© В.К. Костенко, Д.А. Макеева, 2007

УДК 622.794

В.К. Костенко, Д.А. Макеева

ИЗМЕРЕНИЕ ПЕРЕРЕСПРЕДЕЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ ВЕТРА НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ

Семинар № 10

Одной из главных особенностей использования энергии ветра для получения электричества является то, что энергоноситель распределен по сравнительно большим площадям и его характеристики не являются постоянными по времени и неравномерно распределены в пространстве. Следовательно, перед принятием решения об установке ВЭУ необходимо получить достоверные сведения о характеристиках ветра на месте размещения объекта. Основным фактором, влияющим на выработку электрической энергии ветроустановкой, является рельеф местности, высота и форма породного отвала, на котором предполагается расположение ВЭУ. Одной из важных задач является исследование перераспределения энергии ветра на породном отвале с целью оптимизации размещения ВЭУ на площадке с учетом господствующей розы ветров, особенностей рельефа местности и высоты и формы искусственного рельефа.

Измерение скоростей ветрового потока проводилось на четырех породных отвалах города Донецка. Среди исследуемых отвалов два имеют плоскую форму, два являются конусными. На каждом отвале измерения проводились со стороны, на которую производилось максимальное ветровое давление. В статье приводится описание исследования одного из исследуемых отвалов.

Породный отвал шахты „Заперевальная” расположен в Калининском районе города Донецка. Отвал простирается с юго-западного направления на северо-восточное. Максимальная протяженность (ЮЗ-СВ) составляет 700 м, ширина отвала 330 м. Площадь нижнего основания 208201 м^2, верхнего – 47698 м^2. Высота отвала 100 м. Отвал плоский, не горит. Угол наклона сторон отвала 38 градусов. Санитарно-защитная зона отвала - 50 м. Единственным объектом, находящимся в пределах СЗЗ, является автозаправочная станция, которая расположена непосредственно у подножья отвала. Других объектов, сооружений и высоких деревьев в СЗЗ нет.

С юга на некотором расстоянии расположена промплощадка шахты „Заперевальная”. С запада расположен жилой массив улицы Элеваторная и автодром, с юга от отвала также простираются жилые массивы (ул. Дарницкая, 40-летия Октября и Моисеенко).

На юго-восточной стороне от отвала расположен городской ботани-ческий сад. С востока – нет жилых домов на протяжении нескольких километров, есть водохранилища по улице Лужской, а за ними жилой район и ул. Антрацитная, Майора Мицула и Затоскина.

Рис. 1. План местности. Расположение породного отвала шахты „Заперевальная”

Рис. 2. График зависимости скорости ветра от высоты породного отвала

Для проведения измерений была выбрана южная сторона. Во время проведения измерений скорость ветра в приземном слое 0,8 м/с.

По данным измерений были построены следующие графики и получе-

Рис. 3. Вид породного отвала шахты „Заперевальная”

ны зависимости относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала.

Измерения показывают, что распределение ветровой нагрузки происходит следующим образом. В зоне высоты от 0 до 30 % (зона I) в следствие наличия пограничного слоя и некоторых экранирующих сооружений происходит постепенное возрастание скорости ветрового потока от минимальной и накопление энергии. Во второй зоне – зона II (от 30 до 75 %) отсутствует зависимость от приземного слоя, следовательно ветровой поток увеличивает скорость и достигает максимальной на высоте около 75 %. В зоне III от 75 % до 100 % ветровой поток постепенно теряет скорость, что связано с обтеканием ветровым потоком вершины отвала.

После анализа всех графиков, которые были получены на основании измерений была построена линия тренда были графически построены зависимости относительной скорости ветрового потока от высоты породного отвала. После аппроксимации графиков получаем полиномиальную зависимость третей степени с таким уравнением:

$y = -0{,}0001x^3 + 0{,}0215x^2 - 0{,}054x + +28{,}818$.

Также для дальнейших исследований целесообразно было измерить зависимость скорости ветрового потока от скоростного и полного напора ветрового потока. Результаты измерений приведены в таблице.

Скоростной напор равняется разности между высотой h_t столба полного напора и высотой h_s столба статического напора. Скорость потока вычисляли по формуле:

$$V = \sqrt{2g(h_t - h_s}.$$

Все описанные исследования направлены на изучение перераспределения и концентрации ветрового потока на рельефах породных отвалов для рационального расположения ветроэнергетических установок.

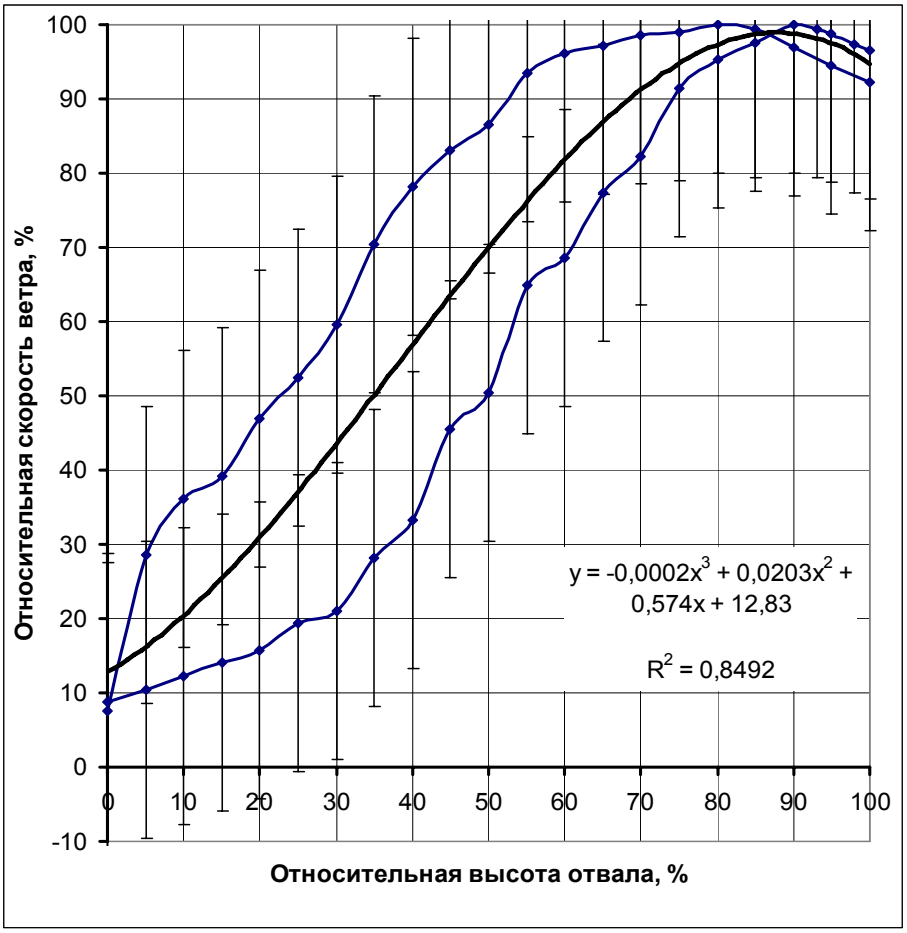
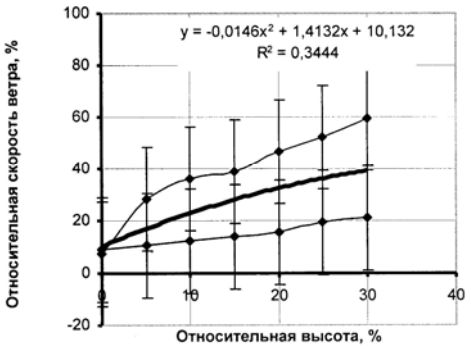


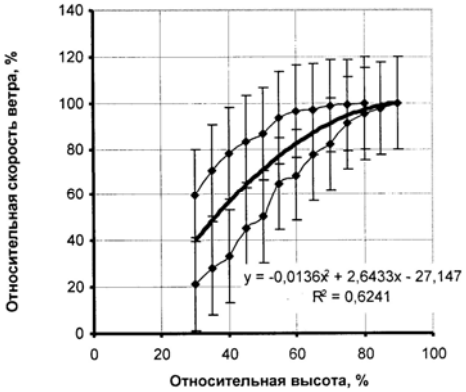
Рис. 4. Зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала

Измерения проводились с целью раскрыть механизм перераспределения ветровой энергии при встрече ветрового потока с породным отвалом. В результате исследований зависимости скорости ветрового потока от высоты отвала установлено наличие трёх активных зон, в которых распределение ветровой энергии происходит по различным закономерностям. Первая зона (от 0 до 30 %

Соотношение полного, статического, скоростного напоров и расчетной и экспериментальной скорости ветрового потока

Полный напор, h_t, мм	Статический напор, h_s, мм	Скоростной напор, h_t-h_s, мм	Скорость расчетная, м/с	Скорость экспериментальная, м/с
3,75	4,25	0,5	3,2	3,2
3,5	4,2	0,7	3,7	3,9
3,0	4,5	1,5	5,5	5,5
2,9	4,6	1,7	5,7	5,7





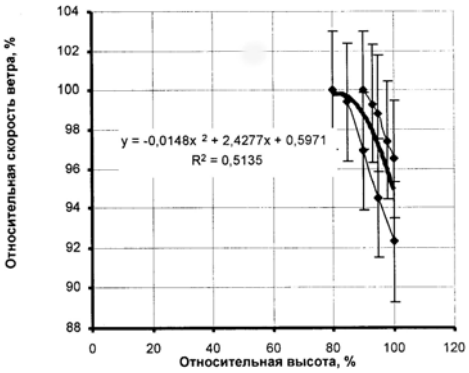


Рис. 5. Зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала в зоне

Рис. 6. Зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала в зоне II

Рис. 7. Зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала в зоне III

высоты отвала) является зоной постепенного возрастания скорости потока, во второй зоне (от 30 до 75 % высоты отвала) происходит существенное увеличение возрастания скорости потока, в этой зоне скорость достигает максимума и именно эта зона в последствии будет рассматриваться как потенциальное место для расположения ветроэнергетических установок. Также возможно с помощью частичного переформирования рельефа отвала добиться максимальной концентрации и накопления энергии на данном участке для увеличения вырабатываемой электрической энергии. В третьей зоне (от 75 до 100 % высоты отвала) наблюдается снижение скорости вследствие обтекания ветровым потоком вершины отвала. Частичное переформирование рельефа и управление энергией ветрового потока позволит максимально уменьшить зону III и добиться более рационального использования энергии потока.

Рис. 9. Взаимосвязь скорости ветрового потока и скоростного напора

В результате исследований также было установлено, что угол откоса сторон отвала в диапазоне от 34 до 38 градусов, а также высота отвала в диапазоне от 30 до 100 м существенно не влияют на зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала. Данные исследования направлены на выявление существующих зависимостей и оптимизацию перераспределения энергии ветрового потока и рациональному размещению ветроэнергетических установок на породных отвалах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ветроэнергетика* в Украине: Материалы отчета, подготовленного в рамках Датской Энергетической программы с учетом экологических аспектов для Украины, октябрь 1999. - К.: 1999, 215 с.
2. *Ефименко А.А.* Исследование скоростей ветра для строительства ВЭУ на потухших терриконах Перспективы развития горных технологий в начале третьего тысячелетия. Сборник научных трудов. – Алчевск: ДГМИ, 1999.-288с.
3. *Колотило Д.М.* Еколоія і економіка: Навч. посібник. – К.: КНЕУ, 1999.- 368 с.: іл.
4. *Ворхлик И.Г., Стрельников В.И., Ярембаш И.Ф.* Технология закрітия (ликвидации) угольніх шахт., - под ред. Ярембаша И.Ф. – НОРД-ПРЕСС, Донецк-2004. - 238 с.
5. Костенко В.К., Макеєва Д.О., Кольчик А.Є. /Вітроелектростанція на породному відвалі/Пат. UA №10671 опубл.15.11.2005. Бюл № 11.

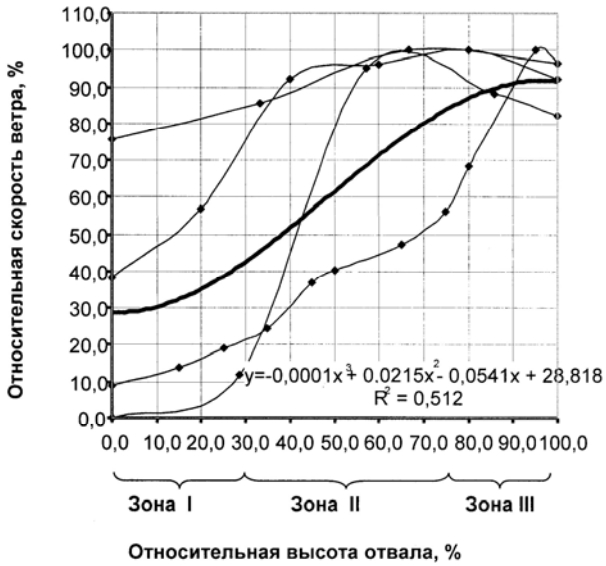


Рис. 8. Зависимость относительной скорости ветрового потока от относительной высоты породного отвала

Коротко об авторах

Костенко В.К., Макеева Д.А. – Донецкий национальный т
НТУ), Донецк, Украина.

Д И С С Е Р Т А Ц И И

ТЕКУЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ЗАЩИТАХ ДИССЕРТАЦИЙ ПО ГОРНОМУ ДЕЛУ И СМЕЖ-

Автор	*Название работы*	*Специальность*	*Ученая степень*
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ им. Г.В. ПЛЕХАНОВА			
СИНЬКОВА Елена Алексеевна	Рациональные способы санирования очагов техногенного загрязнения углеводородными соединениями	25.00.36	к.т.н.