

*М.П. Андрійшин, канд. техн. наук, К.І. Капітанчук, канд. техн. наук
(Національний авіаційний університет, Україна)*

*В.В. Отроценко, М.О. Пікуль
(Національна комісія, що здійснює державне регулювання
у сфері енергетики, Україна)*

Аналіз впливу зупинки лінійної компресорної станції на номінальну продуктивність магістрального газопроводу

Проведено розрахунки впливу зупинки лінійної компресорної станції на номінальну продуктивність магістрального газопроводу. Найбільший вплив на зміну продуктивності впливають зупинки компресорних станцій на початку газопроводу.

Чим більша віддалена зупинка КС від початку газопроводу, тим менший її вплив на зміну продуктивності

Повномасштабне вторгнення РФ в Україну не залишило осторонь енергетичну сферу країн Європейського Союзу (ЄС) та «Великої сімки» (G7). З впровадженням 5 квітня 2022 року п'ятого пакету санкцій, який передбачає повну заборону на імпорт російського вугілля, стало зрозумілим, що цивілізований світ має перестати сидіти на енергетичній голці агресора та почати пошук альтернативних джерел забезпечення свого паливно-енергетичного комплексу.

Країни ЄС та G7 почали роботу над покроковою відмовою від використання російського газу з метою скорочення загального обсягу закупки та споживання на 30% до 2027 р., та повної відмови до 2030 р. [1].

Отже гостро постали задачі у напрямках оптимізації роботи магістральних газопроводів (МГ), компресорних станцій (КС), зменшення втрат при транспортуванні на велику відстань, забезпечення максимальної продуктивності та підтримання працездатності МГ з метою безперебійного транспортування газу, враховуючи можливі аварії на КС, пошкодження МГ у зв'язку з обстрілами, технічними причинами та іншими джерелами впливу, що можуть завадити виконанню зобов'язань з газопостачанням.

Дослідження впливу аварійної зупинки КС на номінальну продуктивність МГ є одним з тих напрямків робіт, який є, актуальним і важливим завданням. При зупинці КС у МГ поступово знижується тиск на пошкодженій ділянці і за рахунок багатьох факторів, як підвищення обертів та збільшення номінальної продуктивності нагнітачів на ділянках до та після зупиненої станції, зміни номінальної продуктивності МГ тощо.

Мета статті полягає у визначенні впливу зупинки однієї з лінійних КС на номінальну продуктивність МГ в цілому (на прикладі МГ «Союз»).

Варіант покрокової автоматизації керування ГТС України із застосуванням методології згідно стандарту ANSI/ISA-95 розглядається у науковій праці [2]. В рамках дослідження було проаналізовано рівень автоматизації ГТС України станом на 2020 р. За даними АТ «Укртрансгаз»,

яке було попереднім оператором ГТС, функціонувала комп'ютерна мережа у понад 100 вузлів у межах України і за допомогою програмних забезпечень Нурер-V і Oracle-VM реалізувалось обчислювальне середовище.

Було інтегровано автоматизовану систему диспетчерського управління на основі SCADA і проведена організація ІТ процесів Microsoft Operation Framework (MOF) / Information Technology Infrastructure Library (ITIL) та застосування системи автоматизованого управління на базі SAPERP.

Реалізація запропонованої авторами концепції дасть змогу забезпечити автоматизований обмін даними по управлінській вертикалі «стратегічне управління – оперативне управління – керування технологічними процесами», модернізувати систему моніторингу цілісності технологічних об'єктів та підвищити ефективність робочих процесів ГТС України шляхом керування конфігурацією мережі.

З метою дослідження впливу зупинки лінійної КС на номінальну продуктивність МГ розроблено створено відповідний алгоритм проведення обчислень за методикою [3-5].

Дослідження проводилось на основі газопроводу «Союз» протяжністю 1568,5 км, діаметром 1420 мм, проектною продуктивністю 7510,75 ГВт.

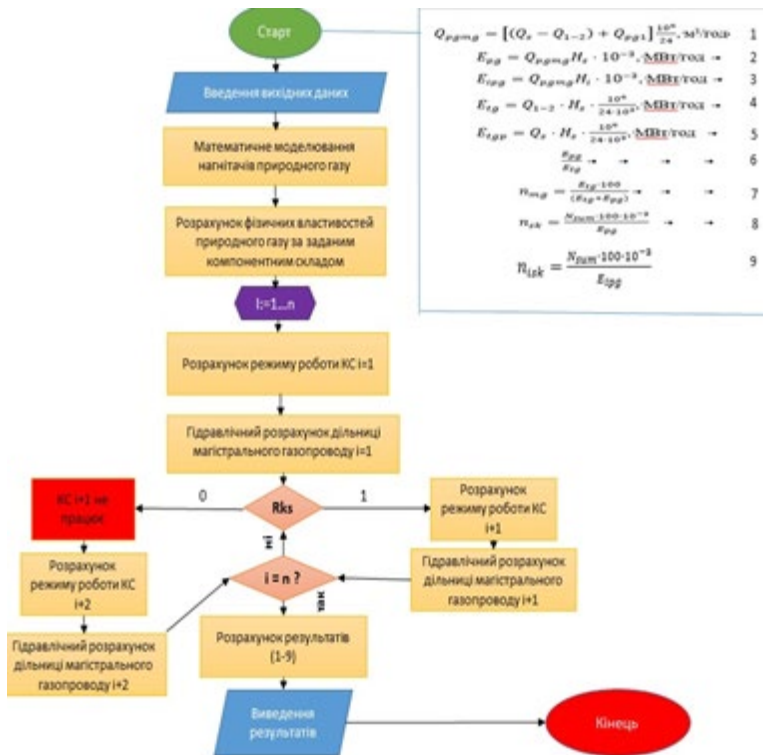


Рис. 1. Алгоритм дослідження зупинки лінійної компресорної станції

на номінальну продуктивність магістрального газопроводу

Вихідними даними є зведені характеристики нагнітачів RF-2BB-30 та КЛАРК-655 P2 фірми «Demag», природний газ другого сімейства групи H із заданим компонентним складом та задана номінальна продуктивність МГ «Союз» $Q = 84$ млн м³/добу [6-9].

Результати розрахунків обсягів маси і об'єму природного газу при різній добовій продуктивності на початку газопроводу у випадку зупинки компресорної станції наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Обсяги маси і об'єму природного газу при різній добовій продуктивності на початку газопроводу у випадку зупинки компресорної станції

№ зупиненої КС	Добова продуктивність на початку газопроводу млн м ³ /добу	Добова продуктивність на початку газопроводу МВт/добу	Маса газу в магістральному газопроводі М, т	Об'єм газу в магістральному газопроводі за стандартних умов V, млн.м ³
2	78,4	33658,672	114397	160,219
3	78,2	33572,808	108400	151,820
4	78	33486,944	112000	156,862
5	78	34486,944	112600	157,703
6	82	35204,224	112100	157,002
7	83	35633,543	112200	157,142
8	84	36062,863	113400	158,823
9	84	36062,863	113000	158,263
10	84	36062,863	112700	157,843
11	84	36062,863	111700	156,442
12	84	36062,863	115100	161,204

За результати розрахунків зроблено висновок, що при зупинці лінійної КС Борова продуктивність МГ різко падає з 36062,863 кВт/год (84 млн м³/добу) до 33658,672 кВт/год (78,4 млн м³/добу), а при зупинці наступної КС Первомайськ продуктивність МГ зменшується з 36062,863 кВт/год до 33572,808 кВт/год. Тобто, зупинка КС Первомайськ більше впливає на зміну продуктивності ніж КС Борова.

При зупинці КС Гайсин та наступних КС, продуктивність залишається базовою. Отже, найбільший вплив на зміну продуктивності приводять зупинки КС на початку газопроводу.

Чим більш віддалена зупинка КС від початку газопроводу, тим менший її вплив на зміну продуктивності, що і відображено на рис. 1.

Залежність об'єму газу в магістральному газопроводі від номеру непрацюючої компресорної станції представлено на рис. 2.

Відзначимо, що необхідний обсяг природного газу в магістральному газопроводі для того щоб забезпечити задану продуктивність при зупинених КС є значно меншим за базовий варіант. При зупинці віддалених від початку газопроводу компресорних станцій, обсяг газу в трубопроводі асимптотично

наближається до базового варіанту.



Рис. 1. Вплив зупиненої компресорної станції з відповідним номером на продуктивність МГ



Рис. 2. Залежність об'єму газу в магістральному газопроводі від номеру непрацюючої компресорної станції

Висновки. Проведено розрахунки впливу зупинки лінійної компресорної станції на номінальну продуктивність газопроводу. Найбільший вплив на зміну продуктивності впливають зупинки компресорних станцій на початку газопроводу. Чим більш віддалена зупинка КС від початку газопроводу, тим менший її вплив на зміну продуктивності. Необхідний обсяг природного газу в магістральному газопроводі для того щоб забезпечити задану продуктивність при зупинених КС є значно меншим за базовий варіант.

Список літератури

1. Про запровадження 5-го пакету санкцій у відношенні РФ у зв'язку зі збройною агресією проти України (офіційний сайт комітету ЄС. URL: <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2022/04/08/eu-adopts-fifth-round-of-sanctions-against-russia-over-its-military-aggression-against-ukraine/>);
2. Підхід до автоматизації управління газотранспортною системою України / В.Ф. Чекурін, Ю.В. Пономарьов, М.Г. Притула, О.М. Химко // Технічна діагностика та неруйнівний контроль, № 4., – 2020. – С. 23-31. URL: <https://patonpublishinghouse.com/tdnk/pdf/2020/pdfarticles/04/5.pdf>
3. A study of the energy balance of main gas pipeline operating modes on its efficiency / Andriyishyn M.P., Kapitanchuk K.I., Pikul M.O., Otroshchenko V.V. // Engines and Power Installations: Safety in Aviation And Space Technologies: The Seventh World Congress. «Aviation in the XXI-st Century». September 28–30, 2022. – Kyiv.: NAU. – 2022. – v.1. – С. 1.4.21 – 1.4.26. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/56621>
4. Визначення ефективності роботи газоперекачувального агрегату компресорної станції за даними її експлуатації / М.П. Андріішин, К.І. Капітанчук, Н.М. Андріішин // Наукоємні технології, №1 (49). – 2021. – С. 49–56. DOI:10.18372/2310-5461.39.13097
5. Андріішин М.П., Капітанчук К.І., Чернищенко О.М. Основні чинники впливу на енергетичну ефективність використання природного газу // Наукоємні технології. 2019, № 1(41). – С. 51-58. DOI: 10.18372/2310-5461.41.13529
6. Energy efficient usage of natural gas criterias / M.P. Andriyishyn, K.I. Kapitanchuk, N.M. Andriyishyn // Engines and Power Installations: The Fourteenth International Scientific Conference «AVIA–2019». April 23–25, 2019. – Kyiv.: National Aviation Academy, 2019. – С. 20.7–20.11. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39798>
7. Компресорні станції магістральних газопроводів: методичні рекомендації до виконання курсового проекту / уклад.: М.П. Андріішин, К.І. Капітанчук, В.В. Козлов. – К.: НАУ. – 2018. – 60 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/39833>
8. Нагнітачі природного газу: підручник / М.С. Кулик, К.І. Капітанчук, М.П. Андріішин. – К.: НАУ, 2022. – 228 с. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/55906>
9. Особливості гідравлічного розрахунку руху природного газу в газопроводі при малих значеннях тиску / М.П. Андріішин, К.І. Капітанчук // XXI Міжнар. наук.-тех. конф. АС Промислова гідравліка і пневматика, 30 листопада 2020 року, м. Київ.: матеріали конференції. – Вінниця: «ГЛОБУС–ПРЕС». – 2020. – С. 86-87. URL: <https://er.nau.edu.ua/handle/NAU/44735>