УДК 519.6:622.691.4

МОДЕЛЮВАННЯ НЕСТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМІВ ТЕЧІЇ ГАЗУ ПО БАГАТОНИТКОВІЙ ЛІНІЙНІЙ ДІЛЯНЦІ ГАЗОПРОВОДУ

Полятикін А.О.
Науковий керівник – канд. техн. наук, доц. Гусарова І.Г.
Харківський національний університет радіоелектроніки, каф. ПМ
м. Харків, Україна
тел. +38 (095) 661-87-21, email: andrii.poliatykin@nure.ua

This work is devoted to a problem statement of a modelling of non-stationary gas flow regimes along multi-line linear sections of the pipeline. The pipeline section consists of few parallel pipes of a given diameter. Modeling of such regimes of gas flow along a section of a gas pipeline of a given structure is used in emergency situations, when the parameters of the gas flow at the entrance and exit of a multi-threaded linear section of the gas pipeline change rapidly.

В даній роботі розглядається формальна постановка задачі моделювання нестаціонарних режимів течії газу по багатонитковій лінійній ділянці газопроводу (БЛ ДГ). Під БЛ ДГ мається на увазі ДГ, яка складається з декількох паралельно розташованих труб заданого діаметру, що мають спільний вхід і вихід.

Моделювання таких режимів течії газу по ДГ заданої структури використовується в аварійних та позаштатних ситуаціях, коли стрімко змінюються параметри газового потоку на вході або виході БЛ ДГ.

Моделювати структуру БЛ ДГ будемо за допомогою орієнтованого графу, який має дві вершини, які позначимо 1 та 2, де 1 та 2 – це вхід та вихід ДГ відповідно, та m дуг відповідних m ділянкам трубопроводу (ДТ) довжиною L^i та діаметром D^i, $i=\overline{1,\ m}$, які йдуть з вузла 1 до вузла 2. Тоді математична модель нестаціонарного неізотермічного режиму течії газу по БЛ ДГ заданої структури матиме вигляд [1]:

$$\frac{\partial \varphi^i}{\partial t}+B^i\left(x,t,\varphi^i\right)\frac{\partial \varphi^i}{\partial x}=\Phi^i\left(x,t,\varphi^i\right),\ i=\overline{1,\ m},$$

де за визначні параметри беруться $G^i\left(x,t\right)$, $P^i\left(x,t\right)$, $T^i\left(x,t\right)$ – масова витрата, тиск, температура на i-й ділянці трубопроводу, тобто

$$\varphi^i\left(x,t\right)=\left(G^i\left(x,t\right),P^i\left(x,t\right),T^i\left(x,t\right)\right),\ i=\overline{1,\ m},\ \hat{\alpha}=zgR,$$

$$B^i\left(x,t,\varphi^i\right)=\begin{bmatrix} \dfrac{2\hat{\alpha}T^iG^i}{P^iS^i} & S^i-\dfrac{\hat{\alpha}T^i\left(G^i\right)^2}{S^i\left(P^i\right)^2} & 0 \\ \dfrac{\hat{\alpha}T^i}{S^i} & 0 & 0 \\ \dfrac{\hat{\alpha}(\gamma-1)\left(T^i\right)^2}{P^iS^i} & 0 & \dfrac{\hat{\alpha}\gamma T^iG^i}{P^iS^i} \end{bmatrix},$$

$$\Phi^i\left(x,t,\varphi^i\right)=\begin{bmatrix} -\dfrac{\lambda^i\hat{\alpha}T^iG^i\left|G^i\right|}{2D^iP^iS^i}-\dfrac{gP^iS^i}{\hat{\alpha}T^i}\dfrac{dh^i}{dx} \\ 0 \\ -\dfrac{4K}{D^i}(\gamma-1)\dfrac{T^i}{P^i}\left(T^i-T_{гр}\right)-g(\gamma-1)\dfrac{T^iG^i}{P^iS^i}\dfrac{dh^i}{dx} \end{bmatrix}.$$

На вході будемо мати заданий тиск та температуру газу, а на виході масову витрату. Тоді граничні умови та умови узгодження у першому та другому вузлі будуть мати вигляд:

$$\begin{cases} P(0,t)=P^{(1)}(t),\ i=\overline{1,\ m}, & \\ T(0,t)=T^{(1)}(t),\ i=\overline{1,\ m}, & \sum\limits_{i=1}^{m}G^i(0,t)=G^{(1)}_{вуз}(t), \\ \sum\limits_{i=1}^{m}G^i\left(L^i,t\right)=G^{(2)}(t), & P\left(L^1,t\right)=P\left(L^2,t\right)=\ldots=P\left(L^m,t\right)=P^{(2)}_{вуз}(t), \end{cases}$$

де $G^{(1)}_{вуз}(t)$, $P^{(2)}_{вуз}(t)$ – масова витрата та тиск у відповідному вузлі, $P^{(1)}(t)$, $T^{(1)}(t)$, $G^{(2)}(t)$ – задані функції.

Крім того задається початковий розподіл.

Отримана математична модель може буди використана для моделювання нестаціонарних режимів в аварійних та нештатних ситуаціях.

Список використаних джерел:

1. Husarova, I.H., Tevyashev, A.D., & Tevyasheva,O. A. (2022). Mathematical modeling of non-stationary gas flow modes along a linear section of a gas transmission system. *Mathematical Modeling and Computing*, 9 (2), 416–430.