



УКРАЇНА

(19) UA (11) 20793 (13) U

(51) МПК (2006)

F01K 11/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1

2

(21) u200608639

(22) 01.08.2006

(24) 15.02.2007

(46) 15.02.2007, Бюл. № 2, 2007 р.

(72) Долінський Анатолій Андрійович, Білека Борис
Дмитрович, Гаркуша Леонід Кирилович(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН
УКРАЇНИ(57) Установа для комбінованого вироблення те-
плової та електричної енергії містить компресор,
камеру спалення, газову турбіну з електрогенера-

тором, активний теплофікаційний котел з штатним
вентилятором, систему трубопроводів і газоходів,
теплофікаційне обладнання, систему автоматики і
регулювання. Установа додатково містить реге-
нератор, з'єднаний з компресором, камерою спа-
лення газової турбіни і пальниками теплофікацій-
ного котла повітропроводами з шиберами,
вентилятор для подачі повітря в регенератор і
систему регулювання розподілу повітря між еле-
ментами теплової схеми установки.

Корисна модель стосується комунальної та
промислової теплоенергетики й може бути вико-
ристана для комбінованого вироблення теплової
та електричної енергії в системах комунального й
промислового теплопостачання.

Комбіноване вироблення теплової та
електричної енергії вже давно застосовується в
централізованому теплоелектрозабезпеченні
(ТЕЦ) і доміном цих установок є висока капітальна
вартість. Крім того, їм властиві недоліки, пов'язані
із централізованим енергопостачанням (великі
втрати в теплових та електричних мережах, кон-
центровані викиди шкідливих речовин, недостатня
надійність тепло- і електропостачання, високі та-
рифи на електроенергію й теплоенергію).

В останні роки комбіноване вироблення енергії
(когенераційні технології) розповсюджується на
комунальне теплопостачання та теплопостачання
промислових підприємств. Когенераційні техноло-
гії в комунальному теплопостачанні побудовані на
використанні теплових двигунів (газотурбінних
установок (ГТУ) і газопоршневих двигунів (ГПД)) з
електрогенераторами, технологічно зв'язаних з
теплофікаційним обладнанням. Застосування ко-
генераційних технологій пов'язане з підвищенням
надійності теплоелектропостачання й значним
економічним ефектом, який обумовлюється відмо-
вою від дорогої мережевої електроенергії для влас-
них потреб підприємств, зменшенням потреб у
паливі для теплопостачання й можливістю прода-
жу надлишку виробленої дешевої електроенергії в
мережу.

В останні роки знайшли поширення когенера-
ційні установки, які поставляються разом з котлом-
утилізатором. Це пояснюється їх компактністю,
більш простою технологією застосування і монта-
жу. Когенераційна установка з котлом-
утилізатором працює автономно і зв'язана із загаль-
ною технологічною схемою котельні тільки по
цільовому теплоносію.

Відомі когенераційні установки на базі газопо-
ршневих двигунів (ГПД) з котлами-утилізаторами,
які застосовуються в котельнях малої й частково
середньої потужності [3-5]. Недоліком цих устано-
вок є обмеженість їх потужнісного ряду установка-
ми 2-4 Мвт електричної й такого ж порядку тепло-
вої потужності, що значно звужує можливість їх за-
стосування переважно для потреб гарячого водоза-
безпечення відповідної потужності. Іншим серйоз-
ним недоліком цих установок є незадовільні
екологічні характеристики (великі викиди NO_x й СО
(до 500 мг на кубічний метр продуктів спалення)),
що обмежує їх використання в густо заселених
місцевостях і курортних зонах.

Відомі когенераційні установки на базі газоту-
рбінного двигуна з котлом-утилізатором, які засто-
совуються в котельнях середньої й підвищеної
потужності комунальних і промислових підпри-
ємств [6]. Ці установки задовольняють широкий
діапазон теплових та електричних навантажень
комунальних енергетичних та промислових під-
приємств. Теплова потужність когенераційної
установки на базі ГТУ значно більша, ніж установ-

(13) U

(11) 20793

(19) UA

ки на базі ГПД і для комунальних підприємств її нарощення принципово не обмежене. Установки на базі ГТУ мають відносно низькі шкідливі викиди (викиди NO_x й CO в найкращих зразках ГТУ на рівні $50 \dots 100 \text{ мг/м}^3$ продуктів спалення) і не становлять серйозної екологічної проблеми. За цими установками майбутнє. Але сьогодні потреби населення в тепловій енергії задовольняються активними теплофікаційними котлами, котрі є основним обладнанням діючих теплоенергетичних комунальних підприємств. З метою одержання термодинамічно менш цінної енергії - теплової в топках котлів спалюють дефіцитне паливо, яке вже сьогодні може бути використано більш ефективно з допомогою когенераційних установок на базі ГТУ зі скидом продуктів спалення ГТУ в топку теплофікаційних котлів і заощадженням палива на одержання цільової теплової енергії.

Відома когенераційна установка на базі ГТУ зі скидом продуктів спалення з ГТУ в топку теплофікаційних котлів зі спаленням в їх середовищі додаткового палива для одержання цільової теплової енергії [7, 8], яка обрана за прототип.

В цій установці ГТУ працює по простому циклу. Продукти спалення з ГТУ скидають в топку теплофікаційних котлів і в їх середовищі для одержання необхідної цільової теплової потужності спалюють додаткове паливо (допалення). Високий тепловий потенціал продуктів спалення з ГТУ дозволяє заощадити паливо на одержання цільової теплової енергії в котлі. Цій установці властиві всі перелічені вище переваги когенераційних установок з ГТУ. Заощадження палива в котлі і одержання в когенераційній установці додатково дешевої електроенергії обумовлюють ефективність прототипу.

Недоліком цих установок є недостатня вивченість паливних процесів при використанні продуктів спалення з ГТУ як окислювача, що призводить до зниження ефективності і надійності роботи котла. Вже доказана практично складність спалення палива безпосередньо в продуктах спалення ГТУ, які містять приблизно 15% кисню. Для надійного спалення палива в їх середовищі доводиться збільшувати концентрацію кисню на декілька відсотків шляхом додавання в продукти спалення ГТУ перед подачею їх в пальники котла додаткового повітря, що знижує тепловий потенціал продуктів спалення і ефективність їх використання як теплоносія. Це обумовлює збільшення витрати палива і додаткового повітря для одержання в топці котла проектної температури для забезпечення його ефективної роботи. Цей фактор не дозволяє повністю використати тепловий потенціал продуктів спалення з ГТУ і обмежує економію палива на виробництво теплової енергії 13%. Крім того, додавання додаткового повітря в продукти спалення ГТУ значно підвищує масу продуктів спалення, приріст якої може дорівнювати масі продуктів спалення з ГТУ. Цей фактор ставить обмеження на мінімальну потужність котла, який може працювати в парі з ГТУ, що знижує можливості використання в комунальних підприємствах когенераційних установок на базі ГТУ.

Недоліком є і складність вирішення проблеми цілорічної роботи установок, що пов'язано із се-

зонністю роботи теплофікаційних котлів комунальної котельні. Це негативно впливає на окупність когенераційної установки, основну вартість якої складає вартість ГТУ.

В корисній моделі поставлено задачу удосконалення когенераційної установки на базі ГТУ з теплофікаційним котлом для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії в комунальних теплофікаційних підприємствах шляхом введення в схему установки додаткових устроїв з метою підвищення ефективності когенераційної установки, зв'язаною з проблемою допалення й сезонністю тепlopостачання.

Поставлена задача вирішується тим, що установка для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії, яка містить компресор, камеру спалення, газову турбіну з електрогенератором, активний теплофікаційний котел з штатним вентилятором, систему трубопроводів і газоходів, теплофікаційне обладнання, систему автоматики й регулювання, згідно корисної моделі установка додатково містить регенератор, з'єднаний з компресором, камерою спалення газової турбіни і пальниками теплофікаційного котла повітропроводами з шиберами, вентилятор для подачі повітря в регенератор і систему регулювання розподілу повітря між елементами теплової схеми установки.

Регенератор необхідний для підвищення температури повітря за рахунок використання теплового потенціалу скидних продуктів спалення ГТУ.

Вентилятор необхідний для подачі повітря в регенератор в опалювальний сезон.

Додаткові повітропроводи з шиберами необхідні для з'єднання елементів теплової схеми установки.

Система регулювання розподілу повітря необхідна для розподілу повітря між елементами теплової схеми установки.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображена принципова схема запропонованої установки для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії.

Установка містить ГТУ, яка складається з компресора 1, камери спалення 2, газової турбіни 3 з електрогенератором 4, регенератор 5, додатковий вентилятор 6, активний теплофікаційний котел 7, повітропроводи із шиберами 8-15.

Працює установка, в залежності від сезону, наступним чином. В опалювальний сезон, коли працює активний теплофікаційний котел, на повітропроводах закривають шибери 8, 10, 12, 15. Відкритими залишаються шибери 9, 11, 13, 14. Стисле повітря з компресора 1 через відкритий шибер 9 на повітропроводі подають в камеру спалення 2, куди подають і паливо. Продукти спалення з камери спалення подають в газову турбіну 3, механічно з'єднану з електрогенератором 4. Вироблену електроенергію використовують для власних потреб комунального підприємства, а її надлишок подають в електричну мережу. Високотемпературні продукти спалення з газової турбіни подають в регенератор 5, після якого вони йдуть в вихлоп. Вентилятором 6 через відкритий шибер 13 в регенератор подають повітря, температура якого при проходженні через регенератор підвищується за рахунок теплового потенціалу продуктів спалення

до рівня близького до температури продуктів спалення на вході в регенератор. Нагріте повітря з регенератора по повітропроводу 16 через відкриті шибири 11 і 14 подають в пальники активного теплофікаційного котла 7, куди подають і паливо для роботи котла. Таким чином, взимку регенератор виконує роль повітропідігрівника для теплофікаційного котла.

В загальному випадку для повітропостачання котла через регенератор потужності штатного вентилятора котла може не вистачити. Тому потрібен додатковий, більш потужний вентилятор для роботи установки взимку. Штатний вентилятор котла може використовуватись в разі роботи котла в автономному режимі при відключенні ГТУ.

В неопалювальний сезон відключають додатковий вентилятор 6 і на повітропроводах закривають шибири 9, 11, 13 і 14, оставляючи відкритими шибири 8, 10, 12 і 15. При цьому стисле повітря з компресора по повітропроводу 16 через відкриті шибири 8 та 12 поступає в регенератор 5, де підвищує свою температуру, після чого по повітропроводу 17 поступає в камеру спалення 2, куди подають і паливо. Таким чином, в неопалювальний сезон ГТУ працює по регенеративному циклу.

Когенераційні установки найбільш ефективні взимку, коли значна кількість палива в теплоенергетиці витрачається на одержання теплової енергії. Влітку, згідно запропонованої корисної моделі, ГТУ працює по регенеративному циклу і використовується як базова електрогенеруюча установка з постачанням електроенергії в електричну мережу. Використання влітку регенераційного циклу дозволяє підвищити електричний ккд ГТУ до 38-42%, що робить її конкурентоспроможною як базову електрогенеруючу машину в порівнянні з існуючими базовими ТЕЦ і конденсаційними електростанціями (ккд 32-35%). Цілорічна робота ГТУ позитивно впливає на строки окупності когенераційної установки.

Запропонована корисна модель в опалювальний сезон легко може бути використана для зняття енергетичних добових піків. В часи "пік" ГТУ переводять в регенеративний режим роботи базової електрогенеруючої установки, а теплофікаційний котел працює автономно.

Запропонована корисна модель значно покращує економічну ефективність когенераційної установки на базі ГТУ, дозволяючи довести еко-

номію палива на виробництво теплової енергії до 20%, в той час як при використанні відомої технології дожигу в забаластованому окислювачі економія палива на виробництво теплоти не перевищує 13%, знижуючись з ростом потужності ГТУ.

Крім цього, використання запропонованої корисної моделі майже вдвічі розширює потужнісну базу теплофікаційних котлів, які можуть бути використані в когенераційних установках в парі з ГТУ. Наприклад, мінімальна потужність теплофікаційного котла, який може бути використаний в парі з ГТУ потужністю 2,5МВт в режимі дожигу, як показали розрахунки, становить 50МВт, в той час як при використанні корисної моделі мінімальна теплова потужність котла при тій же потужності ГТУ становить 26МВт.

Технологія виробництва енергії, на якій заснована корисна модель, не містить невивчених процесів, пов'язаних з використанням забаластованого окислювача, і гарантує надійну роботу установки. Використання запропонованої корисної моделі буде сприяти поширенню когенераційних технологій, які сьогодні є найбільш прогресивними технологіями в теплоенергетиці.

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. Каталог ООО "Налим", Г.Севастополь, Украина.

4. Когенерационные установки (для комбинированного производства электрической энергии и тепла). Каталог АОТ "Первомайскдизельмаш", г. Первомайск, Украина.

5. Мини-теплоэлектростанции DEUTZ. «Автомоторс», Генеральное представительство АО «DEUTZ»(Германия) в Украине, г. Киев.

6. ГТЭС когенерационного цикла (теплофикационные). Каталог газотурбинного оборудования. «Газотурбинные технологии», 2005 г., Россия.

7. Степанов Р.И.. Котлы с предвключенными газовыми турбинами. - "Теплоэнергетика", 1995, №4, с.41-43.

8. Арсеньев Л.В., Тырышкин П.Г.. Комбинированные установки с газовыми турбинами. Л.: «Машиностроение», Ленинградское отделение, 1982.

