

ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ГАЗОПОСТАЧАННЯ ЗА РАХУНОК УТИЛІЗАЦІЇ ВТОРИННИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонована математична модель робочих процесів турбодетандерної установки, яка покладена в основу методики для проведення розрахунку потенціалу вторинних енергетичних ресурсів надлишкового тиску. Встановлено раціональні аналітичні залежності для обладнання, що підвищує енергоефективність системи газопостачання. Отримано аналітичні залежності та графічні представлення, які дають змогу визначити раціональні параметри для забезпечення енергоефективності системи газопостачання.

Ключові слова : вторинні енергетичні ресурси надлишкового тиску, турбодетандер.

Abstract

The mathematical model of working processes of a turbo-expander unit, which is the basis of the method for calculating the potential of secondary energy resources of excess pressure, is proposed. Rational analytical dependencies for equipment, which raises energy efficiency of the gas supply system, are established. The analytical dependencies and graphical representations that allow to determine rational parameters for ensuring energy efficiency of the gas supply system are obtained.

Keywords : secondary energy resources of excess pressure, turbine expander.

Вступ

Газотранспортна система України перебуває у стані занепаду : обладнання зношене, застаріле, має мізерний ККД. В результаті цього втрачається значна кількість енергії вторинних енергетичних ресурсів, які виникають при транспортуванні газу, а саме надлишкового тиску, нагнітачів природного газу, відхідних газів газотурбінних установок. Ці вторинні енергетичні ресурси можливо утилізувати та використати їхню енергію для вироблення електричної енергії, енергії холоду, теплової енергії [1].

Метою роботи є обґрунтування вибору технічних засобів для утилізації вторинних енергетичних ресурсів в системі газопостачання.

Результати дослідження

Енергетичний потенціал енергоносія ВЕР надлишкового тиску визначається роботою ізоентропійного розширення .

Для випадку адіабатного розширення 1 кг газу питома робота складе [2]:

$$l = \frac{k}{k-1} \cdot p_1 \cdot v_1 \cdot \left[1 - \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} \right], \quad (1)$$

де k – показник адіабати;

p_1, T_1, v_1 – тиск, Па, температура, К, питомий об'єм, м³/кг, газу, відповідно, в стані 1 – на вході;

p_2 – тиск газу в стані 2 – на виході, Па;

z_{cp} – коефіцієнт стиснення;

R – питома газова стала, Дж/(кг·К).

Питомий загальний вихід ВЕР надлишкового тиску у випадку його корисного використання для отримання електричної енергії в розширювальних турбінах визначається потужністю N , Вт, тобто кількістю роботи, що знімається з валу генератора за одиницю часу :

$$N = G \cdot l \cdot \eta_{0i} \cdot \eta_{em} , \quad (2)$$

де G – витрата газу, кг/с;

l – питома робота розширення газу в турбіні, кДж/кг;

η_{0i} – внутрішній відносний ККД детандера;

η_{em} – електромеханічний ККД генератора.

За значенням отриманої потужності здійснюється оцінка загального об'єму виходу ВЕР і відповідно його потенціалу – отримуваної електроенергії, кВт·год :

$$E = \frac{N \cdot t}{10^3} , \quad (3)$$

де N – потужність, Вт;

t – період часу що розглядається.

На компресорних станціях паливний газ для ГПА відбирається з магістрального газопроводу на вході в КС із тиском 4,5 - 6,5 МПа, очищується, дроселюється перед подачею в камеру згоряння до необхідного тиску 1,5 - 2,5 МПа. При необхідності паливний газ підігривається [3].

Таку схему використання паливного газу на КС доцільно доповнити детандер-генераторним агрегатом для використання енергії надлишкового тиску газу, замінюючи процес дроселювання детандуванням. В такому випадку ми можемо отримати два корисних потоки :

- в ДГА вироблятиметься електрична енергія для власних потреб;
- потік охолодженого в ДГА газу можливо застосувати для охолодження компримованого газу.

При використанні ДГА температура газу суттєво знижується, що потребує додаткової подачі енергії для підігріву газу перед тим як він потрапить до споживача, тобто в камеру згоряння ГТУ.

Також можливо утилізувати теплоту транспортованого газу після компримування для підігріву потоку охолодженого паливного газу після ДГА.

Залежність температури газу на виході із ДГА від температури перед ДГА при зміні тиску з 5,2 МПа до 1,8 МПа наведена на рисунку 1.

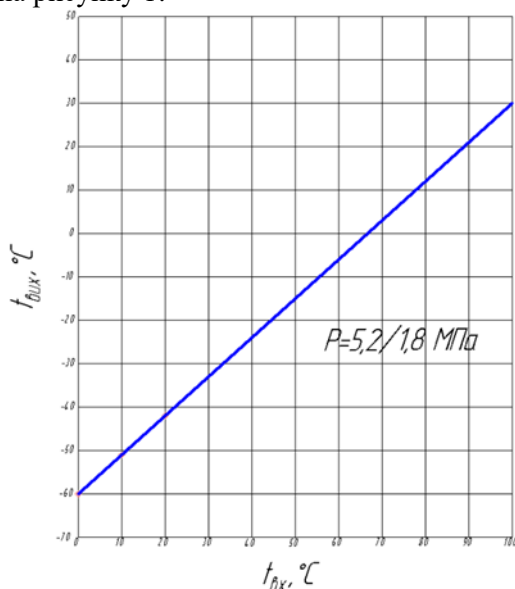


Рисунок 1 – Залежність температури газу на виході із ДГА від температури газу на вході

З рисунку 1 видно, що при перепаді тиску 5,2/1,8 при температурі паливного газу перед детандером:

0°C температура після ДГА складатиме -60°C;

10°C температура після ДГА складатиме -51°C;

20°C температура після ДГА складатиме -42°C.

Область застосування схеми на базі ДГА з підігрівом охолодженого паливного газу потоком компримованого газу в залежності від ступеня стиснення нагнітача і температури газу на вході в нагнітач наведено на рисунку 2.

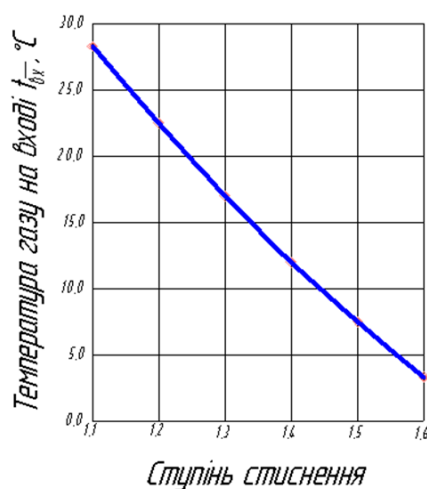


Рисунок 2 – Область необхідності охолодження газу, що перекачується, після нагнітача в залежності від ступеню стиснення

На компресорних станціях, робочі параметри яких розташовані на ділянці вище графіка потребують охолодження газу, що перекачується, після компримування, тому що температура на виході з нагнітача вище 35°C . На таких станціях можливе використання схеми ДГА з підігрівом паливного газу після ДГА частиною потоку газу, що перекачується, після компримування.

Висновки

Розглянуто методику для проведення розрахунку потенціалу вторинних енергетичних ресурсів надлишкового тиску. Наведено графічні представлення, що дають змогу визначити раціональні параметри для забезпечення енергоефективності системи газопостачання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жара О. Б. Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів / О. Б. Жара // Матеріали конференції «Енергоефективність в галузях економіки України» / ВНТУ. – Вінниця, 2017р.– [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/egeu2017/paper/view/3320>
2. Гатауліна Аліна Рудольфівна. Підвищення енергоефективності системи газопостачання за рахунок утилізації вторинних енергетичних ресурсів : дис. ...канд. техн. наук : 25.00.19 / Гатауліна Аліна Рудольфівна. - Уфа, 2016. - 184 с. - Бібліогр. : с. 166-179.
3. Гатауліна А. Р. Комплексна схема утилізації вторинних енергетичних ресурсів (ВЕР) на компресорних станціях / А. Р. Гатауліна // Проблеми будівельного комплексу Росії : матеріали XIX Міжнар. навч.-техн. конф. / УГНТУ. – Уфа: В-во УГНТУ, 2015. – С. 328 – 330.

Жара Ольга Борисівна – магістрант групи ТГ-16мі, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : olhazhara@gmail.com

Науковий керівник : **Коц Іван Васильович** – к.т.н, професор кафедри інженерних систем в будівництві, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Olha B. Zhara - Master of the TG-16m group, Faculty of Construction, Heat and Power, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olhazhara@gmail.com

Supervisor: **Ivan V. Kots** - Ph.D., Professor of the Department of Engineering Systems in Construction, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya