

Міністерство освіти і науки України  
Вінницький національний технічний університет

# **Екологічна безпека та відновлювальні джерела енергії**

Збірник доповідей  
Міжнародної науково-технічної конференції  
24-25 травня 2017 року

Вінниця  
ВНТУ  
2017

УДК 620.9:502.5:504  
Е45

**Друкується за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України**

*Редакційна колегія:*

**Грабко В. В.**, д. т. н., професор  
**Друкований М. Ф.**, д. т. н., професор  
**Лежнюк П. Д.**, д. т. н., професор

**Екологічна безпека та відновлювальні джерела енергії.** Збірник доповідей Міжнародної науково-технічної конференції, 24-25 травня 2017 р. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 144 с.

ISBN 978-966-641-694-3

У збірнику розміщені матеріали Міжнародної науково-технічної конференції, присвяченої проблемам та заходам підвищення екологічної безпеки України, збереження енергії, розгляду основних видів відновлювальної енергетики та питанням їх використання.

УДК 620.9:502:504

Доповіді друкуються в авторській редакції. Редакційна колегія не несе відповідальності за достовірність інформації, яка наведена в доповіді, та залишає за собою право не погоджуватися з думками авторів з розглянутих питань.

**ISBN 978-966-641-694-3**

© Вінницький національний технічний університет, 2017

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СОВМЕСТНОЙ РАБОТЫ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Винницький національний технічний університет

В работе рассмотрено влияние асинхронных генераторов на малых гидроэлектростанциях на режимы работы распределительных электрических сетей.

**Ключевые слова:** рассредоточенные источники энергии, локальная электрическая система, солнечные электростанции, малые гидроэлектростанции, асинхронный генератор, потери мощности.

## MODELING OF JOINT WORK OF DISTRIBUTED POWER SOURCES OF ELECTRICITY AND CENTRALIZED ELECTRICAL SUPPLY

Vinnitsia National Technical University

This paper discussed of asynchronous generators on small hydroelectric power stations on modes of operation of distribution electric networks.

**Keywords:** dispersed power sources, local electrical system, solar power plants, small hydroelectric power stations, asynchronous generator, the loss of power.

*Lezhniuk Petro D.* – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Electric Power Stations and Systems,  
e-mail: lpd@inbox.ru;

*Hunko Iryna O.* – Assistant of the Chair of Power Plants and System;  
*Kotylko Iryna V.*

УДК 504.064.4

## ОПТИМІЗАЦІЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОГО УПРАВЛІННЯ ТА ПОВОДЖЕННЯ З ТВЕРДИМИ ПОБУТОВИМИ ВІДХОДАМИ У ВІННИЦЬКІЙ ОБЛАСТІ

В. Г. Петрук, В. А. Іщенко, Р. В. Петрук, С. М. Кватернюк  
Вінницький національний технічний університет

### Вступ

Проблема забруднення навколишнього природного середовища відходами виробництва і споживання є актуальною для Вінницької області. В цілому, система поводження з ТПВ у Вінницькій області фактично зводиться до їх вивезення на полігони або сміттєзвалища. Утворення відходів зростає, тоді як значна частка цих відходів видаляється на полігонах та звалищах, які розміщені, спроектовані та експлуатуються неналежним чином, наслідком чого є негативний вплив на навколишнє середовище та здоров'я людини. Охоплення послугами збирання відходів у багатьох населених пунктах є недостатнім, що призводить до несанкціонованого розміщення відходів та пов'язаних з цим негативних факторів впливу. Поточні заходи щодо зменшення утворення відходів та підвищення переробки і утилізації відходів погано координуються та не є ефективними. Зорієнтованість виключно на вивезення та захоронення відходів ніколи не забезпечувала і не може забезпечувати необхідну нейтралізацію їх шкідливого впливу на навколишнє середовище.

Однією із головних задач у вирішенні проблеми ТПВ є розробка оптимальних схем збору, переробки та утилізації. Поховання ТПВ на полігонах є вимушеним і тимчасовим заходом,

який не вирішує проблему по суті. Поступовий перехід від полігонного поховання до промислової переробки є основою вирішення проблеми ТПВ у світовій практиці. Нестача висококваліфікованих фахівців у сфері поводження з ТПВ, готових до розробки і впровадження нових методів переробки ТПВ є однією із головних причин виникнення екологічних проблем в системі управління муніципальними відходами, особливо на регіональному рівні.

*Метою роботи є розроблення заходів щодо оптимізації системи інтегрованого управління та поводження з твердими побутовими відходами у Вінницькій області та санітарного очищення населених пунктів, що призведе до підвищення рівня екологічної безпеки регіону.*

*Завдання роботи:*

- навести рекомендації щодо організації оптимізованої системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у Вінницькій області з урахуванням об'єднання територіальних громад та необхідності роздільного збирання ТПВ;

- проаналізувати можливості використання існуючих сміттесортувальних ліній у Вінницькій області;

- навести рекомендації щодо поводження із окремими видами побутових відходів;

- проаналізувати екологічну та економічну доцільність різних варіантів реалізації оптимізованої системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у Вінницькій області;

- розробити рекомендації щодо роботи з населенням для забезпечення ефективного функціонування оптимізованої системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у Вінницькій області;

- підготувати план дій («дорожню карту») щодо реалізації оптимізованої системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у Вінницькій області та рекомендації щодо контролю за його виконанням;

- навести рекомендації щодо реалізації пілотного проекту оптимізації системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у одному із районів Вінницької області.

### **Оптимізація системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ у Вінницькій області**

Враховуючи об'єктивні умови, які склались на території Вінницької області, доцільно організувати наступну систему інтегрованого управління та поводження з ТПВ.

ТПВ повинні сортуватись мінімум на **2 фракції – вологу і суху**. Волога фракція включає харчові рештки, вуличний змет та інші побутові відходи, які легко розкладаються у навколишньому середовищі. Суха фракція включає всі інші побутові відходи, в тому числі папір, пластик, скло, метали і т.д. Для забезпечення активної участі населення у пропонуваній системі поводження з ТПВ, органам місцевого самоврядування необхідно забезпечити людей засобами для збирання відходів (контейнери, спеціальні сміттєві пакети/мішки). Подальше поводження з ТПВ залежить від типу населеного пункту.

*Населені пункти із багатоповислою забудовою та частини населених пунктів із приватною забудовою, де розташовані контейнерні майданчики.* Повинні вивозитись і суха, і волога фракції. Вивезення ТПВ із контейнерних майданчиків повинне відбуватись із певною періодичністю в залежності від швидкості заповнення контейнерів. Кожен населений пункт має самостійно визначати необхідну кількість контейнерів та періодичність їх вивезення залежно від морфологічного складу ТПВ та їх кількості. За необхідності, у більших населених пунктах в районах із приватною забудовою, де відсутні контейнерні майданчики (актуально, в першу чергу, для районних центрів), доцільно передбачити також окремі контейнери для вологої фракції та її вивезення.

*Села та частини населених пунктів із приватною забудовою, де відсутні контейнерні майданчики.* Достатньо забезпечити вивезення сухої фракції. Це повинно відбуватись за чітко встановленим для конкретного населеного пункту графіком та маршрутом (рекомендації для районів Вінницької області наведені у наступних підрозділах) за «вуличною» схемою. Волога фракція в значній мірі використовується населенням приватної забудови для власних потреб і майже не потрапляє у відходи.

Суха фракція ТПВ, зібрана в усіх населених пунктах, повинна передаватись на подальше сортування на сміттесортувальних комплексах (ССК), які доцільно розташовувати поблизу діючих полігонів та сміттєзвалищ у кількості 1 ССК на 1 район області (як правило, полігон районного центру). Для великих об'єднаних територіальних громад можлива також організація свого окремого ССК. Населеним пунктам, розташованим ближче до ССК іншого району, доцільно вивозити суху фракцію ТПВ на ці ССК. Характеристики ССК та їх обладнання розглянуті у п. 1.5. На ССК повинні відсортовуватись відходи мінімум 4-х видів – папір, скло, полімери, метали. Вилучена вторинна сировина має реалізовуватись, а отримані кошти вкладатись у розвиток системи поводження з ТПВ у відповідному районі (наприклад, технічне дооснащення). Невідсортовані залишки ТПВ повинні бути захоронені на полігоні, біля якого розташовується ССК.

Волога фракція ТПВ повинна збиратись в окремі контейнери і вивозитись на об'єкти переробки органічних відходів (ОПОВ). Такі об'єкти можуть бути виконані у вигляді компостних ям, біогазових установок тощо. Враховуючи специфіку вологої фракції ТПВ та відносно невеликі фінансові витрати на їх переробку, доцільно організувати ОПОВ для кожного населеного пункту або об'єднаної територіальної громади (із врахуванням майбутньої децентралізації). ОПОВ доцільно розміщувати за межами населених пунктів, наприклад на поблизу діючого полігону / сміттєзвалища.

Для всіх населених пунктів, де організоване вивезення ТПВ не відбувається, необхідно налагодити активну співпрацю із тими населеними пунктами, де ТПВ збираються і вивозяться, і які мають технічні можливості для цього.

У населених пунктах, де вже розпочато роздільний збір окремих видів ТПВ, необхідно поширювати його на територію всього населеного пункту та прилеглих територіальних громад. Для таких населених пунктів наведені вище рекомендації є актуальними в частині поводження із вологою (органічною) фракцією ТПВ.

У місцях громадського користування доцільно також розміщувати 2 окремих контейнери – для сухої та вологої фракцій ТПВ.

Необхідно також передбачити пункти збору небезпечних ТПВ (в першу чергу, батарейок, медичних відходів, ртутьвмісних відходів – люмінесцентних ламп, термометрів). Такі пункти можуть бути організовані в магазинах, установах або спеціально відведених місцях. Необхідно забезпечити подальше вивезення на переробку небезпечних ТПВ шляхом співпраці із організаціями, які мають відповідні дозвільні документи та досвід.

Обов'язки по забезпеченню функціонування системи поводження з ТПВ можуть бути покладені на діючі комунальні підприємства (КП). Причому населеним пунктам, на території яких не працюють КП, необхідно налагодити співпрацю із діючими КП у відповідному районі Вінницької області шляхом укладання договору або створити власне КП шляхом об'єднання зусиль кількох територіальних громад (із врахуванням майбутньої децентралізації). У випадку відсутності техніки для збирання та вивезення ТПВ об'єднаним громадам доцільно користуватись технікою / обладнанням інших територіальних громад на умовах оренди чи інших взаємовигідних умовах.

В межах районів Вінницької області може бути використано 2 варіанти організації вивезення ТПВ. За першим варіантом відходи з усіх населених пунктів певного району вивозяться для подальшої обробки у спеціально відведене у відповідному районі місце (наприклад, територія існуючих сміттєзвалищ поблизу районних центрів), де можуть розташовуватись ССК та інші об'єкти обробки ТПВ. За другим варіантом таке спеціальне місце організовується в межах об'єднаної територіальної громади, куди звозяться ТПВ з населених пунктів, які входять до її складу.

### **Рекомендації щодо можливості використання існуючих сміттесортувальних ліній у Вінницькій області**

Як відомо, у Вінницькій області на даний час наявні 4 сортувальних станцій: лише одна працює в тестовому режимі на полігоні у с. Стадниця, 3 – у зібраному або розібраному

стані чекають свого запуску – у м. Бар, м. Калинівка, смт Крижопіль, одна – на стадії проектування і будівництва (біля смт. Муровані Курилівці).

Для розрахунку доцільності використання існуючих сортувальних станцій варто врахувати такі основні параметри:

1. Технічний стан обладнання, що включає зношеність, наявність дефектів, наявність всіх компонентів станції та ін.

2. Орієнтовна вартість відновлення станції та введення в експлуатацію, що включає вартість відновлювальних робіт, фарбування, будівництво під'їзних доріг та фундаменту, підведення комунікацій та ін.

3. Завантаженість роботи сортувальної станції у відповідності до наявної сировини, що включає чисельність населення у 20-25 кілометровій зоні, кількість продукуваних відходів за добу та за рік, наявність під'їзних доріг та устаткування для доставки відходів та ін.

4. Економічна доцільність та ефективність використання станції, що включає порівняння витрат на запуск станції з можливими іншими варіантами, можливих змінених тарифів для населення на вивіз відходів для забезпечення роботи станції та ін.

В результаті аналізу цієї інформації можна зробити висновок про доцільність використання станції.

Сортувальна станція у с. Стадниця. Наразі єдина сортувальна станція, яка реально сортує відходи у Вінницькій області. На неї відходи завозяться з м. Вінниця та найближчих сіл. Тому логічним є не втручатись у роботу станції. Проте, як відомо, Стадницьке сміттєзвалище працює понадпроектно і по санітарним нормативам має бути закрите. Тому в найближчий час планується будівництво нового полігону, на який може бути перенесено цю станцію. Для цього запроектовано будівництво полігону поблизу с. Людавка Жмеринського району.

З окраїн м. Вінниці відстань до запроектованого полігону складає 32 кілометри, що робить процес перевезення відходів досить дороговартісним. Проте існує проект здешевлення транспортування за допомогою 50-тонних вантажних сміттєвозів. Наразі йде пошук інвесторів для цього проекту. Варто продовжити роботу сортувальної станції на полігоні с. Стадниця, проте паралельно провадити підготовчі роботи по перенесенню дільниці у с. Людавка.

Сортувальна станція у м. Калинівка. У м. Калинівка побудовано полігон ТПВ на 2-му кілометрі автодороги Калинівка-Турбів. Поки що полігон не введено в експлуатацію і експлуатується старе міське звалище неподалік нового. Але в той момент коли буде запущено сортувальну станцію полігон також почне роботу. Наразі у сортувальній станції йде доладка підприємством виробником. Стан стації відмінний. Видимих пошкоджень немає. Станція готова до запуску після незначних робіт з наладки. Місто Калинівка одне з перших в Україні прийняло участь у процесі децентралізації об'єднавшись з Дружелюбівською сільською радою. В майбутньому, можливо, і інші населені пункти долучаться до цього процесу, що дозволить більш інтенсивно реалізовувати запуск сортувальної станції. Окрім цього, для довантаження Калинівської сортувальної станції можна використовувати відходи з населених пунктів Липовецького району.

Сортувальна станція у м. Бар. Сортувальна станція знаходиться на відстані 4 кілометрів від центру м. Бар в напрямку с. Широке поблизу полігону ТПВ. Наразі сортувальна станція не функціонує. Стан стації відмінний. Видимих пошкоджень немає. Станція готова до запуску.

Сортувальна станція у смт. Муровані Курилівці. Запроектована сміттєсортувальна станція має бути збудована на відстані 6,6 км від центру смт. Муровані Курилівці поблизу автошляху на с. Рівне. На даний момент збудовані під'їзні дороги та дзеркало полігону. Планується побудова ангару розмірами 15\*36 м, в якому буде знаходитися сортувальна станція потужністю 15 т на добу. Така запроектована потужність відповідає потребам Мурованих Курилівців та району.

## Висновки

Головне завдання згідно оптимізованої системи інтегрованого управління та поводження з ТПВ – налагодити систему роздільного збору сухої та вологої фракцій ТПВ із подальшим сортуванням сухих відходів на сміттесортувальних комплексах, а також 100-% охоплення населених пунктів Вінницької області системою збирання ТПВ.

Оскільки в межах окремого району територіальна громада, яка включає районний центр, продукує значно більше ТПВ, ніж інші територіальні громади, то вона потребуватиме облаштування досить потужного сміттесортувального комплексу. У такому випадку може відпасти необхідність у окремих невеликих сміттесортувальних комплексах для інших об'єднаних громад. Для малих територіальних громад малоефективним є будівництво сміттесортувальних комплексів у зв'язку із досить невеликими об'ємами ТПВ. Тому їм доцільніше об'єднуватись для створення спільного комплексу (можливо, єдиного в районі). Остаточне рішення потребує ретельних економічних розрахунків у кожному окремому випадку. Крім того, кожна сільська/селищна/міська рада може об'єднуватись у питаннях поводження із ТПВ із іншими громадами, навіть інших районів, із врахуванням економічної доцільності та транспортних можливостей відповідної громади.

При реалізації сортування ТПВ за варіантом єдиного комплексу на район окремі заплановані об'єднані територіальні громади можуть працювати із сортувальним комплексом іншого району, якщо він розташовується значно ближче. А сильні громади, які хоч і не є адміністративними центрами, але мають значну чисельність населення, цілком можуть створювати власний сортувальний комплекс. Він також може експлуатуватись сусідніми громадами, які знаходяться на значній відстані від своїх адміністративних центрів. Це буде змішаний варіант поводження з ТПВ.

Суттєві корективи у планування сміттесортувальних комплексів та транспортну логістику може внести будівництво сміттесортувального комплексу біля с. Людавка Жмеринського району, для якого на даний час шукаються інвестори. Цей комплекс у перспективі може використовуватись багатьма територіальними громадами, зокрема Вінницького, Жмеринського, Літинського, Барського та інших районів.

Нинішній стан поводження з ТПВ у області є незадовільним і не відповідає закону «Про відходи» та екологічним вимогам. Таким чином, розумної альтернативи роздільному збиранню та сортуванню відходів немає.

УДК 621.313.322:316.1

## ВПЛИВ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН ОБЛАДНАННЯ РОЗПОДІЛЬНИХ МЕРЕЖ

О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько, А. В. Коваль  
Вінницький національний технічний університет

**Моделі розподільних електричних мереж з пошкодженням високовольтним обладнанням**

Дослідженням показників якості електричної енергії в ЛЕС присвячені роботи, як багатьох вітчизняних [3,4,5] так і іноземних вчених. Всі вони акцентують увагу на тому, що напруга у вузлах ЛЕС під час експлуатації може бути меншою або більшою граничних допустимих значень. Так само гармонійні складові струмів і напруг можуть мати понад нормовані відхилення.