



ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



Energy saving · Power engineering · Energy audit

№4 (182)
Квітень 2023

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

Війна та Мир ХХІ століття: ЛЮДИ, ПОДІЇ, ФАКТИ



26 квітня 2023 року виповнилося тридцять сім років після аварії на Чорнобильській АЕС. З моменту аварії АЕС перебуває під пильною увагою громадськості, засобів масової інформації, інженерних та наукових кіл, уряду України та інших держав. За міжнародною шкалою ядерних інцидентів вона класифікується як найважча аварія найвищого, сьомого рівня. В її результаті повністю зруйновано активну зону реакторної установки і викинуто в навколишнє природне середовище величезну кількість радіоактивних речовин. Аварія призвела до людських жертв, тяжких екологічних, економічних, медичних та соціальних наслідків. З районів України, Білорусі та Росії, які зазнали радіоактивного забруднення, евакуйовано близько 300 тисяч осіб. Радіоактивні випадіння були зареєстровані у всіх європейських країнах північної півкулі, у Канаді, Японії та США. Аварія стала перешкодою просуванню ядерних енергетичних технологій на світовому енергетичному ринку і змусила критично переоцінити рівень безпеки діючих і АЕС, що будуються, у всьому світі.

(Причини і наслідки аварії дивись на стор. 77)

АВАРІЯ НА ЧОРНОБИЛЬСЬКІЙ АЕС ДОСВІД ПОДОЛАННЯ. ДОБУТІ УРОКИ. (ІЗ МАТЕРІАЛІВ РОЗСЛІДУВАННЯ)

Енергоблок № 4 Чорнобильської АЕС було передбачено зупинити на плановий ремонт 25 квітня 1986 р. У зв'язку з цим приймається рішення провести випробування, в ході якого перевірити здатність обладнання станції видавати необхідну електроенергію для роботи системи розхолодження активної зони реактора та обладнання систем захисту з моменту відключення основної системи енергопостачання до моменту вмикання резервного живлення від дизельних агрегатів.

Внаслідок нескоординованості дій та недостатнього рівня культури безпеки співробітників станції оператори виконують низку операцій, які не відповідали встановленим інструкціям з безпеки та створили потенційно небезпечну ситуацію.

Ситуація посилюється серйозними недоліками в конструкції реактора, що робить ядерну установку потенційно нестійкою і може легко призвести до аварії у разі помилок операторів. Поєднання цих факторів викликає різке посилення енергетичного поля, що призводить до практично повного руйнування реактора.

Наслідки цієї події надалі ускладнюються пожежею, що охопила графітову кладку реактора та інші матеріали, що починається у будівлі та породжує викид радіоактивних матеріалів у навколишнє середовище.

Аварія на енергоблоці № 4 Чорнобильської АЕС сталася 26 квітня 1986 р. в 01 год 23 хв 40с під час проведення проектних випробувань однією із систем забезпечення безпеки, що входить до складу енергоблоку з РБМК-1000.

Дана система безпеки передбачала використання механічної енергії обертання турбогенераторів, що зупиняються, для вироблення електроенергії в умовах накладання двох аварійних ситуацій. Одна з них - повна втрата електропостачання АЕС, у тому числі насосів теплоносія та насосів системи аварійного охолодження реактора; інша - максимальна проектна аварія, як розглядається розрив трубопроводу великого діаметра циркуляційного контуру реактора. За програмою випробувань при відключенні зовнішнього електроживлення електроенергія, що виробляється турбогенераторами за рахунок вибігу, подається для запусків насосів аварійного системи охолодження реактора, що забезпечує гарантоване охолодження реактора.

Пропозиція про використання вибігу генератора виходила від головного конструктора РБМК і була включена до проектів будівництва АЕС з реакторами такого типу. Проте енергоблок №4 Чорнобильської АЕС, як і інші енергоблоки з РБМК, приймався в експлуатацію без випробування цього режиму, хоча такі випробування мають бути складовою передексплуатаційних випробувань основних проектних режимів енергоблоку.

На жодній, крім Чорнобильської, АЕС з реакторами РБМК-1000 після введення в експлуатацію проектні випробування щодо використання вибігу генератора не проводилися. Подібні випробування на енергоблоці N 3 Чорнобильської АЕС, що відбулися у 1982 р., показали, що вимоги щодо характеристик електричного струму, що виробляється за рахунок вибігу турбіни, протягом заданого часу не витримуються та необхідне доопрацювання системи регулювання збудження турбогенератора...



№4 (182)

Квітень
2023 р.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИКА ЕНЕРГОАУДИТ



Energy saving · Power engineering · Energy audit

Загальнодержавний науково-виробничий та інформаційний журнал

Редакційна колегія

Головний редактор:

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Перший заступник головного редактора:

Мехович С. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Заступники головного редактора:

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Єршова Н. Ю. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Другова О. С. канд. екон. наук, доц., Харків, Україна

Міщенко В. А. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Члени редакційної колегії:

Безпрозваних Г. В. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Бекбасв А. Б. д-р техн. наук, проф., Алма-Ата, Казахстан

Болюх В. Ф. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Ілляшенко С. Н. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Клепиков В. Б. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Коциські Дьордь д-р екон. наук, проф., Мішкольц, Угорщина

Лазуренко О. П. канд. техн. наук, проф., Харків, Україна

Мамаліс Анастасіє д-р техн. наук, проф., Афіни, Греція

Мацевитий Ю. М. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Мінакова С. М. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Перерва П. Г. д-р екон. наук, проф., Харків, Україна

Прокопенко О. В. д-р екон. наук, проф., Одеса, Україна

Таранюк Л. М. д-р екон. наук, проф., Суми, Україна

Томашевський Р. С. д-р техн. наук, доц., Харків, Україна

Шевченко С. Ю. д-р техн. наук, проф., Харків, Україна

Шутенко О. В. канд. техн. наук, доц., Харків, Україна

Відповідальний секретар:

Меньшикова С. І. канд. фіз.-мат. наук, Харків, Україна

Editorial board

Editor-in-Chief:

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

First associate editor:

Mekhovich S. A. Dr. Sc. (Econ.), Prof. Kharkiv, Ukraine

Associate editors:

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Iershova N. U. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine

Drugova O. S. Ph. D. (Econ.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine

Mischenko V. A. Dr. Sc. (Econ), Prof., Kharkiv, Ukraine

Editorial board members:

Bezprozvannyh G. V. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Bekbayev A. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Alma-Ata, Kazakhstan,

Bolyukh V. F. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Iliashenko S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine,

Klepikov V. B. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Kocziszky G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Miskolts, Hungary,

Lazurenko O. P. Ph. D. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Mamalis A. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Athens, Greece,

Matsevityi Y. M. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Minakova S. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Pererva P. G. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Prokopenko O. V. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Odesa, Ukraine,

Taraniuk L. M. Dr. Sc. (Econ.), Prof., Sumy, Ukraine,

Tomashevskiy R. S. Dr. Sc. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine,

Shevchenko S. Y. Dr. Sc. (Tech.), Prof., Kharkiv, Ukraine,

Shutenko O. V. Ph. D. (Tech.), As. Prof., Kharkiv, Ukraine.

Responsible secretary:

Menshikova S. I. Ph.D. (phys. and math.), Kharkiv, Ukraine

Журнал включено до категорії Б «Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії» (накази МОН України № 886 від 02.07.2020 та № 1188 від 24.09.2020).

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації Серія КВ № 16921-5691ПП від 15.07.2010 р.

Журнал засновано: постанова Кабінету Міністрів України від 17.11.1997 р. №1287

Засновники:

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

Північно-східна енергетична компанія «СВЕКО»

Реєстраційне свідоцтво АОО № 171256 від 06.08.2004 р.

ЗМІСТ

Видатні вчені НТУ «ХПІ» – еліта держави
Міщенко Володимир Акимович.....3

ЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

Залужна Г.В., Пономарьов П.Є., Романуша В.О.
Застосування силіконового покриття холодного
затвердіння на енергетичних об'єктах в Україні..10

Шевченко С.Ю., Ганус Р.О.
Вологоторядна напруга ізоляторів в умовах
підземної підстанції.....22

МЕНЕДЖМЕНТ

Міщенко В.А., Дараган А.В., Другова О.С.
Оцінювання і контролінгове управління
розвитком цифровізації на підприємстві.....29

ВІДНОВЛЮВАНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ

Браверман В.Я.
Особливості автотермічного режиму піролізу
біомаси.....54

ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

Куклін В.М., Івін Л.М., Мехович С.А.
Штучний інтелект та людство.....61

Іванько О.О.
Принципово нові шкільні Теплиці.....71

Аварія на Чорнобильській АЕС. Досвід подолання.
Добути уроки.....77

ДО ВІДОМА АВТОРІВ86

CONTENTS

Outstanding scientists of NTU "KhPI" are the elite of the
state
Mishchenko Volodymyr Akimovych.....3

ENERGY, ELECTRONICS AND ELECTROMECHANICS

Zaluzhna G., Ponomarov P., Romanusha V.
Application of cold-curing silicone coating on energy
facilities in Ukraine.....10

Shevchenko S., Ganus R.
Discharge voltage under humid
conditions.....22

MANAGEMENT

Mishchenko V., Daragan A., Drugova O.
Evaluation and control management of the
development of digitalization at the enterprise.....29

RENEWABLE ENERGY SOURCES

Braverman V.
Features of the autothermal mode of biomass
pyrolysis.....54

ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Kuklin V., Ivin L., Mekhovich S.
Artificial intelligence and humanity.....61

Ivanko A.
Fundamentally new school Greenhouses.....71

Accident at the Chornobyl NPP. The experience of
overcoming. Lessons learned.....77

NOTICE TO THE AUTHORS.....86

Розцінки на рекламу у журналі

Рекламний блок	Размір блоку	Розцінки, грн
Обкладинка, перша сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1 смуга	5000
Обкладинка, друга, третя, четверта сторінка (колір)	1/2 смуги	2500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1 смуга	1500
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/2 смуги	750
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/4 смуги	350
Рекламні блоки (чорно-білі) у текстовій частині журналу	1/8 смуги	200

Редакція не несе відповідальності за достовірність інформації, що публікується у рекламних об'явах

Рекламу надсилати поштою або надавати електронну версію, адреса електронної пошти:
E-mail: sm261245@gmail.com

25 РОКІВ НА ЕНЕРГЕТИЧНОМУ РИНКУ УКРАЇНИ
1997-2023 р.р.

Журнал видається за підтримки:



Навчально-наукового інституту енергетики, електроніки та електромеханіки;
Науково-навчального інституту механічної інженерії і транспорту;
Науково-навчального інституту Економіки, менеджменту та міжнародного бізнесу; Інституту іоносфери НАН України та МОН України;
Державного агентства енергоефективності та енергозбереження України (Держенергоефективності);
Національної комісії, що здійснює регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг (НКРЕКП);
Харківської обласної державної адміністрації;
Української асоціації інженерів-електриків;
Науково-технічного Союзу енергетиків і електротехніків України;
Академії наук Вищої освіти України (секція енергетики та ресурсозбереження);
Всеукраїнської громадянської організації «Асоціація вчених за інноваційний розвиток України».

Журнал є електронним та розповсюджується публічно.

Передрук матеріалів з журналу здійснюється за погодженням з редакцією журналу.

Адреса редколегії та видавця:

вул. Кирпичова, 2, Електроенергетичний корпус, офіс 310, кафедра електричних станцій, м. Харків, Україна. 61002.

Головний редактор

О. П. Лазуренко, канд. техн. наук, професор

Перший заступник головного редактора

С. А. Мехович, докт. екон. наук, професор

Заступник головного редактора з технічних спеціальностей

В. Б. Клепиков, докт. техн. наук, професор

Заступник головного редактора з економічних спеціальностей

Н. Ю. Єршова, докт. екон. наук, професор

О. С. Другова, канд. екон. наук, доц.

Заступник головного редактора з міжнародної діяльності

В. А. Міщенко, докт. екон. наук, професор

Відповідальний секретар

С. І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Розробка дизайну та верстка:

С. І. Меньшикова, канд. фіз.-мат. наук

Періодичність - 1 раз на місяць

Тираж 300 екземплярів.

Контакти редколегії та видавця:

Тел. +3 8050 4026212

+3 8066 0978696

E-mail: sm261245@gmail.com

Сайт: <http://eee.khpi.edu.ua>

Надруковано в друкарні

ФОП Шейніна О.В.

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 2779 від 28.02.2007 вул. Слов'янська, 3, м. Харків, Україна, 61052.

Рекомендовано до друку

Вченою радою НТУ «ХПІ».

Протокол № 04 від 05.05.2023 р.

Підписано до друку 10.05.2023 р.

Формат 60 × 84¹/₄. Друк цифровий.

Ум. друк. арк. 4,0 Навч-вид. арк. 3,3

Вид. № 8-83. Зак. № 4315

© ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ·
ЕНЕРГЕТИКА · ЕНЕРГОАУДИТ

Загальнодержавний науково-виробничий і інформаційний журнал

Мова видання:

Українська, англійська

Відповідальний секретар

Тел.+38 (066) 357 7626

E-mail : olhovskaya.sveta@gmail.com

Департамент технічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 9 38 03 48

E-mail : klepikovasv75@gmail.com

Департамент економічних спеціальностей.

Тел.+38 (050) 6 31 03 23

E-mail : iershova.ny@gmail.com

Департамент зовнішньоекономічних зв'язків.

Тел.+38 (050) 5 34 68 38

E-mail: vladmish30@gmail.com

УРОКИ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ ІСТОРІЇ LESSONS FROM CHERNOBYL HISTORY

Новий безпечний конфайнмент (скор. НБК, англ. New Safe Confinement - "Нова захисна оболонка") - ізоляційна аркова споруда над зруйнованим в результаті аварії 4-м енергоблоком Чорнобильської АЕС; цей об'єкт накрив собою застаріле «Укриття». Арка стала найбільшою рухомою наземною спорудою. Будівництво було розпочато у 2007 році. Спочатку передбачалося, що проект буде готовий до 2012–2013 років, але через недостатнє фінансування терміни здачі об'єкта відклалися. Наприкінці листопада 2016 року арка була успішно насунута на будівлю реактора[1], після чого продовжився процес монтажу обладнання та перевірок. Завершення проекту та здавання його в експлуатацію очікувалися в листопаді 2017 року, проте пізніше ця дата була перенесена на травень 2018 року, оскільки компанія-підрядник Novarka не змогла своєчасно завершити необхідні роботи. При будівництві об'єкта «Укриття» 1986 року термін його служби розраховувався на 20–40 років. Після побудови саркофаг зміцнювали. Фахівці виявляли впевненість у тому, що саркофаг при належному догляді простоїть ще не одне десятиліття,



проте, враховуючи високий рівень ризиків у разі руйнування саркофагу, було прийнято рішення спорудити додатковий захист. Перед новою спорудою стояли такі завдання: - забезпечити додатковий захист навколишнього середовища від радіоактивних частинок; - забезпечити можливість проведення часткового демонтажу аварійних та ненадійних конструкцій об'єкта «Укриття» та АЕС; -забезпечити ізоляцію об'єкта «Укриття» від надходження дощових та талих вод.

Компанії "VINCI Construction Grand Projects" (дочірнє підприємство корпорації Vinci) і "Bouygues Travaux Publics" (одна з компаній промислової групи Bouygues), що входять до складу консорціуму "NOVARKA", у вересні 2007 року підписали з Чорнобильською атомною електростанцією контракт на реалізацію «Новий Саркофаг». Він передбачав проектування та будівництво захисної оболонки у формі арки. Для реалізації проекту потрібно було вирішити низку складних технічних завдань. Наприклад, необхідно було демонтувати знамениту вентиляційну трубу ВТ-2, яка забезпечувала підтягування повітря до будівель 3-го та 4-го енергоблоків. Складність робіт була викликана тим, що труба заввишки 150 метрів і масою близько 350 тонн була пошкоджена під час вибуху ЧАЕС і будь-якої миті могла обрушитися на дах «Укриття». Для демонтажу з Італії було доставлено спеціальний надважкий німецький кран DEMAG CC 8800- 1, вантажопідйомність якого становить 1600 тонн. До початку 2014 року труба була розпиляна на 6 фрагментів, демонтована частинами та похована в будівлі 3-го енергоблоку, через що Чорнобильська АЕС втратила своє історичне обличчя. Вартість робіт склала 11,7 млн. доларів.

У 2010—2011 році був підготовлений збірний майданчик поряд з АЕС, складання арок розпочалося у 2012 році. У листопаді 2012, червні та вересні 2013 року проводилися підйомні операції першої половини арки, вона була зібрана у квітні 2014 року. Для другої половини підйомні операції проводилися у квітні, серпні та жовтні 2014 року. У жовтні 2015 року дві половини арки були об'єднані в єдину конструкцію. До листопада 2016 року на майданчику поряд із четвертим енергоблоком було завершено монтаж конструкцій «арки». 14 листопада розпочато процес насувки за допомогою великої кількості домкратів, процес, за оцінками, міг зайняти близько 4 діб. 29 листопада 2016 року ЄБРР повідомив про успішне завершення насувки на будівлю реактора, та було проведено урочисті заходи за участю кількох політиків та представників ЄБРР. Було продовжено роботи з підключення обладнання, а пізніше проведено герметизацію спорудження та тестування обладнання. Об'єкт планувалося здати в експлуатацію до листопада 2017 року та передати його під управління адміністрації ЧАЕС, проте дату здачі було перенесено на 2018 рік. 1 червня 2019 року глава МЗС Франції Ле Дріан побував у Чорнобилі, проінспектувавши завершення будівництва арки. Ширина: 260 метрів; Висота: 110 метрів; Довжина: 165 метрів; Вага конструкцій: 36,2 тисячі тонн; Кількість робітників: близько 3000 осіб; Час експлуатації: 70-100 років; Вартість проекту: 2,15 млрд євро Конфайнмент — це багатофункціональний комплекс для перетворення об'єкту «Укриття» на екологічно безпечну систему. Він складається з 19 підструктур, основною з яких є захисна споруда у вигляді арки зі спеціальною подвійною обшивкою. Також у проекті передбачені особливі фундаменти, західна та східна торцеві стіни, нестандартні мостові крани, багатофункціональна система вентиляції, технологічний комплекс із ділянками дезактивації, фрагментації та пакування радіоактивних матеріалів тощо.



ЗА ПОВІДОМЛЕННЯМИ ЗМІ, «АРКА» СТАЛА НАЙБІЛЬШИМ РУХОВИМ НАЗЕМНИМ СПОРУДОМ НА МОМЕНТ БУДІВЛІ .10 липня 2019 року НБК було введено в експлуатацію. На фото: Саркофаг над 4-м енергоблоком (2018 рік) і Панорама ЧАЕС, саркофаг, що зліва будується, в середині 4-ї та 3-ї енергоблоки.

26 April 2023

ЧОРНОБИЛЬСЬКИЙ РЕКВІЄМ : *CHERNOBYL REQUIEM:*
У НАЗИДАННЯ ЖИВУЧИМ! *FOR THE EDUCATION*
OF THE LIVING!

**КОЛИ ЧОРНОБИЛЬ СТАНЕ
БЕЗПЕЧНИМ?**

У 30-кілометровій Зоні відчуження можна буде жити без будь-яких обмежень через 50-60 років, але в 10-кілометровій зоні непридатні умови для життя зберуться назавжди.

**WHEN WILL CHERNOBYL BECOME
SAFE?**

In the 30 km Exclusion Zone it will be possible to live without any restrictions in 50-60 years, but in the 10 km zone unsuitable conditions for life will remain forever.



Що зараз із Чорнобилем?

Згідно з даними за 2023 рік, на територіях радіоактивного забруднення виявилось 3678 населених пунктів, в яких проживало 2,2 млн осіб; 479 населених пунктів припинили своє існування. З постраждалих від Чорнобильської катастрофи територій відселено 137,7 тис. осіб, з яких 75% – мешканці Гомельської області.

What is now with Chernobyl ?

According to data for 2023, there were 3,678 settlements in the territories of radioactive contamination, in which 2.2 million people lived; 479 settlements ceased to exist. 137.7 thousand people were resettled from the territories affected by the Chernobyl disaster, of which 75% are residents of the Gomel region.