

УДК 621.311

Владиченко В.В., магістрант

Науковий керівник: Замулко А.І. к.т.н., доцент
Інститут енергозбереження та енергоменеджменту
КПІ ім.Ігоря Сікорського

ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ В СУЧАСНИХ ПОЛІТИЧНИХ УМОВАХ

Анотація - В статті розглядається напрями підвищення енергетичної ефективності та раціонального використання енергетичних ресурсів управління магістральних газопроводів, з метою інтеграції в європейський енергетичний простір. Розглядається та описується структура газотранспортної системи України, заходи щодо енергозбереження на базі найбільш ефективних і сучасних технологій. Основна увага сконцентрована на пошуку альтернативних джерел енергоресурсів для транспортування газу, а саме використання електроприводних газоперекачувальних агрегатів.

За результатами аналізу встановлено, що використання електроприводних газоперекачувальних агрегатів є досить перспективним напрямом дослідження, а також проаналізовано переваги та недоліки даної системи.

Ключові слова: газотранспортна система України, газоперекачувальний агрегат, енергозбереження, транспортування, природний газ, компресорна станція, електроенергія.

Abstract - The article considers the areas of energy efficiency and rational use of energy resources of the main gas pipelines, in order to integrate into the European energy space. The structure of the gas transmission system of Ukraine, energy saving measures based on the most efficient and modern technologies are considered and described. The main focus is on finding alternative sources of energy for gas transportation, namely the use of electric gas pumping units. According to the results of the analysis it is established that the use of electric gas pumping units is a very promising area of research, as well as analyzed the advantages and disadvantages of this system.

Keywords: gas transmission system of Ukraine, gas pumping unit, energy saving, transportation, natural gas, compressor station.

Вступ. Географічно Україна розташована між наймогутнішими газовидобувними регіонами та користувачами газу у світовому масштабі та є однією з найбільших транзитних країн світу. Україна має достатньо ресурсів та конкурентних переваг для того, щоб стати енергонезалежною та самодостатньою державою. На шляху до цієї мети постає стратегічно важливе завдання — інтеграція в європейський енергетичний простір. Робота у цьому напрямі спільно з країнами ЄС ставить ряд вимог до України, зокрема до її газотранспортної системи (ГТС), адже на газовому ринку ЄС вітчизняна інфраструктура не є достатньо конкурентоспроможною.

Енергетична незалежність не може бути досягнута без активної реалізації програм енергозбереження. Україна вирізняється надмірним енергоспоживанням, рівень якого значно перевищує відповідні показники розвинутих країн. Висока енергоемність ВВП зумовлена дією багатьох чинників, серед яких головний – це масове використання у виробництві морально і фізично застарілого обладнання з низьким ККД. Критичні нераціональні втрати мають місце у процесі виробництва і під час транспортування

безпосередньо палива, тепла, енергії. Вдосконалення системи газопроводів є однією зі складових успішного економічного розвитку України, і одним із шляхів такого вдосконалення є вирішення проблеми ефективності використання енергоресурсів на підприємствах транспортування газу.

Мета та завдання дослідження. Дослідити актуальний стан газотранспортної системи України, з метою виявлення оптимальних шляхів підвищення енергетичної ефективності газотранспортної системи України. Дослідження факторів, що впливають на конкурентоспроможність газотранспортної системи України, підвищення яких є підґрунтям для інтеграції в європейський енергетичний простір.

Матеріал і результати досліджень.

ГТС України включає: 702 одиниці газоперекачувальних агрегатів (ГПА), у тому числі з газотурбінним приводом – 448 (63% від загальної кількості), з електроприводом – 158 (23%), газомотокомпресорів – 96 (14%), загальною потужністю 5440 МВт, які розміщені на 72 компресорних станціях, у складі яких знаходиться 110 компресорних цехів. По всій довжині газопроводу рівномірно (кожні 100–150 км) розподілені компресорні станції, які виконують функцію підтримання необхідного тиску та швидкості руху газу в трубі (оскільки через тертя газу до стінок труби два останні показники через велику протяжність газопроводів знижуються). Компресори підтримують тиск (а відповідно і пропускну здатність газопроводу), додаючи потрібний об'єм газу. Основні параметри газотранспортної системи України наведені у таблиці 1.

Таблиця 1. Основні параметри газотранспортної системи України

Параметри ГТС	Одиниця виміру	Кількість
Довжина газопроводів, всього в т.ч.	тис. км	38,5
магістральних газопроводів		22,1
Пропускна здатність ГТС:		
на вході	млрд. м ³ /рік	287,7
на виході		178,5
Компресорні станції (КС)	шт.	72
Компресорні цехи	шт.	110
Газоперекачувальні агрегати	шт.	702
Потужність компресорних станцій	МВт	5 440
Газорозподільні станції (ГРС)	шт.	1389
Підземні сховища газу (ПСГ)	шт.	12
Загальна активність ПСГ	млрд. м ³	31
Кількість працюючих	тис. чол.	28,0

Газотранспортна система України (Рисунок 1.) сполучає основних видобувачів з основними споживачами. Загроза побудови газопроводів в обхід України вимагає від нашої ГТС підвищення конкурентоспроможності, що може бути забезпечено шляхом впровадження енергозберігаючих заходів, і, як наслідок, скорочення енергомісткості

транспортування газу, зменшення собівартості та збільшення прибутків.

Трубопровідний транспорт, як сфера матеріального виробництва, пов'язаний із значними енерговитратами. Для переміщення газу використовується енергія, що отримується від спалювання газу в газових турбінах, та частка використовується на електропровідних ГПА. Найбільшу частку у витратах енергоресурсів становлять витрати газу на виробничотехнологічні потреби - в середньому 50%, інші частки припадають на технічну воду та електроенергію. Тому основні резерви зниження витрат на енергоспоживання слід шукати у скороченні витрат газу на виробничо-технологічні потреби.

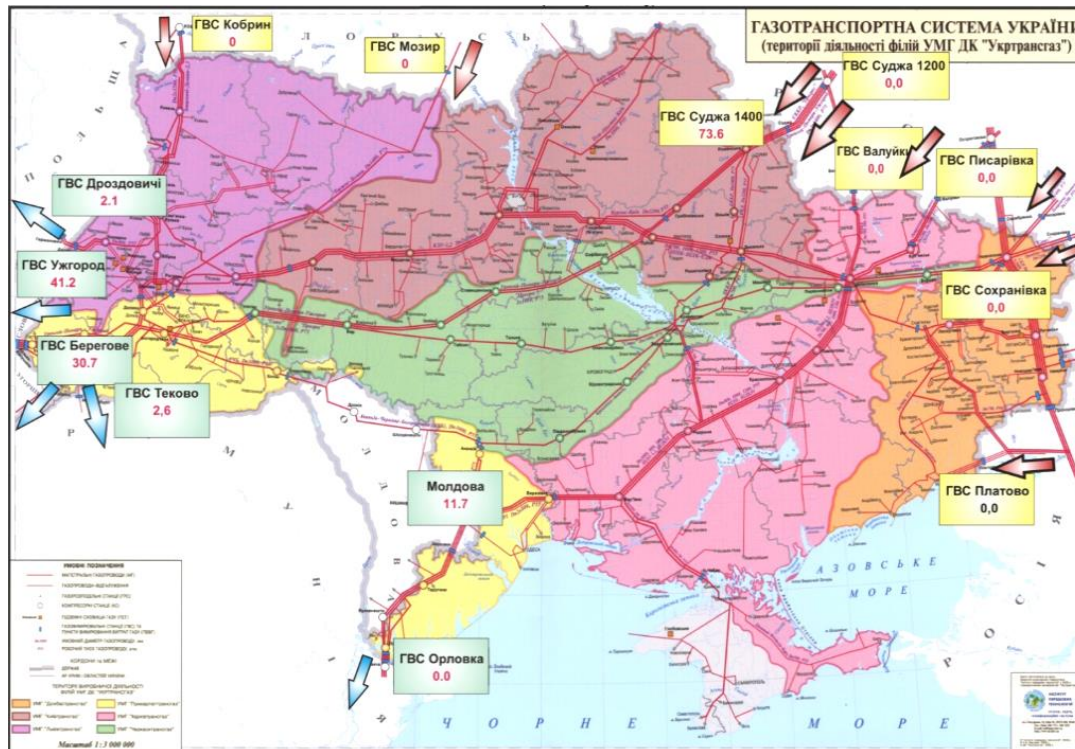


Рисунок 1 - Газотранспортна система України

Газотурбінні ГПА (загальною потужністю 4,3 млн. кВт) споживають на власні потреби близько 4,5 млрд. м³ газу на рік, а з вихлопними газами вони викидають понад $108 \cdot 10^9$ МДж теплоти. Щорічно всі КС споживають приблизно 1,5 млрд. кВт-год електроенергії. Близько 16% парку газотурбінних ГПА вже виробили свій моторесурс, близько 50% таких ГПА фізично і морально застаріли, мають порівняно низький ефективний ККД – 24-26%, незадовільні екологічні характеристики за рівнем шуму і концентрацією шкідливих (CO₂) та токсичних (NO_x) теплових викидів з вихлопними газами ГПА у навколишнє середовище.

Проблема енергозбереження при транспортуванні газу пов'язана з розробленням та реалізацією програм реконструкції та модернізації, оскільки технічне переозброєння обладнання магістральних газопроводів є найбільш ефективним інструментом виведення ГТС на сучасний рівень енергоємності.

Резерви енергозбереження ГТС України можна розділити на:

- технологічні системні, які реалізуються за рахунок оптимального розподілення навантаження між елементами ГТС, перш за все – розподілення газопотоків між

окремими газопроводами та розподілення навантаження між КС кожного газопроводу;

- технологічні локальні, пов'язані з покращанням технологічного стану обладнання та оптимізацією режимів роботи окремих КС або лінійних ділянок;
- організаційно-технічні, які відображають потенціал економії техніко-енергетичних ресурсів на підставі проведення відповідних науково-дослідних робіт та дослідно-конструкторських робіт, удосконалення контролю та обліку техніко-енергетичних ресурсів, удосконалення засобів контролю технологічних параметрів, які впливають на рівень енерговитрат, аналізу та оптимізації експлуатаційних режимів та ін.

На базі найбільш ефективних і сучасних технологій, пропонуються такі заходи щодо енергозбереження і енергопродуктивності ГТС України:

- Використовувати електроприводні замість газопровідних ГПА. Оскільки значні витрати на енергоресурси припадають на газ для технологічних потреб, то доцільно було б використати альтернативний енергоресурс, таким може бути електроенергія;
- Оптимізація сумісної роботи агрегатів компресорного цеху за критерієм мінімальних витрат на компримування газу;
- Оптимізація режиму роботи компресорного цеху за критерієм мінімуму витрати паливного газу;
- Зменшення витрат газу за рахунок заміни підігрівачів газу на ГРС турбодетандерними установками;
- Оптимізація ремонтного обслуговування обладнання КС та автомобільних газонаповнювальних КС за критерієм мінімізації енерговитрат;
- Підвищення ефективності роботи КС на основі використання водневого теплоутилізаційного контура для отримання механічної енергії та холоду;
- Аналіз резервів енергозаощадження при транспортуванні газу;
- Впровадження енергоощадних установок катодного захисту магістральних газопроводів;
- Впровадження комплексної системи обліку газу КС для забезпечення реалізації енергоощадних технологій;
- Підвищення енергоефективності допоміжного обладнання компресорних станцій;
- Економія енергоресурсів за рахунок впровадження на газокompресорних станціях систем автоматизації установок осушення газу;
- Підвищення енергоефективності ГТС шляхом удосконалення математичних та програмних засобів підтримки прийняття рішень в системах оперативно-диспетчерського керування.

В світлі останніх подій, які відбуваються на енергетичному ринку України, все більша увага приділяється економії і мінімізації витрат. Багато конфліктних ситуацій виникало через так званий «несанкціонований відбір» російського газу як палива для його транспортування на захід. Це вимагає пошуку альтернативних джерел енергоресурсів для транспортування газу. Оскільки значні витрати на енергоресурси припадають на газ для технологічних потреб, то доцільно було б використати альтернативний енергоресурс, таким може бути електроенергія. Замість газопровідних ГПА слід використовувати електроприводні. Історично склалося, що перші ГПА були електроприводними. Так зокрема в 1964 р. частка електроприводних ГПА в СРСР складала 60,6%.

Таблиця 2 – Переваги і недоліки природного газу і електроенергії як палива для ГПА

Вид палива	Природний газ	Електроенергія
Переваги	зручність використання природного газу, що транспортується, як енергетичного джерела для роботи ГПА	високий ККД електроприводних ГПА
		- низька вартість ремонтних робіт - можливість легкого запуску і зупинки двигуна
		можливість використання для споживання електроенергії в нічний час (для відбору зайвих потужностей електростанцій)
Недоліки	низький ККД газотурбінних двигунів	потреба у закуповуванні електроенергії в сторонніх підприємств
	швидше зношування деталей і потреба у високовартісних ремонтах	потреба в силовій мережі електропостачання
	важкість запуску і зупинки двигуна	

Порівняємо енергетичну ефективність роботи газотурбінних та електроприводних газоперекачувальних агрегатів. Для порівняння економічної ефективності газотурбінних та електроприводних газоперекачувальних агрегатів скористаємось собівартістю 1 год. роботи газотурбінного ГПА-25с та електроприводного ЕГПА-25рч. У фізиці робота – величина, яка характеризує перетворення енергії з одного виду в інший, що відбувається в даній фізичній системі.

Нормативна витрата паливного газу на ГПА-25с складає 9000 м³/год.

Нормативна витрата електроенергії на ЕГПА-25рч складає 25 МВт·год.

Враховуючи енергетичне відображення виконаної роботи, приведемо їх до спільних величин. Теплотворна здатність природного газу складає 32,7 МДж/м³.

Отже, для роботи одного агрегату ГПА-25с протягом години за нормами витрачається енергія в розмірі 294 300 МДж. Для переведення електроенергії в виконану роботу використовується співвідношення 1 кВт·год = 3,6 МДж. Отже, для роботи одного агрегату ЕГПА-25рч протягом години за нормами витрачається 90 000 МДж енергії.

Отже, як видно з даних розрахунків, для виконання однієї і тієї ж роботи газотурбінного агрегату ГПА-25с потрібно витрати приблизно в 3,27 рази більше енергії, ніж на електроприводному агрегаті ЕГПА-25рч. Також приблизно те ж саме відхилення можна отримати, порівнявши коефіцієнти корисної дії газоперекачувальних агрегатів. Адже вражає їх різниця щодо газотурбінних і електроприводних агрегатів. Коефіцієнти корисної дії газотурбінних ГПА всередньому складають 27-32% (ККД сучасних ГПА досягають 36% і більше), в той час як електроприводних – 93–98%.

Природний газ і електроенергія як паливо для ГПА володіють певними перевагами і недоліками. До переваг природного газу належить зручність його використання як енергетичного джерела для роботи ГПА, а до недоліків – низький ККД газотурбінних двигунів, швидше зношування деталей і потреба у високовартісних ремонтах, труднощі із запуском і зупинкою двигуна. Перевагами електроенергії є високий ККД

електроприводних ГПА, низька вартість їх ремонтних робіт, можливість легкого запуску і зупинки двигуна, а також можливість використання для споживання електроенергії в нічний час (для відбору лишніх потужностей електростанцій), недоліками – потреба закуповувати електроенергію в сторонніх організацій і в силовій мережі електропостачання.

Висновок. Висока енергоемність транспортування газу негативно впливає на конкурентоспроможність ГТС України. Необхідно впроваджувати енергозберігаючі заходи і технології на підприємствах газотранспортної галузі. Наша газотранспортна система потребує модернізації і реконструкції.

Зниження енергомісткості транспортованого газу та підвищення конкурентоспроможності ГТС можна досягти шляхом заміни газопровідних ГПА на електропроводні, які є більш енергоефективними економічними, екологічними та не залежать від російського газу як палива для його транспортування на захід. Це дасть змогу зробити газотранспортну систему більш незалежною.

Список використаних джерел

1. Аналіз впливу змін цін енергоресурсів на вибір джерела енергії для ГПА/ Чучук Ю.В. // Наукові записки. Серія «Економіка» – 2012. С. 168–172.
2. Аналіз економічної і енергетичної ефективності газотурбінних і електроприводних газоперекачувальних агрегатів (ГПА) / В.К.Орлова, Ю.В.Чучук // Науковий вісник ІФНТУНГ – 2010. – С. 113–116.
3. Використання електроприводних ГПА — джерело зниження енерговитратності магістрального транспортування газу / В.І. Мілевська // Науковий вісник ІФНТУНГ – 2010. – С. 168–172.
4. Комплекс інвестиційних проєктів з економії енергоресурсів в газотранспортній системі України / В.В.Колодяжний, В.В.Дубровський, В.Г.Старовойтов // Нафтогазова енергетика – 2007. – С. 31–34.
5. Оцінка конкурентоспроможності газотранспортної системи України / С. М. Савченко, В. В. Ткач // Економіка та держава – 2018. С. 93–96.
6. Проблеми енергозбереження газотранспортних підприємств в умовах кризи / М.Д.Степ'юк, Л.Т.Гораль, В.І.Мілевська // Науковий вісник ІФНТУНГ – 2009. – С. 136–139.
7. Резерви енерго-ресурсозбереження і нові технології для їх використання на компресорних станціях магістральних газопроводів / Р.М.Говдяк, Г.М.Любчик, Л.Б.Чабанович, О.Г.Гриник, Б.І.Шелковський // Нафтогазова енергетика – 2007. – С. 35–45.
8. Шляхи підвищення енергетичної ефективності газотранспортної системи України / М.Б. Кузик, М.О. Карпаш // Нафтогазова енергетика – 2018. С. 40–43.