

ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АТОМНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ В КОНТЕКСТІ ПРОБЛЕМ БЕЗПЕКИ

Досліджено потенціал атомної енергетики у мінімізації наслідків глобальної зміни клімату. Проаналізовано вплив експлуатації атомних станцій на стан довкілля. Розглянуто стан та перспективи розвитку атомної енергетики України та заходи щодо забезпечення екологічної безпеки.

Ключові слова: атомна енергетика, АЕС, зміна клімату, екологія, Україна.

Исследован потенциал атомной энергетики в минимизации последствий глобального изменения климата. Проанализировано влияние эксплуатации атомных станций на состояние окружающей среды. Рассмотрены состояние и перспективы развития атомной энергетики Украины и меры по обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: атомная энергетика, АЭС, изменение климата, экология, Украина.

The potential of nuclear energy in minimizing the effects of global climate change has explored. The influence of the work of nuclear power plants on the environment has analyzed. The development and prospects of nuclear energy in Ukraine and measures to ensure ecological safety have investigated.

Key words: nuclear power, nuclear power plants, climate change, ecology, Ukraine.

Після аварії на японській АЕС «Фукусіма» дискусії щодо доцільності використання атомної енергії спалахнули з новою силою. У той час, як деякі країни світу обрали курс на скорочення атомної енергетики (Італія, Німеччина, Швейцарія), інші (Іран, Венесуела, Таїланд) заявили про намір у найближчому майбутньому відновити її розвиток. Згідно з деякими прогнозами, за певних обставин такі країни, як Польща, Румунія, Чехія, Словаччина, Болгарія, Словенія та Литва здатні стати локомотивами «атомного ренесансу» в ЄС [1]. В Україні атомна енергетика є базовою складовою енергозабезпечення. Беручи до уваги її вирішальну роль у боротьбі за енергетичну незалежність України, варто очікувати в майбутньому зростання її частки в енергетичному балансі країни. Це

актуалізує дослідження екологічних аспектів атомної енергетики, які можуть виступати як стимулюючим, так і стримуючим фактором її розвитку.

Вивченню впливу будівництва і експлуатації атомних станцій на довкілля присвячена низка праць як закордонних фахівців (Т.А. Моргулова, В.В. Бадяєва, Х. Блікса), так і вітчизняних (С.В. Барабашева, Г.В. Лисиченко, В.А. Мадяренко, О.О. Попова, М.В. Топольницького, А.Г. Бевзи, К.С. Маркевича, В.О. Омельченко). Головна увага в них приділяється наслідкам експлуатації АЕС для довкілля і здоров'я населення; натомість екологічні аргументи розвитку цього сектору висвітлюються досить побіжно. Метою даної статті є аналіз екологічних аспектів атомної енергетики як з точки зору аргументації розвитку цього сегменту, так і з урахуванням потенційних ризиків негативного впливу на довкілля.

Незважаючи на багаторічні дискусії щодо ризиків експлуатації об'єктів «мирного атома», останніми роками розвиток світової атомної енергетики характеризується позитивними тенденціями. За даними Міжнародного енергетичного агентства (МЕА), сьогодні на атомну енергетику припадає 11,5% світового виробництва електроенергії; у 30 країнах світу працює 449 атомних станцій, причому за останні два роки в експлуатацію було введено 20 нових реакторів [2]. За даними Всесвітньої ядерної асоціації, станом на 1 грудня 2016 р., перше місце з виробництва ядерної енергії у світі посідають США (близько 100 ГВт), Франція (понад 60 ГВт), Японія (дещо більше 40 ГВт) та Китай (понад 26 ГВт) [3, с. 6-7]. Експерти прогнозують, що трендом найближчого десятиліття стане зростання попиту на атомну енергію.

Це обумовлено низкою таких факторів, як зростаюча потреба в енергоресурсах у зв'язку зі збільшенням населення, загострення конкуренції за доступ до сировинних ринків, нестабільність ситуації у деяких країнах – експортерах нафти і газу, зменшення запасів традиційних енергоносіїв та зростання цін на них, прагнення деяких країн мінімізувати залежність від зовнішніх факторів енергозабезпечення, значне забруднення довкілля внаслідок викидів парникових газів (ПГ). Якщо у ХХ ст. головними

аргументами розвитку атомної енергетики були економічні, то на початку XXI ст. зростає вага екологічних. Науково доведено, що атомна енергетика практично не виробляє двоокису сірки, аерозолів, окису азоту, летких органічних сполук або парникових газів. У рамках повного ядерного енергетичного ланцюжка – від видобутку ресурсів до утилізації відходів, включаючи спорудження реактора і установки, викидається тільки 2-6 г. вуглецевого еквівалента на кіловат-годину (Секв / кВт-годину). Це майже стільки ж, скільки дають вітроенергетика і сонячна енергетика, включаючи будівельні роботи та виготовлення компонентів. Як результат, використання атомної енергії дозволяє уникнути викидів близько 2 млрд тонн вуглекислого газу щороку, що є еквівалентом усунення 400 млн автомобілів з дороги на рік. У країнах ОЕСР використання атомної енергетики протягом 35 років забезпечило найбільшу частку скорочення інтенсивності викидів вуглецю на одиницю виробленої енергії [4].

Під час міжнародних зустрічей, що відбуваються в рамках ООН, постійно наголошується на тісному зв'язку атомної енергетики зі сталим розвитком. Мінімізація наслідків зміни клімату шляхом зменшення викидів ПГ розглядається як один із шляхів досягнення Цілей сталого розвитку 2030. Паризька угода, підписана у 2016 р. 175 країнами світу згідно до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату (вона закликає обмежити зростання світового середнього показника температури значно нижче 2°C) відкриває перспективи для подальшого розвитку атомної енергетики. Очевидно, що зменшення поточного рівня викидів і суттєва декарбонізація глобального енергетичного сектору неможлива без розвитку більш чистих у порівнянні з вугіллям, нафтою і газом енергоджерел, до яких належить атомна енергетика. Генеральний директор МАГАТЕ Юкія Аmano вважає зміну клімату найбільшим екологічним викликом нашого часу, а атомну енергетику – однією з найефективніших технологій зменшення викидів вуглецю, що може відіграти важливу роль у пом'якшенні її наслідків [5]. Спеціалісти НАЕК «Енергоатом» підраховали, що якби в

Україні діючі АЕС замінили тепловими енергогенеруючими підприємствами, то рівень щорічних викидів парникових газів збільшився б на 30% [6].

Водночас не варто скидати з рахунку негативний вплив, який АЕС здійснюють на довкілля (тепловий, радіаційний, хімічний і механічний). Він виявляється у регіональних змінах кліматичних умов у зв'язку з концентрацією великих обсягів теплових викидів на порівняно невеликих територіях, отруєнні повітряного басейну викидами пилу, забрудненні територій шлаками, що містять радіоактивні речовини, стоку поверхневих і ґрунтових вод з вмістом хімічних і радіоактивних компонентів; зміні характеру землекористування й обмінних процесів у безпосередній близькості від АЕС та мікрокліматичних характеристик прилеглих районів. Більш локальні, але не менш неприємні наслідки – загибель озер та рік через неочищені радіоактивні стоки промислових підприємств. Значну небезпеку для живих істот та популяцій організмів у екосистемах представляють аварії на підприємствах хімічної, атомної промисловості, при транспортуванні небезпечних і шкідливих речовин, їх утилізації. Однією з проблем, з якою зіштовхнулася вже низка країн, є закінчення терміну експлуатації багатьох блоків АЕС. Сьогодні з усіх діючих реакторів АЕС у світі майже половина експлуатуються у понадпроектний термін. Згідно з даними МАГАТЕ, у 112 енергоблоків найближчим часом планується подовжити термін експлуатації.

Беручи до уваги вказані негативні аспекти розвитку атомної енергетики, можна констатувати, що важливим питанням, яке постає у зв'язку з розвитком атомної енергетики, є екологічна безпека. Саме цей аспект визначає рішення низки країн зменшити частку атомної енергії в енергетичному балансі, що передбачає поступове закриття атомних електростанцій.

В усьому світі на АЕС постійно проводяться роботи з підвищення безпеки, які враховують уроки аварії на Чорнобильській АЕС та АЕС «Фукусіма», що охоплюють підвищення ефективності глибокоешелонованого захисту; зміцнення потенціалу аварійної готовності

та реагування; захист населення і довкілля від іонізуючих випромінювань. Базовим документом зі зміцнення інфраструктури ядерної безпеки, що проводиться державами та іншими відповідними організаціями, є Плани дій МАГАТЕ з ядерної безпеки, прийняті у 2011 та 2014 рр. Вони спрямовані на визначення програм роботи для посилення глобальної ядерної безпеки, у тому числі, шляхом покращення взаємодії між регулятором та оператором, аварійної готовності та спроможності до реагування; засвоєння уроків аварії на АЕС Фукусіма-Даїчі. У рамках цих документів заплановано провести національні оцінки проектів АЕС на стійкість до надзвичайних природних подій і запровадити заходи у разі необхідності. МАГАТЕ взяла на себе обов'язок розробити методологію проведення оцінки безпеки та надавати підтримку країнам-членам у її проведенні та опрацюванні результатів шляхом організації оглядових місій. Країни мають вжити заходів для забезпечення незалежності регулюючих органів, їх належного фінансового та ресурсного забезпечення і відповідну науково-технічну підтримку, створити умови для проведення на регулярній основі оціночних місій МАГАТЕ з комплексного огляду регулюючої діяльності – IRRS. Також країни повинні забезпечити покращення систем управління якістю, належне управління людськими ресурсами, підвищення культури безпеки, посилення науково-технічних можливостей експлуатуючих організацій. МАГАТЕ працює у напрямі перегляду існуючих стандартів безпеки з метою підвищення їх ефективності та приведення у відповідність до сучасних реалій. Велике значення надається створенню необхідної ядерної інфраструктури на основі діючих стандартів та керівництв МАГАТЕ, посиленню спроможності станцій, зокрема організації постійного навчання експертів та їх участі в практичних тренінгах для забезпечення достатньої кількості кваліфікованих фахівців, що відповідають за питання безпеки та використання ядерних технологій. Захист населення та навколишнього середовища від іонізуючого випромінювання передбачає використання наявних національних знань і досвіду, включаючи відновлення забруднених територій в пост-аварійний

період. Згідно до цих планів, МАГАТЕ має надавати допомогу та сприяння науково-дослідним інститутам у проведенні досліджень з питань ядерної безпеки, технологій та інженерних рішень і забезпечувати максимальне поширення результатів таких досліджень серед зацікавлених країн [7, с. 1-14]. Цей план вказує на значну увагу, яку міжнародна спільнота приділяє посиленню безпеки атомних станцій.

В енергетичному секторі України атомні електростанції займають провідне місце, забезпечуючи понад 50% вироблення електроенергії. За сумарною потужністю своїх реакторів вона посідає 8-е місце у світі і 5-е – в Європі. Однак їхня експлуатація пов'язана з низкою екологічних проблем. До них можна віднести: утилізацію радіоактивних відходів; великі об'єми теплових забруднень; закінчення терміну дії низки атомних блоків. Не слід забувати і про значне радіаційне забруднення 30-км зони Чорнобильської АЕС, яка потребує відновлення і поступового введення в господарський обіг.

Розвиток атомної енергетики є однією з важливих умов економічного зростання України. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. передбачає досягнення таких цілей: підвищення безпеки, надійності та ефективності діючих АЕС та продовження експлуатації АЕС в понадпроектний термін. Планується, що частка атомних електростанцій в загальному балансі виробництва електроенергії складе 52,1%. Досягнення цієї мети буде залежати не лише від фінансово-економічних, а і від екологічних чинників та безпечної роботи атомних об'єктів [8].

Після аварії на Чорнобильській АЕС на діючих атомних станціях України була реалізована низка програм з підвищення рівня їх експлуатаційної безпеки. Згідно до висновків міжнародних експертів, на сьогодні він відповідає світовому рівню безпеки АЕС того ж покоління. Відповідно до постанови Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2011 р. №1270 в Україні здійснена Комплексна (зведена) програма підвищення безпеки АЕС України та додаткові заходи, що рекомендовані за висновками Національного звіту України щодо результатів проведення «стрес-тестів» для

АЕС України. Підвищення надійності та ефективності експлуатації станцій заплановано, зокрема, шляхом заміни певного застарілого обладнання, реалізації відповідних заходів для скорочення тривалості ремонтів, збільшення міжремонтних інтервалів, переходу на роботу з підвищеною потужністю, зниження втрат при виробництві електроенергії на АЕС. Передбачається, що внаслідок цих заходів до 2030 р. середньорічний КВВП енергоблоків діючих АЕС підвищиться до 78-80%, середньорічний КВВП нових енергоблоків буде на рівні 82-85% [9].

Всього ж в Україні експлуатують 15 енергоблоків загальною потужністю 13,835 ГВт на чотирьох АЕС: 6 – на Запорізькій, 4 – на Рівненській, 3 – на Південно-Українській та 2 – на Хмельницькій. 12 із них введено в експлуатацію кілька десятиліть тому, ще за часів СРСР. Відповідно, їх проектні (30-річні) експлуатаційні терміни добігли кінця або близькі до закінчення. Відповідно до цього, 8 грудня 2015 р. колегія Держатомрегулювання ухвалила рішення подовжити на 10 років термін експлуатації окремих енергоблоків. Враховуючи досвід подовження експлуатації енергоблоків №1, №2 Рівненської АЕС та закордонний досвід, передбачається виконання заходів із заміни застарілого обладнання, переоцінки безпеки та інших заходів, що дозволять прийняти рішення щодо подовження терміну експлуатації вказаних енергоблоків на 20 років із забезпеченням підтвердження дотримання всіх параметрів безпеки через 10 років після прийняття відповідного рішення. Загалом у період до 2030 р. має бути забезпечено виконання заходів та прийняття рішень щодо подовження експлуатації 11 діючих енергоблоків загальною потужністю 11 ГВт на 20 років понад терміни, передбачені вихідними проектами [8].

Це завдання актуалізує питання поводження з енергоблоками після цієї дати. На даний момент в Україні розробляються такі варіанти, як демонтаж (негайне вивільнення території); безпечне зберігання (відкладений демонтаж); накриття блоків саркофагами. Україна вже має унікальний досвід з упровадження проекту «Укриття» та його накриття конфайнментом у

вигляді арки. Основна функція нового саркофага полягає в обмеженні поширення радіоактивних речовин, що залишилися в об'єкті «Укриття». Конструкція має проектний термін експлуатації 100 років і обійшлася в 1,5 млрд євро. За наявною на сьогодні стратегією, всі радіоактивні речовини, які будуть витягнуті з-під арки, мають після певного оброблення захоронити в глибоких геологічних формаціях. Однак жодна країна світу не має технічних рішень, які б дозволили здійснити демонтаж і вилучення уламків зруйнованого четвертого блоку. Тому Україна має активізувати як науковий пошук, так і міжнародне співробітництво у цій царині.

Стосовно роботи діючих в Україні атомних станцій, то вони щорічно проходять і підтверджують сертифікацію TÜV Nord Cert на відповідність екологічним вимогам міжнародної організації зі стандартизації (ISO). Стан довкілля навколо станцій перебуває під пильним контролем фахівців-екологів. Безперервний моніторинг за ним здійснюється за допомогою автоматизованої системи екологічного моніторингу АСКРО, яка дозволяє регулярно відстежувати вміст радіоактивних речовин у водоймах, атмосфері та ґрунтах. Національна атомна енергогенеруюча компанія «Енергоатом» постійно проводить транскордонні консультації відповідно до процедур Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті (Конвенції Еспо) із представниками зацікавлених закордонних країн. Також періодично відбуваються публічні обговорення питань реалізації Комплексної (зведеної) програми підвищення безпеки (КзПБ), яка розрахована на 2011-2020 рр., і Плану екологічних та соціальних заходів (ПЕСЗ) КзПБ.

В Україні досить гостро стоїть проблема утилізації ядерних відходів. На даний момент тільки Запорізька атомна електростанція має власне сховище для відпрацьованих ТВЕЛів. ТВЕЛи з інших атомних електростанцій вивозять до Росії. Існують плани побудувати сховище для відпрацьованих ТВЕЛів у Чорнобильській 30-кілометровій зоні, адже вона ще довго буде непридатною для життя людей. У листопаді 2017 р. на цій

території розпочалось будівництво Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива (ЦСВЯП), яке дасть змогу знизити залежність від Росії та заощадити значні кошти. Наприклад, з моменту ініціації проекту ЦСВЯП (2005 р.) і до сьогодні Україна витратила близько 2 млрд доларів США на вивезення ВЯП до РФ для тимчасового зберігання [10].

До стратегічних завдань розвитку атомної енергетики в Україні належить також добудова енергоблоків №3 та №4 Хмельницької АЕС, готовність яких оцінюється у 75% (№3) і 25% (№4). Техніко-економічне обґрунтування завершення будівництва вже пройшло державну експертизу і було відредаговано з урахуванням використання реакторної установки виробництва чеської компанії «Skoda». НАЕК «Енергоатом» планує завершити будівництво та ввести в експлуатацію третій енергоблок ХАЕС у 2025 р. із залученням чеського фінансування та чеських технологій.

Отже на початку XXI століття атомна енергетика все частіше розглядається як один з механізмів впровадження сталого екологічно збалансованого розвитку та мінімізації наслідків глобальної зміни клімату, що дозволяє стверджувати про потенційну можливість більш швидкого розвитку цього сегменту глобальної економіки. При цьому на перший план виходять проблеми екологічної безпеки та усунення потенційних загроз експлуатації АЕС для довкілля і здоров'я людини.

Використані джерела та література

1. Ядерна енергетика у світі та в Україні: поточний стан та перспективи розвитку. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://old.razumkov.org.ua/upload/2015_atom-1.pdf
2. World Energy Outlook 2017. – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2017SUM.pdf>
3. World Nuclear Performance Report 2017 – Asia Edition. – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.world-nuclear.org/getattachment/Our-Association/Publications/Online-Reports/World-Nuclear-Performance-Report-2017-Asia-Edition/world-nuclear-performance-report-2017-asia.pdf.aspx>

4. Climate change and nuclear power 2016. – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/CCANP16web-86692468.pdf>
5. Звіт МАГАТЕ підтверджує необхідність включення атомної енергетики до політики пом'якшення зміни клімату. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.energoatom.kiev.ua/ua/press/educational_projects/friendly_nuclear/44225-zvt_magate_pdtverdju_neobhdnst_vklyuchennya_atomno_energetiki_do_poltiki_pomyakshennya_zmni_klmatu/
6. Екологічна безпека як головний принцип роботи РАЕС. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://www.energoatom.kiev.ua/ua/actvts/nuclear/ecology/44921-ekologchna_bezpeka_yak_osnovniyi_printcip_roboti_raes/
7. Nuclear Security Plan 2014–2017. – [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www-ns.iaea.org/downloads/security/nuclear-security-plan2014-2017.pdf>.
8. Енергетична стратегія України на період до 2030 р. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/n0002120-13>
9. Про затвердження Комплексної (зведеної) програми підвищення рівня безпеки енергоблоків атомних електростанцій. – [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1270-2011-%D0%BF>
10. Будівництво Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива - розпочалось! – [Електронний ресурс]. – Режим доступу:
http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245253066&cat_id=245070653