

ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ В АТМОСФЕРІ ТВЕРДИХ ДОМІШОК

К.М. Пасічник, Г.О. Стрижак, О.Ф. Єршоміна

Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Україна

e-mail: notyourcookie4@gmail.com, glebstrijak2003@gmail.com

Викиди автомобільних двигунів є складною і недостатньо вивченою сумішшю різних компонентів. Поряд із газоподібними домішками в атмосфері з вихлопними газами потрапляють і тверді частинки (сажа, оксиди металів тощо). Особливо багато твердих частинок міститься у вихлопних газах дизельних двигунів. Виникає питання про просторовий розподіл концентрації домішок, залежність їхньої концентрації від відстані до джерел викидів, швидкості вітру та інших факторів. Дослідити розподіл домішок у загальному вигляді досить складно, проте можна виконати оцінку забруднення атмосфери для деяких окремих випадків. У цій роботі дається аналітичне розв'язання задачі про розподіл твердих домішок по висоті та на відстані від джерела викидів при різних швидкостях вітру. Викиди домішок здійснюються, як правило, протягом тривалого часу. Це означає, що процес викиду та поширення домішки з джерела можна розглядати як постійний. Якщо вважати вертикальну швидкість повітря малою, то слід врахувати дифузію домішки лише в поперечному до вітру напрямку (тобто тільки по осі z), оскільки в поздовжньому напрямку роль дифузії мала порівняно з адвективним перенесенням по осі x . Тоді рівняння перенесення домішок, яке описує зміну концентрації забруднюючих атмосферу речовин у часі та просторі, набуде вигляду

$$\frac{\partial q}{\partial x} = \frac{D_z}{u} \frac{\partial^2 q}{\partial z^2}, \quad (1)$$

де q – концентрація домішки; u збігається зі швидкістю вітру; D_z – коефіцієнт дифузії по вертикалі.

Рішення цього рівняння має задовольняти граничним умовам: прагнути нуля на нескінченності ($q \rightarrow 0$ при $x \rightarrow \infty$, $z \rightarrow \infty$), також концентрація $q(x, z)$ при $z=H$, (де H – висота джерела домішки на земній поверхні) дорівнює концентрації q_H домішки на виході джерела. В даному випадку цією функцією є гостра функція джерела домішок, що вважатимемо майже точковим, тобто. є гострою функцією координати z у вузькому інтервалі ΔH ($\Delta H \ll H$) точки $z=H$.

$$\varphi(z) = q(x, z)|_{x=0} = q_H \left(e^{-\frac{(z-H)^2}{(\Delta H)^2}} + e^{-\frac{(z+H)^2}{(\Delta H)^2}} \right), \quad (2)$$

Поблизу земної поверхні $q(z, x)$ має вигляд

$$q(x, z) = \frac{q_H \Delta H}{2} \left(\frac{u}{D_z} \right)^{\frac{3}{2}} \frac{H_z}{x^{\frac{3}{2}}} e^{-\frac{H^2 u}{4 D_z x}}. \quad (3)$$

Як видно з (3), значення концентрації зростає з висотою, хоча при досить великих значеннях z концентрація швидко зменшується. Що стосується поглинаючої здатності земної поверхні концентрація значно швидше зменшується зі збільшенням відстані джерела викидів, тобто домішки поширюються на порівняно короткі відстані.