***Дрінь Н.Я., канд. тех. наук***

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти в газу, м. Івано-Франківськ*

*Кафедра зберігання та транспортування енергоносіїв*

*ORCID ID: 0000-0002-2386-6996*

***Антонюк Н.В.***

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти в газу, м. Івано-Франківськ*

*Кафедра зберігання та транспортування енергоносіїв*

**КРИТИЧНЕ МИСЛЕННЯ ПРИ РОЗВ'ЯЗУВАННІ РІВНЯННЯ ЛІНІЙНОЇ ФІЛЬТРАЦІЇ ЗА ЗАКОНОМ ДАРСІ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ МАЛИХ ВИТОКІВ З ГАЗОПРОВОДІВ**

У пошуковій діяльності науковців, що розв'язують творчі математичні задачі, можна виділити три стилі математичного мислення: диференціальний, інтегральний, диференціально-інтегральний. Критерієм такого поділу можна вважати характер перебігу усвідомлених мисленнєвих кроків та місце і роль у пошуковому процесі неусвідомлених актів. При цьому, в пошуковому процесі суб'єктів з різними стилями при розв'язуванні задач різних класів має місце загальна схема етапів та мікроетапів складових процесів, хоч різні складові мають різну значущість для розв'язуючих із різними математичними стилями.

При дослідженні малих витоків з газопроводів загальний процес формування ареалу загазованості пропонується поділити на дві нестаціонарні фази. Перша фаза починається з моменту виникнення витоку і закінчується досягненням газом поверхні ґрунту. Для першої фази швидкість фільтрації на поверхні ґрунту за весь період рівна нулю. Друга фаза нестаціонарної фільтрації починається з моменту досягнення газом поверхні ґрунту і закінчується переходом до стаціонарного процесу витікання газу через ґрунт в атмосферу. Вважається, що масова витрата газу крізь корозійний отвір вважається сталою в часі. Математична модель плоскої нестаціонарної фільтрації газу в ґрунті побудована на основі рівняння лінійної фільтрації у формі Дарсі та рівняння нерозривності.

При виборі початкових і граничних умов вважалося, що в початковий момент часу фільтрація газу в ґрунті відсутня, поверхня ґрунту газу непрониклива, а на безмежному віддаленні від джерела швидкість фільтрації дорівнює нулю, тобто

(1)

Поставлена задача розв’язувалась із застосуванням інтегральних перетворень. Використовуючи обернене синус-перетворення Фур’є, одержимо розв’язок поставленої задачі у вигляді

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

Використавши рівняння Дарсі отримаємо залежність для розподілу тиску в ґрунті від поверхні (), де тиск вважається атмосферним до витоку з трубопроводу (

. (3)

Після інтегрування отримаємо значення тиску  в точці витікання газу в ґрунт як функцію часу. Для другої фази нестаціонарного процесу формування ареалу забруднень витоками з газопроводу розглядається плоска задача фільтрації газу в пористому середовищі при виникненні точкового джерела, яким є витік газу з газопроводу. Тиск повітря у всіх точках площини був прирівняним до атмосферного

(4)

Нехай в процесі дії джерела на поверхні ґрунту і на значній віддалі від джерела тиск залишається атмосферним, тобто при  маємо .

Тоді поставлена задача розв’язується при таких початкових і граничних умовах

;

,

.

Математична модель реалізується методом інтегральних перетворень.

Розв’язок поставленої задачі розподілу тиску в середовищі має вигляд

|  |  |
| --- | --- |
|  | (5) |

Розв’язок залежності (31) дозволяє знайти тиск в точці витоку  як функцію часу другої фази нестаціонарної фільтрації. При цьому вважається, що величина *q* витоку газу є постійною в часі.

Література

1. Л.А.Мойсеєнко. Психологія творчого математичного мислення. Івано-Франківськ:Факел, 2003.-481 с. Табл. – 11. Іл. – 21. Бібліогр.:с.433-471.
2. В.К. Касперович. Трубопровідний транспорт газу: Підручник. – Івано-Франківськ. -1999. - 198 с.
3. Грудз В.Я., Грудз Я.В., Дрінь Н.Я., Стасюк Р.Б. Дослідження процесу фільтрації газу в ґрунті у разі появи витоків із газопроводу. Нафтогазова енергетика. 2014. №1(21). – С. 70-74.