



УКРАЇНА

(19) UA (11) 16866 (13) U
(51) МПК (2006)
F01K 11/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) УСТАНОВКА ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБЛЕННЯ ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ

1

2

(21) u200604324

(22) 18.04.2006

(24) 15.08.2006

(46) 15.08.2006, Бюл. № 8, 2006 р.

(72) Долінський Анатолій Андрійович, Білека Борис
Дмитрович, Гаркуша Леонід Кирилович(73) ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАЦІ-
ОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ(57) Установа для комбінованого вироблення те-
плової та електричної енергії, яка містить компре-
сор, камеру спалення, газову турбіну з електрогене-
ратором, котел-утилізатор, встановлений після
газової турбіни, систему трубопроводів і газоходів,

теплофікаційне обладнання, систему автоматики і регулювання, яка **відрізняється** тим, що установка додатково містить регенератор, з'єднаний додатковим газоходом з газовою турбіною і повітропроводом з камерою згоряння, газоводяний теплообмінник для гарячого водопостачання, з'єднаний додатковими газоходами з регенератором й котлом-утилізатором, систему регулювання розподілу продуктів спалювання, причому компресор, виконаний водоохолоджуванним, з'єднаний по воді трубопроводом з теплообмінником для гарячого водопостачання.

Корисна модель стосується комунальної та промислової теплоенергетики й може бути використана 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) [1, 2].

Недоліком цих установок є висока капітальна вартість. Крім того, їм властиві недоліки, пов'язані із централізованим енергопостачанням (великі втрати в теплових та електричних мережах, концентровані викиди шкідливих речовин, недостатня надійність тепло- і електропостачання, високі тарифи на електроенергію й 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 й значним економічним ефектом, який обумовлюється відмовою від дорогої мережевої електроенергії для власних потреб підприємств, зменшенням потреб у паливі для теплопостачання й 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 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 випадках незадовільний стан теплофікаційних котлів, велика кількість яких є застарілими з використаним ресурсом роботи й незадовільним ккд. Недоліком є і складність вирішення проблеми постійного гарячого водопостачання, що пов'язано із 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, більшою їх маневреністю. Когенераційна установка з котлом-утилізатором працює автономно і зв'язана із загальною технологічною схемою котельні тільки по цільовому теплоносію.

(19) UA (11) 16866 (13) U

Відомі когенераційні установки на базі газопоршневих двигунів (ГПД) з котлами-утилізаторами, які застосовуються в котельнях малої й частково середньої потужності [5-7].

Недоліком цих установок є обмеженість їх потужнісного ряду й незадовільні екологічні характеристики (великі викиди NO_x і CO (до 500 мг на кубічний метр продуктів спалення)), що обмежує їх використання в густо заселених місцевостях і курортних зонах, недостатня теплова потужність, що викликає необхідність для теплозабезпечення додатково використовувати теплофікаційні котли, часто з незадовільною ефективністю і перевитратою палива.

Відома когенераційна установка на базі газотурбінного двигуна з котлом-утилізатором, обрана за прототип, яка застосовується в котельнях середньої й підвищеної потужності комунальних і промислових підприємств [8]. У цій установці газотурбінний двигун працює по простому циклу. Із ГТУ продукти спалення подають в котел-утилізатор, після чого вони поступають в димар. Ці установки задовольняють широкий діапазон теплових та електричних навантажень комунальних енергетичних та промислових підприємств. Теплова потужність когенераційної установки на базі ГТУ значно більша, ніж установки на базі ГПД і для комунальних підприємств її нарощення принципово не обмежене. Установки на базі ГТУ мають відносно низькі шкідливі викиди (викиди NO_x і CO в багатьох випадках значно менше $25\text{-}50\text{мг/м}^3$ продуктів спалення) і не становлять екологічної проблеми.

Принциповим недоліком цих установок є невирішеність проблеми круглорічної роботи газової турбіни в номінальному режимі, що пов'язано із сезонністю споживання теплової енергії. У літній період непотрібну теплову енергію доводиться скидати в повітря, що призводить до підвищеного теплового забруднення оточуючого середовища, а використання установки з ГТУ, працюючою по простому циклу, тільки як електрогенеруючої є недостатньо ефективним. Це змушує комунальні підприємства обирати потужність когенераційної установки, виходячи тільки з теплової потужності, необхідної для гарячого водопостачання, яке є практично постійним круглий рік. Це забезпечує найбільш прийнятні строки окупності установки. Але це знижує ефективність використання когенераційних технологій, бо саме взимку, коли найбільш висока потреба в тепловій енергії, найбільш висока ефективність використання цих технологій, пов'язаних з економією палива на виробництво теплової енергії.

В корисної моделі поставлено задачу удосконалення когенераційної установки на базі ГТУ з котлом-утилізатором 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 із сезонністю тепlopостачання.

Поставлена задача вирішується тим, що установка для комбінованого вироблення теплової та електричної енергії, яка містить компресор, камеру спалення, газову турбіну з електрогенератором,

котел-утилізатор, встановлений після газової турбіни, систему трубопроводів і газоходів, теплофікаційне обладнання, систему автоматики і регулювання, згідно корисної моделі, установка додатково містить регенератор, з'єднаний додатковим газоходом з газовою турбіною і повітропроводом з камерою згоряння, газоводяний теплообмінник для гарячого водопостачання, з'єднаний додатковими газоходами з регенератором й котлом-утилізатором, систему регулювання розподілу продуктів спалення, при чому компресор, виконаний водоохолоджуємим, з'єднаний по воді трубопроводом з теплообмінником для гарячого водопостачання.

Регенератор необхідний для підвищення ккд ГТУ в літній період роботи.

Газоводяний теплообмінник необхідний для забезпечення цілорічного гарячого водопостачання.

Додаткові газоходи із шиберами та трубопроводу необхідні для з'єднання елементів установки.

Система регулювання розподілу продуктів спалення необхідна для регулювання розподілу продуктів спалення між регенератором і котлом-утилізатором.

Виконання компресора водоохолоджуємим є необхідним для зменшення механічної енергії на його привід і забезпечення високої ступені регенерації улітку.

З'єднання системи охолодження компресора з газоводяним теплообмінником необхідно для використання теплоти охолодження компресора в системі гарячого водопостачання.

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 водоохолоджуємого компресора 1 з ступенями й теплообмінниками (на кресленні показаний двоступеневий водоохолоджуємий компресор; число ступенів може бути більшим), камери спалення 2, газової турбіни 3 з електрогенератором 4, регенератор 5, котел-утилізатор 6, газоводяний теплообмінник для гарячого водопостачання 7, живильний насос 8, газоходи із шиберами 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15. На кресленні також умовно показаний споживач теплової енергії (опалення) 16.

Працює установка, у залежності від сезону, наступним чином. Узимку, коли збільшується споживання теплової енергії, закривають шибери 9, 11, 12, 13. Відкритими залишаються шибери 10, 14, 15.

Високотемпературні викидні гази з газової турбіни 3 спрямовують в котел-утилізатор 6. У котел-утилізатор живильним насосом 8 подають зворотну воду з теплової мережі. Цільовий теплоносіє (пару чи гарячу воду) після котла-утилізатора направляють споживачу теплової енергії 16 (опалення). Скидні гази, які після котла-утилізатора 6 ще мають достатній тепловий потенціал, направляють в газоводяний теплообмінник 7 для гарячого водопостачання, в який подають воду із системи охолодження компресора 1. Гарячу воду з теплообмінника 7 направляють в мережу гарячого

водопостачання (ГВП), а охолоджені в теплообміннику газів спрямовують в димар.

Улітку, коли потреби у теплоенергії обмежуються тільки гарячим водопостачанням, потік продуктів спалення з ГТУ спрямовують інакше. Закривають шибери 10, 14, 15. Відкритими залишаються шибери 9, 11, 12, 13. Високотемпературні гази з ГТУ направляють в регенератор 5, куди направляють стисле повітря після компресора 1. В регенераторі відбувається підогрів стислого повітря за рахунок теплоти скидних газів із ГТУ, після чого гаряче повітря направляють в камеру спалення 2. Таким чином відбувається перетворення простого циклу ГТУ на регенеративний. Оскільки компресор водоохолоджується і температура стислого повітря, яке подають в регенератор, низька, ступінь регенерації обмежується тільки необхідністю достатності теплового потенціалу скидних газів з регенератора для забезпечення гарячого водопостачання і є достатньою для забезпечення зростання ефективності ГТУ.

Скидні гази з регенератора подають в газоводяний теплообмінник 7 для підігріву води, яка поступає з системи водоохолодження компресора, після чого направляють в димар.

Безумовно, когенераційні установки найбільш ефективні взимку, коли значна кількість палива в теплоенергетиці витрачається на одержання теплової енергії. Влітку їх ефективність значно падає, що відбивається на строках окупності цих установок. Але цього можна запобігти при умові, якщо влітку когенераційні установки будуть розглядатися як електрогенеруючі з постачанням електроенергії в електричну мережу. Використання влітку регенераційного циклу дозволяє підвищити електричний ккд ГТУ до 38-42%, що робить їх конкурен-

тоспроможними як базові електрогенеруючі машини в порівнянні з існуючими базовими ТЕЦ і конденсаційними електростанціями (ккд 32-35%).

Сезонна робота регенератора і котла-утилізатора мало відбивається на строках окупності когенераційних установок, оскільки основну долю в інвестиціях в когенераційні установки складає вартість ГТУ.

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. 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.

