

УДК [504.54:67]: 631

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2020.111.35>

ЕКОЛОГІЧНІ МЕТОДИ УТИЛІЗАЦІЇ ОПАЛОГО ЛИСТЯ ТА РОСЛИННИХ ВІДХОДІВ

Д'яконов В.І. – к.т.н., доцент, завідувач кафедри екології та біотехнології,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Бузіна І.М. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та біотехнології,

Харківський національний аграрний університет імені В.В. Докучаєва

Хайнус Д.Д. – к.е.н., доцент кафедри землепорядкування і кадастру,

Луганський національний аграрний університет

Роль атмосферного повітря у житті кожної людини та й взагалі живих організмів важко переоцінити. Це джерело кисню для дихання та вуглекислого газу для процесу фотосинтезу зеленими рослинами, воно визначає кліматичні і погодні умови, є носієм світла, тепла, вологи. Проте якість повітря з кожним роком різко погіршується. Зростають обсяги викидів парникових газів, токсичних речовин. Це негативно позначається на екологічному стані території та здоров'ї людей.

У даній статті показано негативні наслідки безгосподарського ставлення до утилізації опалого листя та рослинних решток, а також альтернативні шляхи використання біологічних джерел енергії з погляду їх впливу на забруднення атмосферного повітря. Наведено обсяги викидів забруднюючих речовин різними видами стаціонарних джерел (підприємств) на території України.

Світова спільнота у нинішніх умовах розглядає використання місцевих альтернативних джерел енергії як один із пріоритетних напрямів вирішення зростаючих проблем енергозабезпечення. Невичерпність ресурсної бази та її екологічна безпека є визначальними факторами за умов зменшення кількості ресурсів органічного палива та безперервного зростання темпів забруднення навколишнього середовища. Місцева біомаса є одним з найбільш потужних і доступних альтернативних джерел енергії на нашій планеті.

Серед різноманітних методів використання біомаси як альтернативного енергоносія найпоширенішим є процес спалювання. Для підвищення ефективності цього процесу широко застосовують різні способи попередньої переробки біомаси.

Брикетти й пелети використовують як паливо для коминів, печей і спеціальних котлів, оскільки вони забезпечують рівномірне й тривале горіння полум'я. Під час їхнього спалювання унеможливується підвищення концентрації сірки у повітрі в приміщенні, а також у приземному шарі повітря і в ґрунті навколо помешкання.

Протягом тривалого часу на території України біомаса була основним джерелом енергії, сьогодні вона займає четверте місце у світі як паливо. Вона забезпечує до 15% загальносвітового виробництва енергії і належить до найдинамічнішого сектору енергетики багатьох високорозвинених країн.

Ключові слова: утилізація, важкі метали, діоксид сірки, атмосферне повітря, опале листя, паливні брикетти, спалювання.

Diakonov V.I., Buzina I.M., Khainus D.D. Environmental methods for disposal of disposed list and plant waste

The role of atmospheric air in the life of each person and in general of living organisms can hardly be overestimated. It is a source of oxygen for respiration and carbon dioxide for the process of photosynthesis by green plants, it determines climatic and weather conditions, is a carrier of light, heat, moisture. However, the air quality is deteriorating year by year. Emissions of greenhouse gases and toxic substances are increasing, which, in the first place, adversely affects the environmental status of the territories and human health.

This article illustrates the negative effects of mismanagement of the disposal of fallen leaves and plant residues, as well as the alternative ways of using biological energy sources in terms of their effects on atmospheric air pollution. Emissions of pollutants by different types of stationary sources (enterprises) in Ukraine are presented.

Among the various methods of using biomass as an alternative energy source, the most common is the biomass burning process. To enhance the efficiency of this process, various methods of biomass pre-processing are widely used.

Briquettes and pellets are used as fuel for fireplaces, stoves and specialty boilers as they provide a uniform and long burning. During their combustion it is impossible to increase the concentration of sulfur in the indoor air, as well as in the ground layer of air and in the soil around the room.

The world community now considers the use of local alternative energy sources as one of the priority areas for addressing growing energy supply problems. The inexhaustibility of the resource base and its environmental security are decisive advantages in the face of the reduction of organic fuel resources and the ever-increasing rates of environmental pollution. Local biomass is one of the most powerful and affordable alternative energy sources on our planet.

Key words: recycling, heavy metals, sulfur dioxide, atmospheric air, fallen leaves, fuel briquettes, burning.

Постановка проблеми. Міське середовище, що оточує людину, складається як з природних компонентів – повітря, води, рослинності, ґрунту і тваринного світу, так і з штучно створених людиною матеріальних елементів, в оточенні яких і у взаємодії з якими відбувається життєдіяльність суспільства. Самі міські ландшафти є унікальними за силою впливу на природне середовище господарськими об'єктами, джерелами значної деформації природного середовища, забруднення повітряного, водного, ґрунтового покриву. Взаємодія людини і природи в містах і на урбанізованих територіях характеризується певною двоякістю. З одного боку, густозаселені, розвинуті у промисловому відношенні міста володіють значним руйнівним потенціалом дії на природу, з іншого – високий соціально-культурний і промисловий потенціал міст може бути необхідною передумовою для організаційної і ресурсозберігаючої охорони довкілля.

Факти засвідчують, що організація виробництва в умовах міста не може вважатися раціональною, якщо не враховано екологічної ситуації, санітарно-гігієнічного стану виробництва, чистоти довкілля. Ці показники стають атрибутами і органічними компонентами субстанції людського побутування. Саме розуміння взаємодії людини і природи як єдності націлює на розроблення дієвих заходів, спрямованих на адаптацію людини до відповідних природних умов. У такому контексті особливого значення набувають ефективні адаптивно-екологічні механізми в системі «людина – довкілля».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню забруднення великих міст важкими металами та оцінки їх впливу на різноманітні природні процеси і параметри у міських агломераціях присвячено цілу низку досліджень [1–3]. Основні поняття про мікроелементи та їх функції було розкрито в працях D.A. Hiller, Г.В. Добровольського та ін. [4; 7]. Накопичення й міграція мікроелементів у ґрунтах і рослинах вивчалися у працях Ю.В. Олексієва, Г.В. Мотузової, Т.М. Мислиивої та ін. [5–7].

У великих містах України щорічно збирається близько 120,0 тис. м³ опалого листя та скошеної трави, які необхідно утилізувати [8].

Протягом вегетаційного періоду листя дерев і фітомаса рослин вбирає з повітря та ґрунтів пил та інші шкідливі речовини, які викидаються автотранспортом і підприємствами. Головною ж загрозою для здоров'я місцевих жителів є важкі метали, які під час найпоширенішого способу утилізації опалого листя – спалювання «дбайливими господарями» – або самозаймання на полігонах ТПВ повертаються до навколишнього середовища.

Постановка завдання. Мета статті – проаналізувати обсяги викидів забруднюючих речовин у повітрі міських агломерацій, які накопичуються в опалому листі та скошеній траві, оцінити ризики забруднення атмосферного повітря під час спалювання біомаси восени та запропонувати шляхи екобезпечної утилізації забрудненої біомаси у містах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час згорання листя всі накопичені рослиною забруднюючі речовини знову викидаються в атмосферу у вигляді продуктів згорання, при цьому їх шкідлива дія значно підсилюється. У димі з опалого листя містяться оксиди азоту, вуглецю, чадний газ, а також сполуки важких металів. У тліючих без доступу повітря багаттях може утворюватись бензопірен – речовина, здатна викликати ракові захворювання.

Особливо небезпечним є спалювання на присадибних ділянках рослин, які були оброблені різноманітними хімічними речовинами. Найбільшу кількість хімікатів вибирає бадилля картоплі, адже для знищення колорадського жука картоплю щиро скроплюють різними хімікатами, часто навіть не задумуючись про їх склад. А вдихання продуктів згорання цих сполук може бути надзвичайно небезпечним для здоров'я.

Навіть аграрії часто знищують залишки сухої рослинності шляхом випалювання. У результаті таких дій не тільки згорають рослини, а гинуть птахи і тварини. Крім того, погіршуються механічні, фізичні, хімічні і біологічні властивості родючого шару ґрунту.

Спалювання рослинності не тільки завдає шкоди довкіллю та здоров'ю людей, а й може перерости у неконтрольоване горіння, загрожувати знищенню будівель та споруд житлового сектору. Особливо важко локалізувати пожежі на відкритих територіях, де вогонь поширюється дуже швидко.

Окрім безпосередньої загрози людському здоров'ю, спалювання листя і сухої трави призводить до таких загроз:

1) у сухому листі згорають зимуючі корисні комахи, такі як сонечка. Їх здобич – попелиці – лишається зимувати у стадії яйця на гілках. Спалюючи листя восени, ми створюємо умови для розвитку попелиць навесні;

2) спалювання листя призводить до руйнації ґрунтового покриву, адже вигорають рослинні залишки, гинуть ґрунтоутворюючі мікроорганізми. Крім того, вони гинуть і від утворюваних при горінні важких металів;

3) за нормальних умов, коли листя перегниває, необхідні для розвитку рослин речовини повертаються в ґрунт. При згоранні ж утворюється попіл. Попри загальноприйнятну думку, попіл – дуже погане добриво, тому спалювання листя щороку призводить до все більшого збіднення ґрунту;

4) на природних ділянках і газонах вогонь знищує насіння і коріння трав'янистих рослин, пошкоджує нижні частини дерев і кущів та верхні частини їх коріння;

5) знищення природної листяної підстилки призводить до збільшення у 2–4 рази промерзання ґрунту;

6) при спалюванні трави на присадибних ділянках або стерні на фермерських полях виникає загроза перекидання вогню на природні ділянки, що може призвести до порушення законодавства і знищення диких рослин та тварин. Саме із спалювання стерні на полях починається більшість степових пожеж;

7) аналогічно існує загроза лісових пожеж і загоряння житлових будинків;

8) якщо ведеться спалювання стерні на полях, через які проходять високовольтні лінії електропередач, постає нова загроза. Густих дим є напівпровідником і за певних умов здатний стати причиною короткого замикання ЛЕП;

9) дим від вогнищ в туманні дні може утворювати смог і надовго зависати у повітрі. За таких умов погіршується видимість на дорогах, що призводить до збільшення частоти ДТП, аварій. Окрім того, потрапляючи у легені, смог викликає суттєве погіршення здоров'я людини;

10) задимлені населені пункти використовують для освітлення значно більше електроенергії [9].

За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), близько 3,5 мільйонів людей у світі вмирають щороку через забруднення повітря внаслідок промислових викидів в атмосферне повітря [10].

Згідно з останніми даними ВООЗ рівень смертності від забруднення повітря в Україні є найвищим у світі і становить 120 смертей на 100 тисяч населення [10].

Багато країн слідкує за шістьма основними забруднювачами повітря:

- діоксидом сірки (SO₂);
- твердими частками (PM₁₀);
- дрібними твердими частками (PM_{2.5});
- діоксидом азоту (NO₂);
- оксидом вуглецю (CO);
- озоном (O₃).

Концентрація забрудненості вимірюється в мікрограмах на кубічний метр. Пил до 2,5 мікрон вважається найбільш токсичним компонентом забрудненого повітря. Частки до 2,5 мікрон мають здатність проникати через легеневі мембрани і вносити токсичні речовини безпосередньо в кровоносну систему.

ВООЗ у своїх нормативах рекомендує прагнути до мінімально можливих концентрацій зважених часток.

Рекомендації ВООЗ такі:

- річні концентрації для часток розміром до 2,5 мкм не мають перевищувати 10 мкг/м³, а денні – до 25 мкг/м³;
- для часток розміром 10 мкм річні концентрації не мають бути більшими 20 мкг/м³, денні – до 50 мкг/м³.

У середньому в містах України, де немає якихось несприятливих погодних умов і не накопичується забруднення, типова ситуація – це 30–40 мікрограм дрібних зважених часток на метр кубічний. Головною причиною експерти називають викиди автомобілів, які використовують дизельне паливо [10].

Від пересувних джерел в Україні за рік надходить в атмосферне повітря 1663,9 тис. т забруднюючих речовин. Найбільше забруднюючих речовин надходить від автомобільного транспорту – 1475,2 тис. т (88,7% від загального обсягу), у тому числі автотранспорту населення – 1075,9 тис. т (64,7%). Викиди від виробничої техніки становлять 144,7 тис. т (8,7%), залізничного транспорту – 29,7 тис. т (1,8%), авіаційного – 8,5 тис. т (0,5%), водного – 5,8 тис. т (0,3%) (рис.1) [11].

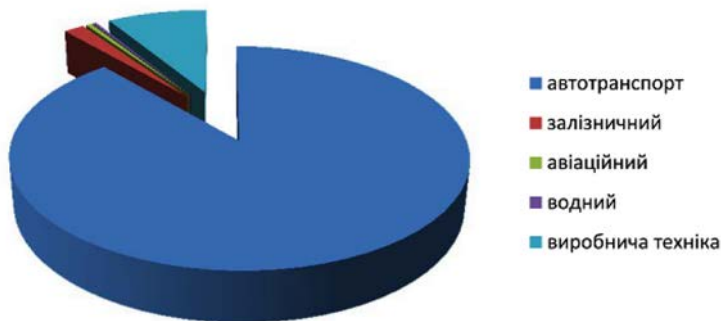


Рис. 1. Розподіл викидів забруднюючих речовин від пересувних джерел забруднення (у відсотках від загального обсягу викидів)

Як бачимо у табл. 1, найбільшу частку серед забруднювачів атмосферного повітря становлять діоксид та інші сполуки сірки – 31,7%, оксид вуглецю – 26,7%, метан – 18,0%.

Таблиця 1

Обсяги викидів забруднюючих речовин в атмосферне повітря від стаціонарних джерел по Україні (в середньому за рік) [11]

| Забруднююча речовина | Кількість підприємств, які мали викиди | Обсяги викидів | |
|--|--|----------------|-------------|
| | всього, одиниць | тис. т | розподіл, % |
| Разом забруднюючих речовин | 11303 | 2857,4 | 100,0 |
| Метали та їхні сполуки | 3770 | 13,8 | 0,5 |
| Речовини у вигляді суспендованих твердих часток (мікрочастинки та волокна) | 7481 | 349,6 | 12,2 |
| Сполуки азоту | 10223 | 262,4 | 9,2 |
| Діоксид та інші сполуки сірки | 5068 | 905,1 | 31,7 |
| Оксид вуглецю | 9726 | 764,1 | 26,7 |
| Озон | 65 | 0,0 | 0,0 |
| Неметанові леткі органічні сполуки (НМЛОС) | 6067 | 47,3 | 1,7 |
| Метан | 5667 | 514,1 | 18,0 |
| Стойкі органічні забруднювачі (СОЗ) | 102 | 0,1 | 0,0 |
| Фтор та його сполуки (у перерахунку та фтор) | 654 | 0,1 | 0,0 |
| Ціаніди | 64 | 0,1 | 0,0 |
| Фреони | 227 | 0,0 | 0,0 |

* за матеріалами Держстату

Аби не завдавати невивірної шкоди атмосферному повітрю та не труїти населення небезпечними сполуками восени, у містах та інших населених пунктах Європи почали утилізувати листя дерев шляхом їх брикетування. Для цього застосовують спеціальні мобільні брикетувальні преси малої продуктивності. Цей бізнес дотується державою, тому він є досить рентабельним. Крім того, одночасно вирішується проблема охорони навколишнього середовища [8].

Виготовляють такі брикети за допомогою гідравлічних пресів. Процес виробництва простий, і для обслуговування гідравлічного преса висококваліфікований обслуговуючий персонал не потрібен. Коефіцієнт використання устаткування сягає 90% і більше. Ще однією перевагою є простота і зручність упакування готової продукції. Із деяких різновидів сировини брикети можна виготовляти тільки за допомогою гідравлічного преса. Гідравлічний прес дорожчий за шнековий, це обладнання має найкоротший термін окупності.

Переваги паливних брикетів. Теплотворна здатність паливних брикетів становить 4000–4400 Ккал/кг, вона вища, ніж у дров, і збігається з теплотвірною здатністю пелетів і багатьох різновидів вугілля, застосовуваних у комунальній теплоенергетиці.

На відміну від дров брикети не потрібно попередньо підсушувати перед закладанням у топку. Порівняно з дровами брикети мають більшу тривалість горіння, а закладання в піч можна виконувати рідше. Під час горіння паливні брикети мало димлять і не іскрять. У них низька зольність (0,5–1,5%). На відміну від інших різновидів твердого палива після згорання брикетів у топці залишається тільки попіл [8].

Для брикетів потрібно менше місця для зберігання, ніж для дров, їх зручніше транспортувати (одна стандартна європелета з брикетами, вага якої становить 1 т, еквівалентна 3–4 м³ дров). Це забезпечує істотне скорочення витрат на перевезення і зберігання палива. Зручна розфасовка (10–12 кг) дає змогу вивантажувати і складати брикети вручну в гаражі, підвалі й навіть у коморі або на балконі квартири.

Вартість брикетів нижча за вартість пелет. До сировини для виробництва брикетів немає таких жорстких вимог, як до сировини для виробництва пелет. Брикетувальні лінії дешевші за пелетні, а собівартість виробництва брикетів нижча за собівартість виробництва пелет. Котли і каміни для брикетів дешевші за пелетні, не потребується спеціально обладнаних місць для влаштування паливного складу та вирішення питання щодо автоматичної подачі палива в котел. На відміну від пелет брикетами можна замінювати інші різновиди палива (дрова, вугілля), не модернізуючи й не замінюючи котли й каміни. Брикетами завжди можна замінити дрова, а пелетами – ні. Саме з цієї причини останнім часом виробники пелетних котлів включають в асортимент своєї продукції комбіновані котли, які працюють як на пелетах, так і на брикетах та дровах. Викид оксидів вуглецю в атмосферу під час згорання брикетів мінімальний [12].

Брикети можна зберігати довгостроково, при цьому їхні якісні характеристики не погіршуються. На відміну від вугілля вони не створюють негативного впливу на навколишнє середовище. Крім того, порівняно з вугіллям або тирсою брикети більш пожежо- і вибухобезпечні. До того ж працювати з брикетами набагато комфортніше, ніж з іншими різновидами твердого палива.

Використання брикетів. Деревні паливні брикети можна використовувати як паливо для всіх твердопаливних котлів, вони добре горять в камінах і грилях. Брикети можна використовувати замість дров і під час замських прогулянок. Потрібно зауважити, що твердо спресовані брикети досить складно запалити. Для розпалювання використовують дрібні тріски, обрізки кори або папір.

Спалювання брикетів в топках котлів, призначених для цього різновиду палива, дає змогу отримати в 2–4 рази більше теплової енергії, ніж під час спалювання дров і тріски, оскільки зневоднена деревина потребує значних витрат енергії як під час спалювання й газифікації, так і в разі попереднього просушування. Спалювання дров, відносна вологість яких становить 45–60%, в 1,8–3,5 разів зменшує теплотвірну здатність деревини. Підвищена вологість паливної деревини істотно впливає і на ефективність процесів горіння та теплообміну [12].

Висновки і пропозиції. Приведені дані дають змогу говорити про надзвичайно напружений екологічний стан атмосферного повітря, особливо у великих містах. Утилізація щосезону опалого листя та рослинних решток є дуже небезпечним явищем, тому необхідно розробити чіткі механізми регулювання даного процесу. Одним із таких шляхів покращення екологічного стану довкілля та здешевлення енергоносіїв є використання біоенергетичних видів палива, а саме виготовлення брикетів із біомаси для застосування у промислових котлах із фільтрами.

Серед широкого різноманіття видів палива необхідно звертати увагу на використання найпоширеніших серед них у регіоні, тобто тих, що як сьогодні, так

і в перспективі мають найбільший потенціал. Рослинні і деревні відходи мають хороші енергетичні характеристики, є сезонними і накопичуються в певних районах. Брикетування відходів сприяє вирішенню проблем зберігання та утилізації сировини незалежно від пори року і особливостей складування, перевезення, автоматизації завантаження в котли.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ачасова А. Просторова неоднорідність вмісту важких металів у ґрунті. *Вісник аграрної науки*. 2003. № 3. С. 77–78.
2. Малышева З.Г., Павлова Е.Г. Накопление тяжелых металлов в городских почвах (на примере города Новочеркасска). *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ. № 78 (04))*. 2012.
3. Пляскина О., Ладонин Д. Загрязнение городских почв тяжелыми металлами. *Почвоведение*. 2009. № 7. С. 877–885.
4. Hiller D.A. Schadstoffeinträge in urbane Böden. *Urbaner Bodenschutz*. Red. W.Burghardt. Berlin, 1996. S. 45–56.
5. Мислива Т.М., Онопрієнко Л.О. Важкі метали в урбоедафатопах і фітоценозах на території м. Житомира. *Вісник ХНАУ*. 2009. № 2. С. 134–142.
6. Геник Я.В. Нагромадження важких металів у ґрунтах та фітомасі комплексної зеленої зони міста Львова : автореферат дис. ... канд. с.-г. наук. Львів, 1994. 23 с.
7. Стернік В.М. Біотична активність урбоедафотопів міста Рівне : дис. ... канд. біол. наук. Рівне, 2017. 179 с.
8. Напрями розвитку альтернативних джерел енергії: акцент на твердому біопаливі та гнучких технологіях його виготовлення : монографія / О.С. Полянський, О.В. Дьяконов, О.С. Скрипник та ін. ; за заг. ред. В.І. Д'яконова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. 136 с.
9. Суворя заборона спалювання сухої трави, опалого листя, побутових відходів, сміття й інших відходів. URL: <https://svyat.kyivcity.gov.ua/news/33070.html>.
10. Небезпечний дим: що загрожує рівненчанам від паління листя і трави. URL: <https://4vlada.com/nebezpechnyj-dym-shcho-zagrozhuiе-rivnenchanam-vid-palinnia-lystia-i-travy>.
11. Національна доповідь про стан навколишнього природного середовища в Україні. Київ : Міністерство екології та природних ресурсів України, ФОП Грінь Д.С. 2017. 308 с.
12. Біоенергетичний потенціал лісостепової і поліської зон України та перспективи його використання : монографія / за заг. ред. В.І. Ладики. Суми : Університетська книга, 2009. 304 с.