

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМУ ТРАНСПОРТУВАННЯ ГАЗУ НА ПРОВЕДЕННЯ ТЕПЛООВОГО КОНТРОЛЮ ІЗОЛЯЦІЇ ТРУБОВОДІВ

Власенко В.В., Боднар Р.Т.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

Останнім часом все ширше використовується тепловий контроль стану ізоляції підземних трубопроводів. Для цього слід попередньо визначити умови, при яких такий контроль буде ефективним. Ефективність визначається за виявленою різницею температур на поверхні землі в точці над пошкодженням ізоляції та поза цим місцем.

Ця різниця температур залежить від багатьох чинників: кліматичних умов, товщини ґрунтового шару, типу ґрунту і його стану, виду енергоносія в трубопроводі і його температури.

Метою даного дослідження було встановити вплив режиму транспортування газу в трубопроводі на температуру поверхні трубопроводу, яка буде залежати від тепловіддачі газу.

У основі розрахунку лежить закон Ньютона, згідно з яким теплова потужність, що відводиться, пропорційна площі охолоджуваної поверхні dS і різниці температур поверхні (стілки) T_c і теплоагента (газу) T_2 [1]:

$$dP = \alpha(T_2 - T_c) dS, \quad (1)$$

де α – коефіцієнт тепловіддачі.

Коефіцієнт тепловіддачі, що входить в це рівняння, залежить від великого числа факторів (теплофізичні властивості газу, режим його руху, форма і розміри олоджуваної поверхні і ін.) і піддається теоретичному визначенню лише в небагатьох окремих випадках. Таким чином, завдання розрахунку тепловіддачі за допомогою рівняння (1) зводиться, по суті, до задачі визначення коефіцієнта тепловіддачі для цих систем.

Для визначення коефіцієнта α зазвичай використовують критерійні рівняння, отримані шляхом узагальнення великого числа експериментальних даних методами теорії подібності. Критерійні рівняння є емпіричними залежностями, що зв'язують між собою деякі безрозмірні комплекси (критерії), складені з величин, що характеризують процес тепловіддачі.

При описі теплообміну використовуються такі критерії подібності: критерій Нуссельта $Nu = \alpha d / \lambda$, що містить шуканий коефіцієнт α і що характеризує інтенсивність тепловіддачі; критерій Прандтля $Pr = \nu / \alpha$, що є характеристикою теплофізичних властивостей газу; критерій Рейнольдса $Re = v d / \nu$, що описує гідродинамічний режим потоку. У цих виразах d – визначальний лінійний розмір системи; λ , α , ν , β – теплофізичні параметри холодоагента, відповідно теплопровідність, температуропровідність, кінематична в'язкість, температурний коефіцієнт об'ємного розширення; ν – характерна швидкість потоку холодоагента; g – прискорення сили тяжіння; ΔT – різниця температур охолоджуваної поверхні і теплоагента (газу).

Прямі труби, а до них відносяться трубопроводи, належать до систем,

тепловіддача в яких добре вивчена,. Для розрахунку коефіцієнта тепловіддачі α в прямих трубах, що входить в критерій Нуссельта, відоме таке критерійне рівняння [2]:

$$Nu = 0,021 Re_p^{0.8} Pr_p^{0.43} \left(\frac{Pr_p}{Pr_c} \right)^{0.25} \varepsilon_1 k, \quad (2)$$

де ε_1 – коефіцієнт, залежний від довжини l труби, його значення приведені в [2].

Поправочний множник k враховує зменшення коефіцієнта тепловіддачі при перехідному режимі руху рідини в порівнянні з розвиненим турбулентним, для якого $k = 1$. Перехідний режим спостерігається при $Re_p > 2 \cdot 10^3 - 10^4$, турбулентний – при $Re_p > 10^4$. При числах Рейнольдса, рівних 6000, 3000 і 2200, поправочний множник k рівний відповідно 0,89; 0,55 і 0,27.

Знаючи витрату газу в трубопроводі, можна знайти швидкість газу, а тоді обчислити критерії Прандтля і Рейнольдса, і за формулою 2 обчислити критерій Нуссельта. Підставивши отримане значення критерію Нуссельта у вираз $Nu = \alpha d / \lambda$, знайдемо коефіцієнт тепловіддачі.

На рис. 1 приведена отримана графічна залежність коефіцієнта тепловіддачі від швидкості потоку газу в трубі.

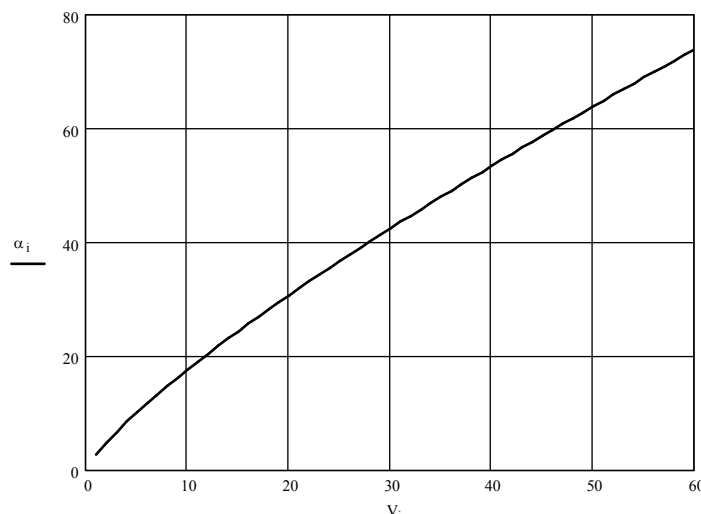


Рисунок 1 – Залежність коефіцієнта тепловіддачі від швидкості руху газу в трубі

Проведені розрахунки дозволяють встановити при яких значеннях витрати газу в тепловіддача трубопроводу буде достатньою для ефективного теплового контролю, враховуючи умови, перераховані вище.

1. Константинов І.М. Теплообмін [Текст] : [навч. посіб. для ВП і ВПК] / І.М. Константинов. – К.: Інрес, 2005. – 304 с. 2. Турыгин И.А. Теплотехника [Текст] / И.А. Турыгин. – М. : Машиностроение, 1968. – 344 с.