

Михалків Володимир Богданович

кандидат технічних наук, доцент,

доцент кафедри транспорту і зберігання нафти і газу

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Михалків Владимир Богданович

кандидат технических наук, доцент,

доцент кафедры транспорта и хранения нефти и газа

Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа

Mykhalkiv Volodymyr

PhD in Technical Sciences, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Oil and

Gas Transportation and Storing

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

ПЕРЕХІД МАГІСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДУ У РЕВЕРСНИЙ РЕЖИМ ПЕРЕХОД МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА В РЕВЕРСНИЙ РЕЖИМ TRANSITION OF THE GAS PIPELINE OF IN REVERSE MODE

Анотація. Розглянуто перехід магістрального газопроводу у реверсний режим з врахуванням часу релаксації.

Ключові слова: газ, режим, реверс, релаксація.

Аннотация. Рассмотрен переход магистрального газопровода в реверсный режим с учетом времени релаксации.

Ключевые слова: газ, режим, реверс, релаксация.

Summary. The transition of the main gas pipeline to the reverse regime with allowance for the relaxation time is considered.

Key words: gas, mode, reverse, relaxation.

Ідея розвороту газових потоків виникла відразу ж після перекриття Газпромом експортних газопроводів в січні 2009 року, а вже до березня європейці визначили основні проекти і підраховали необхідні витрати. Перехід газопроводу на реверсивний режим роботи вимагає зміни схеми обв'язки компресорних станцій (тобто схеми труб, що зв'язують газоперекачувальні агрегати з магістральним газопроводом) і деяких інших технологічних змін. Ці проекти вимагають відносно невеликих витрат і реалізуються в короткі терміни.

Реверс означає поворотні поставки товару. Тобто початковий споживач, отримавши у власність газ, поставляє його в зворотному напрямку.

Російський газ надходить транзитом через територію України в Європу. При проходженні української території він відбирається «Нафтогазом». З обоюсторонньої згоди української сторони і європейського споживача цей газ вважається не відібраним, а «реверсованим». Тобто, європейський покупець наче «продає» цей газ українській стороні.

Труби, по якій газ може бути поставлений з Європи в Україну, фізично не існує. Тому реверс і називається «віртуальним».

Проте такий варіант весь час блокує Газпром: так само як це робиться з українсько-словацьким інтерконектором — через відмову доступу до кодів постачальників.

Таким чином, оскільки фізично відсутня труба, якою Україна могла б отримати зворотні поставки газу від Європи, то постачання газу не можна вважати юридично дійсним. Більш того, європейська сторона в принципі не має права продавати газ: він не перейшов в її власність, так як був відібраний ще на території України.

Такого роду питань до «реверсу» не було б при наявності реальної труби, по якій газ, який перейшов у власність європейської сторони, поставлявся б назад на Україну.

Однак, навіть в разі здійснення таких поставок, вони можуть бути визнані незаконними. Справа в тому, що в контракт з Україною на постачання газу

внесена умова, що на території української сторони Газпром має право здійснювати функції оператора.

Тому доведеться будувати нові інтерконектори, як, наприклад, інтерконектор між польською та українською системами, або переводити існуючі газопроводи в аверсно-реверсний режим.

В загальному режим роботи реверсного газопроводу нічим не відрізняється від нормального газопроводу, лише змінюється напрям руху газу. Якраз режим зміни руху газу на протилежний визначає специфіку реверсного газопроводу. Саме в цей час проходять процеси гальмування потоку газу і розгону його в протилежну сторону. Тобто швидкість потоку газу спочатку падає до нуля, а потім зростає до максимальної у зворотному напрямку.

Розглянемо критерії, що дозволяють з'ясувати умови переходу магістрального газопроводу у реверсний режим. Так, наприклад, при нестационарному русі газу в довгому трубопроводі доцільно застосувати поняття часу релаксації [1] (ослаблення стану тіла після припинення впливу, що викликав цей стан). Оцінимо порядок часу релаксації для руху газу в трубопроводі. Під порядком розуміється порядок розміру: секунди, десятки секунд, сотні секунд та ін. Час релаксації буде залежати від сили інерції, обумовленою масою (густиною) і в'язкістю. Тому що розвиток профілю швидкостей залежить в основному від радіуса трубопроводу, отже,

$$t = t(\rho, R, \eta) . \tag{1}$$

Неважко бачити, що з цих чотирьох розмірів може бути складений один безрозмірний параметр.

Подана залежність рекомендується у виді степеневої комбінації, що можливо при одному безрозмірному параметрі

$$t = \rho^{m_1} R^{m_2} \eta^{m_3} . \tag{2}$$

Користуючись розмірністю величин, що входять в останнє рівняння, одержуємо

$$T = \left(\frac{M}{L^3}\right)^{m_1} L^{m_2} \left(\frac{M \cdot L}{T}\right)^{m_3} , \tag{3}$$

де T , M і L — відповідно розмірності часу, маси і довжини.

У лівій і правій частині рівняння розмірності повинні бути однакові (однорідність розмірності). У лівій частині відсутні M і L , точніше, вони входять у нульовому степені. Отже, і в правій частині M і L повинні бути в нульовому степені, T — в першому, тобто

$$\begin{aligned} -m_3 &= 1 \\ m_1 + m_3 &= 0 \\ -3 \cdot m_1 + m_2 + m_3 &= 0 \end{aligned} \tag{4}$$

Звідси $m_1 = 1$; $m_2 = 4$; $m_3 = -1$.
Таким чином,

$$t = \frac{\rho \cdot R^4}{\eta} . \tag{5}$$

Час релаксації має порядок $\frac{\rho \cdot R^4}{\eta}$.

Подамо чисельний приклад. Через трубопровід зовнішнім діаметром 1420 мм прокачується газ густиною 0,7 кг/см³ і в'язкістю 1·10⁻⁵ Па·с. Тоді

$$t \approx \frac{0,7 \cdot 0,69^4}{0,00001} = 15867 \text{ с.}$$

Таким чином, час релаксації порядку чотирьох з половиною годин (4,41 год.).

Час пускового періоду трубопроводу та періоду зупинки газопроводу співрозмірний з часом релаксації. Тому перехід газопроводу діаметром 1420 мм займе приблизно 9 год. В цей час необхідно розглядати нестационарний рух газу.

Якщо робочий період трубопроводу більше часу релаксації, то можна розглядати рух як стаціонарний.

В Україні є один газопровід, збудований, як реверсивний. Це газопровід Кременчук–Ананьїв–Богородчани діаметром 1020 мм [2]. Перевід такого газопроводу у реверсний режим займе приблизно 3,5 години. На жаль газопровід проходить територію суверенної Молдови і в даний час експлуатується тільки на території України, як місцевий постачальник газу.

Література

1. Решение задач нефтегазопромисловой механики. Мирзаджанзаде А. Х., Гусейнзаде М. А. — М.: Недра, 1971, 200 с.
2. Интернет ресурс: Кременчук — Ананьїв — Богородчани. Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/Кременчук-Ананьїв-Богородчани>.