

екології та природних ресурсів України, 2011. – 14 с.

5. Turlough, F.G. The extraction of aged polycyclic aromatic hydrocarbon (PAH) residues from a clay soil using signification and a soxhlet procedure: a comparative study

[Text] / F.G. Turlough // Journal of Environmental Monitoring. – V. 001. – 1999. – P.63-67.

6. Крикунов В.Г. Грунтознавство. Лабораторний практикум / [Крикунов В.Г., Кравченко Ю.С., Криворучко В.В., Крикунова О.В.]. - Біла Церква, 2003. – 166 с.

УДК 504:61

Зайцева В. Г., Пономарьов К. С., Нестеренко О. В.

Харківський національний університет будівництва та архітектури

ПРОБЛЕМИ БЕЗПЕКИ ЯДЕРНО-ПАЛИВНОГО ЦИКЛУ ДЛЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ЛЮДИНИ

Вступ. На даний час у світі експлуатуються 442 атомних реактора на 192 атомних електростанціях, загальна потужність станцій близько 374993 МВт (16 % виробленої електроенергії у світі). За прогнозами МАГАТЕ в 2030 р. буде експлуатуватися близько 700 ядерних реактора [1]. В Україні на сьогодні атомна енергетика також є базовою у виробництві електроенергії, в 2012 р. вклад атомної енергетики склав 46 % від загального виробництва електроенергії в країні, загальна потужність атомних електростанцій (АЕС) склала 13107 МВт, а в 2014 р. за літньо-осінній період виробництво електроенергії на АЕС перевищило 50 % загального виробництва у зв'язку зі зниженням потужності теплоенергетики спричиненим бойовими діями і нестачею палива. Також в Україні заплановано будівництво 11 нових енергоблоків до 2030 р. [2]. Така стрімка тенденція розвитку атомної енергетики не може не викликати занепокоєння екологів. Твердження про те, що атомна енергетика є екологічно небезпечною потребує детального аналізу та вивчення. Адже виробництво електроенергії на атомних електростанціях - це лише частина ядерно-паливного циклу, і якщо розглядати екологічні аспекти ядерної енергетики, то треба проаналізувати усі етапи ЯПЦ і лише тоді можна побачити реальний вплив на навколишнє середовище.

Як показує досвід, атомна енергетика є дуже залежною від економічного стану в країні, також значущим фактором ризику

є нестабільність в соціальному плані в країні. Кризовий соціальний та економічний стан може призвести до незворотних екологічно небезпечних наслідків, тому питання екологічної безпеки ЯПЦ є дуже актуальним питанням як для нашої країни, так і для світу.

Мета і задачі. Аналіз проблем безпеки ЯПЦ та шляхів зменшення їх негативного впливу на навколишнє середовище та людину.

Результати досліджень. Ядерно-паливний цикл (ЯПЦ) включає в себе декілька етапів:

- добування уранової руди і вилучення з неї урану;
- процеси переробки уранової сировини в готове уранове паливо;
- використання його при глибокому вигоранні в ядерних реакторах;
- транспортування і хімічна регенерація виробленого палива;
- очистка його від радіоактивних відходів і сумішей;
- безпечне довічне захоронення, а також можливе повернення регенованого урану і накопиченого у відпрацьованому паливі плутонію в паливовміщуючу систему ядерної енергетики.

ЯПЦ дуже складний, дорогий, енергоємний процес. Кількість радіоактивних відходів (РАВ) зростає на кожному етапі ЯПЦ. Розробка родовищ радіоактивної руди негативно впливає на стан навколишнього природного середовища: зміню-

ється гідрологічний режим території, забруднюються ґрунти, вода, атмосфера радіонуклідами, ураном-235 і 238, родоном-226 і 228, які мають довгий період напіврозпаду, віддалені наслідки накопичення яких в навколишньому середовищі з порушенням природного рівноуваженого радіаційного фону. Радіоактивний дрібний пил легко переноситься повітрям, отруюючи поля, посіви, водойми. При видобуванні і подрібненні уранової руди з'являються гори відвальних порід в основному

у вигляді дрібного піску, змішаного з природними радіоактивними нуклідами, що також створює небезпеку для здоров'я людини. Розробка родовищ радіоактивної руди має багато шляхів впливу (рис. 1) на навколишнє середовище та людину.

В процесі ядерної реакції вигорас тільки від 0,5 до 1,5 % ядерного палива, тобто 99,5 – 38,5 % палива йде у відходи, які необхідно захоронити після хімічної переробки на радіохімічних заводах.

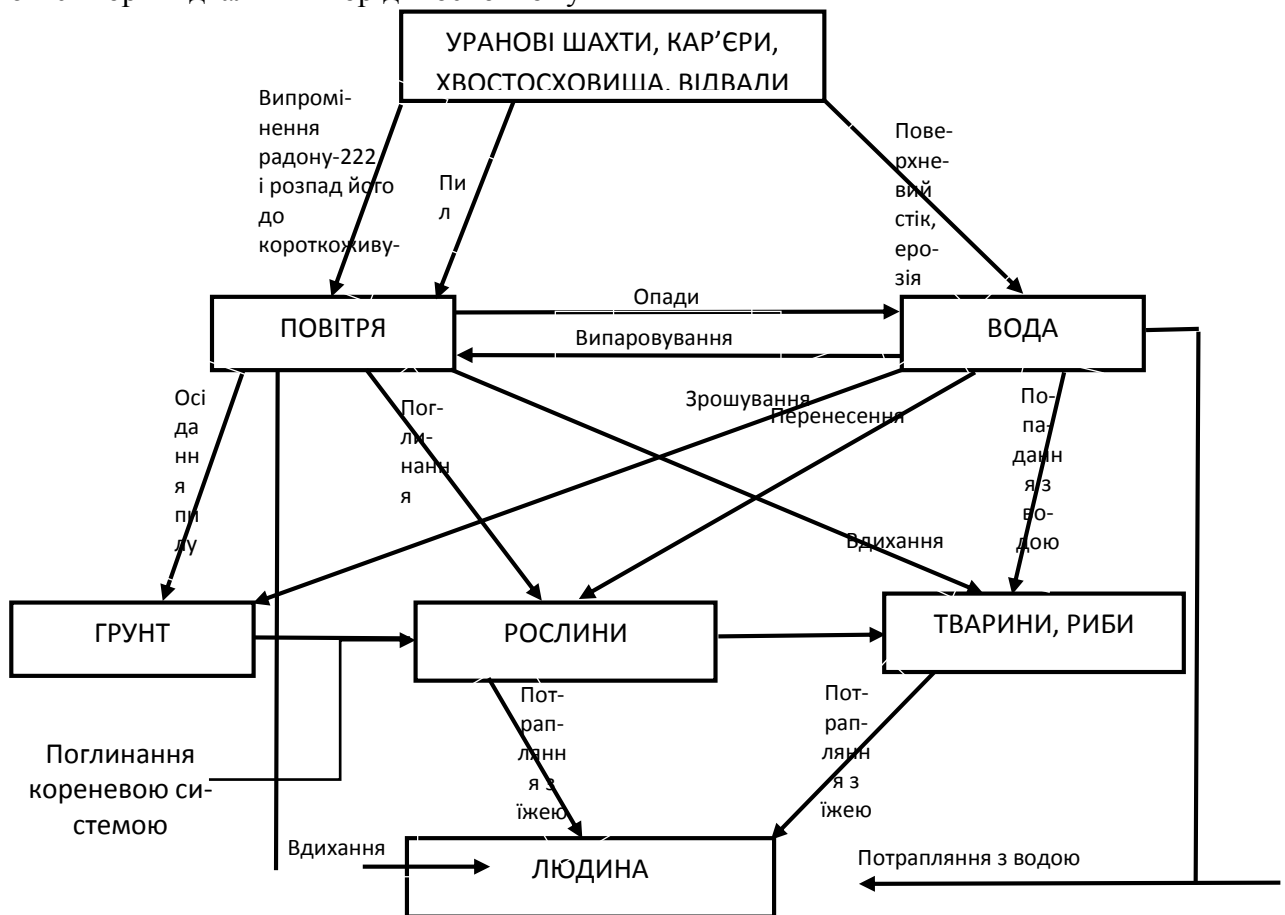


Рис. 1. Шляхи надходження радіоактивного забруднення в навколишнє середовище та людину

Вчені вважають відроблене ядерне паливо найціннішим продуктом. [3]. Приймаючи його навіть з інших країн на захоплення, можна отримати значні кошти для вирішення соціальних проблем. В останні роки світова спільнота в деяких країнах Західної Європи, Японії та ін. виступає проти будівництва і введення в експлуатацію атомних електростанцій (АЕС), демонтаж яких в майбутньому буде ще більш складним, ніж їх будівництво.

Збільшення кількості блоків на українських АЕС та продовження строку експлуатації існуючих блоків, як заплановано урядом України в Енергетичній стратегії розвитку паливно енергетичного комплексу до 2030 року призведе лише до збільшення радіоактивних відходів і нових ризиків для населення. У місті Дніпродзержинську, Дніпропетровської області накопичено 42 млн тон радіоактивних відходів, які лишилися місту після виробництва зі збагачення урану. Урядова програма з

безпечного захоронення відходів чинна з 2003 року, але досі нічого з передбаченого нею не виконано, більше того, знайдені нові радіоактивні захоронення на території міста.

Всього Україна накопичила 120 млн м³ твердих та рідких відходів. Переробка 1 дм³ за світовими цінам коштує 50 \$. Це означає, що Україна має витратити не менше 60 трлн.\$ на умовно безпечно зберігання цих відходів. Таким чином, проблема перекладається на майбутні покоління [4].

Існує твердження, що розвиток атомної енергетики сприяє зменшенню викидів парникових газів. Але численні дослідження показали, що найефективнішим шляхом зменшення викидів шкідливих газів є скорочення потреб у енергії. Отже найнижчі викиди парникових газів виявляються не там, де використовується найбільше ядерної енергії, а там, де ріст потреби в енергії мінімізовано.

Зараз широкого впровадження набувають альтернативні джерела енергії. Вартість відновлюваних джерел постійно падає: за останні 10 років ціна за 1 кВт електроенергії від вітрових турбін впала на 50 %, а від сонячних колекторів на 30 %. Ціни на ядерну енергію зростають, незважаючи на те, що ядерна енергетика багато субсидується протягом останніх 50-ти років. Деякі кошти були виключені з вартості ядерної енергії завдяки державним субсидіям. Конкурентоздатність ядерної енергетики в першу чергу визначається ЯПЦ а саме вартістю ядерного палива. Забезпечення максимальної незалежності від зовнішніх постачальників, та максимальне використання власних ресурсів в організації виробництва ядерного палива для атомних електростанцій – важливий крок у формуванні конкурентної вартості ядерного палива.

Відновлювальні джерела енергії також можуть збільшити різноманіття на енергетичному ринку, здатні забезпечити довготривалі потреби в енергії і можуть використовуватися в сільських і малорозвинених місцевостях, що не під'єднані до мереж електро- та газозабезпечення [5].

Порівняльний аналіз викидів парникових газів усього циклу виробництва електроенергії різними формами отримання електроенергії. Оцінка, зроблена Екологічним інститутом (Öko Institute) в Німеччині була однією з найповніших. Вона базується на 10-річних дослідженнях в базі даних Глобальної моделі викидів для інтегрованих систем (Global Emission Model for Integrated Systems). Результати представлені в таблиці 1, де загальні викиди за весь цикл додають разом і суму ділять на загальну кількість електроенергії, що була вироблена за період роботи станції: результат показує загальні викиди парникових газів на 1 кВт год електроенергії.

Таблиця 1 - Емісія парникових газів залежно від типу виробництва електроенергії [5]

Метод виробництва енергії	Викид парникових газів (г CO ₂ -екв/кВт год)
Вітрова	20
Гідроелектрична	33
Ядерна	35
Газового комбінованого циклу	≈ 400
Вугільна	≈1000

З поданих вище даних можна зробити висновок, що ядерна енергетика викидає приблизно таку ж кількість парникових газів, як і при використанні відновних джерел енергії, але набагато менше, ніж при використанні викопного палива: в 12 разів менше, ніж газові електростанції і майже в 30 разів менше від вугільних електростанцій. Більшість з викидів ядерної енергетики утворюється при видобуванні урану, його транспортуванні і збагаченні. Вказані процеси необхідні, щоб уран був придатний для використання як паливо. Викиди, які можуть утворитися при виведенні реактора з експлуатації, напевне, не враховані в цьому аналізі, бо практично вони будуть значно більші, ніж теоретично [5].

Складність і потенційна небезпека ядерної енергетики вище в порівнянні з електростанціями, які спалюють нафтопродукти і природний газ [6].

Особливо актуальним питанням є надійність збереження і захоронення радіоа-

ктивних відходів, які ще не достатньо вивчені, дуже складні і небезпечні. Існує декілька проектів довгострокових сховищ. Але поки що усі ці роботи по створенню споруд для захоронення РАВ знаходяться на стадії досліджень, а гори смертельно-небезпечних ядерних відходів зростають не тільки в Україні, але й в інших країнах світу з кожним часом. Україна свої РАВ передає Росії на переробку. Конструкція підземних сховищ-складів РАВ ще тільки проходить стадію вивчення і дослідної перевірки. Операція по захороненню РАВ передбачає наявність складних інженерних споруд і призводить до відчуження значних територій [7], що може призвести до небезпечних змін в екосистемі.

Висновок. Дослідивши переваги та недоліки атомної енергетики, сучасний стан енергетичної галузі, можна сказати, що стійкий розвиток енергетики може ґрунтуватись на комплексному використанні всіх наявних ефективних енергетичних технологій, у тому числі й ядерної, для досягнення найбільшої ефективності, екологічності та надійності енергетичної галузі. І може в майбутньому ми зможем зовсім відмовитись від атомної енергетики замінивши її більш екологічні. На даний час екологічна безпека атомної енергетики – це питання, яке потребує сумісного вирішення при участі всіх країн з атомною енергетикою. Країни, в яких на кожному етапі ЯПЦ впроваджуються більш екологічні новітні технології, розвинена нормативна база, фінансуються і впроваджуються програми з покращення екологічного стану, повинні ділитись своїм досвідом з іншими країнами, які мають менш розвинену атомну енергетику, бо наслідки від катас-

троф в атомній енергетиці, як показує досвід, не обмежуються кордонами однієї країни.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Шматков Г. Г. Экологические аспекты ядерно-топливного цикла, уроки «Фукусимы» или энергетическая ловушка для Украины / Г. Г. Шматков // Экология і природокористування. – Дніпропетровськ: НАНУ, 2012. – Вип. 15. – С. 174 – 178.
2. Nuclear Power in Ukraine [Електронний ресурс] / World Nuclear Association: [сайт]. – Режим доступу: <http://world-nuclear.org/info/Country-Profiles/Countries-T-Z/Ukraine>. – Название с экрана. (Дата звернення 27.11.2015).
3. Культура безпеки в ядерній енергетиці: Підручник. / В. В. Бегун, С. В. Широков, С. В. Бегун, Є. М. Письменний, В. В. Литвинов, І. В. Казачков. – К., 2012. – 539 с.
4. Ядерна енергетика зумовлює проблему радіоактивних відходів [Електронний ресурс] // Атомна енергетика в Україні 2007-2014: [сайт]. – Режим доступу: <http://atom.org.ua/?p=176>. – Назва з екрану. (Дата звернення 26.11.2015).
5. Ядерна енергетика не в силах вирішити проблему змін клімату / Ядерний монітор. Спеціальний випуск видання Світової інформаційної служби з енергетики (WISE) та Інформаційного центру з ядерної енергетики (NIRS). – Рівне: ММГО «Еко-клуб», 2005. - № 3 (18). – 32 с.
6. Ядерный топливный цикл отходов [Электронный ресурс] // Экология и атомная энергетика: [сайт]. – Режим доступу: http://www.ecoatominf.ru/publishs/BN800/BN800_6.htm. – Название с экрана. (Дата звернення 27.11.2015).
7. Маргулис У. Я. Атомная энергия и радиационная безопасность. [Текст] / У. Я. Маргулис. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Энергоатомиздат, 1988. - 224 с.