



ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ
БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE
OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN



Л. Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ
ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
ЕВРАЗИЙСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Л. Н. ГУМИЛЕВА
GUMILYOV EURASIAN
NATIONAL UNIVERSITY



Студенттер мен жас ғалымдардың
«Ғылым және білім - 2015»
атты X Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ

СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
X Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«Наука и образование - 2015»

PROCEEDINGS
of the X International Scientific Conference
for students and young scholars
«Science and education - 2015»

УДК 001:37.0
ББК72+74.04
Ғ 96

Ғ96

«Ғылым және білім – 2015» атты студенттер мен жас ғалымдардың X Халық. ғыл. конф. = X Межд. науч. конф. студентов и молодых ученых «Наука и образование - 2015» = The X International Scientific Conference for students and young scholars «Science and education - 2015». – Астана: <http://www.eni.kz/ru/nauka/nauka-i-obrazovanie-2015/>, 2015. – 7419 стр. қазақша, орысша, ағылшынша.

ISBN 978-9965-31-695-1

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

УДК 001:37.0
ББК 72+74.04

ISBN 978-9965-31-695-1

©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2015

Список использованных источников

1. Вайншток с.м. (ред.) Фрубопроводный транспорт нефти. – "недра-бизнесцентр", том 2, 2004, 621 с.
2. Тихонов а.н., самарский а.а. уравнения математической физики. – м: наука, 2010, 742

ӘОЖ 519

АТМОСФЕРАДАҒЫ ГАЗ ҚОСПАЛАРЫНЫҢ ТУРБУЛЕНТТІК ТАРАЛУЫНЫҢ МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕРІНІҢ ТАЛДАУ

Шаймардан Құдабек

kuda-bek@mail.ru

«Математикалық және компьютерлік моделдеу» мамандығының магистранты,

Л.Н. Гумилев атындағы ЕҰУ, Астана

Ғылыми жетекші - к.ф.-м.н., доц. Шалабаева Б.С.

Турбуленттік атмосферада белсенді қоспалардың шашырауының негізгі математикалық модельдеріне шолуды бастапқы және шекаралық шарттары берілген турбуленттік диффузияның жартылай эмпирикалық теңдеуінен бастау маңызға ие болып саналады.

Осы модель қисынды күрделілік деңгейімен ажыратылады, реагенттің шашырау процесіне әсер ететін үлкен көлемді факторларды есепке алады және атмосфералық құбылыстарды зерттеушілердің сферасында өзін жеткілікті түрде жарнамалай алады.[4]

$q(t, x, y, z)$ болсын, мұндағы $x \in (-\infty, \infty)$, $y \in (-\infty, \infty)$, $z \in [0, \infty)$ - бұл функция, оның мәні үш өлшемді евклидтік E^3 кеңістіктегі (x, y, z) нүктеде t уақыт мезетінде осы нүктедегі қандай да бір заттың (қоспаның) концентрациясының мәніне сай келетін функция. Мынадай деп ұйғарайық, $q(t, x, y, z)$ функциясы t, x, y, z бойынша үздіксіз дифференциалданған, E^3 -те қоспа негіздері жоқ, ал қоспаның өзі өзгеріске ұшырамаған, яғни басқа заттармен химиялық реакцияға түспейді және радиоактивтік процестер салдарынан ыдырамайды делік. Қоспа атмосферада ОХ осін бойлай V_x жылдамдықпен және ОZ осін бойлай V_z жылдамдықпен орын ауыстырады. Қоспаның бұлты диффузиялық процеске ұшырайды, оны сәйкесінше ОХ, ОY, ОZ координаттық осьтерін бойлай K_x, K_y, K_z турбуленттік диффузияның коэффициенттерімен сипаттауға болады.[2]

Онда қандай да бір траекторияны бойлай қоспаның орнын ауыстыру процесі келесідей дифференциалдық теңдеумен сипатталады.

$$\frac{dq}{dt} = 0 \quad (1)$$

Осы теңдеуге салмақты сақтау заңының математикалық өрнегі болып саналатын беріктік теңдеуін қосу керек,

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0, \quad (2)$$

мұндағы $V = \langle V_x, V_y, V_z \rangle$ - қоспаның бөлшектерінің шапшаң жылдамдығының векторы.

Нәтижеде келесі формуланы аламыз

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial (V_x q)}{\partial x} + \frac{\partial (V_y q)}{\partial y} + \frac{\partial (V_z q)}{\partial z} = 0 \quad (3)$$

V векторын келесідей түрде көрсетуге болады.

$$V = \bar{V} + V', \quad (4)$$

мұндағы $\bar{V} = \langle \bar{V}_x, \bar{V}_y, \bar{V}_z \rangle$ - жеткілікті үлкен уақыт аралығы бойынша орташаланған қоспа бөлшегінің жылдамдығының векторы;

$\bar{V}' = \langle \bar{V}'_x, \bar{V}'_y, \bar{V}'_z \rangle$ - V қоспа бөлшегінің жылдамдық векторының флуктуациялық құрастырушысының векторы.

Онда (3) формуланы келесідей етіп қайта жазуға болады:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial((\bar{V}_x + V'_x)q)}{\partial x} + \frac{\partial((\bar{V}_y + V'_y)q)}{\partial y} + \frac{\partial((\bar{V}_z + V'_z)q)}{\partial z} = 0, \quad (5)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial(\bar{V}_x q)}{\partial x} + \frac{\partial(\bar{V}_y q)}{\partial y} + \frac{\partial(\bar{V}_z q)}{\partial z} = -\frac{\partial(\bar{V}'_x q)}{\partial x} - \frac{\partial(\bar{V}'_y q)}{\partial y} - \frac{\partial(\bar{V}'_z q)}{\partial z}, \quad (6)$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \bar{V}_x \frac{\partial q}{\partial x} + \bar{V}_y \frac{\partial q}{\partial y} + \bar{V}_z \frac{\partial q}{\partial z} = -\frac{\partial(\bar{V}'_x q)}{\partial x} - \frac{\partial(\bar{V}'_y q)}{\partial y} - \frac{\partial(\bar{V}'_z q)}{\partial z} \quad (7)$$

(7) теңдеуіне келесідей бастапқы және шектік шарттарды қосу керек болады:

$$q(t_0, x, y, z) = \varphi(x, y, z), \quad (8)$$

$$x^2 + y^2 + z^2 \rightarrow \infty \text{ кезінде } q(t, x, y, z) \rightarrow 0 \quad (9)$$

(7)-(9) моделі қоспаның таралу процесін жеткілікті түрде сипаттайды, оның практика жүзінде қолданылуы көптеген қосымша факторларға байланысты болған V' векторы компонентін нақты анықтаудың мүмкінсіздігінің есебінен күрделілік тудырады. Алайда, турбуленттік атмосферада қоспаның шашырау кезінде алар орны бар турбуленттік диффузия процесіне келесідей қатынастар сай келеді:[1]

$$V'_x q = -K_x \frac{\partial q}{\partial x}, \quad V'_y q = -K_y \frac{\partial q}{\partial y}, \quad V'_z q = -K_z \frac{\partial q}{\partial z}, \quad (10)$$

мұндағы K_x, K_y, K_z – сәйкесінше OX, OY, OZ координаттық осьтеріне сәйкес турбуленттік диффузияның коэффициенттері.[5]

Осы коэффициенттер эксперименталдық мәліметтерден шыға келе анықталады немесе қоспаның таралуының кері есебінің шешімінің негізінде анықталады.

Сәйкесінше (7) теңдеу келесідей түрге ие болады:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \bar{V}_x \frac{\partial q}{\partial x} + \bar{V}_y \frac{\partial q}{\partial y} + \bar{V}_z \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial q}{\partial z} \quad (11)$$

Жазба ыңғайлы болуы үшін V_x, V_y, V_z үстіндегі сызықшаларды алып тастаймыз:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + V_x \frac{\partial q}{\partial x} + V_y \frac{\partial q}{\partial y} + V_z \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial q}{\partial z} \quad (12)$$

Ары қарай жел жылдамдығының бағыты OX осіне сай келеді деп болжанады, ал қоспа бөлшектерінің тұну жылдамдығының векторы төмен қарай вертикал бағытталған деп болжанады:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + V_x \frac{\partial q}{\partial x} - V_z \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial q}{\partial z} \quad (13)$$

Осыдан басқа, егер қоспа ыдырайтын болса немесе басқа заттармен химиялық реакцияға түсетін болса, мұнда α – қоспаның химиялық белсенділігін сипаттайтын коэффициент ($\alpha = \frac{1}{T_e}$, мұндағы T_e – уақыт аралығы, осы аралықта қоспа е есе ыдырайды), атмосферада $f(t,$

x, y, z) функцияларымен сипатталатын қоспа көздері болса, онда (13) теңдеуі келесі түрге түрленеді:

$$\frac{\partial q}{\partial t} + V_x \frac{\partial q}{\partial x} - V_z \frac{\partial q}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial x} K_x \frac{\partial q}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} K_y \frac{\partial q}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} K_z \frac{\partial q}{\partial z} + f \quad (14)$$

(14) теңдеу турбуленттік диффузияның жартылай эмпирикалық теңдеуі деп аталады және атмосферада белсенді қоспаның таралу мәселесін шешу кезінде қолданбалы маңызды мәнге ие болады.

(14) теңдеу шешімін қанағаттандыруы керек болатын шектік және бастапқы шартты беру кезінде ұйғарымдардан шыға келе қоспаның таралуының t уақыты $[t_0, T]$, $\forall t \in [t_0, T], t_0 \geq 0, t_0 \leq T$ аралығына тиісті екенін көруге болады, ал осы қоспа таралатын Ω аймағы келесі түрдегі E_+^3 жартылай кеңістік болып саналады

$$\Omega = (x, y, z) : -\infty < x < \infty, -\infty < y < \infty, z_0 < z < \infty,$$

мұндағы $z_0 = \text{const} > 0$ – төсеніштік беттің кедір бұдырлығының деңгейі (көбінесе кедір бұдырлық деңгейін елемейді және $z_0=0$ деп ұйғарады) [10].

Осы болжамнан шыға келе бастапқы және шектік шартты келесідей түрде беруге болады:

$$q(t_0, x, y, z) = \varphi(x, y, z), \quad (15)$$

$$q(t_0, x, y, z) \rightarrow 0, \quad x^2 + y^2 + z^2 \rightarrow \infty, \quad z \geq z_0, \quad (16)$$

$$\left\{ K_z \frac{\partial q}{\partial z} + V_z q \right\} \Big|_{z=z_0} - \{v_s q\} \Big|_{z=z_0} = 0, \quad (17)$$

мұндағы

$\varphi(x, y, z)$ - Ω фондық концентрацияны сипаттайтын қандай да бір функция;

v_s – төсеніштік бетке қоспаның құрғақ тұнуының жылдамдығы.

(17) шектік шарты мынаны білдіреді, яғни турбуленттік $K_z \frac{\partial q}{\partial z}$ және графитациялық $V_z q$

құрауыштардан тұратын жер бетіндегі P қоспа ағыны $v_s q$ тең.

Практикалық мәселелерді қарастыру кезіндегі (17) шектік шартты қолданудың күрделілігі мынадай, яғни құрғақ тұну v_s жылдамдығының мәніне қатысты мәліметтер аз. Сондықтан көбінесе қарапайым (18) және (19) шарттарын қарастыру арқылы шектеледі.[2]

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. Марчук Г.И. Математическое моделирование в проблеме окружающей среды. – М.: Наука, 1982. 320с.
2. Берлянд М.Е. Современные проблемы атмосферной диффузии и загрязнение атмосферы. Л.: Гидрометеоиздат. -1975. 448с.
3. Алоян А.Е. Динамика и кинетика газовых примесей и аэрозолей в атмосфере. –М.: ИВМ РАН. -2002. 201с.
4. Ismailov B.R. A Mathematical Model of the Turbulent Atmosphere Diffusion Considering the Impurities Activity. Proceedings of the 3-International Conference on Mathematical Models for Engineering Science (MMES'12), Paris, France, December 2-4, 2012, pp.298-303.
5. Ионисян А.С. Математическое моделирование процесса распространения активной примеси в свободной и облачной атмосфере. Ставрополь, 2003г. РГБ. Электронный текст.