

Централізованому
сховищу зберігання
відпрацьованого
ядерного палива
для українських
АЕС бути!
Ст. 2

«СВЯП-2»:
затяжний фініш
об'єкта
Ст. 9

П'ять проблем із
РАВ
Ст. 12



АТОМПРОМ УКРАЇНИ

№4 липень-вересень 2017



Тема числа

ПОВОДЖЕННЯ ІЗ ВЯП І РАВ

ЦЕНТРАЛІЗОВАНОМУ СХОВИЩУ ЗБЕРІГАННЯ ВІДПРАЦЬОВАНОГО ЯДЕРНОГО ПАЛИВА ДЛЯ УКРАЇНСЬКИХ АЕС БУТИ!

В Україні офіційно стартувало будівництво Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива. 6 липня 2017 року НАЕК «Енергоатом» отримав ліцензію Державної інспекції ядерного регулювання України на право провадження діяльності на етапах життєвого циклу «будівництво та введення в експлуатацію ядерної установки» – Централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій (ЦСВЯП). Місцем будівництва згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 5 жовтня 2016 року № 721-р визначена зона відчуження Чорнобильської АЕС.



Ольга КОШАРНА,
Директор з питань інформації
та зв'язків з громадськістю
Асоціації «Український
ядерний форум»

Шлях до ліцензії – 12 років

За місяць до цієї події КМУ своїм розпорядженням №380-р від 7 червня затвердив проект «Будівництво централізованого сховища відпрацьованого ядерного палива реакторів типу ВВЕР вітчизняних атомних електростанцій». Проектом передбачено 15 пускових комплексів загальною кошторисною вартістю 37,2 млрд. грн., які будуть реалізовані протягом 50 років. Найдорожчий з них – перший пусковий комплекс вартістю 4,460 млрд. грн., оскільки до цієї суми входить вартість спорудження усієї необхідної інфраструктури ЦСВЯП.

До цього дня Україна пройшла тернистий шлях довжиною понад 12 років, що минули з дня підписання контракту з Holtec International. «Ми пройшли дуже складний шлях законодавчого врегулювання всіх питань із забезпечення будівництва нового ядерного об'єкту державного значення, усі процедури, які були ухвалені на законодавчому рівні вже після підписання контракту. І пройшли успішно. Незважаючи на внутрішньополітичну ситуацію в державі, яка постійно змінювалася, та неоднозначне ставлення до сховища з боку різних політичних сил, які використовували його у своїх передвиборчих програмах, у 2012 році було завершено процес законодавчого оформлення проекту – Верховна Рада України ухвалила Закон про будівництво ЦСВЯП», – відзначив президент НАЕК «Енергоатом» Юрій Недашковський під час отримання ліцензії.

Контракт на будівництво ЦСВЯП між Енергоатомом і переможцем відповідного тендеру компанією Holtec International був підписаний ще у 2005 році, проте з ряду причин, у тому числі через зміну політичної кон'юнктури, проект довгий час був фактично заморожений. Реальна робота за цим проектом відновилася у 2014 році.

Економія – 200 млн. доларів і паливо для наступних поколінь

Централізоване сухе сховище відпрацьованого ядерного палива планується розташувати на території в 18,2 га в Чорнобильській зоні, де буде встановлено 458 контейнерів для зберігання 16530 відпрацьованих паливних збірок з Південно-Української, Рівненської та Хмельницької АЕС.

Перші контейнери з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП) планується доставити на майданчик вже на початку 2019 року. Через відсутність

власного сховища Україна змушена щороку витрачати близько 200 млн. дол. на оплату послуг з вивезення та переробки відпрацьованого ядерного палива на території Росії. Всього за роки незалежності наша країна витратила на вивезення палива понад 2 млрд. доларів, тоді як ці кошти можна було спрямувати на будівництво власного Централізованого сховища відпрацьованого палива.

Контракт на будівництво сховища реалізовує американська компанія Holtec International, що має величезний досвід у спорудженні подібних об'єктів по всьому світу. Аналогічні українському ЦСВЯП сховища, з використанням обладнання і технологій Holtec, зокрема, експлуатуються в Іспанії (АЕС Аско і Хосе Кабрепа). Устаткування Holtec для сухого зберігання ВЯП використовують також у Бельгії, Швеції, Великобританії та, звичайно ж, у самих США.

Будівництво сховища – необхідний етап для розвитку атомної енергетики у будь-якій державі. Більшість країн, що мають атомні станції, зберігають відпрацьоване ядерне паливо у власних спеціальних сховищах з двох причин. По-перше, міжнародні норми і правила МАГАТЕ передбачають зберігання або захоронення відпрацьованого палива АЕС саме в тій країні, де воно утворилося.

По-друге, ядерне паливо, цикл використання якого зазвичай складає 3-4 роки, «вигорає» не більше, ніж на 10%. Тобто в відпрацьованих паливних збірках залишається близько 90% корисних радіонуклідів, які можна використовувати повторно, наприклад, в ядерних реакторах на швидких нейтронах (брідер). Поки розробка таких реакторів тільки ведеться, нею зайняті дослідні центри США, Японії, Франції, Індії, але експерти очікують, що реактори на швидких нейтронах можуть з'явитися вже в найближче десятиліття.

Таким чином, ЦСВЯП слід розглядати саме як сховище енергоносіїв, якими зможуть скористатися майбутні покоління. Тому слово «могильник», як намагаються його представити деякі противники проекту, абсолютно не відображає дійсність. Рішення щодо довготривалого зберігання ВЯП відповідно до документів МАГАТЕ називається «відкладене». Більшість держав, що експлуатують АЕС, ухвалили саме таке рішення. Після закінчення терміну зберігання буде вирішено: чи переробляти ВЯП радіохімічним способом, чи використовувати для виробництва ядерного палива нових типів реакторів або захороняти його в глибоких геологічних формаціях без наступного використання.

У світі активно будуть сухі сховища

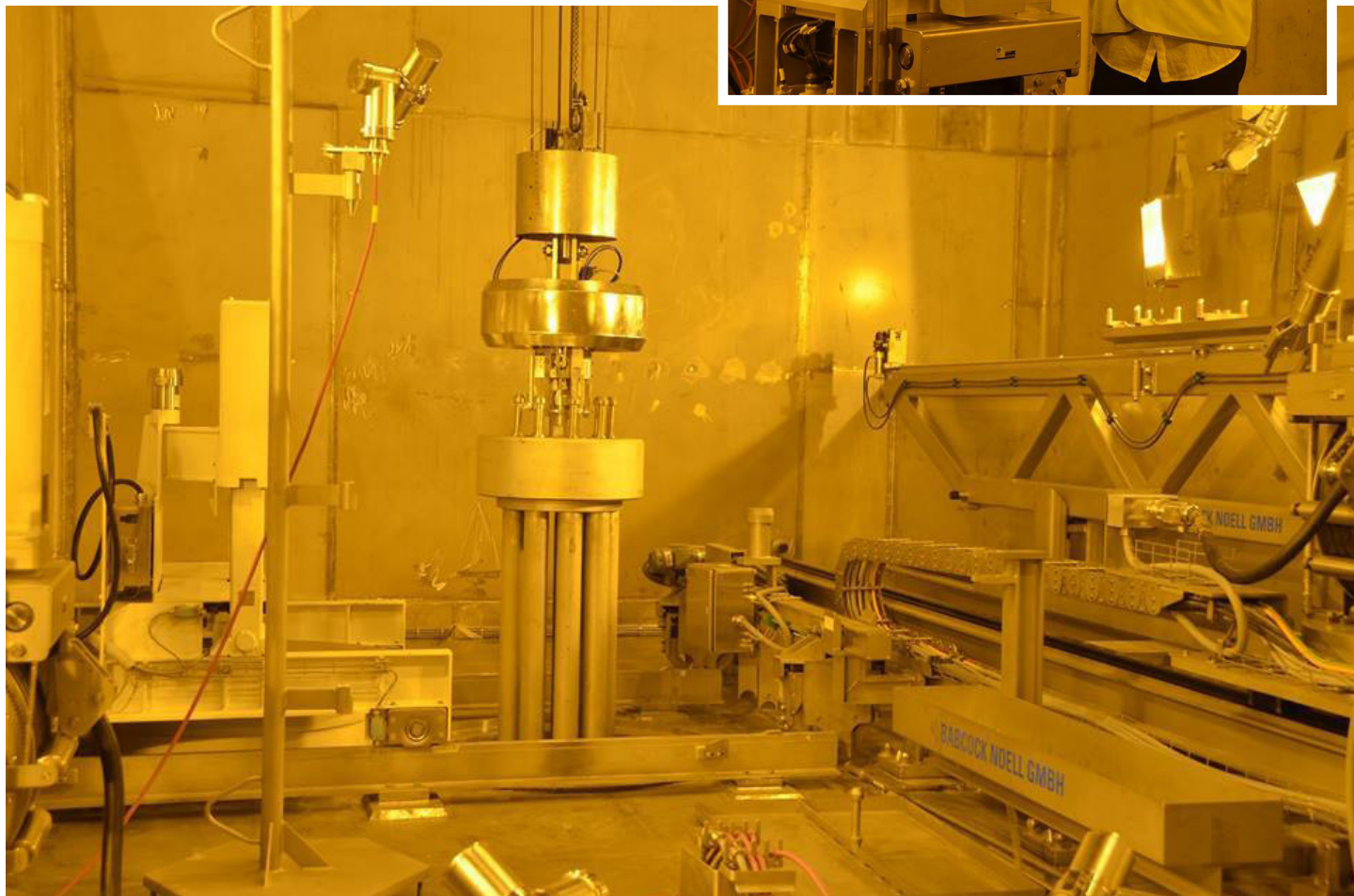
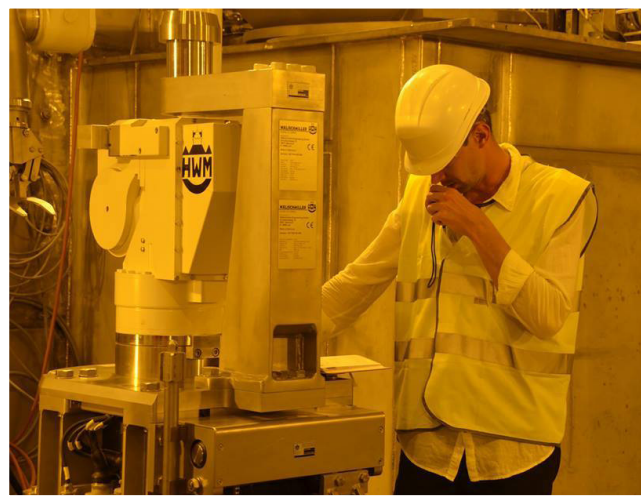
За інформацією МАГАТЕ, на кінець 2016 року обсяги ВЯП, що знаходяться на зберіганні, досягли 273 тис. тонн важкого металу (тВМ), при цьому темпи його накопичення становлять близько 7 тис. тВМ/рік (щорічний обсяг ВЯП на усіх АЕС у світі – 10 тис. тВМ). Тільки протягом 2016 року були введені в експлуатацію 5 позареакторних сховищ для ВЯП, всі вони – сухого типу, із використанням технології бетонних контейнерів. Ці сховища розташовані в Ігналіні (Литва), Пало Верде (Мексика), Сайзуелле (Велика Британія), Уоттсі (США) та Саммере (США).

Всього у світі нараховується 151 позареакторних сховищ ВЯП в 27 державах, із яких 121 належать до сховищ сухого типу. У США в експлуатації знаходяться 70 сухих сховищ, які містять близько 36% загальної інвентарної кількості ВЯП цієї країни. На щорічній основі продовжується введен-

ня в експлуатації нових сухих сховищ. Відповідно до поточних прогнозів, до 2020 року в США буде нараховуватися 74 незалежних сухих сховищ ВЯП. У Європі розташоване 35 сховищ сухого типу, в Азії – 7, Африці – 1, у Північній Америці – 78.

Плюси і особливості сухого зберігання ВЯП

До основних переваг сухої технології зберігання ВЯП у порівнянні з технологією зберігання в басейнах (мокрий, або водний спосіб зберігання) належать, насамперед, умови зберігання, тобто,



атмосфера повітря або інертного газу, при яких ступінь деградації палива мінімальна, а розвиток дефектів у пошкоджених ВТВЗ незначний. Отже, ймовірність ядерної небезпеки невелика.

Великий плюс – пасивний спосіб відведення тепла від палива, що зберігається. При цьому на визначених етапах зберігання можливе використання і форсованого способу відводу тепла. Ще одна вагома перевага – низькі дозові навантаження на персонал при проведенні операцій із завантаження та вивантаження ВЯП і експлуатації сховища.

Варто зазначити також і меншу ймовірність забруднення навколишнього середовища, яке може статися тільки при механічному руйнуванні сховища, нижчі капітальні витрати на спорудження сховищ, а також про можливість модульного збільшення місткості сховища. Важливими перевагами є також простота обслуговування сховища і низькі експлуатаційні витрати, а також незначна кількість вторинних відходів.

Принципово можна виділити такі типи технологій сухого зберігання ВЯП:

- технологія контейнерного зберігання;
- технологія камерного зберігання;
- сухі сховища свердловинного (шахтного) типу. Які, втім, не знайшли широкого поширення;
- сухі сховища, що являють собою монолітні бетонні системи. До таких систем сухого зберігання належить, наприклад, система MACSTOR канадської фірми AECL.

Контейнерні системи зберігання знайшли застосування практично у всіх країнах, що мають АЕС. Звернення до контейнерів як до засобів для сухого зберігання було обумовлено декількома обставинами:

- можливістю їх розміщення прямо на території АЕС або на безпосередньо прилеглий до неї території;
- низькими капітальними витратами на спорудження контейнерного сховища;
- можливістю поетапного введення потужностей (виготовлення необхідної кількості контейнерів протягом певного періоду часу).

Привабливою виявилася ідея використання контейнерів відразу для двох, або навіть більше цілей. Наприклад для зберігання і подальшого транспортування ВЯП.

В даний час прийнято розрізняти контейнери одноцільового призначення (single-purpose system), двоцільові контейнери (dual-purpose system) і контейнери багатоцільового призначення (multi-purpose system).

Різні види контейнерів і їх завдання

Під одноцільовими контейнерами розглядаються такі, що слугують для виконання якої-небудь однієї функції: зберігання, транспортування або захоронення (disposal) ВЯП. Відповідно, двоцільові контейнери служать для зберігання і транспортування ВЯП. І, нарешті, термін багатоцільові контейнери має на увазі устаткування, призначене для зберігання, транспортування та захоронення ВЯП.

Всі існуючі двоцільові і багатоцільові контейнери можна розділити на дві групи:

- група контейнерів (cask-based), у яких сам контейнер являє собою цілісну єдину систему і виконує всі функції, для яких він спроектований: зберігання, транспортування, захоронення;
- група контейнерів (canister-based), у яких ВЯП міститься в герметичному пеналі (sealed canister), а сам герметичний пенал виступає як загальний компонент для зберігання, транспортування та захоронення. Звичайним для таких систем є перепакування пеналів для зберігання, транспортування або поховання.

Контейнерні системи для зберігання, транспортування та захоронення ВЯП в цілому виконують такі головні функції: зберігання радіоактивних речовин, обмеження іонізуючого випромінювання у навколишнє середовище, відведення залишкового тепловиділення від ВЯП, забезпечення підкритичності системи. Контейнери мають бути спроектовані таким чином, щоб їх структурна цілісність і теплові характеристики дозволяли забезпечувати виконання всіх необхідних вимог безпеки.

Для сухого зберігання ВЯП використовуються контейнери різної конструкції, виготовлені з різних матеріалів: металеві, бетонні та залізобетонні контейнери.

Найважливішими характеристиками сухих сховищ є прийнятий спосіб тепловідведення (вимушене або природне охолодження), спосіб захисту персоналу, розміщення щодо рівня ґрунту (на землі, частково – заглиблене сховище, повністю нижче рівня землі), мобільність, ступінь незалежності індивідуальних модулів зберігання. Також варто згадати про модульність, тобто можливість нарощування місткості сховища шляхом прибудови модулів, та конструкційні параметри.

ВІКТОР ШЕНДЕРОВИЧ: «УКРАЇНСЬКІ ВИМОГИ ДО БЕЗПЕКИ ЦСВЯП ВИЩІ, НІЖ ДО АНАЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У США»

Експерт Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпеки (ДНТЦ ЯРБ) про безпеку проекту сухого сховища відпрацьованого ядерного палива, ризики, пов'язані із його зберіганням та громадський контроль за об'єктом

Централізоване сховище відпрацьованого ядерного палива, до спорудження якого приступили у зоні відчуження Чорнобильської АЕС, упродовж останнього часу в Україні намагалися використати у певних політичних і часто анти-державних іграх – під прикриттям нібито екологічних аргументів. Саме тому навколо цього об'єкту зібралося стільки контраверсійних суджень і, подекуди, відвертої маніпуляції, якою густо розмішана об'єктивна інформація про сховище.

Аби відділити реальну ситуацію про об'єкт, його головні характеристики та вплив на довкілля від перекрученої подачі фактів, ми вирішили надати слово експертам Державного науково-технічного центру з ядерної та радіаційної безпе-



ки (ДНТЦ ЯРБ). Саме спеціалісти цього Центру у 2008 році провели державну експертизу з ядерної та радіаційної безпеки Техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) проекту ЦСВЯП. Адже ДНТЦ ЯРБ – це державне підприємство, яке за завданням незалежного ядерного регулятора,

Держатомрегулювання України, веде науково-технічну діяльність з удосконалення нормативної бази, займається виконанням державної експертизи з ядерної та радіаційної безпеки, а також проводить необхідні дослідницькі роботи.

Наш співрозмовник – Віктор Шендерович, експерт ДНТЦ ЯРБ, який до 2015 року працював заступником головного інженера ДП «Енергопроект».

– Пане Вікторе, розкажіть, будь ласка, чому саме ДНТЦ ЯРБ проводив таку експертизу?

– Наш центр є визнаною експертною організацією в галузі ядерної та радіаційної безпеки, яка має високий рівень компетенції з усього кола питань, пов'язаних з ядерною та радіаційною безпекою об'єктів ядерної енергетики і атомної промисловості. В Україні підприємство виконує експертизу всіх значущих робіт, пов'язаних із спорудженням та експлуатацією АЕС, а також робіт, що зараз проводяться на ЧАЕС, включаючи міжнародні проекти, та на об'єктах поводження з РАВ.

Об'єктивно можна стверджувати, що іншої експертної організації з таким високим рівнем компетенції і досвідом діяльності в Україні немає.

– Які саме матеріали щодо будівництва ЦСВЯП в зоні відчуження аналізував ДНТЦ ЯРБ?

– Спеціалісти розглядали і проводили експертизу техніко-економічного обґрунтування доцільності спорудження ЦСВЯП, проект його будівництва та технічні специфікації на обладнання системи поводження з відпрацьованим ядерним паливом (ВЯП). Крім того, Центр розглядав і проводив експертизу звіту з аналізу безпеки об'єктів в цілому і найважливішого обладнання, включаючи розрахункові та інші

необхідні обґрунтування, а також експертизу документів, що визначають питання безпеки і якості при виготовленні обладнання.

Надалі ми плануємо розглядати і аналізувати документи, пов'язані з вимогами щодо випробувань обладнання, результатами випробувань при виготовленні обладнання, програми та результати пусконаладжувальних робіт.

– Чи достатньо цих матеріалів для того, щоб аргументовано стверджувати: сховище буде безпечним для довкілля та населення?

– Зазначені документи відповідно до чинних нормативних положень абсолютно достатні для ухвалення обґрунтованого рішення про необхідний технічний рівень об'єкта. У складі проекту, а раніше і у складі ТЕО, була розроблена оцінка впливу на навколишнє природне середовище, яка пройшла експертизу Міністерства екології та природних ресурсів України.

Запевняю, що результати виконаних оцінок з ядерної і радіаційної безпеки та екологічної оцінки підтверджують необхідний рівень безпеки проекту ЦСВЯП у відповідності до національних нормативних документів та рекомендацій Міжнародного агентства з атомної енергії.

– Чи було проведено незалежну оцінку безпеки сховища і хто її проводив?

– На етапі розробки ТЕО була проведена незалежна експертиза основних проектних рішень на предмет їх відповідності вимогам безпеки з урахуванням міжнародних вимог. Ця експертиза проводилася угорською фірмою TS Енескоп-Кфт, яка працює в Будапешті, та за участю фірми Ereterv, також угорської, яка свого часу була генеральним проектувальником АЕС Пакш, збудованої в Угорщині.

– На чому конкретно ґрунтуються висновки ДНТЦ ЯРБ щодо безпечності сховища?

– Насамперед на цілковитій відповідності проекту всім вимогам, які викладені в чинних нормативних документах України з ядерної та радіаційної безпеки. Також висновки враховують вимоги документів МАГАТЕ та найпринциповіших вимог документів США, що належать до систем поводження із відпрацьованим ядерним паливом. І ми це ретельно перевірили.

Наприклад, у зв'язку з тим, що обладнання сховища, призначеного для поводження з ВЯП, розробляється американською компанією Holtec



International, яка власне і є розробником технології ЦСВЯП, було виконано спеціальне дослідження з урахуванням американських стандартів. Під час його проведення наші експерти порівнювали відповідні нормативні документи США і України. У результаті ми зробили висновок, що вимоги української документації є повністю реалізованими в проекті. При цьому були також враховані додаткові вимоги документів США, спрямовані на підвищення безпеки.

По-друге, вони ґрунтуються на тому, що проект гарантує безпеку та низький рівень впливу на навколишнє природне середовище при всіх можливих зовнішніх природних і техногенних подіях, включаючи екстремальні, які характеризуються повторюваністю рідше одного разу в мільйон років, а також чисто гіпотетичні події, як, наприклад, падіння літака. При нормальній експлуатації і порушеннях нормальної експлуатації за межами майданчика не буде помітного збільшення радіаційного впливу у порівнянні з існуючим фоном.

По-третє, висновки ДНТЦ ЯРБ ґрунтуються на позитивному досвіді безпечної експлуатації контейнерів подібного типу на різних об'єктах у світі. Він також врахований, оскільки характеризує високу надійність експлуатації протягом проектного терміну, який становить до 100 років, а також високі вимоги щодо якості виготовлення обладнання.

По-четверте, на застосуванні пасивного принципу зберігання ВЯП, де участь персоналу передбачена тільки щодо контролю стану контейнерів і де існує система контролю за транспортно-технологічними операціями, а також контролю зони зберігання контейнерів на майданчику ЦСВЯП.

Ну, і наостанок, на позитивному досвіді, який вже має експлуатуюча організація, тобто НАЕК «Енергоатом», у використанні подібного сухого сховища ВЯП Запорізької АЕС. Необхідно зазначити, що у системі ЦСВЯП у порівнянні з сухим сховищем ЗАЕС враховано низку додаткових вимог щодо забезпечення безпеки зберігання ВЯП, наприклад, стосовно наявності подвійного бар'єру безпеки.

– Що Ви маєте на увазі, кажучи про наявність подвійного бар'єру безпеки?

– Я хотів би наголосити, що для проекту ЦСВЯП було обрано технологію із подвійною стінкою контейнерів. Хоча в інших країнах, за

наявними у нас даними, використовуються контейнери лише з одним бар'єром. Так само, як і в сухому сховищі ВЯП Запорізької АЕС, яке було створено раніше.

Відповідно до сучасних національних нормативних вимог України для зберігання ВЯП потрібен подвійний бар'єр. Ця вимога є більш високою у порівнянні з вимогами, прийнятими в інших країнах, наприклад, у тих же США. Безумовно, ці норми спрямовані на підвищення безпеки, але вони й пов'язані з додатковими витратами на виготовлення контейнерів, що збільшує вартість проекту. А взагалі, досягнення безпеки об'єкту – це окреме питання, яке має багато аспектів, і, відповідно, це питання для окремої розмови.

– Попри це частина громадськості, особливо у північних районах Київщини, сьогодні занепокоєна, вважаючи проект ЦСВЯП небезпечним для них і їхніх родин. Як донести до людей інформацію, що боятися насправді нічого?

– На відміну від минулих часів у сучасній атомній енергетиці нашої країни стали нормою такі поняття, як активна інформаційна відкритість, відповідальність посадових осіб за надання достовірної та об'єктивної інформації, підзвітність галузі і її підприємств незалежному, у тому числі міжнародному, контролю.

А отже, оскільки сховище ВЯП є об'єктом зберігання радіаційних матеріалів, то незважаючи, що наявність всіх необхідних документів, які підтверджують забезпечення ядерної та радіаційної безпеки, широка громадськість, населення, органи місцевого самоврядування повинні не забувати про своє право завжди мати доступ до інформації про радіаційну обстановку в межах санітарно-захисної зони і в межах майданчика сховища. Надання такої інформації – це функція експлуатуючої організації, тобто, НАЕК «Енергоатом».

Крім того, експлуатуюча організація зобов'язана повідомляти про всі події, інциденти у сховищі, якщо вони виникають і відрізняються від стандартних ситуацій, а також організовувати відвідування громадськістю самого сховища в установленому порядку. А громадськість поза тим має право звертатись до НАЕК «Енергоатом» із запитом з будь-яких проблем, що належать до компетенції її діяльності.

Сподіваюсь, що всі ці питання постійно будуть на контролі громадськості.

Прес-служба ДНТЦ ЯРБ

«СВЯП-2»: ЗАТЯЖНИЙ ФІНІШ ОБ'ЄКТА

Сховище відпрацьованого ядерного палива «СВЯП-2» – один із найважливіших проектів в українській ядерній енергетиці – мало бути завершеним і зданим «під ключ» ще тринадцять років тому. На жаль, шлях до розв'язання важливої проблеми безпеки ЧАЕС, виведення з експлуатації «СВЯП-1» та, зокрема, зберігання відпрацьованого ядерного палива виявився значно довшим, ніж цього очікували. Черговий дедлайн – грудень нинішнього року, коли всі ми очікуємо завершення ліцензування об'єкта та комплексних випробовувань на імітаторах.



Юрій ПАТИКІВСЬКИЙ,
журналіст

Технологія із прихованою небезпекою

У «мокрому» сховищі «СВЯП-1» на Чорнобильській атомній електростанції накопичено 21 тисяча відпрацьованих тепловиділяючих збірок (ВТВЗ) від реакторів РБМК-1000. Це сховище введено в експлуатацію ще в 1986 році і має проектний строк служби 30 років. В 2016 році воно мало би бути звільненим від палива і виведено з експлуатації.

Іншими словами, проект будівництва нового, сухого сховища відпрацьованого ядерного палива під назвою «СВЯП-2» сьогодні вважається актуальним, з одного боку, з точки зору реаліза-

ції Комплексної програми зняття з експлуатації ЧАЕС, затвердженої Постановою Кабінету Міністрів України у 2000 році. У якій і передбачено будівництво сховища безпечного зберігання палива на термін до 100 років. З іншого боку, існуюче нині «СВЯП-1» стає все небезпечнішим об'єктом з точки зору ядерної безпеки. Зрештою, важливо зменшити фінансове навантаження на бюджет країни, що змушена виділяти значні кошти на поводження з існуючим паливом на Чорнобильській АЕС.

Контракт на будівництво «під ключ» другого сховища відпрацьованого ядерного палива на ЧАЕС був підписаний ще в 1999 році з лідером міжнародного консорціуму, який очолювала



французька компанія Framatome. Також до складу учасників консорціуму входили Campenon Bernard SGE и Bouygues Travaux Publics S.A. Термін завершення будівництва був визначений – кінець 2004 року.

До початку робіт було проведено заміну ґрунту на всій території об'єкту та дезактивацію території. Консорціум виконав проектування, завершив більшу частину будівельних робіт. Зокрема, було зведено залізобетонний каркас будівлі УПВПЗ (установка підготовки відпрацьованого палива для зберігання) та завершено будівництво 58 горизонтальних вентиляваних бетонних модулів для зберігання відпрацьованого ядерного палива (бетонних модулів для зберігання – БМЗ), збудовано залізничну колію для транспортування контейнерів з відпрацьованим паливом до БМЗ.

Але у 2003 році, практично, за рік до здачі об'єкту, з'ясувалося, що технологія Framatome має ряд технічних недоліків. Які унеможливають подальше ліцензування «СВЯП-2» і взагалі безпечну експлуатацію об'єкта. Технологія французького консорціуму не дозволяє, зокрема, поводження з пошкодженим ядерним паливом і приводить у цьому випадку до підвищення ризиків потенційних радіаційних впливів на експлуатаційний персонал. Реалізація проекту була призупинена, а контракт на будівництво розірваний.

Спроба номер два

У липні 2007 року на засіданні Асамблеї донорів Рахунку ядерної безпеки Європейського банку реконструкції і розвитку ухвалили рішення про продовження будівництва «СВЯП-2» і укладення угоди з американською компанією Holtec International. Проведення контрактних переговорів, підписання угоди, проектування (адаптація технології Holtec International під уже збудовану інфраструктуру) зайняли ще сім років. І лише у серпні 2014 року, після вибору американськими фахівцями із управління проектом українських субпідрядників, а це був консорціум з компаній «Ютем-Інжиніринг» та «Укртрансбуд», відновилися роботи із завершення будівництва «СВЯП-2».

За десять років, поки об'єкт був заморожений, пошкоджені атмосферними впливами залізобетонні конструкції стали непридатними для експлуатації і потребували відновлення. Були застосовані найсучасніші технології і матеріали для «лікування», відновлення бетонних конструкцій і елементів. Складність виконання полягала у тому, що ці роботи можна було виконувати лише у теплу пору року, але не дозволялося порушувати, тобто, збільшувати календарний графік реалізації

проекту.

Все обладнання, яке залишилось від 2003 року, потребувало обстеження. А потім – або демонтажу, або відновлення. Але приміщення за приміщенням, елемент за елементом, крок за кроком – і весь об'єкт було відновлено. Будівля стала сучасною не лише на вигляд, але й було оновлено і повністю автоматизовано все основне технологічне обладнання, що забезпечує процеси приймання тепловиділяючих збірок, вивантаження, різання, сушку, упаковку, герметизацію і переміщення на тривале зберігання.

Задля безпеки людей і природи

Але чому було обрано саме технологію Holtec International? За словами фахівців, найголовнішою перевагою є те, що ця технологія знижує до нуля ризики, пов'язані із поведінкою та зберіганням ВТЗВ щодо потенційного радіаційного впливу на людей, які експлуатують це обладнання, а також не завдає шкоди навколишньому середовищу.

Транспортування відпрацьованих тепловиділяючих збірок від «СВЯП-1» до «СВЯП-2» здійснюватиметься залізницею у спеціальних екранованих контейнерах. Розвантаження контейнера проводитимуть у спеціальному герметичному приміщенні, яке забезпечить непроникність радіоактивного забруднення і впливу на навколишнє середовище.

У будівлі підготовки палива до збереження відбувається його дефрагментація: розрізання ВТЗВ навпіл, – і далі ці фрагменти поміщаються у паливний патрон, який у свою чергу входить у металевий двостінний сухий екранований пенал (ДСЕП). Один пенал може вмістити до 93 фрагментованих ВТЗВ. Заповнений пенал просушують і заповнюють інертним газом, гелієм та герметично консервують. Далі законсервований повний пенал завантажують у спеціальний транспортний контейнер, в якому його переміщують по території майданчика «СВЯП-2» на залізничній платформі до бетонних модулів зберігання. Транспортний контейнер повністю забезпечує біологічний захист при переміщенні ВТЗВ у пеналах до місця зберігання. Вентильовані бетонні модулі для зберігання містять 58 циліндричних комірок, у кожній з яких може зберігатись до 4 двостінних екранованих пеналів з паливом.

Після введення в експлуатацію у «СВЯП-2» зможуть зберігати 21217 ВТЗВ. Продуктивність роботи «СВЯП-2» із забезпечення приймання па-

лива, підготовки його до зберігання і переміщення на зберігання упродовж 100 років становить 2 500 тепловиділяючих збірок на рік. Нагадаємо, що у «СВЯП-1» знаходиться понад 21 тисяча ВТЗВ.

Розрахунки, проведені Інститутом проблем безпеки АЕС НАН України із оцінки радіаційного впливу «СВЯП-2» показують: конструкція Бетонних модулів для зберігання (БМЗ) забезпечить біологічний захист – гранична потужність дози на поверхні БМЗ становитиме не більше 11,8 мкЗв/год. Радіаційний вплив на навколишнє середовище при нормальній експлуатації «СВЯП-2» відповідає критеріям безпечної експлуатації радіаційно-ядерних об'єктів на території України. Розрахункові значення величин активності викидів і їх впливу на техногенне середовище, персонал, населення, ґрунтовий покрив, водне і повітряне середовище є мізерними і ними можна знехтувати, що свідчить про високу ефективність вибраної технології.

Від імітаторів до закриття «СВЯП-1»

На сьогодні Holtec International з українськими підрядниками «Ютем-Інжиніринг» та «Укртрансбуд» майже повністю завершили будівельні і монтажні роботи: закрито монтажні отвори, завершені роботи з обшивки фасаду, улаштуванню покрівель, виконується фінішне фарбування приміщень та завершуються роботи із монтажу систем управління вантажопідіймальних механізмів. На стадії завершення погодження програм випробування обладнання. Виконуються пусконаладжувальні роботи та індивідуальне випробування основного технологічного обладнання за раніше погодженими програмами. Розпочате комплексне випробування допоміжних технологічних систем. Паралельно проводиться теоретичне та практичне навчання персоналу, який обслуговуватиме «СВЯП-2».

Після завершення комплексних випробувань систем будуть розпочаті комплексні випробування «СВЯП-2» на імітаторах: так звані «холодні» випробування.

За контрактним графіком до грудня місяця 2017 року мають бути завершені комплексні випробування на імітаторах, пройдено ліцензування об'єкту і розпочато комплексні випробування з відпрацьованими тепловиділяючими зборками. Це і буде початком вирішення проблем з виведенням з експлуатації сховища «СВЯП-1».

5 ПРОБЛЕМ ІЗ РАВ

Проблема поводження із радіоактивними відходами в Україні має у собі кілька важливих складових: фінансування, необхідність змінити їх класифікацію, сформувавши базу для роботи у вигляді національної концепції, зрештою, розробити власні санітарні норми поводження із небезпечними матеріалами. За основними напрямками робота у нашій державі вже ведеться, за декількома – тільки стартувала. Але і у першому, і в другому випадку вона вимагає уваги до себе з боку держави, адже йдеться про надзвичайно відповідальну ділянку, де окремі результати можна буде побачити лише через кілька десятиліть.

Фінансування запрацює з наступного року

В Україні існують кілька документів, які регламентують поводження із радіоактивними відходами (РАВ): Стратегія поводження з радіоактивними відходами, Загальнодержавна цільова екологічна програма, Загальнодержавна програма зняття з експлуатації ЧАЕС та перетворення об'єкта "Укриття" на екологічно безпечну систему.

Законодавчі норми зобов'язують передавати всі РАВ, які утворилися внаслідок господарської діяльності, до спеціалізованих державних підприємств,

які працюють з радіоактивними відходами. Аби фінансувати ці роботи, у 2009 році було створено Державний фонд поводження з РАВ, який наповнювався за рахунок надходжень до спеціального фонду державного бюджету від екологічного податку. Податок сплачували за утворення радіоактивних відходів, у тому числі за вже накопичені, та тимчасове зберігання радіоактивних відходів їх виробниками.

Проте така схема діяла лише рік. І вже у грудні 2010 року було внесено зміни до ядерного законодавства: кошти Фонду стали витратити на заходи, фінансування яких не було передбачене при його



Олег НАСВІТ, Державне агентство України з управління зоною відчуження



Любов ЗІНКЕВИЧ, Державне агентство України з управління зоною відчуження

створенні. В 2015 році ситуація стала ще гіршою: кошти Фонду перенесли із спеціального до загального фонду держбюджету, що вкрай погіршило ситуацію – було втрачено як цільове використання коштів Фонду, так і його накопичувальний характер. А Державний бюджет минулого, 2017 року, взагалі зупинив це фінансування!

Одним із головних платників до Державного фонду поводження з РАВ є ДП НАЕК «Енергоатом». Всього підприємство за період 2009 – 2016 років перерахувало 4 589 млн. грн. Втім, аналіз виконання програми поводження з РАВ показав, що попередні очікування були надміру оптимістичними. Так, прогнозний обсяг фінансових ресурсів з 2008 по 2016 рік мав становити 4781,072 млн. гривень. Фактично з державного бюджету було асигновано 498,883 млн. гривень, що становить лише 10,4 % від необхідної суми коштів.

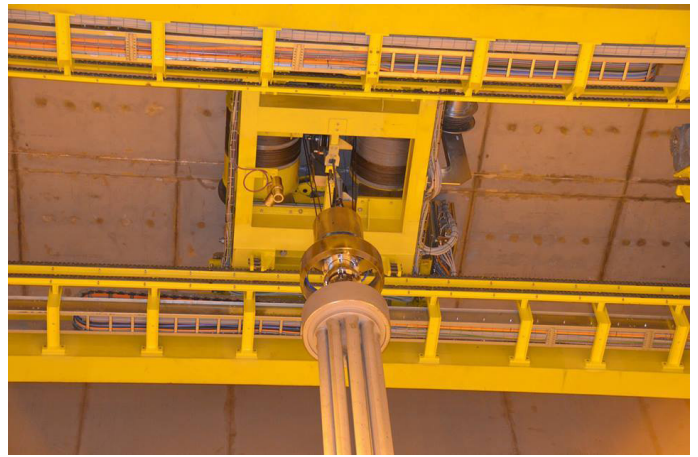
Відтак коштів вистачило лише на утримання інфраструктури поводження з радіоактивними відходами, але не дозволило виконати передбачені у програмі завдання. Зокрема, не було збудовано сховище для високоактивних осклованих РАВ, що мають з 2018 року повертатися з Росії після переробки відпрацьованого палива реакторів ВВР-440 Рівненської АЕС.

Аби виправити ситуацію, було ухвалено Закон України «Про внесення змін до статті 4 Закону України «Про поводження з радіоактивними відходами» щодо удосконалення механізму фінансування поводження з радіоактивними відходами» від 11 липня 2017 року № 2124 та Закон України «Про внесення змін до Бюджетного кодексу України щодо удосконалення механізму фінансового забезпечення поводження з радіоактивними відходами» від 11 липня 2017 року № 2125. Завдяки цим змінам Фонд має знову запрацювати з 2018 року.

Змінити класифікацію РАВ і досягти економії в 10 разів

Всі радіоактивні відходи за українським законодавством поділяються на групи – за критеріями рівнів вилучення, категорії – за критерієм питомої активності, види – відповідно до виду РАВ-генеруючих виробництв і типи – за критеріями допустимого типу захоронення.

У цій же класифікації виділені два типи РАВ: короткоіснуючі і довгоіснуючі. РАВ першого типу можуть бути захоронені у поверхневих або приповерхневих сховищах, а РАВ другого типу – у



стабільних глибоких геологічних формаціях. Аби поділити РАВ на типи, треба виконати оцінки очікуваних через 300 років після їхнього захоронення доз потенційного опромінення населення при консервативних сценаріях опромінення та порівняти їх зі встановленими референтними рівнями.

Національні нормативи не встановлюють безпосередній зв'язок між групами, категоріями, видами і типами РАВ. Немає також однозначної спадкоємності критеріїв класифікації, що застосовуються виробниками відходів, і критеріїв поділу РАВ за типом допустимого захоронення. Так, сортування РАВ на категорії (низько-, середньо- і високоактивні) спрямоване на досягнення безпеки персоналу при взаємодії із РАВ та фактично не враховує тип захоронення. Це може призвести до необхідності повторно сортувати відходи, кондиціонувати їх і перепакувувати перед захороненням. Відповідно, додаткові роботи спричинять додаткові витрати на захоронення та додаткове опромінення персоналу.

В 2011-2013 роках в Україні за підтримки Європейського Союзу було реалізовано проект міжнародної технічної допомоги U4.01/08-С «Удосконалення системи класифікації РАВ в Україні». Провідні європейські експерти у сфері поводження з РАВ разом з українськими фахівцями оцінили обсяги РАВ, які будуть захоронені в приповерхневому та геологічному сховищах з урахуванням обсягів радіоактивних відходів, що утворились внаслідок Чорнобильської катастрофи.

Обсяг всіх РАВ в Україні становить близько 3,4 млн. метрів куб. 98% від усіх радіоактивних відходів є відходами «чорнобильського походження», що містять довгоживучі радіонукліди і є довгоіснуючими. Тож фахівці оцінили вартість майбутнього захоронення всіх РАВ у двох типах сховищ, відповідно до чинної української класифікації РАВ. Вона становить близько 750 млрд. гривень. Для порівняння, усі видатки державного бюджету України в 2017 році становитимуть 841

млрд. грн. Зрозуміло, що для України буде нерально виділити таку суму.

Тому експерти Європейського Союзу запропонували нам підхід, який зараз реалізується в Європі: модифікувати класифікацію РАВ з метою їх захоронення. Тобто, розділяти РАВ на класи відповідно до критеріїв прийнятності захоронення РАВ у чотирьох типах сховищ: дуже низькоактивні в поверхневих, низькоактивні – в приповерхневих, середньоактивні – на проміжних глибинах, високоактивні – в геологічному сховищі.

Було оцінено, що економічний ефект від впровадження удосконаленої класифікації буде надзвичайно відчутним: захоронити всі РАВ в Україні буде дешевше в 10 разів. При цьому рівень безпеки людини та навколишнього середовища не знизиться і відповідатиме міжнародним нормам.

Фахівці ДАЗВ, МОЗ, Міненерговугілля, Держатомрегулювання, а також міжнародні експерти розробили законопроект задля збільшення ефективності та поліпшення безпеки при поводженні з радіоактивними відходами – на основі перегляду системи класифікації. Головний напрямок – аби класи відходів відповідали передбаченому способу їх захоронення. Документ вже узгоджено з

усіма міністерствами та відомствами і подано до Верховної Ради України (реєстраційний № 6089), де він пройшов слухання у комітетах і був рекомендований до прийняття у першому читанні.

Визначити «межі життя»

Сьогодні неврегульованою залишається доля Чорнобильської зони, зокрема встановлення на її території сектору спеціального промислового використання, який буде довічно непридатним для проживання. Таким чином при проектуванні та спорудженні об'єктів приповерхневого захоронення радіоактивних відходів виходять із припущення, що через 300 років після закриття таких сховищ на їх території проживатиме населення. Самі сховища при цьому будуть підтоплені та зруйновані, а мешканці, зокрема, питимуть воду з криниці, збудованої прямо на сховищі. Тобто братимуть воду безпосередньо із підтопленого тіла сховища! Такий підхід обмежує як загальну, так і питому активність радіоактивних відходів у сховищі, призводить до неефективного використання його об'єму та значного здорожчання захоронення радіоактивних відходів.



Необхідність використання подібних сценаріїв визначена нормативним документом «Норми радіаційної безпеки України. Доповнення: Радіаційний захист від джерел потенційного опромінення (НРБУ-97/Д-2000)» і є обґрунтованою для об'єктів, з яких через 300 років знімається регулюючий контроль – і ці території повертаються для необмеженого використання населенням. Якщо ж необмежене використання цієї території не планується, застосовують інші сценарії оцінки безпеки таких об'єктів. Це дозволяє збільшити загальну і питому активність радіоактивних відходів у сховищі, і при цьому гарантувати безпеку населення.

Значна частина зони відчуження Чорнобильської АЕС має високі рівні забруднення альфа-випромінюючими ізотопами плутонію з великими періодами напіврозпаду, що можуть становити тисячі років. Цей фактор виключає можливість повернення забруднених територій для населення на цей період часу. Але ці території можна використовувати для створення об'єктів інфраструктури поводження з РАВ. А тому, на нашу точку зору, є доцільним визнати, що певна частина зони відчуження не буде повернута населенню протягом тисяч років і буде використана для спорудження

об'єктів для захоронення радіоактивних відходів.

Аби розставити всі крапки над «і», необхідно внести зміни до Закону України «Про правовий режим території, що зазнала радіоактивного забруднення внаслідок Чорнобильської катастрофи». Цей крок дозволить ефективно здійснювати управління у сфері поводження з радіоактивними відходами. Проект нині знаходиться на узгодженні із заінтересованими міністерствами та відомствами.

Європа активно будує підземні сховища. А ми?

У червні нинішнього року у м. Турку (Фінляндія) відбулась чергова технічна нарада Мережі підземних дослідницьких установок для геологічного захоронення (URF) на тему “Глобальний прогрес в розробці рішень з геологічного захоронення”. Мережа працює під егідою МАГАТЕ.

На нараді члени мережі URF провели огляд останніх заходів та обмінялися інформацією про останні події, що стосуються розміщення геологічного сховища в різних країнах світу. Плани держав свідчать про зростання активності у



цьому напрямку. Так, Франція планує в 2018 році подати заявку для отримання ліцензії на спорудження геологічного сховища, в 2025 році почати його будівництво, а в 2030 році розмістити перші контейнери з ВАВ.

Швеція в 2019 році планує отримати ліцензію на спорудження геологічного сховища на майданчику Forsmark в кристалічних породах, гранітоїдах, в 2020 – почати його спорудження, а в 2024 – розмістити перші контейнери з ВЯП.

Швейцарія має дві підземні лабораторії: в глинах і в гранітах. Експерименти продовжуються в обох лабораторіях, вивчають перспективні майданчиків в глинах. Геологічне сховище мають створити до 2060 року.

Фінляндія – перша країна у світі, де розпочато будівництво геологічного сховища. Компанія POSIVA, яка є оператором фінського геологічного сховища, в 2015 році отримала ліцензію на етап будівництва геологічного сховища та планує почати захоронення на початку 20-х років.

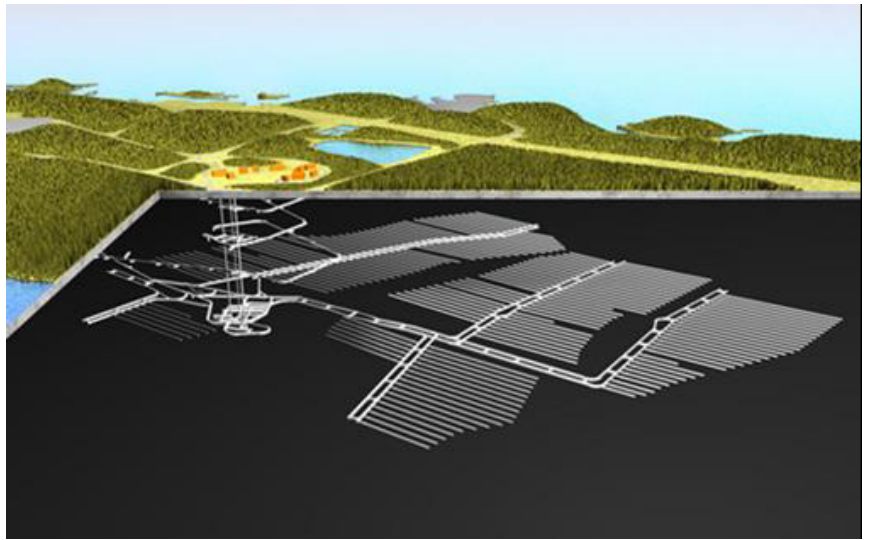
Досвід інших країн показує, що від рішення про створення геологічного сховища до початку його будівництва минає 40-50 років. Значний прогрес у створенні геологічного сховища у цілої низки країн показує, що Україні також необхідно розпочинати діяльність у цьому напрямі.

У планах – концепція національної політики поводження з РАВ та власні санітарні норми

На сьогоднішній день в Україні існує загальнодержавна цільова екологічна програма поводження з РАВ та програма поводження з ВЯП, яка має статус галузевої. Проте детальний аналіз показав, що обидві вони мають суттєві недоліки. Це і відсутність системного характеру, адже розглядаються не всі джерела утворення РАВ і ВЯП на території України, не береться до уваги перспективний довготривалий період, що є необхідним для стратегічного планування, відсутній взаємозв'язок між різними програмами, не визначені чіткі оптимальні варіанти перспективної діяльності тощо.

При цьому планована діяльність розглядає лише короткостроковий період – до 2022-2023 років. А без вироблення стратегічних напрямків на довгостроковий період неможливо правильно і обґрунтовано визначити діяльність на найближчий час.

Відтак виникає об'єктивна необхідність роз-



робки концепції як основи для розробки відповідної програми. А необхідність розробки національної політики поводження з ВЯП та РАВ, до речі, визначена у Директиві 2011/70/EURATOM. Сьогодні для виконання цього завдання створена Міжвідомча робоча група, а відповідальним розробником є ДНТЦ ЯРБ.

Ще одна невирішена проблема – формування санітарних норм при роботі із радіоактивними відходами. Як відомо, із 1 січня 2017 року після розпорядження Кабінету міністрів втратили чинність акти санітарного законодавства, видані центральними органами виконавчої влади СРСР.

Це означає, що починаючи з першого дня нинішнього року припинено застосування «Санитарных правил обращения с радиоактивными отходами» (СПОРО-85), які були видані Міністерством охорони здоров'я СРСР. СПОРО-85 до недавнього часу використовували спецкомбінати ДК «УкрДО» «Радон», а особливо розділ «Вимоги до транспортування РАВ», який містить вимоги до спецавтомобіля, перелік обладнання, яким повинен бути оснащений спецавтомобіль при експлуатації в нормальних умовах та в аварійних ситуаціях, вимоги до руху колоною автомобілів тощо. Також СПОРО-85 містив форму паспорта на партію РАВ, яку здають на захоронення.

Аналогічні документи в Україні розроблені не були. В ОСПУ – 2005 в п. 15 «Поводження з РАВ» викладені тільки загальні вимоги та класифікація РАВ. В ОСПУ – 2005 є п. 9 «Загальні вимоги до проектування, розміщення і організації роботи підприємств із радіаційно-ядерними технологіями», який також не дає інформації щодо вимог при поводженні з РАВ.

Відтак маємо ще одну велику ділянку роботи, яка має бути виконана вчасно і у повному обсязі. І від неї, як і інших аспектів поводження із РАВ, залежить безпека людей та захист довкілля.

ПОБУДОВА ЗАСОБІВ СЕЙСМІЧНОГО ЗАХИСТУ

На промислових об'єктах підвищеної небезпеки, АЕС, хімкомбінатах тощо надзвичайно велику увагу приділяють безпеці виробництва кінцевої продукції на будь-якому етапі технологічного циклу. Такий підхід цілком виправданий. Адже порушення технологічних процесів, особливо при роботі з небезпечними речовинами, можуть призвести до серйозних наслідків, включно із людськими жертвами та катастрофічним екологічним забруднення. Однією із найбільших небезпек, яка може вплинути на хід технологічного процесу, вважають землетрус.



Руслан ГАЙВОРОНСЬКИЙ,
начальник конструкторського
бюро засобів аналізу фізичних
процесів НВП «Радій»

Від п'єзо до MEMS

Відповідно до НП 306.2.208-2016 для АЕС України передбачається наявність системи сейсмометричного контролю, пов'язаної із системою аварійного захисту реактора. При перевищенні рівня сейсмічного впливу система мусить видати команду на автоматичну аварійну зупинку, а система аварійного захисту повинна відпрацювати цю команду і зупинити реактор.

Засобом первинного отримання даних сейсмічного впливу є сейсмічний датчик. Він служить для аналізу в реальному часі даних сейсмічного впливу, результатом якого є видача аналогових сигналів, пропорційних сигналам сейсмічних прискорень, а також дискретних сигналів попе-

редження і аварії, що активуються при перевищенні заданих рівнів сейсмічного впливу.

При побудові сейсмічних датчиків необхідно визначити головні критерії їх роботи. Такими критеріями повинні бути:

- надійність, стабільність і точність метрологічних параметрів протягом усього циклу експлуатації;
- придушення помилкових спрацьовувань внаслідок механічних індустриальних впливів;
- розгалужена система самодіагностики, яка дозволяє виявити порушення роботи датчика на ранніх етапах;
- прив'язка до місця установки (фактично довільна установка датчика), готовність до роботи через стислий термін після його ввімкнення;

- легкість зміни порогів спрацьовування;
- повторюваність виробу, зручність налаштування і калібрування.

При захисті атомних об'єктів від сейсмічної небезпеки на перше місце виходять критерії точності рівнів спрацьовування, а також надійності і захисту від помилкових спрацьовувань при порушенні прискорень впливу не сейсмічного характеру. Дискретні сигнали попередження (сигнал попередження іноді називають сигналом запуску реєстратора, – Ред.) або аварії система видає при перевищенні відповідних рівнів величиною вектора повного прискорення під час виникнення землетрусу.

До недавнього часу основним сейсмочутливим елементом у таких пристроях був п'єзоелемент. П'єзоелемент закріплюється так, що одна струмозмінальна пластина жорстко кріпиться до нерухомої точки датчика, а на інша – до рухомої, інертного вантажу. При впливі періодичного прискорення на всю систему – за рахунок інертності вантажу – на п'єзоелемент діють сили стиснення–розтягнення. Під час деформації п'єзоелемента на його струмозмінальних пластинах утворюється різниця потенціалів, яка надходить на вхід підсилювача, а потім на подальшу обробку.

Для стабільності всієї системи необхідно дві умови: стабільність підсилювального тракту і стабільність перетворюючої системи «прискорення–напруга».

При цьому якщо перший пункт вимог виконати доволі просто, застосовуючи прецизійні малощумні операційні підсилювачі, то виконання другої умови є досить складним завданням, особливо якщо мова йде про тривалу експлуатацію. Проблема полягає у тому, що п'єзоелемент має досить високий внутрішній опір і так звану властивість «старіння».

Для роботи із п'єзоелементом застосовують спеціальні підсилювачі із високим вхідним опором, так звані підсилювачі заряду. При цьому якщо потенціал заряду на обкладках п'єзоелементу визначається ступенем його деформації, то тривалість утримання його (яке й визначає частотну характеристику) – вхідним опором підсилювача і струмом витоку самого п'єзоелементу. Тож аби отримати частотний діапазон меншим, ніж 0,2 Гц, необхідно створити п'єзоелемент із дуже малим струмом витоку і незмінністю його упродовж тривалого терміну експлуатації.

Додатково необхідно врахувати ще один фактор, який впливає на працездатність датчиків на п'єзоефекті. При визначенні загального вектора прискорення використовують три сейсмочутливі датчики, розташовані у трьох взаємно перпендикулярних осях. Загальний вектор прискорення розраховують як корінь квадратний із суми квадратів прискорень по кожній осі. Як правило, вектори чутливості двох датчиків зазвичай розташовуються паралельно поверхні Землі, а вісь чутливості третього датчика – перпендикулярно.

Тож уздовж осі чутливості третього датчика (зазвичай ця вісь називається «вісь Z», – Ред.) постійно діє статичне прискорення вільного падіння – G , а датчик постійно знаходиться під впливом статичної деформації. Внаслідок цього із плином часу внутрішні електричні зв'язку кристалу п'єзодатчика слабшають, зменшується коефіцієнт перетворення датчика прискорення в напругу, збільшується внутрішній струм витоку.

Це і є так звана властивість «старіння» датчика. Нерідко у сейсмічних датчиків із чутливими елементами на основі п'єзоефекту порушення технічних характеристик починається через саме ці процеси. Тому датчики повинні бути виготовлені з дуже якісних матеріалів, а сам кристал треба вирощувати за спеціальною технологією. Що, ясна річ, відбивається на їх вартості.

Сейсмічна подія чи індустріальний вплив?

Останнім часом з'явилася нова технологія вимірювання прискорення, що базується на мікроелектромеханічних системах MEMS (Micro-ElectroMechanicalSystems). MEMS включає інтеграцію на кремнієвій основі інтегральних схем ІС і рухомих структур механічних елементів. Рухома структура всередині мікросхеми реагує на зовнішнє прискорення. Переміщення всередині мікросхеми рухомої структури змінює ємність між нею і статичною частиною. Вимірюючи цю ємність, отримують значення зовнішнього прискорення. З огляду на дуже малу вагу рухомої частини, герметичності корпусу, інтегрального виконання всієї системи отримують досить стабільні і точні вимірювання прискорення.

Наступним методом підвищення надійності є застосування повністю цифрового тракту обробки даних. У класичному виконанні потрібну амплітудно-частотну характеристику отримують методом побудови аналогових фільтрів. Чис-

ло таких фільтрів зазвичай не перевищує трьох одиниць. Для довготривалої стабільної роботи кожного із них необхідні високоточні резистори із низьким температурним коефіцієнтом опору, а також конденсатори із низьким температурним коефіцієнтом ємкості і точними значеннями ємності. В іншому випадку амплітудно-частотна характеристика такого фільтру суттєво залежатиме від температури, а при застосуванні неякісних елементів вони ще й зміняться протягом експлуатації. Непросто розрахувати в аналоговому тракті і загальний вектор прискорення. Треба звести дані у квадрат, розрахувати квадратний корінь із суми квадратів прискорень всіх осей, з урахуванням вимог довготривалої стабільності, що є не зовсім тривіальним завданням для аналогового перетворення. Застосування повністю цифрового тракту обробки вихідних даних значно спрощує, з точки зору схемного рішення, побудову сейсмічних перетворювачів, а також підвищує надійність завдяки відсутності нестабільних елементів в каналах перетворення.

Нижче на рис.1 наведена запропонована функціональна схема побудови сейсмічних перетворювачів.

Вхід модуля придушення постійної складової прискорення. На відміну від п'єзоперетворювачів, MEMS-датчики видають постійну складову прискорення. Далі значення прискорень з пригніченою постійною складовою надходять на перший модуль самодіагностики, в якому проводиться логічний тест і визначається валідність надходження сигналу прискорення. Тут визначається приналежність до заданого діапазону вхідного прискорення, а також швидкості його зміни. Виходи сигналів валідності датчиків на функціональній схемі – $L_Test_X(Y, Z)$. Далі сигнал прискорення надходить на рекурсивний цифровий фільтр, де формується необхідна АЧХ рис 2.

Це найскладніша і найвідповідальніша ділянка, оскільки АЧХ цього фільтра визначає подальшу точність всього сейсмічного перетворювача у заданій смузі частот. Робота фільтра розділена

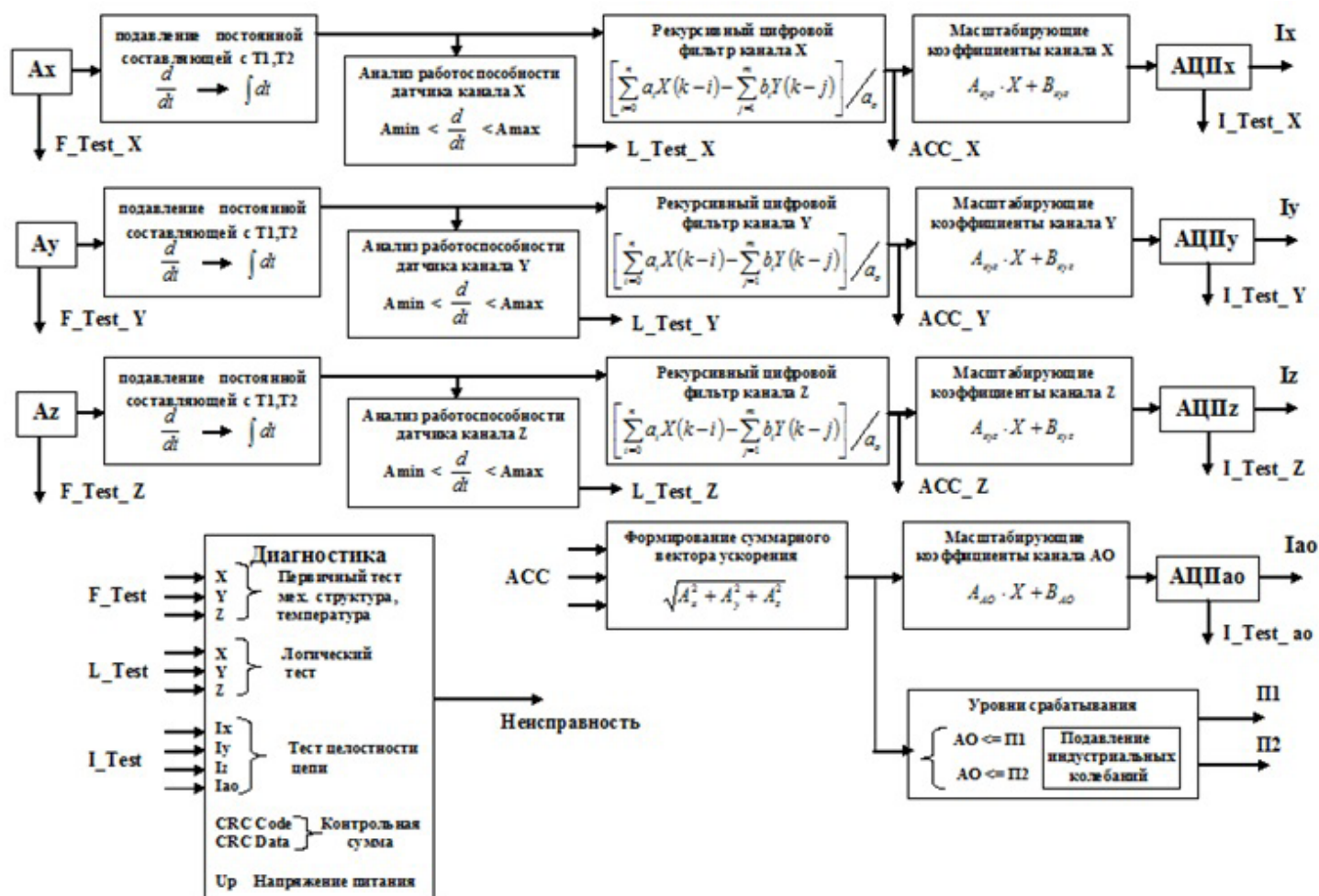


Рис. 1. Функціональна схема сейсмічного перетворювача

на кілька частотних ділянок:

1. 0-0,05 Гц - придушення постійної складової прискорення (попередній модуль);
2. 0,05 - 22 Гц - робоча зона із нерівномірністю АЧХ $\pm 5\%$;
3. 22 - 32 Гц - робоча зона зі загасанням АЧХ - 3 Дб;
4. 32 - 64 Гц - пригнічення до - 8 Дб;
5. > 64 Гц - пригнічення понад - 8дБ.

Пройшовши обробку в рекурсивному фільтрі, сформовані сигнали прискорень АСС_X (Y, Z) далі розділяються. Сигнали одночасно надходять на вхід модуля обчислення загального вектора прискорень, а також на модулі масштабуючих перетворювачів. Така схема побудови дозволяє незалежно визначати діапазони роботи вихідних перетворювачів струму 0..5 або 4..20 мА, не зачіпаючи налаштування значень порогових спрацьовувань. Після модуля формування сумарного вектору прискорення сигнал Аао одночасно надходить на модулі масштабуючого перетворювача і на модуль формування дискретних порогових сигналів аварійного та попереджувального рівня П1, П2. Окремим модулем є модуль діагностики. Саме він формує сигнал «Несправність сейсмічного перетворювача» при порушенні таких параметрів самодіагностики:

1. Первинний тест механічної структури датчиків не пройдений;
2. Температурний діапазон датчиків вийшов з діапазону;
3. Логічний тест датчиків не пройдений (сигнали L_Test_X (Y, Z));
4. Тест цілісності вихідних струмових ланцюгів (сигнали I_Test_X (Y, Z, ao)) не пройдений;
5. Порушення контрольних сум програмного коду (CRCCode), а також настановних параметрів роботи (CRCData);
6. Вихід із заданого діапазону напруги вну-

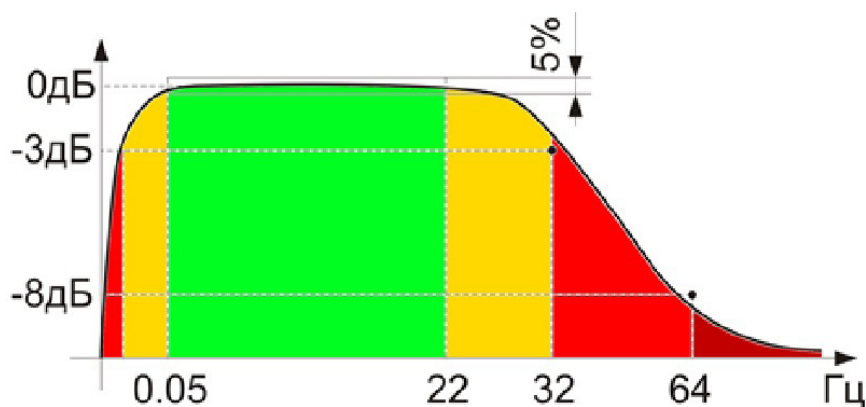


Рис. 2. АЧХ рекурсивного фільтра

трішніх систем живлення.

Використовуючи цифровий метод обробки, отримуємо додаткові можливості для аналітичного ухвалення рішення про видачу дискретних аварійного та попереджувального сигналів. У порівнянні із тривіальним спрацьовуванням при перевищенні рівня, цей метод дозволяє відфільтрувати реальну сейсмічну подію від сигналів індустриальних впливів.

Враховуючи, наприклад, що індустриальні впливи, як правило, мають коротший вплив. Їх природа більше схожа на різку імпульсну дію, іноді із певною періодичністю. Сейсмічне подія, навпаки, має пологіший і триваліший за часом вплив. Використовуючи ці відмінності, можна організувати додатковий «логічний» фільтр індустриальних впливів. Необхідно також розуміти, що характер індустриальних впливів може бути різним у різних місцях навіть одного і того ж об'єкта. Тому для отримання ефективної фільтрації цей фільтр повинен мати достатньо гнучкі налаштування для адаптації до місця установки.

Як приклад «логічної» фільтрації індустриальних впливів розглянемо деякий випадковий вплив, який перевищує пороговий рівень (рис. 3). З урахуванням сказаного необхідно запровадити критерій мінімальної тривалості впливу t_{min} (тобто тривалості перевищення порогового рівня), який свідомо можна вважати за інду-

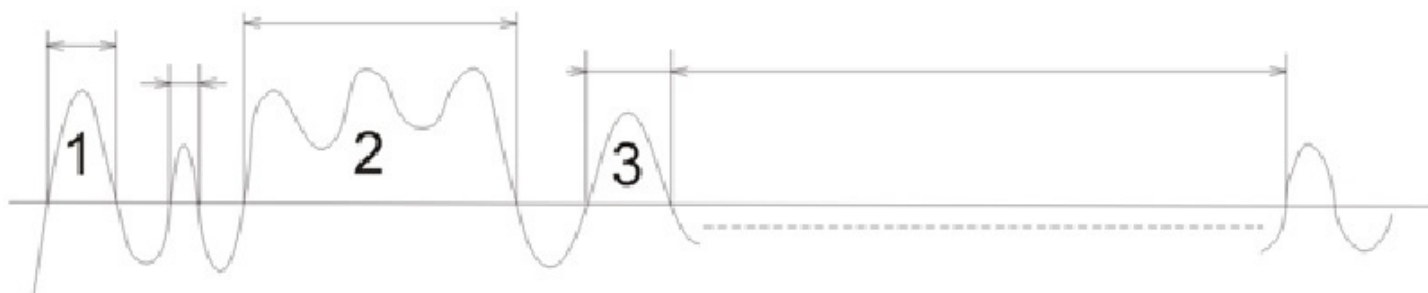


Рис. 3. Приклад випадкового впливу

стріальний вплив і не враховувати у подальших розрахунках. Необхідно також запровадити критерій загальної тривалості впливу T_{sum} , який вважати сейсмічною подією. Тож, виходячи з малюнка, бачимо декілька перевищень з тривалістю понад t_{min} і менше за t_{min} . Загальним часом перевищення будемо вважати суму тільки тих перевищень, які більші за t_{min} . Тобто перевищення, які не підпадають під цей критерій, будемо вважати індустріальними впливами і в розрахунку загальної тривалості враховувати не будемо. Тоді виходячи з цього $T_{sum} = t_1 + t_2 + t_3$.

Якщо за результатами підрахунку T_{sum} виявиться більшою, ніж встановлена величина $T_{sum} > T_{summax}$, вважаємо, що сталася сейсмічна подія. Що стосовно перевищення із тривалістю $< t_{min}$, воно все ж відбулося. Можуть існувати ситуації, коли не можна знехтувати фактом частого перевищення короткими імпульсами, тому запроваджуємо додатковий критерій максимального числа перевищень за встановлений період N_{summax} . До загального розрахунок N_{sum} враховується все перевищення, незалежно від їх тривалості. І при $N_{sum} > N_{summax}$ формується сигнал аварії.

Наприкінці обробки для нівелювання накопичення даних від попередніх подій необхідно запровадити необхідний час «тиші», тобто обов'язкового рівня впливу, нижчого за пороговий, упродовж часу t_S . Після спливання цього часу сумарні значення тривалості і сумарні значення перевищень обнуляються.

Звичайно для вироблення параметрів налаштувань «логічної» фільтрації у кожному конкретному випадку необхідна попередня оцінка і спостереження індустріальних впливів у локації кожного об'єкту. Проте найважливіше, щоб обладнання дозволяло провести таке налаштування, а також мати змогу враховувати або не враховувати ті чи інші критерії.

Всі перераховані тут методи були застосовані в ініціативній розробці сенсора сейсмічного СС-1 ПАТ «НВП «Радій». Ці сенсори працюють на всіх атомних станціях України, починаючи і 2009 року. За доволі тривалий період вони показали себе високонадійним, стабільним і простим в експлуатації та налаштуванні.



ДЕНЬ ШАХТАРЯ. ПІСЛЯМОВА ДО СВЯТА

Цьогорічне професійне свято шахтарів на Кіровоградщині відзначали, як кажуть, заднім числом. Щось я не помітив, аби на вищому рівні вітали гірників Олександрії, але там все зрозуміло, адже галузь давно зникла з економічної карти області. Але і в Кропивницькому Дня шахтаря, який припадає на останній вихідний серпня, теж практично не відзначали.



**Сергій
ПОЛУЛЯХ,**
журналіст

Вимушений простій – загальна поразка

З урочистостей можна згадати хіба що відкриття пам'ятного знаку працівникам Інгульської уранової шахти всіх поколінь та на честь 50-ти річчя підприємства, який коштом директора шахти Равіля Агліуляна виготовили і встановили у Шкільному мікрорайоні обласного центру. Правда, відкрили скромно, без преси. Як кажуть, не до урочистостей, адже лише напередодні Дня шахтаря Інгульській та Смолінській шахтам ДП «СхідГЗК» нарешті погодили спецдозвіл на видобуток стратегічної сировини.

До цього три місяці видобуток руди, нагадаю, стратегічної сировини для забезпечення роботи українських атомних станцій не проводився. Шахти працювали, тобто, діяли допоміжні підрозділи, щось ремонтували, але без видачі товарної продукції. Це була робота собі на збиток, який оцінюється в сотні мільйонів гривень.

Зате після Дня шахтаря політики надолужили згаяне і таки привітали працівників урановидобувної галузі. Як тут не згадати приказку, що у перемоги батьків багато, а поразка – завжди сирота? Я до того, що такий тривалий простій

урановидобувних шахт потрібно вважати не чим іншим, як поразкою. Поразкою уряду, Міністерства енергетики та вугільної промисловості, Кіровоградської області, колективів шахт...

І слава богу, що вже майже на межі зупинки підприємств у справу втрутився Президент України Петро Порошенко, який під час візиту на Кіровоградщину зустрівся з директорами шахт і після цього якось зумів переконати членів таємничої комісії Держгеонадр таки зібратися і проголосувати за надання дозволу.

Привітали і ... звинуватили

Отже, простій шахт, тобто поразка, залишилася у минулому і настав час святкувати перемогу! Як водиться, з'явилися і її батьки. Не можна сказати, що шахтам не допомагали в місті, області чи уряді, навіть у Верховній Раді, але здається, що за дієвою і відповідальною вертикалі влади це питання взагалі не мало би виникнути. Як би там не було, але в кінці серпня на Інгульську шахту приїхав привітати гірників лідер Радикальної партії імені його самого – Олег Ляшко, лідер обласної «Батьківщини», колишній міністр Міністерства надзвичайних ситуацій Валерій Кальченко – оце, здається і всі політсили, які підтри-



мували урановидобувників.

Цього ж дня у Смоліно завітав голова Кіровоградської облдержадміністрації Сергій Кузьменко, який не лише привітав гірників з 45-ти річчям шахти та Днем шахтаря, але і висловився з приводу недавньої кризи. За його словами, все, що було потрібно на рівні області, було вирішено в надкороткий термін, але на вищому рівні: «Треба було принаймні якісно підготувати документи», і як тільки це було зроблено, все вирішилося. Здається, це була спроба таки знайти хоча б одного «батька» поразки, але в такому контексті, винуватцями стають не хто інші, як ...самі гірники.

Саме на це кивали в Держгеонадрах, які кілька місяців не могли зібрати комісію, але це було б справедливим, якби ця сама комісія, зупинила шахти, виявивши порушення, тобто, оті самі міфічні неточності. Але ж шахти спокійно працювали аж до кінця дії кількарічного терміну спецдозволу, іншими словами – жодна комісія ніяких порушень у процесі експлуатації шахт не виявляла.

Можна припустити, що фахівці комбінату не вчасно подали документи, так ні – все було зроблено задовго до закінчення терміну, от тільки документи десь загубилися в ...надрах «міністерств і відомств». Але і це ще не все. Днями стало відомо, що на ці самі Держгеонадра подали в суд представники газовидобувних компаній. Вгадайте з двох разів, за що? Правильно, за зволікання у видачі дозвільних документів на продовження видобутку.

Акції непокори замість «окремої вдячності»

Отже, маємо справу із системою, яка «заточена» під видачу чи продовження дії ліцензій за «окрему вдячність». Кажуть, що ця система дуже успішно працює у випадку з гірничовидобувними підприємствами приватної форми власності, а тут – державні підприємства, де в кошторисі витрати на хабарі просто не передбачені. Але цікаво інше. Яким чином ця система так довго трималася під тиском нардепів, міністрів і керівництва області? Аж до втручання Президента України?! Залишається лише здогадуватися...

Але ж спроба перекласти все на гірників якось нівелює зусилля депутатів Кропивницької обласної та міської рад, які теж приклали руку до

затримки з видачею дозволу на гірничий відвід? На їхніх сесіях були провалені відповідні голосування, тому довелося скликати позачергові сесії і підозрюю, що цю роз'яснювальну роботу провело керівництво області та ради, за що їм окрема вдячність.

Проте, головним батьком перемоги після втручання Президента треба вважати трудові колективи і рівень соціальної напруги, який почав виходити з-під контролю. Смолінські шахтарі на чолі з профспілками діяли радикальніше за своїх колег з Інгульської шахти. Вони провели у селищі кілька акцій протесту, навіть показали всій Україні символічну труну, в якій чиновники ховають урановидобувну галузь. Працівники обох шахт кілька разів пікетували держустанови в Києві і, за логікою, наступним кроком, мали стати радикальні акції громадської непокори. Аж тоді іржавий механізм державної влади, нарешті завівся, і як кажуть вугільники – «пішов на хід».

...Не знаю чому, але в цій кризі обласна влада звинуватила ледь не якусь «п'яту колону», бо «були люди, які «розганяли» новину, про те, що в країні хочуть знищити уранову галузь». Можливо, вони мали на увазі тих журналістів і ЗМІ, які намагалися привернути увагу до проблеми? Якщо так, то залишається сказати, що «п'ята колони» знаходиться зовсім не в редакціях, а десь інде, адже ці журналісти закликали не руйнувати галузь, а врятувати її, розуміючи стратегічне і соціальне значення уранових шахт для області і людей.

Шкода, що до позитивних результатів призводять радикальні дії мас, а не планомірні дії наших можновладців, спрямовані на розвиток промисловості, буровугільної галузі в Олександрії. Шкода, але там і протестувати вже нікому...

ВІДВАНТАЖЕНО ДВА КОРПУСИ КОНДЕНСАТОРА РЯДУ Б ДЛЯ ЮЖНО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС

Згідно з контрактом для блоку № 1 Южно-Української АЕС «Турбоатом» виготовив два корпуси ряду Б конденсатора турбіни К-1000-60/1500 потужністю 1000 МВт, кожен з яких містить по 8-м модулів. Перед цим представнику замовника були здані контрольні збірки з охолоджуючими трубами. Раніше на станцію були відвантажені корпуси 3Б та 3А. За договором до кінця нинішнього року «Турбоатом» виготовить ще два корпуси.

Модернізація дозволить турбоагрегату працювати на номінальній потужності при змінах температури охолоджуючої води та подовжити термін служби енергоблоку.

Нагадаємо, що в лютому 2017 року модернізований «Турбоатомом» енергоблок № 2



Южно-Української АЕС був вперше введений на рівень електричної потужності 1050 МВт.

ВИГОТОВЛЕНО ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ БЛОКУ № 7 СЛОВ'ЯНСЬКОЇ ТЕС

Підприємство завершило роботу та передало на відвантаження чотири корпуси блоків паророзподілу для турбіни високого тиску К-800-240 Слов'янської ТЕС. Попередньо продукцію було здано для перевірки замовнику, який не висловив претензій стосовно якості виготовленого обладнання.

ПАТ «Турбоатом» виконало заміну частини вузлів турбіни К-800 на Слов'янській ТЕС за проханням замовника. Зі свого боку підприємство готове виконати повну заміну обладнання, яке свого часу було виготовлено Ленінградським металічним заводом та вже виробило свій ресурс.

Торік «Турбоатом» виготовив циліндри високого, середнього та низького тиску з роторами турбіни К-330-23,5 для блоку № 6Б. Зараз продовжується робота над блоком № 6А, запуск якого планується у березні 2018 року.

До речі, Слов'янська ТЕС стала першою електростанцією в Європі й Радянському Союзі, де в 1963 році були встановлені енергоблоки потужністю по 800 МВт на надкритичні параметри пари. Роботи з підготовки до реконструкції законсервованого енергоблоку № 6 станції велися з серпня 2013 року.

ФІЛЬТРИ ДЛЯ ЮЖНО-УКРАЇНСЬКОЇ АЕС: ТЕРМІНОВИЙ КОНТРАКТ

Згідно з підписаною угодою із компанією Caverion Deutschland GmbH, Business Unit Krantz (Німеччина) ПАТ «Сумське НВО» налагодило виробництво партії корпусів аерозольно-йодних фільтрів.

Контрактом, зокрема, передбачається постачання чотирьох одиниць такого обладнання. Воно буде застосоване на Южно-Українській АЕС, де компанія Caverion Deutschland GmbH, Business Unit Krantz проводитиме оновлення системи примусового фільтрованого скидання парогазової суміші з герметичної оболонки, котра відповідає за безпеку атомної електростанції.

Цей контракт терміновий – відвантажити готові вироби сумські машинобудівники мають протягом трьох місяців. Власне, перші на черзі – вісім опорних рам головного фільтра, що входять до складу постачання. Робота над нею вже завершена на

початку минулого місяця. Решта ж устаткування розділена на два подальші транші – у жовтні та листопаді.

Як інформує провідний менеджер бюро продажів устаткування для АЕС Олексій Марченко, у разі успішної реалізації контракту він може стати, по-перше, відчутним поштовхом у процесі налагодження співробітництва з новим замовником у атомній сфері, а, по-друге, принести підприємству низку інших подібних угод.

«Caverion Deutschland GmbH, Business Unit Krantz обрала нас партнером, доручивши виготовлення низки відповідальних складових аерозольно-йодних фільтрів. Якщо ми вдало виконаємо проект, то німецька компанія буде готова розвивати з нами співпрацю. До того ж аналогічна продукція затребувана й на інших вітчизняних АЕС», – зазначає Олексій Марченко.

ВОДОКІЛЬЦЕВІ НАСОСИ ДЛЯ КАЗАХСТАНУ

ПАТ «Сумське НВО» та АТ «АрселорМіттал Теміртау» (Казахстан) підписали контракт на постачання вакуумних водокільцевих насосів, а також роторів до них.

Як відзначає провідний менеджер управління з продажів СНВО Олег Семесенко, мова йде про створення двох ВВН2-150М та трьох роторів до насосів такої ж модифікації.

Ця техніка призначена для відкачування нерозчинних у воді домішок. Вона працюватиме з продуктивністю 150 м³/хв, у готовому вигляді вага одного такого ВВН становить майже 5 тонн. Об-

ладнання буде використане замовником у рамках реконструкції власних виробничих потужностей.

Відвантажити передбачену договором продукцію необхідно наприкінці нинішнього року. За словами співрозмовника, сумських машинобудівників і казахських металургів поєднують багаторічні бізнес-зв'язки. «Цьогоріч ми вже відправили даному партнеру чотири одиниці устаткування типу ВВН2-50М. Співпрацювали і торік. Зокрема, для потреб «АрселорМіттал Теміртау» було виготовлено ВВН2-300», – пояснює Олег Семесенко.

ВІДКРИТО БАНК НИЗЬКОЗБАГАЧЕНОГО УРАНУ

Наприкінці серпня 2017 року у столиці Республіки Казахстан Астані відбулася офіційна церемонія відкриття Банку низькозбагаченого урану Міжнародного агентства з атомної енергії (МАГАТЕ). У ній взяли участь президент Казахстану Нурсултан Назарбаєв і Генеральний директор МАГАТЕ Юкія Амано. «Я впевнений, що цей Банк внесе важливий вклад в діяльність міжнародного співтовариства щодо забезпечення паливом атомних електростанцій», – заявив Юкія Амано на церемонії відкриття, у якій взяли участь також представники держав-членів МАГАТЕ і донорів.

У Банку буде зберігатися уран, збагачений до мінімального рівня – 4,95 відсотка. Він буде придатний для виготовлення палива для стандартного легководного реактора – найпоширенішого типу ядерних реакторів у світі. Такий реактор може забезпечити електроенергією велике місто протягом трьох років.

«Будучи власністю МАГАТЕ і перебуваючи під його контролем, фізичний запас незбагаченого урану обсягом до 90 метричних тонн може бути використаний як паливо для легководних реакто-

рів у країнах, які визначені його можливими споживачами», – зазначив керівник МАГАТЕ.

Угода між урядом Республіки Казахстан і МАГАТЕ про створення Банку низькозбагаченого урану МАГАТЕ була підписана у серпні 2015 року та набула чинності в січні 2017 року. Офіційна церемонія його відкриття була приурочена до знаменних дат: дня перших випробувань ядерної зброї Радянським Союзом на Семіпалатинському полігоні в 1949 році і дня закриття Семіпалатинського полігону в 1991 році.

Створення і функціонування Банку МАГАТЕ повністю фінансуються за добровільні внески держав-членів та інших донорів. Банк розташований на Ульбінському металургійному заводі в місті Усть-Каменогорську на північному сході Казахстану.

Юкія Амано подякував донорам, зокрема США, Європейському союзу, Кувейту, Об'єднаним Арабським Еміратам, Норвегії і Казахстану за фінансову підтримку Банку МАГАТЕ. Він також привітав згоду Китаю та Російської Федерації на транзит урану через їх території.

АЕС «ПАКШ» (УГОРЩИНА): «ТЕПЕР НІЧОГО НЕ ЗУПИНИТЬ ЗВЕДЕННЯ»

Будівництво нових реакторів АЕС «Пакш», що в Угорщині, почнеться в січні 2018 року. «Росатом» у вигляді кредиту профінансує будівництво двох реакторів для угорської АЕС. Всього проєкт оцінюється в 10 млрд. євро, більшу частину із цієї суми візьме на себе Москва.

Роботи з розширення АЕС «Пакш» в Угорщині почнуться у січні 2018 року. Про це заявив глава угорського МЗС Петер Сійярто. Відповідне рішення було ухвалене після пере-

говорів, які пройшли в столиці країни Будапешті між прем'єр-міністром Угорщини Віктором Орбаном та президентом РФ Володимиром Путіним.

Будівельні роботи на двох нових реакторах АЕС «Пакш», що в 100 кілометрах від Будапешта, були припинені, тому що ЄС перевіряла законність будівництва, проте, за словами Сійярто, які наводить угорське інформагентство МТІ, «тепер ніщо не може зупинити зведення».

«СКЕЛЯ» НА «ЛІНІЇ СТАЛІНА»

Асфальтована алейка коростенського міського парку, як на мене, одного із найгарніших в Україні, в один момент різко згинається, переходить мостик через річку Уж і впирається в скелю. Невеличкий виступ – майже поряд із каньйоном, знаменитим фонтаном, відновленими воротами древлянського поселення та пам'ятниками тутешнім князям. За якихось кілька сотень метрів за ґратами – малопримітний вхід і ще менше зрозумілий для непосвячених напис: «Об'єкт «Скеля».

Ті, хто в темі, знають: це унікальний музейний комплекс, розташований у підземеллях колишнього командного пункту Коростенського укріпрайону, зведеного тут у 30-і роки минулого століття. «Скелею» він, щоправда, став зовсім недавно, коли у двотисячні скельний штаб став музеєм. Раніше ж суворо засекречений об'єкт був відділений колючим дротом, який протягнули рівно посеред ріки. Підходити ближче, ніж за 100 метрів до берега Ужа було категорично заборонено: вартові стріляли на смерть без попереджень.



Юрій ПАТИКІВСЬКИЙ,
журналіст



Лайт-версія Мажино

...Перед Другою світовою нинішнє місто–залізничник Коростень було фактично прикордонним пунктом. До найближчого кордону із Польщею – 60 кілометрів. Тому елементом фортифікаційних споруд цього часу не стати він просто не міг. У тридцяті, коли французи будували знамениту «Лінію Мажино», аби захиститися від Німеччини, радянська влада споруджувала свою лайт-версію – «Лінію Сталіна».

На будівництво «Лінії Мажино» – 400 кілометрової інженерної споруди, що складалася із бункерів, артилерійських і піхотних блоків, казематів, спостережних пунктів, навіть електростанції і власні вузькоколійки – було витрачено 3 мільярди французьких франків. У цінах того часу – майже мільярд доларів! Радянський Союз подібних коштів не мав. І тому намагався закрити західний кордон своєї однієї шостої частини суші укріпленими районами, що склалися із переважно із ДОТів, які споруджували на шляхах всюди, де хоча би теоретично міг пройти чобіт іноземного військового. Спочатку спорудили чотири такі райони, потім додали ще п'ять.

На території України елементів «Лінії Сталіна» було п'ять: Київський, Коростенський, Летичівський, Могилів–Ямпільський, Новгородський. Найкраще зберігся командний пункт Коростенського. Але не завдяки інженерній майстерності радянських військових інженерів, а винятково природі: штаб знаходився у товщі скальних порід.

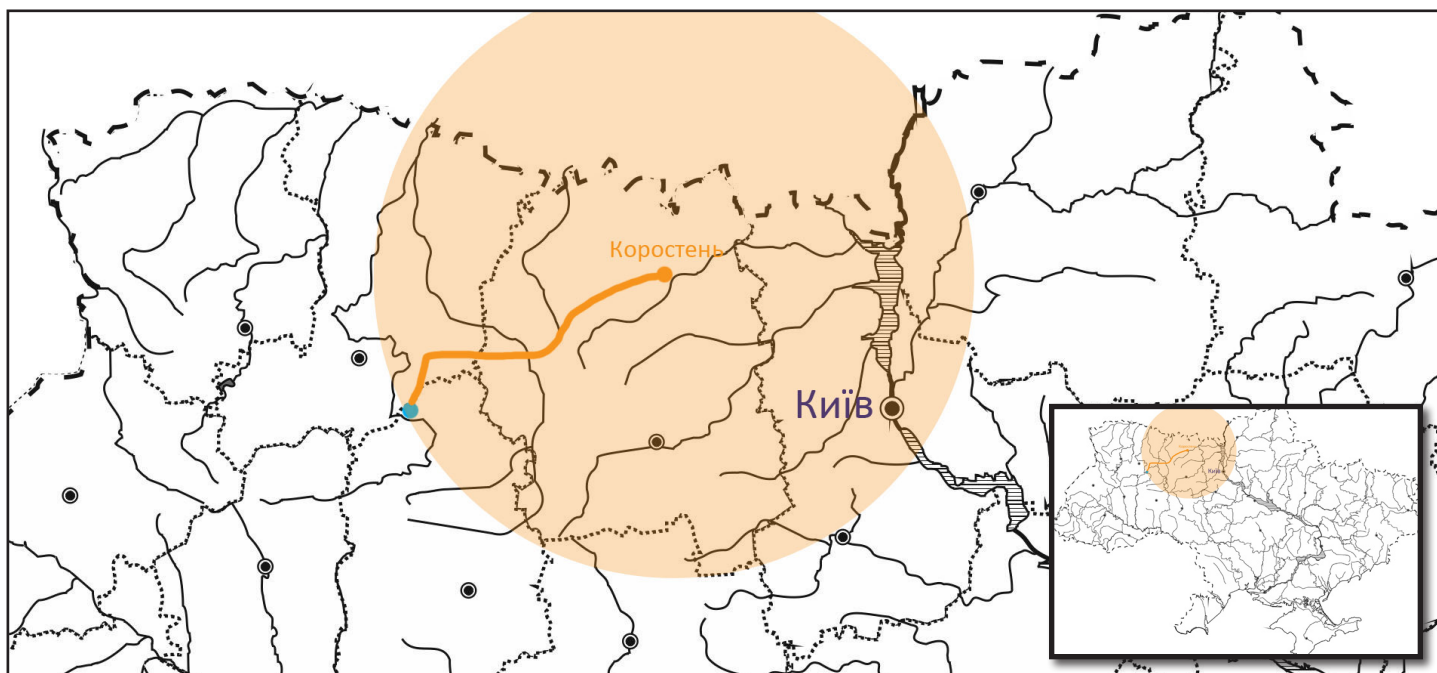
На думку військових істориків, будували «ста-

лінські» укріпайони дуже по–радянськи. Тобто, неякісно. «Як це часто бувало в СРСР, шалений поспіх разом із низькою технічною культурою призводили до того, що частину споруд почали будувати ще до затвердження їх креслень... Серйозні проблеми через відсутність документів виникли при проектуванні споруд із підземними комунікаціями... Загальною тенденцією була жорстка вимога економити матеріали, будь–якою ціною витримати норми витрати залізобетону», – пише, зокрема, дослідник Олександр Крещанов, згадуючи факти, коли роботу деяких військових інженерів потім називали «шкідницькою».

Втім доля значно ефективнішої «Лінії Мажино» не сильно відрізнялася від результату «Лінії Сталіна». Так, німецькі війська просто обійшли «Мажино», залишивши французькі оборонні редути без діла, а елементи «Лінії Сталіна», зокрема, Коростенський укріплений район – 182 кілометри, 456 ДОТів – зовсім ненадовго зумів зупинити передові гітлерівські колони.

Срібні діжки і прямий зв'язок із Москвою

Штабні споруди, втім, як ми бачимо у Коростені, вдавалися військовим інженерам СРСР значно краще. Так, Василь Косирев, який і збудував штаб у гранітних печерах (на таблиці перед входом його плутають із іншим військовим героєм Другої світової Дмитром Карбишевим, – Авт.), створив триповерхову повністю захищену споруду. Де у випадку чого міг перебувати штаб Південно–За-



хідного фронту.

Якість внутрішніх робіт – найвища, і це одразу впадає у вічі, як тільки ти починаєш прогулянку заплутаним скельним лабіринтом. Всі механізми, які розмістили тут у буремні 30-і, досі знаходяться у робочому стані. Кажуть, що всього лише 15 хвилин треба, аби перевести цей об'єкт із музейного стану у робочий. Тобто, бойовий. Командний пункт повністю автономний, тут навіть є колодязь із питною водою. Воду, до речі, зберігали у спеціальних баках, покритих сріблом. Існувала система контролю тиску, зовнішня і внутрішня вентиляція, водогін, дизельні генератори, які забезпечували автономне енергопостачання. Всього у бункері могли перебувати дві тисячі осіб. І забезпечували їх тут всім необхідним: у граніті існували їдальні, кімнати відпочинку.

Щоправда, побачити Коростенський штаб у тому вигляді, у якому він існував до війни, нині неможливо. Вхід для відвідувачів дозволений лише на другий поверх. За потужними сейфовими дверима – санпропускник у вигляді традиційної радянської душової, далі – фігура воїна у костюмі хімічного захисту. Далі ці самі знамениті баки: пофарбовані на зелено і покриті сріблом всередині, склад продуктів із надписом «Недоторканий запас». Кімната радиста із ще одним муляжем радянського солдата і тогочасною передавальною технікою. На стінах у коридорі – радіоточки.

Кажуть, що телефонний зв'язок працює і досі: кабель прокладали на глибині 14–16 метрів і тому він залишився неушкодженим. Як і кнопка тривоги. Стверджують навіть, що до телефонної лінії



досі підключені 68 номерів. Щоправда, не вдалося довідатись, які саме, адже тогочасний зв'язок передбачав насамперед вихід на Москву.

Музейники відтворили кабінет начальника штабу і – як же без цього – приміщення Особливого відділу НКВС. Заирнути сюди можна лише у віконечко і побачити похмуру фігуру радянського чекіста, який уважно дивиться на прикручений до підлоги табурет перед собою, ніби чекає чергового кандидата на допит.

У кімнатах і вузькому коридорі трохи прохолодно: температура повітря завжди однакова – плюс 16 градусів...

Що ж саме було на нижньому, першому і третьому поверхах, наразі залишається таємницею. Один із поверхів замурували ще у 60-і, коли тут загубилися діти. Інший залишається недослідженим і таїть у собі, як передбачається, певні відкриття. Але добратися до нього наразі не просто: треба відповідних вчених і дорогу техніку. На яку місто не має грошей, а допитливих бізнесменів наразі у Коростені не знають.

Тож у «Скелі» не знайшли навіть третій запасний вихід: на сьогодні є інформація лише про два із них.





За картами Вермахту

На відміну від інженера Мажино, який у 30-і роки виконував чітке завдання – захистити країну від гітлерівської Німеччини, автори «Лінії Сталіна» обгороджувалися ДОТами від сусідньої Польщі. Яку на той час вважали головним потенційним противником СРСР. Тож у розрахунку на збройні сили цієї країни і будували систему укріплень.

Німецькі війська підійшли до Коростенського укріпрайону 5 липня 1941 року, прорвавши перед тим систему оборони сусіднього Новоград-Волинського. В оперативному зведенні штабу 5-ї армії за 11 липня відзначалося: смуга оборони 15 стрілецького корпусу не обладнана для польових військ, а смуга передпілля обладнана слабо. Будівельні батальйони створили тільки завали, що не складають серйозної перешкоди для піхоти.

24 липня німці знову почали наступ і зайняли



кілька сіл, а ввечері 5 серпня почали наступ на Коростень. Через неповні дві доби передові загони гітлерівців уже зайшли до міста... Де їх серед іншого чекав опустілий штаб у гранітних скелях.

Після війни в порожньому бункері деякий час жили місцеві жителі і до 60-х років він повністю прийшов в запустіння. У 1986 році він був відремонтований і перетворений у запасний пункт управління адміністрації міста Коростеня. Музейний комплекс в оборонній споруді створений в 2005 році.

Цікаво, що саме німецькі дослідження унікального штабу допомогли українським інженерам створити «Скелю»: окупаційні війська зробили унікальну схему і фотографії, які збереглися й донині. Однак німецькі фахівці не досліджували

верхній і нижній рівні, остерігаючись мінування. Діалогу із РФ на тему архівних документів щодо створення штабу Коростенського укріпрайону не виходить. Офіційна Москва мовчала до початку воєнних дій проти України, мовчить, зрозуміло, і досі. На документах, які вони свого часу надали, коростенського об'єкту ... немає взагалі...

А тому загадка недосліджених частин підземного штабу залишається. Треба розуміти, до кращих, багатших для України часів.





Редактор -
Юрій ПАТИКІВСЬКИЙ,
Дизайнер -
Олексій СУСЛІН