

THE RESULTS OF ANALYTICAL INVESTIGATION OF AERODYNAMIC PROPERTIES FOREST GAS-DUSTPROOFING STRIPS WITH ARTIFICIALLY CREATED LACUNAR CAVITIES

L. Sheludchenko

Podolsky Agricultural and Technikal State University

vul. Shevchenko, 13, Kamianets-Podolsky, 32300, Ukraine. E-mail: l.sheludchenko@mail.ru

S. Voznyuk

Kamianets-Podolsky district state administration, Department of housing and construction

Squarer Virmensky rink, 6, Kamianets-Podolsky, 32300, Ukraine. E-mail: svtlana.scientificwork@qmail.com

Purpose. In the article considered the question of expediency creation lacunar cavities with compliance to their fractal organization and fractal dimensions when designing forest gas-dustproofing strips of roads by categories 1a, 1b, 2 and 3 to reduce the negative impact of emissions from transport's complex as one of the most powerful sources of pollution. **Methodology.** Received the analytical model to reduce the speed of aerosol air flow in ranks of the road's strip according to indicators, the reduction laciness crown of forest strip, that are characteristic of summer and winter periods. **Originality.** Proved the dependence of reduction speed the air flow, which contains aerosols of mineral dust, from the number of lacunar cavities and the rows planting of tree and shrub species the forest strip. **Practical value.** The results of the numerical studies confirm the functional efficacy of the maze lacunar cavities in the structure of the forest gas and dust lanes of road's transport. *References 6, tables 1, figures 3, formulas 12.*

Keywords: the road's transport, forest gas-dustproofing strips, aerosols of mineral dust, the turbulent air flow, the lacunar, the laciness crown.

РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЛІСОВИХ ГАЗО-ПИЛОЗАХИСНИХ СМУГ ІЗ ШТУЧНО СТВОРЕНИМИ ЛАКУНАРНИМИ ПОРОЖНИНАМИ

Л. С. Шелудченко

Подільський державний аграрно-технічний університет

вул. Шевченка, 13, м. Кам'янець-Подільський, 32300, Україна. E-mail: l.sheludchenko@mail.ru

С. В. Вознюк

Кам'янець-Подільська райдержадміністрація

Пл. Вірменський ринок, 6, Кам'янець-Подільський, 32300, Україна. E-mail: svtlana.scientificwork@qmail.com

В роботі розглянуто питання доцільності створення лакунарних порожнин з дотриманням їх фрактальної організації та фрактальних розмірностей при проектуванні лісових газо-пилезахисних смуг автомобільних доріг категорій 1а, 1б, 2 та 3 з метою зменшення негативного впливу викидів автотранспортного комплексу, як одного із найпотужніших джерел забруднення. Отримано аналітичну модель зниження швидкості турбулентного повітряного аерозольного потоку в рядах смуги автомобільної дороги відповідно до показників зменшення ажурності крони лісосмуги, які характерні для літнього та зимнього періодів. Доведено залежність зниження швидкості повітряного потоку, який містить аерозолі мінерального пилу від кількості лакунарних порожнин і рядності посадки деревних і чагарникових порід лісосмуги. Результати числового дослідження підтверджують функціональну ефективність застосування лабіринту лакунарних порожнин в структурі лісової газо-пилезахисної смуги автомобільних доріг.

Ключові слова: автомобільний транспорт, лісові газо-пилезахисні смуги, аерозолі мінерального пилу, турбулентний повітряний потік, лакунарність, ажурність крони.

PROBLEM STATEMENT. To ensure ecological safety of territories with a developed road network use forest gas-dustproofing strips, which consist with trees of the main and accompanying species, shrub and have a clearly defined structure in the form of separate phytohorizons (crown, subcrown, barrel, shrub, shrub-herbaceous and herbaceous). This leads to a gradient distribution of light, heat, carbon dioxide, oxygen, humidity, nutrient content and non-uniform transformation of material, energy exchange in vertical section and also leads to the natural formation of lacunar cavities in its texture [1, 2]. The possibility of constructing artificial lacunar cavities at the design stage of a forest gas-dustproofing strip allows to control migration flows of transport's emissions, and consequently increase the level of ecological safety roadside's landscapes as a

whole. Therefore, the research of aerodynamic properties forest gas-dustproofing strips with artificially created lacunar cavities and optimization of their design parameters is relevant and requires detailed study [3, 4].

EXPERIMENTAL PART AND RESULTS OBTAINED. The purpose of the research is to review the main provisions and conclusions for improving the functional efficiency forest gas-dustproofing strips of roads, that need to be fractal-invariant to the structure of the strip as a whole and obtaining an analytical model of reducing the velocity of the turbulent aerosol air flow through the ranks of the forest gas-dustproofing strip.

The model of step-by-step reduction a speed (V) aerosol air flow in the lacunar cavities of the forest gas-dustproofing strip arboreal-shrub type from equation 1:

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

$$\langle [v_s(x) - v_s(x+r)]^2 \rangle = |r|^{2/3+B} \quad (1)$$

where the values of fractal characteristics and the fractal dimension D [5, 6] is shown in Fig.1.

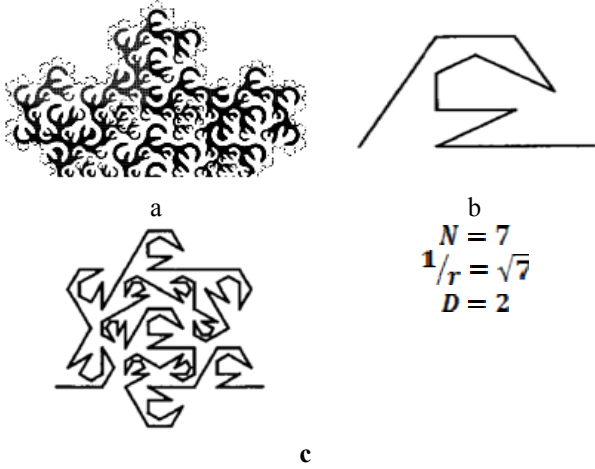


Figure 1 – The fractal-invariant model of geometric signs the turbulence of aerosol air flow in lacunar cavity the forest gas-dustproofing strip of the road: a – the Peano's family curves; b – the 13-sectional generator; c – the second stage of building turbulent flows and their fractal features

by serial transformations:

$$\langle v_s^2(x - x + r)^2 \rangle = |r|^{2/3+B} \quad (2)$$

$$\langle v_s^2 \cdot r^2 \rangle = |r|^{2/3+B} \quad (3)$$

$$\langle v_s^2 \rangle = |r|^{2/3+B-2} \quad (4)$$

$$\langle v_s^2 \rangle = |r|^{B-4/3} \quad (5)$$

$$\langle v_s \rangle = \sqrt{|r|^{B-4/3}} \quad (6)$$

$$\langle v_s \rangle = |r|^{B/2-2/3} \quad (7)$$

given that $D = 2$:

$$B = \frac{(3 - D)}{3} = \frac{1}{3} \quad (8)$$

received:

$$\langle v \rangle = |r|^{-1/3} \quad (9)$$

If we pass from the integration in (5) and (6) to the sum in step-by-step reduction of speed V_s and to introduce designations: k_i – the number of rows planting, n – the number of lacunar cavities of the labyrinth in the forest

gas-dustproofing strip corresponding category, then finally get:

$$\langle v \rangle = \sum_{i=1}^k (D \cdot |r|^{-1/3})^n \quad (10)$$

Thus has received the analytical model to reduction the speed (v) of the turbulent aerosol air flow through the ranks of the forest gas-dustproofing strip in the form:

- in the summer:

$$\langle v \rangle = \sum_{k=1}^k \frac{(D \cdot |r|^{-1/3})^n}{K_{\text{літ}}} \quad (11)$$

- in the winter:

$$\langle v \rangle = \sum_{k=1}^k \frac{(D \cdot |r|^{-1/3})^n}{K_{\text{зим}}} \quad (12)$$

Where $r = r(N)$ - the conversion factor of generator the fractal build of a geometric model turbulent aerosol air flow;

n - the number of lacunar cavities the forest strip;

k – the rows of planting tree and shrub species the forest strip;

D – the value of fractal dimension the geometrical model of lacunar cavities by vertical cross section the forest strip;

$K_{\text{літ}}, K_{\text{зим}}$ – indicators the reduction of laciness crown the forest strip in summer ($K_{\text{літ}} = 1$) and winter ($K_{\text{зим}} = 0,7524$) periods, respectively.

The results of numerical study (11), (12) are given in table 1 and built graphs step-by-step reduction a speed Δv of aerosol air flow for forest gas-dustproofing strips of roads categories 1a, 1b, 2, 3, 4 and 5, which is shown in Fig.2. and Fig.3.

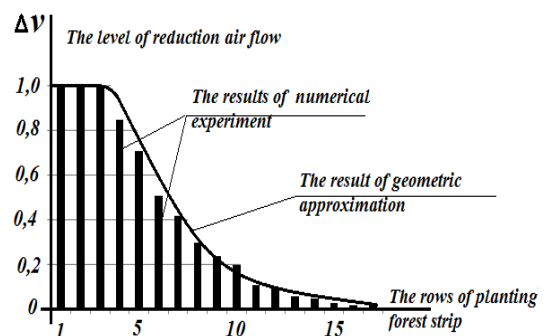


Figure 2 – The reduction level of speed (dynamic pressure) aerosol air flow in the planting of tree and shrub species forest gas-dustproofing strips of roads in the presence the labyrinth of lacunar cavities – in the summer

Розробка екологічно безпечних технологій, процесів і устаткування

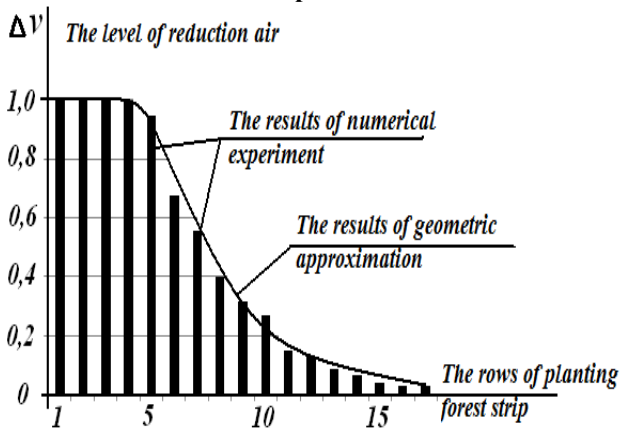


Figure 3 – The reduction level of speed (dynamic pressure) aerosol air flow in the planting of tree and shrub species forest gas-dustproofing strips of roads in the presence the labyrinth of lacunar cavities – in the winter

CONCLUSION. The analysis results of numerical experiment demonstrates the feasibility of using design forest gas-dustproofing strip with a structure that contains a maze of lacunar cavities, only for the roads category 1a, 1b, 2 and 3. In this case the magnitude of aerosol streams dust pollutants in the array of the forest strip decreases by an amount of from 68 % to the roads of the 3rd category (in the presence of 3 lacunar cavities in the array of the forest strip) in the winter, to 98 % for

roads of the 1st category (in the presence of 6 lacunar cavities in the array of the forest strip) in the winter. The results of the numerical studies confirm the functional efficacy of the maze lacunar cavities in the structure of the forest gas and dust lanes of road’s transport.

REFERENCES

1. Sheludchenko, B. (2014), *Vstup do konstruuvannia prirodno-technogenix geoekosistem* [Introduction to the design of natural-technogenic geoecosystem], Podolsky Agricultural and Technikal State University, Kamenets-Podolsky, Ukraine.
2. Jamborak, R., Sheludchenko, B., Sheludchenko, I. (2011), *Ingenerna ekologia. Ch. 9. Khimichna ekologia* [Engineering ecology (part 9). Chemical ecology]. FOP Sysyn O. V., Kamyansky-Podolsky, Ukraine.
3. Sheludchenko L.S. *Rothroblennya konstruktsiy gazo-pulozahisnuh lisosmyg avtodorognoi meregi*. TOV Kaligraf, 2015, 134 p.
4. Stepanenko, S. (2008). *Meteorologia I klimatologia* [Meteorology and climatology]. TES, Odessa, Ukraine.
5. Mandelbrot B. *The Fractal Geometry of Nature* / B. Mandelbrot. – W.H. Freeman and Company, 1983.– 468 p.
6. K. Tsunokava. *Roads and the Environment* / Tsunokava Koji, Hoban Christofer. – 1997. – 217 p.

Table 1 – Results of the numerical experiment

The road’s category	The rows of planting tree and shrub species, <i>k</i>	The number of lacunar cavities and figure, <i>n</i>	The reduction a speed Δv of aerosol air flow	
			in the summer	in the winter
5	1	0/1	~1	~1
	2	0/1	~1	~1
4	3	0/1	~1	~1
	4	1/2	0,85	~1
3	5	1/2	0,71	0,95
	6	2/3	0,51	0,68
	7	2/3	0,42	0,56
2	8	3/4	0,30	0,40
	9	3/4	0,24	0,32
	10	3/4	0,20	0,27
1a, 1b	11	4/5	0,11	0,15
	12	4/5	0,10	0,13
	13	5/6	0,06	0,09
1a, 1b	14	5/6	0,05	0,07
	15	6/7	0,03	0,04
	16	6/7	0,02	0,03
1a, 1b	17	6/7	0,02	0,03

**РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ
ГАЗО-ПЫЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСОПОЛОС С ИСКУССТВЕННО СПРОЕКТИРОВАННЫМИ
ЛАКУНАРНЫМИ ПУСТОТАМИ**

Л. С. Шелудченко

Подольский государственный аграрно-технический университет

ул. Шевченко, 13, г. Каменец-Подольский, 32300, Украина. E-mail: l.sheludchenko@mail.ru

С. В. Вознюк

Каменец-Подольская районная госадминистрация

пл. «Вірменський ринок», 6, 32300, Украина. E-mail: svitlana.scientificwork@qmail.com

Рассмотрена целесообразность создания лакунарных полостей с соблюдением их фрактальной организации и фрактальных размерностей при проектировании лесных газо-пылезащитных полос автомобильных дорог категорий 1а, 1б, 2 и 3 с целью уменьшения негативного влияния выбросов автотранспортного комплекса. Получена аналитическая модель снижения скорости турбулентного воздушного аэрозольного потока в рядах защитной полосы автомобильной дороги согласно показателей уменьшения ажурности кроны лесополосы, которые характерны для летнего и зимнего периодов. Доказана зависимость снижения скорости воздушного потока, который содержит аэрозоли минеральной пыли от количества лакунарных полостей и рядности посадки древесных и кустарниковых пород лесополосы. Результаты числового исследования подтверждают функциональную эффективность применения лабиринта лакунарных полостей в структуре лесной газо-пылезащитной полосы автомобильных дорог.

Ключевые слова: автомобильный транспорт, лесные газо-пылезащитные полосы, аэрозоли минеральной пыли, турбулентный воздушный поток, лакунарность, ажурность кроны.