплозабезпечення об'єктів державної та комунальної власності України є підвищення економічної, енергетичної, технічної та екологічної ефективності і надійності функціонування системи теплозабезпечення шляхом проведення комплексної модернізації об'єктів теплопостачання на засадах інноваційного сталого розвитку, тобто реалізації пріоритетних проектів модернізації комунального господарства шляхом залучення інвестиційних фінансових ресурсів та встановлення сучасного теплогенеруючого обладнання. Забезпечення економії природного газу таким чином здійснюється за рахунок відповідного зменшення обсягу його споживання після модернізації теплогенеруючого обладнання.

Досвід, набутий учасниками Корпорації «Європейська енергетична компанія» при реалізації проектів теплопостачання (проектування, виготовлення, монтаж, пуск та налагоджування обладнання, його подальша експлуатація) з модерновим вітчизняним та європейським котельним обладнанням, дозволяє з впевненістю переконати будь-кого, що заміна морально та фізично застарілого котельного обладнання на сучасне економічно вигідна. Для того, щоб довести це на практиці, на базовій основі Корпорації ЄЕК було створено ТОВ «Компанія Енергоінвест» з делегуванням йому функцій приватного інвестора та виробника тепла.

Як приватний інвестор підприємство готово було вкладати кошти і час у реалізацію проектів модернізації об'єктів теплопостачання, сподіваючись, що в цьому наша діяльність відповідатиме інтересам нашої держави. Тому ми розраховували при реалізації інвестиційних проектів на партнерство держави — це не потребуватиме додаткових видатків з Державного бюджету, але потребує від держави одного - створення відповідних умов: передбачуваності та прогнозованості тарифної політики на середньо- та довгострокову перспективу; нормативно-правового забезпечення захисту прав власності та прав інвестора; проведення прозорих конкурсних процедур.

Нижче приводимо по крокову реалізацію інвестиційного проекту технічного переоснащення котельної по вул. Кірова, 102 в м. Березань, Київської обл.

1. Господарська діяльність з виробництва, транспортування та постачання теплової енергії підлягає ліцензуванню. Підготовка необхідної документації та отримання «Компанією Енергоінвест» ліцензій в Київській обласній державній адміністрації потребувало загалом 3 тижні робочого часу.

2. Маючи ліцензії на виробництво та постачання теплової енергії ми звернулись до виконкому Березанської міської ради про дозвіл на оренду котельної по вул. Кірова, 102 та дозвіл на її технічне переоснащення і в 1-тижневий строк такий дозвіл отримали.

3. Отримання технічних умов ПАТ «Київоблгаз» та виготовлення проекту технічного переоснащення котельної ПП «ПроектТеплоПлюс» - ще 3 тижні, враховуючи те, що передпроектні роботи було розпочато ще до отримання ліцензії.

4. Погодження проекту в Київському експертно-технічному центрі Держгірпромнагляду України, ДП «Київоблстандартметрології», Територіальному управлінні державної інспекції з енергозбереження по Київській обл. та в ПАТ «Київоблгаз» потребувало 3 тижні, враховуючи переробки проекту по зауваженнях на реконструкцію вузла обліку газу.

5. Початок виконання самих робіт по технічному переоснащенню котельні — 20 вересня 2011 року.

Будівельно-монтажні роботи виконувались субпідрядними організаціями. Роботи складались з демонтажу 1 котла НИИСТУ та установці замість нього модульної котельні виробництва СП «Укрінтерм» з 6 модулів МН-120еко загальною потужністю 720 кВт. Приєднання до модульної котельні існуючої теплової мережі виконано через модуль-регулятор з розділяючими теплообмінниками АРДР-720 для гідравлічного розділення старої системи опалення школи від внутрішнього контуру модульної котельні та автоматичного регулювання відпуску тепла по температурі зовнішнього повітря. Два існуючі котли НИИСТУ законсервовані, як і їх мережеві насоси та водопідготовка. Система газопостачання доопрацьована в частині винесення газового лічильника максимально ближче до місця врізки в газопровід середнього тиску. Цим самим зменшені до мінімуму затрати на оплату технологічних втрат газу, які нараховуються ПАТ «Київоблгаз» не тільки на кожне фланцеве з'єднання, запірну та регулюючу арматуру, а й на погонаж газопроводів від місця балансового розмежування до місця встановлення газового лічильника.

6. Погодження та введення в експлуатацію закінчених в кінці жовтня будівельно-монтажних робіт затяглось до початку грудня 2011 року.

7. Укладання договорів на постачання енергоносіїв (газ, електроенергія, вода та каналізація). Договір оренди приміщення котельні з комунальним підприємством «Березаньтепломережа» був укладений ще на етапі виготовлення проектної документації.

8. Загальна кошторисна вартість технічного переоснащення котельні — 662 615,- гривень, в тому числі вартість обладнання, що орендовано у СП «Укрінтерм» - 391 739,- гривень (тут і надалі всі ціни без п.д.в.)

Виробництво та продаж тепла.

Котельна по вул. Кірова, 102 в м. Березань виробляє теплову енергію виключно для теплопостачання Березанського навчально-виховного комплексу з загальною опалювальною площею 5 600 м^2. Договір про теплопостачання укладено з відділом освіти м. Березань на тендерній основі. Розрахунки за спожиту теплову енергію ведуться згідно показників теплового лічильника, встановленого в приміщенні котельні. Можливі втрати теплоносія в зношених теплових мережах та системах опалення Березанського НВК (несанкціонований відбір теплоносія) враховані конструкцією теплового лічильника, що має з 2 водоміри на подаючому та зворотному магістральних трубопроводах.

Тариф на теплову енергію для «Компанії Енергоінвест» установлено рішенням Березанської міської ради шляхом підтвердження установленого Національною комісією регулювання ринку комунальних послуг України для КП «Березаньтепломережа» тарифу на теплову енергію

для потреб бюджетних споживачів в розмірі 859,64 грн за 1 Гкал (без п.д.в.).

Для подальших порівнянь наводимо річний обсяг вироблено тепла котельною по вул. Кірова, 102 до модернізації. Тепловий лічильник в котельні був відсутнім і обсяги відпущеного тепла вирахувано КП «Березаньтепломережа» шляхом нормування витрат газу на виробництво 1 Гкал тепла.

Найменування	Опалювальний сезон 2009-2010	Опалювальний сезон 2010-2011
1. Вироблено тепла, Гкал	1 001,-	1 069,6
2. Витрати природного газу, м^3	135 164,-	124 427,-
3. Витрати електричної енергії, кВт*год	18 100,-	18 380,-

Зведена таблиця витрат ТОВ «Компанія Енергоінвест» в опалювальному сезоні 2011-2012 року:

Найменування	В натуральному вимірі	В грошовому, грн
1. Вироблено тепла, Гкал	663,-	542 604,-
2. Витрати природного газу, м^3	88 727,-	346 835,-
3. Витрати електричної енергії, кВт*год	14 900,-	13 475,-

При аналізі витрат слід враховувати, що роботи по відпуску тепла ТОВ «Компанія Енергоінвест» розпочала з 12 грудня 2011 р. До цього часу котельня експлуатувались КП «Березаньтепломережа» і ними з жовтня по грудень 2011 р. в теплову мережу відпущено ще 120,- Гкал тепла (загалом за опалювальний сезон 2011-2012 р.р. — 783,- Гкал).

Висновки:

1. З твердою впевненістю можна говорити про раціональне використання паливно-енергетичних ресурсів - досягнуто максимальної ефективності використання природного газу. В два попередні опалювальні сезони витрати на опалення Березанського НВК складали більше 1000 Гкал, в звітному періоді — 783,- Гкал, що менше на 20-25%. Це зменшення відпуску тепла не позначилось на якості функціонування опалення школи: на початку опалювального сезону автоматика котельні підтримувала температурний графік 95-70 оС, на початку лютого на прохання керівництва школи автоматику переведено на температурний графік 80-60 оС.
2. Нормативний к.к.д. модулів нагріву МН-120еко виробництва СП «Укрінтерм» -92% підтверджений практикою: за опалювальний сезон спалено 88 727 м3 газу, отримано 663 Гкал тепла — витрати газу 133 м3/Гкал відповідають к.к.д. 93%.
3. Зменшення шкідливого впливу на довкілля завдяки екологічно чистим модулям нагріву МН-120еко СП «Укрінтерм» з показниками по викидам СО - 40 мг/м3 та NOx -20 мг/м3 дозволяють працювати котельному обладнанню на території, прилеглій до спортивного майданчика школи без шкоди здоров'ю школярів.
4. Тариф на теплову енергію, встановлений на початку опалювального сезону дозволив закінчити цей сезон без збитків, хоча тарифи на природний газ та електроенергію підвищувались за цей час 2 рази. Якщо Національною комісією регулювання ринку комунальних послуг України тариф на сезон 2012-2013 р.р. не буде переглянуто в сторону збільшення, наступне підвищення тарифів на енергоносії переведе справу виробництва тепла в збиткову.
5. Повернення інвестиційних коштів, залучених на модернізацію котельні, шляхом урахування їх в тарифі на виробництво теплової енергії забюрократизовато настільки, що назвати це «допомогою держави інвестору» неможливо. Мабуть правильніше нинішній стан речей назвати «нерозвиненість фінансових механізмів держави для залучення інвестицій на енергозберігаючі заходи».
6. На наступні періоди слід також враховувати, що кінці опалювального сезону ТОВ «Компанія Енергоінвест» потрапила до фінансових лещат: за відпущене тепло держава в особі громади міста Березань не розраховується (і це по так званим «захищеним» статтям), а приватні Київоблгаз та Київобленерго відключають котельну за несплату.

Политика стран ЕС в сфере энергоэффективности

Киричок А.С., к.т.н., доцент, советник председателя
Государственного агентства по энергоэффективности и энергосбережению Украины

В статье проанализирован опыт стран ЕС в области внедрения государственной политики и разработке государственных норм в сфере энергоэффективности.

У статті проаналізовано досвід країн ЄС у галузі запровадження державної політики та розробці державних норм у сфері енергоефективності.

In the article we analyzed the experience of the EU countries in the field of implementation of the state policy and the development of state standards in the sphere of energy efficiency.

По прогнозам специалистов Международного энергетического агентства (МЭА) при существующем уровне потребления энергоресурсов, разведанных мировых запасов угля, нефти и газа человечеству хватит примерно на 100 лет. Однако, именно в этот период наблюдался неуклонный рост потребления энергоресурсов, который с 1900 по 2000 год возрос в 17 раз.

По оценкам «British Petroleum» при существующем уровне потребления все разведанные к 2012 году запасы энергоносителей на Земле закончатся после 2178 года. Единственным ископаемым источником энергии останется торф.

В этой связи представляют большой интерес меры стран ЕС, направленные на повышение энергоэффективности. Более чем тридцатилетний опыт позволил Европейскому сообществу достичь значительных успехов в экономии энергии.

Потребление энергии в ЕС-27 (27-количество стран ЕС) составило 1196 млн. т. н. э. при населении в 502,5 млн жителей.

Потребление энергии в ЕС-27 по отраслям составило: транспорт — 30%, промышленность — 25%, жилой сектор -24%, неэнергетический сектор — 8%, сельское хозяйство-2%, остальные -11%.

Потребление энергии по видам энергоресурсов в ЕС-27: нефтепродукты - 44%, газ — 21%, электроэнергия — 19%, тепловая энергия (геотермальная, солнечная, тепловые насосы и т.д.) — 6%, уголь 5%, биомасса - 5%.

Часть энергии, полученной из всех возобновляемых и альтернативных источников в ЕС-27 составила 10%.

Потребление энергии в год на одного жителя в ЕС-27 составляет 2,7 т.н.э.: от 1,2 т.н.э. для Мальты до 4,2 т.н.э. для Швеции.

Энергетическая эффективность является одним из главных приоритетов экономической политики ЕС. Законодательные акты ЕС в сфере энергоэффективности соответствуют двум основным направлениям: борьбе с климатическими изменениями и разработке совместной энергетической политики.

Законодательные акты ЕС устанавливают для членов ЕС **стратегические ориентиры** - «**Зеленые книги**» и **программы совместных действий** -«**Белые книги**», а также **обязательства по достижению определенных целей и способов действий, которые нужно применять** (**Директивы ЕС**).

В сфере энергоэффективности в ЕС были приняты следующие **законодательные акты**:

1992 год — **Директива по маркировке и стандартной информации** по потреблению энергии бытовыми приборами.

1992 год — **Директива по требованиям кКПД водогрейных котлов**, работающих на жидком или газообразном топливе.

1999 год — **Директива о расходе топлива и эмиссии CO_2** новыми автомобилями личного пользования.

2000 год — **Европейская программа по достижению целей Киотского протокола** сокращение эмиссии парниковых газов.

2000 год — **План действий по энергоэффективности** на 2000 — 2006 г.г. Сокращение потребления энергии на 1% в год.

2002 год — **Зеленая книга** Система обмена правами на эмиссию парниковых газов.

2003 год — **Директива по энергетическим характеристикам зданий- EPBD** Минимальные требования к энергетическим характеристикам новых и старых зданий.

2005 год — **Директива по обмену квотами** Принципы обмена квотами между государствами.

2005 год — **Директива об энергопотребляющей продукции** Повышение энергетических характеристик товаров в течение их срока эксплуатации.

2006 год — **Зеленая книга по энергоэффективности** — «Делать больше потребляя меньше».

2006 год — **План действий по энергоэффективности** на 2007 — 2013 г.г. Сократить потребление энергии на 20% к 2020 г., при росте ВВП на 2,3% в год.

2006 год — **Директива об энергоэффективности конечного потребления и энергетических службах (Директива ESD).** К 2016 году достигнуть экономии энергии в 9%. Каждому государству разработать три Национальных плана действий по энергоэффективности (**НПДЭЭ).**

Согласно директиве ESD базой для каждого НПДЭЭ должно быть два вида информации:

1) Примеры применения мер в бюджетном секторе. Они должны служить стимулом для всех других секторов и участников рынка энергетики.

2) Содержание предложенных мер. Они должны привлечь внимание общественности, воспитывать и обучать конечных пользователей энергии, распространять положительный опыт и информацию о механизмах, финансовых и юридических рамках достижения энергоэффективности.

В качестве **специфических мер в бюджетном (общественном) секторе** члены ЕС запланировали:

- улучшение энергетических параметров зданий центральной администрации (**Великобритания**), федеральных администраций (**Германия**), общественных зданий (**Австрия, Дания**);
- эффективное уличное освещение (**Испания**);
- учет критериев энергоэффективности на государственном рынке (**Нидерланды**);
- введение номинации «Лидер энергоэффективности» для министерств (**Мальта**);
- установка «умных счетчиков» и усовершенствованных счетов на электроэнергию (**Эстония**) и выгодных методов учета потребления энергии (**Великобритания**).

2007 год — **Европейская энергетическая политика** К 2020 году сэкономить 20% энергии по всем направлениям внутреннего энергетического рынка.

2008 год — **Программа «Энергия-Климат» (Программа 20/20/20)** - до 2020 года сократить эмиссию парниковых газов на 20% , повысить энергоэффективность на 20% , достигнуть 20% возобновляемых источников энергии в потреблении энергии.

Европейский проект ODYSSEE, координируемый агентством по охране окружающей среды и энергоэффективности (Франция, ADEME) в 1990-х годуовразработал **интерактивную базу данных MURE.** Она включает перечень мер, направленных на рациональное использование энергии и применяются в 29 европейских государствах: 27 членами ЕС, Хорватией и Норвегией.

MURE принята Генеральным управлением транспорта и энергетики ЕС (DG-TREN) Чтобы априори подтолкнуть политику энергоэффективности MURE, предлагает каждому государству:

- разработать типологию в зависимости от сектора экономики, энергетической грамотности населения, уровня развития государства;
- оценку показателей экономии энергии и уменьшения выброса парниковых газов по шкале: слабый, средний, высокий.

MURE позволяет определить самые совершенные энергоэффективные меры в 5 секторах: население, транспорт, промышленность, сфера услуг и межотраслевая деятельность и принимает участие в разработке будущей европейской политики.

Более подробно проблема будет освещена в последующих номерах издания.

КОТЕЛЬНА НА ДАХУ — ТЕПЛО В БУДИНКУ ЦІЛИЙ РІК

Цвік О.Л., начальник відділу технічного розвитку СП «Укрінтерм»

У статті розглянуто тему, присвячену енергоефектиним будинкам. Одним з видів обладнання, за допомогою якого можна вирішити проблему збереження тепла в будівлях, є дахові котельні.

Статья посвящена теме энергоэффективных домов. Одним из видов оборудования, при помощи которого можно решить проблему сбережения тепла в строениях являются крышные котельни.

Article is devoted to a subject of power effective houses. One of types of the equipment by means of which it is possible to solve a problem of heat savings in structures are roof boilers.

Дахова котельна в порівнянні з іншими автономними джерелами тепла має ряд незаперечних переваг. Почнемо з того, що існуючі ТЕЦ, ЦТП і мережі централізованого теплопостачання були побудовані ще за радянських часів і розраховані на певне теплове навантаження. З урахуванням темпів будівництва підключення нових об'єктів до магістральних теплових мереж сьогодні представляється малоефективним. Тому будівництво і експлуатація автономних дахових котельних є цілком адекватною альтернативою централізованому теплопостачанню.

Крім того, при використанні дахової котельної установки немає необхідності оформляти документи на землевідведення і будувати окрему будівлю, що дозволяє, у свою чергу, ефективніше використовувати муніципальні і виробничі території. За рахунок мінімальної протяжності трубопроводів істотно знижуються не тільки втрати в тепловій мережі, але і експлуатаційні витрати на її утримання. При використанні дахової котельної створюються оптимальні гідравлічні умови для обладнання, оскільки відсутній статичний тиск водяного стовпа на трубопроводи, арматуру і т.д.

І, що найважливіше, направлена ця технологія, перш за все, на збільшення енергозбереження і підвищення енергоефективності теплопостачання. Практично всі дахові котельні оснащені автоматичними вузлами, які дозволяють регулювати температуру теплоносія в опалювальних контурах. Наприклад, чим нижче температура зовнішнього повітря, тим буде вища температура в системі опалювання. Причому регулювання відбувається відповідно до вибраного температурного графіка. Таким чином, виключається некомфортна ситуація, знайома багатьом не з чуток: восени, коли на вулиці знижується температура повітря, прохолодно стає і в квартирах, оскільки ще не почався опалювальний сезон, а навесні, з настанням тепла, в квартирах, навпаки, стає жарко, тому що той же опалювальний сезон ще не закінчився. За наявності автономної системи опалення така проблема виключається. Дахова котельна у будь-який час року може забезпечити споживачів теплом.

Ринок сьогодні пропонує котельне обладнання самих різних марок. Якому ж виробникові варто віддати перевагу?

При виборі обладнання котельні перевагу треба віддавати продукції провідних виробників, оскільки у них більше досвіду експлуатації автономних джерел тепла. Використання продукції відомих брендів є не тільки запорукою надійності і довговічності, але і підвищення енергоефективності всієї котельної установки в цілому.

На теренах України таким виробником і визнаним лідером є ТОВ «СП«Укрінтерм»». Варто відзначити, що перші

дахові модульні котельні встановлені ще в 1993 році працюють і сьогодні, це є найкращим підтвердженням якості обладнання та професіоналізму персоналу. На сьогоднішній день обладнання «Укрінтерм» працює в Росії, Молдові, Білорусі, Грузії, Казахстані, Румунії, державах Балтії та інших.

Але підбір обладнання — це другий етап роботи. Спочатку проектувальникам необхідно з'ясувати придатність стін і перекриття для встановлення транспортабельної модульної котельні, або будівництва приміщення для котельні. Якщо будівля вже побудована, то на підставі цих даних визначається ступінь необхідності проведення заходів по підсиленню конструкцій, і лише тоді відповідними організаціями виконується підбір обладнання. Надалі можна визначити орієнтовну потужність котельної. Для уточнення необхідно провести тепловий розрахунок.

Конструкція обладнання «Укрінтерм» дозволяє безперебійно експлуатувати модульну котельну установку. Наприклад, у разі виходу з ладу одного котла подача енергоносія здійснюватиметься іншими. Ремонт аварійного устаткування у такому разі ніяк не відіб'ється на забезпеченні теплом мешканців будинку.

Декілька слів про вимоги, які пред'являються до розміщення котельної?

Перш за все, необхідно вивчити можливість підключення газу і отримання технічних умов. При роботі котельної повинні витримуватися нормативні показники рівня шуму і вібрації, особливо для житлових будівель.

Для виключення несанкціонованого доступу людей до обладнання замовники можуть використовувати систему охоронної сигналізації з виведенням сигналу на пульт диспетчера.

Які заходи безпеки необхідно дотримувати при експлуатації котельної?

- Безпека експлуатації дахової котельної забезпечується як за рахунок автоматичного захисту котла при відхиленні технологічних параметрів від заданих значень, так і за рахунок автоматичного контролю загазованості приміщення. У першому випадку припиняється подача газу до пальників, в другому - за допомогою запобіжного клапана закривається загальний газопровід. Крім того, безпека експлуатації котельної залежить від вибору необхідної продуктивності і конструкції вентиляційного пристрою, а також пристрою димовидалення. Певний захист приміщення котельної залежить і від пристроїв електропостачання, електроустаткування і електроосвітлення.

Конкретні схема і конструкції технічних засобів автоматичного захисту залежать від конструкції вибраного котлоагрегата. Проте, незалежно від типу котла, захист повинен передбачати припинення подачі газу до пальників в наступних випадках:

- згасання полум'я пальників;
- відключення по датчику тяги;
- підвищення або пониження тиску газу;
- підвищення температури води на виході котельні;
- підвищення або пониження тиску води на виході теплогенератора;
- несправності електричних ланцюгів захисту, включаючи зникнення напруги.

Вказані сигнали дублюються на щиті автоматики в котельній та диспетчерській для фіксації причини виклику обслуговуючого персоналу.

сумарний рівень ККД автономної котельної складає 91%. Зрозуміло, він вище проти 60-70% ККД централізованих джерел теплопостачання з їх застарілим устаткуванням. Крім того, собівартість виробництва одиниці тепла в автономній котельній на 15-25% нижче. При цьому витрати на установку обладнання (по розрахунках фахівців), за рахунок низького рівня експлуатаційних витрат, високого рівня автоматизації газової котельної установки, в середньому окупаються не більше ніж за 5 років. Всі ці чинники, безумовно, дозволяють знижувати витрати споживачів на опалення і гаряче водопостачання. І, як було вже згадано, впровадження сучасного обладнання дозволяє значно економити енергоресурси.

Живая Архитектура, Эко-ренессанс.

Сафонов Д.О. архитектор,
Исполнительный директор проектной мастерской «м'АРС».

...Говоря про роль природных условий для архитектуры, прежде всего необходимо поставить ударение на то, что «зеленые» здания не могут быть одинаковыми повсеместно, для каждой территории принимается индивидуальная схема, которая создает для «зеленой» архитектуры совершенно новый этнический образ, продиктованный самой природой того или иного региона...

...Говорячи про роль природних умов для архітектури, перш за все необхідно поставити наголос на те, що «зелені» будівлі не можуть бути однаковими повсюди, для кожної території приймається індивідуальна схема, яка створює для «зеленої» архітектури абсолютно новий етнічний образ, продиктований самою природою того чи іншого регіону...

...Speaking about the role of the natural environment for architecture, it is necessary to put emphasis on the fact that "green" buildings can't be identical everywhere. Each territory receives an individual project scheme, which creates an entirely new ethnic image for "green" architecture, dictated by the nature itself of a particular region...

Тенденция «зеленого строительства» берет свое начало еще в 70-х годах XX века. На то время это были лишь единичные, экспериментальные частные дома, за которыми, тем не менее, стояло отчетливое прогнозирование строительной политики, что в последние годы достигла особой актуальности. Состояние экологии, изменения в климате, зависимость от энергоресурсов и проблемы мировой экономики поставили вопрос энергоэффективности и экологической чистоты в сфере строительства и архитектуры, как и во многих других сферах человеческой жизни, на предельно высокий уровень, сформировав для них четкий вектор дальнейшего развития.

В таком круговороте инженерных инноваций, природных материалов и возобновляемых источников энергии, что развивается и дополняется с очень быстрыми темпами,- как же не потерять свое лицо архитектуре?

Для ответа на этот вопрос необходимо системно проанализировать, как и мировые требования к экологическому строительству, так и основные методы достижения максимальной энергоэффективности зданий.

Существует множество пунктов оценки и требований к зеленому строительству, как система международной сертификации BREEAM (BRE Environmental Assessment Method) или рейтинговая система LEED (The Leadership in Energy & Environmental Design). Относительно нового строительства данные стандарты охватывают все этапы, начиная от выбора участка, до вывода здания из эксплуатации, тем самым оценивая весь его жизненный цикл по критериям эффективного использования энергии и минимизации вредного воздействия на здоровье людей и окружающую среду.

Основными же архитектурными методами, для достижения соответствия таким стандартам являются:

- Использование и правильная оценка природных условий и ландшафта.
- Рациональное планировочное и пространственное решение.
- Энергоэффективность внутреннего насыщения и инженерии здания.
- Обоснованный выбор строительных материалов и элементов сооружения.

Говоря про роль природных условий для архитектуры, прежде всего необходимо поставить ударение на то, что «зеленые» здания не могут быть одинаковыми повсеместно, для каждой территории проведения строительных работ, в зависимости от природных и климатических условий, принимается индивидуальная схема. Именно принятая схема для определенной местности может быть использована для формирования аутентичного образа здания и в итоге создает совершенно новый этнический характер в «зеленой» архитектуре того или иного региона.

Более же локальной и уникальной является работа, связанная со строительным участком и его ландшафтом. Посадка здания на участке, организация рельефа, садово-парковая архитектура участка — рассматриваются уже не только со стороны организации рационального зонирования, инсоляции и эстетического насыщения грамотной композиции участка и озеленения. Новой задачей для архитектора является объединение здания с ландшафтом в единую, взаимодополняющую систему, исключая возможность негативного влияния от проведенных земельных работ и внедрения здания в рельеф. При правильной организации ландшафта можно добиться энергоэффективности сразу по нескольким пунктам. В первую очередь это использование теплоизоляционных свойств почвы, а так же возможное использование геотермальной энергии. Во-вторых, при формировании рельефа участка и озеленения возможно добиться термоэффективности здания путем ветровой защиты и солнцезащиты в жаркие периоды, а так же организовать эффективное использование воды за счет рационального перенаправления и использования сточных вод с участка. Третьим пунктом, касающимся земельных работ, являются меры связанные с укреплением и облагораживанием участка, рельефа и береговых линий, что в свою очередь должно быть грамотно использовано для максимального снижения негативного влияния строительства на экологию данного участка.

Таким образом ландшафтная архитектура выходит за рамки своего определения и формируется, основываясь на множестве условий, благодаря которым ее форма и композиция приобретают более лаконичный и природный вид.

От общей композиции участка мы переходим к пространственному и объемному решению самого здания. В данном пункте следует отметить, что под рационализацией планировочной схемы не стоит доводить до крайностей, и так сказать «борьбы с излишествами», простого уменьшения общего объема отапливаемых помещений и уменьшения их глубины для организации правильной инсоляции. Перед архитектором, в данном контексте, стоит более сложная задача, которая включает в себя обеспечение рационального зонирования, основываясь, как на внешних условиях, так и на жизненных процессах внутри здания. Правильное распределение функциональных зон в зависимости от необходимости освещения и режима отопления. Использование архитектурных приемов, пространственной формы, создание архитектуры фасадов таким образом, что бы достичь максимального использования естественного света, возможной организации теневых карманов для защиты от летнего солнца, и при этом избежать лишней площади «холодных стен». Уменьшение количества нежилой площади за счет комбинирования функциональных зон. Выполнив эти задачи, энерноэффективности здания можно достичь одной лишь его пространственной формой.

Само-собой, огромное влияние на архитектуру здания и его объемное решение несет его инженерное насыщение. И в этом плане огромное преимущество имеет именно новое строительство. Именно в нем можно не просто бутафорно «декорировать» инженерные коммуникации и технические элементы, а изначально формировать архитектурный образ, где архитектурные формы будут, как диктоваться, так и сами нести руководящую роль для организации систем отопления, водоснабжения, канализации естественной и принудительной вентиляции, разнообразных гелиосистем, водостоков и систем фильтрации сточной воды, прочих энерго-экономичных систем

и систем использования возобновляемых источников энергии. Подобные системы уже не будут «неприятным» индустриальным дополнением к зданию, а напротив позволят проектировщику разработать дополнительные архитектурные решения, которые будут иметь не только эстетическую ценность, но и нести за собой функциональную оправданность, отсутствие которой, зачастую, уменьшает значимость архитектурного произведения.

Одной из важных задач при создании архитектурного образа и выборе стилистики здания является процесс выбора строительных и отделочных материалов. Для выполнения этой задачи во все времена самым лучшим решением было использование местных природных материалов. Данный подход подпадает под графу «энергоэффекстивности» еще на стадии организации строительных работ, поскольку снижается количество энергозатрат и загрязнения от процесса перевозки материалов. Характеристики же природных материалов не требуют лишней рекламы. Экологически чистые, имеющие высокие технические показатели, теплоизоляционные свойство, дышащую структуру, светоотражающие и светопоглощающие возможности, - они являются оптимальным выбором, для использования в экологическом строительстве, а их природные текстуры и фактуры всегда послужат на руку архитектору для создания впечатляющего образа сооружения. Но, к сожалению, популяризация тенденции к экологическому жилью, в некоторых случаях приводит к фанатизму в использовании природных материалов, что приводит к ущербу для планировочных и конструктивных решений. В таком случае даже здание, сделанное исключительно из природных материалов, может потерять часть своей энергоэффективности. При выборе строительных и отделочных материалов не стоит забывать, что многие производители строительных материалов в последнее десятилетие тоже приняли строгий вектор на эко-стандарты, с каждым годом их продукты, как конструктивные, так и изоляционные улучшают свои технические и экологические характеристики. Потому при проектировании «зеленых домов» не стоит ограничивать себя лишь натуральным камнем и деревом, а следить за новинками с сфере строительных материалов.

Строительный материал в свою очередь возвращает нас к, упомянутой ранее, теме «жизненного цикла» здания, по завершению которого материалы здания должны иметь возможность утилизации или переработки, а участок застройки иметь возможность вторичного использования без проведения чрезмерно энергозатратных работ.

Если взглянуть на эту задачу обобщенно, то можно сказать, что, собственно, «жизненный цикл» здания основывается на рекомендованном сроке эксплуатации здания в целом, но если провести детальный анализ, то не стоит забывать, что у разных материалов и строительных элементов этот срок эксплуатации может варьироваться десятками лет. В таком контексте рационально бы было вспомнить течение середины XX века, а конкретно «архитектурный метаболизм», которое предполагало под собой развитие и изменение сооружения во времени. В свое время, из-за недостатка технологий и материалов, это движение не могло реализовать себя в той идее, которую несло, но в наше время, оно может найти новое воплощение в «зеленом» строительстве. «Жизненный цикл» сооружения можно будет продлить на десятки лет, если при разработке проекта учесть и организовать возможность простого демонтажа и дальнейшей замены отдельных элементов здания на более современные, с последующей переработкой отработанного материала. К тому же данный подход уменьшит трудовые и энергозатраты при строительстве на месте, т.к. изготовление готовых элементов вне строительной площадки облегчит и ускорит процесс возведения объекта. Для архитектора же такой подход даст возможность создать сооружение, которое будет эволюционировать и изменять свой архитектурный образ в процессе долгосрочной эксплуатации, совершенствуя при этом свои технические характеристики.

В итоге такой экологический ренессанс в архитектуре должен стереть границу между понятиями архитектуры и дизайна, возвращая нас к понятию зодчества. Процессом которого будет сотворение не просто сооружения с присущими ему стилистическими приемам, а замкнутой системы, здания, как живого организма, каждый элемент которого будет иметь за своей эстетической целесообразностью и функциональную обоснованность. Здания, которое уже не будет восприниматься как отдельный строительный объем, а будет тесно завязано с окружением и природой через визуальные формы и постоянно протекающие между ними процессы.

В дальнейшем, с учетом постоянного возрастания интереса к данной теме, вопрос «зеленого» строительства расширит свои границы от единичных зданий, до целых жилых групп и урбанистических проектов. Не простых массивов эко-жилья, не городов, разрастающихся, как «раковая опухоль» планеты, до появления эффекта «перегретого острова», а масштабных образований с фиксированной границей и общей инженерной системой, позиционирующихся скорее, как целостное сооружение, нежели город в привычном всем понимании. Город «организм» со своими организованными процессами, замкнутым микроклиматом, изолированный от своего негативного влияния на окружающую экологию и прилегающие природные ресурсы. В котором каждая функциональная зона, каждый элемент инфраструктуры будут тесно взаимосвязаны, как архитектурным ансамблем, так и централизованными, грамотно разработанными энергоэффективными технологиями с перспективой к постоянной модернизации.

P.S. От редакции: автор статьи надеется на отзывы читателя и продолжения диалога в следующих номерах журнала.

Циркуляция питьевой воды насосами фирмы Deutsche VORTEX GmbH & Co KG

Фирма Deutsche VORTEX GmbH & Co KG с местоположением в Людвигсбурге, Германия, является специалистом по производству насосов для циркуляции питьевой воды. Уже в году своего основания (1965 г.) VORTEX начал производить насосы с потреблением мощности лишь 20 Вт и оснащенные термостатом. В 1975 г. рынку был представлен абсолютно новый принцип двигателя, который до сегодняшнего дня продолжает производиться в практически неизменном виде и до сих пор находится на актуальном техническом уровне. Это шаровый двигатель. По сравнению с обычным погружным двигателем с защищенным статором этот тип двигателя обладает важнейшим преимуществом: в нем только одна подвижная деталь, а значит только одна деталь, подверженная износу. Насос и варианты его регулирования разрабатывались и улучшались фирмой VORTEX последовательно по принципу модульной конструкции. На сегодняшний день мы имеем большое многообразие вариантов, которые взаимозаменимы и взаимодополнимы. Актуальные варианты двигателя и регулирования совместимы даже с корпусами насосов старой серии, а также с чужими изделиями. VORTEX является сегодня лидером на рынке насосов для питьевой воды в классе мощности до 25 Ватт.

Прогрессивная техника с современнейшими средствами производства обеспечивает высочайший технический стандарт. Все наши отделы, начиная от конструкционного отдела, отдела закупок и заканчивая производством и логистикой, а также управлением, сбытом внутренним и внешним, находятся в г. Людвигсбург. Благодаря этому мы можем гарантировать наилучшее качество «Made in Germany». Само собой разумеется, наше предприятие сертифицировано по EN ISO 9001 : 2000.

Важнейшей предпосылкой стабильного развития нашего предприятия в будущем является тот факт, что в 1999 г. оно перестало существовать как семейное предприятеи и было выкуплено известным Датским концерном Grundfos, что еще более усилило позицию VORTEX. Grundfos с самого начала придавал большое значение динамическому развитию VORTEX. Отсюда вытекает достаточно большая самостоятельность и широкая сфера активности предприятия. Наряду с высокими требованиями к качеству – важнейшими целями предприятия являются инновативность и максимальная ориентация на клиентов.

Оригинальный принцип шарообразного двигателя

Насосы для ГВС VORTEX серии 152/153/154 работают по принципу оригинального шарообразного двигателя. В отличии от обычных погружных двигателей с защищенным статором, применяемых нашей конкуренцией, в шаровом двигателе нет вращающегося вала подшипника и уплотнений.

КОМПОНЕНТЫ

1. Шарообразный двигатель
2. Ротор
3. Уплотнительное кольцо
4. Корпус насоса типа V
5. Накидные резьбовые соединения
6. Корпус насоса R 1/2"
7. Обратный клапан
8. Шаровый запорный кран
9. Температурный датчик
10. Кабельный короб
11. Накладной датчик температуры
12. Изоляция

Deutsche Vortex GmbH & Co. KG
Kästnerstr. 6
D-71642 Ludwigsburg
Telefon: +49 (0) 71 41 / 25 52-0
Telefax: +49 (0) 71 41 / 25 52-70
E-Mail: home@deutsche-vortex.de
www.deutsche-vortex.de

Официальный представитель в Украине
СП УКРИНТЕРМ
бульвар 50 лет Победы, 22-а,
09107, Белая Церковь, Украина.
телефон: +38 04463 61425,
www.ukrinterm.com.ua

Насос ГВС с модулем автоматической настройки **BW-SL 154**

Последняя разработка VORTEX – это самонастраивающийся насос для ГВС BW-SL 154, который обеспечивает максимальное сбережение энергии и затрат, и это при том же или даже большем комфорте. Достигается этот эффект технологией Авто настройки VORTEX, не имеющей аналогов у других производителей в этом сегменте. Насос автоматически настраивается на поведение потребителя и снабжает горячей водой именно в то время, когда она необ-ходима. И наоборот, в то время, когда горячая вода не нужна, насос не работает, что позволяет сэкономить электроэнергию и избежать потерь тепла из-за холостого нагрева бойлера.

Расход электроэнергии и потери тепла уменьшаются, таким образом, до минимума. По сравнению с длительным режимом работы насоса для ГВС годовое потребление электроэнергии можно уменьшить на более чем 1000 кВтч. Монтаж насоса при этом предельно прост и не занимает много времени. Настройки на насосе проводить не нужно.

Оптимальный комфорт при минимальных затратах электроэнергии

... на потребление насосом электро-энергии: от

... на отопительную энергию через работу насоса: от

насос с АВТОнастройкой

Насос, работающий в непрерывном режиме

Создайте комфорт при помощи простой кнопки – регулятора

Бесступенчатая кнопка регулятора позволяет настроить любой желаемый режим работы насоса от максимального энергосбережения до оптимального уровня комфорта

Экономия расходов на электроэнергию

Минимальное потребление электроэнергии достигается благодаря оптимизации времени работы насоса. Используя насос с непрерывным режимом работых таких результатов не достичь

Автонастройка

За короткий период времени насос изучает привычки потребителя и в дальнейшем использует данную информацию, включаясь в работу в указанные промежутки времени (модуль АВТО настройки).

Защитите себя от легионеллёза

Функция автоматической дезинфекции защитит Вас от бактерий легионелл. В случае необходимости насос проведет термическую обработку, дезинфицируя весь циркулярный цикл (модуль АВТО-ностройки).

Простой монтаж

Накладной датчик температуры устанавливается несколькими движениями рук. Просто закрепите кабель и готово.

Доцільність використання низькопотенційної енергії. На прикладі Бортницької станції аерації

ПАТ «АК «Київводоканал»,
Інститут Гідромеханіки НАНУ,
Асоціація інженерів енергоефективних технологій України

У статті розглядається проблема необхідності використання енергії стічних вод на прикладі конкретного енергоефективного проекту для Бортницької станції аерації.

В статье рассматривается проблема необходимости использования энергии сточных вод на примере конкретного проекта для Бортницкой станции аэрации.

In article the problem of using the energy of sewage on an example of the specific project for Bortnitsky station of aeration is considered.

Бортницька станція аерації (БСА) працює вже майже 50 років. За довгий час роботи обладнання та конструктивні елементи комплексу зносилися і вимагають реконструкції. Вимагає оновлення і технологія очистки. Добовий обсяг стічних вод в останні роки зменшується, що є результатом ощадливого використання киянами водопровідної води. Проте, зменшення навантаження на станцію не покращує загального стану комплексу.

Питання реконструкції БСА, з огляду на її незадовільний технічний стан, піднімалося неодноразово. Однак відсутність у минулої влади політичної волі, що прикривалася тезою «нема грошей», кожний раз переносило проблему на невизначений термін.

Лише зараз із приходом нової команди в КМДА і Правління ПАТ «АК «Київводоканал» питання реконструкції вирішуються. Проблему реконструкції БСА додатково загострює необхідність ощадливого використання енергоресурсів та зменшення негативного впливу викидів на прилеглі території та басейн Дніпра в цілому.

Щоденно станція аерації приймає і очищує взимку майже 850 тис м3 стоків при середній температурі 18°С і влітку біля 780 тис м3 при температурі 27°С. У процесі очищення температура стоків зменшується лише на 3°С, і далі скидається в Дніпро. Крім цього, щоденно після очистки стічних вод залишаються тонни мулу, які теж забруднюють довкілля і для складування яких вже не вистачає відведених площ.

Але повернемося до питання енергетичної складової стічної води. Постійно декларуючи необхідність заощаджувати енергоресурси, з очищеною водою щоденно скидається щонайменше 500 МВт теплової енергії. Для порівняння, цієї енергії достатньо, щоб забезпечити теплом і гарячим водопостачанням більше 4,0 млн м2 житлової площі. Тут

постає питання , чому ми такі марнотратні? Чому замість використання наявного теплового ресурсу ми продовжуємо спалювати дорогий імпортований газ? Відповідь на це питання тривіальна. Україна не має технологій утилізації низькопотенційного тепла, крім того, низькі ціни на енергоносії (природний газ) донедавна не стимулювали використання альтернативних енергоносіїв.

Проте часи змінилися, а з ними постають нові приорітети і нові завдання. Ощадливість і турбота про екологію стали прапором сьогодення.

У пошуках шляхів утилізації низькопотенційної енергії стічних вод БСА, Правління «Київводоканала» звернулося до Інституту Гідромеханіки НАНУ і Асоціації інженерів енергоефективних технологій України. Названі організації є членами кластеру, до складу якого, окрім них, входять Національний технічний Університет «Київський політехнічний інститут», Королівський Технологічний Інститут Стокгольма та шведська компанія «TERMOEKONOMI».

На сьогодні до спільного доробку учасників кластеру, окрім запровадження в Україні новітніх енергоощадних технологій, слід додати наукову шведсько-українську лабораторію на базі Інституту Гідромеханіки НАНУ та систему підготовки фахівців для обслуговування виробництва, що використовують новітні високі технології. Учасник кластеру шведська компанія «TERMOEKONOMI» являється світовим лідером з розробки проектів, монтажу та експлуатації теплонасосних систем великої потужності. Свої наукові досягнення та практичний досвід компанія «TERMOEKONOMI» реалізувала в більш як 20-ти унікальних проектах в Австралії, Китаї, Голландії, Швеції, Об'єднаних Арабських еміратах. Зокрема, Стокгольм більше 50% тепла та гарячої води одержує саме від теплонасосних систем великої потужності.

На запрошення Правління «Київводоканалу» 13-14 лютого 2012 року в Києві перебувала делегація компанії «TERMOEKONOMI», яка ознайомилася з комплексом Бортницьких очисних споруд з метою оцінки можливості використання низькопотенційної теплової енергії стічних вод для опалення та гарячого водопостачання прилеглих житлових масивів.

За результатами цього обстеження Правління «Київводоканалу» одержало від компанії «TERMOEKONOMI» конкретні пропозиції. Маючи значний досвід у співпраці з державними, комерційними і громадськими організаціями різних країн і знаючи, що реалізація навіть найбільш привабливих проектів залежить від корпоративних та бізнесових інтересів, компанія «TERMOEKONOMI» запропонувала 3 можливих варіанти реалізації проекту. В основу розробки варіантів покладено можливість одержання доступу до споживача теплової енергії в залежності від позиції власника та об'єкта інфраструктури.

Перший варіант передбачає, що теплове навантаження для

забезпечення власних потреб БСА складає близько 5МВт теплової енергії на рік. Перевага цього варіанта полягає в тому, що його рішення повністю знаходиться в адміністративній і майновій компетенції «Київводоканалу». Недолік його полягає в тому, що левова частина енергії стічних вод буде і надалі скидатися в оточуюче середовище зі значним енергетичним потенціалом.

Другий варіант передбачає окрім забезпечення власних потреб БСА забезпечити теплом і гарячим водопостачання житловий масив — 25 000 мешканців, що проектується поряд з Бортничами. В цьому випадку необхідне теплове навантаження складає 45МВт. Для реалізації цього варіанту необхідне рішення Київської міської влади. Проте і цей варіант передбачає використання лише частини енергетичної потужності стічних вод.

Третій, найбільш привабливий варіант, передбачає використання енергетичного потенціалу не лише стічних вод БСА, а також розташованих поруч: сміттєспалювального заводу та котельні «Київенерго». У цьому випадку необхідне теплове навантаження складе 275МВт і забезпечить теплом і гарячим водопостачанням власні потреби БСА, масив на 25 000 жителів, що проектується, а також існуючий житловий масив на 150 000 жителів, що зараз обслуговує вище згадана котельня «Київенерго». Ризики цього проекту знаходяться в площині інтересів «Київенерго» — власника котельні, заводу зі спалювання сміття та теплових мереж. Термін реалізації кожного з варіантів не перевищує 1,5-2 роки. Термін окупності проекту до 5 років.

Оціночна вартість будівництва теплонасосної установки потужністю 100 МВт складає 75-90 млн євро. Зазвичай, потужність теплонасосної установки складає 60% теплового навантаження об'єкту.

При реалізації будь-якого із варіантів цього проекту Україна зможе не лише заощадити мільйони м3 імпортованого газу, а також значно покращити екологічну ситуацію в київському регіоні. Додатково Україна одержить доступ до новітньої технологічної інформації про теплонасосні установки великої потужності. Реалізація проекту дозволить підготувати кваліфікованих проектувальників, будівельників, експлуатаційників теплонасосних установок великої потужності. Досвід використання тепла стічних вод БСА стане в нагоді при реалізації подібних проектів в інших містах України.

Наступним етапом реалізації проекту має стати розробка компанією «TERMOEKONOMI» техніко-економічного обгрунтування для Бортницького проекту, яке розглядається європейськими банками як підстава для одержання кредиту.

Залишається сподіватися, що унікальна можливість не буде втрачена.

(фотоматеріали надані прес-службою «Київводоканалу»)

Проблеми теплопостачання малих міст та сільських територій

Черкашин І. Ю.
Energy Planning Consultant (National)
Community Based Approach to Local Development

У статті розглянуто проблеми теплопостачання малих міст і сільських територій, а також сформульовано пропозиції щодо подальшої реалізації конкретного енергоефективного проекту на теренах України.

В статье рассмотрена проблема теплообеспечения малых городов и сельских территорий, а также сформулированы предложения относительно дальнейшей реализации конкретного энергоэффективного проекта на территории Украины.

In article the problem of heat supply of the small cities and rural territories is considered, and also offers of further implementation of the specific power effective project in the territory of Ukraine are formulated.

Досягнувши політичної незалежності, Україна стикнулася із низкою непередбачених труднощів. Ці труднощі випливають зі зміни соціального ладу. Перехід від соціалізму до вільного, не обмеженого жодними юридичними рамками, підприємництва, в умовах відсутності бодай якогось державного регулювання, обернувся періодом «дикого капіталізму». Більшість промислових підприємств перейшли в приватні руки, власники яких воліють одержати максимальні прибутки не вкладаючи кошти в оновлення технологій і не прагнучи зберегти робочі місця.

Якщо в столиці та обласних центрах ситуація має певну тенденцію до стабілізації економічного життя, то в невеликих містах, а особливо в сільських районах, покращення ситуації не відчувається.

Інфраструктура невеликих міст і сільських районів після ліквідації підприємств місцевої промисловості та розвалу колгоспів практично втратила джерела фінансування. Місцеві бюджети, і до того не особливо потужні, сьогодні не в змозі повністю забезпечити їх нагальні потреби. В умовах відсутності необхідного фінансування місцеві об'єкти культури, освіти, охорони здоров'я руйнуються, електричні, водопровідні та теплові мережі виходять з ладу, а технічне і технологічне обладнання морально застаріває. Не виправдалися сподівання і на прихід у малі міста і сільські райони спонсорів.

Досить непросте становище інфраструктури малих міст і сільських територій отримало шанс на поліпшення з приходом в Україну Проекту ООН «Місцевий розвиток, орієнтований на місцеву громаду».

Друга фаза Проекту почала втілюватися в життя після підписання урядом України Угоди з Європейським Союзом строком до червня 2015 року. Бюджет проекту — 17 млн. євро, з яких на діяльність в 2012 році виділено 7 млн. євро.

Пріоритетними напрямами фінансування Проекту визначено Євро-2012, вибори до Верховної Ради, а також розвиток потенціалу громад, зокрема, створення сприятливого середовище для сталого соціально-економічного розвитку на місцевому рівні шляхом сприяння самоорганізації громад, впровадження невеликих за обсягом громадських ініціатив в областях та Автономній Республіці Крим.

Проект сприятиме ініціативі громад у питаннях впровадження новітніх технологій в енргокористуванні, водопостачанні. Сприятиме заходам з охорони здоров'я та на вколишнього середовища. Особлива увага приділятиметься підтримці малого бізнесу (розвиток сільськогосподарських та обслуговуючих кооперативів).

З метою оцінки результатів першої фази Програми та корекції плану роботи другої, було проведено кілька робочих столів з керівниками та фахівцями Дніпропетровської, Кіровоградської, Черкаської та Київської областей. Відбулася широка дискусія, під час якої було детально обговорено питання розробки регіональних програм і проблеми їх фінансування; наявність проектної документації і її відповідність нормативним вимогам; необхідність розробки типових проектів, зокрема, для підвищення енргоефективності соціальних і муніципальних об'єктів; оптимізації системи відбору об'єктів для реалізації; доцільність складання реєстру об'єктів бюджетної сфери для реалізації в межах другої фази Проекту.

Більшість виступаючих підтримала тезу про першочерговість реалізації проектів з енергозбереження. Загальну підтримку одержала пропозиція проведення широкої рекламної кампанії серед населення про необхідність ощадливого використання енергії.

Зустріч виявила, що всі регіони задоволені досягнутими результатами в ході реалізації першої фази Програми. Впадає в око висока фахова підготовка працівників Проекту і достатній рівень підготовлених ними документів. Широка підтримка місцевих громад зміцнила довіру до Проекту.

Незаперечна перевага Проекту полягає в тому, що його діяльність (фінансування) спрямоване на регіони, які фінансуються з державного бюджету за залишковим принципом. Підтримана теза про пріоритет реалізації проектів з енергоефективності для другої фази Проекту. Додатково подібне рішення сприятиме зростанню громадянської самосвідомості і відповідальності населення. Одним із наслідків цього процесу має стати усвідомлення населенням необхідності ощадливого використання енергетичних ресурсів та дбайливого ставлення до природного середовища.

Прискіпливе опрацювання консультантами та експертами Проекту підсумкових документів круглих столів, безпосереднє ознайомлення із ситуацією на місцях, а також результати особистого спілкування із громадянами під час поїздки по районам Київської області дозволило сформулювати головні пропозиції до плану діяльності другої фази Проекту, а саме:

- розробити типову регіональну стратегію (програму) з енергоефективності, яка дозволить урахувати особливості і потенційні можливості (економічні, ресурсні, трудові) малих міст та сільських територій;
- опрацьовуючи типові регіональні стратегії (програми) слід брати за основу існуючі обласні, галузеві та інші програми енергоефективності, які мають у своєму складі об'єкти розташовані в малих містах та на сільських територіях і забезпечені бюджетним фінансуванням;
- з метою оптимізації системи відбору проектів, доцільно в регіонах створити реєстри об'єктів бюджетної сфери, розташованих в малих містах та на сільських територіях. Реєстри мають відповідати вимогам загальнодержавних реєстрів і мати у своєму складі всю необхідну інформацію, зокрема, технічні та експлуатаційні характеристики, виконаний обсяг робіт по їх поліпшенню і джерела фінансування цих робіт, тощо. Цей регіональний реєстр має бути складовою частиною адаптованої регіональної стратегії покращення стану енергоощадності малих містах та сільських територій.
- необхідно чітко визначитися з базовими критеріями забезпечення фінансуванням окремих об'єктів. Слід дотримуватися комплексного підходу, оскільки тільки поетапне вирішення питань енергозбереження, ефективного забезпечення і використання енергії дасть максимальний ефект і назавжди вирішить питання. Не можна зупинятись на півдорозі реалізуючи тільки часткові заходи, які лишатимуть проблеми неефективного чи нераціональне використання енергоресурсів, високих втрат чи витоків енергії. Тільки комплекс робіт, що передбачає термомодернізацію споруди, у поєднанні з поліпшенням системи теплозабезпечення (заміна чи ремонт теплогенератора, установка пальників з високим ККД та індивідуальних теплових пунктів, тощо) робить економічно доцільним третій, заключний етап енергетичної санації конкретного об'єкту. Цим етапом передбачається установка на об'єкті теплогенеруючого обладнання нового покоління. Разом із тим, Проект не обов'язково братиме на себе повне фінансування. Таке рішення вимагає ретельного обґрунтування.
- надійна експлуатація теплових мереж та теплогенеруючого обладнання в малих містах і сільських територіях, в більшості випадків, не забезпечена через відсутність спеціалізованих підприємств. Тому доцільно у фінансовий розділ регіональних типових програм поліпшення енергоефективності включити механізм залучення енергосервісних компаній та створення місцевих кооперативних об'єднань енергосервісного спрямування.

Вирішивши питання фінансування і забезпечивши нормативною базою, що регулює їх діяльності, малі міста і сільські території одержать надійний механізм теплозабезпечення.

УДК 681.518.54

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВТРАТ В ТЕПЛОМЕРЕЖАХ

Бабак В.П. – член-кореспондент НАН України,
проф., д.т.н., зав. відділом діагностики і оптимізації в енергетиці;
Воробйов Л.Й. – к.т.н., пров. наук. співр. ІТТФ НАНУ;
Декуша Л.В. – к.т.н., зав. відділом теплометрії;
Красильніков О. І. – к.ф.-м.н., с.н.с.;
Назаренко А.О. – аспірант;
Полобюк Т.А. – м.н.с.;
Інститут технічної теплофізики НАН України

В статті запропонована система моніторингу тепловтрат, яка дозволяє в експлуатацій-ному режимі автоматично контролювати на ділянках тепломереж відсутність витоків тепло-носія в трубопроводі та визначати інтегральні та питомі тепловтрати.

В статье предложена система мониторинга теплопотерь, которая позволяет в эксплуа-тационном режиме автоматически контролировать на участках теплотрасс отсутствие утечек теплоносителя в трубопроводе и определять интегральные и удельные теплопотери.

In the article the system of the heat loss monitoring is grounded, which allows you in operat-ing-state mode to automatically control the lacks of pipeline coolant heat-carrier leaks in heating sections and to determine the integral and the specific heat loss in.

Надійна та економічна робота систем централізованого теплопостачання суттєво залежить від стану теплових мереж. Значна частка теплових мереж України є зношеною [1] і потребує відновлення та модернізації. Переукладання та заміна фізично спрацьованих тепломереж вимагає значних витрат коштів та часу, тому визначення фактичного стану ділянок тепломереж є актуальною задачею.

Незадовільний стан теплоізоляції трубопроводів та їх корозійне пошкодження внаслідок тривалої експлуатації призводить до значних втрат теплової енергії при її транспортуванні. Тому достатньо об'єктивним критерієм фактичного стану теплотраси є питомі (на 1 метр довжини) тепловтрати, які є нормованими [2] для трубопроводів різного діаметру. Використання зазначених норм для визначення стану ділянок теплотрас потребує моніторингу тепловтрат на цих ділянках.

Відомі методи та засоби неруйнівного контролю стану теплотрас [1, 3 - 7] не повною мірою відповідають задачі моніторингу тепловтрат. Зокрема, прилад ТИДиТ-23 [1] дозволяє виявляти ушкоджені ділянки підземних теплопроводів за допомогою вимірювання поверхневих розподілів густини потоку теплового випромінювання над прокладкою теплотраси; прилади серії ИТП [1] можна використовувати для контролю локальних тепловтрат крізь теплоізоляцію; течешукач А-10 [4] дозволяє здійснювати пошук пошкодженої ділянки підземних трубопроводів за допомогою вимірювання рівнів вібрацій на поверхні грунту. Перевагою зазначених приладів є портативність та мобільність, але їх використання не може бути неперервним та потребує участі оператора.

Застосування приладів та систем акустичного контактного течешукання [3 - 6] дозволяє виявляти в автоматичному режимі наявність витоків теплоносія, але не дає можливості оцінювати стан теплоізоляції. Вимірювальні комплекси ИМРТ-1 та «Траса» [1, 8] дозволяють в автоматичному режимі проводити контроль інтегральних тепловтрат. Обмеженням для використання зазначених комплексів є необхідність облаштування трубопроводів штатними гільзами для термометрів та можливі спотворення результатів вимірювання в разі появи витоків теплоносія, викликаних утворенням свищів в контрольованих трубопроводах.

Метою даної роботи є обгрунтування системи моніторингу тепловтрат, яка здійснює автоматичний контроль відсутності витоків теплоносія та визначає інтегральні та питомі тепловтрати на ділянках тепломереж.

1. Принцип виявлення витоку теплоносія

Для виявлення витоку теплоносія доцільно використовувати акустичні сигнали, що виникають при витоку теплоносія через свищ [5]. Принцип акустичного виявлення витоку в подавальному і зворотному трубопроводах ідентичний і полягає в наступному.

Нехай точки x_1 і x_2- координати початку та кінця ділянки контрольованого трубопроводу, а x_0- місце виникнення свища (рис.1).

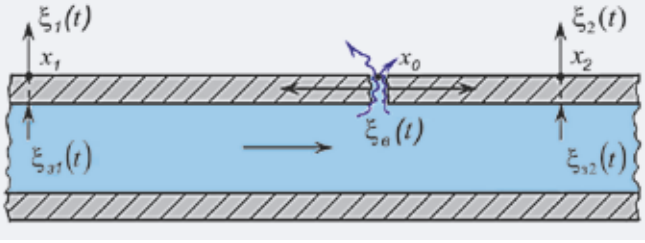


Рис. 1. Схема формування акустичних сигналів

Внаслідок перепаду тиску в точці x_0 відбувається виток носія, який супроводжується турбулентними та кавітаційними процесами, що збуджують широкосмугові акустичні коливання з неперервним спектром. Акустичний сигнал $\xi_в(t)$ поширюється трубою в обидві сторони від точки x_0 у напрямку точок x_1 і x_2

Якщо в точках x_1 і x_2 встановлені електроакустичні перетворювачі, то на їх виходах маємо сигнали $\xi_1(t)$ і $\xi_2(t)$:

$$\xi_1(t) = A_1\xi_в(t-\tau_1)+\xi_{з1}(t), \quad (1)$$

$$\xi_2(t) = A_2\xi_в(t-\tau_2)+\xi_{з2}(t), \quad (2)$$

де A_1, A_2, — інтегральні коефіцієнти послаблення сигналу витоку на ділянках $l_1 = x_0 - x_1$ і $l_2 = x_2 - x_0$, $0 \le A_2, A_2 \le 1$; τ_1, τ_2 — затримки приходу сигналу витоку в точки x_1 і x_2,

$$\tau_1 = \frac{l_1}{c},\ \tau_2 = \frac{l_2}{c},$$

де c — швидкість звуку в трубопроводі; $\xi_{з1}(t)$ і $\xi_{з2}(t)$ — акустичні завади в точках прийому, викликані в основному турбулентністю рухомого теплоносія.

В загальному випадку сигнали $\xi_в(t)$, $\xi_{з1}(t)$ і $\xi_{з2}(t)$ є нестаціонарними, оскільки залежать від тиску в трубопроводі та температури теплоносія. Однак на коротких проміжках часу (близько хвилин), що необхідні для обробки, ці сигнали можна вважати стаціонарними. З фізичних міркувань можна припустити, що сигнал витоку та завади є незалежними процесами. Крім того, завади в точках x_1 і x_2 теж можна вважати незалежними процесами з однаковими імовірнісними характеристиками. Враховуючі зроблені припущення, неважко отримати формули для обчислювання дисперсій D_1 і D_2 сигналів (1), (2) та їх взаємної кореляційної функції $R_{12}(\tau)$:

$$D_1 = A_1^2 D_в + D_з, \quad (3)$$

$$D_2 = A_2^2 D_в + D_з, \quad (4)$$

$$R_{12}(\tau) = A_1 A_2 R_в(\tau-\tau_0), \quad (5)$$

де $D_в$, $D_з$ — дисперсії сигналу витоку та завади, $D_{з1} = D_{з2} = D_з$; $R_в(\tau)$ — кореляційна функція сигналу витоку; τ_0 — зсув кореляційної функції $R_в(\tau)$, $\tau_0 = \tau_2 - \tau_1$.

Функція $R_{12}(\tau)$ має максимум в точці $\tau = \tau_0$, який дорівнює

$$\max_\tau R_{12}(\tau) = R_{12}(\tau_0) = A_1 A_2 D_в. \quad (6)$$

Принцип виявлення сигналу витоку $\xi_в(t)$ полягає в наступному. Якщо витік в контрольованому трубопроводі відсутній, то $D_1 = D_2 = D_з$, $R_{12}(\tau) = 0$. За наявності витоку можливі дві крайні ситуації. У першій з них витік знаходиться посередині контрольованої ділянки, тобто $x_0 = 0{,}5(x_1 + x_2)$. У цьому разі $\tau_0 = 0$, $A_1 = A_2 = A_{0,5}$, де $A_{0,5}$ – послаблення сигналу на ділянці довжиною $0{,}5(x_1 + x_2)$, тому формули (3)–(6) приймають вигляд:

$$D_1 = D_2 = A_{0,5}^2 D_в + D_з,$$

$$R_{12}(\tau) = A_{0,5}^2 R_в(\tau),$$

$$\max_\tau R_{12}(\tau) = A_{0,5}^2 D_в.$$

У випадку, що розглядається, критерієм наявності витоку є виконання умови

$$\max_\tau R_{12}(\tau) > 0.$$

Виконання нерівностей

$$D_1 > D_з,\ D_2 > D_з,$$

не може бути критерієм виявлення сигналу витоку, оскільки в процесі контролю дисперсія завади $D_з$ може змінювати своє значення і на підставі цієї зміни, наприклад збільшення $D_з$, може бути помилково прийняте рішення про появу сигналу витоку.

У другій крайній ситуації точка x_0 може знаходитися поблизу однієї з точок x_1 або x_2 установки електроакустичних перетворювачів. Якщо, наприклад, $x_0 \approx x_1$, то $A_1 \approx 1$, $A_2 \approx 0$, $\tau_0 = \tau_2$, то з формул (3) — (6) випливає, що

$$D_1 \approx D_в + D_з,$$
$$D_2 \approx D_з,$$
$$R_{12}(\tau) \approx 0.$$

У випадку, що розглядається, критерієм наявності витоку є виконання умов

$$D_1 > D_2 \text{ або } D_1 < D_2.$$

Таким чином, при виконанні умови

$$\max_\tau R_{12}(\tau) = 0 \quad (7)$$

виноситься рішення про відсутність витоку, а при виконанні однієї з умов

$$\max_\tau R_{12}(\tau) > 0,\quad D_1 \ne D_2 \quad (8)$$

виноситься рішення про наявність витоку.

2. Принцип виявлення тепловтрат

Потужність інтегральних тепловтрат Q_n на ділянці теплотраси може бути розрахована як відношення різниці повних енергій теплоносія, що пройшов початок і кінець контрольованої ділянки, до тривалості вимірювань:

$$Q_n = \left[\int_{t_1}^{t_2} T_{M1}G_{M1}C_v dt - \int_{t_1+\Delta t_1}^{t_2+\Delta t_2} T_{M2}G_{M2}C_v dt\right] \Big/ (t_2 - t_1),$$

де t_1 та t_2 - початковий та кінцевий моменти проведення вимірювань на початку ділянки; Δt_1 та Δt_2 - тривалість проходження ділянки теплотраси елементарним об'ємом води, що поступив на ділянку відповідно в початковий та кінцевий моменти вимірювань; T_{M1} та T_{M2} - миттєві значення температури води на початку та в кінці ділянки; G_{M1} та G_{M2} - миттєві значення об'ємної витрати води на початку та в кінці ділянки; C_v- об'ємна теплоємність води.

В загальному випадку змінними величинами є не тільки температури T_{M1} та T_{M2}, але і витрати G_{M1} та G_{M2}, внаслідок чого Δt_1 та Δt_2 неоднакові.

Теплоємність C_v є функцією температури та тиску. Таким чином, для точного визначення потужності тепловтрат

необхідно проводити вимірювання не тільки температур, але і витрат теплоносія на початку та наприкінці ділянки та визначати час проходження ділянки теплоносієм.

За відносно невеликої зміни температури, характерної для теплотрас, теплоємність C_v можна вважати постійною. За постійної витрати теплоносія $G_{M1} = G_{M2} = G$ тривалості проходження ділянки також співпадають: $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \Delta t$. В цьому найпростішому випадку потужність інтегральних тепловтрат на ділянці обчислюється за формулою

$$Q_n = (T_1 - T_2) G C_V, \qquad (9)$$

а питомі тепловтрати (на одиницю довжини трубопроводу) — за формулою

$$Q_{пит} = Q_n / L, \qquad (10)$$

де L- довжина ділянки; T_1 - середня температура теплоносія на початку ділянки за час від t_1 до t_2; T_2 - середня температура теплоносія в кінці ділянки за час від $(t_1 + \Delta t)$ до $(t_2 + \Delta t)$. Співвідношення (9) та (10) дозволяють достовірно визначати тепловтрати тільки у випадку прецизійних вимірювань різниць середніх температур теплоносія на початку та в кінці ділянки. Такі вимірювання можливо здійснити на основі спільних вимірювань температури та теплового потоку на поверхні трубопроводу з використанням накладних комбінованих перетворювачів теплового потоку та температури.

До складу накладного комбінованого перетворювача входять два чутливих елементи — перетворювач температури у вигляді малогабаритного високоомного платинового термометра опору і перетворювач теплового потоку типу допоміжної стінки з біметалевої гальванічної спіралі термоелементів [8, 9]. Конструктивно накладний комбінований перетворювач виконаний у вигляді еластичної намагніченої пластини, що дозволяє досить легко встановлювати його на металеву поверхню трубопроводу.

Принцип визначення тепловтрат полягає в наступному. Результати спільних вимірювань температури і теплового потоку на поверхні трубопроводу дозволяють визначити температуру $T_{тн}$ теплоносія за формулою

$$T_{тн} = T_{вим} + q(R_k + R_{тр} + R_{конв}), \qquad (11)$$

де $T_{вим}$ — виміряна температура поверхні труби; q — виміряна щільність теплового потоку від поверхні труби; R_k — термічний опір контакту між перетворювачами температури і поверхнею труби; $R_{тр}$ — термічний опір металевої стінки труби; $R_{конв}$ — термічний опір конвективного теплообміну між теплоносієм і трубою.

Значення всіх термічних опорів, що входять в формулу (11), можна визначити за інформацією про тип труби, її температуру та швидкість руху теплоносія. Термічний опір R_k може бути зменшеним та стабілізованим за рахунок використання теплопровідних мастил. Термічний опір $R_{тр}$ залежить від матеріалу та товщини стінки труби і може бути легко розрахований для всієї номенклатури труб, що використовуються. Термічний опір $R_{конв}$ є величиною, оберненою до коефіцієнту теплообміну, який можна розрахувати за відомими формулами [10, 11] в залежності від швидкості руху теплоносія та його властивостей.

3. Структурна схема системи

Структурна схема системи моніторингу тепловтрат представлена на рис.2,

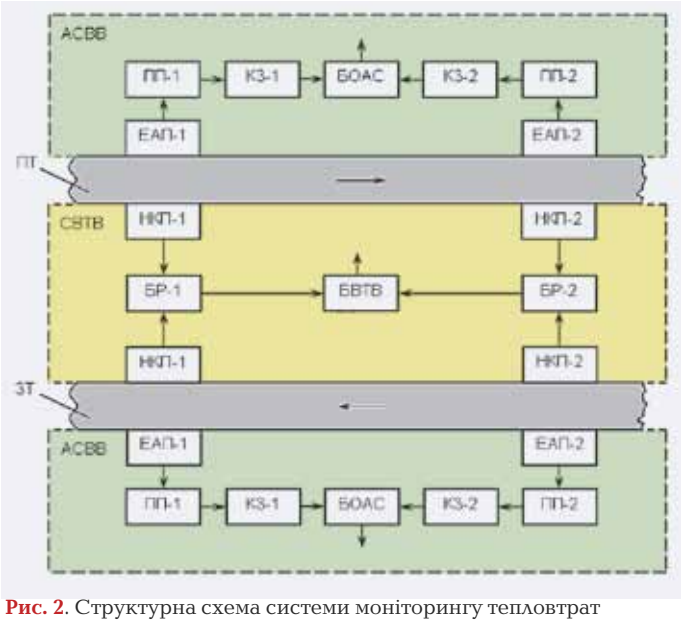


Рис. 2. Структурна схема системи моніторингу тепловтрат

де ПТ — подавальний трубопровід; ЗТ — зворотний трубопровід; АСВВ — акустична система виявлення витоку; СВТВ — система вимірювання теплових втрат; ЕАП-1, ЕАП-2 — електроакустичні перетворювачі; ПП-1, ПП-2 — попередні підсилювачі; КЗ-1, КЗ-2 — канали зв'язку; БОАС — блок обробки акустичних сигналів; НКП-1, НКП-2 — накладні комбіновані перетворювачі; БР-1, БР-2 — блоки реєстрації сигналів з НКП-1, НКП-2; БВТВ — блок визначення тепловтрат.

Електроакустичні перетворювачі ЕАП-1 і ЕАП-2 встановлюють на очищену металеву бічну поверхню труби подавального і зворотного трубопроводів на початку і в кінці контрольованої ділянки трубопроводу (рис. 3).

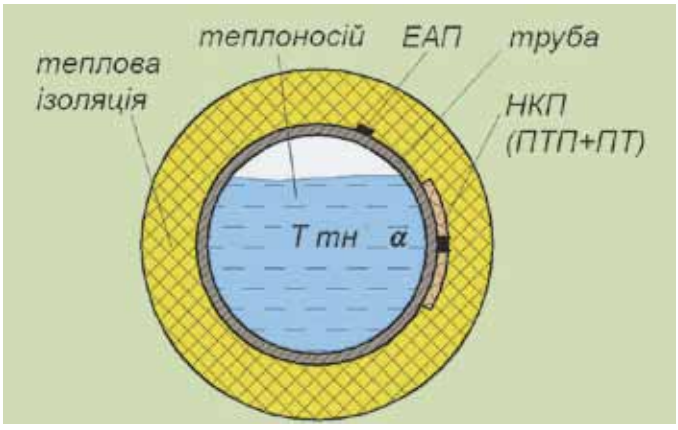


Рис. 3. Розміщення перетворювачів на металевій поверхні труби

Накладні комбіновані перетворювачі НКП-1 та НКП-2 встановлюють з використанням теплопровідного мастила поруч з електроакустичними перетворювачами. Поверх перетворювачів встановлюють теплову ізоляцію.

Акустична система виявлення витоку працює наступним чином. Вихідні сигнали електроакустичних перетворювачів ЕАП-1 і ЕАП-2 $\xi_1(t)$ і $\xi_2(t)$ посилюються попередніми підсилювачами ПП-1 і ПП-2 та передаються каналами зв'язку КС-1 і КС-2 у блок обробки акустичних сигналів БОАС. У блоці БОАС обчислюються дисперсії D_1 і D_2 сигналів (1), (2) та їх взаємна кореляційна функція $R_{12}(\tau)$ за формулами (3) — (5). Якщо виконується умова (7), то БОАС виносить рішення про відсутність витоку, а при виконанні однієї з умов (8) - про його наявність.

Принцип роботи системи вимірювання теплових втрат наступний. Вихідні сигнали перетворювачів НКП-1 і

НКП-2 надходять до відповідних блоків реєстрації БР-1 і БР-2, які здійснюють перетворення сигналів в цифрову форму та їх реєстрацію в запам'ятовувальному пристрої впродовж часу випробувань (до декількох діб).

Методика визначення тепловтрат полягає в наступному.

1. Після закінчення випробувань файли накопиченої інформації перезаписують з блоків БР-1 і БР-2 в персональний комп'ютер.

2. Звіряють перетворювачі температури НКП-1 та НКП-2, для чого встановлюють їх у калібрувальний термостат з температурою, значення якої лежить в діапазоні проведених вимірів, і визначають поправки до показників перетворювача температури.

3. Вводять в комп'ютер значення поправок, а також інформацію про тип труби на контрольованій ділянці. З використанням наявного програмного забезпечення в БВТВ за тепловими мітками розраховують швидкість руху (витрати) теплоносія, розраховують значення термічних опорів, що входять в формулу (11), визначають значення температури теплоносія за формулою (11) з урахуванням поправок, визначених під час звірення показів НКП-1 та НКП-2.

4. Визначають різниці температури теплоносія на початку і в кінці ділянки для подавального і зворотного трубопроводів, розраховують інтегральні і питомі тепловтрати на контрольованій ділянці за формулами (9), (10).

Експлуатаційні випробування системи моніторингу виконані на діючій справній магістральній теплотрасі. Загальна довжина ділянки — 2970,7 м, у тому числі довжина надземної прокладки — 146,5 м, підземної (двотрубної в непрохідному каналі) — 2824,2 м; діаметр трубопроводу 1200 мм.

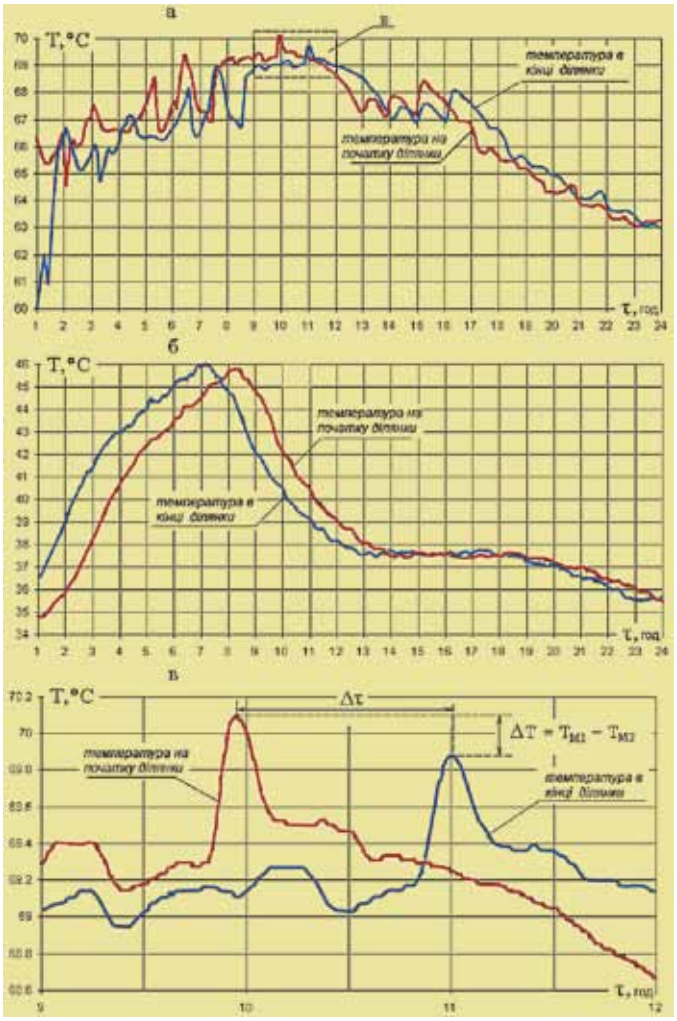


Рис. 4. Результати запису температури впродовж доби:
а — в подавальному трубопроводі,
б — в зворотному трубопроводі,
в — фрагмент графіка а в збільшеному масштабі

Випробування проведені за режиму роботи тепломережі з витратою близько 7000 т/год, а також за експериментального режиму зі зниженою витратою теплоносія близько 3000 т/год. Результати запису температури протягом доби наведені у вигляді графіків на рис.4.

Середній перепад температури в подавальному трубопроводі на досліджуваній ділянці склав приблизно 0,05К при випробуваннях з витратою близько 7000 т/год і 0,105К за зниженої витрати теплоносія. З урахуванням похибок і розкиду результатів вимірянь, питомі тепловтрати на ділянці не перевищували $Q_п$ 176 Вт/м, що менше гранично допустимих тепловтрат для досліджуваного типу теплотрас [2].

На ділянці зворотного трубопроводу у різні інтервали часу перепад температур не перевищував 0,02 К. Оскільки отримані значення фактично менші за похибки вимірювання, вони лише якісно свідчать про малі тепловтрати в зворотному трубопроводі, які істотно не впливають на значення загальних втрат енергії.

Висновки

Моніторинг тепловтрат на ділянках теплотрас дозволяє об'єктивно визначати фактичний стан тепломереж.

Відомі методи та засоби неруйнівного контролю стану теплотрас не повною мірою дозволяють вирішувати задачу моніторингу тепловтрат.

Запропонована система моніторингу тепловтрат поєднує акустичну систему виявлення витоків теплоносія та систему вимірювання тепловтрат, що дозволяє уникнути спотворень результатів вимірювань за наявності в трубопроводі витоків теплоносія.

Розглянута система моніторингу тепловтрат дозволяє в експлуатаційному режимі роботи теплотраси визначати інтегральні та питомі тепловтрати на ділянках теплотрас як при наявності штатних гільз для термометрів, так і при їх відсутності.

Список літератури:

Комунальна теплоенергетика України: *стан, проблеми, шляхи модернізації: монографія: В 2 т. За ред. А.А.Долінського. – Т.1.- К.: ТОВ "Поліграф-Сервіс", 2007. – 394 с.*

МУ 34-70-080-84. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных и паровых тепловых сетях. *– М.: СПО Союзтехэнерго, 1985. - 72 с.*

Бабак В.П., Хандецький В.С., Шрюфер Е. *Обробка сигналів. – К.: Либідь, 1999. – 496 с.*

Безпрозванный А.А., Владимирский А.А., Владимирский И.А., Ненюк А.Т. *Повышение достоверности поиска утечек трубопроводов тепловых сетей // Энергетика и электификация. – 2000. - № 2. – С. 29 – 32.*

Дробот Ю.Б., Грешников В.А., Бачегов В.Н. *Акустическое контактное течеискание. – М.: Машиностроение, 1989. – 120 с.*

Лапшин Б.М., Овчинников А.Л. *Взаимно спектральный метод обнаружения утечки на трубопроводах с односторонним доступом // Дефектоскопия. – 2004. - № 9. – С.19 – 26.*

Грищенко Т.Г., Декуша Л.В., Безпрозванный А.А. и др. *Контроль теплопотерь на участках теплотрасс // Энергетика и электрофикация. – 2000. – № 8. – С. 44–48.*

Геращенко О.А. *Основы теплометрии. – К.: Наук. думка, 1972. – 192 с.*

Геращенко О.А, Грищенко Т.Г., Декуша Л.В. *Методика конструирования оптимальных преобразователей теплового потока // Проблемы энергосбережения. – К.: Наук. думка. – 1990. – Вып. 3. – С. 36 – 42.*

Уонг Х. *Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 212 с.*

Кутателадзе С.С. *Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: справ. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 367 с.*

Стаття надійшла в редакцію 12.04.2012

УДК 621.002.5:006.354

Современная энергоэффективная теплонасосная система отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования административно-бытового здания с помещениями разного функционального назначения

В.Н.Пуль, кандидат технических наук, доцент ХНУСА, Харьков
В.В.Конев, главный инженер БМЕС Южной железной дороги
Ю.В.Бережко, аспирант ХНУСА, Харьков

В статье рассмотрен вопрос использования теплонасосных установок в системах теплоснабжения. Приведен детальный анализ существующих тепловых насосов (ТН), показаны преимущества применения ТН по сравнению с традиционным отоплением. Проведен анализ энергоэффективной теплонасосной системы отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования административно-бытового здания с помещениями разного функционального назначения.

У статті розглянуто питання використання теплонасосних установок в системах теплопостачання. Наведено детальний аналіз існуючих теплових насосів (ТН), показані переваги застосування ТН в порівнянні з традиційним опаленням. Проведено аналіз енергоефективної теплонасосної системи опалення, гарячого водопостачання та кондиціонування адміністративно-побутового будинку з приміщеннями різного функціонального призначення.

The article considered the use of heat pumps in heating systems. The detailed analysis of the existing heat pumps (TN), shows the benefits of TH compared to conventional heating. The analysis of energy-efficient heat pump heating systems, hot water and air-conditioning of an office building with rooms of different functionality.

На сегодняшний день теплонасосные системы являются наиболее энергоэффективными системами отопления, горячего водоснабжения и кондиционирования.
Кабинетом Министров Украины в феврале 2009 г принято распоряжение «Про заходи щодо впровадження теплових насосів у системи теплозабеспечення та гарячого водопостачання», Национальное агентством по энергетическим ресурсам (НАЭР) назначено ответственным по разработке механизма стимулирования объектов хозяйственной деятельности, внедряющих ТНУ, на правительственном уровне заключён договор с Японией и получены инвестиции для целенаправленного вложения во внедрение ТНУ, НАЭР разработаны новые положения о получении и распределении прибыли от внедрения энергосберегающих технологий, делающие более привлекательными для инвесторов отечественные проекты, связанные с внедрением теплонасосных технологий. [1,2,3]
Применение тепловых насосов позволяет экономить средства на эксплуатации и обслуживании инженерных систем здания. Низкий уровень энергопотребления достигается за счет эффективного преобразования электрической энергии в тепловую. Для оценки энергетической эффективности тепловых насосов используется коэффициент преобразования (COP), представляющий собой отношение теплоты, отдаваемой тепловому потребителю, к затраченной работе привода компрессора. Величина коэффициента COP зависит от разности температуры источника и потребителя, степени обратимости цикла, термодинамических свойств рабочего тела и других факторов, и на практике находятся в пределах 1,5-6,0. Это значит, что на единицу затраченной электрической энергии, тепловому потребителю передаётся в 1.5 - 6 раз больше тепловой энергии. Благодаря характеристикам тепловых насосов можно получить 4-6 кВт тепловой энергии в час, в моновалентном режиме, и 8-12 кВт тепла в двухвалентном режиме на 1 кВт затраченной энергии.
Благодаря аккумуляторам тепла (накопительным емкостям) являющимися частью системы теплоснабжения, даже в случае отключения электроэнергии, будет достаточно для 12-24 часового поддержания комфортной температуры в помещении, и даже в случае 10-15 градусного мороза, в течении 2 суток, температура в помещении не опустится ниже +5 градуса [4,5].
В июне 2011 года в городе Харькове был выполнен проект теплоснабжения и кондиционирования административно-бытового здания Южной железной дороги с помещениями разного функционального назначения. Источником низкопотенциального тепла был выбран магистральный артезианский водопровод.
Контур низкопотенциального тепла, был выполнен из полиэтиленовой трубы диаметром 100 мм и протяженностью 280 м.
В тепловом пункте запроектировано следующее основное оборудование:
- два тепловых насоса мощность по 70 кВт каждый,
- буферная емкость теплоносителя объемом 2 м3,
- бойлер косвенного нагрева 1000 л,
- электрический котел мощностью 45 кВт, в качестве резерва,
- теплообменник вода-вода мощностью 140 кВт,
- блок сетевых насосов.

Схема тепло и холодоснабжения административного здания представляет собой
фанкойльную систему.

Принцип работы теплового насоса

Тепловой насос работает по принципу парокомпрессионной холодильной машины.
В теплообменнике - испарителе происходит кипение

хладагента фреона R407C при достаточно низких температурах (для данной системы ≈2 С). При кипении хладагент поглощает тепловую энергию, источником которой является вода промежуточного контура теплоносителя, циркулирующая по трубопроводам Т14, Т24. Вода промежуточного контура теплоносителя при помощи промежуточного теплообменника (поз.21) поглощает тепло, содержащееся в воде магистрали холодного водоснабжения. Испарившийся при кипении фреон сжимается компрессором, при сжатии его температура повышается до ≈70 С. В теплообменнике - конденсаторе горячие пары фреона охлаждаются теплоносителем и конденсируются, отдавая теплоту конденсации теплоносителю и нагревая его до температуры ≈50-55 С.
Далее теплоноситель подается в систему отопления, где отдает полученное от теплового насоса тепло через отопительные приборы в помещения.
Таким образом, тепловая энергия, передаваемая системе отопления, состоит из двух частей:
энергии (мощности), полученной от низкопотенциального источника тепла в испарителе при кипении фреона Nх;
энергии (мощности), получаемой от компрессора во время процесса сжатия Nк.
Т.е. тепловая мощность теплового насоса Nт больше электрической мощности, затрачиваемой на привод компрессора Nк :

$$Nт = Nх + Nк$$

Отношение Nт / Nк называется коэффициентом преобразования:

$$COP = Nт / Nк = (Nх + Nк) / Nк$$

Тепловой насос, примененный в данной системе, реверсивный, т.е. он может работать как на отопление, так и на кондиционирование.

При работе в режиме кондиционирования происходит реверсирование работы системы: в теплообменнике, который в режиме отопления являлся конденсатором, происходит кипение и вода, циркулирующая по трубопроводам Т1, Т2, охлаждается, а конденсация происходит в теплообменниках, контактирующих с водой, циркулирующей по трубопроводам Т14, Т24 и Т16, Т26.

Отопление

Для отопления административно-бытового здания используется сеть фанкойлов и радиаторов. В системе используется низкотемпературный теплоноситель (вода с параметрами 55 С / 45 С). Радиаторы оборудованы терморегулирующими вентилями, регулирующими расход теплоносителя в зависимости от температуры в помещении.

Фанкойлы (вентиляторные доводчики) оборудованы вентиляторами, обеспечивающими принудительный обдув теплообменников воздухом. Скорость обдува (и интенсивность нагрева воздуха в помещении) регулируется.

Основным генератором тепла служит тепловой насос (поз.1). Вода, нагретая в конденсаторе теплового насоса до 56 С, подается по трубопроводу Т1 в сеть отопительных приборов. Циркуляцию теплоносителя обеспечивают сетевые и насосы Н1 (поз.11).

Охлажденная до 45 С вода из системы отопления возвращается к теплообменнику - конденсатору по трубопроводу Т2. Для сглаживания колебаний температуры, вызванных включением / отключением компрессора теплового насоса, на трубопроводе Т1 установлена буферная емкость (поз. 28).

При экстремально низких температурах (когда возможна нехватка мощности теплового насоса) или аварийных ситуациях для догрева теплоносителя используется электрокотел (поз. 3). При падении температуры воды в трубопроводеТ1 ниже заданного значения (например, 50 С) включается насос Н4 (поз. 7), обеспечивающий циркуляцию воды через электрокотел.

Электрокотел включается автоматически при наличии протока, его мощность регулируется ступенчато. Трехходовой вентиль (поз. 17) обеспечивает смешивание воды системы отопления и воды, догретой электрокотлом до ≈90 С, поддерживая температуру в трубопроводе Т1 на заданном уровне (например, 50 С).

Кондиционирование

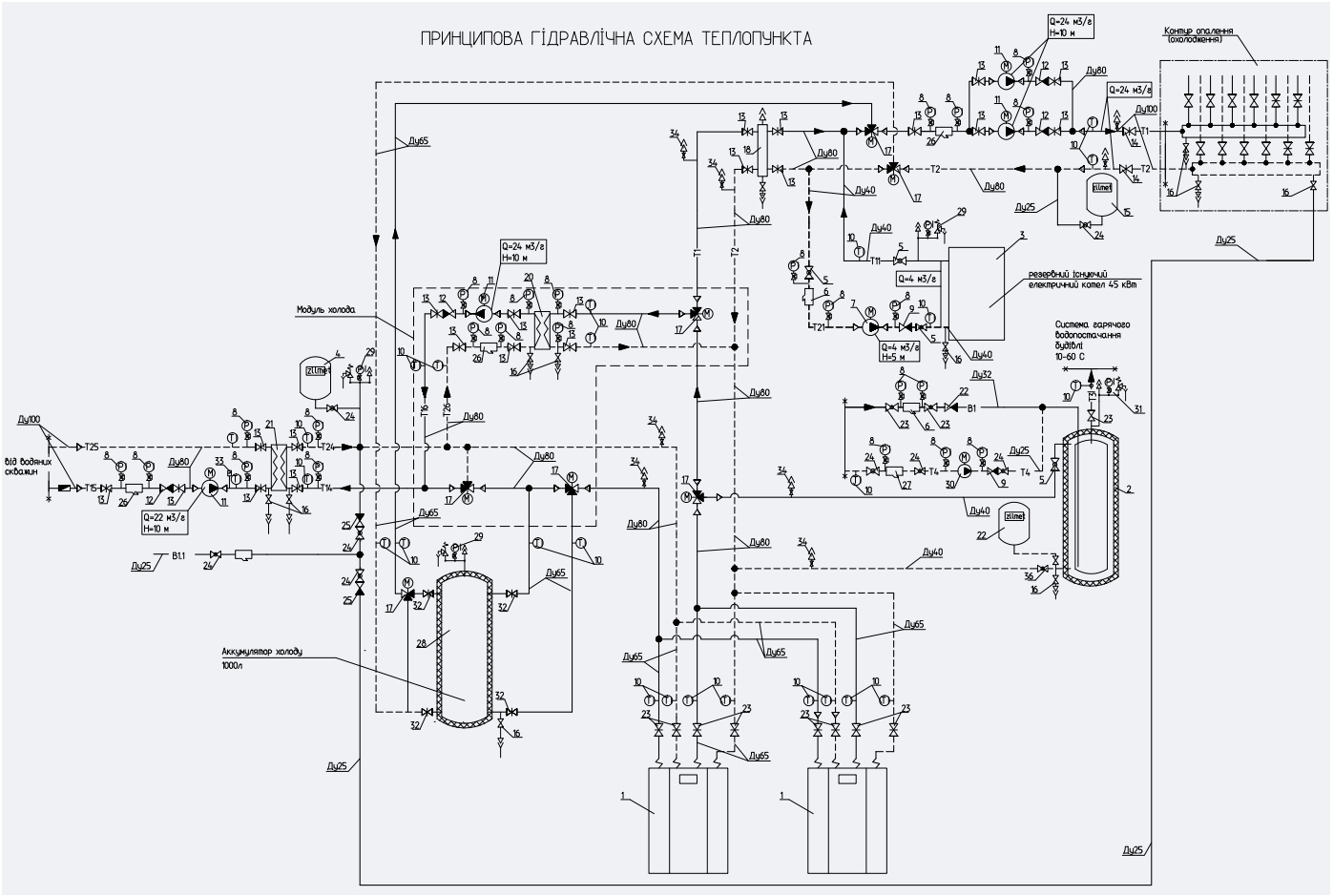
Для кондиционирования административно-бытового здания используются те же самые фанкойлы, что и при отоплении. В качестве хладагента используется вода с параметрами 7 С/12 С.

Источником холода для системы служит реверсивный чиллер - тепловой насос (поз.1).

Вода, охлажденная в испарителе чиллера до 7 С, подается по трубопроводу Т1 в сеть фанкойлов. Циркуляцию хладагента обеспечивают насосы Н1 (поз. 11).

Нагретая воздухом кондиционируемых помещений до 12 С вода из системы кондиционирования возвращается к теплообменнику — испарителю по трубопроводу Т2, где снова охлаждается до 7 С.

Для сглаживания колебаний температуры, вызванных включением / отключением компрессора чиллера, на трубопроводе Т1 установлена буферная емкость (поз. 28).



Горячее водоснабжение

Приготовление воды для системы горячего водоснабжения административно-бытового здания осуществляется в баке водоподготовки объемом 1000л (поз. 2). Бак оборудован теплообменниками для работы теплового насоса (работает в летнее время) и от электрокотла.

Подача горячей воды в систему осуществляется по трубопроводу Т4. Возврат рециркуляционной воды в бак по трубопроводу Т3. Холодная вода подается в бак из системы водоснабжения через магнитный фильтр по трубопроводу В2.

В летнее время основным генератором тепла для нагрева бака служит теплообменник — рекуператор чиллера — теплового насоса. Тепло, отобранное из помещений административно — бытового здания, при процессе кондиционирования воздуха используется для нагрева воды.

Нагретая до ≈60 С вода из теплообменника — рекуператора поступает в теплообменник бака по трубопроводу Т15 через трехходовой вентиль (поз. 17) (этот вентиль в зимнем режиме эксплуатации переводится в противоположное положение и отключает рекуператор от теплообменника).

Охлажденная в теплообменнике бака вода возвращается к рекуператору по трубопроводу Т25. Циркуляцию в системе водоподготовки обеспечивает насос Н3 (поз.30).

В зимнее время основным генератором тепла для нагрева бака служит тепловой насос. Вода, нагретая в конденсаторе теплового насоса до 50 С, подается по трубопроводам Т1 и Т12 к теплообменнику бака. Охлажденная в теплообменнике бака вода возвращается к конденсатору по трубопроводам Т22 и Т2 через трехходовой вентиль (поз. 16). Трехходовой вентиль обеспечивает приоритетную работу системы на отопление, а нагрев на горячее водоснабжение - по остаточному принципу, контролируя температуру в обратном трубопроводе системы отопления. Циркуляцию в системе водоподготовки, как и в системе отопления, обеспечивают насосы Н1 (поз. 30).

При экстремально низких температурах, когда возможна нехватка мощности теплового насоса, или аварийных ситуациях, а также для периодического (раз в неделю) нагрева воды в баке до ≈70 С (с целью дезинфекции) используется электрокотел (поз. 3).

Вода, нагретая в электрокотле до ≈90 С, подается по трубопроводу Т13 к теплообменнику бака. Охлажденная в теплообменнике бака вода возвращается к электрокотлу по трубопроводу Т23. Трехходовой вентиль (поз.17) обеспечивает поддержание температуры в баке на заданном уровне (≈55 С). Циркуляцию в системе водоподготовки обеспечивает насос Н5 (поз. 30).

Система отбора низкопотенциального тепла

Источником низкопотенциального тепла для системы отопления служит вода системы водоснабжения. На магистральном трубопроводе системы водоснабжения установлена шиберная задвижка (поз. 13), обеспечивающая достаточное местное сопротивление для направления части расхода воды через промежуточный кожухотрубный теплообменник (поз.21).

Вода с температурой ≈20 С подается по трубопроводу Т17 к теплообменнику. Охлажденная в теплообменнике вода возвращается в систему водоснабжения за шиберной задвижкой.

Отбор низкопотенциального тепла от теплообменника и передача его испарителю теплового насоса осуществляется замкнутым циркуляционным контуром Т14, Т24. Циркуляция обеспечивается насосами Н2 (поз. 11). Трехходовой вентиль (поз. 17) поддерживает температуру за теплообменником на уровне ≈12...15 С.

В случае прекращения протока водопроводной воды через теплообменник или падении температуры воды в трубопроводе Т24 ниже 5 С, трехходовой вентиль отключает кожухотрубный теплообменник от испарителя теплового насоса, предотвращая его размораживание.

Когда проток водопроводной воды прекращается (предполагается, что в ночные часы водоразбор отсутствует) и кожухотрубный теплообменник отключается от испарителя теплового насоса посредством трехходового вентиля (поз. 17), в качестве источника низкопотенциального тепла используется бак водоподготовки. Вода, нагретая в теплообменнике бака, подается по трубопроводам Т26, Т24 к испарителю теплового насоса.

Охлажденная в испарителе теплового насоса вода возвращается к теплообменнику бака по трубопроводам Т14, Т16. Трехходовой вентиль (поз. 17) обеспечивает поддержание температуры в трубопроводе Т24 на уровне ≈12...15 С. Циркуляцию в системе обеспечивают насосы Н2 (поз. 11).

В летнее время эта система используется для сброса тепла, отобранного из помещений административно — бытового здания системой кондиционирования.

Из вышеизложенного следует, что возможности применения теплонасосных систем необычайно широки. Их можно использовать на самых разных объектах. Это административные, общественные здания, медицинские учреждения, различные промышленные предприятия. Системы настолько гибкие, что их применение возможно в самых разных случаях и в очень большом количестве вариантов.

Таким образом, теплонасосная система выполняет функции и отопления, и кондиционирования воздуха, и является эффективной системой утилизации тепла. Использование одной системы вместо нескольких всегда более выгодно с точки зрения капитальных и эксплутационных затрат.

Список литературы:

1. ***Енергетична стратегія України на період до 2030 року.***

2. ***Тепловые насосы.*** *Технологии и системы использования низкотемпературных и возобновляемых источников теплоты // Новости теплоснабжения. – 2001. - №11. – С.24-32.*

3. ***Ковалко М.П., Денисюк С. П.*** *Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України. - К.: Українські енциклопедичні знання, 1998. - 511с.*

4. ***Тепловые насосы.*** *Технологии и системы использования низкотемпературных и возобновляемых источников теплоты // Новости теплоснабжения. – 2001. - №11. – С.24-32.*

5. ***Мацевитый Ю.М., Богданович Л.С., Клепанда А.С., Чиркин Н.Б.*** *О внедрении в экономику Украины нетрадиционных источников теплоты на базе тепловых насосов. //Энергосбережение, энергетика, энергоаудит, 2007, №3..*

Стаття надійшла в редакцію 28.03.2012

Вплив параметрів циркуляційного насосу на техніко-економічні показники системи опалення

Мирончук Ю.А., к.т.н., ТОВ «Полісся-інтерм»

Циркуляційний насос є складовою частиною системи опалення. Відповідно, керуючись системним підходом, принципи підбору параметрів циркуляційного насосу повинні відповідати принципам проектування системи опалення.

Циркуляционный насос является составляющей частью системы отопления. Соответственно, руководствуясь системным подходом, принципы подбора параметров циркуляционного насоса должны отвечать принципам проектирования системы отопления.

The circulating pump is a making part of heating system. Respectively, principles of parameters selection of the circulating pump should answer principles of heating system proection.

При підборі циркуляційних насосів централізованих систем опалення часто виникає спокуса встановити насос, який розвиває напір більший за розрахунковий. На стадії проектування це пояснюється прагненням застрахуватись від похибок розрахункового визначення гідравлічного опору циркуляційного контуру. При реконструкціях та модернізаціях це пояснюється прагненням мати запас напору на випадок непередбачених ситуацій. Але, наскільки це доцільно?

Розглянемо узагальнену схему системи теплопостачання — рис. 1. Її робота описується системою рівнянь (1-12).

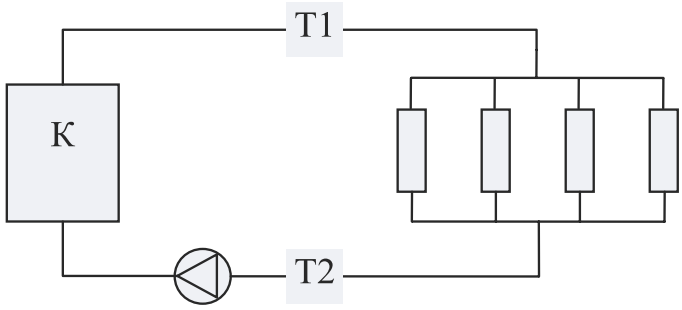


Рис. 1. Узагальнена схема системи теплопостачання

При заданому температурному режимі та теплопродуктивності котла масова витрата теплоносія у опалювальному контурі

$$Q_{котла} = G \cdot C \cdot (t_1 - t_2) \quad (1)$$

Втрати тепла теплопередачею через теплоізоляцію на прямій ділянці теплотраси

$$Q_{тт1} = K_{тт} \cdot F_{тт} \cdot (\bar{t}_1 - t_{атм}) \quad (2)$$

де $K_{тт}$ - коефіцієнт теплопередачі трубопроводу теплотраси; $F_{тт}$ - площа поверхні теплообміну трубопроводу теплотраси.

Середня температура теплоносія у прямій ділянці теплотраси

$$\bar{t}_1 = \frac{t_1 + t_1'}{2} \quad (3)$$

Втрати тепла теплопередачею через теплоізоляцію на зворотній ділянці теплотраси

$$Q_{тт2} = K_{тт} \cdot F_{тт} \cdot (\bar{t}_2 - t_{атм}) \quad (4)$$

Середня температура теплоносія у зворотній ділянці теплотраси

$$\bar{t}_2 = \frac{t_2 + t_2'}{2} \quad (5)$$

Тепло, яке віддається через опалювальні прилади у опалювані приміщення

$$Q_{о.п.} = K_{о.п.} \cdot F_{о.п.} \cdot (\bar{t}_{води} - t_{прим}) \quad (6)$$

Середня температура води в опалювальних приладах

$$\bar{t}_{води} = \frac{t_1' + t_2'}{2} \quad (7)$$

Втрати тепла опалюваними будівлями через огородження

$$Q_{буд} = K_{буд} \cdot F_{буд} \cdot (\bar{t}_{прим} - t_{атм}) \quad (8)$$

Очевидно, що

$$Q_{о.п.} = Q_{буд} \quad (9)$$

Наведена система доповнюється рівняннями (10, 11), якими втрати тепла у прямій і зворотній ділянках теплотраси виражені через зміни температур теплоносія

$$Q_{тт1} = G \cdot C \cdot (t_1 - t_1') \quad (10)$$

$$Q_{тт2} = G \cdot C \cdot (t_2 - t_2') \quad (11)$$

Рівняння теплового балансу для системи теплопостачання в цілому

$$Q_{котла} = Q_{тт1} + Q_{о.п.} + Q_{тт2} \quad (12)$$

Розв'язок системи рівнянь (1-12) зручно проводити методом ітерацій відносно температур t_1, t_1', t_2, t_2', $\bar{t}_{прим}$, які розглядаються як невідомі. Розв'язок можна виконати за допомогою Mathcad або ж скористатись надбудовою «Пошук рішення», яка стандартно входить до складу Microsoft Excel.

При проектуванні системи теплопостачання необхідна масова продуктивність циркуляційного насосу визначається з (1) і перераховується в об'ємну по (13)

$$G = \frac{V}{\rho} \qquad (13)$$

Характеристика мережі описується рівнянням

$$P = \xi \cdot \rho \cdot \frac{V^2}{2} \qquad (14)$$

Коефіцієнт гідродинамічного опору в (14) для проектованих мереж визначається розрахунковим шляхом. При експлуатації мереж фактичне значення цього коефіцієнту може бути визначене по результатах замірів.

Із розгляду рис. 2 видно, що мережа з відомою гідравлічною характеристикою в принципі може працювати з будь-яким насосом — робоча точка визначатиметься перетином характеристики мережі та характеристики насосу.

Потужність, споживана електродвигуном насоса, визначається через параметри робочої точки по (15). Насос слід підбирати так, щоб його ККД у робочій точці був найвищий.

$$N_{нас} = \frac{V \cdot P}{\eta} \qquad (15)$$

У таблиці 1 наведено результати математичного моделювання роботи централізованої системи опалення, спроектованої на теплову потужність 2,25МВт при температурному режимі 95/70°С за умови підтримання температури в опалюваних приміщеннях 19,5°С при температурі навколишнього середовища -22°С. Довжина теплотраси 500 м. При розрахунковому температурному режимі необхідна продуктивність циркуляційного насосу 75 м3/год при напорі 15 м.вод.ст. Для порівняння розглянуті варіанти роботи системи з циркуляційними насосами продуктивністю 50 та 100 м3/год. У всіх порівнюваних випадках температура прямої води на виході з котла підтримується 95°С, а температура зворотної води самовстановлюється в результаті теплообміну.

Таблиця 1
Залежність техніко-економічних показників системи опалення від продуктивності циркуляційного насосу

Параметр	Одиниця виміру	Значення		
V	$м^3$/год	50	75	100
P	м.вод.ст.	6,67	15,00	26,67
t_1	°С	95	95	95
t_1'	°С	94,370	94,580	94,685
t_2'	°С	58,833	69,573	75,395
t_2	°С	58,398	69,244	75,133
$t_{прим}$	°С	17,392	19,579	20,763
$Q_{котла}$	Вт	2 130 056	2 248 307	2 312 325
Q_{tt1}	Вт	36 657,7	36 690,6	36 707,1
$Q_{o.n.}$	Вт	2 068 072	2 182 900	2 245 062
Q_{tt2}	Вт	25 326,0	28 716,7	30 556,4
$N_{нас}$	Квт	1,157	3,906	9,259
Витрата газу	м.куб./год	120,74	127,44	131,07
Вартість газу	грн/сезон	2 249 200	2 374 066	2 441 665
Вартість електроенергії	грн./сезон	5 333	18 000	42 666
Сумарні затрати на енергоносії	грн/сезон	2 254 533	2 392 066	2 484 332
	%	94,3	100,0	103,9

При завищеній продуктивності циркуляційного насосу проектна площа поверхні опалювальних приладів виявляється недостатньою, щоб забезпечити охолодження зворотної води від 95 до 70°. При цьому середня температура води в опалювальних приладах виявляється вищою за проектну — відповідно, в опалювані приміщення поступає

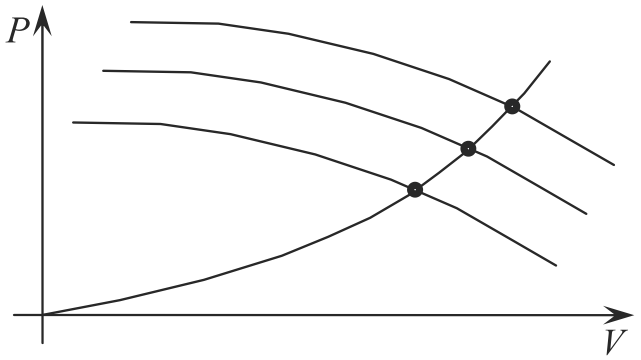


Рис.2. Визначення робочих точок при роботі мережі з різними насосами

кількість тепла більша за проектну, що призводить до установлення в них температури повітря вищої за розрахункову. Через підвищену температуру зворотної води зростають втрати тепла у зворотній магістралі теплотраси. Для підтримання температури прямої води на рівні 95°С котел змушений працювати зі збільшеною тепловою потужністю, що супроводжується неоправданою перевитратою палива. Окрім того, більш високонапірний насос згідно з (15) споживає більшу кількість електроенергії.

Таким чином, застосування циркуляційного насосу з напором більшим за необхідний призводить до неоправданих перевитрат енергоносіїв і є недоцільним. Якщо ж такий насос все-таки встановлено, то систему опалення необхідно експлуатувати з температурою прямої води дещо нижчою, ніж вимагається температурним графіком. Це дає можливість зменшити перевитрату палива, але перевитрата електроенергії приводом насосу при цьому залишається.

При заниженій продуктивності циркуляційного насосу котел працює з теплопродуктивністю меншою за проектну, низьконапірний циркуляційний насос споживає меншу кількість електроенергії — витрати на енергоносії зменшуються. Але, оскільки при заниженій витраті води відбувається її надлишкове охолодження в опалювальних приладах, температура зворотної води стає нижчою за проектну, кількість тепла, що надходить у опалювані приміщення зменшується, температура повітря у них стає меншою за проектну. При підключенні опалювальних приладів по однотрубній схемі порушується рівномірність розподілу тепла, «хвостові» споживачі значно недоопалюються.

Застосування циркуляційного насосу з напором меншим за необхідний призводить до порушення температурних режимів теплопостачання споживачів. Ситуацію можна частково виправити підтримуючи температуру прямої води дещо вищу, ніж вимагається температурним графіком, але нерівномірність розподілу тепла в однотрубних системах при цьому усунути не вдасться.

Те, що система опалення має внутрішню здатність до компенсування прорахунків підбору циркуляційного насосу та помірний характер залежності інтенсивності прояву розглянутих негативних ефектів від величини відхилення фактичної продуктивності насосу від розрахункової, дозволяє послабити жорсткість вимог до точності підбору циркуляційного насосу.

В цілому ж слід виходити з того, що циркуляційний насос є складовою частиною системи опалення. Відповідно, керуючись системним підходом, принципи підбору параметрів циркуляційного насосу повинні відповідати принципам проектування системи опалення. Відхилення ж від цих принципів, можливо й приносячи якусь локальну вигоду, все ж таки призводить до погіршення властивостей системи в цілому.

Стаття надійшла в редакцію 18.11.2011

Дослідження та порівняння режимів модуляції пальників побутових котлів малої теплової потужності з пальниками жаротрубних водогрійних котлів великої потужності

Філін Д. С., інженер-теплотехнік ПП «Хортиця-Інтерм»

У статті викладено результати дослідження пропорційної залежності зміни ККД горіння від виду змішування та методу спалювання газоповітряної суміші при модуляції полум'я на пальниках водогрійних котлів різної потужності.

В статье изложены результаты исследования зависимости КПД горения от вида смешивания и метода сгорания газовоздушной смеси при модуляции пламени на горелку водогрейных котлов разной мощности.

In article the results of research of dependence of efficiency of burning from a type of mixing and a method of combustion of an air-gas mix are stated at flame modulation on a torch of water-heating coppers of different capacity.

При проведенні режимно-налагоджувальних робіт та замірах еколого-теплотехнічних характеристик котлів різної потужності виникає потреба в дослідженні та порівнянні їхніх індивідуальних технічних та економічних аспектів роботи. Для як найкращого порівняння та виконання поставленої мети необхідне виконання великої кількості дослідницьких вимірів на котлах, які сконструйовані та випущені різними виробниками, адже кожен виробник опалювальної техніки має свої індивідуальні підходи до вирішення конкретних технічних питань.

При проведенні достатньо великої кількості дослідницьких вимірів на водогрійних котлах різних торгових марок було висунуто припущення, що залежність змінення коефіцієнту корисної дії (ККД) котлів, при зменшенні навантаження на пальник (модуляція полум'я) залежить від методу змішування газоповітряної суміші.

Для порівняльних дослідів було взято та проаналізовано два різних водогрійних котла, різної потужності, різних виробників та різних методів попереднього утворення газоповітряної суміші, яка подається на горіння: перший — це побутовий водогрійний котел з атмосферним модуляційним пальником потужністю 25 кВт (змішання повітря та газу відбувається за рахунок енергії газових струменів «інжекції повітря газом», а спалювання відбувається в атмосферних умовах на природній тязі), другий — це жаротрубний водогрійний котел з вентиляторним модуляційним пальником потужністю 400 кВт (змішання повітря та газу відбувається примусово за рахунок роботи повітряного вентилятора в пальнику, а спалювання відбувається під надлишковим тиском вентилятора «під наддувом») .

В результаті виконання вимірювань екологічних характеристик за допомогою ручного портативного газоаналізатора (а саме концентрація у відхідних газах оксиду вуглецю, оксидів азоту, кисню, діоксиду вуглецю, коефіцієнта надлишку, температури відхідних газів, розрідження), та теплотехнічних і фізичних характеристик за допомогою термометрів, манометрів, витратомірів (витрата, тиск та температура теплоносія, також тиск газу та повітря на горіння), було зафіксовано всі параметри роботи котлів, які зведено до таблиці 1 та таблиці 2.

Як видно із наведених далі режимних карт — припущення було підтверджено, і за допомогою дослідів витікає пропорційність залежності ККД від зміни навантаження на котел.

- Побутовий котел з атмосферним пальником

$$Q100\%=24{,}73\ кВт \rightarrow ККД100\%=89{,}76\%;$$

$$Q52{,}1\%=13{,}09\ кВт \rightarrow ККД52{,}1\%=86{,}65\%.$$

- Жаротрубний котел з вентиляторним пальником

$$Q87{,}49\%=349{,}17\ кВт \rightarrow ККД87{,}49\%=91{,}58\%;$$

$$Q33{,}72\%=139{,}67\ кВт \rightarrow ККД33{,}72\%=95{,}37\%.$$

Для атмосферного пальника ця залежність прямо пропорційна (тобто при падінні потужності горіння — ККД падає), а для вентиляторного пальника зворотно пропорційна (тобто при падінні потужності горіння — ККД збільшується).

Результати даного дослідження дуже значно впливають на подальшу експлуатацію та наладку котлів, адже виконуючи регулювання пальників котельних та топочних в залежності від температурного графіку необхідно добре прораховувати діапазон навантаження того чи іншого котла, а верхній та нижній діапазон роботи газового клапану та повітряної заслонки встановлювати в зонах найменшої кількості втрат від неповноти згоряння та хімічного недопалу, при цьому зберігаючи якість відпуску теплової енергії від котельні.

Таблиця 1 РЕЖИМНА КАРТА побутового водогрійного котла з атмосферним модуляційним пальником потужністю 25 кВт

№ з/п	Найменування показника	Од. вим.	Навантаження котла	
			52,1%	100%
1	2	3	4	5
1	Паливо		Природний газ	
2	Нижча теплота згоряння палива	ккал/м3	8050	8050
3	Годинна витрата палива	м3/год.	1,5	2,88
4	Теплопродуктивність	кВт	13,094	24,73
		Гкал/год.	0,01125	0,021
5	Витрата води через котел	кг/сек.	0,347222	0,347222
		т/год.	1,25	1,25
6	Тиск мережевої води в Т1	кгс/см2	2,5	2,5
7	Тиск мережевої води в Т2	кгс/см2	2,5	2,5
8	Температура мережевої води в Т1	°С	70	60
9	Температура мережевої води в Т2	°С	61	43
10	Тиск палива перед пальниками	мм вод.ст.	40	136
11	Тиск повітря перед пальниками	мм вод.ст.	---	---
12	Кількість працюючих пальників	шт.	1	1
13	Розрідження:			
	- в топці	мм вод.ст.	---	---
	- за котлом	мм вод.ст.	-0,9	-0,8
14	Аеродинамічний опір котла	мм вод.ст.	---	---
15	Об'ємний склад продуктів згорян-ня за котлом:			
	Вміст О2	%	14,1	8,1
	Вміст СО2	%	3,8	7,2
	Вміст СО	%	0,0031	0,0089
	Вміст NOx	%	0,0026	0,0054
16	Коефіцієнт надлишку повітря за котлом	---	2,85	1,56
17	Змінення об'єму сухих продуктів горіння порівняно з теоретичним за котлом	---	3,07	1,63
18	Температура відхідних газів за котлом	°С	144,9	170,8
19	Втрати тепла:			
	- з відхідними газами	%	12,8	9,2
	- від хімічного недопалення	%	0,028551	0,043521
	- в зовнішнє середовище	%	0,52	1
20	ККД котла по зворотному балансу	%	86,65145	89,756479
21	Питома витрата натурального палива на вироблення 1 Гкал теплоти	м3 н.п./Гкал	143,36	138,4
22	Питома витрата умовного палива на вироблення 1 Гкал теплоти	кг у.п./Гкал	164,86	159,16
23	Концентрація шкідливих викидів при дійсному надлишку повітря:			
	СО	мг/м3	38,75	111,25
	NOx	мг/м3	53,3	110,7
24	Концентрація шкідливих викидів при α=1:			
	СО	мг/м3	118,96	181,34
	NOx	мг/м3	163,63	180,44
25	Питомий викид шкідливих речо-вин на 1 Гкал:			
	СО	г/Гкал.	66,66	184,76
	NOx	г/Гкал.	91,69	183,85

Таблиця 2 РЕЖИМНА КАРТА жаротрубного водогрійного котла з вентиляторним модуляційним пальником потужністю 400 кВт

№ з/п	Найменування показника	Од. вим.	Навантаження котла	
			33,72%	87,49%
1	2	3	4	5
1	Паливо		Природний газ	
2	Нижча теплота згоряння палива	ккал/м3	8050	8050
3	Годинна витрата палива	м3/год.	15,31	39,72
4	Теплопродуктивність	кВт	139,66677	349,1667
		Гкал/год.	0,1200917	0,300229
5	Витрата води через котел	кг/сек.	5,555556	5,555556
		т/год.	20	20
6	Тиск мережевої води в Т1	кгс/см2	2.6	2.6
7	Тиск мережевої води в Т2	кгс/см2	2,7	2,7
8	Температура мережевої води в Т1	°С	66	80
9	Температура мережевої води в Т2	°С	60	65
10	Тиск палива перед пальниками	мм вод.ст.	16	116
11	Тиск повітря перед пальниками	мм вод.ст.	15	122
12	Кількість працюючих пальників	шт.	1	1
13	Розрідження:			
	- в топці	мм вод.ст.	38	210
	- за котлом	мм вод.ст.	-1,2	-2,2
14	Аеродинамічний опір котла	мм вод.ст.	39,2	212,2
15	Об'ємний склад продуктів згорян-ня за котлом:			
	Вміст О2	%	4,7	7,8
	Вміст СО2	%	9,1	7,4
	Вміст СО	%	0,0068	0,0047
	Вміст NOx	%	0,0053	0,0043
16	Коефіцієнт надлишку повітря за котлом	---	1,26	1,54
17	Змінення об'єму сухих продуктів горіння порівняно з теоретичним за котлом	---	1,29	1,6
18	Температура відхідних газів за котлом	°С	96,3	160
19	Втрати тепла:			
	- з відхідними газами	%	3,1	7,4
	- від хімічного недопалення	%	0,026316	0,02256
	- в зовнішнє середовище	%	1,5	1
20	ККД котла по зворотному балансу	%	95,373684	91,57744
21	Питома витрата натурального палива на вироблення 1 Гкал теплоти	м3 н.п./ Гкал	130,24935	135,6487
22	Питома витрата умовного палива на вироблення 1 Гкал теплоти	кг у.п./ Гкал	149,78675	155,996
23	Концентрація шкідливих викидів при дійсному надлишку повітря:			
	СО	мг/м3	85	58,75
	NOx	мг/м3	108,65	88,15
24	Концентрація шкідливих викидів при α=1:			
	СО	мг/м3	109,65	94
	NOx	мг/м3	140,1585	141,04
25	Питомий викид шкідливих речо-вин на 1 Гкал:			
	СО	г/Гкал.	132,85434	95,63233
	NOx	г/Гкал.	169,8191	143,4892

УДК 532.528

ВИКОРИСТАННЯ МАГНІТНОЇ ВОДИ В ТЕПЛОЕНЕРГЕТИЦІ

Волошкіна О. С. – д.т.н., професор, КНУБА
Цикал К.О. – асистент, КНУБА
Сепік А.В. – студент, НТУУ «КПІ»
Фуртат І. Е. – к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»

У статті розглядається вплив магнітного поля на воду і різні теорії про фізику цього процесу, перспективи та різні напрямки використання в теплоенергетиці.

В статье рассматривается влияние магнитного поля на воду и различные теории о физике этого процесса, перспективы и различные направления использования в теплоэнергетике.

The article examines the influence of magnetic field on the water, and various theories about the physics of this process, various perspectives and directions for use in power system.

Жорсткість води — джерело багатьох проблем. Список хімічних елементів, які мають високу жорсткість включає залізо, мідь, марганець, які знаходяться в воді в звичайних або достатньо невеликих кількостях. Кальцій і магній зазвичай знаходяться в воді в значно більших кількостях. Вода, яка проходить по трубах і різноманітних пристроях, особливо підігріта, викликає відкладення на внутрішніх поверхнях теплообмінного обладнання твердого осаду, який дуже важко видалити, так званого котельного каменю (накип). Накип зменшує прохідний діаметр труб і значно знижує інтенсивність теплообміну. Так утворений накип має вкрай низьку теплопровідність (коефіцієнт передачі тепла в 200-300 разів менше, ніж у металу), осад товщиною всього в 1 мм знижує теплопередачу і проектний ККД обладнання на 6%, а 3-міліметровий шар до 20%, що призводить до істотної перевитрати палива.

Існує багато традиційних способів хімводоочистки, але всі вони є досить металоємними та вимагають значних капіталовкладень, тому розглянемо такий спосіб пом'якшення води як намагнічування.

Для обґрунтування актуальності питання магнітної обробки в енергетиці розглянемо перспективи та реалії практичного використання омагнічення водних систем. На це питання особливу увагу звертали В. Классен та Е. Тебеніхін [1, 2]. Автори звертають увагу на використання магнітної обробки для боротьби з накипом та очищення води. Классен звертає увагу на застосування магнітної обробки води для мокрого пиловловлювання. Тебеніхін звертає значну увагу на використання магнітної обробки води в суто енергетичних цілях. Він пропонує використання магнітної обробки води для живлення енергетичних котлів є простим та дешевим, що не потребує значної витрати металу, дозволяє обмежиться спрощеним контролем та може бути використаний з певним ефектом як по відношенню до економії палива, так і строку служби котлів між черговими чистками. Крім того, поверхні нагріву котлів піддаються сильному перегріву, що в ряді випадків призводить до пошкодження екранної теплообмінної поверхні котлоагрегату.

Тому кожного разу після закінчення опалювального сезону експлуатаційні служби виконують трудомістку роботу з очищення котлів та теплообмінних апаратів від накипу.

Тобто при магнітній обробці відбувається заміна твердих відкладень на пухкі. При магнітній обробці природної води, що знаходиться в стані термодинамічної рівноваги, немає ніяких підстав припускати реальну можливість виникнення і тим більш тривалого збереження («магнітна пам'ять») будь-яких змін у воді під дією відносно слабких магнітних полів. У зв'язку з цим, ймовірно, дія магнітного поля при водообробці може виявитися тільки в термодинамічно неврівноважених системах, тобто системах, що знаходяться в нестійкому стані.

Для теплових мереж відкритого типу економічно вигідним є використання апаратів магнітної обробки при

раціональному вирішенні питання видалення шламу, пов'язаного з гігієнічними характеристиками води, а для закритих мереж застосування даних апаратів являється ще більш вигідним оскільки не потребує видалення шламу, у зв'язку з відповідним температурним режимом.

У випадку застосування омагнічення у системах охолодження впливу піддається охолоджуюча вода. В циркуляційній системі обробляється головним чином додаткова вода, а в прямоточній — уся. Вибір місця встановлення апарату визначається відсутністю у воді такої характеристики як вуглекислота. У прямоточній системі охолодження проблема видалення шламу не являється актуальною, оскільки останній може виноситися з системи з водою, що скидається. У циркуляційній системі шлам може збиратися в окремих місцях системи охолодження, тому слід передбачити встановлення пристроїв для його видалення.

Останньою проблемою, яку треба зазначити особливо — це відмінність впливу на водну систему полів природного та електричного магнітів. Оскільки науковці зіткнулися з складностями в теоретичному обґрунтуванні процесу магнітної обробки та не мали експериментальних підтверджень, тому вони не мали змоги переконатися, що значну роль в процесі магнітної обробки води відіграє не лише напруженість магнітного поля, а й частота та амплітуда коливання магнітних хвиль. Лише в нинішній час, а саме у роботах Барана було показано, що магнітне поле Землі близьке за характером впливу до електромагнітного поля звичайних частот, що призводить до хибних, а іноді і від'ємних результатів під час електромагнітної обробки води. Таким чином на практиці слід застосовувати природні магніти, що дають змогу завжди отримувати позитивний результат.

На думку авторів [3] до основних параметрів, від яких залежить ефективність обробки магнітним полем, відносяться наступні:

напруженість магнітного поля в робочому зазорі;
градієнт напруженості магнітного поля;
характер магнітного поля;
конфігурація магнітного поля;
полярність магнітного поля;
кратність дії магнітного поля на рідину;
швидкість перетину рідиною магнітного потоку.

Власне магнітне поле не призводить до очищення або пом'якшення води, але впливає на спіни протонів її молекул. Це призводить до утворення тимчасової нерівноважної форми води, яка характеризується зменшеною енергією зв'язків між молекулами, що, в свою чергу, призводить до зменшення питомої теплоти пароутворення та збільшення поверхневого натягу води. Останнє положення сприяє інтенсивному проникненню омагніченої води у мікрокапіляри та тріщини, тобто руйнуванню накипу.

На жаль, вплив магнітних полів на властивості води не можна назвати стійкими — спостерігаються часті і незрозумілі коливання результатів, які проводилися здавалося б у строго стандартних умовах.

Після впливу на воду магнітного поля, у ній збільшується швидкість хімічних процесів і кристалізації розчинених речовин, інтенсифікуються процеси абсорбції, поліпшується коагуляція домішок і випадання в осад. Вплив магнітного поля на воду відбивається на поведінці домішок, які знаходяться в її складі, хоча сутність цих явищ поки що остаточно не визначена.

При цьому утворюється малорозчинні з'єднання $CaCO_3$, що випадають в осад. Приклад такої системи — вода з певною карбонатної жорсткістю, стабільність якої порушується при її підігріві (зазвичай вище 40). Причому дія магнітного поля посилюється присутністю у воді феромагнітних оксидів заліза

Виділення твердої фази в масі води у вигляді шламу не забезпечує саме по собі повноту ефекту відповідного методу обробки води. При недостатньому видаленні утворений шлам може призводити до вторинного низькотеплопровідного накипу. Тому при магнітній обробці води необхідно в котлі, системи теплопостачання наявність пристроїв, які забезпечують надійний і своєчасний відвід утвореного шламу.

Крім того, при магнітній обробці води корозійна активність води не знижується. Тому, за наявності очищаючого ефекту інтенсивність корозії зростає, з'являються умови для розвитку підшламової корозії.

У зв'язку з вищевказаним, магнітна обробка води рекомендується для природних вод із загальною жорсткістю до 10 мг-екв / л і карбонатної не вище 6 мг-екв / л. Крім того, встановлено обмеження за величиною водяного обсягу котла - не більше 50 л/м^2 поверхні нагріву, а також і по тепловій напрузі поверхонь нагріву - не більше 100 кВт/м^2.

Незважаючи на всі переваги апаратів для магнітної обробки води, на практиці ефект обробки часто виявлявся тільки в перший період експлуатації, потім результат зникав. З'явився навіть термін — ефект «звикання» води. Свої властивості магнітна вода зберігає менше доби. Це явище втрати магнітних властивостей називається релаксацією.

Тому в теплових мережах крім омагнічування підживлюваної води необхідно обробляти воду, що циркулює у системі шляхом створення так званого антирелаксаційного контуру, за допомогою якого обробляється вся вода, що циркулює в системі.

Протинакипний ефект буде збільшуватися:

- з підвищенням температури води,
- при більш високому вмісті іонів Ca^{2+} і Mg^{2+},
- з підвищенням лужності води,
- при зменшенні загальної мінералізації води.

Магнітна обробка виникла як метод запобігання накипоутворення і корозії, яка незабаром рекомендували як метод запобігання інкрустацій апаратах пивоваріння, цукрової, целюлозної та хімічної промисловості, а також сольових відкладень у трубах нафтових свердловин. Крім того, її почали застосовувати для прискорення твердіння і підвищення міцності бетонів і інших матеріалів на основі цементу і алебастру, прискорення процесів осадження зважених часток, впливу на активну масу акумуляторів при її формуванні, поліпшення та інтенсифікації процесів збагачення корисних копалин і таке інше.

Загалом практика показує, що саме спосіб магнітної обробки води є дешевим простим та ефективним. Він не потребує значних капіталовкладень в порівнянні з встановленням хімводоочистки та являється перспективним методом в енергетиці.

Висновки

Магнітна вода має протинакипний і антикорозійний ефекти.

Магнітну воду можна ефективно використовувати для очищення теплообмінних поверхонь від вже існуючих твердих відкладень.

За допомогою магнітної обробки води можна інтенсифікувати процеси абсорбції, поліпшити коагуляцію домішок.

Список літератури

Классен В. И., *Омагничивание водных систем, 2 изд., М., 1982*

Тебенихин Е. Ф., *Безреагентные методы обработки воды в энергоустановках, М., 1977*

Сокольский Ю. М., *Омагниченная вода: правда и вымысел, Л., 1990.*

Стаття надійшла в редакцію 22.04.2012

УДК 631.22

Еколого-енергозберігаючі технології покращення технологічних процесів ТЕС і зменшення теплових та антропогенних викидів у навколишнє середовище

Корбут В.П., д.т.н., професор

Теплові електростанції (ТЕС), які працюють на органічному паливі, є ключовою ланкою серед об'єктів виробництва теплової і електричної енергії. Загальна встановлена потужність електростанцій України складає 53,9 млн. кВт, у тому числі доля ТЕС - 36,4 млн. кВт (67,5%). Незважаючи на окремі досягнення у підвищенні ефективності роботи ТЕС, вирішення проблеми зменшення енерговитрат, покращення санітарно-гігієнічного та екологічного стану всередині та у навколишньому середовищі, не відповідає сучасним економічним і соціальним вимогам.

Існуючі рішення по технологічним системам вентиляції та організації повітрообміну у головних корпусах ТЕС внаслідок неефективності схем локалізації та нераціонального використання значних теплонадходжень від обладнання, розміщеного по висоті, призводять до неприпустимого перегріву площадок обслуговування верхніх зон, а також до переохолодження нижніх зон у холодний період року. Технічні рішення, які приймались на стадії проекту та реконструкції опалювально-вентиляційних систем, є енергоємними, економічно неефективними і не враховували технологічні режими та особливості тепломасообмінних процесів у внутрішніх об'ємах. До теперішнього часу не розглядалось комплексне рішення використання теплових втрат обладнанням, зниження енерговитрат та покращення стану повітряного середовища ТЕС.

Експлуатаційні дані свідчать про те, що існуючі проектні рішення передбачають традиційні схеми організації повітрообміну з утворенням єдиної циркуляційної зони. Натурні дослідження повітряного середовища головних корпусів ТЕС при існуючих системах формування повітряно-теплових режимів у них показують, що, в основному, функціонує тільки природний повітрообмін, який і впливає на розподіл шкідливих речовин в об'ємі приміщення. Причому незадовільні експлуатаційні умови на робочих площадках обумовлюються не тільки відсутністю працездатних, відповідаючих проекту систем механічної та природної вентиляції, але і недосконалою схемою вентиляції в цілому.

Відсутність працюючих систем механічної припливної вентиляції призводить до розрідження та переохолодження нижніх зон у холодний період року. Тому у даний період повітря на дуття в котли з головного корпуса не забирається. Повітрозабірні шахти дуттьового повітря та регулюючий клапан не ущільнені, у результаті чого повітря і в теплий період року забирається зовні та з нижніх зон зі зниженими температурами, а теплота від устаткування видаляється з повітрям через ліхтарі і за рахунок ексфільтрації.

Такі умови експлуатації призводять до значної перевитрати теплової енергії для опалювально-вентиляційних та технологічних потреб при недотриманні санітарно-гігієнічних вимог.

Інтенсивна інфільтрація холодного повітря через нещільності та ушкоджене засклення по ряду А у холодний період року і підвищені значення температур по ряду Б призводять до нерівномірного охолодження вузлів турбогенераторів, що може викликати температурний перекіс фундаментів, підвищений знос деталей турбіни і погіршення її роботи.

Застосування однозонального природного повітрообміну з незначним використанням дуттьових систем призводить до утворення нижніх переохолоджених зон у холодний період року і верхніх перегрітих зон. Крім того, не використовуються значні теплові втрати обладнанням (10,5...25 МВт в залежності від потужності енергоблоків) для опалювально-вентиляційних та технологічних цілей. Значні перепади температур по висоті (25...50°С) пояснюються великою потужністю термогравітаційних потоків повітря біля високих (h = 40-110 м) вертикальних нагрітих поверхонь, які і визначають теплові умови на різних рівнях в котельних відділеннях, а також загальний повітрообмін. На незадовільний стан внутрішнього повітряного середовища і теплові умови також впливає: відсутність можливості керування повітрообміном при перемінних режимах роботи технологічного обладнання та тяго-дуттьових систем; суттєві відмінності фактичних режимів роботи вентиляції від проектних вимог; значно більші, ніж нормовані, тепловтрати від обладнання (до 60%); відсутність енергозберігаючих заходів, при тому, що загальна потрібна теплова потужність теплообмінників установок припливного та дуттьового повітря сягає від 3,5 до 85 МВт на один енергоблок, а необхідні повітрообміни - до 12-106 кг/год. '

Незадовільним залишається стан теплової ізоляції, яка визначає температури поверхонь та втрати теплоти нагрітим обладнанням. Натурні обстеження виявляють значне перевищення втрат теплоти обладнанням у порівнянні з нормативними. Перевищення втрат теплоти основним обладнанням та трубопроводами складає від 7% для ділянок поверхонь котлоагрегату, до 22-27% для турбін, підігрівачів і трубопроводів обв'язки та до 104-180% для трубопроводів перегрітої пари та гарячого промперегріву. Ізоляційні матеріали, що використані на діючих енергоблоках у даний час, не здатні забезпечити нормативні втрати теплоти.

Наведені вище положення призводять до того, що витрати енергії на власні потреби у головних корпусах ТЕС становлять 2,77...8,11 % від виробленої (табл. 1), а коефіцієнт корисного використання цієї енергії (відношення теплонадлишків до кількості теплоти, що корисно використовується для нагріву дуттьового повітря) у середньому не перевищує 0,35...0,4. Існуюча однозональна організація

Таблиця 1 Надходження і витрати теплової та електричної енергії на власні потреби ТЕС

Вид надходжень, або витрат г	Потужність енергоблоків, МВт				
	100	200	300	500	800
Кількість обстежених ТЕС/блоків	4/12	4/22	11/42	2/6	4/9
Теплова потужність котлів, МВт	325	558,33	806,6	1186	2027
Теплові втрати обладнанням у приміщенні, МВт	10,5	1,5	12,48	18,2	25,01
Теплові витрати на нагрів припливного повітря, МВт	5,46÷17,44	6,0÷ 19,39	6,6÷22,5	10,27÷34,0	15,6÷52,1
Теплові витрати на нагрів дуттьового повітря, МВт	2,4÷2,92	4,97÷6,75	7,22÷9,82	11,83÷18,88	16,85÷33,15
Витрати електроенергії, МВт	0,39÷0,45	0,45÷0,51	0,52÷0,6	0,8÷1,0	1,0÷1,3
Загальні витрати енергії, МВт	13,78÷26,34	20,84÷36,1	26,42÷44,5	39,57÷70,55	56,17÷109,27
Відсоток енергії на власні потреби від вироблення, %	4,24÷8,11	3,73÷6,47	3,28÷5,52	3,34÷5,94	2,77÷5,39
Річні витрати енергії на власні потреби, ГДж/рік	214142÷374932	385620÷565700	514558÷716688	782818÷1121210	1089051÷1719329
Витрати умовного палива, тис. т/рік	9,0÷15,75	16,2÷23,76	21,6÷30,1	32,88÷47,09	46,74÷72,21

повітрообміну у головних корпусах призводить до нестабільної роботи енергетичного обладнання і не дозволяє досягти необхідних параметрів повітряного середовища по умовам технології та комфорту, відсутність ефективного тепловикористання погіршує економічні показники та тепловий стан навколишнього середовища, а збільшені домішки викидів у димових газах -значно впливають на забруднення атмосфери.

Багатозональні еколого-енергозберігаючі системи формування внутрішнього повітряного і теплового режимів ТЕС.

Підвищення ефективності та енергетичної економічності опалювально-вентиляційних та дуттьових систем головних корпусів ТЕС, реалізація яких базується на комплексному науковому підході до фактичних тепломасообмінних процесів, технологічних та об'ємно-планувальних властивостей головних корпусів, є актуальною науково-технічною проблемою. Одним з перспективних методів вирішення цієї проблеми є використання найсучасніших енергозберігаючих технологій з переходом на багатозональні аераційно-механічні енергоефективні системи вентиляції технологічного та комфортного призначення, які передбачають зональні принципи формування теплових умов і циркуляційних течій по висоті котельних відділень з конструктивним або динамічним горизонтальним перекриттям і подачею та видаленням повітря на різних рівнях.

Аналітично-експериментальними методами доведено доцільність застосування систем вентиляції, в яких подача припливного повітря здійснюється у нижню зону (нижче нижньої робочої площадки), верхню (вище котлів) та середню (за рахунок перетоку з машинного відділення, повітряно-струменевого перекриття та інше), а видалення повітря - примусове дуттьовими системами за допомогою розташованих біля поверхонь котлів кільцевих повітропроводів рівномірного всмоктування на рівні верху котлів і середньої зони та природне через регульовані світлоаераційні панелі під дахом цеху. Це дозволяє подачу та видалення здійснювати на різних рівнях котельного відділення аераційно-механічними вентиляційними системами, а дуттьове повітря видаляти з найбільш теплонапружених і забруднених зон біля вертикальних поверхонь котлів та включити у повітряний баланс загальнообмінної вентиляції. Для стабільності роботи запропонованих багатозональних механічно-аераційних систем, створення внутрішнього мікроклімату і тепловикористання у головних корпусах ТЕС, а також для розподілу повітря на різних рівнях та місцях у плані швидко загасаючими віяловими струминами пропонується використовувати різні конструкції повітророзподілювачів. Для видалення повітря рекомендовано використання витяжних світло-аераційних панелей з V-подібними вертикальними стулками, які розміщені в зовнішніх огорожах котельного відділення під перекриттям (без ліхтарів, що зменшує тепловтрати). У випадках, коли компоновочні рішення споруд не дозволяють досягти необхідної ефективності витяжних аераційних устроїв, розміщених у зовнішніх огородженнях під дахом приміщень, рекомендовано застосувати конструкції аераційних ліхтарів з високими аеродинамічними та економічними показниками. Головна відмінність нових аераційних устроїв від існуючих - відсутність надбудов над дахом та висока ежекційна спроможність по відношенню до видаляємого повітря при дії вітру.

В результаті впровадження у експлуатацію економія енергії досягається за рахунок підвищення температури повітря, яке забирається на дуття та зменшення витрат теплової енергії на підігрівання припливного повітря. При цьому значно знижується температурне розшарування по висоті та покращуються санітарно-гігієнічні умови на робочих площадках, підвищується температура повітря в холодний період року в нижній зоні котельного відділення і зменшується температура повітря на котлоагрегатах.

Доведено високу ефективність запропонованих систем, що забезпечують значне зменшення розшарування температур повітря по висоті (градієнт температур наближається до 0) та збільшення коефіцієнту використання теплонадлишків на 20...40% (до 67% у холодний період року).

Запропоновані енергозберігаючі технології та конструктивні елементи для їх реалізації впроваджено у експлуатацію на деяких енергоблоках ТЕС України та країн СНД. Досвід багаторічної експлуатації впроваджених систем та обладнання підтвердив їх високу ефективність роботи у різні періоди року, надійність окремих вузлів та систем у цілому при перемінних режимах роботи технологічного обладнання; зменшились витрати енергії на власні потреби за рахунок ефективного тепловикористання та раціонального розподілу повітря, значно покращились умови праці на робочих площадках та експлуатація огороджуючих конструкцій у верхній зоні. З екологічної точки зору, знижується теплове забруднення атмосфери і гідросфери.

Економічний ефект досягається за рахунок загального зменшення енерговитрат на власні потреби до 10% та підвищення коефіцієнту тепловикористання. Очікуваний ефект при впровадженні систем на ТЕС України складає 72616 т. умовного палива на рік, або 92420 т. вугілля (Q Р/Н = 23000 кДж/кг).

Значно зменшується концентрація оксиду вуглецю, діоксиду сірки, оксиду азоту та пилу у викидах (табл. 2)

Таблиця 2 Зниження кількості домішкових викидів за рік

Показник	Тип домішки		
	NOx	SO2	CO
Очікуване скорочення сумарного викиду, т/рік	135	800	650

Наприклад, для енергоблоку 300 МВт дані показники виглядають наступним чином:

річна економія палива - 600 т. умовного палива, або 765 т. вугілля;

скорочення шкідливих викидів в атмосферу:

CO- 5,36 т/рік;

NOx- 1,1 т/рік;

S02 - 6,6 т/рік.

Стаття надійшла в редакцію 20.04.2012

УДК 622.994

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА КОНДЕНСАТА, ВЫДЕЛЯЕМОГО ИЗ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ В КОНДЕНСАЦИОННЫХ КОТЛАХ

Куделя П. П. – к.т.н., доцент, НТУУ «КПІ»
Барабаш В П. – аспірант, НТУУ «КПІ»

Разработана методика определения количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания, в зависимости от температуры уходящих газов, коэфициента избытка воздуха и его влагосодержания.

Розроблена методика визначення кількості конденсату, яку можна отримати із продуктів згоряння, в залежності від температури відхідних газів, коефіцієнта надлишку повітря та його вологовмісту.

Methodology of determining the amount of the runback distinguished from foods of combustion is considered, depending on the temperature of get-away gases, factor surplus of air and his dryness.

Для повышения эффективности теплогенерирующего оборудования в настоящее время широко начали использовать конденсационные котлы [1], однако из доступных публикаций не ясно, можно ли в них сконденсировать весь образовавшийся при сгорании топлива водяной пар и, тем самым, полностью использовать высшую теплоту сгорания топлива. Ответам на эти вопросы посвящена настоящая статья.

В процессе сгорания топлива (природного газа) образуется определенное количество пара, который находится в смеси в газообразном состоянии под своим парциальным давлением P_n, равным $P_n = r_n \cdot P_{см}$, где r_n — молярная (объемная) доля пара в смеси, $P_{ci} = \sum D_i$ — давление газообразных продуктов сгорания. При температурах продуктов сгорания выше температуры насыщения пара t_s при данном парциальном давлении P_n (температура точки росы t_p), парогазовая смесь будет ненасыщенной, относительная влажность ее $\varphi < 1$ (рис. 1,2). Когда температура продуктов сгорания t понижается до температуры точки росы t_p, т.е. $t = t_p = t_s(P_n)$, водяной пар начинает конденсироваться. Если продукты сгорания охлаждаются ниже $t_p = f(P_n)$, то они состоят из сухих газов, насыщенного водяного пара и конденсата:

$$m_{nc} = m_{сух} + m^{конд}_{н_2о} + m^{s}_{н_2о}.$$

Здесь $m_{сух}$ — масса сухих продуктов сгорания, $m^{конд}_{н_2о}$ — масса сконденсированного пара (конденсата), $m^{s}_{н_2о}$ — масса насыщенного водяного пара при данной температуре продуктов сгорания $t < t_p(P_n)$. Парциальное давление насыщенного водяного пара при $t < t_p(P_n)$ равно давлению насыщения $P^{s}_{н_2о}(t)$ (рис.1).

Общая масса H_2O в продуктах сгорания равна:

$$m_{н_2о} = m^{конд}_{н_2о} + m^{s}_{н_2о}.$$

Отнеся величины этого уравнения к массе топлива m_T, получим:

$$\beta^{конд}_{н_2о} = \beta_{н_2о} - \beta^{s}_{н_2о}(T, P, \alpha), \qquad (1)$$

где $\beta^{конд}_{н_2о} = m^{конд}_{н_2о} / m_T$; $\beta_{н_2о} = m_{н_2о} / m_T$; $\beta^{s}_{н_2о} = m^{s}_{н_2о} / m_T$;

α- коэффициент избытка воздуха.

Для вычисления относительной величины $\beta^{конд}_{н_2о}$ необходимо найти выражение для определения $\beta^{s}_{н_2о}$ — массы насыщенного водяного пара в продуктах сгорания при $t \le t_p(P_n)$, приходящейся на 1 кг топлива. Для этого выразим $\beta^{s}_{н_2о}$ через величины, которые легко определяются или измеряются. С влагосодержанием насыщенных продуктов сгорания величина $\beta^{s}_{н_2о}$ связана выражением:

$$d^s = \frac{m^{s}_{н_2о}}{m_{сух}} = \frac{m^{s}_{н_2о} / m_T}{m_{сух} / m_T} = \frac{\beta^{s}_{н_2о}}{\beta_{сух}(\alpha)} \qquad (2)$$

Массы $m^{s}_{н_2о}$ и $m_{сух}$ выразим через уравнения состояния идеального газа (продукты сгорания и их компоненты рассматриваются как идеальные газы) [2]:

$$m^{s}_{н_2о} = \frac{P^{s}_{н_2о}(T) \cdot V_{н_2о}(P_{н_2о}, T)}{R_{н_2о} \cdot T}; \quad m_{сух} = \frac{P_{сух} \cdot V_{сух}(P_{сух}, T)}{R_{сух}(\alpha) \cdot T}.$$

При этом для смеси идеальных газов справедливо равенство:

$$V_{н_2о}(P_{н_2о}, T) = V_{сух}(P_{сух}, T) = V_{пс}(P, T) = V.$$

Тогда для отношения $m^{s}_{н_2о} / m_{сух}$ имеем:

$$\frac{m^{s}_{н_2о}}{m_{сух}} = \frac{R_{сух}(\alpha)}{R_{н_2о}} \cdot \frac{P^{s}_{н_2о}(T)}{P_{сух}}. \qquad (3)$$

Используя соотношения (2), (3) и закон Дальтона $P = P_{см} = P^{s}_{н_2о} + P_{сух}$, получаем выражение для определения $\beta^{s}_{н_2о}$:

$$\beta^{s}_{н_2о}(T, P, \alpha) = \beta_{сух}(\alpha) \cdot \frac{R_{сух}(\alpha)}{R_{н_2о}} \cdot \frac{P^{s}_{н_2о}(T)}{P - P^{s}_{н_2о}(T)}. \qquad (4)$$

Из зависимости (4) следует, что величина $\beta^{s}_{н_2о}$ зависит от парциального давления насыщенного пара $P^{s}_{н_2о}(T)$, которое, в свою очередь, является функцией только температуры продуктов сгорания. При известной температуре продуктов сгорания парциальное давление насыщенных водяных

паров можно найти в [3].

Для удобства вычисления по составу продуктов сгорания входящего в соотношение (4) произведения $\beta_{сух}(\alpha)\cdot R_{сух}(\alpha)$, представим его в ином виде, исходя из следующих соображений. Из термодинамики известно [4], что удельную газовую постоянную смеси идеальных газов можно определить по зависимости:

$$R_{см}=\sum(g_i\cdot R_i),$$

где $g_i=m_i/m_{см}$ — массовая доля компонента в смеси. Отсюда:

$$m_{см}\cdot R_{см}=\sum(m_i\cdot R_i).$$

Для сухих продуктов сгорания материальный баланс целесообразно представить для упрощения расчетов в виде:

$$m_{сух}=m^{*}_{сух}+m^{изб}_{в-х},$$

где $m^{*}_{сух}$ — масса сухих продуктов сгорания при α=1 (стехиометрическая смесь), $m^{изб}_{в-х}$ — масса избыточного воздуха, не участвующего в реакции сгорания при α=1. Применяя зависимость $m_{см}\cdot R_{см}=\sum(m_i\cdot R_i)$ и уравнение материального баланса $m_{сух}=m^{*}_{сух}+m^{изб}_{в-х}$ для сухих продуктов сгорания, можем записать:

$$m_{сух}\cdot R_{сух}=m^{*}_{сух}\cdot R^{*}_{сух}+m^{изб}_{в-х}\cdot R_{в-х}.$$

Разделив эту зависимость на массу топлива m_T, получим:

$$\beta_{сух}(\alpha)\cdot R_{сух}(\alpha)=\beta^{*}_{сух}\cdot R^{*}_{сух}+\beta^{изб}_{в-х}\cdot R_{в-х},$$

где $\beta_{сух}=m_{сух}/m_T$, $\beta^{*}_{сух}=m^{*}_{сух}/m_T$,

$\beta^{изб}_{в-х}=m^{изб}_{в-х}/m_T=(m_{в-х}-m^{\min}_{в-х})/m_T=m_{в-х}/m_T-m^{\min}_{в-х}/m_T=\alpha\cdot l_0-l_0=(\alpha-1)\cdot l_0$

Здесь $m^{\min}_{в-х}/m_T=l_0$ — минимальная масса воздуха, необходимая для полного сгорания 1 кг топлива; $m_{в-х}/m^{\min}_{в-х}=\alpha$ — коэффициент избытка воздуха.

Последнее соотношение можно представить в виде:

$$\beta_{сух}(\alpha)\cdot R_{сух}(\alpha)=\beta^{*}_{сух}\cdot R^{*}_{сух}+(\alpha-1)\cdot l_0\cdot R_{в-х}. \qquad (5)$$

Значения $\beta^{*}_{сух}\cdot R^{*}_{сух}$ определяются по составу продуктов сгорания из реакции горения топлива. Для природного газа (метана):

$$\beta^{*}_{сух}\cdot R^{*}_{сух}=\beta^{*}_{CO_2}\cdot R_{CO_2}+\beta^{*}_{N_2}\cdot R_{N_2}. \qquad (6)$$

Кислород, необходимый для окисления топлива, подается с воздухом. При расчетах горения воздух считают двухкомпонентным газом, состоящим из кислорода (молярная доля $r_{O_2}=0.21$) и азота (молярная доля $r_{N_2}=0.79$). На каждый кмоль кислорода подается балласт из азота в количестве

$$0.79\cdot N_2/0.21\cdot O_2=3.76\ \ (кмоль\ N_2/кмоль\ O_2).$$

При коэффициенте избытка воздуха α>1 реакция сгорания метана (основного компонента природного газа) имеет вид:

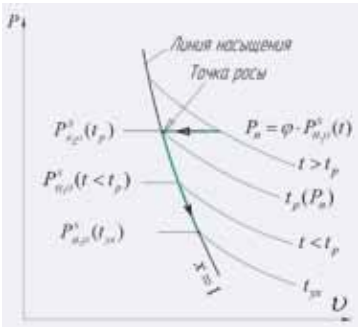


Рис.1. Изменение состояния пара в продуктах сгорания при их охлаждении

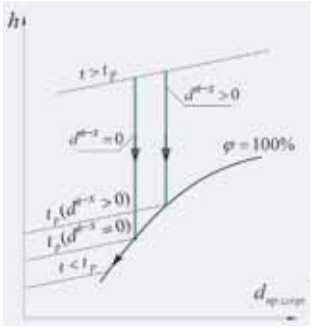


Рис.2. Процесс охлаждения продуктов сгорания в **h-d** диаграмме

$$CH_4+2\cdot\alpha\cdot(O_2+3.76\cdot N_2)\rightarrow$$
$$\rightarrow CO_2+2\cdot H_2O+7.52\cdot N_2+(\alpha-1)\cdot(2\cdot O_2+7.52\cdot N_2). \qquad (7)$$

При α=1: $CH_4+2\cdot(O_2+3.76\cdot N_2)\rightarrow CO_2+2\cdot H_2O+7.52\cdot N_2$, отсюда

$$\beta^{*}_{CO_2}=\frac{m^{*}_{CO_2}}{m_T}=\frac{\mu_{CO_2}\cdot n_{CO_2}}{\mu_{CH_4}\cdot n_{CH_4}}=\frac{44\cdot1}{16\cdot1}=2.75\ (\frac{кг\ CO_2}{кг\ CH_4});$$

$$\beta^{*}_{N_2}=\frac{m^{*}_{N_2}}{m_T}=\frac{\mu_{N_2}\cdot n_{N_2}}{\mu_{CH_4}\cdot n_{CH_4}}=\frac{28\cdot7.52}{16\cdot1}=13.16\ (\frac{кг\ N_2}{кг\ CH_4});$$

$$\beta_{H_2O}=\frac{m_{H_2O}}{m_T}=\frac{\mu_{H_2O}\cdot n_{H_2O}}{\mu_{CH_4}\cdot n_{CH_4}}=\frac{18\cdot2}{16\cdot1}=2.25\ (\frac{кг\ H_2O}{кг\ CH_4});$$

теоретически необходимое количество воздуха (α=1):

$$l_{\min}=l_0=\frac{m^{*}_{в-х}}{m_T}=\frac{\mu_{O_2}\cdot n_{O_2}+\mu_{N_2}\cdot n_{N_2}}{\mu_{CH_4}\cdot n_{CH_4}}=\frac{32\cdot2+28\cdot7.52}{16\cdot1}=17.16\ (\frac{кг\ воздуха}{кг\ топлива}),$$

где μ — молярная масса газа, n — количество вещества.

Газовые постоянные CO2, N2, водяного пара и воздуха:

$$R_{CO_2}=\frac{\mu R}{\mu_{CO_2}}=\frac{8.314}{44}=0.189\ (\frac{кДж}{кг\cdot K});\ R_{N_2}=\frac{\mu R}{\mu_{N_2}}=\frac{8.314}{28}=0.297\ (\frac{кДж}{кг\cdot K});$$

$$R_{в-х}=\frac{\mu R}{\mu_{в-х}}=\frac{8.314}{28.96}=0.287\ (\frac{кДж}{кг\cdot K});\ R_{H_2O}=\frac{\mu R}{\mu_{H_2O}}=\frac{8.314}{18}=0.462\ (\frac{кДж}{кг\cdot K}).$$

Представленные данные использовались для вычисления $\beta^{конд}_{n_2o}$ по соотношению (1) с использованием уравнений (4,5,6) для случая, когда влагосодержание подаваемого в топку воздуха $d^{в-х}=m^{в-х}_{H_2O}/m^{в-х}_{сух}=0$. В уравнении (4) температура $T\le T_p$, где T_p — температура, при которой начинается конденсация пара (температура точки росы) и $\beta^{конд}_{n_2o}=0$. По составу продуктов сгорания при разных коэффициентах избытка воздуха (α =1; 1,15; 1,3) в соответствии с уравнением реакции горения метана (7) находилась молярная доля водяного пара в парогазовой смеси r_{H_2O} и парциальное давление $P_n(T_p)=r_{H_2O}\cdot P$. Атмосферное давление P в общем случае является переменной величиной, в расчетах принималось равным 100 кПа. По $P_n(T_p)$, используя данные о свойствах насыщенного водяного пара [3], находим температуру точки росы $T_p=T_S(P_n)$. Парциальное давление пара $P^{s}_{n_2o}(T_p)$ при $d^{в-х}=0$ можно рассчитать также по уравнению:

$$P^{s}_{n_2o}(T_p)=\frac{P}{1+\left[\beta_{сух}(\alpha)\cdot R_{сух}(\alpha)/\beta_{H_2O}\cdot R_{H_2O}\right]},$$

которое получается из зависимости (4) при условии $\beta_{n_2o}=\beta^{s}_{n_2o}(T,P,\alpha)$ в выражении (1). Величины β_{n_2o} и $\beta^{конд}_{n_2o}$ для наглядности выражены в единицах: кг H_2O/(м^3 CH_4).

Если воздух, подаваемый в камеру сгорания, влажный, то его влагосодержание

$$d^{в-х}=\frac{m^{в-х}_{H_2O}}{m_{сух.в-ха}}\ (\frac{кг\ H_2O}{кг\ сух.воздуха})$$

отлично от нуля (обычно принимают 8÷10 г/кг сухого воздуха.).

Масса сухого воздуха при α>1, приходящаяся на один кг топлива

$$l=\frac{m_{сух.в-ха}}{m_T}=\alpha\cdot l_0\ (\frac{кг\ сух.\ воздуха}{кг\ топлива}).$$

Тогда масса водяного пара, подаваемого с воздухом, на один кг топлива

$$\beta^{в-х}_{H_2O}=\frac{m^{в-х}_{H_2O}}{m_T}=\alpha\cdot l_0\cdot d\ (\frac{кг\ H_2O}{кг\ топлива}).$$

Разделив материальный баланс H_2O $m_{n_2o}+m^{в-х}_{n_2o}=m^{конд}_{n_2o}+m^{s}_{n_2o}$ на массу топлива m_T, получаем:

$$\beta_{н_2о} + \beta_{н_2о}^{в-х} = \beta_{н_2о}^{конд} + \beta_{н_2о}^{s},$$

Отсюда, при $d^{в-х} > 0$:

$$\beta_{н_2о}^{конд} = \beta_{н_2о} + \beta_{н_2о}^{в-х}(\alpha, d) - \beta_{н_2о}^{S}(T, P, \alpha). \quad (8)$$

Если водяной пар в воздухе отсутствует ($m_{н_2о}^{в-х} = 0$), то равенство (8) сводится к (1). Охлаждаемая парогазовая смесь становится насыщенной при достижении температуры точки росы $T_р$, при этом $\beta_{н_2о}^{конд} = 0$ и уравнение (8) принимает вид:

$$\beta_{н_2о} + \beta_{н_2о}^{в-х}(\alpha, d) = \beta_{н_2о}^{S}(T, P, \alpha).$$

С учетом этого равенства для соответствующего парциального давления $P_{н_2о}^{s}(T_p)$ из уравнения (4) имеем:

$$P_{н_2о}^{s}(T_p) = \frac{P}{1 + \left[\beta_{сух}(\alpha) \cdot R_{сух}(\alpha) \Big/ \left(\beta_{H_2O} + \beta_{н_2о}^{в-х}(\alpha, d)\right) \cdot R_{H_2O}\right]}.$$

Парциальное давление пара $P_{н_2о}^{s}(T_p)$ можно вычислить также по молярной доле водяного пара r_{H_2O} в продуктах сгорания (аналогично случаю $d^{в-х} = 0$), но в отличии от случая $d^{в-х} = 0$ следует учесть не только образующийся при сгорании топлива пар, но и влагу воздуха. Результаты расчетов температуры точки росы по парциальному давлению $P_{н_2о}^{s}(T_p)$ при $d^{в-х} = 0$ и $d^{в-х} = 10$ *г/кг сух. воздуха* представлены на рис. 3.

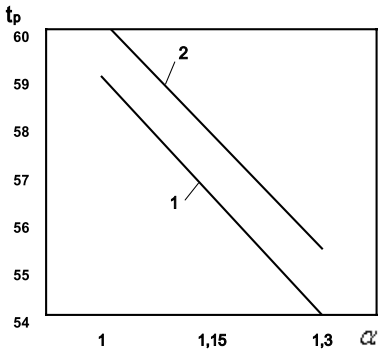


Рис.3. Зависимость температуры точки росы tp продуктов сгорания метана от коэффициента избытка воздуха — и влагосодержания воздуха $d^{в-х}$, подаваемого для сгорания топлива:
1 — $d^{в-х} = 0$ г/кг с. в.;
2 — $d^{в-х} = 10$ г/кг с. в.

С увеличением влажности воздуха, возрастает общее парциальное давление пара в продуктах сгорания, а, следовательно, и температура точки росы $T_р$. Повышение коэффициента избытка воздуха α, наоборот, приводит к снижению $T_р$.

Из уравнения (8) следует, что с повышением содержания водяного пара в воздухе увеличивается $\beta_{н_2о}^{в-х}$ и при данных $T < T_p$ и α количество сконденсиро - ванного пара $\beta_{н_2о}^{конд}$.

Если продукты сгорания охладить до исходной температуры реагентов (стандартная температура обычно принимается равной $t_0 = 20...25\ °C$) [2], то образовавшийся при сгорании топлива пар, характеризующийся величиной $\beta_{н_2о}$, сконденсируется полностью, т.е. $\beta_{н_2о}^{конд} = \beta_{н_2о}$, если $\beta_{н_2о}^{в-х}(\alpha, d) = \beta_{н_2о}^{S}(T_0, P, \alpha)$. Только в этом случае вся высшая теплота сгорания топлива Q_B^P может быть использована.

При экспериментальном определении высшей теплоты сгорания топлива в воздух добавляется влага с тем, чтобы после охлаждения продуктов сгорания до исходной температуры реагентов весь образующийся при горении водяной пар сконденсировался [4]. Если влага в воздухе отсутствует ($\beta_{н_2о}^{в-х} = 0$) или $\beta_{н_2о}^{в-х}(\alpha, d) < \beta_{н_2о}^{S}(T, P, \alpha)$, то при охлаждении продуктов сгорания до исходной температуры реагентов образовавшийся в результате сгорания топлива пар сконденсируется не полностью и некоторое его количество останется в газообразных продуктах сгорания.

Для вычисления $\beta_{н_2о}^{конд}$ при $T < T_p$ использовались уравнения (1) и (8), а также (4,5,6). На рис. 4 приведена зависимость количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания 1 м3 метана. Из рис. 4 видно, что при одних и тех же значениях температуры и коэффициента избытка воздуха

Рис.4. Зависимость количества сконденсированного пара и его доля по сравнению с влагой, образующейся при сгорании топлива, от температуры уходящих газов, влагосодержания воздуха и коэффициента избытка воздуха:

—— $d^{в-х}$=10 г/кг с. в.; – – – $d^{в-х}$=0 г/кг с. в.; 1 – α=1; 2 – α=1,15; 3 – α=1,3; 4 – α=1; 5 – α=1,15; 6 – α=1,3.

α количество сконденсированного пара в случае подачи на горение воздуха, содержащего влагу, больше, чем при подаче сухого воздуха. При увеличении α количество конденсата уменьшается, что обусловлено снижением температуры точки росы (начала конденсации пара).

Соотношение $\beta_{н_2о}^{конд} / \beta_{н_2о}$, где $\beta_{н_2о}$ относится к водяному пару, образующемуся при сгорании топлива, указывает на степень использования высшей теплоты сгорания топлива в конденсационном котле (рис. 4). Как следует из рис. 4, при охлаждении продуктов сгорания до исходной температуры реагентов $\beta_{н_2о}^{конд} < \beta_{н_2о}$. Это означает, что высшая теплота сгорания топлива не может быть полностью использована в конденсационных котлах без дополнительных мер по увеличению паросодержания продуктов сгорания.

Получены соотношения для определения количества конденсата, выделяемого из продуктов сгорания в конденсационных котлах, в зависимости от температуры уходящих газов $t_{ух}$, коэффициента избытка воздуха α и его влагосодержания d.

Показано, что при тех же значениях $t_{ух}$ и d с повышением α количество полученного конденсата уменьшается, что обусловлено снижением температуры начала конденсации ($t_р$). Повышение d приводит к росту $t_р$ и количества конденсата. Однако полная конденсация водяного пара, образующегося при сгорании топлива в условиях естественной влажности воздуха, не обеспечивается даже при охлаждении продуктов сгорания до исходной температуры реагентов ($t_о$). Это означает, что высшая теплота сгорания топлива не может быть полностью использована в конденсационных котлах без дополнительных мер по повышению паросодержания сжигаемого газа, или исходного воздуха.

Література

Райш М. *Полное использование теплоты сгорания топлива в промышленных котельных // Аква-Терм № 3 (43) май–июнь, 2008. С. 20–24.*

Бэр Г.Д. *Техническая термодинамика. – М.: Мир, 1977. – 519с.*

Ривкин С. Л., Александров А. А.. *Термодинамические свойства воды и водяного пара – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 80с.*

Хейвуд Р. *Термодинамика равновесных процессов. – М.: Мир, 1983. – 491с.*

Стаття надійшла в редакцію 19.01.2012