

Fig.1. Block diagram of the installation and photo of the main units for air purification and disinfection:
ACF – adsorption-catalytic filter; E – HPHE evaporator; BF – blower fan; BPI – bipolar plasma ionizer; C – HPHE condenser; HE – heat exchanger (recuperator); CF – coarse filter; FCF – photocatalytic UV filter.

Conclusions: The implementation of the proposed air purification scheme with the involvement of heat pump heat recovery allows to reduce energy consumption for heating aerodispersion system by 7-8 times. The average efficiency of the recuperative heat exchanger is 0.65-0.70 and the COP (Coefficient of Performance) of the heat pump is 2.7–3.2. Monitoring was carried out in the conditions of the autumn-winter period.

References:

1. T. Kryvomaz, D. Varavin, R. Sipakov, and R. Kuzmishina, "Impact Assessment of the ventilation systems on microbiological safety and microclimatic conditions of premises", *Ventilation Illumination and Heat Gas Supply*, vol. 35, pp. 49–61, 2020, DOI:10.32347/2409-2606.2020.35.49–61.
2. L. Schibuola, and C. Tambani, "High energy efficiency ventilation to limit COVID-19 contagion in school environments", *Energy & Buildings*, v. 240, p. 110882, 2021, <https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2021.110882>.
3. Building code B.2.5-67:2013. Heating, ventilation and air conditioning/ Ministry of Regional Development of Ukraine, 2013.
4. Howard A. Foster, Iram B. Ditta, Sajnu Varghese, and Alex Steele, "Photocatalytic disinfection using titanium dioxide: spectrum and mechanism of antimicrobial activity", *Appl Microbiol Biotechnol*; 90(6), pp. 1847–1868, 2011, DOI: 10.1007/s00253-011-3213-7.
5. Company AirLife Swiss AG. Air purification and disinfection systems. [<https://airlife.swiss/>].
6. V. V. Lunin, M. P. Popovich, and S. N. Tkachenko, *Fizicheskaya himiya ozona* (in Russian), Moscow: OOO MAKSPress, 2019.
7. P. V. Goncharov, et al. "Znezarazhennia povitria v systemakh tsentralizovanoi ventilyatsii hromadskykh budivel" (in Ukrainian) at *Proc. XII International Conference "Problems of Thermal Physics and Thermal Power Engineering"*, 2021. [<http://itf.kiev.ua/wp-content/uploads/2021/10/zbirka-tez-povna.pdf>].
8. Patent application № a202107812 from 30.12.2021 Sposib kombinovanoho plazmokhimichnogo i fotokatalitychnoho znezarazhuvannia povitria v systemakh pryplyvno-vytiazhnoi ventilyatsii budivel ta prystrii dlia yoho zdiisnennia. Applicant: the IET of NAS of Ukraine and E.O. Paton EWI of NAS of Ukraine.

УДК 697.92: 697.95

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ І КОНТРОЛЮ ВОЛОГОСТІ КІЛЬЦЕВОГО ПРОСТОРУ НОВОГО БЕЗПЕЧНОГО КОНФАЙНМЕНТА ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Д. А. Смольченко¹, Є. В. Дядюшко², Д. І. Скляренко³, П. Г. Круковський⁴, А. І. Дейнеко⁵

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ, вул. Марії Капніст, 2а
тел.: +380961030588, e-mail: dima-smolchenko@i.ua

Розглядаються можливості зниження енергоспоживання системи вентиляції і контролю вологості повітря в кільцевому просторі Нового Безпечного Конфайнмента (НБК) ЧАЕС. В кільцевому просторі НБК необхідно підтримувати відносну вологість на рівні не більше 40% для забезпечення відсутності корозії всіх металевих конструкцій на протязі 100 років експлуатації НБК.

Ключові слова: Конфайнмент ЧАЕС, вентиляційне обладнання, моделювання, енергоспоживання.

ANALYSIS OF WAYS TO INCREASE THE ENERGY EFFICIENCY OF THE VENTILATION SYSTEM AND HUMIDITY CONTROL OF THE ANNULAR SPACE OF THE NEW SAFE CONFINEMENT OF THE CHERNOBYL NPP

D. Smolchenko¹, E. Dyadyushko², D. Skliarenko³, P. Krukovskyi⁴, A. Deineko⁵

Institute of Technical Thermophysics of the National Academy of Sciences of Ukraine

Possibilities of reducing the energy consumption of the ventilation system and humidity control in the ring space of the New Safe Confinement (NSC) of the Chernobyl NPP are considered. In the annular space of the NSC it is necessary to maintain the relative humidity at no more than 40% to ensure the absence of corrosion of all metal structures during 100 years of operation of the NSC.

Keywords: ChNPP confinement, ventilation equipment, modeling, energy consumption.

ORCID: ¹0000-0002-3081-1803, ²0000-0002-2601-4633, ³0000-0002-0431-2111, ⁴0000-0001-6726-0550.

Новий безпечний конфайнмент (НБК), побудований і встановлений в проєктне положення над об'єктом «Укриття» (ОУ) Чорнобильської АЕС (рис. 1), є захисною спорудою, призначеною для забезпечення захисту персоналу, населення та навколишнього середовища від впливу джерел ядерної та радіаційної небезпеки.

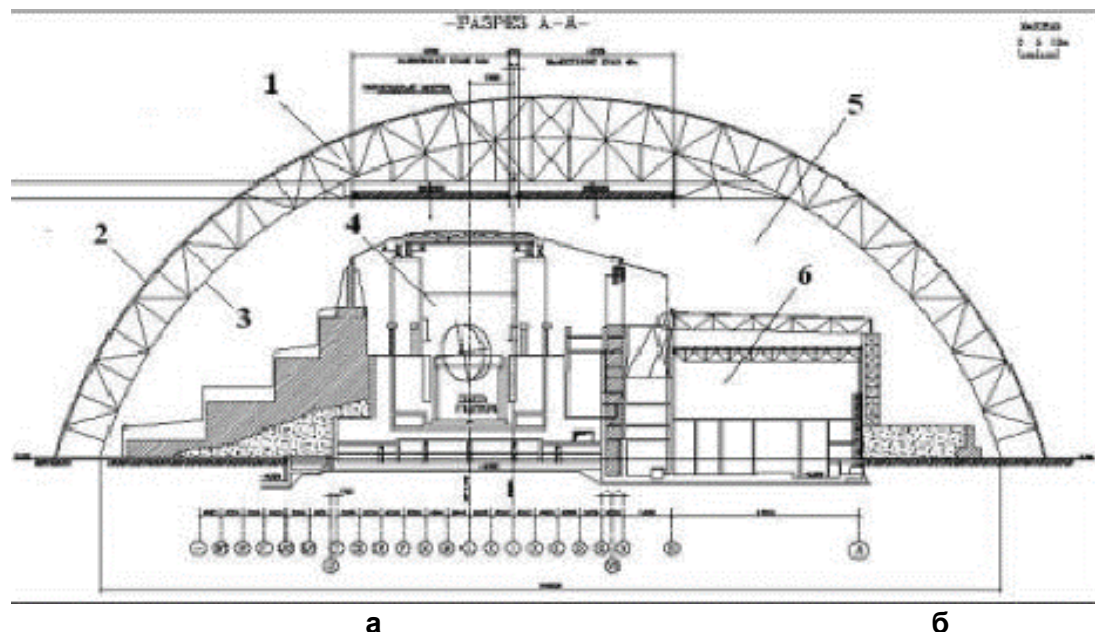


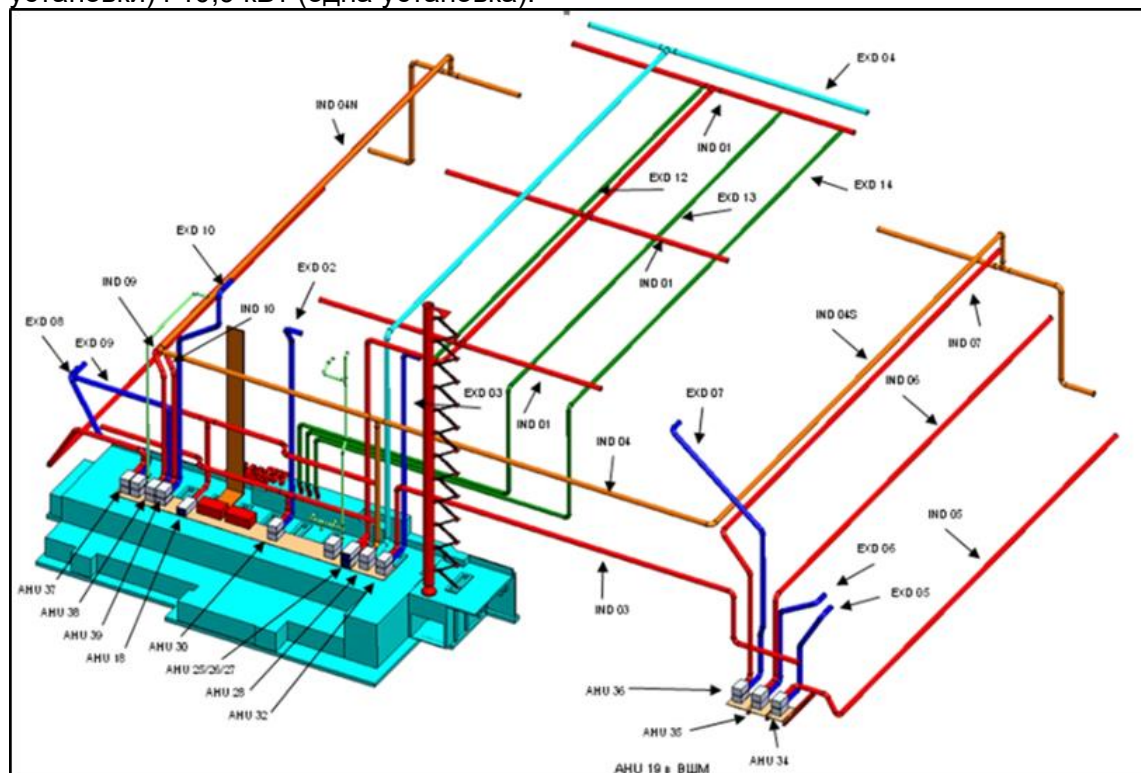
Рис. 1. Схема об'єкта «Укриття» та НБК в поперечному перетині (а) та на фото після натягнення НБК на ОУ (б). На рис. а: 1 – сталеві конструкції та кільцевий простір Арки НБК, 2 – зовнішня оболонка, 3 – внутрішня болонка, 4 – об'єкт «Укриття» і зруйнований реактор, 5 – основний об'єм НБК, 6 – машзал.

Розглядаються умови довготривалого (столітнього) терміну експлуатації Нового Безпечного Конфайнменту (НБК), умови підтримки працездатності в кільцевому просторі, де

містяться всі металеві несучі конструкції НБК. Ці конструкції являють собою труби різного діаметра від 0,4 до 1 м кількість яких становить 7,5 тис. Для забезпечення відсутності значної корозії на цих трубах протягом 100 річного терміну експлуатації в цьому просторі необхідно підтримувати відносну вологість на рівні не більше 40%.

Для цього передбачається спеціальна система вентиляції (рис. 2) й осушення повітря для підтримки необхідного режиму вологості в кільцевому просторі (не більше 40 %) в умовах зміни температури навколишнього повітря від -22 до $+31$ °С, відносної вологості від 50 до 100 % і сили вітру від 0 до 25 м/с.

Система вентиляції й осушення повітря в кільцевому просторі НБК (**об'ємом близько 1 млн м^3**) складається з чотирьох осушувальних адсорбційних машин роторного типу продуктивністю 6,94 $\text{м}^3/\text{с}$ і потужністю 46,36 кВт на лінії осушення і 180,08 кВт – на лінії регенерації кожна (в штатному режимі три установки в роботі й одна установка в резерві), а також дев'яти рециркуляційних контурів, призначених для перемішування й вирівнювання концентрації вологи в кільцевому просторі й виключення утворення застійних зон: шість вентиляційних систем продуктивністю 13,9 $\text{м}^3/\text{с}$ по повітрю і потужністю 19,5 кВт кожна, три вентиляційні системи продуктивністю 16,7 $\text{м}^3/\text{с}$ по повітрю й потужністю 27,7 кВт (дві установки) і 40,9 кВт (одна установка).



Основним шляхом підвищення енергоефективності вентиляції кільцевого простору є оптимальне управління системою вентиляції за заданими критеріями підтримки відносної вологості в залежності від напрямку та швидкості вітру, який буде проаналізований далі.

Для цього була розроблена 3D CFD модель у програмному забезпеченні ANSYS Fluent. Розрахункова сітка моделі складається приблизно з 1 млн розрахункових комірок. Модель розраховує теплову, гідродинамічну та вологісну задачу. В таблиці та на рис. 3 приведені результати моделювання при умовах західного вітру та температури оточуючого середовища 15 °С.

Залежності максимальних відносних вологостей і рівня економії енергії від кількості вимкнутих контурів рециркуляції

Вимкнений контур рециркуляції	Максимальна відносна вологість, %	Енергозбереження, кВт
Східний	38,1	27,7
Циліндричний	38,36	142,2
Західний	40,95	47,4
Всі контури вимкнені	44,7	213,3

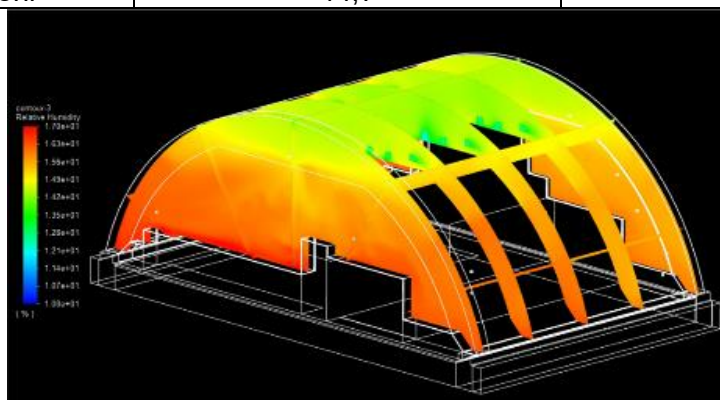


Рис 3. Розподіл вологості в різних перетинах кільцевого простору НБК при повністю вимкненій рециркуляції

Аналізуючи результати даних можна зробити висновок, що при західному вітровому навантаженні є доцільним лише використання рециркуляційного контуру розташованого в західному об'ємі кільцевого простору, що дозволить зменшити споживання електроенергії на 169,9 кВт

Оптимальним управлінням системою вентиляції і контролю вологості буде виступати керування контурами рециркуляції в залежності від вітрового навантаження, для забезпечення умов вологості та підвищення енергоефективності системи.

УДК 621.311

МОЖЛИВОСТІ БАЛАНСУВАННЯ ПОТУЖНОСТЕЙ В КОМБІНОВАНІЙ ЕНЕРГОСИСТЕМІ

М. П. Кузнєцов

докт. техн. наук, Інститут відновлюваної енергетики НАНУ, Київ, тел. +380442062809. e-mail: nik_ku@ukr.net

Предметом дослідження є випадкові складові процесів генерування та використання електроенергії в комбінованих енергосистемах, що мають традиційні та відновлювані джерела енергії. Осереднені графіки генерації та навантаження вважаються прогнозованими. Математична модель стану системи з ВДЕ, змінним навантаженням, акумулятором енергії та резервним генератором реалізована як послідовність моделей випадкових процесів, що описують поточний стан локальної енергосистеми. Така схема дозволяє визначити оптимальні параметри засобів балансування потужностей.

Ключові слова: комбінована енергосистема, відновлювані джерела енергії, акумулятор, резервний генератор, випадковий процес.