

7. Машков О.А., Косенко В.Р., Дурняк Б.В., Тимченко О.В. Особливості створення функціонально-стійкої системи управління динамічним об'єктом моніторингу навколишнього середовища / Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 62, Київ, 2012, с. 210-228.
8. Машков О.А., Косенко В.Р., Дурняк Б.В., Тимченко О.В. Науково-теоретичні основи забезпечення функціональної стійкості системи моніторингу навколишнього середовища / Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 63, Київ, 2012, с. 202-218.
9. Машков О.А., Коробчинський М.В., Щукін А.Н., Ярема О.Р. Исследование свойств функционально-устойчивого комплекса управления групповым полетом БПЛА экологического мониторинга / Моделирование та інформаційні технології / Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 65, Київ, 2012, с. 202-214.
10. Машков О.А., Коробчинський М.В., Щукін А.Н., Ярема О.Р. Теоретические основы создания функционально-устойчивого комплекса управления групповым полетом беспилотных летательных аппаратов экологического мониторинга / Моделирование та інформаційні технології / Збірник наукових праць, Інститут проблем моделювання в енергетиці, вип. 66, Київ, 2012, с. 215-223.
11. Васильев В.С., Машков О.А., Фролов В.Ф. Методы и технические средства экологического мониторинга / Экологичні науки: науково-практичний журнал. – К.: ДЕА, 2014.-№5.-с. 57-67.

УДК 628.4.02

ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБЛАННЯ ВІДХОДІВ, ЩО УТВОРЮЮТЬСЯ У ПРОЦЕСІ МЕДИЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, ТА ПОВ'ЯЗАНИХ З ЦИМ ДОСЛІДНИХ РОБІТ

Сібілєва О. В.

Державна екологічна академія післядипломної освіти та управління,
вул. Митрополита Василя Липківського, 35, 03035, м. Київ,
sibileva_elena@ukr.net

Висвітлено основні методи знезаражування, оброблення та знищення медичних відходів, а також вузькоспеціалізованої техніки, які дозволять повністю усунути вихід небезпечних медичних відходів за межі закладів охорони здоров'я, зменшити споживання засобів хімічної дезінфекції та запобігти травматизму медичних працівників. Наведені основні переваги застосування сучасних парових, піролізних та плазмових утилізаторів, проблем впровадження даних технологій, а також вимог санітарно-епідеміологічної безпеки яких мають дотримуватись працівники при їх використанні. *Ключові слова:* медичні відходи, технології знезараження, оброблення, екологічна безпека.

Технологии обработки отходов, образующихся в процессе медицинского обслуживания, и связанных с этим исследовательских работ. Проанализированы основные методы обеззараживания, обработки и уничтожения медицинских отходов, а также узкоспециализированной техники, которые позволят полностью устранить выход опасных медицинских отходов за пределы учреждений здравоохранения, уменьшить потребление средств химической дезинфекции и предупредить травматизм медицинских работников. Приведены основные преимущества применения современных паровых, пиролизных и плазменных утилизаторов, проблем внедрения данных технологий, а также требований санитарно-эпидемиологической безопасности, которых должны придерживаться работники при выборе и их использовании. *Ключевые слова:* медицинские отходы, технологии обеззараживания, обработки, экологическая безопасность.

Disinfection technology of wastes formed during the medical services and the associated researches. The main methods of decontamination, treatment and disposal of medical waste, as well as highly specialized equipment that will completely eliminate the output of hazardous medical waste outside of health care centers, reduce the consumption of the means of chemical disinfection to prevent injuries and health professionals were analyzed. The main advantages of the use of modern steam, pyrolyzed and plasma waste junker heat problems of implementation of these technologies, as well as the requirements of sanitary and epidemiological rules to be followed by employees in selecting and using them were cited. *Keywords:* medical waste disinfection technology, processing, environment safety.

Особливу категорію відходів, що визначають як небезпечні та які потребують спеціальних методів і засобів поводження з ними, становлять відходи, що утворюються у процесі медичного обслуговування та пов'язаних з цим дослідних робіт (медичні відходи) [1–2].
Вдосконалення якості медичної допомоги на сучасному етапі розвитку

охорони здоров'я, збільшення спектру діагностичних та лікувально-профілактичних маніпуляцій, призводить до збільшення обсягу медичних відходів, і як наслідок, посиленням їх негативного впливу на природне середовище та здоров'я медичних працівників.

У загальній структурі близько 10–20 % усіх відходів, які утворюються в лікувально-профілактичних закладах (ЛПЗ), належать до небезпечних, проте саме ця частка відходів (токсичних, біологічних та радіоактивних), що робить їх об'єктом пильної уваги з боку багатьох фахівців.

Надзвичайно важливою задачею під час поводження з медичними відходами є заходи які дозволять повністю усунути вихід небезпечних медичних відходів за межі ЛПЗ, зменшити споживання засобів хімічної дезінфекції та запобігти травматизму медичних працівників. Тому **мета** роботи – аналіз та узагальнення існуючої на сьогодні інформації щодо технологій знезараження (обробки) медичних відходів та додержання вимог санітарно-епідеміологічної безпеки, яких мають дотримуватись працівники. У роботі використано науково-пошуковий та аналітичний методи.

Результати дослідження

Методи знезараження та оброблення медичних відходів, які спрямовані на скорочення до мінімуму всіх небажаних наслідків їхнього небезпечного впливу, можна поділити на дві великі категорії: термічні (термічне знезараження, інсинератори, піроліз, плазмові технології) та альтернативні (хімічне, термохімічне, надвисокоча-

стотне; знезараження водяною парою під тиском, вузькоспеціалізована техніка) [3].

Термічні методи поділяють на методи знезаражування і методи знищення. У першому випадку відходи знезаражують упродовж години за температури близько 180 °C (до 400 °C); у другому – спалюють за температури 800 °C і вище.

Термічне знезаражування відходів застосовують вкрай зрідка через надмірне енергоспоживання, значні витрати часу на нагрів відходів (потім на їх охолодження), на придбання витратних матеріалів (балонів з інертним газом, спеціальних контейнерів або особливих пакетів для відходів тощо).

Інсинаерація (від англ. *Incinerate* – *спалювати, спопеляти*) – простий і універсальний метод знищення відходів, надзвичайно поширився у світі ще 10–15 років тому. Разом з тим, пристрої, призначені для спалювання відходів, нині є джерелом забруднення довкілля ртуттю, діоксинами, свинцем, кадмієм, арсеном, хромом та галогенвмісними вуглеводнями, частинки яких здатні до біокумуляції, що призводить до захворювань дихальної, імунної, репродуктивної та інших систем людського організму.

У 2000 році в Європейському співтоваристві введено жорсткі ліміти для сміттеспалювальних печей. Нові європейські норми забороняють використовувати для спалювання відходів малі локальні установки. Відходи треба спалювати впродовж 24 годин з часу їх надходження. Установка для спалювання відходів має бути обладнана пристроями зміни температури, вуглецю й кисню, температура – дося-

гати 850 °C в камері для згоряння та 1200 °C в камері допалювання. Також має бути передбачено очищення відхідних газів, після якого вони мають містити речовини в таких концентраціях: діоксини < 0,1 нг/м³; чадний газ < 50 мг/м³; кадмій < 0,05 мг/м³; ртуть < 0,05 мг/м³; інші важкі метали (свинець, арсен) < 0,5 мг/м³ [4].

Існує інформація, що зміна температури від 700 до 15 000 °C, часу перебування газів у печі від 2 до 6 с та концентрації кисню від 2 до 15 % у різних спалювальних печах не знижує викиди 15 токсичних речовин (зокрема й діоксинів), а навпаки – збільшує летучість компонентів та, як наслідок, збільшує викиди небезпечних металів. Тому для реального зниження вмісту діоксинів у газах слід використовувати тільки вугільні фільтри та спеціальні каталітичні доопалювачі, доповнені допалюванням NOx [5].

Більшість фахівців вважають спалювання застарілою формою поводження з медичними відходами. Саме через труднощі вловлювання діоксинів очищувальні споруди сучасних заводів коштують сотні мільйонів доларів США і в Україні такі сміттеспалювальні заводи будуються свідомо з порушенням санітарно-епідеміологічних вимог. Зазвичай таке відбувається в районах з низьким рівнем доходу людей, які практично не спромогли б протидіяти будівництву, яке порушує основні принципи їхнього екологічного права.

Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) декларує такі положення, які стосуються утилізування/знищення медичних відходів:

- не можна спалювати матеріали, що містять хлор (контейнери для крові

та кровозамінників, внутрішньовенні катетери, планшети тощо) або важкі метали (ртутьвмісні);

- для полегшення рециркуляції всі виробники мають використовувати пластмасу для виготовлення виробів одноразового застосування;

- використовувати медичні пристрої, що не містять полівінілхлориду;

- розробляти та розвивати безпечні варіанти рециркуляції для пластмаси, скла тощо;

- розробляти та впроваджувати насамперед нові, альтернативні спалюванню, технології поводження з небезпечними відходами;

- заохочувати на державному рівні принципи екологічно чистого поводження з небезпечними відходами згідно з Базельською угодою.

ВООЗ допускає використовувати інсинаерацію для медичних відходів у тих країнах, які не мають екологічно безпечних варіантів для поводження з відходами охорони здоров'я. Але в цих випадках мають використовуватись нові, сучасні методи та установки для спалювання відходів, дотримуватись вимог під час будівництва, оснащення та обслуговування (наприклад, попередній підігрів; розрахунок потужності для унеможливлення перервантання; спалювання за температури не нижчої за 800 °C тощо) рекомендовано використовувати сортування для обмеження спалюваних відходів, які виділяють у процесі нагрівання токсичні речовини.

Слід зазначити, що метод інсинаерації цілком придатний для знищення (кремації) великої кількості біомаси (трупи полеглих тварин, масивні операційні відходи тощо). Альтернативою йому може слугувати

тільки піроліз та поховання, проблема токсичних речовин при цьому не настільки актуальна, оскільки білкові організми містять галогенові сполуки в дуже малих, слідових концентраціях.

Альтернативою звичайним методам термічного оброблення медичних відходів є технології, що передбачають попереднє розкладання органічного складника відходів у безкисневій атмосфері (піроліз), після чого утворювана концентрована парогазова суміш надходить у камеру допалювання, де в режимі керованого “допалювання” газоподібних продуктів токсичні речовини перетворюються у менш або повністю безпечні. Позитивні особливості безкисневих піролізних технологій знищення органічних матеріалів, що екологічно забезпечують викиди зокрема хлорумісні, такі:

- можливість керованого спалювання за високої температури концентрованою нерозбавленою парогазовою сумішшю (теплота згоряння 6680–10450 кДж/м³), яка забезпечує високу (1200–13000 °C) температуру згоряння всього обсягу продуктів;

- активний хлор, який виділяється під час піролізу із хлорвмісних матеріалів у камері термічного розкладання, негайно реагує з воднем, утворюючи стійку сполуку HCl, яка далі легко нейтралізується на стадії доочищення і тим самим запобігає утворенню діоксинів та фуранів.

На українському та російському ринку медичної техніки є такі установки піролізу: турецька «Фортен», французька «Мюллер» та американська «Пенрам» (рис. 1) [6].

Для експлуатування установки піролізу потрібно обов'язково організувати санітарно-захисну зону.

Однак, перевагою установок піролізу (порівняно з інсинераторами) є те, що для них не потрібно будувати капітальні споруди і високі димові труби. Їх можна монтувати під навісом або в ангарах легкого типу на бетонній основі. Також вони можуть працювати в переривчастому режимі в міру нагромадження достатньої кількості відходів, а шлак, який утворюється після оброблення, має високу щільність, що зменшує на 70–80 % об'єм надходжених відходів.



Рис. 1 – Установка “Пенрам” потужністю 75 кг/год

У плазмових системах використовують електричний струм, який іонізує інертний газ (аргон та ін.) та формує електричну дугу з температурою близько 6000 °C. Медичні відходи в цих установках нагріваються до 1300–1700 °C, внаслідок чого потенційно патогенні мікроби знищуються, а відходи перетворюються на гладенький шлак, металеві зливки та інертні гази. Плазмові системи, за даними інформційних джерел, можна використовувати для стерилізування медичного обладнання та інструментів, вироблених з термочутливих матеріалів: вироби синтетичні і полімерні, медичні оптичні системи, електричні інструменти та електричні

кабелі, жорсткі ендоскопи, ультразвукові інструменти, давачі, зокрема, апарати УЗД, медичні імплантанти та інструменти для їх установа тощо (рис. 2) [7].



Рис. 2 – Плазмовий стерилізатор HMTS – 40/SES

Даних про практичне використання подібних установок в Україні і Росії немає і поки що їх можна вважати теоретичною розробкою.

Альтернативні методи. На сьогодні розроблено понад сорока технологій знезараження медичних відходів. Установки більш ніж семи десятків виробників із Сполучених Штатів, Європи, Близького Сходу та Австралії різняться потужністю, ступенем автоматизації та зменшенням обсягу відходів, але всі вони використовують один або кілька таких методів:

- нагрівання відходів мінімум до 90–950 °C за допомогою мікрохвильових печей, радіохвиль, гарячої оливи, гарячої води, пари або перегрітих газів;

- оброблення відходів хімікаліями типу гіпохлориту натрію або діоксиду хлору;

- оброблення медичних відходів джерелом радіації.

Хімічне знезараження. У хімічних утилізаторах подрібнені відходи піддаються впливу знезаражувальних

хімічних речовин, внаслідок чого вони втрачають свою епідеміологічну небезпеку. Є кілька способів нейтралізувати відходи за допомогою різних хімічних речовин, але переважно ці способи не знайшли практичного застосування через те, що одержуваний продукт сам потребує нейтралізації (токсикологічні проблеми). Наприклад, деякі компанії запропонували використовувати для оброблення медичних відходів негашене вапно. Це – Matrix в Австралії та Positive Impact Waste Solutions в США (Одеса, Штат Техас). Процес, мабуть, здатний обробити всі форми відходів, серед них і патологоанатомічний матеріал. Проблема – це кінцевий продукт з високим pH (10,5–11), який сам собою є небезпечним відходом. Найбільш вдалою розробкою вважають хімічний утилізатор Стеримед-1 (Sterimed-1) та його зменшений варіант Стеримед-юніор (Sterimed-junior) (Ізраїль) [7]. Установки переробляють практично будь-які медичні відходи крім біологічних. Механічно подрібнюючи завантажені відходи (що робить їх непридатними для повторного використання) і одночасно обробляючи їх дезінфекційною рідиною (Stericid – глутаровий альдегід з четвертинним амонієм та алкоголем), установка здатна за один цикл тривалістю 15–20 хв переробити близько 70 літрів вихідних відходів. Вивантаження у заздалегідь підставлений контейнер відбувається автоматично, відпрацьований дезінфектант сепарується та зливається в каналізацію. Серед переваг такого способу перероблення відходів зазначають невеликі габарити обладнання, значно меншу, порівняно з інсинераторами, вартість, та найголовніше те, що під час знезараження не утворюються токсичні речовини (крім дезінфектанту).

На російському та українському ринку наявна установка Ньюстер (Newster Італія), у якій завантажені в реакційну камеру відходи подрібнюються і одночасно з вприскуванням розчину гіпохлориту натрію (NaClO) нагріваються до 150–160 °С. Токсичність і вибухонебезпечність виділених газів зумовлюють потребу оснастити установку потужними фільтровентиляційними пристроями і, як наслідок, обмежують її застосування.

Деякі користувачі зазначають значну дорожнечу змінних ножів, які швидко виходять з ладу, подразнення слизових оболонок в обслуговуючого персоналу, а також підвищену гучність установки в процесі роботи. До переваг цього апарату варто віднести потужність (100–130 літрів вихідних відходів на годину), високий ступінь подрібнення та зменшення обсягу відходів до 70 % (за умови справності подрібнювальних ножів).

Головна вада хімічних утилізаторів полягає у потребі постійно використовувати коштовний запатентований дезінфектант, у підвищеній гучності під час роботи апарату і надто високій вологості відходів на виході. Дорожнеча технічного обслуговування та запасних частин (подрібнювача, фільтровентиляційних пристроїв) також змушує деяких потенційних покупців відмовитися від придбання таких установок.

Слід зауважити, що злив у каналізацію відпрацьованих хімічних розчинів забруднює довкілля, багато років вони можуть не розкладатись на нешкідливі складники, нагромаджуватись та робити ґрунт непридатним для росту рослин.

Надвисокочастотне (НВЧ) знезараження. Принцип знезараження установок побудованих на властивості надвисокочастотного (НВЧ) мікрохвильового випромінення нагрівати воду. До використання відходи бажано попередньо подрібнити й обов'язково попередньо зволожити, щоб досягти високої температури (95 °С і вищої), оскільки НВЧ-хвилі впливають тільки на молекули води. Для зволоження застосовують спеціальні розчини, які містять поверхнево-активні речовини, що послаблюють або руйнують клітинну стінку мікроорганізмів та підсилюють вплив тепла (простим кип'ятінням у розчині прального порошку, до речі, можна домогтися аналогічного ефекту) [3].

Відомо, що установки із НВЧ-випроміненням виробляють декілька виробників: Sanitec (США) (потужність 100–250 кг/год), фірма Meteka австрійські мікрохвильові системи (цикл від 15 кг/40 хв.). За кордоном НВЧ-установки є переважними системами для перероблення та видалення медичних відходів. З огляду на епідеміологічну небезпеку медичних відходів спеціалізовані компанії надають такі установки для первинного знезараження відходів безпосередньо у місці їх утворення. Потім відходи силами і коштом компанії вивозять, сортують та переробляють або знищують.

Знезараження водяною парою під тиском (парова стерилізація). Нині понад 80 % матеріалів у медицині піддають саме паровій стерилізації. Безліч компаній у всьому світі розробляють відповідну техніку випускають досить багато комерційних продуктів, призначених для перероблення медичних відходів з використанням

стерилізаційних властивостей водяної пари під тиском.

Метод парової стерилізації виділений ООН як пріоритетний для знешкодження медичних відходів: Методи, відмінні від методу стерилізації парою, слід використовувати лише в тих випадках, коли застосування методу стерилізації паром не виправдане або недоцільне.

Незважаючи на доступність методу, виникли і перешкоди. Передусім, розробники стикнулися з проблемою подрібнення. Відходи надходять на перероблення, зазвичай, у полімерних мішках, непроникних для водяної пари, і можуть містити у своєму складі герметичні або умовно герметичні посудини, такі як флакони або нерозібрані ін'єкційні шприци, усередину яких пара може і не проникнути. Крім того, відходи в процесі перероблення мають перетворюватись на стан, який повністю унеможливило їх повторне використання. Попереднє подрібнення вирішує обидві проблеми, але при цьому подрібнений пристрій неминуcho виявляється інфікованим. Тому, незважаючи на можливе погіршення якості стерилізації, в разі відсутності іншого виходу, більшість виробників техніки для знезараження відходів взяли на озброєння двостадійну технологію перероблення відходів: стерилізування в автоклаві та подрібнення. Завантаження камери стерилізатора і подальше перевантаження у подрібнювач при цьому зазвичай виконують вручну. Тільки у великих установках вантажно-перевантажувальні роботи механізовані.

Одностадійні установки найпрактичніші щодо якості стерилізування. Вони мають і пристрій для подрібнення і стерилізаційну камеру для знезараження

відходів. Після завантаження установки, оператор у кінці циклу отримує стерильні подрібнені неідентифіковані відходи, які можна збирати, зберігати, транспортувати, знищувати і захоронувати разом з твердими побутовими відходами (обсяг відходів зменшується до 85 %). Такі установки автоматизовані, не потребують втручання оператора протягом усього циклу, прості в керуванні і для обслуговування достатньо однієї людини практично будь-якої кваліфікації.

Цікаві установки, які застосовують для знезараження відходів, динамічне автоклавування.

Динамічне автоклавування – термін, який запропонувала компанія MediVac (установка MetaMizer потужністю 150 кг/год, Австралія) – це одноразове подрібнення і постійне перемішування відходів у процесі знезараження. Завдяки цьому досягають високого ступеня подрібнення відходів, поліпшення якості стерилізування і, що важливо, такі апарати не бояться легкоплавких матеріалів [3, 7].

Усі процеси виконуються в автоматичному режимі і запускаються натисненням однієї кнопки. Установкою MetaMizer керує програмований логічний процесор, який реєструє кожну стадію циклу утилізування. Процесор обладнано віддаленим доступом, він може надавати інформацію у вигляді SMS або електронною поштою, що дає змогу безперервно контролювати процес. Також автоматичний навантажувач оснащено ідентифікатором радіомітки, який дає змогу окремо враховувати відходи, що надходять з різних установ (підрозділів). Мітка радіочастотної системи ідентифікації (RFID) може бути розташована на кожному контейнері. Інформацію запи-

сує машина під час завантаження і реєстрування протягом 24 годин на добу, через 30 хвилин без роботи машина переходить у стан «stand by». При цьому споживання електроенергії скорочується до мінімуму, але підтримується тиск в парогенераторі. За будь-якої дії оператора машина набуває робочого стану через декількох секунд. Після закінчення робочого дня вона сама вимикається та приводить в робочий стан парогенератор, повертає механізми на початок робочого дня (час задає оператор).

За таким принципом дії працюють найпопулярніші в усьому світі екологічно безпечні утилізатори французького виробництва марки «Т» (у нас відома під маркою «ЕКОС») компанії Ecodas і утилізатор Стеріфлеш (Steriflash) компанії Technologies Environnement et Medical, які мають потужності утилізувати відходи закладів охорони здоров'я від 600 ліжок і більше (рис. 3) [7].



Рис. 3 – Установка Т – 300 «ЕКОС»

Швейцарська компанія DGM Pharma Apparate з 2010 року виробляє

установку для знезаражування медичних відходів DGM M (дві модифікації: M-100 і M-150). Установка унікальна і являє собою автоматичний вертикальний паровий стерилізатор з інтегрованим подрібнювачем блендерного типу, уміщений у декоративний кожух. Крім декоративної функції, кожух має ще одне призначення: під ним під час роботи установки створюється невелике розрідження, що запобігає поширенню неприємних запахів, які неминухо виникають під час нагрівання медичних відходів.

В установку M-100 можна за один раз завантажити 100 літрів відходів, у M-150–150 літрів відповідно. Попередньо сортувати відходи не потрібно. Завантажують відходи вручну, для цього камера нахилиється до оператора. Після завантаження камера набуває робочого вертикального положення, автоматично закривається і починає роботу вакуумний насос, а трохи пізніше – подрібнювач. Після відкачування повітря з камери починається парова стерилізація, яка триває 5 хвилин за температури 134–137 °С. Надалі відходи примусово охолоджуються і на дисплеї з'являється повідомлення про закінчення циклу. За командою оператора кришка камери відчиняється, перевертається та вивантажуються відходи в лоток з нержавіючої сталі.

Для вибору оператора пропонують також програму без подрібнювання, за якою установка працює в режимі парового стерилізатора, що не запускає подрібнювач. Програму призначено для знезараження відходів, які важко подрібнюються: памперси, вологиопоглинальні пелюшки тощо, або для відходів, які можуть пошкодити подрібнювач: масивні металеві вироби або ін. Після перероблення відходи

являють собою стерильну підсушену гомогенну масу з розміром частинок 2–3 мм, які можна збирати, зберігати, транспортувати, знищувати і захоронувати разом з твердими побутовими відходами.

У парових утилізаторах можна переробляти вироби з пластику (планшети, посудини, катетери тощо); вироби зі скла (флакони, пляшки, ампули, предметні стекла, лабораторний посуд та ін.); вироби з гуми (латексу), дерева, паперу та картону; перев'язувальні матеріали; одноразові інструменти (скальпелі, бритви, ланцети, ножиці); чашки Петрі, шприци, голки, коробки з-під голок; гігієнічні прокладки, пелюшки (памперси); контейнери для крові, сечі та їм подібні, а також інші види відходів, за винятком ртутьмісних та інших токсичних компонентів, масивних металевих деталей, джерел радіації, телефонних довідників й інших товстих книжок та значної кількості біомаси – з тієї причини, що при цьому не буде досягнуто епідеміологічної безпеки відходів.

Вузькоспеціалізована техніка. Це техніка, яка може брати участь у процесі позбавлення небезпечних властивостей відходів, але сама собою не здатна забезпечити весь ланцюжок від їх утворення до отримання безпечного продукту. Це подрібнювачі стандартні стерилізатори, деструктори ін'єкційних голок, установки для знезараження та перероблення памперсів, вологиопоглинальних пелюшок тощо.

На українському ринку є не менше десятка деструкторів голок (наприклад польський деструктор «Томекс-С2», настільний прилад розміром з невеликий телефонний апарат, ресурс «спалювача» – не менше як 7000 голок.

На виробничому ринку наявні не

менше двох десятків таких апаратів, але їх мають тільки одиничні (близько восьми на території країни) заклади та установи лікувально-профілактичного профілю.



Рис. 4 – INCO 20 знищувач памперсів

Установки для знезараження та перероблення памперсів і вологиопоглинальних пелюшок побудовано за принципом барабанної пральної машини, яка їх переробляє й обробляє дезінфікуювальним засобом, перетворюючи на компактний конгломерат (INCO 20, Німеччина) (рис. 4) [7].

До вузькоспеціалізованої техніки також можна віднести системи знезараження стічних вод – спеціальні резервуари, які приєднують до каналізаційної системи на виході її з будівлі (підрозділу) для знезараження (хімічними чи фізичними методами) надходжених вод.

Висновки

Отже, при виборі методів знешкодження медичних відходів доцільно звертати увагу на їх морфологічний склад (біологічні рідини, органи, перев'язувальні матеріали, медичні вироби одноразового застосування, одяг, пості-

льна білизна тощо); вид контамінації відходів мікроорганізмами (бактерії, гриби, віруси, спори бацил тощо) та стійкість збудників небезпечних інфекцій до фізичних та хімічних засобів.

Під час застосування технологій спалювання заклади мають враховувати вимоги європейських норм та введені лімітів (ВООЗ, Директива про спалювання відходів № 2000/76/ЄС), які дають змогу організовувати знищення медичних відходів на сучасному рівні, поліпшувати умови праці персоналу та охорону довкілля.

Система вибору оптимальних технологій знезаражування та знешкодження медичних відходів (хімічні, фізико-хімічні, біологічні, термічні та ін.) має гарантувати: епідеміологічну (біологічну) безпеку (ступінь знешкодження небезпечних компонентів відходів); хімічну безпеку (ступінь знешкодження вихідних токсичних компонентів і їх залишкову концентрацію в газоподібних

викидах і твердих або рідких залишках процесу знешкодження відходів); універсальність, ремонтпридатність, простоту в обслуговуванні та експлуатаційну надійність.

Впроваджені сучасні технології утилізування медичних та біологічних відходів мають зважати не тільки на технологічні і фінансові, а й санітарно-гігієнічні, екологічні та естетичні аспекти проблем.

Пріоритетним для оброблення медичних відходів слід вважати метод парової стерилізації (згідно з Програмою ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП)), який екологічно безпечний, надійний та із доповненням спеціальної установки для дроблення дасть можливість відмовитись на робочих місцях від застосування дезінфікувальних засобів, зменшити об'єм і масу утворених відходів, поліпшити умови праці медичного персоналу тощо.

Література

1. Про затвердження Положення про контроль за транскордонними перевезеннями небезпечних відходів та їх утилізацією/видаленням і Жовтого та Зеленого переліків відходів [Електронний ресурс] : Постанова КМУ від 13 липня 2000 р. № 1120 [із змінами і доп., внесеними згідно з Постановами КМ № 1481 від 8.09.2000, № 1518 від 11.10.2002]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1120-2000-п>.
2. Про відходи [Електронний ресурс] : Закон України від 05 берез. 1998 р. № 187/98-ВР [із змінами і доп., внесеними законами України від 16.10.2012 № 5456-VI]. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/187/98-вр>.
3. Якименко В. Б. Управление медицинскими отходами в учреждениях здравоохранения. Принципы и технологии // В. Б. Якименко. – Санкт-Петербург, 2012. – 65 с.
4. Бернадинер И. М. Диоксины и другие токсиканты при высокотемпературной переработке и обезвреживания отходов: учеб. пособие / под ред. М. В. Киселевой. – М.: Изд. дом МЭИ, 2007. – 25 с.
5. Брудников Г. К. Диоксины и родственные соединения как экотоксиканты // Г. К. Брудников // Соросовский журнал. – 1997. – № 8. – С. 34–36.
6. ПеннрамИнвестГрупп [электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://19802.ru.all.biz/>
7. Протокол UNEP/CHW.6/20 от 22 августа 2002 года [электронный ресурс] “Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования биомедицинских и медицинских отходов”, п. 87. – Режим доступа: <http://www.medicalcompany.ru/metamizer>
8. Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами : санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2011. – 31 с.

УДК 502.51:528.8

РЕАЛІЗАЦІЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ УПРАВЛІННЯ ВОДОКОРИСТУВАННЯМ ТА ЕКОЛОГІЧНОЮ БЕЗПЕКОЮ ОЗЕРНИХ ЕКОСИСТЕМ

Радчук І. В.

Інститут телекомунікацій і глобального інформаційного простору НАН
України, м.Київ, Чоколівський бульвар,13, E-mail:
igor.radchuk.v@gmail.com

Представлено результати використання сучасних геоінформаційних технологій, заснованих на використанні даних космічного моніторингу довкілля на прикладі дослідження озерних екосистем Західного Полісся. Для удосконалення процесу прийняття управлінських рішень в галузі водокористування наведено модель регіональної геоінформаційної системи охорони водних ресурсів. *Ключові слова:* просторово-орієнтоване представлення екологічної інформації, векторна картографічна модель, дистанційні методи екологічного моніторингу, температурні аномалії підстилаючої поверхні, регіональна екологічна геоінформаційна система.

Реализации геоинформационных технологий поддержки принятия решений для управления водопользованием и экологической безопасностью озерных экосистем. Представлено результати використання сучасних геоінформаційних технологій, основаних на використанні даних космічного моніторингу довкілля на прикладі дослідження озерних екосистем Західного Полісся. Для удосконалення процесу прийняття управлінських рішень в сфері водопользования приведено модель регіональної геоінформаційної системи охорони водних ресурсів. *Ключевые слова:* пространственно-ориентированное представление экологической информации, векторная картографическая модель, дистанционные методы экологического мониторинга, температурные аномалии подстилающей поверхности, региональная экологическая геоинформационная система

GIS-technologies for decision making in context of water-resource management and ecological safety of limnological ecosystems. Results of using actual GIS technologies based on remote sensing decisions in environmental monitoring for limnological ecosystems of Western Polissya are presented. Model of regional geographic information system for water-resourcing ecological safety has represented for improving decision-making in water-resources management. *Keywords:* spatial-oriented representation of environmental information, vector cartographic model, remote sensing for environmental monitoring, land surface temperature anomalies, regional environmental geographic information system

В умовах стабільно високого рівня техногенного навантаження на територію України все більшого значення набуває розробка та впровадження ре-

гіональних (обласних) автоматизованих інформаційних систем управління природокористуванням та охороною довкілля, головним завданням яких є