

Література

- 1 Гончарук М.І. Аналіз причин втрат природного газу // Нафт. і газ. пром-сть. – 2003. – № 1. – С. 51-53.
- 2 Строй А.Ф., Ковальов О.В. Комерційні втрати газу та шляхи їх скорочення // Нафт. і газ. пром-сть. – 2000. – № 6. – С. 49-51.
- 3 Пістун Є.П. Облік та економія природного газу // Нафт. і газ. пром-сть. – 2000. – № 2. – С. 46-47.
- 4 Гончарук М.І., Чеховський С.А., Середюк О.Є. Рациональне використання природного газу як одне із складових збереження його ресурсів // Нафт. і газ. пром-сть. – 2005. – № 2. – С. 3-10.
- 5 Програма оснащення житлового фонду Івано-Франківської області лічильниками газу: Затверджена НАК «Нафтогаз України» 02.03.01. – К., 2001. – 5 с.
- 6 Середюк О.Є., Лісевич Т.І., Прудніков Б.І., Федоришин Я.С. Повірка побутових лічильників газу під час експлуатації // Методи та прилади контролю якості. – 1999. – № 3. – С. 89-91.
- 7 Інструкція щодо обслуговування та експрес контролю побутових лічильників газу, які знаходяться в експлуатації: Затв. Держ. ком. нафт., газ. та нафтопереробної промисловості 28.02.96 – К., 1996. – 19 с.
- 8 ДСТУ EN 12480:2006. Лічильники газу роторні. Загальні технічні умови (EN 12480:2002, IDT).
- 9 Петришин І.С., Середюк О.Є., Прудніков Б.І. та ін. Експрес-контроль та технічна діагностика промислових лічильників газу в експлуатації // Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики промислового обладнання: Матеріали конференції (м. Івано-Франківськ, 3-6.12.02). – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2002. – С. 94-97.

УДК 622.279:338.31

ДО ПИТАННЯ ОБРАННЯ БАЗОВИХ СТРАТЕГІЙ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ГАЗОТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ, СПРЯМОВАНИХ НА ЕНЕРГОЗАОЩАДЖУВАННЯ

¹ І.М.Фик, ² М.І.Фик

¹ НДПТрансгаз, 61004, м. Харків, вул. Маршала Конєва, 16, тел. (057) 7333185

² УМГ «Харківтрансгаз», 61001, м. Харків, вул. Культури, 20-А, тел. (057) 7019358, e-mail: FUK@khtg.com.ua

Проведен специальный отбор и последующая классификация энергетических, технологических, методических и структурных инноваций в транспорте газа, предложен первый шаг отраслевой стратегии поэтапного перевооружения с энергетической точки зрения

A special selection and follow-Classification of energy, technology, policy and structural innovation in the transport of gas, offered the first step Industrial step-by-step strategy to retool the energy point of view

Дослідження, пов'язані з раціональним використанням можливостей ГТС з огляду на кліматичні фактори, фактори сезонної нерівномірності та перерозподілення споживання, видобування й транзиту природного газу, апріорно мають значний економічний потенціал. Рівень фактичної наукомісткості газотранспортної галузі та її реального інноваційного попиту на сучасному науковому рівні визначено на наукових конгресах і конференціях з технологій транспортування газу, екології та енергозаощаджування у ПЕК.

Спробуємо проаналізувати останні досягнення прикладних наук щодо їхньої корисності й застосовності у транспортуванні газу. Метою децентралізованої складної мережної структури енергетичних і пасивних елементів ГТС є – надійне та безперервне подавання газу споживачам у необхідній кількості і відповідної товарної якості. Склад, призначення й розміщення елементів ГТС України визначено здебільшого матеріалізованими стандартними проектними

рішеннями 60-80 років минулого століття. Змінити три зазначені чинники неможливо через недосконалість і обмеженість земельних і екологічних нормативів, а також через високу вартість зміни положення, структури й повного переобладнання лінійної частини магістральних газопроводів із КС, ПСГ, ГРС і ГВС. Потрібно зважати на той факт, що витрачено величезну кількість металу й інших коштовних матеріалів для капітального будівництва й облаштування названих технологічних об'єктів ГТС високого тиску, на проведення профілактичних і капітальних ремонтів основного й допоміжного устаткування з підвищеним фіксуванням складу, призначення, розміщення й основної технологічної структури базових технологічних процесів [1]. Тому із раціональним використанням можливості ГТС високого тиску згідно з новими швидкоокупними технологіями сьогодення за напрямками наукових досліджень для використання у газотранспортному виробництві слід визначитись на перспективу.

Автори пропонують зробити крок уперед, визначившись з таким ключовим питанням: як можна поліпшити якісні й кількісні параметри функціонуючої ГТС високого тиску – великої системи зі складною мережною структурою та значним енергетичним складником у структурі виробництва. Відповідь на це питання слід почати з переліку теоретично-можливих і реалізованих у прогресивному світі максимально-вигідних інноваційних технологій або іншої найкориснішої для ГТС України інтелектуальної продукції. Авторі спрямували своє дослідження на енергозаощаджувальні інновації основних технологічних процесів газотранспортного виробництва разом із супутніми й підготовчими для останніх заходами. Пошук і систематизацію швидкоокупних енергозаощаджувальних інноваційних технологій визначено вимогами газотранспортного підприємства згідно з основними тенденціями на світовому ринку енергоресурсів. Адже добре відомо, що споживання енергії впровадженими виробничими установками й системами у вигляді електричної енергії, паливного газу або іншого палива лягає важким тягарем на витратну частину подальшої експлуатації систем ГТС [2]. Те саме можна сказати про структурні режимні й технологічні рішення, які, з одного боку, спрямовані на надійніше або додаткове забезпечення споживачів товаром, з іншого – вимагають додаткових витрат енергоресурсів [3]. Нижче подано узагальнений розподіл базових напрямків технічного переоснащення після первинного систематизування, яким його бачать автори.

По-перше, найшвидшими й такими, що потребують найменшого вкладення коштів для ГТС високого тиску після модернізування інформаційних, вимірювальних систем і систем телемеханіки, є такі комплексні заходи з енергозбереження:

- змінювання режимних параметрів і напрямків енерготранспортних потоків без реконструювання активних і пасивних елементів приведенням їх до оптимальних за сукупністю економічних критеріїв [4];

- регулювання обсягів і умов зберігання газу в ПСГ із урахуванням імовірностей і статистики газоспоживання й надходжень газу в ГТС за контрактами купівлі, продажу й зберігання газу [5];

- згладжування нерівномірностей навантаження на лінійні ділянки й компресорне устаткування з урахуванням питомої вартості транспортування одиниці товарної продукції на одиницю шляху [6];

- гнучкий перерозподіл потужностей і типів приводів компресорного устаткування під сезонні чинники, що змінюються, приймання й передавання товарного газу, температури повітря й ринкові тарифи на товарний газ [7];

- оперативне виведення з роботи енергомарнувальних елементів і максимально-ефективне використання активних і пасивних елементів ГТС з одночасним зменшенням вартості транспортування газу, ремонтування й обслуговування виробничого устаткування й деталей [8];

- ігрове моделювання нових режимів роботи магістралей і вузлів ГТС із експертним і автоматичним визначенням найвигідніших варіантів [9];

- оперативний контроль із супутників і дистанційно керованих літальних апаратів за рухом ґрунтів, підземних вод, геометрією ділянок труб, будівельними роботами сусідів, що є суб'єктами господарської діяльності, зонами підвищеного ризику виникнення свищів або інших серйозних аварій.

По-друге, найперспективнішими автори вважають інновації в галузі модернізування безпосередньо самої лінійної частини магістральних газопроводів і способів її обслуговування:

- якісне механічне й хімічне очищення внутрішньої поверхні труб новими способами, пристроями й хімічними речовинами, включаючи газопроводи-відводи [10];

- гладкісні (слизькі) спеціальні покриття зі стійких полімерів внутрішньої поверхні труб, що поліпшують гідравлічну ефективність газопроводів [11];

- способи швидкого виведення й уведення ділянок трубопроводу в експлуатацію, включаючи повноавтоматичне зварювання стиків, самоцентрувальні фланцеві з'єднання, спеціальні ущільнювальні гранбуksi, спеціальні збірно-розбірні манжети, універсальні засоби створення фундаментів і капітальних зміцнень, облаштуваності й монтажу, відповідна спец-автотехніка механізованих колон;

- сучасні хімічні модифікатори ґрунтів і системи створення товщ і покривів у навколотрубному просторі, включаючи організацію малих доріг технологічного призначення [12];

- дистанційна дефектоскопія, внутрішньопорожнинна дефектоскопія з допомогою роботів і мікроремонт виявлених дефектів [13].

По-третє, вочевидь найвигіднішими, хоч і досить дорогими, але швидкоокупними для активного, основного енергетичного й численного пасивного устаткування є такі інноваційні заходи:

- організування малих ПСГ поблизу великих споживачів з використанням виснажених родовищ вуглеводнів [14];

- системи додаткового підготовлення газу інноваційного типу з утилізуванням конденсатів вищих вуглеводнів, додаткового вилучення шкідливих і додавання інертних газів поблизу газоконденсатних промислів та інших пунктів надходження вуглеводнево-газових сумішей [15];

- системи утилізування низькопотенційного тепла, енергії потенційного тиску, використання зовнішніх енергетичних впливів природного й антропогенного характеру [16];

- системи енергобалансного обміну із сусідніми господарствами ПЕК у взаємовигідних цілях [17];

- застосування високодинамічних приводів вентиляльно-індукційного типу до відцентрових нагнітачів КС [18];

- застосування плазмових і хімічних рематалізаційних апаратів і способів відновлення

геометрії або формування покриття металевих деталей;

– магнітні й електретні підвіси у вальниках, ущільнення й зчіпки в основних силових оберткових і рухомих вузлах, технологічного устаткування;

– організування малих КС на обох сторонах довгих ділянок транспортування газу реверсивного типу;

– енерготрансформаційні (мембранно-каталітичні, магніто-гідродинамічні, фотоіонізаційні та ін.) джерела живлення основного й допоміжного енергоспоживчого устаткування, а також альтернативні джерела живлення малопотужної автоматики й телемеханіки;

– теплогенератори з палинками керовано-мікропідривного типу з максимальним КПД замість традиційних або активно-модуляційних палиників.

По-четверте, вже сьогодні незайвою буде поетапне адаптування ГТС до таких технологій майбутнього:

– часткове транспортування, зберігання й відпускання природного газу в зрідженому й газогідратному стані на вимогу кінцевого споживача;

– акумулювання й перетворення великих енергій для корисного використання сезонних коливань температури повітря й тиску в ГТС;

– синтез метанолу, водню й інших видів палива поблизу місць їх підвищеного комерційного попиту або постійного використання на власні технологічні потреби;

– керування й обслуговування простого технологічного устаткування за допомогою промислової автоматики, телемеханіки й систем штучного інтелекту [18];

– вирощування корисних, декоративних і рідкісних сільськогосподарських культур в охоронних зонах і на майданчиках допоміжних енерговитратних об'єктів;

– прямого використання атмосферної електрики, руху повітряних мас та підземної гідравліки для інтенсифікування та покращання видобування, транспортування та підземного зберігання вуглеводневих газів.

По-п'яте, деякі з названих напрямків прикладних наук тим чи іншим чином починають застосовувати в ДК «Укртрансгаз» НАК «Нафтогаз України». Тому, на думку авторів, необхідні ще й такі інноваційні технології комерційного спрямування:

– оперативне координування, здійснюване робочими групами економічних, ергономічних, екологічних і технічних рішень, а також прогнозування при людино-машинному моделюванні й керуванні технологічними процесами в ГТС;

– систематизований маркетинговий моніторинг попиту, тенденцій споживання й надходження енергоресурсів з аналізуванням матеріальних і енергетичних компонентів собівартості транспортування й зберігання природного газу;

– безперервне координування й контролювання впровадження нових технологій у

складі основних виробничих процесів без погіршення або зупинення виконання основних функцій і виконання договорів з контрагентами.

Схема ресурсозаощаджувальних та енергозаощаджувальних заходів з векторами переходів концептуально пояснено на рисунку 1.

Розглядаючи названі вище інтелектуальні продукти й передбачаючи виникнення логічного запитання визначення переліку для першочергового вигідного придбання або власного виробництва й використання газотранспортною компанією, автори пропонують економістам не забувати ще про низку специфічних деталей у висвітленому вище полі дослідження:

– впровадження вигідних нових технологій (а не застарілих, застосовуваних у країнах третього світу) супроводжується витратами на навчання й перепрофілювання персоналу в найрозвиненіших Європейських державах, Японії, США та ін.;

– вартість і термін впровадження сучасної автоматики, інформаційних технологій і програмних продуктів не перевищують вартості і термінів впровадження нового основного технологічного устаткування;

– у країнах колишнього СНД нове обладнання й технології, які дають можливість вивільнити частину персоналу, призводячи до звільнення працівників, не є популярними;

– відсутність підприємств-виробників запчастин для старого технологічного устаткування робить недоцільним його модернізування й капітальний ремонт;

– відсутність повного пакета технічної й конструкторської документації, теоретично й практично підготовленого обслуговуючого й інженерного персоналу на нове обладнання або оснащення, вимагає надалі умовно-постійних витрат на післягарантійне обслуговування;

– відсутність договорів на авторський і компетентний науково-дослідний супровід нововведень (особливо сторонніх розробок) в галузі енергозаощаджування може зводити нанівець загальний економічний ефект і умовно-постійні додаткові доходи;

– відсутність зацікавленості в економії енергоресурсів і коштів на державних підприємствах без відповідних винагород учасникам заходу й чиновникам інспекцій та інших державних органів, що погоджують проектні документи.

Наступне питання, що постає в процесі обирання стратегічних напрямків наукового аналізу й досліджень, можна сформулювати так: які із зазначених інноваційних технологій енергозаощаджування необхідно технологічно й економічно опрацювати, насамперед, для найшвидшого впровадження в умовах жорсткої ринкової конкуренції між енергетичними компаніями? Відповісти на нього швидко й чітко неможливо, оскільки навіть звичайну інвестиційну привабливість оцінюють за десятками економічних показників, розраховуваних на підставі технічних і бухгалтерських звітів, диспетчерських даних, умов контрактів з контрагентами, короткостроковим і довгостроковим

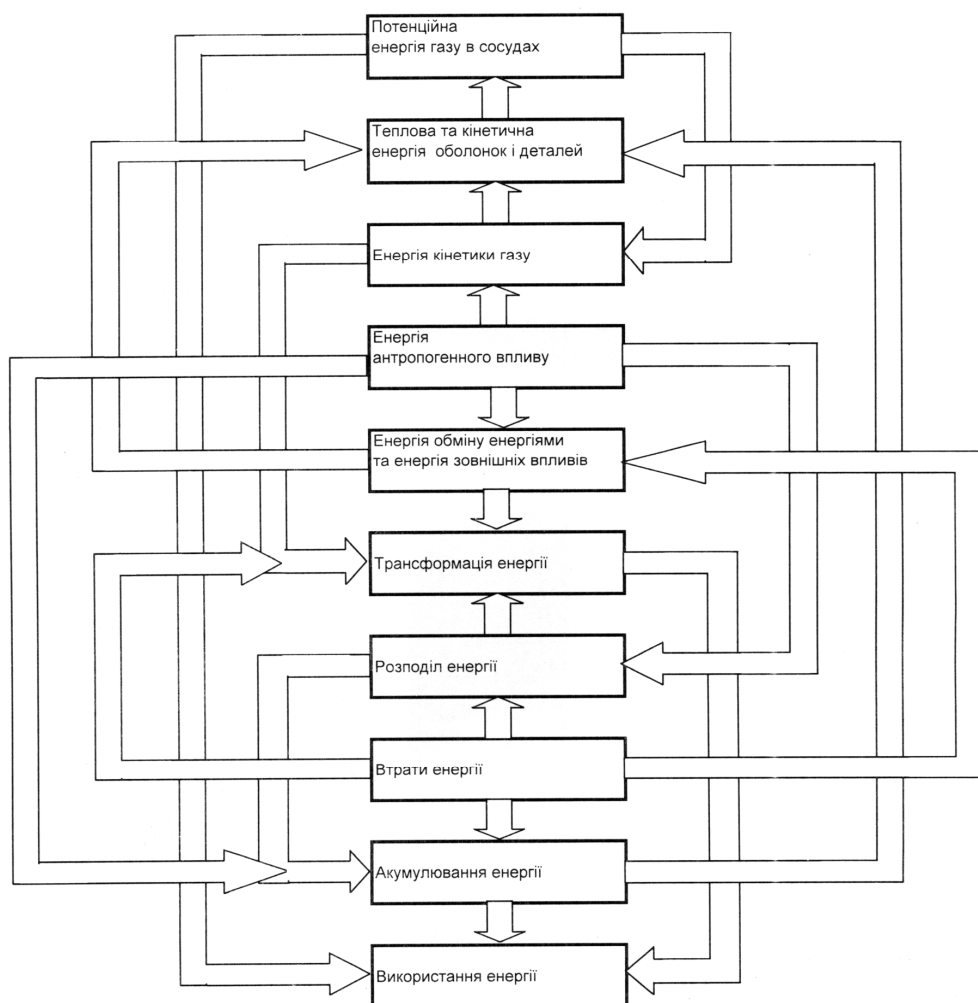


Рисунок 1 — Концептуальна схема ресурсозаощаджувальних та енергозаощаджувальних заходів (стрілки) газотранспортної системи у вигляді суч-векторів перетворень та впливу енергетичних складових виробництва

планами робіт підприємства. В останньому переліку вихідної до розрахунків інформації все достатньо прозоро, але існує «слабка ланка» через невизначеність із довгостроковим плануванням, пов'язану з недосконалістю тендерного, земельного й трудового законодавства України. Тому автори обрали за базу методичку експертного оцінювання впровадження нових технологій у сукупності з основними економічними показниками окупності, прогнозу й прогресії додаткового прибутку (приведений вільний грошовий потік) з використанням енергетичних еквівалентів твердих валют. Зрозуміло, що стверджувати в цьому випадку про повноту теоретичної та практичної оцінки економічної доцільності не можна. Але для обрання напрямків досліджень автори вважають таку оцінку необхідною й достатньою. Крім того, за відсутності довгострокового планування єдине, на що можна спиратися, приймаючи стратегічні рішення, – це багатий досвід найдосвідченіших технологів виробничого підприємства та окремі світові надбання аналогічних виробництв.

За даними опитування експертів, з типових підрахунків експертних балів та з основних показників впливає необхідність першочергового виконання таких чотирьох найважливіших

стратегічних завдань-заходів енергетичного оптимізування режимів роботи ГТС:

- оперативне виведення з роботи енергомарнувальних елементів і максимально-ефективне використання працюючих активних і пасивних елементів ГТС, що працюють, водночас зменшуючи вартість транспортування газу, ремонтування й обслуговування виробничого устаткування й деталей;

- згладжування нерівномірності навантаження на лінійні ділянки й компресорне устаткування з урахуванням питомої вартості транспортування одиниці товарної продукції на одиницю шляху;

- енерготрансформаційні (мембранно-каталітичні, магніто-гідродинамічні, фотоіонізаційні, альтернативні та ін.) джерела живлення основних і допоміжних приладів і устаткування;

- застосування високодинамічних приводів вентиляційно-індукційного типу для відцентрових нагнітачів КС.

Зазначені чотири завдання вийшли на перше місце завдяки відносно високій вартості їхнього виконання й винятковою важливістю для зниження витрат на паливо, експлуатування й ремонтування у виробничих умовах економічних реалій сьогодення. Саме комплексне

виконання цих завдань є найефективнішим, оскільки не потребує великих часових і грошових витрат. Отже, паралельне впровадження декількох взаємозалежних інновацій енергозаощаджування є певним стратегічним кроком. Слід зауважити, що перші два питання можна частково вирішувати навіть поодиночі без реконструювання устаткування (це зокрема виконує ОДУ ДК «Укртрансгаз»), тоді як третє та четверте завдання вимагають мінімального модернізування техніки (без її дислокації й капітального будівництва).

Таким чином автори визначили перелік досліджуваних питань першочергового стратегічного кроку до нової якості енергозаощаджування. Обрана інноваційна стратегія має, на думку авторів, широкий діапазон і безліч напрямків наукових досліджень, які впливають з викладеного матеріалу та зі змісту зазначених першоджерел. Наступним кроком після конкретизування досліджуваної царини відповідному набору розв'язуваних технологічних проблем стало переосмислення поставленого завдання досліджень. Такий рефлексивний науковий підхід полягає у підтвердженні й оцінці безперечної корисності ліквідування енергетичних втрат під час транспортування газу завдяки спільному ефекту енерготрансформування й установа найекономічнішого режиму роботи лінійних ділянок і компресорного устаткування магістральних газопроводів. Енерготрансформування полягає у використанні надлишкового потенційного тиску газу на КС, ГРС, ПСГ і прикордонних ГВС у вигляді тепла й холоду на власні потреби. Установа найекономічнішого гідравлічного режиму полягає в установаванні максимально можливого тиску й мінімально можливої температури на входах газу в лінійні ділянки. У результаті, зменшуючи витрати паливного газу на КС, газу власних потреб технологічних підігрівників і котлів, а також електроенергії на охолодження газу в літній період на вищевказаних технологічних об'єктах, ми оптимізуємо режими роботи ГТС щодо енергозаощаджування і робимо ще один крок на шляху до раціонального використання можливостей ГТС з огляду на сезонні чинники.

Тиск газу в магістральному газопроводі змінюється в досить широких межах. Скажімо, розрахований і перевірений для роботи з тиском 5,5 МПа газопровід ШДКРІ, реально працює з «вилкою» тисків 3-5 МПа залежно від його завантаження й положення вимірювача на трасі, що, до речі, є типовим [31]. Температура газу в підземних трубопроводах змінюється ще в більшому відсотковому співвідношенні, ніж тиск. Знижувати тиск доводиться з метою зменшення витрат паливного газу на головну і наступні КС, оскільки повернути у виробництво енергію палива, що згоряє, наявним енергетичним устаткуванням неможливо. Зниження тиску, у свою чергу, погіршує гідравлічний режим роботи всього магістрального газопроводу, знижує запас газу в трубопроводі, збільшує ризик збільшення нерівномірності подавання газу

споживачам, знижує демпферні властивості газопроводу до гідроударів або різких коливань температури в перерізах газопроводу. Але ж у подібних розподільних магістральних газопроводах, на відміну від трансконтинентальних (Прогрес, Дружба та ін.), істотне зниження тиску є частою практикою. Здавалося б, немає альтернативних заходів для регулювання режиму роботи газопроводу в цьому випадку. Це слушно за відсутності трансформаторів потенційної енергії тиску газопроводу в енергію тепла або холоду (які можна використовувати для власних потреб). Раніше на практиці таке трансформування виконували в деяких енергетичних і хімічних виробництвах, застосовуючи турбодетандерні установки з холодильними або опалювальними машинами. Таку дорогу комбінацію устаткування зараз експлуатують на окремих ГРС ДК «Укртрансгаз», наприклад, у Дніпропетровському ЛВУМГ УМГ «Харківтрансгаз». Тож можна стверджувати, що фактична корисність енерготрансформаційного устаткування на практиці доведена. Тоді виходить, що залишилося застосувати відносно недороге енерготрансформаційне устаткування із сучасними інноваційними принципами дії й установити оптимальні режимні параметри роботи магістрального газопроводу, щоб домогтися істотних енергетичних позитивів. Особливо цікавим є пристрій перетворення надлишкової потенційної енергії тиску в теплову енергію, бо за моментальним знімком ГТС можна вважати сукупністю посудин під тиском. Одержане завдяки цьому пристрою додаткове тепло можна використовувати для технологічного підігрівання газу на ГРС і ПХГ. Те саме можна сказати про реальність недорогих структурних технологічних рішень, наприклад, використання холоду дросельовальних пристроїв (регуляторів тиску паливного газу та ін.) на КС для охолодження газу замість використання електроенергії для АВО. Дросель в останньому випадку трансформує енергію потоку газу в холод.

Окремо слід наголосити на надзвичайній важливості четвертого з обраних заходів для стратегічного прориву в енерго- та ресурсозаощаджуванні. Про низький ККД сучасних ГТУ відносно використаної енергії згоряння палива сказано в літературі чимало, але рідко можна почути про принципову неможливість отримання ККД ГТУ понад 50% без докорінного змінювання конструкції двигуна. За останні 10 років найдосвідченіші конструктори класичного газотурбінного обладнання спромоглися підняти цей показник на 5-7%. Інша справа з електричними двигунами, особливо з асинхронними та вентильно-індукційними двигунами. ККД найкращих електроприводів на базі асинхронних та вентильно-індукційних електричних машин становить близько 98%. У минулому столітті, і справді, важко було регулювати оберти синхронних двигунів та повільно розкручувати чи гальмувати асинхронні двигуни через відсутність відповідної силової електроніки, але сьогодні такі силові модулі серійно виробляються й недорого коштують. Найвигідніше викорис-

товувати саме вентиляно-індукційні приводи КС, оскільки вони потребують спрощеної силової електроніки та мають найкращі показники динаміки розгону і гальмування. Це дасть можливість швидко змінювати коефіцієнт підвищення тиску на КС та мінімізувати втрати енергії на компримування, підготовчі та супровідні заходи, потужне оливогосподарство тощо. Комплексно застосовуючи всі чотири заходи стратегії, можна обрати найенергоекономічніший режим транспортування, зберігання та розподіляння газу.

З метою інженерного оцінювання перспективи енергозощаджування авторами розроблено технологічну структуру енерготрансформатора енергії потоку газу в тепло, спрощену систему газодинамічного розраховування нестационарного неізотермічного режиму транспортування газу трубопроводом й алгоритм комбінованого адаптаційного енергетично-гідравлічного оптимізування роботи багатониткового газопроводу з перемичками в усталеному режимі транспортування газу. Попередні розрахунки й численні повторні перевірки таких розрахунків із застосуванням різних підходів доводять можливість заощадити сотні мільйонів гривень за рік для середньостатистичного трансконтинентального коридору магістральних газопроводів (10-20 млрд. м³/рік). Результати розрахунків свідчать, що в рамках обраної стратегії для випадку виключення лише витрат на вогневе підігрівання із застосуванням енерготрансформаторів (грунтових теплових насосів з несиметричними теплообмінниками тощо) на половині ГРС УМГ «Харківтрансгаз» газопроводу ЩДКРІ (де таке дозволяє зробити величина тисків і витрат газу), економія складе від 10 до 18 млн. грн. (залежно від кількості холодних днів узимку).

Систематизування й експертний аналіз літературних джерел означеної тематики дають підставу зробити такі основні висновки:

– у газотранспортному підприємстві у ході технічного переоснащення доцільно застосовувати енерготрансформаційні технології і устаткування;

– комбіновані інноваційні методи енергетично-гідравлічного оптимізування режимів роботи ГТС є більш прийнятними, ніж гідравлічне оптимізування, яке не враховує загальні енергетичні витрати й можливості енерготрансформаційного устаткування;

– потрібно найближчим часом позбавитися пальників прямого підігрівання газу та ГТУ з низьким ККД та динамікою змінювання режиму роботи;

– заходи зниження енергетичних втрат завдяки застосуванню енерготрансформаційних технологій і устаткування, нових методів енергетичного оптимізування, у поєднанні з традиційним режимним оптимізуванням (із сучасної практики газотранспортних підприємств) забезпечать суттєве підвищення ефективності роботи газотранспортної системи України.

Література

1 Справочник по проектированию магистральных трубопроводов / Под ред. А.К.Дерцякяна. – Л.: Недра, 1977. – 519 с.

2 Фик І.М. Вплив впровадження нової техніки та технології на ефективність газової промисловості. – Харків: УкрНДІгаз, 1999. – 174 с.

3 Ханік Я.М., Гнатишин Я.М. Енергозбереження. – Львів: Афіша, 2004. – 206 с.

4 Гарляускас А.И. Математическое моделирование оперативного и перспективного планирования систем транспорта газа. – М.: Недра, 1975. – 160 с.

5 Енергетична безпека держави: високо-ефективні технології видобування, постачання і використання природного газу / Є.І.Крижанівський, М.І.Гончарук, В.Я.Грудз та ін. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2006. – 282 с.

6 Жидкова М.А. Переходные процессы в магистральных газопроводах. – К.: Наукова думка, 1979. – 256 с.

7 Капцов И.И. Основные разработки УкрНИИГаза по повышению эффективности и надежности работы магистральных газопроводов. – Харків: УкрНДІгаз, 1999. – 95 с.

8 Тевяшев А.Д. Информационно-аналитическая система управления газотранспортными системами // Радиоэлектроника и информатика. – 1999. – № 3(08). – С. 43-47.

9 Гвоздинський А.М. Оптимізаційні задачі в організаційному управлінні. 1-2 частина. – Харків: ХТУРЕ, 1997. – 116 с.

10 Грудз В.Я., Тимків Д.Ф. Оптимизация процесса очистки полости магистрального газопровода // Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 1987. – Вып. 24. – С. 88-89.

11. http://vykza.ru/2007/07/27/stroitelstvo_uchastka.html,
<http://www.permacoil.ru/>,
<http://www.ukrpipe.com.ua/RUS/production.php?id=2&sid=2>, <http://www.ankort.ru/story1.php>

12. http://www.stroy-info.ru/company_9972_news.htm,
<http://farben.ru/offers/17/215/1139/1487.html>.

13 Ахметов В.Н., Бауэр А.А. Обеспечение безопасного состояния газотранспортной системы ПБО // Промбезопасность. – Оренбург, 2006. – Вып. 5.

http://www.orfi.ru/press/jur/jur.php?05/magazine5_06.html

14. <http://mdm.primetass.ru/news/show.asp?id=100002837&ct=prnews>

15. <http://www.azotki.ru/>
http://www.businesspress.ru/newspaper/article_mId_37_aId_67092.html
<http://perm.pulscent.ru/news/110708>

16. <http://www.ekoteplo.com/ru/19.html>
<http://www.nukleon.com.ua/>

17. Фик М.І. Енергетично-самодостатній керований автоматичний регулятор тиску ГРС // Нафтова і газова промисловість. – 2006. – № 5. – С. 36-37.

18. Кейн Л.А. Штучний інтелект в обробних галузях промисловості // Нафта, газ і нафтохімія за рубежом. – 1986. – № 9. – С. 117-122.