*УДК 622.279.5*

***Метод одночасного і взаємозв’язаного розрахунку розподілів тиску і температури вздовж стовбура газової свердловини і похилого газопроводу***

А. А. Автор1, Б. Б. Автор2

1УМГ “Львівтрансгаз”, 79000, м. Львів, вул. Рубчака, 3, тел. (0322) 263-51-30,
e-mail:r Автор@Ltg.Lviv.ua

2ІФНТУНГ, 76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, тел. (03422)99-41-96,
e-mail: Автор@ifdtung.if.ua

Запропоновано систему двох диференціальних рівнянь, що включають рівняння нерозривності, руху, енергії і стану реального газу, із урахуванням теплоти внаслідок газомеханічного тертя. Звідси після запропонованого поділу потоку на елементарні ділянки одночасно і взаємозв’язано розраховуються тиск і температура газу в будь-якій точці стовбура свердловини (або похило прокладеного газопроводу), в т.ч. на його кінцях (на гирлі або на вибої), тобто визначаються розподіли тиску і температури вздовж газового потоку…

Ключові слова: баротермічні умови в газовій свердловині та в трубопроводі, газомеханічне тертя в газовому потоці, енергія газового потоку.

Предложена система двух дифференциальных уравнений, включающих уравнения неразрывности, движения, энергии и состояния реального газа, с учетом выделяемой теплоты вследствие газомеханического трения. Отсюда после предложенного разделения потока на элементарные участки одновременно и взаимосвязано определяются давление и температура газа в любой точке ствола скважины (или наклонно проложенного газопровода), в т. ч. на его концах (на устье или на забое), то есть определяются распределения давления и температуры вдоль газового потока…

Ключевые слова: баротермические условия в газовой скважине и трубопроводе, газомеханическое трение в газовом потоке, энергия газового потока.

The system of two differential, that contain continuity equation equations of motion power and condition of gas has been offered. This system takes into account the heat generated as a result of water – assisted friction, from which after proposed dividing the flow into basic sections, gas pressure and temperature in any place along the well bore (or down pass) is simultaneous and interconnection related determined. Including on the ends (wellhead or well bottom), that means pressure and temperature distribution along the gas flow…

Key words: barothermo conditions in a gas well and pipeline gethomehandle friction in the gas stream, the energy of the gas flow.

**Вступ**

Забезпечення більшої точності проектних розрахунків роботи будь-якої системи сприяє підвищенню ефективності функціонування її [1]. Сучасна комп’ютеризація в науці і техніці уможливлює підняти розрахунок газодинамічного і температурного режимів роботи газових свердловин, у т.ч. похило-спрямованих, на якісно вищий рівень [2]…

**Аналіз сучасних досліджень**

У цьому аспекті враховуються умови неізотермічного руху газу в роботах В. С. Яблонського і В. Д. Бєлоусова, Л. Н. Кудряшова і В. А. Цецеріна, І. А. Чарного, Ю. П. Коротаєва, С. А. Бобровського, В. І. Чернікіна, С. Г. Щербакова, М. А. Гусейн-заде та інш. Пропонується вводити поправковий коефіцієнт на неізотермічність руху, апріорі задавати середню температуру як середньологарифмічну (якщо залежність температури від глибини виражати прямою) або як середньоарифметичну (за невеликого відношення до 3,0 заданих вибійної і гирлової температури з точністю до 10 %) [4,6], істотно спрощувати отримані диференціальні рівняння з метою можливого інтегрування їх…

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми**

Усталений неізотермічний рух газу описується системою рівнянь нерозривності потоку, руху, енергії і стану газу, але не враховано підвищення температури за рахунок тертя, зміну внутрішньої енергії потоку в результаті теплопровідності в радіальному і вертикальному напрямках.

**Формулювання цілей статті**

Пропонуються аналітичне врахування названих чинників і метод розрахунку, коли зміни тиску і температури вздовж стовбура вертикальної чи похило-спрямованої газової свердловини визначаються із системи рівнянь, тобто одночасно і взаємопов’язано, причому метод поширюється і на похило прокладені газопроводи.

**Висвітлення основного матеріалу дослідження**

Усталений неізотермічний рух реального газу у стовбурі свердловини описуємо системою рівнянь нерозривності (суцільності) потоку, руху, енергії (перший закон термодинаміки) і стану газу.

Якщо рух газу є усталеним (стаціонарним), тобто через кожний поперечний переріз каналу (труби) за одиницю часу протікає одна і та ж маса газу, то рівняння нерозривності потоку записуємо так:

 , (1)

а тоді для усталеного руху за певної швидкості газу в кожному перерізі потоку масова витрата газу…

  (2)

або

  (3)

де G – масова витрата газу, кг/с; *w –* об’ємна (лінійна) швидкість газу, м/с; F – площа поперечного перерізу каналу, м2; *v* – питомий об’єм газу, м3/кг;  – густина газу, кг/м3; = 1/*v*; *z* – вертикальна просторова координата (відрахована від вибою свердловини), м; індекси 1 і 2 позначають перерізи потоку…

**Таблиця 1 – Вихідні дані**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *Тзв*, К | *zзв* | *Rзв*, Дж/кг⋅К | *Рв*, МПа | *nн*, об/хв | *Рк*, МПа |
| 288 | 0,9 | 506,84 | 5,18 | 5300 | 7,46 |

Зведені характеристики нагнітача Н-16/76-1,44 приведені на рисунку 1.



**Рисунок 1 – Зведені характеристики нагнітача**

**Н-16/76-1,44**

**Висновки**

В основу запропонованого методу покладено рівняння нерозривності потоку руху в диференціальній формі за формулою Дарсі-Вейсбаха, енергії і стану реального газу за узагальненим законом Клайперона-Менделєєва. …

**Література**

1. Ржевський С. В. Дослідження операцій / С. В. Ржевський, В. М. Александрова. – Київ : Академвидав, 2006. – 560 с.

2. Бойко B. C. Проектування експлуатації нафтових свердловин : Підручник / B. C. Бойко;
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. – Івано-Франківськ : Вид-во: «Нова Зоря», 2011. – 784 с.