

## 100 РОКІВ ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ПІДЗЕМНИХ СХОВИЩ ГАЗА. ОГЛЯД

*А.О. Кожевников, А.К. Судаков, Державний ВНЗ "Національний гірничий університет",  
Україна*

*Б.Т. Ратов, НАО «Казахський Національний дослідницький технічний університет  
ім. К.І. Сатпаєва», Республіка Казахстан*

Розглянуто історію та основні етапи розвитку будівництва підземних сховищ газу в Світі. Викладено коротку характеристику газотранспортної системи України та її взаємозв'язок з підземними сховищами.

Бурхливий розвиток промисловості у Світі у кінці ХІХ початку ХХ століть викликало появу нових нетрадиційних, новаторських технологій буріння свердловин. Минулий 2012 рік ознаменувався рядом ювілеїв бурових технологій застосовуваних при бурінні колонкових геологорозвідувальних свердловин на тверди корисні копалини, а також нафтових, газових свердловин і свердловин іншого призначення. Так наприклад:

- 150 років алмазному бурінню (алмазній буровій коронці);
- 100 років штучному викривленню свердловин;
- 50 років гвинтовому забійному двигуну.

У 2015 році виконується 100 років з моменту побудови першого у світі підземного сховища газу (ПСГ), а сталося ця подія в Канаді, в провінції Онтаріо, у виснаженому покладі газу родовища Уеленд Каунті в 1915 р.

Метою статті є огляд розвитку технологій організації та будови підземних сховищ газу у Світі і в Україні.

Історично необхідність зберігання газу вперше виникла в другій половині ХІХ століття в зв'язку з розвитком виробництва штучних газів. Проблема тоді була вирішена шляхом спорудження металевих сховищ у вигляді плаваючих в циліндрі ковпаків-газгольдерів об'ємом до 100 тисяч кубометрів (Львів, Варшава, Відень, Прага та ін.).

Газ займає значно більший об'єм, чим тверде тіло або рідина. Тому знайти для нього герметичні резервуари було б складно, якби природа вже не побудувала їх. Пористі пласти в земній корі, герметично закупорені згори куполом з шару глини, являються природними ПСГ. У порах гірських порід може знаходитися вода, але можуть скупчуватися і вуглеводні. В процесі створення ПСГ у водоносному шарі газ, що скупчується під глиняною покрівлею, витісняє воду вниз. А якщо в пласті-колекторі спочатку знаходяться нафта або газ то герметичність такої структури вже доведена тим, що в ній скупчилися вуглеводні. Тому перші відпрацьовані родовища вуглеводнів і стали ПСГ.

У сучасних умовах система підземного зберігання газу використовується для:

- регулювання сезонної нерівномірності газоспоживання;
- зберігання резервів газу на випадок аномально холодних зим;
- регулювання нерівномірності експортних поставок газу;
- забезпечення подачі газу у разі нештатних ситуацій;
- створення довгострокових резервів газу на випадок форс-мажорних обставин при здобичі або транспортуванні газу.

Різноманітність цілей, географогеолготехнічних умов будівництва ПСГ викликало створення ПСГ в [1]:

- **виснажених вуглеводневих родовищах.** Перше промислове ПСГ місткістю 62 млн. м<sup>3</sup> було створено в 1916 р. в США (газове родовище Зоар, район м. Буфало). Основним недоліком газових сховищ такого типу є віддаленість їх на значні відстані від місця кінцевого споживання газу.

- **водоносних пластах.** Перше ПСГ у водоносному пласті було створено в 1946 р. в США - ПСГ Doe Run Upper (штат Кентуккі). У СРСР перше газосховище у водоносному пласті було створене в 1958 р. в районі м. Калуга - Калужке ПСГ (проектний об'єм активного газу -

380 млн. м<sup>3</sup>). Найбільше у світі сховище у водоносному пласті - Касимовське ПСГ (Рязанська область) - було створене в 1977 р. (проектний об'єм активного газу - 4,5 млрд. м<sup>3</sup>);

- **соляних кавернах.** У світі створено близько 70 ПСГ у відкладеннях кам'яної солі із загальною активною місткістю близько 30 млрд. м<sup>3</sup>. Найбільша кількість ПСГ в соляних кавернах експлуатується в США - 31 ПСГ, загальна активна місткість яких складає близько 8 млрд. м<sup>3</sup>, а сумарний об'єм відбору більше 200 млн. м<sup>3</sup>/доб. У Німеччині експлуатується 19 ПСГ в соляних кавернах з сумарним об'ємом активного газу близько 7 млрд. м<sup>3</sup>, також планується розширення діючих і будівництво нових ПСГ із загальною активною місткістю близько 8 млрд. м<sup>3</sup>. На території Росії будується 3 ПСГ в соляних кавернах: Калінінградське (Калінінградська область), Волгоградське (Волгоградська область), Новомосковське (Тульська область), експлуатується сховище гелієвого концентрату (Оренбург). Нині на території Вірменії експлуатується ПСГ, загальний об'єм якого складає 150 млн. м<sup>3</sup>.

Підземні сховища в соляних кавернах використовуються переважно для покриття пікових навантажень, оскільки можуть експлуатуватися в "ривковом" режимі з продуктивністю відбору, на порядок що перевищує продуктивність відбору з ПСГ в пористих структурах, а кількість циклів може досягати до 20 за рік. З цих причин створенню ПСГ в кам'яній солі приділяється велика увага в розвинених країнах. Це також пов'язано і з ринковими умовами функціонування системи газопостачання, оскільки ПСГ в кам'яній солі можуть служити для компенсації короткострокових коливань газоспоживання, запобігання штрафам за дисбаланс в постачаннях газу із-за аварій на газопроводах, а також планування закупівель на регіональному рівні з урахуванням щомісячних або добових коливань цін на газ;

- **твердих гірських породах.** У світі активно збільшується попит на резервні потужності ПСГ, проте не повсюди існують оптимальні геологічні умови для створення ПСГ на базі виснажених родовищ, у водоносних пластах або в кам'яній солі. У зв'язку з цим розробляються і впроваджуються технології створення ПСГ в кам'яних печерах і вугільних шахтах. Приклади таких сховищ одиничні, але у кожному конкретному випадку вони являються технічно єдино можливим і економічно обґрунтованим об'єктом для резервування необхідного об'єму природного газу. Найбільший досвід в організації подібних сховищ є у Норвегії, США, Швеції і Чехії, які розглядають цей варіант як економічнішу і доступнішу альтернативу організації ПСГ в солях і наземних сховищ зрідженого газу;

- **кавернах гірських порід.** У Швеції в районі м. Хальмштад поблизу основної магістралі газопроводу введений в експлуатацію демонстраційний проект ПСГ Скаллен у облицьованій каверні гірських порід. У граніті на глибині 115 м побудована каверна, об'єм якої складає 40 тис. м<sup>3</sup>;

- **відпрацьованих шахтах.** На сьогодні експлуатуються два з чотирьох ПСГ, організованих у відпрацьованих шахтах, це: ПСГ Бургграф - Бернсдорф (калійна соляна шахта, східна Німеччина) і ПСГ Лейден (Лейденська вугільна шахта, Колорадо, США). ПСГ Бургграф - Бернсдорф експлуатується близько 40 років, з максимальним робочим тиском більше 3,6 МПа (найвище для сховищ подібного типу). Головним чинником для підтримки такого тиску є герметизація сховища за допомогою спеціальних бетонних пробок, властивостей навколишніх порід (калійна і кам'яна сіль), а також гідравлічною і механічною систем ущільнення.

На сьогоднішній день Україна має одну з найпотужніших в Європі мереж підземного зберігання газу. Вона займає друге в Європі (рис. 1) за сумарним обсягом підземного зберігання газу та одне з перших місць за сумарною добовою продуктивністю.

Інтенсивне будівництво магістральних газопроводів відбувалось у післявоєнні роки. Збільшувались довжини газопроводів та їх діаметри. В Україні створено газотранспортну систему, яка стала однією з найбільших в Європі. Згідно даних ПАТ «Укртрансгаз», газотранспортна система включає: газопроводи протяжністю 38,6 тис. км (22,2 тис. км основних газопроводів та 16,2 тис. км газопроводів-відгалужень) пропускною здатністю на вході - 285,7 млрд. м<sup>3</sup>/рік, а на виході 178 млрд. м<sup>3</sup>/рік, у тому числі країн Європи - 146 млрд. м<sup>3</sup>/рік, 72 компресорні станції сумарною потужністю 5442,9 МВ, 13 підземних газосховищ, створених в пористих пластах (два - на базі водоносних структур і одинадцять на базі вироблених газових і газоконденсатних родовищ). Загальна активна ємність складає 33 млрд. м<sup>3</sup>, а після

дооблаштування двох ПСГ, досягне 36 млрд. м<sup>3</sup>. Сім підземних газосховищ, тобто більше половини існуючих, мають проектний активний об'єм, кожний з яких дорівнює двом мільярдам кубометрів. Траси магістральних газопроводів проходять через усі області України. Це створило сприятливі умови для їх газифікації, переведення на газове паливо теплових електростанцій, металургії, машинобудування, харчової промисловості та промисловості будматеріалів, дозволило створити могутню хімічну промисловість на основі газової сировини.

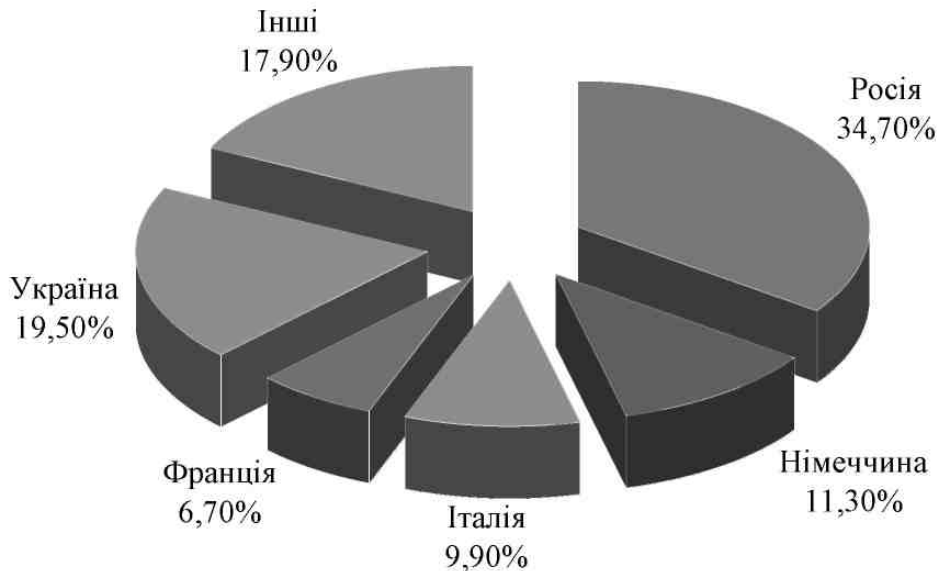


Рис. 1. Питома вага активної місткості ПСГ Європейських країн

За своєю потужністю газотранспортна система України є другою після системи Росії. За її допомогою здійснюється близько 90% експорту російського газу або більше чверті потреби європейських країн. За обсягом транзиту газу через свою територію наша країна впевнено займає перше місце у світі. По нашій газотранспортній системі щорічно передається понад 100 млрд. м<sup>3</sup> газу до 18 країн Центральної, Західної та Південної Європи, споживачам України щороку транспортується близько 70 млрд. м<sup>3</sup>. Україна є одним з найбільших споживачів природного газу, займаючи за цим показником шосте місце в світі та четверте в Європі після Росії, Великобританії та Німеччини, значно випереджаючи такі великі країни як Італія та Франція.

Невід'ємною технологічною ланкою газотранспортної системи України є мережа підземного зберігання газу (рис. 2). Вона формувалась десятиліттями паралельно з будівництвом газопровідної мережі. В 1950 - 1960 роках Україна була основним газодобувним регіоном колишнього Радянського Союзу. Крім внутрішніх споживачів вона задовольняла потреби споживачів Росії, Молдови, Білорусії, Литви, Латвії, а також здійснювала експортні поставки до Польщі, Чехословаччини. В результаті споруджувались нові трубопроводи й одночасно на їх шляху вводили в експлуатацію газові та газоконденсатні родовища глибиною до 1500 м на Прикарпатті.

Історичні відомості свідчать про те, що промислове видобування українського газу розпочалось у Дашаві в 1924 році. Тоді ж набуло розвитку будівництво перших в Україні газопроводів Дашава - Стрий - Дрогобич та Дашава - Львів, побудованих відповідно у 1924 та 1929 роках [2].

Розвиток підземного зберігання газу в Україні можна умовно розподілити на 3 періоди [3].

**Перший період** (1964 - 1969 рр.) - велись дослідно-промислові роботи зі створення ПСГ на базі водоносних структур, розташованих в Чернігівській області біля траси газопроводу ДКБМ (Дашава - Київ - Брянськ - Москва). Технологічний проект дослідних робіт створення Олишівського ПСГ був розроблений в московському інституті «ВНДІГаз».

Другим в Україні сховищем, створеним на базі водоносної структури, стало Червонопартизанське ПСГ, дослідне нагнітання газу в яке розпочато в 1968 р. При цьому в перші три роки нагнітання здійснювалося за допомогою компресорної станції, розташованої на сусідньому Олишівському ПСГ.



об'єму пор для створення газосховищ з активним об'ємом кожного від 2 і більше млрд. м<sup>3</sup>.

Проте початок технологічного проектування створення підземних газосховищ в Україні на базі вироблених родовищ припадає на початок 60-х років минулого сторіччя, тобто таке проектування здійснювалося практично одночасно з проектуванням ПСГ на базі водоносних структур. Технологічне проектування Угерського та Опарського ПСГ було здійснене в 1968-1969 рр. УкрНДІГазом.

З метою наукового забезпечення створеного західного Прикарпатського комплексу підземного зберігання газу в 1974 р. у Львові була створена комплексна лабораторія УкрНДІГазу (з 1983 р. - комплексне відділення).

Таким чином, практично з самого початку розвитку підземного зберігання газу в Україні формуються три центри для його наукового забезпечення:

- Харківський - на базі лабораторії (пізніше - відділу) підземного зберігання газу УкрНДІГазу;

- Львівський - започаткований трудами Дрогобицького ПКТИ та ЦНДВР Стрийського газопромислового управління - на базі Львівського комплексного відділення УкрНДІГазу;

- Івано-Франківський - на базі кафедри нафтогазової гідромеханіки Національного технічного університету нафти і газу (ІФНТУНГ).

Зі створенням комплексної лабораторії, а з 1983р. - комплексного відділення у Львові, підрозділ підземного зберігання газу УкрНДІГазу в Харкові зосередив основну свою увагу на науковому забезпеченні розвитку підземного зберігання газу в північних, східних та південних областях України.

Наукові основи кріплення свердловин підземних газосховищ, розроблені в УкрНДІГазу О.І. Бережним, широко використовувалися при спорудженні ПСГ не лише в Україні, але і в багатьох регіонах Росії, Білорусії тощо. Загальне визнання отримала і його робота щодо відновлення герметичності свердловин на ПСГ.

В 1973 р. інженерами Р.Ф. Гімером, Я.С. Кривком та І.М. Петрівим запропоновано створення ПСГ на базі Угерського родовища і розпочато його експлуатацію в режимі родовища-регулятора з активним об'ємом до 1 млрд. м<sup>3</sup>. Це стало початком створення, в майбутньому великого, Більче - Волицького - Угерського ПСГ.

Збільшення споживання газу в Україні при зменшенні його частки, отриманої за рахунок власного видобутку, зростання транзиту газу через газотранспортну систему України для експорту в країни Центральної і Західної Європи, віддалення основних джерел видобутку газу до споживачів більше як на 3 тис. км створили передумови подальшого прискореного розвитку мережі підземного зберігання газу.

Тому в другому періоді крім продовження роботи з виведення на проектні показники Олишівського і Червонопартизанського ПСГ в районі Києва проводяться такі ж роботи на Угерському і Дашавському ПСГ, а з 1979 р. розпочинаються роботи (шляхом дослідно-промислового нагнітання) зі створення Богородчанського ПСГ. В 1973 р. розпочато також створення Червонопівського ПСГ в Донецькому регіоні для надійного забезпечення газом Лисичанського промвузла (включаючи міста Сіверськодонецьк і Рубіжне).

В 1983 р. розпочато дослідно-промислове нагнітання газу в Глібівське ПСГ в Криму.

**Третій період** в розвитку підземного зберігання газу починається з середини 80-х років і триває до наших днів. Особливо велика робота була проведена щодо значного збільшення ємності ПСГ та відбору газу з них в другій половині 80-х років ХХ сторіччя. Для різкого збільшення обсягів підземного зберігання газу в Україні планом передбачалося пробурити і запустити в експлуатацію 1161 нагнітально-видобувну свердловину, ввести компресорні цехи сумарною потужністю 355 МВт, збільшивши активну ємність ПСГ на 19 млрд. м<sup>3</sup>.

Особливістю проведених в другій половині 80-х років минулого століття робіт з уведення нових та розширення інших ПСГ (крім збільшення їх активної ємності та добової продуктивності) було скорочення періоду можливого відбирання всього активного газу на більшості ПСГ з 150-165 днів до 100-120 днів.

Цей період характеризується розширенням географії підземного зберігання газу. Зокрема

в 1987 р. було введено в дію Солохівське ПСГ на Полтавщині, в 1988 р. розпочато дослідно-промислову експлуатацію Пролетарського ПСГ (горизонт М-7) на Дніпропетровщині, в 1989 р. - Веронського ПСГ на Луганщині. Проте найбільшим досягненням періоду, що розглядається, є створення найбільшого в Європі Більче-Волиця-Угерського ПСГ, дослідно-промислове нагнітання в яке розпочато у 1983 році. Спорудження найбільшого гіганта підземного зберігання газу разом з бурінням свердловин тривало 10 років, підключення останніх 28 свердловин і уведення 4-го компресорного цеху було здійснено в 1992 році.

Велику практичну роботу при спорудженні цього ПСГ та виведенні його на проектні показники здійснили спеціалісти Львівтрансгазу.

На сьогоднішній день, в результаті проведення великої цілеспрямованої роботи, Україна має потужну систему підземного зберігання газу - важливу технологічну ланку діючої газотранспортної системи країни, здатну забезпечити надійність як внутрішнього постачання, так і транзитного транспорту газу. Навіть при неповному використанні потенційних можливостей ПСГ України надходження з них газу в газотранспортну систему в осінньо-зимові періоди останніх років становило близько 20% від усього транспортованого і 35-40% від спожитого країною газу.

Враховуючи, що інші види енергоносіїв (зокрема - мазут, вугілля) мають обмежені можливості для резервування, стають зрозумілими очевидні переваги підземного зберігання газу як найбільш маневреного, гнучкого і великомісткого виду резервування енергоносіїв взагалі. При цьому треба мати на увазі, що в Україні є сприятливі умови і для подальшого розширення мережі ПСГ, зростання активної ємності та добової продуктивності.

Розглядаючи питання зовнішнього використання мережі ПСГ України, слід відзначити, в першу чергу, унікальність сприятливих умов нашої країни для резервування запасів природного газу міжконтинентального значення.

Основними газовидобувними районами, які мають, і в майбутньому ще в більшій мірі матимуть загальноєвропейське значення в енергозабезпеченні, є Росія (Тюменська обл., Республіка Комі та прилеглі акваторії океану, а також Оренбурзька і Астраханська обл.), країни Близького Сходу та Центральної Азії. При будь-якому варіанті надходження газу до споживачів Західної, Центральної та Південно-Східної Європи виключно вигідне географічне розташування України зумовлює необхідність створення резервів газу на її території.

Другою особливістю, сприятливою для функціонування мережі ПСГ міжконтинентального значення, є наявність достатньої, практично необмеженої ємності виснажених підземних резервуарів газових (газоконденсатних), а зі збільшенням потреби - і нафтових родовищ, що мають сприятливі умови для підземного зберігання газу (відносно невелика глибина залягання продуктивних пластів, їх високі геолого-фізичні параметри, достатня герметичність, зв'язок з газотранспортною системою).

Значно менші, порівняно з Україною, потенційні можливості для створення ПСГ має Білорусь, Польща, Німеччина; обмежена створена потужність в Латвії. Значна віддаленість основних джерел видобутку газу та основних районів зберігання газу в Росії (Поволжжя, Північний Кавказ та Підмосков'я) від країн - споживачів російського газу (Словаччина, Угорщина, Югославія, Хорватія, Чехія, Австрія, Франція, Італія, Болгарія, Румунія, Молдова, Греція, Туреччина), які обслуговуються газотранспортними системами України і комплексом підземних сховищ газу Прикарпаття, підтверджує його унікальність.

Більшість створених і створюваних ПСГ в Україні - однопластові. В двох здійснюється експлуатація 2 продуктивних горизонтів (в Угерському - поклади XIV і XV горизонтів; в Дашавському — поклади Е і Г), ще два - багатопластові (в Опарському роздільно експлуатуються окремими сітками свердловин три об'єкти газозберігання - горизонти IV, V і VI; в 3-х пластовому Пролетарському ПСГ роздільно експлуатуються горизонт М-7, а на базі двох вироблених горизонтів Б-5 і Б-9 створюється спільний об'єкт зберігання газу).

Тісний технологічний зв'язок підземних газосховищ з магістральними газопроводами дозволяє виділити в Україні 4 комплекси підземного зберігання газу (КПЗГ). *Західний* - на Прикарпатті, *північний* (Київський) - в районі Київської системи газопроводів, *східний*

(Донецький) - в районі Донецької системи газопроводів і *південний* (Причорноморський) - в районі південних областей, Криму та частково Придніпров'я, її характеристика наведена в табл. 1

Табл. 1. Основні параметри підземних сховищ України [4]

Комплекс	Сховище газу	Об'єм, млн. м <sup>3</sup>		
		активний	загальний	буферний
Західний	Угерське	1900,0	3850,0	1950,0
	Більче-Волицько-Угерське	17050,0	33450,0	16400,0
	Опарське	3100,0	5800,0	2700,0
	Дашавське	2150,0	5265,0	3115,0
	Богородчанське	2300,0	3420,0	1120,0
Північний	Олишівське	315,0	660,0	345,0
	Червонопаршзанське	1200,0	2700,0	1500,0
	Солохівське	1200,0	2000,0	800,0
	Кегичівське	700,0	1315,0	615,0
Південний	Пролетарське	2650,0	4800,0	2150,0
	Глібівське	167,2	1507,2	1340,0
Східний	Краснопопівське	420,0	800,0	380,0
	Вергунське	400,0	920,0	520,0

**Західний КПЗГ** - його створено в районі проходження систем газопроводів Оренбург - держкордон («Союз»), Уренгой - Помари - Ужгород, Івацевичі - Долина, Київ - Захід України, Долина - Ужгород, Єлець - Кременчук - Ананьїв - Богородчани. Він є гарантом надійності транзитних передач російського та центральноазіатського газу в центрально- та західноєвропейські країни, газопостачання західних областей України і прилеглих до них районів Молдови та Білорусі, а також транзиту російського газу в балканському напрямку. До згаданого комплексу входить розташована на Прикарпатті група сховищ газу - Дашавське, Угерське (XIV - XV горизонти), Богородчанське і Більче - Волицько - Угерське (XVI горизонт).

Підземні сховища Дашавське, Опарське і Угерське (XIV - XV горизонти) з'єднані з системами газопроводів Івацевичі - Долина, Київ - Захід України та між собою. Крім того, вони приєднані до високопродуктивного газопроводу Більче - Волиця - Долина (діаметром 1420 мм, довжиною 84 км), який, забираючи газ з Більче - Волицько - Угерського ПСГ (XVI горизонт) та трьох вищезгаданих газосховищ, є по суті газопроводом-колектором. Через своє продовження газопровід Долина - Богородчани сполучається з магістральними газопроводами «Союз» та Уренгой - Помари - Ужгород. Крім того, Більче - Волицько - Угерське ПСГ з'єднане також іншим сполучним газопроводом з системою газопроводів Івацевичі - Долина.

Богородчанське ПСГ сполучене з магістральними газопроводами «Союз» та Уренгой - Помари - Ужгород. Названі сховища мають можливість осушувати газ, що з них відбирається, як на своїх установках осушення, так і на установках в Долині і Богородчанах.

Великий активний об'єм Західного КПЗГ, здатність заповнення його та відбирання з нього в широкому діапазоні можливостей створює умови для надзвичайної маневреності потоками газу для задоволення як місцевих, так і віддалених споживачів, дає можливість оптимізувати режими роботи окремих сховищ, створювати необхідні оперативні і стратегічні резерви газу, що дуже важливо в умовах ринкових відносин.

**Північний КПЗГ** (в складі Олишівського, Червонопартизанського, Солохівського та Кегичівського ПСГ) має деяку специфіку. Сховища, що входять до нього, мають основне спільне призначення - забезпечувати надійність постачання газом Києва та столичної області. Вони розташовані попарно в системі газопостачання: два сховища (Кегичівське і Солохівське) сполучені газопроводами Шебелинка - Полтава - Київ та Єфремівка - Диканька - Київ, які продовжуються в західному напрямку через систему газопроводів Київ - Захід України, та два сховища (Олишівське і Червонопартизанське) сполучені з газопроводом Київ

- Брянськ, причому останнє з'єднується з газопроводом Тула - Шостка - Київ.

Відповідно кожна пара сховищ, утворюючи окреме крило єдиного комплексу та забезпечуючи надійність газопостачання основного споживача - Києва, додатково забезпечує надійність постачання газом споживачів, розташованих удовж трас згаданих газопроводів.

Червоно-партизанське та Олишівське ПСГ сполучені між собою газопроводом-перемичкою, що дає можливість використовувати компресорні потужності одного з них для заповнення іншого.

Сховища, що входять до Північного КПЗГ, характеризуються такими специфічними особливостями: Кегичівське - здатністю повного заповнення газом або відбиранням його протягом 100 діб, а також зберіганням його без зниження пластового тиску до настання найхолодніших місяців; Олишівське - необхідністю максимального скорочення нейтрального періоду після закачування в сховище з метою недопущення розтікання газу; Червоно-партизанське - наявністю двох достатньо ізольованих блоків, що дає можливість здійснювати роздільну, навіть неодноразову їх експлуатацію; Олишівське і Червоно-партизанське - значним перевищенням пластового тиску штучних газових покладів в кінці періоду закачування над тиском в оточуючій водоносній області, що для економії пластової енергії диктує потребу скорочення нейтрального періоду перед відбиранням газу; Кегичівське і Солохівське ПСГ - безкомпресорним відбиранням газу.

**Південний КПЗГ** перебуває в стадії створення, і поки що його основне призначення щодо надійності постачання газу Придніпров'ю та Причорномор'ю і транзитних передач газу балканським країнам виконується не в повному обсязі. Тільки розширення Пролетарського ПСГ за рахунок уведення об'єднаного об'єкту газозберігання в горизонтах Б-5 і Б-9, збільшення його активного об'єму і продуктивності в 4 рази, докорінно змінить роль комплексу щодо забезпечення надійності газопостачання регіону і прилеглих напрямків.

Не маючи достатніх ресурсів газу для заповнення і будучи облаштованим тільки в обсязі першої черги, Глібівське ПСГ відіграє поки що недостатню роль в забезпеченні надійності газопостачання Криму. Виходячи з того, що прогнозні запаси газу в шельфі Чорного та Азовського морів, зокрема в районі Кримського півострова, є обнадійливими, в майбутньому можна сподіватися на забезпечення цього сховища достатніми ресурсами газу, що сприятиме облаштуванню його на повну проектну потужність.

Створення надлишків ресурсів газу на Кримському півострові зробить економічно доцільним розширення його газотранспортного сполучення з континентом і дасть можливість Глібівському ПСГ стати регулятором газопостачання не тільки півострова, але й континентальної частини півдня України та транзиту газу в балканському напрямку.

**Східний КПЗГ**, до складу якого входять Червонопопівське і Вергунське ПСГ, виконує локальну функцію щодо надійності газопостачання Донецької системи, а саме: Червонопопівське ПСГ - споживачів Лисичанського промвузла (Рубіжне, Лисичанськ, Северодонецьк), а Вергунське - переважно споживачів Луганська. Вплив його на надійність постачання всієї Донеччини недостатній. Тому актуальними є пошук в цьому регіоні нових геологічних об'єктів для зберігання газу, збільшення газорегулюючих можливостей нових газоконденсатних родовищ, що вводяться в дію.

**Висновки.** Без використання ПСГ важко уявити нормальне функціонування газотранспортної системи будь-якої країни. Україна володіє потужною газотранспортною системою та об'єктами інфраструктури. Основним завданням сьогодення є підтримання на високому технічному рівні і подальше розширення газотранспортної системи України для забезпечення надійності поставок природного газу на європейський ринок та забезпечення власних споживачів.

Питанням модернізації та розвитку мережі підземних сховищ газу приділено в сьогоденні багато значення. Різноманітні ідеї модернізації розглядаються висвітленням питань оновлення, реконструкції та розширення діючих підземних сховищ згідно запланованих параметрів, будівництва нових підземних сховищ, можливість створення східно-європейського газового хаба, модернізація процесів закачування газу і його зворотного



викачування зі сховищ для транспортування до Європи. Вирішення цих питань буде кінцеве при можливості інвестування й обґрунтування вибраних методик.

#### Список література

1. Подземное хранение газа. [Електродний ресурс] - Режим доступу: [https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5\\_%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5\\_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0&veaction=edit&vesection=11](https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%9F%D0%BE%D0%B4%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B5_%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5_%D0%B3%D0%B0%D0%B7%D0%B0&veaction=edit&vesection=11) Firefox HTML\Shell\Open\Command.
2. Чернова О.Т. Аналіз розвитку мережі підземних сховищ газу України/ О.Т. Чернова // Розробка родовищ. - Д.: ДВНЗ «НГУ». 2014. С. 261-276.
3. Дудля М.А. Процеси підземного зберігання газу [Текст]: підручник / М.А. Дудля, Л.М. Ширін, Е.А. Федоренко. - Д.: Національний гірничий університет, 2012. - 412 с.
4. Савків Б.П. Підземне зберігання газу в Україні / Б.П. Савків. - К.: Кий, 2008. - 240 с.

### **ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ АЛМАЗНОЙ БУРОВОЙ КОРОНКИ С ЗАБОЕМ СКВАЖИНЫ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЦЕССА**

*М.Т. Аубакиров, ТОО «АККА-АЛМАС», Республика Казахстан  
Б.Т. Ратов, Б.В. Федоров, М.Т. Билецкий, Н.Н. Ахметов, НАО Казахский национальный  
исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева,  
Республика Казахстан*

Авторы выдвинули и обосновали расчетом новую модель взаимодействия алмазной буровой коронки с забоем скважины. Ее сущность заключается в том, что алмазные зерна матрицы соприкасаются с забоем по поверхности, испещренной мелкими раковинками – выщерблинками, которые образовались в результате сколов части выступающих из-под матрицы алмазных зерен, под действием осевой нагрузки. Предлагается также изготавливать коронки с меньшей площадью опорного торца матрицы, в частности рекомендовать сектора матрицы выполнять трапециевидной формы.

Одной из основных проблем, связанных с повышением технико-экономических показателей алмазного бурения, является установление закономерности работы алмазов и их состояние в матрице коронки при её работе на забое скважины.

Теоретический анализ работы алмазной коронки большинство авторов начинают с анализа работы единичного алмазного зерна, форму которого принимают в виде пирамиды, обращенной острием вниз, эллипсоида или шара. При этом за оптимальный режим работы алмазной коронки принимают тот, при котором имеет место объемное разрушение породы забоя.

Представляется, что эта точка зрения справедлива только при бурении однослойными или импрегнированными коронками, армированными крупными зернами алмазов, причем при разрушении пород, относящихся к IX и менее категориям. В случае же использования импрегнированных коронок, у которых размер алмазных зерен составляет менее 630 мкм (зернистость 250 шт\карат и более) такая точка зрения требует корректировки. Тем более, что в крепких (выше IX категории) породах наиболее широко и эффективно применяются именно импрегнированные коронки.

Рассмотрим глубину внедрения алмазного зерна в породу для типичных условий бурения однослойными и импрегнированными коронками. Используем при этом основные параметры коронок 02ИЗ и 01АЗ диаметром 59 мм.

Глубина внедрения резца  $h$  определяется по формуле [1,7]: