

Технічні науки

УДК 622.691.4

**Іванов Олександр Васильович**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Иванов Александр Васильевич**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Ivanov Oleksandr**

*PhD, Associate Professor of the Department of*

*Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities*

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

**Григорський Станіслав Ярославович**

*кандидат технічних наук,*

*доцент кафедри газонафтопроводів та газонафтоосховищ*

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу*

**Григорский Станислав Ярославович**

*кандидат технических наук,*

*доцент кафедры газонефтепроводов и газонефтехранилищ*

*Ивано-Франковский национальный технический университет нефти и газа*

**Grygorskyi Stanislav**

*PhD, Associate Professor of the Department of*

*Oil and Gas Pipelines and Storage Facilities*

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

**ТЕПЛОГІДРАВЛІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГАЗОТРАНСПОРТНОЇ  
СИСТЕМИ ЗА НЕПОВНОГО ЗАВАНТАЖЕННЯ  
ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ  
СИСТЕМЫ ЗА НЕПОЛНОЙ ЗАГРУЗКИ  
THERMALHYDRAULIC CALCULATION OF THE GAS  
TRANSPORTATION SYSTEM FOR INCOMPLETE LOADING**

***Анотація.** Досліджено пропускну здатність та параметри ділянки газопроводу з урахуванням профілю траси при неповному завантаженні системи та вплив профілю траси на режимні параметри роботи газопроводу за різного ступеню завантаження системи. Розроблено математичні моделі для розрахунку перепаду тиску на ділянці газопроводу залежно від ступеню завантаження системи.*

***Ключові слова:** магістральний газопровід, пропускну здатність, енергоефективність, профіль траси, недовантаження.*

***Аннотация.** Исследована пропускную способность и параметры участка газопровода с учетом профиля трассы при неполной загрузке системы и влияние профиля трассы на режимные параметры работы газопровода при разной степени загрузки системы. Разработаны математические модели для расчета перепада давления на участке газопровода в зависимости от степени загрузки системы.*

***Ключевые слова:** магистральный газопровод, пропускная способность, энергоэффективность, профиль трассы, недогрузка.*

***Summary.** Investigated capacity and parameters of the pipeline section, taking into account the profile of the route for incomplete loading system and the impact on the profile of the route modal parameters of the pipeline at varying degrees of system boot. Mathematical models have been developed for calculating the pressure drop across a gas pipeline section depending on the system load.*

**Key words:** main gas pipeline, flow capacity, energy efficiency, the profile of route, incomplete loading.

Газотранспортна система України була запроектована під її певне номінальне завантаження. Але за останні роки завантаження системи значно знизилось (через зменшення транзиту газу в Європу та його споживанні в межах країни), що зумовлює роботу ГТС в непроектних режимах [1]. До непроектних режимів належить робота ГТС частково в нестаціонарних режимах (по окремих ділянках газопроводів) як для забезпечення внутрішніх споживачів газом, так і для надходження газу в систему.

Велика енергоємність об'єктів системи трубопровідного транспортування газу вимагає раціонального використання енергоносіїв. Адаже навіть незначний відсоток зниження коефіцієнта корисної дії газоперекачувальних агрегатів призведе до суттєвих перевитрат енергії на перекачування газу. Тому проблема енерговикористання і пов'язана з нею проблема оптимізації режимів роботи газопроводів є актуальними.

Використовуючи модель транспортування газу [2] виконуємо теплогідравлічний розрахунок ділянки газопроводу.

Під час розрахунку ділянки магістрального газопроводу в режимі недовантаження, велику роль починає відігравати рельєф місцевості де закладений трубопровід.

Відповідно до чинного на сьогоднішній день нормативного документу [3, 4] вплив профілю траси газопроводу необхідно враховувати, якщо по довжині ділянки трубопроводу є точки з різницею геодезичних відміток більше ніж 100 м.

$$Q = 105,087 \cdot d^{2,5} \cdot \sqrt{\frac{P_n^2 - P_k^2 \cdot (1 + a \cdot h_k)}{\Delta \cdot \lambda \cdot z_{cp} \cdot T_{cp} \cdot L \cdot \left(1 + \frac{a}{2 \cdot L} \cdot \sum_{i=1}^n [(h_i + h_{i-1}) \cdot l_i]\right)}}, (1)$$

де  $Q$  – пропускна здатність газопроводу в млн. м<sup>3</sup>/д ;

$d$  – внутрішній діаметр газопроводу, м;

$P_n$  та  $P_k$  – відповідно початковий та кінцевий абсолютні тиски газу в газопроводі, МПа;

$\Delta$  – відносна густина газу за повітрям;

$z_{cp}$  – середній коефіцієнт стисливості;

$T_{cp}$  – середня температура газу в газопроводі, К;

$L$  – довжина ділянки газопроводу, км;

$\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору газопроводу, який визначається при врахуванні гідравлічної ефективності ділянки газопроводу;

коефіцієнт  $a$  визначають за формулою:

$$a = \frac{\Delta}{14,64 \cdot T_{cp} \cdot z_{cp}}, \quad (2)$$

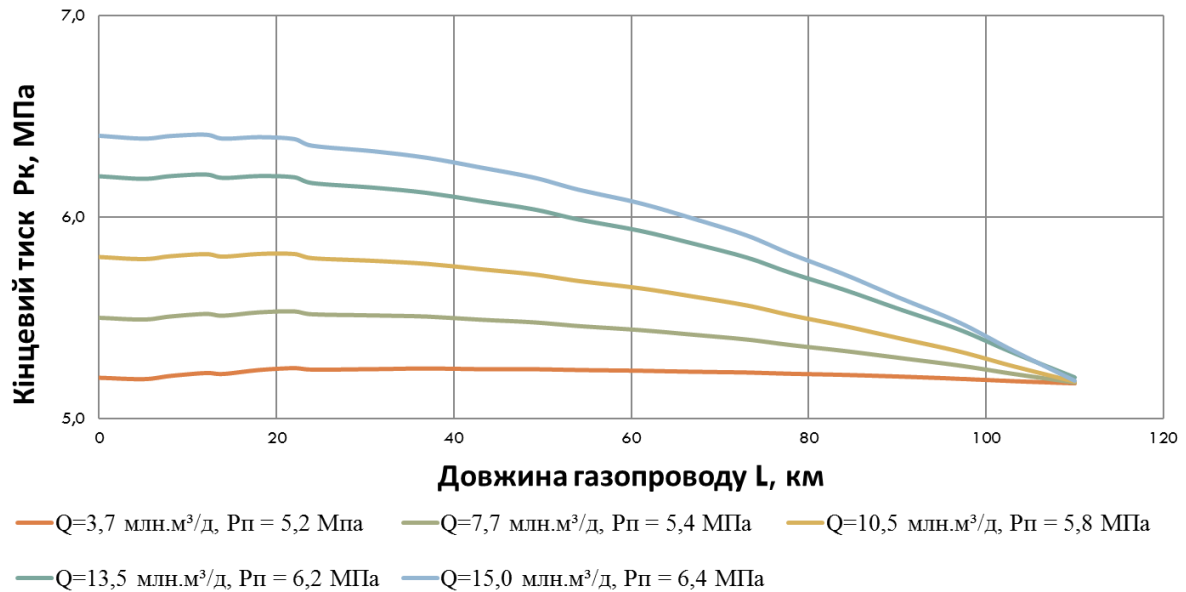
$h_k$  – перевищення або пониження кінцевої точки газопроводу відносно початкової, м;

$h_i$  – перевищення або пониження  $i$ -ої точки газопроводу відносно початкової точки, м;

$l_i$  – довжина  $i$ -ої ділянки газопроводу, км.

При проведенні розрахунків пропускної здатності та режимних параметрів ділянки магістрального газопроводу необхідною умовою було визначення мінімальної можливої величини пропускної здатності на компресорній станції при мінімальних значеннях тиску та температури з метою виконання умов протипомпажного захисту ГПА.

За результатами обчислень, були знайдені значення пропускної здатності при відповідних значеннях вхідного тиску газу на ділянці газопроводу (рисунок 1).



**Рис. 1. Лінії падіння тиску по довжині ділянки газопроводу для різних значень пропускної здатності**

За даними рисунку 1 можна зробити висновок про вплив профілю траси при недостатньому завантаженні системи. Чим менша пропускна здатність газопроводу, тим більше відчутний вплив профілю траси. І тим менші втрати тиску по довжині ділянки газопроводу.

В результаті проведених досліджень доведений значний вплив профілю траси при неповному завантаженні та необхідність його врахування при визначенні пропускної здатності газопроводу. Доведена можливість зменшення енергозатрат та затрат ресурсної бази на ділянках газопроводу при врахуванні профілю траси при недовантаженні газопроводу.

### Література

1. Дослідження режимів роботи складної системи газопроводів у разі її недовантаження / В. Б. Михалків // Нафтогазова галузь України. – Київ, 2015. – №6. – С. 26-29.

2. Розробка моделі транспортування газу магістральним газопроводом / О. В. Іванов // Міжнародний науковий журнал "Інтернаука". – Київ, 2018. – №10(50). – С. 18-19.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования. Магистральные трубопроводы. Часть 1. Газопроводы : ОНТП 51-1-85. – [Введены 1986-01-01]. – М.: Мингазпром. – 221 с.
4. Правила технічної експлуатації магістральних газопроводів : СОУ 60.3-30019801-050:2008 . – [Чинні від 2008-01-18]. – К.: Укртрансгаз, 2008. – 197 с.