

УДК 621.438

М. М. Чепурний, к. н. т., доц.;

А. В. Медведєва, студ.

ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ БІНАРНИХ ЦИКЛІВ НА БАЗІ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИХ СТАНЦІЙ

На основі чисельних розрахунків визначена ефективність застосування газопарових установок бінарного типу з мало економічними газотурбінними приводами на компресорних станціях. Наведені результати кількісних оцінок теплової ефективності таких установок.

Споживання енергії в індустріально розвинутих країнах сягає 280 ГДж на одного меш-канця. Зростання енергоспоживання в умовах зменшення запасів палива може призвести до енергетичної кризи, якщо не змінити відношення до найдефіцитнішого ресурсу – до енергії. В цьому плані Україна з енергозабезпеченої країни перетворилась на енергодефіцитну, але залишилась енергомарновитратною, оскільки енергоемність українського валового внутрішнього продукту в 3...5 разів перевищує аналогічний показник для розвинутих країн [1]. В Україні ще не звикли до того, що енергія є товаром, ефективно використання якого дає прибутки, а марнотратне — збитки.

Важкий стан вітчизняної енергетичної галузі зумовлений багатьма причинами: дефіцитом власних паливних ресурсів, спрацьованістю енергетичного устаткування, 95 % якого перевищило допустимий ресурс роботи, низьким ККД електростанцій, дефіцитом маневрових потужностей, значними витратами енергії в тепло- і електромережах та інш. Зазначене спричинило збільшення витрат палива на одиницю виробленої енергії, що в свою чергу, призвело до збільшення шкідливих викидів в атмосферу і погіршення екологічного становища. Якщо не вжити невідкладних заходів, то за прогнозами [2] Україну очікуватиме енергетичний колапс.

Перебудова енергетичної галузі потребує значних інвестицій, яких зараз немає в державі. Тому головним засобом відродження вітчизняної енергетики є широкомасштабне впровадження високо-ефективних ресурсозбережних технологій, зокрема блок – ТЕЦ з газотурбінними двигунами [2, 3]. Цьому сприяє серійний випуск нового покоління газотурбінних установок (ГТУ) вітчизняного виробництва. На теперішній час сформувались принципи конструювання ГТУ, які дозволяють забезпечити належну теплову економічність, невеликі питомі вартості, експлуатаційні витрати та концентрації шкідливих викидів. Однак підвищення температури продуктів згорання перед газовой турбіною, яка, в основному, і визначає міру досконалості ГТУ, зумовило підвищення температури відпрацьованих в газовому двигуні газів. Тому використання таких ГТУ в енергетиці передбачає насамперед утилізацію відпрацьованих газів, за допомогою якої досягається значна економія робочого палива (природного газу).

Газова промисловість є одним з найбільших споживачів природного газу, тому питанню його економії та раціонального використання повинна приділятися належна увага. Сьогодні актуальність зазначеного зростає, що зумовлено відносно низькою економічністю газотурбінних приводів на газоперекачувальних станціях (ГПС), де теплота відпрацьованих в ГТУ газів практично не використовується. Одним із засобів економії газу з одночасним нарощенням електричної потужності енергосистеми, поліпшенням екологічного становища, а також зменшення собівартості транспортування газу є застосування газопарових установок (ГПУ), які працюють за бінарним циклом. Доцільність такого застосування розглядалась в [4]. На ГПС працюють переважно агрегати ГПА-10, ГПА-16 і ГТН -25 випусків 80-х років минулого сторіччя, які зараз замінюються на більш сучасні: ГТН-16М1 і ГТН-25-1. Деякі характеристики останніх наведені в табл. 1, ГПУ на базі газоперекачувальних станцій можуть бути утворені в разі утилізації теплоти відпрацьованих газів в котлах утилізаторах (КУ), що генерують водяну пару певних параметрів (тиску і температури), яка надходить в парову турбіну, виконуючи роботу обертання вала з електрогенератором.

Характеристики газоперекачувальних апаратів

Показники	Марка ГПА	
	ГТН-16М1	ГТН-25-1
Корисна потужність, МВт	17	27,5
Коефіцієнт корисної дії	0,305	0,306
Температура відпрацьованих газів, °С	400	463
Питома витрата умовного палива, кг/(кВт·год)	0,4032	0,402
Теплова потужність відпрацьованих газів, МВт	38,78	62,47

Котел-утилізатор оснащується блоком допалювальних пристроїв, за допомогою яких в разі необхідності може бути підвищена температура відпрацьованих газів на вході в КУ. Конденсація відпрацьованої в турбіні пари, в залежності від умов технічного водопостачання, може здійснюватись в конденсаційних установках як з водяним, так і з повітряним охолодженням. Зрозуміло, що в останньому випадку парова турбіна працюватиме з погіршеним вакуумом і нижчим ККД. Для створення ГПУ, яка працює за бінарним циклом, можна застосувувати КУ двох типів: КГТ-50/16-50, що генерує пару одного тиску, і КГТ-30/4-9/0,7, що генерує пару двох тисків. Паротурбінним приводом може бути турбіна К-11-10П з електрогенератором потужністю 12 МВт. Параметри пари перед турбіною складають: $P = 3,88$ МПа, $t = 435$ °С.

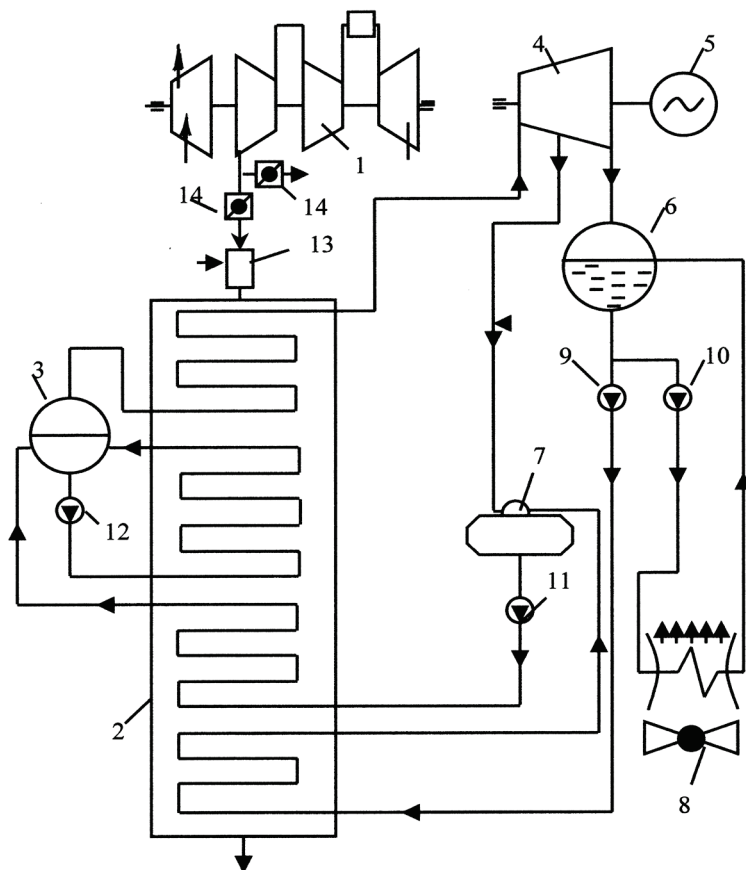


Схема газопарової установки: 1 — газоперекачувальний апарат; 2 — котел-утилізатор; 3 — барабан-сепаратор; 4 — парова турбіна; 5 — електрогенератор; 6 — конденсатор змішувального типу; 7 — деаератор; 8 — повітряна градирня; 9 — конденсатний насос; 10 — циркуляційний насос; 11 — живильний насос; 12 — циркуляційний насос КУ; 13 — блок допалювання додаткового палива; 14 — шибер

згорання на виході з КУ приймалась рівною 140 °С. Частина додаткового спалювання робочого палива (природного газу з теплотою згорання 35,88 МДж/м³) визначалась з рівнянь теплового балансу БДП. Результати розрахунків зведені в табл. 2.

До розгляду були прийняті ГПУ з котлами утилізаторами КГТ-50/16-50 і турбінами К-11-10П. Застосування в ГПУ котлів-утилізаторів, які генерують пару одного тиску, хоча і ненабагато зменшує ККД парового циклу [5], але в порівнянні з ГПУ, які працюють з КУ двох тисків, мають меншу кількість установленого устаткування і капітальні витрати на ГПУ. Температура відпрацьованих в ГПУ газів на вході в КУ прийнята рівною 500 °С. Таким чином КУ працювали з додатковим спалюванням палива. Конденсація відпрацьованої в турбіні пари здійснювалась у змішувальному конденсаторі з повітряною градирнею, тиск в якому складає близько 20 кПа. Деаерація живильної води здійснювалась в деаераторі атмосферного тиску, який обігрівався паром з тиском 0,12 МПа із відбору турбіни. Принципова теплова схема ГПУ зображена на рисунку.

Для визначення показників роботи ГПУ зазначеного типу була розроблена математична модель, до складу якої входили формули для розрахунків ГТУ, блоку допалювання палива (БДП), котла-утилізатора, теплової схеми ПТУ і схеми ГПУ в цілому [6, 7]. При цьому температура продуктів

Показники роботи ГПУ

Показники	Марка ГПА	
	ГТН-16М1	ГТН-25-1
Кількість ГПА	3	2
Кількість паротурбінних установок (ПТУ)	2	2
Коефіцієнт утилізації теплоти в КУ	0,742	0,742
Електрична потужність в ГПУ, МВт	24	24
ККД ПТУ брутто	0,273	0,273
ККД ГПУ брутто	0,419	0,441
Питома витрата умовного палива на виробництво електроенергії в ГПУ, кг/(кВт·год)	0,2935	0,2789
Річна економія умовного палива в порівнянні з виробництвом електроенергії на ТЕС, т/рік	11878,6	14948
Річна економія кисню, т/рік	24446	30763
Річне зменшення викидів оксидів азоту в атмосферу, т/рік	2582,3	3249,5

Отримані результати свідчать про те, що застосування ГПУ на базі газоперекачувальних станцій цілком доцільне, оскільки дозволяє генерувати значні електричні потужності з ККД, який на 7...11 % перевищує ККД з виробництва електроенергії на теплових електростанціях. Менші значення ККД ГПУ з газоперекачувальними апаратами ГТН-16М1 зумовлені тим, що для підвищення температури відпрацьованих газів з 400 до 500 °С буде потрібна більша частина додаткового палива в БДТ.

Нарощення електрогенерувальних потужностей сприяє вирішенню проблеми дефіциту резервних регульованих потужностей в енергосистемі, а також покращує надійність електропостачання, оскільки виробництво електроенергії здійснюється за місцем її споживання і не пов'язане зі значними втратами в процесі її транспортування в лініях електропередачі.

Висновки

1. Впровадження газопарових установок бінарного типу на газоперекачувальних станціях цілком доцільне, оскільки дозволяє суттєво підвищити електричну потужність енергосистеми та зменшити дефіцит маневрових потужностей.

2. Використання відпрацьованих в газотурбінних установках газів підвищує ефективність використання палива, зумовлює його значну економію і зменшення шкідливих викидів в атмосферу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформаційно-аналітичний довідник «Енергозбереження в регіонах». — Київ. — 2004. — 62 с.
2. Долінський А. А., Кліменко В. Н. Когенерація — нові потужності для енергетики // Енергозбереження Поділля. — 2004 — № 2. — С. 53 — 59.
3. Долінський А. А., Чайка О. І. Енергозберігаючі технології для промисловості, комунальної та промислової енергетики // Інформаційно-аналітичний довідник «Енергозбереження в регіонах». — Київ. — 2004. — С. 47 — 50.
4. Клименко В. Н., Сабашук П. П., Мазур А. И. Влияние экономичности ГТУ на эффективность дополнительного сжигания топлива в парогазовых установках // Пром. теплотехника. — 2002. — Т. 24. — № 2 — 3. — С. 91 — 101
5. Демидов О. И., Кутахов А. Г., Корень В. М. Использование газотурбинных установок при реконструкции ТЭЦ промышленно-отопительного типа // Пром. энергетика. — 2004. — № 2. — С.19 — 25
6. Чепурний М. М., Ткаченко С. Й., Бужинський В. В. Розрахунки теплових схем когенераційних установок. — Вінниця: ВНТУ. — 2003. — 103с.
7. Рейсиг В. А., Чепурной М. Н., Бужинский В. В. Эффективность использования теплофикационных газотурбинных установок // Науковий збірник НАНУ «Проблеми загальної енергетики». — 2002. — № 7. — С. 48 — 52.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 26.10.04.
Рекомендована до друку 25.11.04.

Чепурний Марко Миколайович — доцент кафедри теплоенергетики, **Медведєва Анна Володимирівна** — студентка Інституту будівництва, електроенергетики та газопостачання.

Вінницький національний технічний університет