



УКРАЇНА

(19) UA (11) 17775 (13) U  
(51) МПК (2006)  
F01K 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

### (54) УСТАНОВКА ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1

(21) u200603714

(22) 05.04.2006

(24) 16.10.2006

(46) 16.10.2006, Бюл. № 10, 2006 р.

(72) Долінський Анатолій Андрійович, Білека Борис Дмитрович, Гаркуша Леонід Кирилович

(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(57) 1. Установка для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії, яка містить тепловий двигун з електрогенератором, котел-утилізатор, систему трубопроводів і газоходів, теплофікаційне обладнання, систему автоматики і регулювання, яка **відрізняється** тим, що установка додатково містить з'єднаний з котлом-

2

утлізатором тепловий насос, зв'язаний з зовнішнім джерелом низькопотенційної теплоти, регулюючи систему для розподілу електричної енергії, виробленої установкою, між тепловим насосом, іншими власними споживачами електроенергії і електричною мережею, а поверхня теплообміну котла-утилізатора складається з високотемпературного та низькотемпературного контурів, які зв'язані з тепловим насосом і не зв'язані між собою конструктивно в межах котла-утилізатора.

2. Установка за п.1, яка **відрізняється** тим, що тепловий насос зв'язаний тільки з високотемпературним контуром котла-утилізатора, а низькотемпературний контур котла-утилізатора є автономним.

Корисна модель стосується комунальної та промислової теплоенергетики і може бути використана для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в системах комунального і промислового теплопостачання.

Комбіноване вироблення теплової та електричної енергії вже давно застосовується в централізованому теплоелектрозабезпеченні (ТЕЦ) [1, 2].

Недоліком цих установок є висока капітальна вартість. Крім того, їм властиві недоліки, пов'язані з централізованим енергопостачанням (великі втрати в теплових та електричних мережах, концентровані викиди шкідливих речовин, недостатня надійність тепло- і електропостачання, високі тарифи на електроенергію і теплоенергію).

В останні роки комбіноване вироблення енергії (когенераційні технології) розповсюджується на комунальне теплопостачання та теплопостачання промислових підприємств. Когенераційні технології в комунальному теплопостачанні побудовані на використанні теплових двигунів з електрогенераторами, технологічно зв'язаних з теплофікаційними котлоагрегатами. Застосування когенераційних технологій пов'язане з підвищенням надійності

теплоелектропостачання і значним економічним ефектом, який обумовлюється відмовою від дорогої мережевої електроенергії для власних потреб підприємств, зменшенням потреб в паливі для теплопостачання і потенційною можливістю продажу надлишку виробленої дешевої електроенергії в мережу. Родоначальниками когенераційних установок в комунальній теплоенергетиці і на промислових підприємствах були когенераційні установки, створені на базі газотурбінних установок (ГТУ).

Відомі когенераційні установки на базі ГТУ зі скидом продуктів спалення з ГТУ в топку теплофікаційних котлів зі спаленням в їх середовищі додаткового палива [3, 4].

Недоліком цих установок є обмеженість потужності ГТУ великими значеннями (2,5...20МВт), що обумовлює їх використання тільки в потужних міських та районних комунальних теплофікаційних підприємствах, висока капітальна вартість ГТУ, недостатня вивченість топочних процесів при використанні продуктів спалення з ГТУ як окислювача, що призводить до зниження ефективності і надійності роботи котла. Недоліком є і в багатьох

(13) U

(11) 17775

(19) UA

випадках незадовільний стан теплофікаційних котлів, велика кількість яких є застарілими з використанням ресурсом роботи і незадовільним ккд. Недоліком є і складність вирішення проблеми постійного гарячого водопостачання, що пов'язано з сезонністю роботи теплофікаційних котлів комунальної котельні.

В останні роки знайшли поширення когенераційні установки, які поставляються разом з котлом-утилізатором. Це пояснюється їх більш простою технологією застосування і монтажу, компактністю, можливістю застосування в якості теплових двигунів, поряд з ГТУ, газопоршневих двигунів, що значно розширює потужнісний ряд когенераційних установок. Когенераційна установка з котлом-утилізатором працює автономно і зв'язана з загальною технологічною схемою котельні тільки по цільовому теплоносію.

Відома когенераційна установка, яка складається з теплового двигуна і котла-утилізатора, в якому використовуються як теплоносії скидні гази з теплового двигуна, яка обрана за прототип [5-8].

Недоліком прототипу є те, що, як правило, теплової потужності котлів-утилізаторів не вистачає для покриття потреб споживачів теплової енергії. Для покриття нестачі доводиться підключати теплофікаційні котли, які за цих умов працюють не в номінальному режимі з більш низьким ккд, що спричиняє перевитрату палива. В умовах перспективи значного зростання ціни на природний газ це суттєво. До цього приводять і існують проблеми з продажем до електричної мережі надлишку виробленої когенераційною установкою електроенергії (особливо якщо мова йдеться про значні електричні потужності), що вимушує власників когенераційних установок обмежувати їх електричну потужність власними потребами в електроенергії і зумовлює тим самим зниження теплової потужності котлів-утилізаторів, що знижує ефективність і потенційні можливості когенераційних установок.

В основу корисної моделі поставлено задачу удосконалення когенераційної установки з котлом-утилізатором для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в комунальних теплофікаційних підприємствах і системах теплопостачання промислових підприємств шляхом введення в схему установки додаткових пристроїв для використання низькопотенційної теплоти зовнішніх джерел з метою збільшення теплової потужності когенераційної установки з котлом-утилізатором, підвищення ефективності видобутку теплової енергії, вирішення проблеми з використанням надлишкової електроенергії і більш повного використання можливостей когенераційних технологій.

Поставлена задача вирішується тим, що установка для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії, яка містить тепловий двигун з електрогенератором, котел-утилізатор, систему трубопроводів і газохідів, теплофікаційне обладнання, систему автоматики і регулювання, згідно корисної моделі, вона додатково містить з'єднаний з котлом-утилізатором тепловий насос, зв'язаний з зовнішнім джерелом низькопотенційної теплоти, регулюючи систему для розподілу електричної

енергії, виробленої установкою, між тепловим насосом, іншими власними споживачами електроенергії і електричною мережею, а поверхня теплообміну котла-утилізатора складається з високотемпературного та низькотемпературного контурів, які зв'язані з тепловим насосом і не зв'язані між собою конструктивно в межах котла-утилізатора, крім того, як варіант, тепловий насос зв'язаний тільки з високотемпературним контуром котла-утилізатора, а низькотемпературний контур котла-утилізатора працює автономно.

Тепловий насос в запропонованій установці є необхідним для використання низькопотенційної теплової енергії з зовнішнього джерела для підвищення теплової потужності й ефективності когенераційної установки.

Регулююча система для розподілу електричної енергії є необхідною для розподілу електроенергії, яку виробляє когенераційна установка, між тепловим насосом, іншими власними споживачами електричної енергії і електричною мережею.

Розподіл поверхні теплообміну котла-утилізатора на високотемпературний й низькотемпературний контури, конструктивно в межах котла не зв'язані один з одним, є необхідним для зв'язку котла-утилізатора з тепловим насосом і ефективного використання теплової енергії скидних продуктів спалення з теплового двигуна в котлі-утилізаторі.

В якості низько потенційного теплового джерела для теплового насоса можуть бути використані стічні води каналізаційних колекторів, скидні води промислових підприємств, охолоджуюча вода теплових двигунів і конденсаторів та інші джерела низькопотенційної теплоти.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями (Фіг.1 і 2), на яких зображені варіанти принципової схеми запропонованої установки для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії. В якості низькопотенційного теплового джерела для теплового насоса розглянуті стічні води каналізаційного колектора.

Установка містить (Фіг.1) тепловий двигун 1 з електрогенератором 2 і котлом-утилізатором 3 з високотемпературним контуром 4 і низькотемпературним контуром 5, який безпосередньо, в межах котла не зв'язаний з високотемпературним контуром 4, живильний насос 6, тепловий насос 7, низькопотенційний контур 8 з насосом 9. В разі використання в якості низькопотенційного джерела стічних вод каналізаційного колектора низькопотенційний контур 8 може бути замкненим, як показано на Фіг.1. В цьому разі він містить теплообмінник 10, встановлений в стічні води каналізаційного колектору 11. На Фіг.1 також умовно показана тепла мережа зі споживачем теплової енергії 12.

Наявність в схемі когенераційної установки одночасно котла-утилізатора і теплового насоса обумовлює конструкцію котла-утилізатора. Він складається з високотемпературного і низькотемпературного контурів, які конструктивно в межах котла не зв'язані один з другим. Технологічний розрив між ними заповнюється тепловим насосом. Саме така технологічна схема обумовлює найвищу ефективність використання теплового потенці-

алу скидних продуктів спалення теплового двигуна.

Працює установка наступним чином. Високотемпературні скидні гази з теплового двигуна 1 направляють в котел-утилізатор 3, в гарячий контур якого для догрівання до параметрів споживання подають цільовий теплоносіє з теплового насосу 7, після чого цільовий теплоносіє (гарячу воду чи пару) подають в теплову мережу споживачу 12. Зворотну воду живильним насосом 6 подають в низькотемпературний контур 5 котла-утилізатора, який обігривається охолодженими після високотемпературного контуру 4 димовими газами. Охолоджені гази з котла-утилізатора викидають в димар. Підігріту в низькотемпературному контурі 5 воду (цільовий теплоносіє) подають в гарячий контур теплового насосу 7, де за рахунок підведених до теплового насосу електроенергії і низькопотенційної теплоти зростають параметри цільового теплоносія. З теплового насосу цільовий теплоносіє подають для догрівання в високотемпературний контур 4 котла-утилізатора.

Тепловий насос використовує для своєї роботи електричну енергію, видобуту когенераційною установкою, і низькопотенційну теплову енергію - в даному випадку енергію стічних вод. Видобута електрогенератором 2, механічно зв'язаним з тепловим двигуном 1, електроенергія розподіляється регулюючою системою між тепловим насосом 6, іншими власними споживачами електроенергії і електричною мережею, куди направляють надлишок електроенергії.

Низькопотенційну теплову енергію подають в тепловий насос в даному випадку з допомогою додаткового теплоносія. Холодний теплоносіє, який циркулює в низькопотенційному контурі 8 теплового насоса 7, підвищує свою температуру в протиточному теплообміннику 10, розташованому в стічних водах колектора 11. Нагрітий теплоносіє насосом 9 подають в тепловий насос 7. Охолоджений в тепловому насосі теплоносіє поступає в теплообмінник 10.

Низькотемпературний контур в котлі-утилізаторі може працювати автономно по цільовому теплоносіє, якщо когенераційна установка виробляє два цільових теплоносія, один з котрих є низькотемпературним. На Фіг.2 зображена схема когенераційної установки з автономним низькотемпературним контуром в котлі-утилізаторі, призначена для комунальних підприємств. Ці установки мають дві теплофікаційні мережі - високотемпературну для опалення (споживач 12), зв'язану з високотемпературним контуром 4 котла-утилізатора, і низькотемпературну мережу гарячого водопостачання (споживач 13), зв'язану з низькотемпературним контуром 5 котла-утилізатора.

Холодну водопровідну воду подають в низькотемпературний контур 4 котла-утилізатора. З котла-утилізатора воду подають споживачу гарячої

води 13. Використану гарячу воду скидають в каналізаційну мережу. Аналогічна схема може бути застосована при використанні гарячої води як технологічної в промислових підприємствах.

Сьогодні когенераційні технології є найбільш прогресивними технологіями в комунальній енергетиці. Незаперечною перевагою когенераційних технологій є низька собівартість електроенергії, яку виробляють когенераційні установки (7-10 коп./кВтт), що є одним з факторів, які обумовлюють економічну ефективність когенераційних технологій. Саме ця особливість когенераційних установок покладена в основу ідеї винаходу.

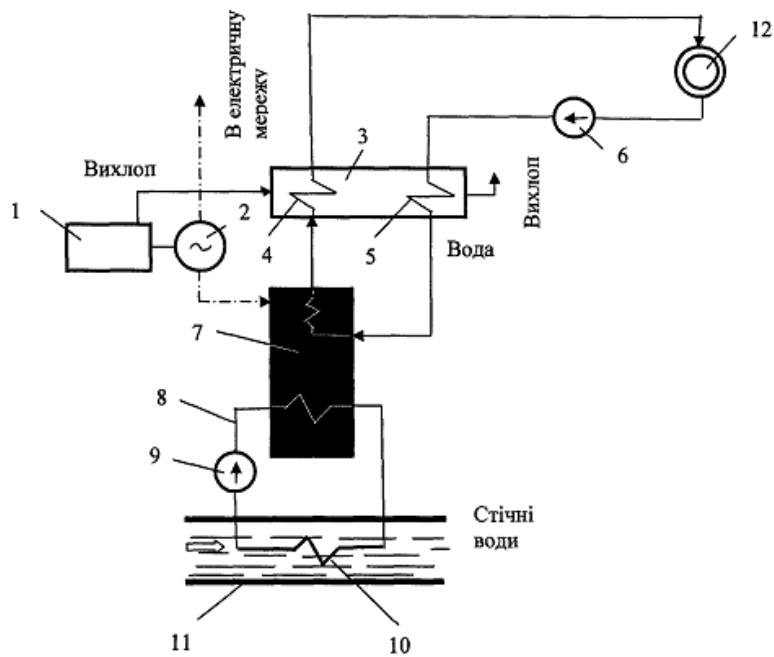
Низька собівартість виробленої установкою електроенергії при наявності зовнішніх джерел низькопотенційної теплової енергії дозволяє використати в схемі когенераційної установки тепловий насос, що значно підвищує теплову потужність когенераційної установки, знижує собівартість виробленої установкою товарної теплоти і пом'якшує проблему надлишкової електроенергії, що сприяє збільшенню можливої потужності, в тому числі і теплової, когенераційної установки.

Що стосується наявності зовнішніх джерел низькопотенційної теплової енергії для застосування когенераційних установок з тепловим насосом, то, як вказувалось вище, їх асортимент достатньо великий. Для комунальних когенераційних установок найбільш придатними в цій якості будуть, мабуть, каналізаційні стічні води. Наприклад, тепловий потенціал стічних вод каналізаційного колектора району з 10000 мешканців становить більше 1 МВт.

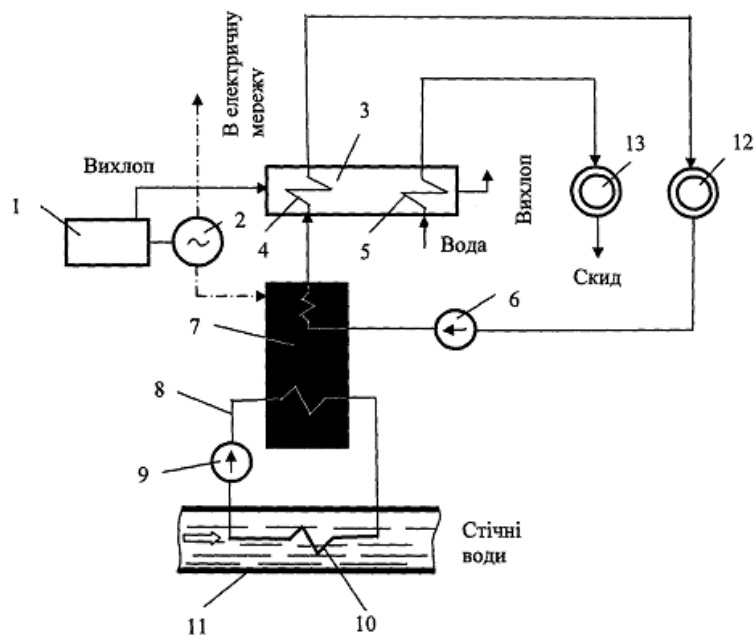
Запропонована корисна модель - один з варіантів вирішення проблем, які постають перед широким впровадженням когенераційних технологій.

Джерела інформації:

1. Рыжкин В.Я. Тепловые электрические станции. М.: "Энергия", 1967.
2. Канаев А.А., Корнеев М.И.. Парогазовые установки. Л.: "Машиностроение", 1974.
3. Степанов Р.И. Котлы с предвключенными газовыми турбинами. - "Теплоэнергетика", 1995, № 4, с.41-43.
4. Арсеньев Л.В., Тырышкин П.Г.. Комбинированные установки с газовыми турбинами. Л.: "Машиностроение", Ленинградское отделение, 1982.
5. Каталог ООО "Налим", г. Севастополь, Украина.
6. Когенерационные установки (для комбинированного производства электрической энергии и тепла). Каталог АО "Первомайскдизельмаш", г.Первомайск, Украина.
7. Мини-теплоэлектростанции DEUTZ. "Автомоторс", Генеральное представительство АО "DEUTZ"(Германия) в Украине, г.Киев.
8. ГТЭС когенерационного цикла (теплофикационные). Каталог газотурбинного оборудования. "Газотурбинные технологии", 2005г., Россия.



Фіг. 1



Фіг. 2