

SCI-CONF.COM.UA

**MODERN RESEARCH
IN WORLD SCIENCE**



**PROCEEDINGS OF VI INTERNATIONAL
SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE
SEPTEMBER 4-6, 2022**

**LVIV
2022**

MODERN RESEARCH IN WORLD SCIENCE

Proceedings of VI International Scientific and Practical Conference

Lviv, Ukraine

4-6 September 2022

Lviv, Ukraine

2022

UDC 001.1

The 6th International scientific and practical conference “Modern research in world science” (September 4-6, 2022) SPC “Sci-conf.com.ua”, Lviv, Ukraine. 2022. 1018 p.

ISBN 978-966-8219-86-3

The recommended citation for this publication is:

Ivanov I. Analysis of the phaunistic composition of Ukraine // Modern research in world science. Proceedings of the 6th International scientific and practical conference. SPC “Sci-conf.com.ua”. Lviv, Ukraine. 2022. Pp. 21-27. URL: <https://sci-conf.com.ua/vi-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-modern-research-in-world-science-4-6-09-2022-lviv-ukrayina-arhiv/>.

Editor

Komarytskyy M.L.

Ph.D. in Economics, Associate Professor

Collection of scientific articles published is the scientific and practical publication, which contains scientific articles of students, graduate students, Candidates and Doctors of Sciences, research workers and practitioners from Europe, Ukraine, Russia and from neighbouring countries and beyond. The articles contain the study, reflecting the processes and changes in the structure of modern science. The collection of scientific articles is for students, postgraduate students, doctoral candidates, teachers, researchers, practitioners and people interested in the trends of modern science development.

e-mail: lviv@sci-conf.com.ua

homepage: <https://sci-conf.com.ua>

©2022 Scientific Publishing Center “Sci-conf.com.ua” ®

©2022 Authors of the articles

35. **Кричковська Л. В., Лисак П. Ю., Грицаєнко Ю. А., Дубоносов В. Л.** 188
ВПЛИВ ПЛІВКОУТВОРЮВАЧІВ З ФУЛЕРЕНАМИ НА ПРОРОЩУВАННЯ НАСІННЯ
36. **Кузяк Н. І., Кублій Л. І.** 193
ЗАСОБИ ВЗАЄМОДІЇ САД-СИСТЕМИ З PDM-СИСТЕМОЮ
37. **Літвінов В. В.** 198
ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗТАШУВАННЯ ПРИСТРОЇВ FACTS ТА ПРИСТРОЇВ СВВ У ЕЕС З РОЗПОДІЛЕНОЮ ГЕНЕРАЦІЄЮ
38. **Мукмінов І. І.** 209
ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ НЕРУХОМОГО ЩІЛЬНОГО ШАРУ ЩЕБНЯ
39. **Петрище О. І.** 214
ПРОЕКТ ЗЕМЕЛЬНОЇ ДІЛЯНКИ – ПРОБЛЕМАТИКА ЗЕМЛЕУСТРОЮ СЬОГОДНІ
40. **Петров В. М., Жданов О. О., Мацей Р. О.** 220
ДОСЛІДЖЕННЯ ТА РЕКОНСТРУКЦІЯ ВАЛЬЦЬОВИХ ВЕРСТАТІВ
41. **Потапова К. Р., Дадиверін В. В., Фещенко І. О.** 226
ПРО ОРГАНІЗАЦІЮ ТА ВИКОРИСТАННЯ ДЕТЕКТОРА ОБЛИЧЧЯ
42. **Прасоленко О. В., Чумаченко В. А.** 233
ЗАКОНОМІРНОСТІ ЗМІНИ СМУГИ РУХУ НА ДВОСМУГОВИХ ВУЛИЦЯХ ПРИ ВИНИКНЕННІ ПЕРЕШКОД
43. **Семеренко В. П., Войналович О. Ю.** 239
АВТОМАТНІ ІНТЕРПРЕТАЦІЇ ОПЕРАЦІЙ МОДИФІКАЦІЇ ЦИКЛІЧНИХ КОДІВ
44. **Служенко В. О.** 244
СИСТЕМА КІБЕРЗАХИСТУ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ, ІНТЕРНЕТ-ГІГІЄНА ВІЙСЬКОВОСЛУЖБОВЦІВ ТА ПРАЦІВНИКІВ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ
45. **Соколов О. М., Гаргін В. Г., Русінова Н. О.** 247
ФІЗИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ АЛМАЗНОГО КОМПОЗИТУ З ДОБАВКАМИ N-ШАРОВИХ ГРАФЕНІВ, ОДЕРЖАНОГО СПІКАННЯМ ПРИ ВИСОКИХ ТИСКАХ
46. **Тонконог Д. М., Кріпак А. О.** 254
ДОСЛІДЖЕННЯ КОРОЗІЙНОЇ ТРИВКОСТІ ЖАРОМІЦНИХ ХРОМОНІКЕЛЕВИХ СТАЛЕЙ ДЛЯ АВІАДВИГУНОБУДУВАННЯ
47. **Тришин П. Р., Гончар Н. В., Степанова А. І.** 259
РОЗВИТОК 3D-ДРУКУ МЕТАЛОМ В УКРАЇНІ
48. **Фещенко І. О., Дадиверін В. В., Потапова К. Р.** 264
ОСОБЛИВОСТІ АПАРАТНО-ПРИСКОРЕНОГО АЛГОРИТМУ РЕНДЕРИНГУ НА ОСНОВІ ТРАСУВАННЯ ПРОМЕНІВ
49. **Чернявський А. В., Григоров А. Б.** 270
ВИКОРИСТАННЯ ВТОРИННИХ ПОЛІМЕРІВ В ВИРОБНИЦТВІ

ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНОГО ОПОРУ НЕРУХОМОГО ЩІЛЬНОГО ШАРУ ЩЕБНЯ

Мукмінов Ігор Ігорович,
аспірант

Одеський Національний Технологічний Університет
м. Одеса, Україна

Вступ. Нерухомий зернистий шар широко використовується в апаратах фільтрування, йонного обміну, абсорбції, ректифікації, екстракції, абсорбції, при використанні каталізаторів в хімічних процесах і т.д. [1]. Під час руху потоку рідини чи газу через зернистий шар, суцільна фаза заповнює весь простір між частинками, вона одночасно рухається всередині каналів неправильної форми, що утворені цими частинками та обтекає окремі частки. Описання такого руху представляє собою змішану задачу гідродинаміки. Інтереси нашого дослідження стосуються оцінки аеродинамічного опору щільного шару сіпкого матеріалу в каналі регенеративного теплообміннику як частини ґрунтового регенератора для теплиць.

Ціль роботи. Метою роботи є визначення аеродинамічного опору щільного шару сипкого матеріалу та оцінка можливості застосування теоретичних залежностей для розрахунку втрат тиску під час продувки повітрям шару щебню в циліндричному каналі.

Матеріали та методи. Експериментальне дослідження аеродинамічного опору щільного шару в циліндричній трубі (рис. 1а) проводилось при варіюванні висоти шару: $H_1=0,8$ м, $H_2=0,6$ м, $H_3=0,4$ м, $H_4=0,2$ м. Для визначення втрат напору був застосований водяний дифманометр, відбірники котрого були розташовані на вході та виході труби. Процес зняття значень втрат напору показан на рис. 1б. Продувка шару повітрям здійснювалась вентилятором, встановленим на вході в канал (рис. 1в).



Рисунок 1. Експериментальне дослідження аеродинамічного опору щільного шару щєбня

1а – зовнішній вид каналу, 1б – вимірювання втрат напора в процесі продувки шару повітрям, 1в – вид вентилятора, встановленого на вході в канал.

Для кожного значення висоти шару анемометром вимірювали швидкість повітря на вході в вентилятор та на виході з каналу.

Результати та обговорення. Для проведення аналітичних розрахунків були визначені відповідні залежності, що узагальнюють дані по втратам тиску в потоці при продувці щільного нерухомого шару твердих часток [1 – 3]. В [1] наведені дані про опір деревних пелет повітряному потоку, що необхідні для проектування та керування вентиляцією, охолодженням і сушкою сипких пелет. В цьому дослідженні вимірювали перепади тиску в залежності від витрат повітря для циліндричних деревесних гранул декількох розмірів. Діаметр гранул 6,4 мм; довжина варіювалася від 4 до 34 мм. Експериментальні швидкості повітряного потоку варіювалися від 0,014 до 0,8 м³/с. Відповідні виміряні статичні тиски знаходилися в діапазоні від 2 до 2550 м⁻¹ Па. Дані були адаптовані до трьох прогностичних моделей Шедда, Хукілла-Айвза та Ергуна, які пов'язують падіння тиску з потоком повітря у сипких гранульованих матеріалах. Визначили, що рівняння Ергуна забезпечує найкращу відповідність. Формулу Ергуна (Ергана) [2] на практиці для щільного шару, традиційно використовують ту, яка вимагає врахування інерційних сил в потоці, що рухається (другий доданок у правій частині рівняння).

$$\frac{\Delta P}{H} = \frac{150\mu_c w (1-\varepsilon)^2}{d^2 \varepsilon^3} + \frac{1,75\rho_c w^2 (1-\varepsilon)}{d \varepsilon^3} \quad (1)$$

де μ - коефіцієнт динамічної в'язкості,

ρ – щільність рідини (газу),

w - швидкість потоку,

H -висота шару.

Перепад тиску представляється як сума двох доданків: перший доданок визначає вплив поверхневого тертя, другий — опору форми. Значення постійних 150 та 1,75 отримані при обробці експериментальних даних.

У якості частинки в цих дослідженнях використовувалися кульки, циліндри, таблетки, мармурова крихта та сортований кокс.

Для розрахунку аеродинамічного опору кулі також рекомендується формула [3]:

$$\Delta p = f_{\varepsilon} \frac{\rho_{\Gamma} w_{\Phi}^2 a_{уд}}{2 \varepsilon^3} \delta, \text{ Па}, \quad (2)$$

Де f_{ε} – та еквівалентний коефіцієнт опору кулі, що визначається для різних режимів перебігу (в'язкісного, інерційного, в'язкісно-інерційного) із залежності:

$$f_{\varepsilon} = \frac{8}{Re_{\varepsilon}} \varkappa + \varkappa_{ин}, \quad (3)$$

Де $Re_{\varepsilon} = \frac{4w_{\Phi}}{a_{уд} \nu_{\Gamma}}$ – еквівалентне число Рейнольдса; $\varkappa, \varkappa_{ин}$ – коефіцієнти, що залежать від форми частинок.

Для гладких сферичних частинок $\varkappa = 4.55$, $\varkappa_{ин} = 0.45$; для шматкових матеріалів $\varkappa = 5.0$, $\varkappa_{ин} = 0.75$.

Значення питомої поверхні частинок (в одиниці об'єму):

$$a_{уд} = \frac{6 \cdot (1-\varepsilon)}{\phi \cdot d_e}, \quad (4)$$

Де ε – порізність шару; значення визначалося експериментально.

Застосовуваний матеріал (щебінь) є полідисперсним, для такого випадку еквівалентний діаметр частинок визначається як середньозважений по поверхні відповідно до залежності (1):

$$\bar{d}_3 = \left(\sum_{i=1}^n \frac{m_i \phi_i}{d_i} \right)^{-1}, \quad (5)$$

де n – число фракцій у суміші, m_i – масовий вміст i -тої фракції у суміші, кг/кг; d_i – розмір частинок i -тої фракції; ϕ_i – коефіцієнт форми частинок. Коефіцієнт ϕ_i , що характеризує відхилення форми частинок від сферичної, для кульок дорівнює одиниці, а для частинок іншої форми може бути знайдений за рекомендаціями [4]: $\phi_i = \frac{F}{F_0}$, де F_0 – площа поверхні ідеального тіла, F – реальна площа поверхні гранули i -тої фракції.

Таблиця 1

Геометричні характеристики фракцій щебеню

№	d_i , м	F_0 , м ²	F , м ²	ϕ_i	$m \cdot 10^2$, кг	n	m_i , кг
1	0,0267	$1,45 \cdot 10^{-3}$	$18 \cdot 10^{-4}$	1,24	1,01	33	0,367
2	0,0317	$1,54 \cdot 10^{-3}$	$22 \cdot 10^{-4}$	1,43	1,11	19	0,2323
3	0,0276	$1,51 \cdot 10^{-4}$	$19 \cdot 10^{-4}$	1,26	1,07	20	0,2357
4	0,0266	$1,29 \cdot 10^{-3}$	$17 \cdot 10^{-4}$	1,31	0,85	11	0,103
5	0,0203	$0,69 \cdot 10^{-3}$	$9,5 \cdot 10^{-4}$	1,37	0,33	17	0,0618

Відповідно до даних фракцій, отримали, що еквівалентний діаметр щебеню $\bar{d}_3 = 0,021$ м.

Таблиця 2

Втрати тиску в шарі щебеню при його продуванні потоком повітря

Довжина каналу з щебенем, м	0,8	0,6	0,4	0,2
Швидкість повітря на вході в канал, м/с	5,4	6,1	6,7	6,9
Швидкість повітря на виході з каналу, м/с	0,31	0,3	0,32	0,33
Втрати напору, мм. вод. ст.	6	4	3	2
Втрати напору, Па	57	39	29	20
Втрати напору за рівнянням Ергуна [2]	41,82	29,49	22,19	11,76
Втрати напору за рівнянням Горбіса [3]	68,20	47,96	36,3	19,2

Експериментальні дослідження показали, що швидкість повітря на вході в канал суттєво перевищує швидкість повітря на виході з нього, що говорить про великий аеродинамічний опір кулі для вентилятора, що застосовується. Повітря на вході закидається назад у довкілля, не проходячи щільний шар матеріалу.

Під час проведення розрахунків приймалося, що значення питомої поверхні частинок $a=89,2 \text{ м}^2/\text{м}^3$. Це значення отримали при оцінці поверхні частинок, що містяться у циліндричній трубі об'ємом $V=0,00785 \text{ м}^3$. Було визначено, що $F=0,7 \text{ м}^2$. Значення порізності $\varepsilon=0,36$ також було отримано експериментально при заповненні заданого об'єму досліджуваним матеріалом.

Аналіз результатів розрахунків та експериментальних значень втрат напору показує хорошу кореляцію. Причому залежність, запропонована Горбісом [3], демонструє кращу збіжність із експериментальними даними.

Висновки. Дослідження аеродинамічного опору нерухомої щільної кулі щебеню показало, що для обраного вентилятора продування кулі ускладнене та для забезпечення швидкості повітря, що відповідає паспортним даним, слід застосовувати вентилятор більшої потужності або зменшувати товщину кулі.

Аналіз результатів розрахунків та експериментальних даних щодо втрат напору показує хорошу кореляцію. Причому залежність, запропонована Горбісом, демонструє кращу збіжність з експериментальними даними в порівнянні з залежністю Ергуна.

Список літератури

1. Fahimeh Yazdanpanah, Shahab Sokhansanj, Anthony Lau, Jim Choon Lim. Airflow versus pressure drop for bulk wood pellets Biomass and Bioenergy 35(5):1960–1966.
2. Ö. Akgiray and A. M. Saatçı, Water Science and Technology: Water Supply, Vol:1, Issue:2, pp. 65–72, 2001.
3. Горбис З.Р., Календерьян В.А. Теплообменники с проточными дисперсными теплоносителями. – М.: Энергия, 1975. – 296 с.
4. Arvaniti, E. C. Determination of particle size, surface area, and shape of supplementary cementitious materials by different techniques [Text] / Arvaniti E. C, M. G. Juenger, S. A. Bernal, J. Duchesne, L. Courard, S Leroy, J. L. Provis, A. Klemm, N. De Belie // Materials and Structures. –2015. – V. 48, №11. – P. 3687–3701.