

*О. П. ВОІНОВ, Ю. Г. ЕЛЬКІН***ПРО ЗНИЖЕННЯ ШКІДЛИВОГО ВПЛИВУ КОТЕЛЬНИХ УСТАНОВОК НА ПРИРОДНЕ СЕРЕДОВИЩЕ**

Сучасне виробництво надає на природне середовище шкідливого впливу. Найістотніша його частина припадає на енергетику, а серед її об'єктів – на котельні установки. Сформувався актуальна проблема зниження шкідливого впливу котельні на природне середовище. Можливими шляхами її вирішення є здійснення програми часткового, повного або надмірного оновлення парку зношених котлів. У нинішніх умовах повне та надмірне оновлення, що потребують великих ресурсів, є недоступними. Реально здійсненним шляхом вирішення проблеми у найближчій перспективі є часткове оновлення.

Ключові слова: енергетика, котельна установка, шкідливий вплив, природне середовище, часткове оновлення, повне оновлення, надмірне оновлення.

*О. VOINOV, Yu. ELKIN***REDUCING THE HARMFUL IMPACT OF BOILER PLANTS ON THE ENVIRONMENT**

World production makes an ever-increasing harmful impact on the natural environment. As a matter of fact, mankind is facing the problem of saving the natural environment. As for the production branches the energy industry has the strongest harmful effect, and as for the production facilities the boiler plants that emit heat and harmful substances into the environment are the most environmentally aggressive. The global fleet of boiler plants is huge and complicated. As the boiler plant wears out, the levels of its environmental, economic and general technical efficiency are increasingly decreased, and the intensity of the harmful impact on the environment is increased worsening progressively its condition. The self-healing process of the natural environment lags behind the process of harmful effects on it. As a matter of fact, the problem of reducing the harmful effects of boiler plants on the environment has arisen. The purpose of this study was to analyze the phenomenon of interaction between the energy sector, primarily boiler plants and the natural environment and search for the ways to resolve the existing contradictions of this interaction. The task of improving the environmental friendliness of worn-out power equipment and, above all, boiler plants is an urgent issue. The purpose of this research paper was to analyze the possibilities of solving the problem of ecological interaction of boiler plants with the natural environment through their partial, full or redundant renovations. This research is relevant, because the boiler plants of the domestic fleet are extremely worn out. Full or redundant renovation is highly resource intensive and appropriate resources are currently unavailable. A realistic way to solve the problem of reducing the harmful effects of boiler plants on the environment is to increase the environmental friendliness of worn-out boiler equipment by partially upgrading it using relatively simple and affordable methods, such as normalizing the boiler air mode, reducing heat losses with exhaust gases, rationalizing and implementing daily and weekly schedules of the boiler operation in order to extend the full load carrying mode. Successful implementation of the forthcoming program of partial renovation of worn-out boiler plants will ensure a significant reduction of their harmful impact on the environment.

Key words: energy, boiler plant, harmful effects, natural environment, partial renovation, full renovation, and redundant renovation.

Вступ

Серед галузей світового виробництва енергетика посідає особливе місце: її продукція – теплота та електрика – необхідні для функціонування об'єктів інших галузей виробництва. Енергетика супроводжує будь-який технологічний процес, який здійснюється на виробництві, у кожній його галузі. У сучасному світі енергетика є основою розвитку базових галузей промисловості, які визначають прогрес громадського виробництва. В усіх промислово розвинених країнах темпи розвитку енергетики випереджають темпи розвитку інших галузей. Тому очевидно є виняткова її роль у житті світового співтовариства.

Нині основна частина відповідальності за енергозабезпечення світового виробництва та людства лежить на стаціонарній енергетиці на органічному паливі.

Як відомо, навколишнє природне середовище (ПС) відчуває інтенсивний, все зростаючий шкідливий вплив з боку світового виробництва, що розвивається. При цьому основна частина шкідливого впливу обумовлена функціонуванням світової енергетики, в основному, стаціонарних енергоустановок на органічному паливі (далі: енергоустановок).

У складі енергоустановок використовують комплекси технічних об'єктів, до складу яких входять котельні установки (КУ).

Вивчення проблеми впливу різних об'єктів сучасного виробництва на ПС дозволило встановити важливу обставину: серед технічних об'єктів, що використовуються нині, найбільш інтенсивний, комплексний, шкідливий вплив на ПС надають КУ. Отже, сформувався система обставин: енергетика – головне джерело шкідливого впливу на ПС, а в енергетиці головним джерелом є парк КУ [1] – [3].

Загальна чисельність КУ у світовій енергетиці є настільки великою, що їхній сумарний шкідливий вплив на ПС перевищує шкідливий вплив усіх інших технічних об'єктів світового виробництва.

Світовий парк КУ – осередок величезної кількості об'єктів, технічно високо складних, високо ресурсомістких у розробці, виробництві та експлуатації, які функціонують і розвиваються в усіх країнах сучасного світу. Властивий ПС процес самовідновлення істотно відстає від інтенсивного процесу шкідливого впливу КУ на нього, що все посилюється. Тому стан ПС прогресивно погіршується.

Мета роботи

Метою роботи є аналіз стану взаємодії енергетики, насамперед КУ, з ПС та пошук шляхів вирішення існуючих протиріч цієї взаємодії.

Постановка проблеми

Рівень технологічної ефективності (ТЕ) діючої КУ у високій мірі залежить від її стану. З витрачанням ресурсу КУ зношується, рівень її ТЕ знижується в часі з прискоренням. Указане стосується всіх трьох складових ТЕ: екологічної, економічної та загальнотехнічної. Це обумовлює посилення в часі ступеня шкідливого впливу КУ на ПС, тобто обумовлює зниження їх екологічності. Таким чином, шкідливий вплив на ПС мирового парку КУ в часі постійно зростає.

Це визначає високий ступінь важливості завдання зменшення шкідливого впливу КУ на ПС. Наслідки шкідливого впливу на ПС, що накопилися за весь період розвитку виробництва, і в першу чергу КУ, призвели її до нинішнього пригніченого стану. Переконалим підтвердженням цього є світова кліматична аномалія, що почалася на початку 2019 року та охопила всю планету і викликала катастрофічні наслідки в широкій низці регіонів, на всіх континентах.

Людство не має нині реальної можливості захистити ПС від шкідливого впливу на неї сучасного світового виробництва, зокрема, парку КУ. Однак, воно має негайно вжити доступних, дієвих заходів всебічного зменшення шкідливого впливу. Ці заходи необхідно вжити всіх об'єктах стаціонарної енергетики, у тому числі й у першу чергу, у численних котельнях.

Таким чином, сформувалася глобальна проблема захисту, точніше порятунку ПС від наростаючого шкідливого впливу світового виробництва, що інтенсивно розвивається, істотним елементом якої є проблема зниження сили шкідливого впливу світового парку КУ на ПС.

Аналіз останніх досліджень

КУ є найважливішою частиною вітчизняної енергетики, основи якої було закладено у 60-80-х роках минулого століття, ще за умов планової економіки. Задоволення вимог сучасної ринкової економіки до енергетики, і насамперед до її екологічності, вимагає суттєвих інвестицій, яких немає в наявності. Тому важливо продовжувати пошук шляхів вирішення енергетичної проблеми, насамперед для КУ.

У нинішніх умовах екологічні проблеми змушують енергетику знижувати викиди CO₂ використовуючи найдоступніші ресурси. Доцільним є застосування відновлюваних джерел енергії та

побудова «розумної» енергосистеми, яка, зокрема, зможе прийняти, обробити, акумулювати енергію вітру чи сонця та видати її в момент максимального споживання енергії.

Висока енергоефективність, величезні екологічні та соціальні переваги, висока конкурентоспроможність дозволяють розглядати водневу енергетику як перспективну.

Відновлювані енергетичні потужності – це прекрасне майбутнє, але вони примхливі і поки що не дуже добре поєднуються з вітчизняною енергетичною мережею. Крім того, вони обмежують існуюче атомне вироблення, яке є найдешевшим у виробництві, а, отже, і для кінцевого споживача. Проте інтерес до великої атомної енергетики сьогодні у світі знижується. У той же час зростає інтерес до мініатюрних модульних атомних реакторів.

У разі використання розподіленої генерації розташовують невеликі і безпечні джерела електрики поруч із великими споживачами. Це можуть бути як відновлювані джерела енергії, але вже зі сховищами енергії, щоб забезпечити стабільність подачі, так і традиційна генерація, до якої належить, зокрема, гідроелектроенергія, яка є достатньо стабільною. До того ж, це світовий тренд, особливо електроакумуючі електростанції, які зараз розглядаються як ефективні енергосховища.

Однак розглянуті основні способи вирішення світової енергетичної проблеми є актуальними за умови збалансованої економіки та можливості суттєвих ресурсовкладень. У нинішніх умовах функціонування вітчизняної енергетики доводиться розраховувати на реальний діючий потенціал енергетичного обладнання у тому стані, в якому воно перебуває.

Аналіз шляхів та засобів зниження шкідливого впливу КУ на ПС, що застосовуються в інших державах у нормальних умовах функціонування енергетики, у нинішніх умовах не можуть бути використані у вітчизняній практиці внаслідок відсутності у нинішній період ресурсів та дисбалансу, внесеного у всі сфери життя війною.

Аналіз обстановки, що склалася в сфері взаємодії вітчизняної енергетики, насамперед КУ, з ПС, дозволяє вважати, що реально доступним засобом зниження ступеня шкідливого впливу їх на ПС є застосування їх оновлення.

Формулювання цілі статті

Ціллю статті є аналіз можливостей вирішення проблеми екологічної взаємодії КУ з ПС шляхом застосування їх часткового, повного та надмірного оновлення.

Основний матеріал

Можливість зменшення обсягу шкідливого впливу світового парку КУ на ПС полягає у зменшенні рівня шкідливого впливу кожної КУ, тобто, у підвищенні рівня екологічної складової ТЕ кожної КУ. Дана можливість є реальною та доступною для практичного здійснення.

Як було зазначено вище, у процесі роботи КУ витрачають свій ресурс працездатності, зношуються. Рівень їх ТЕ, зокрема екологічної ефективності, знижується. Зношені КУ підлягають здійсненню процесу оновлення.

Оновлення може бути частковим, повним, надмірним.

Для здійснення робіт щодо зниження рівня шкідливого впливу даної КУ, у загальному випадку необхідно витратити ресурси (зокрема фінансові) значного обсягу. При цьому можна розраховувати на отримання значного приросту екологічності КУ, що розглядається. У такому разі замість демонтованої зношеної КУ буде змонтовано нову, яка їй (зношеній) є ідентичною. Це – шлях повного оновлення [4].

Нові КУ за своєю екологічністю рішуче перевищуватимуть зношені. Майбутнє заміщення КУ нинішнього парку новими має торкнутися кожного з діючих агрегатів.

При повному оновленні зношену (стару) КУ, яка витратила свій двадцятирічний ресурс, передбачений для КУ, демонтують, а замість неї споруджують нову, ідентичну їй КУ з двадцятирічним ресурсом працездатності.

Користь здійсненого повного оновлення полягає в тому, що нова КУ має високий (стартовий) рівень ТЕ, що значно перевищує рівень ТЕ старої, зношеної КУ.

Аналіз показує, що при повному оновленні вдається (через 20 років) лише розпочати повторення сценарію використання нового екземпляра КУ колишнього типу. Ознаки будь-якого науково-технічного прогресу (за рівнем ТЕ) відсутні.

При надмірному ж оновленні замість старої КУ споруджують нову КУ, яка відповідає не тільки колишнім (заданим) технічним умовам, а й вимогам власника котельні [5].

Цю, нову, КУ не вибирають із представлених на ринку КУ, а створюють спеціально для використання замість зношеної (оновлюваної) КУ. Алгоритм процесу створення простий та лаконічний. Він полягає у реалізації прогресивного підходу до формування рівня ТЕ функціонування створюваної КУ [6].

При здійсненні надлишкового оновлення зношеної КУ для діючих у даному конкретному випадку технічних умов і вимог власника котельні діють таким чином:

- з відомих котельно-топкових технологій

вибирають кращу (або розробляють нову, оптимальну) і приймають її до використання в створюваній КУ;

- з відомих котельно-топкових конструкцій, що можна застосувати до обраної технології, вибирають кращу (або розробляють нову, оптимальну) і приймають її до використання в створюваній КУ;

- складають на нову КУ технічне завдання, розробляють технічний проект;

- нову КУ виготовляють, споруджують у котельні замість старої;

- здійснюють пуск, налагодження;

- випробовують КУ, досліджують її регульовальні характеристики, оснащують системою автоматичного управління, алгоритм якої налаштовують на оптимальний режим функціонування КУ.

За результатами комплексу випробувань нової КЗ встановлюють її властивості; вирішують долю першого екземпляра КЗ; приймають рішення щодо доцільності серійного виготовлення подібних КУ.

Є підстави вважати, що надмірне оновлення дає змогу отримати найбільший доступний ефект підвищення рівня ТЕ нової (оновленої) КУ.

Природним та доцільним є комбіноване застосування як повного, так і надмірного оновлення парку діючих КУ, що діють.

Однак повне та надмірне оновлення через свою високу ресурсоемність у нинішніх умовах практично недоступні для здійснення [7]. У перспективі, у міру появи доступної ресурсної можливості, світовий парк КУ зазнає комбінованого оновлення.

В даний час можливий інший шлях оновлення, який відрізняється доступністю практично для будь-якої котельні. Це випадок використання персоналом котельні внутрішніх виробничих можливостей та прояву у праці ініціативи у справі покращення показників роботи обладнання котельні. За високої активності та результативності подібних дій колективу, ініційовані ним трудовитрати будуть винагороджені одержаним корисним екологічним результатом. Це шлях часткового оновлення зношеного устаткування [8].

Реалізувати часткове оновлення можна простими, відомими прийомами, доступними для використання в котельнях будь-якого енергооб'єднання. Торкнемося суті деяких із них.

Перший прийом: нормалізація повітряного режиму топкового пристрою котла. Відбирають пробу топкових газів на виході з топки. За допомогою газоаналізатора визначають їх склад. Розраховують чисельне значення коефіцієнта надлишку повітря за топкою (α_T). Зіставленням його виміряного рівня з рівнем, зазначеним в режимній карті, в тепловому розрахунку котла, судять про ступінь ефективності поведеного топкового процесу з по-

зицій впливу котла на ПС. Отримують можливість і підставу для внесення корекції в режим топки котла.

Другий прийом: зменшення втрати теплоти з відходячими газами (q_2) – найбільшою з числа втрат теплоти котлом. За допомогою факела знаходять місця присосу повітря на поверхні стін топки та газоходів котла. Виявлені нещільності (щілини, тріщини, отвори) усувають (закривають) обмазкою. Отриманий ефект перевіряють і оцінюють зіставленням коефіцієнта надлишку повітря в газах топки на виході з топки (α_r) і за котлом (α_k). Усунення присосу повітря на ділянці газоходу від котла до димососа, виконане аналогічно, дозволяє зменшити питому витрату електрики двигуном димососа, тобто підвищити екологічність КУ.

Третій прийом: критичний аналіз, раціоналізація добового та тижневого режимів роботи котлів, встановлених у котельні, з метою подовження режиму несення котлом повного (високого) навантаження.

Також підвищення екологічності КУ може бути досягнуто скороченням кількості пуско-зупинних операцій, що проводяться на котлах; скороченням числа та тривалості періодів функціонування автоматизованих елементів обладнання котельні при відключених засобах їх автоматики; підвищенням якості технічного (експлуатаційного та ремонтного) обслуговування обладнання котельні та ін.

Вирішення проблеми оновлення КУ в першу чергу торкнеться КУ на твердому паливі, що надають на ПС найбільш інтенсивний шкідливий вплив, що включає вплив викиданої золи. Тому в рамках вирішення проблеми слід забезпечувати виконання, зокрема двох завдань:

- забезпечення застосування сучасних високоефективних золоуловлювачів на котлах, оснащених застарілими золоуловлювачами,

- встановлення на малих КУ сучасних золоуловлювачів та забезпечення постійного контролю за режимом їх використання [9], [10].

У перспективі з'явиться можливість поступового скорочення чисельності парку КУ, шляхом їх витіснення введеними альтернативними джерелами енергії, які здатні надавати на ПС істотно менший шкідливий вплив, ніж вплив КУ.

Майбутнє складання та здійснення розглянутої програми оновлення КУ вимагає від світової спільноти взаєморозуміння та єдності дій у зусиллях з порятунку ПС.

Вельми важливим аспектом розглянутої програми, як у частині її складання, так і в частині її виконання, є рівень організації та якості процесу управління роботою над нею у найширшому його розумінні та використанні.

Обговорення результатів

У нинішніх умовах війни, високої екологічної напруженості, високого ступеня зносу енергетичного обладнання, зокрема обладнання КУ, дефіциту ресурсного забезпечення, запропоновано новий, єдино доступний нині підхід до підвищення екологічності зношеного обладнання шляхом часткового оновлення, коли енергетичний об'єкт зберігає свою працездатність, а до нього застосовують програму оновлення.

Розглянутий процес часткового оновлення КУ є універсальним, – його можна використовувати при організації часткового оновлення інших елементів енергоустановок різного типу та різної одиничної потужності.

Результати здійсненої програми робіт з часткового оновлення КУ після завершення кожної роботи вимагають всебічного критичного аналізу, оцінки, висновків.

Після завершення кожної роботи з оновлення КУ слід вести подальшу їх експлуатацію, при цьому завжди шукати та використовувати корисні, особливо інноваційні, пропозиції, тобто ставитися до інших складових програми часткового оновлення обладнання творчо.

Корисні відомості різного роду, виявлені у процесі організації та здійснення програми часткового оновлення, підлягають використанню в інструктивних вказівках та інших документах.

Результати робіт із часткового оновлення КУ мають бути предметом аналізу керівництвом енергетичного об'єкта та його заохочувальних дій стосовно виконавців виконаної програми робіт.

Часткове оновлення КУ зрештою має на меті енергозбереження, а процес енергозбереження має, як відомо, екологічну сутність.

Вся діяльність суспільства в сфері використання устаткування енергетичної галузі є суворо регламентованою законодавчою базою держави [11], [12].

Часткове оновлення КУ є продуктивним інструментом у вирішенні проблеми підвищення рівня їх екологічності – важливого елемента вітчизняної енергетики, а також підвищення технологічної ефективності їх функціонування в цілому.

Висновки

- 1 Серед галузей виробництва найбільше шкідливе вплив на ПС надає енергетика.

- 2 Серед об'єктів енергетики найбільше екологічно агресивними є КУ.

- 3 Чисельність діючих КУ в їх світовому парку вельми висока і безперервно зростає.

- 4 Процес самовідновлення ПС відстає від зростаючої шкідливої дії на нього.

- 5 Сформувався проблема зниження шкідли-

вого впливу КУ на ПС

6 Вирішення проблеми екологічної взаємодії КУ з ПС можливе шляхом застосування часткового, повного чи надмірного оновлення.

7 Повне та надмірне оновлення через свою високу ресурсоемність у нинішніх умовах практично недоступні для здійснення.

8 Реалізувати часткове оновлення можна простими прийомами, доступними для використання в котельнях будь-якого енергооб'єднання.

9 Вирішення проблеми оновлення КУ насамперед торкнеться КУ на твердому паливі.

10 У перспективі з'явиться можливість витіснення КУ альтернативними джерелами енергії.

11 Успішне здійснення майбутньої програми часткового оновлення зношених КУ забезпечить суттєве зниження їх шкідливого впливу на ПС.

Список літератури

1. Voinov O. P. Boiler plants and the environment protection from industry harmful effects / O. P. Voinov, Yu. G. Elkin // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2021. – Вип. 85. – С. 128–136. – ISSN 2415-377X (print). – DOI: <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2021-85-128-136>.
2. Теплова енергетика – нові виклики часу : [техн. зб.] / за заг. ред. П. Омеляновського, Й. Мисака ; [упоряд. А. Акімов]. – Львів : Українські технології, 2009. – 658 с. : рис., табл. – Бібліогр. в кінці ст. – ISBN 978-966-345-194-7.
3. Елькін Ю. Г. Про вплив енергетики на екологічну обстановку / Елькін Ю. Г., О. П. Воїнов, С. А. Крюковська-Тележенко // Тези доповідей 77-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу ОДАБА (13–14 травня 2021 року). – Одеса : ОДАБА, 2021. – С. 155. – URL: https://odaba.edu.ua/upload/files/Zbirnik_Prof_viklad_2021_1.pdf (дата звернення 25.04.2023).
4. Воїнов О. П., Елькін Ю. Г. Про місце котельних установок у забезпеченні сталого розвитку / О. П. Воїнов, Ю. Г. Елькін // Тези доповідей 79-ї науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу ОДАБА (18–19 травня 2023 року). – Одеса : ОДАБА, 2023. – С. 173. – ISBN 978-617-7900-34-3. – URL: https://odaba.edu.ua/upload/files/Zbirnik_Prof_viklad_2023_4.pdf (дата звернення 25.04.2023).
5. Воїнова С. А. Избыточное обновление изношенных технических объектов / С. А. Воїнова // Энергетика та електрифікація. – 2018. – № 1(411). – С. 33–36. – ISSN 0424-9879.
6. Воїнов, О. П. Часткове оновлення – інструмент підвищення екологічної ефективності зношених енергетичних об'єктів / О. П. Воїнов, Ю. Г. Елькін // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Енергетичні та теплотехнічні процеси й устаткування. – 2021. – № 4(8). – С. 47–51. – Бібліогр.: 12 назв. – ISSN 2078-774X (print). – ISSN 2707-7543 (on-line). – DOI: <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.04.07>.
7. Елькін Ю. Г. Проблематика розвитку промислових котельно-топкових систем / Ю. Г. Елькін, О. П. Воїнов // Матеріали міжнародної мультидисциплінарної інтернет-конференції «Світ наукових досліджень». Випуск 19. Серія 26: Технічні науки (23–24 квітня 2023). – Тернопіль : ФОП Шпак В. Б., 2023. – С. 242–243. – URL: <http://www.economy-confer.com.ua/full-article/4553/> (дата звернення 25.05.2023).
8. Воїнов А. П. Частичное обновление котельных установок в проблеме энергосбережения / А. П. Воїнов, Ю. Г. Елькін, Д. А. Голубова // Актуальні проблеми енерго-ресурсозбереження та екології : матеріали IV міжнародної

науково-технічної конференції ОДАБА (15–16 грудня 2021 р.). – Одеса : ОДАБА, 2021. – С. 17–20. – URL: https://www.tgvpv-odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk_aktualni_problemy_energ_o_resursozberez_hennya_odesa_2021.pdf (дата звернення 25.04.2023).

9. Воїнов А. П. Об уменьшении загрязнения атмосферы отопительными котельными на твердом топливе / А. П. Воїнов, Ю. Г. Елькін // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. – 2018. – Вип. 73. – С. 143–149. – ISSN 2415-377X (print).
10. Воїнов А. П., Елькін Ю. Г. Высокоэффективные золоуловители в котельных установках. Аналитико-управленческий аспект / А. П. Воїнов, Ю. Г. Елькін // Актуальні проблеми енерго-ресурсозбереження та екології: матеріали II міжнародної науково-технічної конференції (12–13 грудня 2018 р.). – Одеса : ОДАБА, 2018. – С. 8–9.
11. Постанова Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 № 605-р «Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність». – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-p#Text> (дата звернення 25.04.2023).
12. Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2030 року» № 2697-VIII від 28 лютого 2019 р. – URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (дата звернення 25.04.2023).

References (transliterated)

1. Voinov O. P., Elkin Yu. G. (2021), “Boiler plants and the environment protection from industry harmful effects”, *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, no. 85, pp. 128–136, ISSN 2415-377X (print), <https://doi.org/10.31650/2415-377X-2021-85-128-136>.
2. Omelyanovskij P. and Misak J red. (2009), *Теплова енергетика – нові виклики часу* [Thermal engineering – new challenges of the time], Ukrayins'ki tekhnologiyi, L'viv, Ukraine, ISBN 978-966-345-194-7.
3. Elkin Yu. G., Voinov O. P., Kriukovska-Telezhenko S. A. (2021), “Pro vplyv energetyky na ekologichnu obstanovku [About the power engineering impact on the ecological situation]”, *Tezy dopovidej 77-i naukovo-tehnichnoi konferencii profesors'ko-vykladac'kogo skladu ODABA (13–14 travnja 2021 roku)* [Transactions of the 77th Science and Technology Conference of OSACEA' Professor-Teaching Staff (May 13-14, 2021)], pp. 155, Access mode: https://odaba.edu.ua/upload/files/Zbirnik_Prof_viklad_2021_1.pdf (accessed 25 April 2023).
4. Voinov O. P., Elkin Yu. G. (2023), “Pro misce kotel'nyh ustanovok u zabezpechenni stalogo rozvytku [About the boiler facilities place in sustainable development ensuring]”, *Tezy dopovidej 79-i naukovo-tehnichnoi konferencii profesors'ko-vykladac'kogo skladu ODABA (18–19 travnja 2023 roku)* [Transactions of the 79th Science and Technology Conference of OSACEA' Professor-Teaching Staff (May 18-19, 2023)], pp. 173, ISBN 978-617-7900-34-3, Access mode: https://odaba.edu.ua/upload/files/Zbirnik_Prof_viklad_2023_4.pdf (accessed 25 April 2023).
5. Voynova S. A. (2018), “Izbytochnoe obnovenie iznoshennyh tehniceskikh ob'ektov [Perfect renewal of worn-out technical objects]”, *Energetyka ta elektrifikacija* [Power engineering and electrification], no. 1(411), pp. 33–36, ISSN 0424-9879.
6. Voinov O., Elkin Yu. (2021), “Partial Renewal is a Tool for an Increase in the Environmental Efficiency of the Worn-out Power Facilities”, *Bulletin of NTU “KhPI”. Series: Power and heat engineering processes and equipment*, no. 4(8), pp. 47–51, ISSN 2078-774X (print), ISSN 2707-7543 (on-line), <https://doi.org/10.20998/2078-774X.2021.04.07>.
7. Elkin Yu. G., Voinov O. P. (2023), “Problematyka rozvytku promyslovyh kotel'no-topkovykh system [Problems of industrial boiler-furnace systems' development]”, *Materialy*

- mizhnarodnoi' mul'tydiscyplinarnoi' internet-konferencii' «Svit naukovykh doslidzhen'». Vypusk 19. Serija 26: Tehnichni nauky (23–24 kvitnja 2023) [Materials of the International Multidisciplinary Internet Conference "The World of Scientific Research". Issue 19. Series 26: Engineering Sciences (April 23–24, 2023)], pp. 242–243, Access mode: <http://www.economy-confer.com.ua/full-article/4553/> (accessed 25 May 2023).
8. Voinov A. P., Elkin Yu. G., Golubova D. A. (2021), "Chastichnoe obnovenie kotel'nykh ustanovok v probleme energosberezheniya [Partial Updating of the Boiler Plants in the Energy Saving Problem]", *Aktual'ni problemy energo-resursozberezhennja ta ekologii' : materialy IV mizhnarodnoi' naukovo-tehnichnoi' konferencii' Odesa (15–16 grudnja 2021 r.)* [Actual Problems of Energy- and Resource Saving and Ecology: Materials of the IV International Scientific and Technical Conference, Odessa, OSACEA (15–16 December 2021)], pp. 17–20, Access mode: https://www.tgpv-odaba.org.ua/lib/conferences/zbirnyk_aktualni_problemy_energ_o_resursoz_berezhennja_odesa_2021.pdf (accessed 25 April 2023).
 9. Voinov A. P., Elkin Yu. G. (2018), "Ob umen'shenii zagriznenija atmosfery otopitel'nymi kotel'nymi na tverdom toplive [Reduction of Atmospheric Pollution by Heating Boiler Plants on Solid Fuel]", *Bulletin of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture*, no. 73, pp. 143–149, ISSN 2415-377X (print).
 10. Voinov A. P., Elkin Yu. G. (2018), "Vysokojeffektivnye zolouloviteli v kotel'nykh ustanovkah. Analitiko-upravlencheskij aspekt [Highly efficient ash collectors in boiler plants. Analytical and control aspect]", *Aktual'ni problemy energo-resursozberezhennja ta ekologii' : materialy II mizhnarodnoi' naukovo-tehnichnoi' konferencii', Odesa, ODABA (12–13 grudnja 2018 r.)* [Actual Problems of Energy- and Resource Saving and Ecology: Materials of the II International Scientific and Technical Conference, Odessa, OSACEA (December 12–13, 2018)], pp. 8–9.
 11. (2017), *Postanova Kabinetu Ministriv Ukrainy vid 18 serpnja 2017 № 605-r «Pro shvalennja Energetychnoi' strategii' Ukrainy na period do 2035 roku "Bezpeka, energoefektyvnist', konkurentospromozhnist'"* [Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine of August 18, 2017 No 605-p "On the Approval of the Power Strategy in Ukraine for the Period Throughout to 2035 "Security, Energy Efficiency and Competitiveness"], Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-1> (accessed 25 April 2023).
 12. (2019), *Zakon Ukrainy "Pro Osnovni zasady (strategiju) derzhavnoi' ekologichnoi' polityky Ukrainy na period do 2030 roku" № 2697-VIII vid 28 ljutogo 2019 r., N 2697-VIII vid 28 ljutogo 2019 r.* [The Law of Ukraine "On the Basic Principles (Strategy) of the Governmental Environmental Policy of Ukraine for the period throughout to 2030" No 2697-VIII of February 28, 2019], Access mode: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2697-19#Text> (accessed 25 April 2023).

Надійшла (received) 17.05.2023

Відомості про авторів / About the Authors

Войнов Олександр Петрович (Voinov Oleksandr) – доктор технічних наук, професор, Одеська державна академія будівництва і архітектури, професор кафедри теплогазопостачання та вентиляції; м. Одеса; тел.: (099) 193–96–86; e-mail: voinova_s@yahoo.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7548-4212>.

Елькін Юрій Генрихович (Elkin Yuriy) – кандидат технічних наук, доцент, Одеська державна академія будівництва і архітектури, завідувач кафедри теплогазопостачання та вентиляції; м. Одеса; тел.: (097) 924–99–04; e-mail: tgpv@ogasa.org.ua, yrik29@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7677-377X>.