

УДК 622.794

Д.О. МАКЕСЬВА (асистент)  
Донецький національний технічний університет

### МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ З ВІДТВОРЕННЯ ШТУЧНИХ РЕЛЬЄФІВ НА МОДЕЛІ ПОРОДНОГО ВІДВАЛУ ТА ВИМІРІВ ШВИДКОСТІ ВІТРОВОГО ПОТОКУ В ЦИХ РЕЛЬЄФАХ

*Розташування автономних вітроустановок на породних відвалах вугільно-видобувних районів України є перспективним методом забезпечення альтернативною енергією промислових майданчиків шахт, що підлягають ліквідації, малих населених пунктів та районів, що розташовані поблизу санітарно-захисних зон відвалів. Дані дослідження присвячені фізичному моделюванню штучних рельєфів на поверхні відвалів та дослідженню змін швидкості вітрового потоку в умовах його концентрації у каналах різної форми.*

***вітроустановка, концентратор потоку, штучний рельєф***

*Постановка задачі.* У екологічному плані розвиток вітроенергетики в Україні створює перспективи реального зменшення рівня вживання викопного палива, за рахунок чого зменшуються об'єми шкідливих викидів і забруднення навколишнього середовища.

Для ефективної роботи ВЕУ необхідно забезпечити умови для розміщення подібних установок в місцях тих, що максимально задовольняють аеродинамічним характеристикам. Представляється доцільним провести комплекс досліджень по специфічному (фігурному) плануванню поверхні відвалів для створення рельєфних аеродинамічних каналів з відвального масиву, що дозволяють збільшити швидкість природного вітрового потоку з метою оптимізації режиму роботи ВЕУ.

Дослідження змін швидкості вітрового потоку на породних відвалах в залежності від висоти довели доцільність подальшого вивчення поведінки вітрового потоку в умовах створення штучних рельєфів на відвалах.

*Виклад матеріалу та результати.* Перший експеримент було направлено на виявлення залежності відносної швидкості вітрового потоку від відносної висоти вимірювання на моделі відвалу, та на порівняння цієї залежності з тією, що була виявлена при проведенні натурального експерименту, який проводився на породних відвалах міста Донецька. У експерименті було відтворено плоский відвал з довжиною основи 70 м, висотою 20 м, кути нахилу хвостової та лобової частини 36° і 38° відповідно. На моделі відвалу вимірювання проводилося з трьох боків, на які послідовно направлявся повітряний потік. Заміри проводились через кожні 5 м від основи. У кожній точці заміри було проведено шість разів. Всі результати замірів було внесено до таблиці, далі опрацьовано і на їх основі зроблено висновки стосовно залежності швидкості вітрового потоку від висоти вимірювань на моделі породного відвалу.

Для вимірювань було використано наступне обладнання: шахтний анемометр для вимірювання швидкості повітряного потоку, генератор повітряного потоку з соплом діаметром 12 см, лінійка, транспортир; матеріал моделі – вогкий пісок (для відтворення кутів нахилу, форми відвалу), секундомір.

За даними вимірювань можна зробити висновок, що швидкість вітрового потоку на відвалі досягає свого максимуму на висоті близько 75% висоти відвалу та знижується, досягаючи верхівки відвалу, що підтверджує результати натурних експериментів та створює підґрунтя для моделювання на породному відвалі штучних рельєфів та детальнішого вивчення залежностей, які виникають при різних формах каналів, утворених для вітрового потоку.

У другому експерименті на моделі відвалу було відтворено штучний канал простої форми квадрату у перетині, що розрізає верхню частину відвалу вздовж.

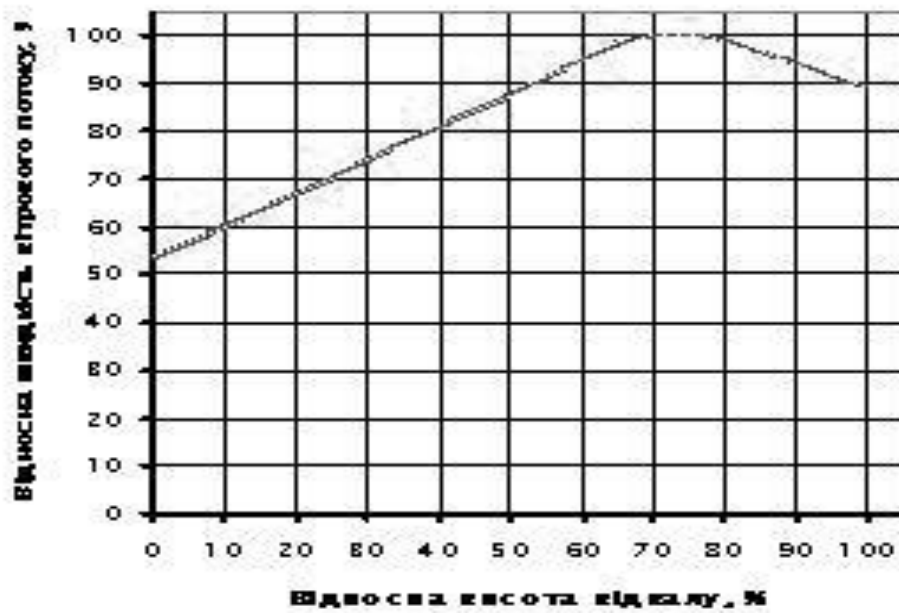


Рисунок 1 – Залежність відносної швидкості вітрового потоку від відносної висоти замірів на моделі породного відвалу

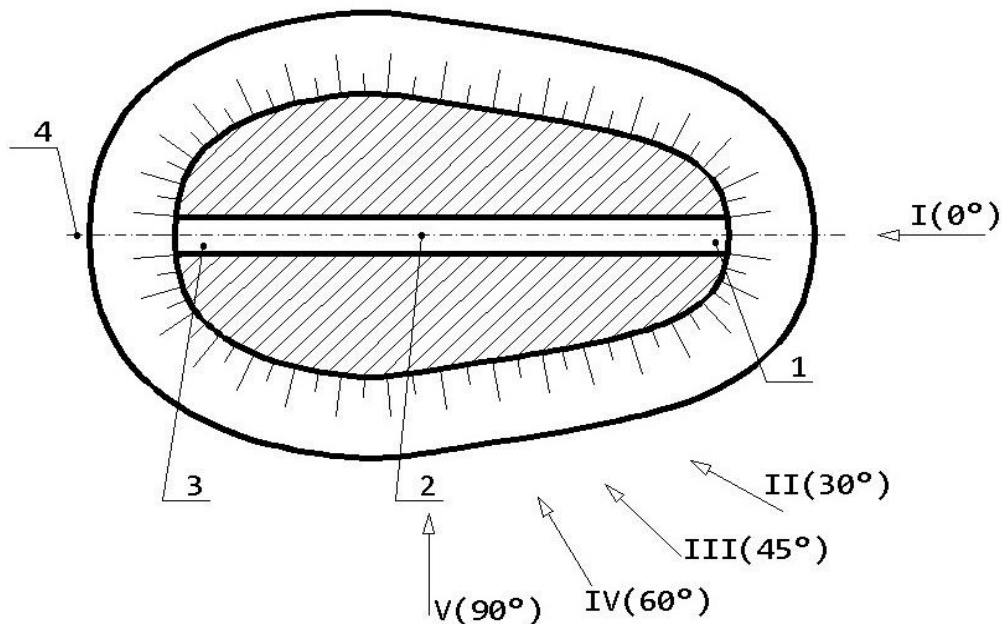


Рисунок 2 – Креслення другої моделі відвалу:

- 1- Точка виміру повітряного потоку на вході каналу;
  - 2- Точка виміру в середині каналу;
  - 3- Точка виміру на виході з каналу;
  - 4- Умовна подовжня вісь каналу;
- I, II, III, IV, V – напрямки штучного повітряного потоку

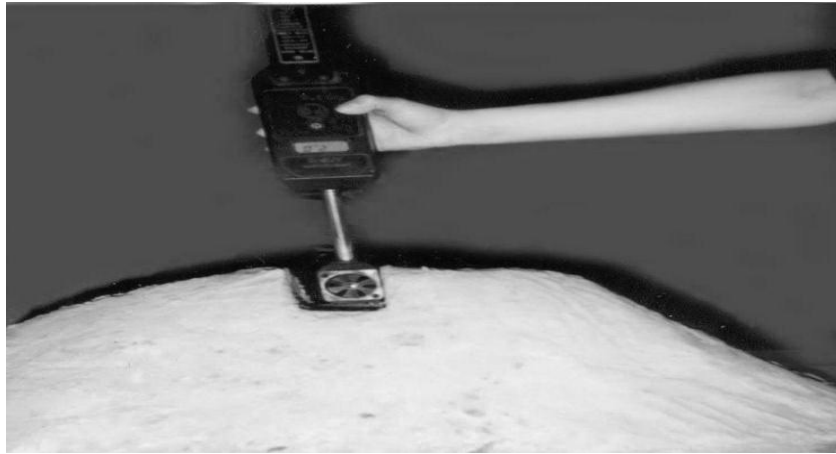


Рисунок 3 – Фото виміру швидкості повітряного потоку у середині каналу

Напрямок повітряного потоку змінювався п'ять разів протягом експерименту. Швидкість потоку було зафіксовано на початку каналу, у середині каналу та на виході. При куті спрямування повітряного потоку з  $30^\circ$  у середині каналу швидкість зростає на 21%, а на виході складає 114% від вхідної.

Направлений з  $45^\circ$  потік набуває в середині каналу найбільшої, порівняно з вхідною, швидкості. Збільшення швидкості досягає 35%, потім, на виході з каналу, швидкість знижується на 19% від вхідної.

При куті спрямування повітряного потоку  $60^\circ$  у середині каналу швидкість зростає на 26%, і знижується на виході на 55% від вхідної.

При кутах  $0^\circ$  і  $90^\circ$  збільшення швидкості потоку у каналі штучного рельєфу не відбувається.

У третьому експерименті форму штучного каналу, відтвореного в експерименті № 2, було змінено. Було розширено вхід та вихід каналу, при цьому його середня частина залишилася не зміненою. Така форма каналу дозволить проаналізувати зміни швидкості повітряного потоку, які відбуватимуться у каналі під впливом концентрації потоку в середині каналу та розсіювання на виході. Виміри швидкості потоку проводились у таких точках: на вході каналу, в середині та на виході (№ 1, № 2, № 3 відповідно).

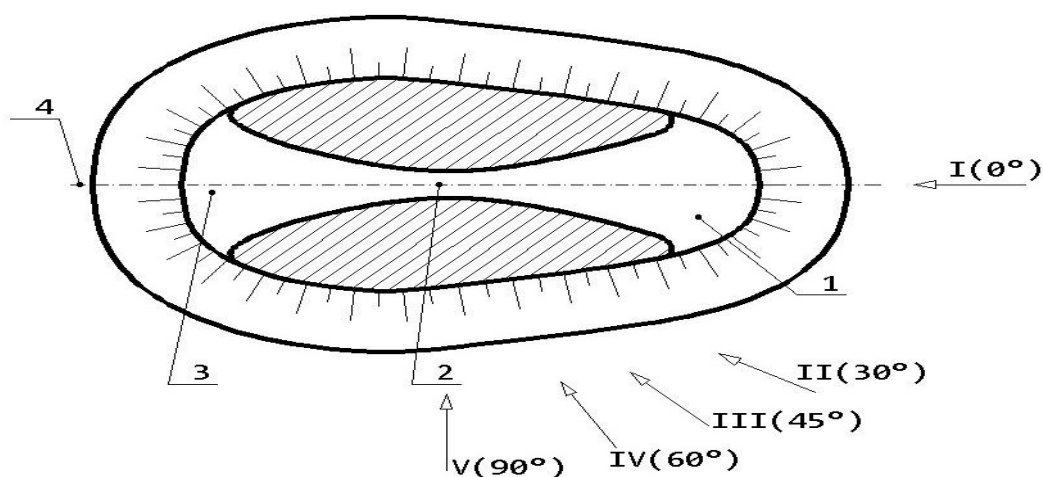


Рисунок 4 – Креслення другої моделі відвалу:

- 1- Точка виміру повітряного потоку на вході каналу;
- 2- Точка виміру в середині каналу;
- 3- Точка виміру на виході з каналу;
- 4- Умовна подовжня вісь каналу;
- I, II, III, IV, V – напрямки штучного повітряного потоку

При куті спрямування вітрового потоку  $0^\circ$ , тобто вздовж одного з каналів, швидкість потоку збільшується всередині каналу до 112% і спадає на виході з каналу після проходження дифузорної частини до 95% від початкової швидкості. При куті спрямування  $30^\circ$ , швидкість у точці 2 збільшується теж до 112% і у точці 3 зменшується до 59% від початкової. При куті  $45^\circ$  – швидкість потоку в середині каналу досягає 130%, та на виході – 86% від початкової швидкості.

При куті спрямування потоку  $60^\circ$ , швидкість набуває величини 133%, на виході зменшується до 85%. При куті  $90^\circ$  значення швидкості – 108% та 62%, в середині та на виході каналу відповідно.

З цих показників можна зробити висновок, що найефективнішим напрямком спрямування вітрового потоку є кути  $45^\circ$  та  $60^\circ$  до умовної подовжньої осі відвалу, де швидкість потоку в середині каналу зростає найбільше



Рисунок 5 – Графік залежності відносної швидкості вітрового потоку в середині каналу від кута спрямування

Четвертий експеримент було направлено на виявлення змін швидкості вітрового потоку в штучних каналах складної форми, відтворених на моделі. Було сформовано два канали, що перетинаються під прямим кутом та мають розширену форму на вході, вони виконують роль концентраторів вітрового потоку. Далі кожний канал звужується і має перетин з перпендикулярним каналом (місце потенціального розміщення ВЕУ), далі канали набувають розширену форму та призначення дифузорів. Виміри швидкості потоку проводились у таких точках: на вході каналу, в середині та на виході (№1, №2, №3 відповідно). Це показано на фото моделі відвалу.

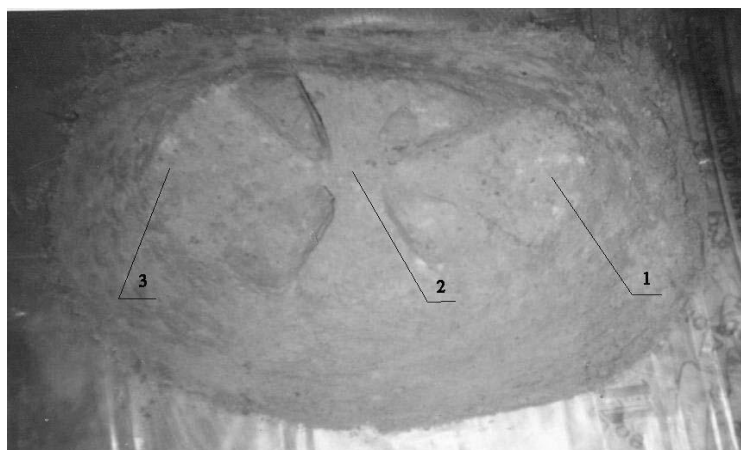


Рисунок 6 – Фото моделі відвалу зі складним рельєфом:

- 1- Точка виміру повітряного потоку на вході каналу;
- 2-Точка виміру в середині каналу;
- 3-Точка виміру на виході з каналу

На схемі моделі відвалу показано напрямки повітряного потоку та порядок проведення вимірів.

При куті спрямування вітрового потоку  $0^\circ$ , тобто вздовж одного з каналів, швидкість потоку збільшується всередині каналу на 50% і спадає на виході з каналу після проходження конфузornoї частини до 38% від початкової швидкості. При куті спрямування  $30^\circ$ , швидкість у точці 2 збільшується на 38% і у точці 3 зменшується до 49% від початкової. При куті  $45^\circ$  – швидкість потоку в середині каналу досягає 145% та на виході – 65% від початкової швидкості.

При куті спрямування потоку  $60^\circ$  швидкість набуває величини 142%, на виході зменшується до 19%. При куті  $90^\circ$  значення швидкості – 152% та 34%, в середині та на виході каналу відповідно.

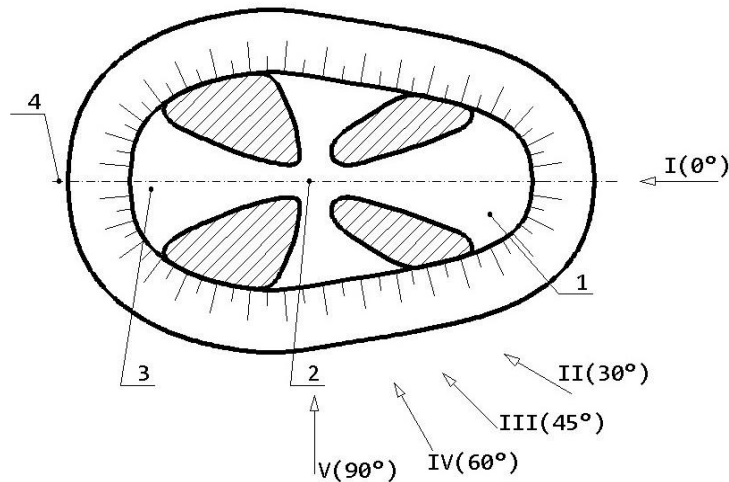


Рисунок 7 – Схема штучного рельєфу зі складними каналами:

- 1- точка виміру повітряного потоку на вході каналу;
- 2- точка виміру в середині каналу;
- 3- точка виміру на виході з каналу.
- 4- умовна подовжня вісь відвалу.

З цих показників можна зробити висновок, що найефективнішим напрямком спрямування вітрового потоку є кути  $0^\circ$ ,  $90^\circ$  та  $45^\circ$  до умовної подовжньої осі відвалу, де швидкість потоку в середині каналу зростає найбільше.



Рисунок 8 – Графік залежності відносної швидкості вітрового потоку в середині каналу від кута спрямування

*Висновки.* Як видно з результатів фізичного моделювання, за допомогою створення штучних концентраторів потоку, максимально можна збільшити швидкість вітру в місці розташування вітроустановки у 1,5 рази.

Таким чином, можна зробити висновок, що штучні рельєфи на породних відвалах є ефективним способом збільшення швидкості вітрового потоку для більш ефективної роботи автономних вітроустановок, що будуть встановлені.

Подальші дослідження будуть направлені на виявлення більш оптимальних параметрів каналів та реалізовані шляхом комп'ютерного моделювання.

#### Бібліографічний список:

1. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер., Е.В. Маркова., Ю.В. Грановский. - М.: Наука, 2006 - 279 с.
2. Концепція державної енергетичної політики України на період до 2020 року (проект УЦЕПД) // Національна безпека і оборона. — 2001. — № 2.
3. Наказ Міністерства вугільної промисловості № 290 від 22.05.2006 «Про заходи щодо підвищення рівня екологічної безпеки у вугільнодобувних регіонах».
4. Вітроелектростанція на породному відвалі : патент 79329: UA, МПК7 F 23 G5/027 / В.К. Костенко, Д.О. Макеєва, А.Є. Кольчик (Україна); ДонНТУ, опубл. 15.11.2005. Бюл № 11.
5. Сапрыкин В.О. О Концепции государственной энергетической политики Украины на период до 2020 года / В.О. Сапрыкин // Зеркало недели. — 2001 — № 8. — С.28 – 32.

Надійшла до редакції 27.10.2010

*Д.А. Макеєва*

#### **МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ВОСПРОИЗВЕДЕНИЮ ИСКУССТВЕННЫХ РЕЛЬЕФОВ НА МОДЕЛИ ПОРОДНОГО ОТВАЛА И ИЗМЕРЕНИЮ СКОРОСТИ ВЕТРОВОГО ПОТОКА В ЭТИХ РЕЛЬЕФАХ**

*Расположение автономных ветроустановок на породных отвалах угледобывающих районов Украины является перспективным методом обеспечения альтернативной энергией промышленных площадок шахт, которые подлежат ликвидации, малых населенных пунктов и районов, которые расположены вблизи санитарно-защитных зон отвалов. Данные исследования посвящены физическому моделированию искусственных рельефов на поверхности отвалов и исследованию изменений скорости ветрового потока в условиях его концентрации в каналах разной формы.*

***ветроустановка, концентратор потока, искусственный рельеф***

*D. Makeyeva*

#### **A METHOD OF CONDUCTING EXPERIMENTS IN MAKING ARTIFICIAL RELIEFS USING MODELS OF WASTE DUMPS AND MEASURING THE SPEED OF WIND STREAM IN THESE RELIEFS**

*Location of autonomous wind power turbines on dumps in coal extraction districts of Ukraine is a promising method of providing alternative energy for industrial grounds of mines, small settlements and towns situated in the vicinity of waste dumps protection areas. This study is focused upon artificial relief physical modeling on the surface of dumps and measuring the wind stream speed when it is concentrated in channels of different forms.*

***wind power station, stream concentrator, artificial relief***

© Макеєва Д.О., 2010