

УДК: 621.31:621.45.037

## ТЕХНОЛОГІЧНІ РІШЕННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ЕЛЕКТРИЧНОЇ І ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ НА ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИХ І КОМПРЕСОРНИХ СТАНЦІЯХ

**Ялова Альона Миколаївна**

к.т.н., доцент

**Бондар Наталія Василівна**

ст. викл.

Криворізький національний університет

м. Кривий Ріг, Україна

**Анотація:** У статті запропоновано технологічні рішення, що дозволяють виробляти електричну і теплову енергію на газорозподільних і компресорних станціях. Рішення відповідають загальносвітовим тенденціям енергозбереження і енергоефективності виробничих процесів, орієнтованих на збереження сприятливого енергетичного і екологічного балансу.

**Ключові слова:** турбодетандерна установка, транспортування природного газу, компресорна станція, газорозподільна станція, газотурбінний двигун, апарат повітряного охолодження, утилізація тепла, редуціювання.

Процеси транспортування і розподілу природного газу, специфіка роботи обладнання компресорних (КС) і газорозподільних станцій (ГРС) пов'язані з появами надлишків теплової та потенційної енергії. Їх утилізація і переробка можуть підвищити як автономність самих станцій, так і загальну ефективність роботи всієї газотранспортної системи.

Існуючі технології перетворення теплової енергії в електричну, як універсальний та мобільний вид енергії, складні і нерентабельні. Потрібен технологічний прорив - розробка і впровадження термоелектричних перетворювачів, здатних ефективно працювати в потоці вихлопних газів в

температурному діапазоні 450-750 °С, що не вимагають великих експлуатаційних витрат і висококваліфікованого сервісу. Такі розробки активно ведуть США і Японія. Якщо вдасться розробити придатний для монтажу на вихлопному тракті газотурбінної установки термоелектричний перетворювач з ККД 3-5% - це як мінімум вирішить проблему електропостачання власних (експлуатаційних) потреб на підприємствах. В даний час можливо максимально використовувати тільки теплову енергію вихлопу газоперекачувальних агрегатів (ГПА) для всіх комунальних і технологічних потреб компресорної станції (К.С) Всі потреби в тепловій енергії промайданчика може забезпечити утилізація тепла вихлопних газів газотурбінних двигунів (ГТД). До їх числа відносяться: опалення будівель і споруд; обігрів повітря вентиляції укриттів ГПА; обігрів судин системи очищення газу; обігрів ємностей складу паливно-мастильних матеріалів; обігрів маслопроводів; обігрів дренажних трубопроводів, ефективний тепловий захист від обмерзання дахів будівель в зимовий період.

Особливість утилізаційних установок, полягає в тому, що їх включення в роботу не призводить до погіршення параметрів ГТД, так як відбір потоку вихлопних газів в теплообмінний апарат проводиться за рахунок швидкісного напору і тяги димохідної труби, без зміни опору основного вихлопного тракту, завжди повністю відкритого. Алгоритм управління утилізаційним трактом (УУТ) передбачає передпускову перевірку приводних пристроїв, які регулюють поворотні заслінки і постійний контроль їх коректної роботи, контроль потоку теплоносія через теплообмінний апарат і ефективну запатентовану систему охолодження від перегріву в аварійних ситуаціях. Використання цієї системи запобігає зростання температури і тиску, закипанню і гідроудари в УУТ при аварійній зупинці циркуляції теплоносія на тривалий час, дозволяє уникнути вимушеної зупинки ГПА з цієї причини. Крім того, при необхідності можливе проведення заповнення або зливу теплоносія з теплообмінного апарату УУТ без зупинки агрегату.

Електрогенераторних установок, що використовують енергію магістрального газу при зниженні тиску на ГРС, в даний час розроблено і сконструйовано багато, але число об'єктів, де б турбодетандери довго і ефективно працювали, становить одиниці. Наймасовішим імовірним споживачем електроенергії турбодетандерних установок є самі ГРС. При сучасній структурі електропостачання ГРС вимоги до електрогенератора в складі турбодетандерної установки мінімальні. При цілеспрямованому зниженні споживання електроенергії ГРС і використанні сучасних електрогенераторних установок і альтернативних джерел (сонячні батареї і вітрогенератори) енергетично автономними можуть бути до 50% малих ГРС.

Наступним технологічним рішенням є модернізація системи змазки турбодетандерної установки. Для зниження питомої витрати масла модернізують систему суфлювання маслобаків з метою зниження надлишкового тиску газів і парів масла у верхній зоні маслобаків (над поверхнею масла). Для цього підбирають вибухобезпечні вентилятори середнього тиску і змонтовані на вихідному фланці пристрої уловлювання масляних парів. Швидкість обертання вентиляторів підтримується такою, щоб повністю знизити надлишковий тиск в маслобаку і зберегти його в межах  $\pm 2$  мм вод. ст. на всіх режимах роботи ГПА.

Для збільшення пропускної здатності газопроводу і для підвищення запасів газу в трубі після кожної КС газ необхідно охолоджувати, що забезпечується за рахунок апаратів повітряного охолодження (АПО) газу шляхом обдування газу атмосферним повітрям.

Для виконання цього завдання необхідно витратити електроенергію на привід електродвигунів вентиляторів АПО, отримуючи при цьому вигоду за рахунок економії паливного газу на КС. Разом з тим, баланс витрат на електроенергію або зниження витрати паливного газу стосовно газопроводу з декількома КС досі є невирішеною задачею. При охолодженні газу в АПО виникають великі витрати на електроенергію для приводу електродвигунів АПО. У той же час збільшення глибини охолодження може призводити до зменшення гідравлічних

втрат на наступному за КС ділянці газопроводу, що призводить до зниження витрати паливного газу. Значимими факторами, що впливають на результати роботи КС є: тиск газу в магістральному газопроводі; витрата газу через ділянку магістрального газопроводу; температура ґрунту на глибині залягання магістрального газопроводу; температура атмосферного повітря; кількість і порядок включених АПО.

Для можливості виробництва газу з комунікацій КС при планових зупинках і скидах тиску монтують газопровід-перемичку. Він поєднує точку введення газу в котельню на території КС з вихідним колектором ГРС,але треба виконувати умову - однаковий рівень вихідного тиску. Дана розробка щорічно дозволяє запобігти скидання в атмосферу від 50 до 100 тис Нм<sup>3</sup> природного газу, в залежності від того, з якої ділянки і при якому тиску відбувалася регулярна подача.



**Рис.1. ГРС з турбодетандерною установкою**

При редуціюванні на ГРС невеликого потоку газу високого тиску в обхід підігрівача з'являється безвитратне джерело негативної температури до  $-5^{\circ}\text{C}$ , за допомогою якого можна вирішити проблему технічного водопостачання малих ГРС, які не мають власних джерел водопостачання. Отримати споживану кількість води можна шляхом конденсації з атмосферного повітря в літній час і з димових газових котлів опалення ГРС взимку. Охолодження атмосферного повітря за допомогою теплообміну з холодним газом забезпечить можливість конденсації вологи 2-5 л/добу. Такої кількості води достатньо для технічних потреб малих ГРС. Конструкція установки конденсації води повинна бути безпечна, простим виготовленням, без використання складної і дорогої автоматики.

Як приклад можна навести «Укртрансгаз», який встановив на одну зі своїх ГРС турбодетандерний установку, що виробляє електрику в процесі транспортування газу. Новий проект реалізований на території газорозподільної станції №7 Дніпропетровської проммайданчика Запорізького лінійного виробничого управління магістральних газопроводів, через яку поставляється газ для споживачів правого берега міста Дніпра. Особливістю роботи даної станції є те, що в технологічну схему введена турбодетандерна установка, яка не впливає на якість природного газу, регламентований вимогами Кодексу ГТС. Вироблена електроенергія використовується на власні потреби газорозподільної станції, турбогенераторної установки і газокompресорної станції «Краснопілля». Для більш ефективного використання турбодетандерної установки і завантаження вільних потужностей цієї установки при реконструкції котельні компресорної станції «Краснопілля» було технічно впроваджено використання електричного котла потужністю 50 кВт, що дозволило економити паливний газ для підігріву теплоносія.

Завдяки використанню турбодетандерної установки під час опалювального сезону економічний ефект в грошовому еквіваленті становить близько 1 мільйона гривень.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Патент ПМ № 175323. Установка утилизации тепла отходящих газов газоперекачивающих агрегатов / А.Б. Федотов, С.И. Сайченко, В.М. Иванов. Заявка № 2017111109, 03.04.2017. Дата регистрации: 30.11.2017.
2. Газпром 2-3.5-1105–2017. Газотурбинные газоперекачивающие агрегаты с двухсекционными центробежными компрессорами. Типовые технические требования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/437196336> (дата обращения: 29.05.2018).
3. Рассохин В.А., Забелин Н.А., Матвеев Ю.В., Харисов И.С. Методика проведения экспериментальных исследований ступеней турбоустановок малой мощности на стендах СПбГПУ // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2012. № 142. С. 119–122.
4. Данилкин В.Н., Иванов В.М. Усовершенствование системы суфлирования маслобаков турбоагрегатов «Таурус 60С» компании Solar // Арматуростроение. 2005. № 7. С. 55.
5. Fokin G. New Approach to Solving the Problem of Energy Efficiency Increase in the Operation of Major Gas Transportation System // 25th World Gas Conference “Gas: Sustaining Future Global Growth”. Kuala Lumpur, 2012. 23 p.