

**Михалків Володимир Богданович**

*кандидат технічних наук, доцент,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Михалків Владимир Богданович**

*кандидат технических наук, доцент,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтохранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Mykhalkiv Volodymyr**

*PhD in Technical Sciences, Associate Professor of the Department of  
Gas and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage Stores*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**Пікович Ігор Ігорович**

*магістр кафедри газонафтопроводів та газонафтосховищ*

*Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу*

**Пикович Игорь Игоревич**

*магистр кафедры газонефтепроводов и газонефтохранилищ*

*Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа*

**Pikovich Ihor**

*Master of the*

*Department of Gas and Oil Pipelines and Gas and Oil Storage Stores*

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas*

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДВОСТУПЕНЕВОГО  
КОМПРИМУВАННЯ ПРИРОДНОГО ГАЗУ  
У ВІДЦЕНТРОВИХ НАГНІТАЧАХ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ДВУХСТУПЕНЧАТОГО  
КОМПРИМИРОВАНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА  
В ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАГНЕТАТЕЛЯХ**

**RESEARCH OF TWO-STAGE  
COMPRESSION NATURAL GAS IN  
CENTRIFUGAL COMPRESSORS**

**Анотація.** Досліджено процес двоступеневого компримування газу повнонапірними нагнітачами в умовах підземного сховища газу.

**Ключові слова:** природний газ, компресор, ступінь, тиск, потужність.

**Аннотация.** Исследован процесс двухступенчатого компримирования газа полнапорными нагнетателями в условиях подземного хранилища газа.

**Ключевые слова:** природный газ, компрессор, степень, давление, мощность.

**Summary.** The process of two-stage gas compression by full-pressure superchargers in the conditions of underground gas storage is investigated.

**Key words:** natural gas, compressor, degree, pressure, power.

Двоступеневе компримування газу відцентровими нагнітачами (ВН) застосовується на компресорних станціях (КС) підземних сховищ газу (ПСГ) та лінійних КС, оснащених неповно напірними ВН. Дослідження проводимо шляхом математичного моделювання всіх можливих режимів роботи КС ПСГ за методикою викладеною в [1].

Згідно з методикою визначаємо наявну потужність газоперекачувальних агрегатів (ГПА) і порівнюємо з потужністю приводу, що необхідна для компримування газу на ПСГ. Потужність приводу залежить від кліматичних умов [2] і буде різною під час закачування і відбору газу. Наявна потужність ГПА під час закачування газу для першого ступеня становить 5485 кВт на початку, потім знижується до 5160 кВт в середині і знов зростає до 5450 в кінці. Для другого ступеня наявна потужність на початку становить 5304 кВт, потім зменшується до 5160 кВт і збільшується до кінця закачування до 5450 кВт. Споживана потужність ГПА коливається в досить широких межах від 3100 кВт до 4500 кВт для першого ступеня та від 3540 кВт до 5400 кВт для другого ступеня при закачуванні. Завантаження ГПА першого ступеня під час закачування газу становить на початку 0,56...0,65 потім зростає до 0,77 і спадає до 0,57. Завантаження ГПА другого ступеня під час закачування газу становить на початку 0,67 потім зростає до 1,00 і спадає до 0,95. Загальна витрачена потужність КС при закачуванні га становить 1753900 кВт.

При відборі газу з ПСГ наявна потужність ГПА першого ступеня становить 6426 кВт на початку,

потім знижується до 6381 кВт в середині спадає до 6303 в кінці. Для другого ступеня наявна потужність на початку становить 6303 кВт, потім збільшується до 6426 кВт і зменшується до кінця закачування до 6303 кВт. Загальні затрати потужності при відборі газу становлять 1801400 кВт.

Хоча КС при відборі газу працює на 50 днів менше, загальні затрати потужності під час відбору більші. Отже процес відбору газу з ПСГ є більш енергоємним, ніж процес закачування.

Розглянемо зміну тиску в процесі закачування газу (рисунок 1).

Тиск на вході КС стабільний і становить 4,5 МПа протягом усього періоду закачування. Спочатку КС працює в один ступінь підвищення тиску до тиску 6,22 МПа. Потім настає обмеження ГПА за потужністю і КС переходить на два ступеня підвищення тиску. При цьому тиск на виході першого ступеня підвищення тиску зменшується до 5,28 МПа і стабілізується на 110-й день на позначці 6,2 МПа до кінця процесу закачування. Тиск на виході другого ступеня рівний тиску на вході в ПСГ і постійно зростає за весь період закачування. Тому регулювання режиму роботи КС здійснюється за рахунок регулювання ГПА другого ступеня підвищення тиску. При розгляді режиму роботи КС в цілому то при стабільному тиску на вході весь час зростає тиск на виході, досягаючи максимального 9,81 МПа на 130-й день закачування і дещо зменшується до 9,67 МПа на кінець закачування.

Розподіл участі ГПА в процесі компримування газу можна визначити через ступінь підвищення

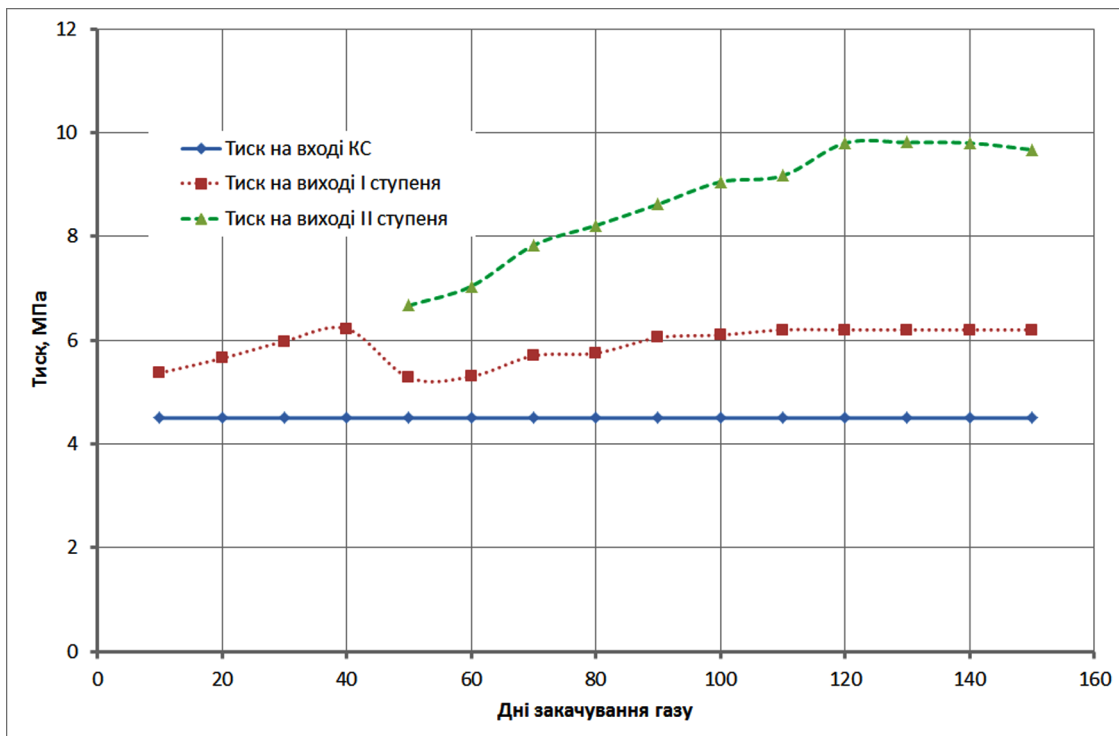


Рис. 1. Розподіл тиску між ступенями в період закачування газу

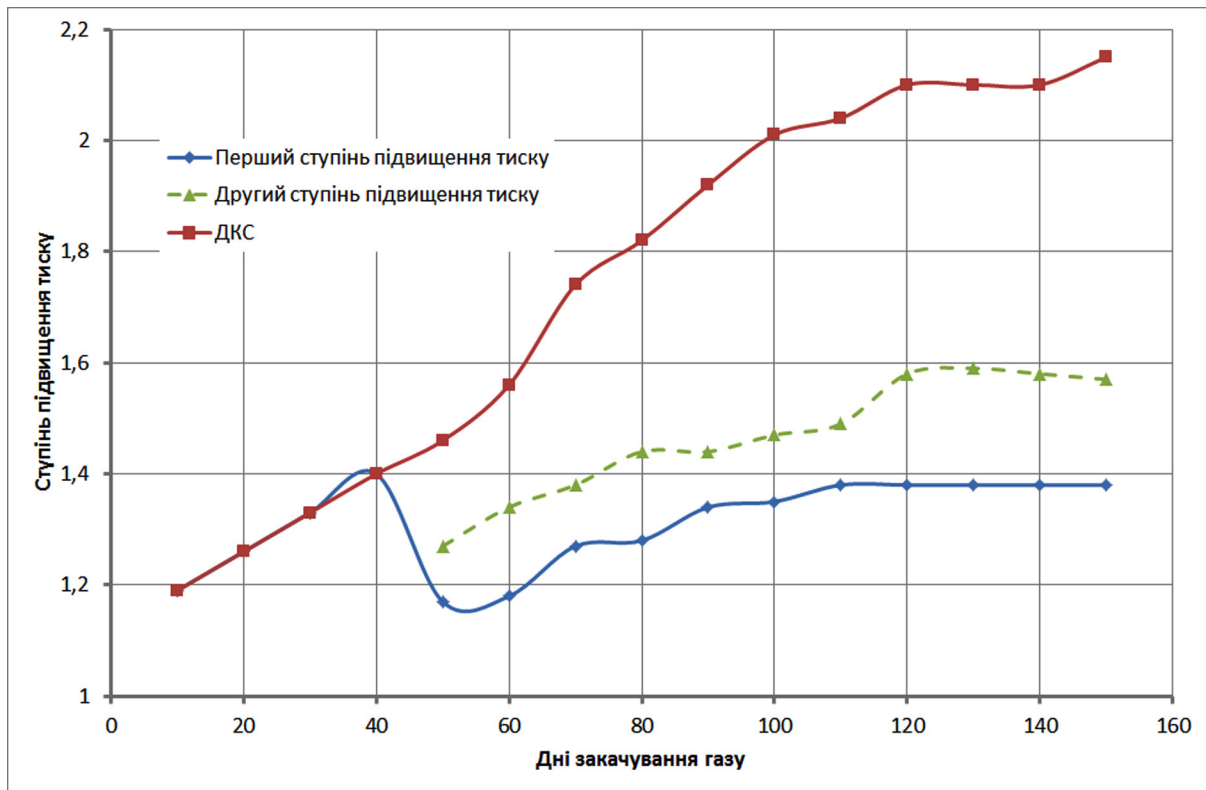


Рис. 2. Ступінь підвищення тиску КС в процесі закачування

тиску [3] (рисунок 2). Максимальний ступінь підвищення тиску ГПА першого ступеня становить 1,4 при одноступеневому підвищенні тиску. При двоступеневому підвищенні тиску ступінь підвищення тиску першого ступеня становить від 1,8 на 50-й день закачування до 1,38 на 110-й день закачування. Після 110-го дня закачування та до закінчення ступінь підвищення тиску першого ступеня стабільний і становить 1,38.

Ступінь підвищення тиску другого ступеня підвищення тиску змінюється від 1,29 на початку закачування (50-й день) до 1,59 на 110-й день закачування та 1,57 на 150-й день закачування. Звідси видно, що другий ступінь підвищення тиску завантажений більше, ніж перший ступінь підвищення тиску. Проте ступінь підвищення тиску, як ГПА першого ступеня підвищення тиску далекий від номінального 1,7, так і другого ступеня підвищення тиску — 2,2.

Розглянемо період відбору газу (рисунок 3). Тиск на виході КС стабільний і становить 4,6 МПа протягом усього періоду закачування. КС працює з 50-го дня закачування газу відразу у два ступеня підвищення тиску від тиску 2,99 МПа. При цьому тиск на виході першого ступеня підвищення тиску спочатку зростає до 3,37 МПа, а потім зменшується до 2,73 МПа і стабілізується на 90-й день на позначці 2,73 МПа до кінця процесу відбору. Тиск на виході другого ступеня рівний тиску на вході у газопровід і постійний за весь період відбору 4,6 МПа. Тому регулювання режиму роботи КС здійснюється за

рахунок регулювання ГПА другого ступеня підвищення тиску.

При розгляді режиму роботи КС під час відбору в цілому то при стабільному тиску на виході весь час спадає тиск на вході, від максимального 3,81 МПа до мінімального на 90-й день відбору 1,76 МПа. Далі тиск на вході КС стабільний до кінця відбору газу. Розподіл участі ГПА в процесі компримування газу можна визначити через ступінь підвищення тиску (рисунок 4). Максимальний ступінь підвищення тиску ГПА першого ступеня становить 1,57 при двоступеневому підвищенні тиску. При двоступеневому підвищенні тиску ступінь підвищення тиску першого ступеня становить від 1,31 на 80-й день відбору до 1,55 на 90-й день відбору. Після 110-го дня відбору та до закінчення ступінь підвищення тиску першого ступеня стабільний і становить 1,55. В кінці процесу відбору ступінь підвищення тиску першого ступеня підвищення тиску збільшується до 1,57.

Ступінь підвищення тиску другого ступеня підвищення тиску змінюється від 1,21 на початку відбору (50-й день) до 1,72 на 90-й день відбору та 1,69 на 150-й день відбору. Звідси видно, що другий ступінь підвищення тиску завантажений більше, ніж перший ступінь підвищення тиску. Проте ступінь підвищення тиску, як ГПА першого ступеня підвищення тиску далекий від номінального 1,7, так і другого ступеня підвищення тиску — 2,2.

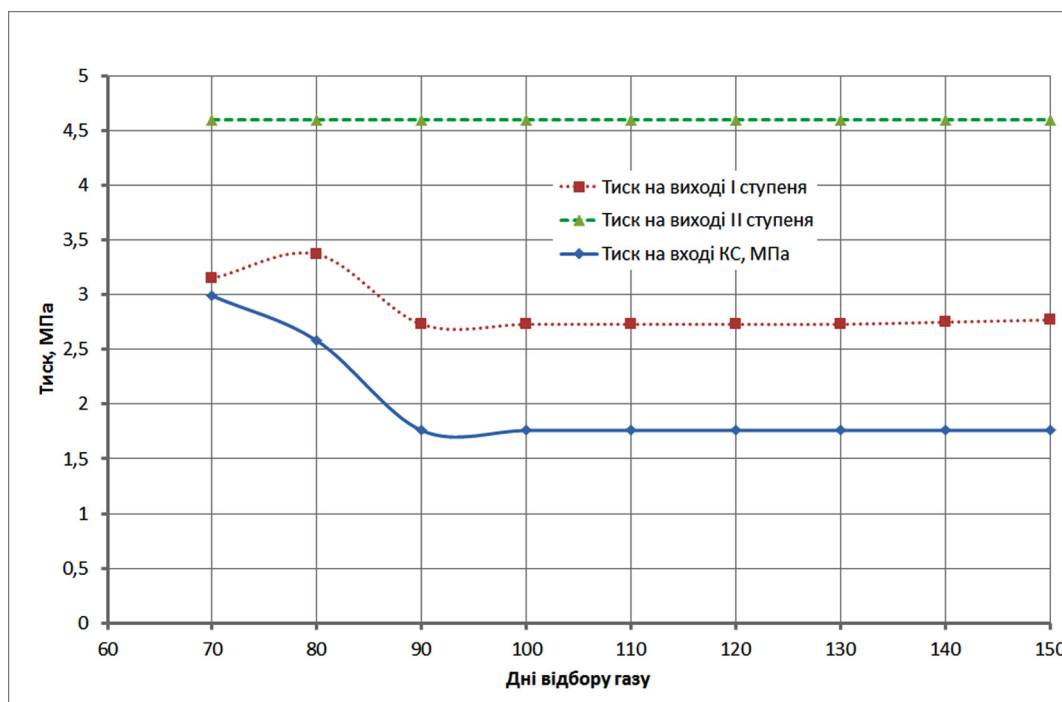


Рис. 3. Розподіл тиску за ступенями в період відбору газу

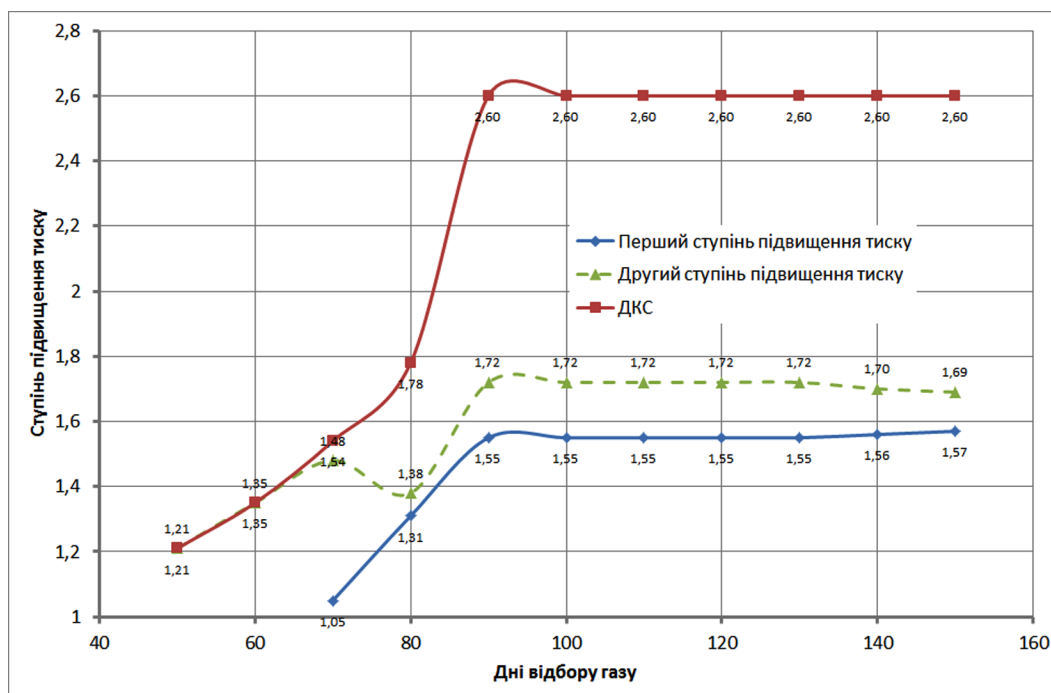


Рис. 4. Ступінь підвищення тиску за ступенями в період відбору газу

### Література

1. Трубопровідний транспорт газу / [М. П. Ковалко, В. Я. Грудз, В. Б. Михалків та ін.]: за ред. М. П. Ковалка. К.: АренаЕКО, 2002. 600 с.
2. Технічна діагностика трубопровідних систем: монографія / В. Я. Грудз, Я. В. Грудз, В. В. Костів, В. Б. Михалків. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2012. 512 с.: іл., рис., табл.
3. Обслуговування і ремонт газопроводів: монографія / В. Я. Грудз, Д. Ф. Тимків, В. Б. Михалків, В. В. Костів. Івано-Франківськ: Лілея-НВ, 2009. 711 с.: іл.