

# ТРАНСПОРТ ТА ЗБЕРІГАННЯ НАФТИ І ГАЗУ

УДК 622.691.24

## ГАЗОТРАНСПОРТНА СИСТЕМИ УКРАЇНИ: МОДЕРНІЗАЦІЯ ТА ПЕРЕОСНАЩЕННЯ

*О. Т. Чернова*

*ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (0342) 727138,  
e-mail: m-oksana-t@ukr.net*

*Українська газотранспортна система (ГТС) як транзитний партнер має багато переваг. Однак її технічний стан та ефективність функціонування не відповідають сучасним вимогам. Побудовані у 60-70 роках минулого століття агрегати належать до II та III покоління, морально та фізично застаріли та істотно поступаються світовому рівню якості.*

*Згідно з проведеним дослідженням параметрів різних ланок ГТС, початкової реконструкції найбільше потребують компресорні цехи газопроводу "Союз", оснащені ГТК-10, та газопроводу "Уренгой-Помарь-Ужгород", оснащені ГТК-25.*

*Слід також зауважити, що невід'ємною технологічною ланкою ГТС України є мережа підземного зберігання газу, тому у ході модернізації слід детально проаналізувати стан підземних сховищ з конкретизуванням проблем, що не були усунені під час їх спорудження й виникли у ході експлуатації, та взяти відповідних заходів.*

*Ключові слова: модернізація, реконструкція, трубопроводи, підземні сховища, газотранспортна система.*

*Украинская газотранспортная система (ГТС) как транзитный партнер имеет много преимуществ. Однако ее техническое состояние и эффективность функционирования не соответствуют современным требованиям. Построенные в 60-70 годах прошлого века агрегаты относятся к II и III поколения, морально и физически устарели и существенно уступают мировому уровню качества.*

*Согласно проведенному исследованию параметров различных звеньев ГТС, в начальной реконструкции наиболее всего нуждаются компрессорные цеха газопровода "Союз", оснащенные ГТК-10 и газопровода "Уренгой-Помарь-Ужгород", оснащенные ГТК-25.*

*Следует также заметить, что неотъемлемым технологическим звеном ГТС Украины является сеть подземного хранения газа, поэтому в ходе модернизации следует детально проанализировать состояние подземных хранилищ с конкретизированием проблем, не устранены при их строительстве и возникшие в ходе эксплуатации, и принять соответствующие меры.*

*Ключевые слова: модернизация, реконструкция, трубопроводы, подземные хранилища, газотранспортная система.*

*The Ukrainian gas transportation system (GTS) has many advantages as a transit partner. However, its technical condition and operational efficiency do not answer to the modern requirements. The aggregates, built in the 60-70-ies of the previous century, belong to the second and third generations and are morally and physically obsolete being inferior to the global quality level.*

*According to the study of the GTS various components' parameters, the primary reconstruction is to be provided for the pipeline "Soyuz" compressor shops, equipped with the GTS-10 and the gas pipeline "Urengoy-Pomary-Uzhgorod" compressor shops, equipped with the GTS-25.*

*It should also be noted that the essential technological element of Ukraine's GTS is a network of underground gas storage, that is why in the course of modernization the underground storages' condition should be thoroughly analyzed with specifying issues that were not resolved during their construction and appeared during operation for further appropriate measure taking.*

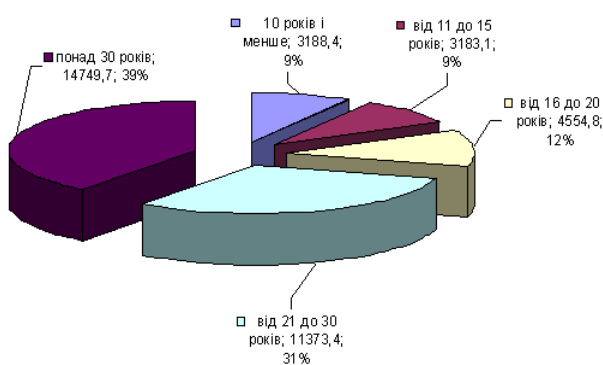
*Keywords: modernization, reconstruction, pipelines, underground storage, gas transportation system.*

**Вступ**

Модернізація – перехід від традиційного аграрного суспільства до світського, міського й індустріального. Сам термін у перекладі з англійської мови означає "осучаснення" та передбачає впровадження у суспільство ознак сучасності [1].

Україна володіє потужною системою транспортування газу, яка являє собою інтегровану мережу газопроводів і відводів, пов'язаних між собою технологічними трубопроводами. За допомогою української газотранспортної системи здійснюється постачання природного газу від газовидобувних регіонів Росії та Центральної Азії до країн Європи [2]. Виконання Україною контрактних зобов'язань з транзиту газу має важливу роль в міжнародній системі газопостачання.

Однак, технічний стан та ефективність функціонування ГТС не відповідають сучасним вимогам, оскільки близько 30 % газопроводів і понад 60 % комунікацій ГТС відпрацювали амортизаційний термін (побудовані в 60-70 роках минулого століття), а кожний третій агрегат відпрацював свій моторесурс [3]. Близько 70 % газопроводів України відпрацювали понад 20 років (рис. 1).



**Рисунок 1 – Процентне співвідношення відпрацьованого амортизаційного терміну газопроводів України**

Потрібно наголосити, що суттєвою перевагою ГТС у постачанні газу на Європейський ринок є один з найбільших парків підземних сховищ газу. Підземні сховища виконують дві важливі функції. По-перше, регулюють транзитні потоки в газотранспортній системі, а по-друге, в зимовий період забезпечують безперебійне постачання газу споживачам. На паливо зі сховищ, а не з "труби", припадає приблизно 40 % українського річного споживання [4]. Це найвищий показник у Європі. Наприклад, у Росії він становить близько 15 %, у Німеччині – 20 %, в Італії – 26 %, у Франції – 29 %. Але, на сьогодні сховища здатні "віддати" на добу не більше 350 млн. кубометрів газу, тоді як у пік опалювального сезону обсяги споживання набагато більші. Навіть у разі неповного використання потужностей діючих ПСГ надходження з них газу може забезпечити понад третину потреби внутрішнього об'єму споживання, а при

відповідному накопиченні ресурс надходження його з ПСГ може бути збільшений вдвічі [5].

**Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень і публікацій**

Створений протягом років великий промислово-виробничий та інтелектуальний потенціал газової промисловості є доробком значної кількості висококваліфікованих працівників. Так, за багаторічну історію розвитку галузі в Україні було створено важливі матеріали, ряд яких було впроваджено в передові технології та низку науково-виробничих проблем міжнародного значення [4, 5]. Цими працями науковці зробили великі внески у розбудову і розвиток газотранспортної системи.

Із 1964 року науковці з УкрНДГазу спільно з ВНДГазом почали працювати над розробленням наукових основ проектування ПСГ. В подальшому підрозділ та засноване пізніше комплексне відділення у Львові стали провідними в інституті, вони здійснювали не тільки технологічне проектування та науковий супровід зі створення та експлуатації всієї мережі підземного зберігання газу в Україні, а проводили важливі наукові дослідження світового рівня [6].

Питання модернізації газотранспортної системи є актуальними впродовж останніх двадцяти років. Більшість з них стосується проблем фінансування [7, 8]. В ряді документів [9] говориться про можливість підвищення потужності підземних сховищ газу до 50 млрд м<sup>3</sup> за рахунок побудови газових сховищ в центральних областях країни, зокрема у Харківській та Полтавській.

Так, проблеми та перспективи розвитку підземного зберігання газу в Україні розглядалися А. М. Федутенком [6]. Основною метою його праці є висвітлення питань, пов'язаних з можливістю збільшення добової продуктивності підземних сховищ шляхом удосконалення експлуатаційних свердловин: бурінням горизонтальних стовбурів як у нових свердловинах, так і в "старих"; утворенням відкритих вибоїв при бурінні нових свердловин та фрезеруванням експлуатаційних колон у "старих" свердловинах; застосуванням надійних протипіщаних фільтрів; застосуванням гідророзриву пласта; спорудженням свердловин великого діаметра та додатковою перфорацією газонасичених інтервалів.

У березні 2003 року було створено комісію для вирішення питання модернізації, до якої увійшли науковці ДК "Укртрансгаз" та фірми "Нуово Пиньоне" (Nuovo Pignone, Італія) [2]. За результатами діяльності комісії розроблено низку рекомендацій та методик щодо повної заміни автоматики та модернізації обладнання ГПА, які дозволяють продовжити ресурс агрегатів ще на 100 тис. мотогодин. Висновки даної комісії свідчать про те, що більшість парку газоперекачуючих агрегатів України, відпрацювали свій встановлений моторесурс, або близькі до цього. Експлуатація такого численного і

Таблиця 1 – Технічний стан ГПА на основних транзитних газопроводах

Назва газопроводу	Тип встановлених ГПА	Термін експлуатації ГПА (роки)	Середнє напруцювання одного ГПА (тисяч годин)	Середній ККД встановлених ГПА %
"Прогрес"	ГПУ-10 (15 од.)	16	70	27
	ГПУ-16 (8 од.)	16	45	29
	ГПА-25 С (6 од.)	10	55	36
	ЕГПА-25 (6 од.)	19	45	30
	СТД-12500 (7 од.)	18	25	30
"Уренгой-Помари-Ужгород"	ГТК-25і (21 од.)	24	120	26
	ГПА-25С (6 од.)	12	40	36
"Союз"	ГТК-10і (83 од.)	30	140	24
"Ананьїв-Тираспіль-Ізмаїл"	ГТН-16 (4 од.)	21	60	24
	ГПА-Ц-6,3 (3 од.)	21	25	23
	ГТН-6 (6 од.)	14	45	24
"Єлець-Кременчук-Кривий Ріг"	ГПУ-10 (21 од.)	21	70	27
	ГТК-10 (24 од.)	21	70	24

технологічно-складного парку потребує нових підходів до діагностування технічного стану і сервісного обслуговування обладнання. Був підписаний меморандум про фінансування проекту [8] і зараз ми спостерігаємо дуже повільне його втілення.

### Цілі статті

Для повноцінної картини стану газотранспортної системи та прийняття вірних рішень стосовно її модернізації необхідно детально проаналізувати стан підземних сховищ з конкретизуванням проблем, які не усунені після спорудження та виникли у ході експлуатації.

В результаті вдалої модернізації ГТС України може бути вигідна всім: Україна знизить свої затрати на експлуатацію трубопроводів і збільшить прибуток від транзиту, а Європа на вигідних умовах отримає надійного партнера з поставок енергоресурсів. [3]

Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України [8] від 14.04.2008 року компресорні станції магістральних газопроводів повинні бути переведені на електричне живлення, що дасть змогу суттєво підвищити безпеку та надійність експлуатації газотранспортної системи.

### Виклад основного матеріалу

Близько 80 % газоперекачувальних агрегатів на компресорних станціях експлуатуються понад 30 років тому морально і фізично застаріли, а їх економічність не відповідає сучасному рівню розвитку суспільства та потребує суттєвого підвищення. [2] У таблиці 1 наведено технічні параметри ГПА, що експлуатуються на основних транзитних газопроводах.

Проаналізувавши дані таблиці, бачимо, що заводський залишковий ресурс газоперекачувальних агрегатів на основних магістральних газопроводах складає:

- газопровід "Прогрес" – близько 50 %;
- газопровід "Уренгой-Помари-Ужгород" – 3 %;
- газопровід "Союз" – 1 %;
- газопровід "Ананьїв-Тираспіль-Ізмаїл" – 35 %;
- газопровід "Єлець-Кременчук-Кривий Ріг" – 24 %.

Отже, найактуальнішою є реконструкція компресорних цехів з ГПА ГТК-10і газопроводу "Союз" та ГТК-25 і газопроводу "Уренгой-Помари-Ужгород".

Загалом на магістральних газопроводах ДК "Укртрансгаз" [8] діє 110 компресорних цехів (КЦ), на 72 компресорних станціях встановлено 702 газоперекачувальні агрегати широкого спектру одиничної потужності – від 4 до 25 МВт, з різними типами приводних двигунів:

- газотурбінних є 448 одиниць, 20 типів ГПА;
- поршневі є 96 одиниць, 3 типи ГПА;
- електричних є 158 одиниць, 4 типи ГПА.

До мережі підземних сховищ, розміщених на території України, входить 13 підземних сховищ газу (враховуючи територію Криму) [2]. Більшість газосховищ України з періоду закачування газу відпрацювали від 20 до 50 років.

Відомо, що на ефективність експлуатації сховищ впливають і параметри їх створення. Деякі проблеми, які виникали при будівництві, досі не вирішені через брак коштів.

В процесі створення сховища поєднували ряд проблем. При їх вирішенні науковці домоглися результатів, які привели до умов, кращих від запланованих. Таких даних не завжди можна досягнути при створенні ПСГ у сприятливіших геологічних умовах та в сучасніших умовах розвитку.

До таких позитивних результатів реорганізації можна віднести Олішівське сховище. При його створенні постійно спостерігалась про-

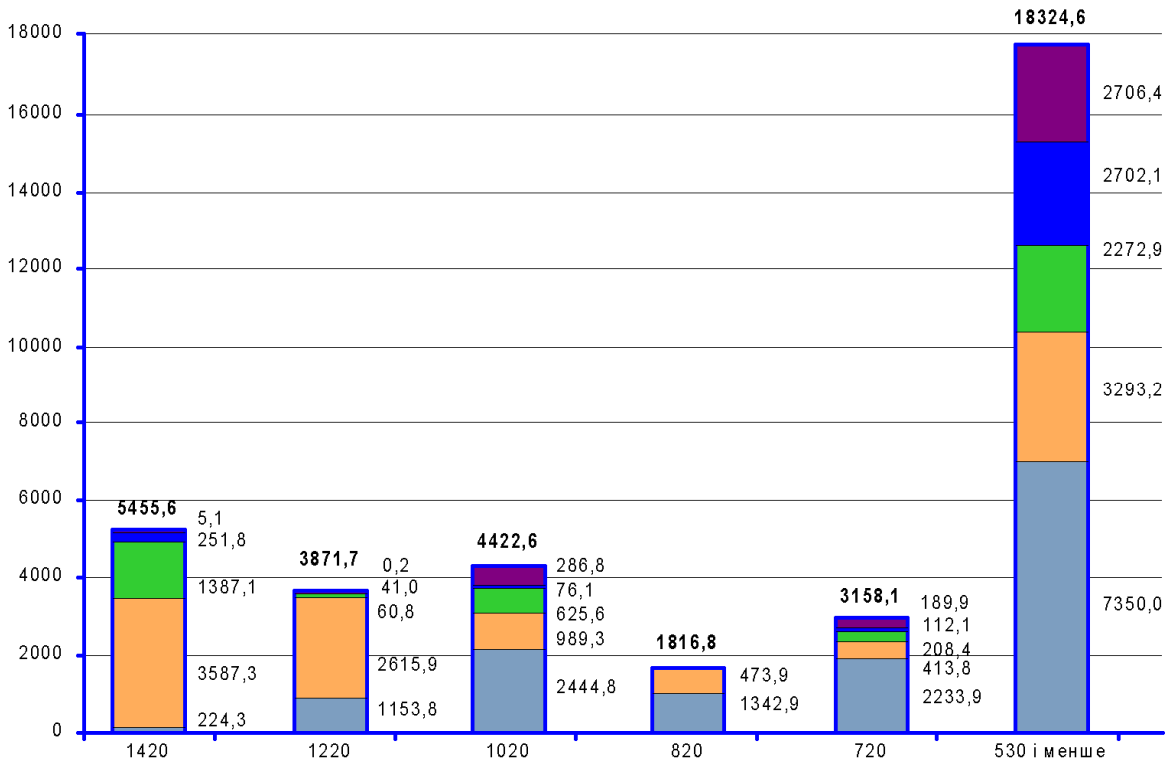


Рисунок 2 – Структурний аналіз газопроводів за терміном експлуатації

блема витіснення газу в процесі відбирання. В результаті випробування різних модифікацій протипіскових фільтрів та проведених досліджень вдалося відібрати 50 % проектного активного газу. Наразі параметри роботи даного сховища характеризуються високим співвідношенням активного і загального об'ємів газу (до 47 %).

Червонопартизанське ПСГ є другим за об'ємом газу на території України. Для створення даного сховища нагнітання газу було розпочато в 1968 році. Глибина залягання сховища – найменша в Україні і сягає 390-480 м. Особливістю даного сховища є рух поверхні близько 20 см в центральній його частині та загазованість навколо гирла в період закачування-викачування. Після встановлення причини підняття та узагальненої дослідної експлуатації було досягнуто значення максимального пластового тиску і введено сховище в циклічний режим експлуатації. Проблема підняття поверхні та загазованості гирл залишилась відкритою, і повинна була вирішитись протягом перших років експлуатації.

Створення Солохівського ПСГ також відзначалось проблемою винесення пластового піску та пробкоутворенням. Дані проблеми вирішувались в рекордно стислі терміни, але залишилось відкритим питання збільшення активного об'єму сховища. Щодо його модернізації та удосконалення слід вказати на підвищення пропускної здатності газопроводу-підключення, що забезпечить збільшення добового відбирання газу і потенційно активний об'єм газу в ньому.

Під час створення Кегичівське підземне сховище не вдалось вивести на проектні показ-

ники. Планувалося провести дослідження можливості зниження нижньої межі пластового тиску і зменшення об'єму буферного газу. Врахування рекомендацій під час модернізації сховища дозволить створити сприятливі умови для утворення запасу буферного газу у східному блоці заміщенням його залишками газу із східного блоку. Це дасть можливість збільшити не лише добове відбирання газу, але й активний об'єм цього сховища.

Щодо Угерського підземного сховища передбачено його повну реконструкцію, що включає зосередження збирання і розподіл газу із усіх свердловин в одному газозбірному пункті, будівництво нового компресорного цеху, модернізацію установки осушення газу та автоматизацію управління технологічними процесами. Застаріле обладнання компресорної станції планується замінити спорудженням нового цеху. З метою підвищення продуктивності свердловин та зменшення об'єму застійних зон передбачено проведення додаткової перфорації деяких свердловин. Існує для даного сховища варіант коректив до технологічної схеми експлуатації, який розроблений на основі аналізу діяльності. Проведення вказаних заходів дасть можливість збільшити продуктивність свердловин на 20-30 % і досягнути проектного активного об'єму сховища (що не вдалось при багаторічній експлуатації).

Опарське сховище є другим за величиною в Прикарпатті, створене на базі трьох продуктивних горизонтів. В результаті багаторазових промислових досліджень, проведення додаткових перфорацій було досягнуто збільшенням активного об'єму та продуктивності свердловин.

В процесі створення Краснопопівського сховища за даними дослідно-промислової експлуатації було зроблено висновки про неможливість досягнення запроєктованих показників. Однак, найбільшою проблемою даного сховища стала необхідність прийняття заходів щодо запобігання зсувів штучного газового покладу в південному напрямку та підвищення видобувних можливостей шляхом буріння нових свердловин. Реалізація цих заходів дасть змогу покращити можливості ПСГ.

Створення Вергунського сховища розпочато в 1987 році. Протягом перших чотирьох років здійснювалось тільки закачування газу, і за весь період спостерігалась невідповідність фактичних дебітів свердловин. Основними причинами невідповідності дебітів свердловин є забруднення привибійних зон свердловин машинними оливами з поршневіх компресорів під час нагнітання газу, утворення піщано-глинистих пробок в частині інтервалу перфорації. Дане сховище потребує усунення значної кількості недоліків, які дозволять довести активний об'єм сховища до запланованого і підвищить безпеку і екологічність його експлуатації.

Загалом, для підвищення значення підземних сховищ Східного комплексу (Краснопопівське та Вергунське) та надійності газопостачання Луганської області потрібно провести роботи з їх розширення та модернізації. Вказані заходи дадуть змогу збільшити пікове відбирання газу з діючих ПСГ.

Водночас, залишається відкритим питання поліпшення надійності газопостачання Приазов'я, центральної та північно-західної частини Донецької області. Тому потрібно вести пошуки об'єктів для розширення Донецького КПЗГ. На даний час до даного комплексу входять Пролетарське ПСГ та Глібівське в Криму.

Спорудження Пролетарського сховища обумовлювалось проходженням в районі його розташування магістральних газопроводів, які подають газ для постачання південних областей, Криму і транзитом у балканському напрямку. Планувалось, що у майбутньому сховище буде сполучене з магістральними газопроводами "Союз" та "Шебелинка-Полтава-Київ". Це сполучення може стати регулятором газопостачання, а також з'явиться можливість експлуатації сховища в проектних об'ємах, а після розширення може бути використане і для довгострокового резерву газу.

Глібівське ПСГ на теперішній час облаштоване на проектну потужність першої черги. Дані роботи сховища свідчать про те, що штучний газовий поклад складає 53 % від проектного об'єму. Для виведення показників на проектні необхідно додаткове фінансування, що за теперішніх складних умов неможливо.

Після аналізу та характеристики підземних сховищ можна зробити висновок, що при проведенні модернізації потрібно передбачити:

– розширення Пролетарського ПСГ за рахунок продуктивних горизонтів Б-5 і Б-9, що дасть змогу збільшення його активну місткість та добову продуктивність майже в 4 рази;

– поступове введення в дію простоюючих свердловин на Глібівському ПСГ та перехід до експлуатації з індивідуальними шлейфами всіх свердловин на Кегичівському та Червонопартизанському ПСГ;

– оптимізацію розкриття продуктивного горизонту та частковий розподіл функцій з нагнітання та відбирання газу між групами свердловин Вергунського ПСГ;

– завершення переведення нагнітальних в нагнітально-експлуатаційні свердловини на Солохівському ПСГ;

– введення додаткових свердловин на Кегичівському, Краснопопівському та Опарському ПСГ;

– поступову заміну старих застарілих конструкцій двигунів газоперекачувальних агрегатів на двигуни з підвищеним ККД;

– комплексну модернізацію установок осушення газу діючих ПСГ;

– поступову заміну неефективних конструкцій протипіскових фільтрів на наливні, вдосконалення конструкцій пробкоутворюючих свердловин на Олишівському та Краснопопівському ПСГ. Це дасть змогу значно збільшити їхні дебіти, міжремонтні періоди та ремонтноздатність.

Також, підсумовуючи дані характеристики, можна стверджувати, що наразі всі ПСГ відпрацювали, (беручи відлік з початку закачування газу в пласт) від 30 до 54 років:

– Кегичівське, Солохівське та Вергунське ПСГ 30-40 років, що складає 7,75 % від сумарного активного об'єму газу;

– Богородчанське, Опарське та Пролетарське (горизонт М-7) 35-40 років, що складає 16,87 % від сумарного активного об'єму;

– Дашавське, Більче-Волицько-Угерське, Угерське (14-15 горизонти), Червонопартизанське та Краснопопівське ПСГ 45-50 років, що складає 74,38 % від сумарного активного об'єму газу;

– Олишівське ПСГ – 44 роки, що складає 1,0 % від сумарного активного об'єму газу.

Отже, середній термін експлуатації обладнання складає близько 40 років.

На ПСГ у міру виходу обладнання з ладу відбувається його заміна. Загалом на всіх підземних сховищах газу експлуатується відмортоване та фізично і морально застаріле обладнання.

Аналіз даних основних показників інвентаризації технічного стану машин і устаткування ПСГ показав, що 85 % устаткування, машин, споруд основного і допоміжного виробництва, 5 % газопромислового устаткування, 62 % свердловин, а також 84 % спеціальних машин та механізмів відпрацювали 50 % і більше свого ресурсу.

Із загальної кількості устаткування, машин, споруд, свердловин, механізмів 32 % мають потребу в заміні (ресурс вироблений на 100 і більше відсотків).

Згідно наведених характеристик у таблиці 2 наведено кількість підземних сховищ за термінами експлуатації.

**Таблиця 2 – Класифікація підземних сховищ за термінами експлуатації (згідно з даними ДК "Укртрансгаз")**

Кількість підземних сховищ	Термін експлуатації, роки	Обсяг активного газу в % до загального
3	до 35	7,75 %
3	35-40	16,87 %
5	40-50	74,38 %
1	50-55	1,0 %

**Висновки**

Старіння газотранспортної системи вимагає збільшення капіталовкладень для її відновлення. На даний час ми спостерігаємо падіння їх темпів. Це спричиняє недофінансування галузі і призведе до постійного зростання потреб галузі. Варто відмітити і те, що старіння газотранспортної системи вимагає з кожним роком збільшення капіталовкладень для відновлення основних засобів.

Беручи до уваги вище наведене, можна констатувати таке:

1. Створена мережа підземного зберігання газу за своєю активною ємністю повністю забезпечує внутрішні потреби, а також надійність транзиту газу через газотранспортну систему країни.

2. Для економічної безпеки країни на основі збільшення продуктивності мережі ПСГ потрібно створити в ПСГ довгостроковий резерв газу обсягом 6-7,5 млрд. м<sup>3</sup> (залежно від рівня споживання газу країни).

3. Слід завершити розширення і облаштування Пролетарського ПСГ. Збільшення активного об'єму добової продуктивності ПСГ в 4 рази дасть можливість докорінно покращити надійність газопостачання Придніпров'я і Причорномор'я та транзит газу до балканських країн.

4. Збільшення плати за зберігання газу дасть можливість підтримувати на належному рівні функціонування системи та проведення її своєчасної модернізації.

5. З метою докорінного покращення газопостачання Приазов'я необхідно додатково вивчити геологічні можливості створення ПСГ в районі Маріуполя і при одержанні обнадійливих результатів створити там газосховище.

Для того, щоб створена потужна мережа підземного зберігання газу була надійною опорою газотранспортної системи ДК "Укртрансгаз", забезпечувала високу надійність її функціонування, необхідно шукати економічні шляхи підвищення її прибутковості, нагромадження засобів для підтримання в належному стані.

Результатом модернізації та реконструкції ГТС буде підвищення надійності, зниження експлуатаційних та енергетичних витрат, підвищення ефективності та рентабельності маршрутів транзиту газу, зниження впливу на навколишнє середовище та зниження ризику поставок газу європейським споживачам.

1. <http://uk.wikipedia.org/wiki/Модернізація>
2. Модернізація української ГТС. Перспективи та можливості [Текст] : матеріали конференції за 3 червня 2013 р. / ПАТ Укртрансгаз. – Шляхи ефективного використання газотранспортної системи України, реверс, транзит, створення східноєвропейського газового хабу, 2013 р. – 12 с.
3. <http://www.iarex.ru/articles17802.html>
4. Шимко Р. Я. Методи розрахунку процесів формування і експлуатації підземних сховищ газу України [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.15.13 / Шимко Роман Ярославович. - Івано-Франківськ, 2003.
5. Говдяк Р. Підземні сховища природного газу в Україні [Текст] / Р. М. Говдяк, Р. Я. Шимко // Трубопровідний транспорт. – 2011. – №5 (71).
6. Федутенко А. М. Проблеми та перспективи розвитку підземного зберігання газу в Україні [Текст] / А. М. Федутенко // Науковий вісник. Стан і перспективи підземного зберігання газу в Україні. – 2004. – 2(8). – С.9-14.
7. Резуненко В. И. Проекти Газпрома – это мощный прорыв в XXI век [Текст] / В. И. Резуненко // Фактор. – 2000. - №6. С.12-15.
8. Концепція розвитку, модернізації і переоснащення газотранспортної системи України. Розпорядження Кабінету міністрів України [Текст] – Офіц. вид. – Київ, 2009. – 26 с.
9. <http://ipress.ua/news/stavytskyy>.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 18.04.15*

*Рекомендована до друку професором Грудзом В.Я. (ІФНТУНГ, м. Івано-Франківськ) канд. техн. наук Дацюком А.В. (ЦДД ПАТ «Укртрансгаз», м. Київ)*