

*Зубов О.Р., Зубова Л.Г., Буняченко В.В.
(Східноукраїнський національний
університет ім. В. Даля, м. Луганськ)*

ОЦІНКА ВІДВАЛІВ ВУГІЛЬНИХ ШАХТ ДЛЯ ЇХ ВИКОРИСТАННЯ У ВІТРОЕНЕРГЕТИЦІ

Одним з елементів техногенного рельєфу Донбасу є терикони вугільних шахт. Вони займають площу від 20000 до 100000 м², та мають висоту до 100м.

У літературі є багато міркувань щодо їх корисного використання. Деякі вчені рекомендують використовувати терикони у вітроенергетиці. Нами проведено деякі дослідження в цьому напрямку. Виконано аналіз повторюваності вітрів різних напрямків для метеорологічних станцій Луганської області (рис.1).



Рисунок – 1 Повторюваність вітрів різних напрямків для метеорологічних станцій Луганської області

Згідно рис.1 для Луганської області переважаючими є вітри східного напрямку.

За допомогою програми Google earth нами була визначена висота над рівнем моря у підніжжя 42 териконів. Оскільки Донбас характеризується сильно пересічним рельєфом, породні відвали найчастіше розташовані на балочних схилах різних експозицій. Для оцінки «вигоди»

розташування кожного з териконів нами було запропоновано і розраховано показник, що змінюється від 1 до 5 балів (у бік підвищення якості). При збігу румбів напряму переважаючого вітру і експозиції схилу, на якому розташований терикон, що має місце на навітряному схилі, розташування відвалу оцінюється в 5 балів. При повній протилежності румбів розташування оцінюється одним балом. При перпендикулярності румбів відвалу привласнюються 3 бали. У два бали оцінюється ситуація, коли кут між румбами експозиції і напряму вітру дорівнює 135° . Якщо кут рівний 45° , це 2 бали, якщо 135° - 4 бали.

Таблиця 1 - Оцінка розташування териконів за переважаючими вітрами

Місце розташування терикона	Висота над рівнем моря у підніжжя терикона								Розташування	Бал ефективності розташування
	С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ		
Ювілейне	127	139	147	146	141	130	127	120	ПнЗ-С	1
Біле	130	142	151	153	137	126	114	106	ПнЗ-ПдС	2
Сіверне	247	253	258	261	267	262	256	246	ПнЗ-ПдС	3
Юріївка	99	94	96	104	110	107	105	101	ПнС-Пд	4
Сіверне	230	223	223	223	234	233	233	231	С-Пд	5

Нами проведені виміри швидкості вітру на типовому для Донбасу териконі за допомогою ручного анемометра на верхівці і схилах різних експозицій (табл. 2).

Таблиця 2 - Результати замірів швидкості вітру

Місце заміру		Повторності																			
Частина схилу	Експозиція	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Верхівка		1.28	0.99	0.96	0.94	0.95	1.36	1.40	1.43	1.50	1.55	1.52	1.49	1.53	1.70	1.66	1.77	1.83	1.89	1.78	1.96
Середина	північ	1.84	1.24	1.52	1.27	1.65	1.46	1.39	1.85	1.95	1.52	1.35	1.90	1.27	1.78	1.15	1.42	1.70	1.42	1.56	1.61
	південь	0.96	0.93	0.97	1.03	1.23	1.15	0.99	1.10	1.13	1.28	1.17	1.00	1.34	1.21	0.98	1.34	1.02	0.98	1.23	1.07
	захід	1.54	1.36	1.34	1.68	1.92	1.45	1.63	1.29	1.27	1.92	1.48	1.44	0.96	1.73	1.01	1.32	1.43	1.63	1.87	1.51
	схід	1.42	1.53	0.91	1.54	1.38	1.91	1.72	1.21	1.10	1.85	1.05	1.20	1.43	1.37	1.58	1.97	1.36	1.24	1.42	1.82
Низ	північ	0.99	1.30	1.28	1.33	1.79	1.43	1.65	1.72	1.81	1.87	1.56	1.79	1.47	1.54	1.87	1.72	1.83	1.10	1.80	0.93
	південь	0.89	0.80	0.98	0.83	0.99	0.94	1.21	1.02	0.94	0.87	0.93	0.81	1.05	1.09	1.03	0.85	0.90	1.15	0.97	1.00
	захід	1.45	1.87	1.92	1.29	1.53	1.91	1.42	1.65	1.40	1.23	1.76	1.23	1.79	1.36	1.34	0.91	1.73	0.98	1.41	1.03
	схід	1.62	1.25	1.42	1.79	1.35	1.28	1.53	0.80	1.03	1.25	1.42	1.72	1.56	1.27	1.83	1.31	1.62	1.29	1.94	1.52

Перевірка значень швидкості вітру на однорідність виконувалась за допомогою критерію τ . Значення критерію τ розраховувались за формулами

$$\tau_{X_1} = \frac{X_2 - X_1}{X_{n-1} - X_1}; \quad \tau_{X_n} = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_2}.$$

Результати розрахунків представлені в табл. 3.

Таблиця 3 - Результати розрахунків критеріїв τ для швидкості вітру на териконі

Статистичні параметри	Верхівка	Середина схилу				Низ схилу			
		північ	південь	захід	схід	північ	південь	захід	схід
X_n	1.96	1.95	1.34	1.92	1.97	1.87	1.21	1.92	1.94
X_{n-1}	1.89	1.90	1.28	1.87	1.91	1.83	1.15	1.91	1.83
X_2	0.99	1.24	0.96	1.29	1.05	0.99	0.81	0.98	1.03
X_1	0.94	1.15	0.93	1.01	0.91	0.93	0.80	0.91	0.80
τ_{X_1}	0,05	0,12	0,08	0,32	0,14	0,07	0,03	0,07	0,2
τ_{X_n}	0,07	0,07	0,16	0,08	0,06	0,04	0,15	0,01	0,12

Всі отримані нами значення швидкості вітру однорідні.

Гіпотеза про достовірність значень швидкості вітру висунута нами за допомогою показників асиметрії та ексцесу (A, E). Значення цих показників наведено в табл. 4.

Таблиця 4 - Статистичні показники швидкості вітру

Місце заміру		Показники				
Частина схилу	Експозиція	\bar{X}	S^2	V	A	E
Верхівка		1,47	0,19	29,79	-11,65	-4,22
Середина	північ	1,54	0,19	28,59	-11,32	-20,02
	південь	0,02	0,02	13,78	-307,50	441,42
	захід	1,49	0,17	27,71	-14,13	-14,50
	схід	1,45	0,16	27,88	-15,03	-10,48
Низ	північ	1,54	0,23	30,83	-9,02	2,53
	південь	0,96	0,06	25,85	-71,25	80,12
	захід	1,46	0,18	28,76	-13,33	-10,40
	схід	1,44	0,15	26,67	-17,86	-22,83

Таблиця 5 - Порівняння швидкості вітру на верхівці та схилах за допомогою критерію Фішера – Снедекора

Порівнювані місця заміру швидкості вітру	Фактичні значення		Різниця	
	F	t	істотна	не істотна
Верхівка – середина північного схилу	0	0.5	-	+
Верхівка – низ північного схилу	0.82	0.5	-	+
Верхівка – середина західного схилу	1.12	0.15	-	+
Верхівка – низ західного схилу	1.06	0.07	-	+
Верхівка – середина східного схилу	1.19	0.5	-	+
Верхівка – низ східного схилу	1.27	0.23	-	+
Верхівка – середина південного схилу	9.5	14.5	+	-
Верхівка – низ південного схилу	3.2	4.63	+	-

Нами також проаналізовані різні пропозиції щодо використання вітроенергетичного обладнання на териконах вугільних шахт.

Згідно патенту України № 62077 пропонується встановлювати на верхівках териконів вітротурбіни. Суть цього винаходу полягає у тому, що для установаження вітротурбіни використовується верхівка бездіяльних териконів, де вітер має потужний енергопотенціал і вітротурбіна виробляє більше електроенергії. Крім того, при цьому терикон замінює металеву башту, або частину башти вітротурбіни. А це економія металу і затрат праці на виготовлення башти. Як стверджують автори можливість використання цього способу очевидна: маємо бездіяльні (непридатні) терикони, маємо серійні вітротурбіни, котрі необхідно тільки умонтувати і одержувати електроенергію.

Автори Патенту України №66978 вказують на те, що вітротурбіни з баштою не підходять для розміщення на териконах. Їх недоліки:

- 1) велика затрата металу і велика трудомісткість виготовлення башти;
- 2) центр ваги у прототипі (електрогенератор, редуктор, апаратура управління і автоматики знаходяться вище точки опори на фундамент, тобто прототип має положення нестійкої рівноваги, що створює труднощі вітрогенератора, кріплення і експлуатації на вершинах териконів, де гірсь-

ка порода розрихлена. Суть винаходу за патентом України № 66978 полягає у тому, що в запропонованій конструкції "вітротурбіни для териконів" всі вузли і деталі стикування і кріплення до фундаменту розташовані вище центру ваги вітротурбіни, тобто вище електрогенератора, редуктора, апаратури управління і автоматики. Завдяки такому розташуванню вузлів і деталей стикування та кріплення вітротурбіна, яка розміщена на вершині терикону, знаходиться в стані стійкої рівноваги.

На кресленні (рис. 2) наведена вітротурбіна для териконів, де 1 - лопасті турбіни, 2 - електрогенератор з редуктором, апаратурою управління і автоматики, 3 - корпус, в якому розташовані електрогенератор, редуктор, апаратура управління і автоматики, 4 - фундамент, 5 - вершина терикону, 6 - направлення сили вітру, 7 - точка опори вітротурбіни на фундамент - площадка опори вітротурбіни на фундамент, 8 - перекидний момент, який створює вітер, 9 - момент, створений вагою вітротурбіни, який компенсує момент вітру, 10 - важіль сили вітру, 11 - важіль сили ваги вітротурбіни, 12 - вісь обертання.

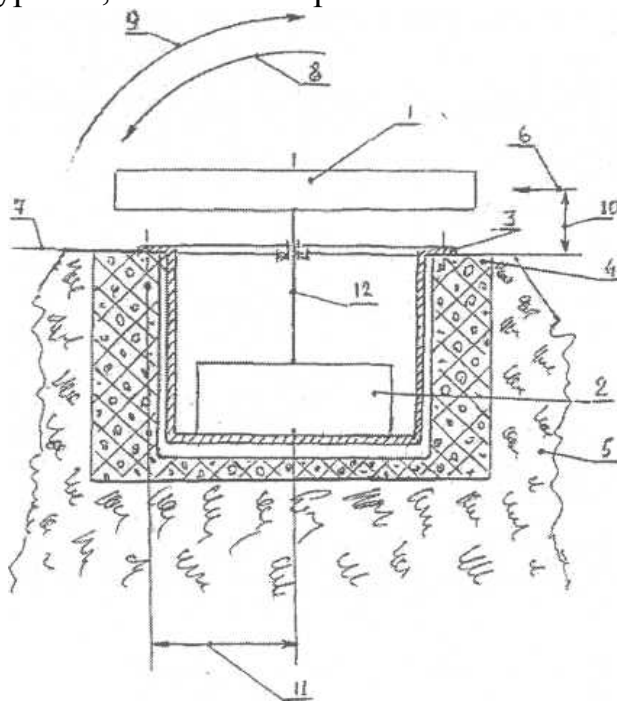


Рисунок 2 - Вітротурбіна для териконів

Згідно Патенту України № 79329 запропонована вітроелектростанція на породному відвалі, що містить вітродвигун, перед яким розташовані конфузори та концентратори вітрового потоку, яка відрізняється тим, що концентратори вітрового потоку виконано у вигляді системи радіально розташованих на поверхні відвалу жолобів, які розділені серпоподібними перегородками.

Вітроелектростанція на породному відвалі (рис. 3) містить вітро-двигун 1, перед яким у чотирьох напрямках радіально розташовані конфузори 2, перед якими, в свою чергу, розташовані концентратори вітрового потоку 3, що складаються з жолобів 4, обмежених рельєфними серповидними перегородками 5.

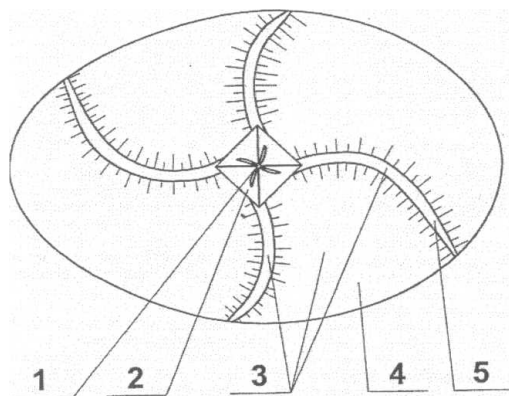


Рисунок 3 - Вітроелектростанція на породному відвалі

Висновки.

1. Оцінка «вигоди» розташування кожного з териконів, за запропонованим нами показником дозволяє вірно вибрати відвали для використання їх у вітроенергетиці.

2. Нами за допомогою ручного анемометра здійснено заміри швидкості вітру на типовому для Донбасу териконі. Всі отримані значення однорідні. При порівнянні швидкості вітру на верхівці та схилах між собою з'ясовано, що при північному напрямку вітру істотна різниця спостерігається лише між швидкістю вітру на верхівці та середині і низу південного схилу. Спостереження необхідно продовжити в діапазоні більш високої швидкості вітру та при різних його напрямках.

3. Терикони можна використовувати як місця розташування вітро-турбін та вітроелектростанцій тому, що за думкою авторів проаналізованих нами патентів на винаходи на відвалах вітер має потужний енергопотенціал, що позитивно впливає на працездатність електрогенеруючих приладів.