

УДК 669.85/86+502.7

Проблеми використання енергетичного органічного палива та шляхи їх вирішення

О. М. Склярєнко¹, В. Б. Довгалюк², М. О. Шишина³, Я. В. Горбачова⁴

¹к.т.н., проф. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, skliarenko.om@knuba.edu.ua
ORCID: 0000-0001-5891-8410

²к.т.н., проф. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, dovhaliuk.vb@knuba.edu.ua
ORCID: 0000-0002-4836-5354

³асист. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, shyshyna.mo@knuba.edu.ua

⁴асист. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна

Анотація. Розглянуто проблеми, що пов'язані з динамікою зростання споживання енергетичного палива – дефіцит енергоресурсів і збільшення навантаження на навколишнє середовище шкідливими речовинами продуктів згорання. Аналіз ряду наукових досліджень показує, що зниження вмісту шкідливих речовин (SO_x , NO_x) в продуктах згорання неможливе без принципових змін в організації топкових процесів. Реалізація цих змін можлива за допомогою переходу на нові принципи спалювання вуглеводнів. Переважну частину теплогенераційного обладнання України складають застарілі та фізично зношені тепло агрегати часів СРСР, у яких рівень вмісту шкідливих речовин та парникових газів у продуктах згорання набагато перевищує гранично допустимі відповідно до екологічних нормативів країн Європейського Союзу. Обґрунтовано необхідність модернізації теплогенераційного обладнання задля підвищення енергетичної ефективності використання ресурсів та зниження шкідливого впливу на навколишнє середовище. Зменшення впливу шкідливих речовин може бути досягнуто за рахунок енергозбереження і модернізації технологій виробництва. На основі аналізу розвитку енергетики показано, що основними засобами розв'язання цих проблем є реалізація концепції енергозбереження і енергозаміщення. Також у статті розкрито концепція Національної стратегії з енергозбереження та енергозаміщення традиційних первинних енергоресурсів альтернативними паливними джерелами енергії.

Ключові слова: органічне паливо, шкідливі викиди, енергоресурси, енергозбереження, енергозаміщення.

Постановка проблеми. Друга половина минулого століття характеризувалася швидким зростанням споживання органічних енергоресурсів і електроенергії. Одночасно відбувалося і засвоєння первинних джерел органічного палива з високим енерговмістом (вугілля, нафта, газ, уран). Це стало основою науково-технічного прогресу, який супроводжувався значним збільшенням продуктивності праці (найвища в Японії і Норвегії відповідно 15,5 і 11,5; в Німеччині і США 5,6 разів) в середньому у світі 4,5 разів.

Актуальність дослідження. Роки нового століття не внесли суттєвих змін у використан-

ні органічного палива. Споживання енергії у світі збільшується (рис. 1), а вичерпні енергоресурси є обмеженими. Тому актуальним є вирішення паливно-енергетичних проблем: дефіциту енергоресурсів і електроенергії та загроза навколишньому середовищу шкідливими викидами.

Останні дослідження та публікації. Існує залежність, запропонована ООН [1], енергоспоживання (люд./рік) від індексу людського розвитку. До складу індексу входять: середній строк життя людини; освіта (грамотність) – початкова, середня, вища; матеріальний рівень життя населення.

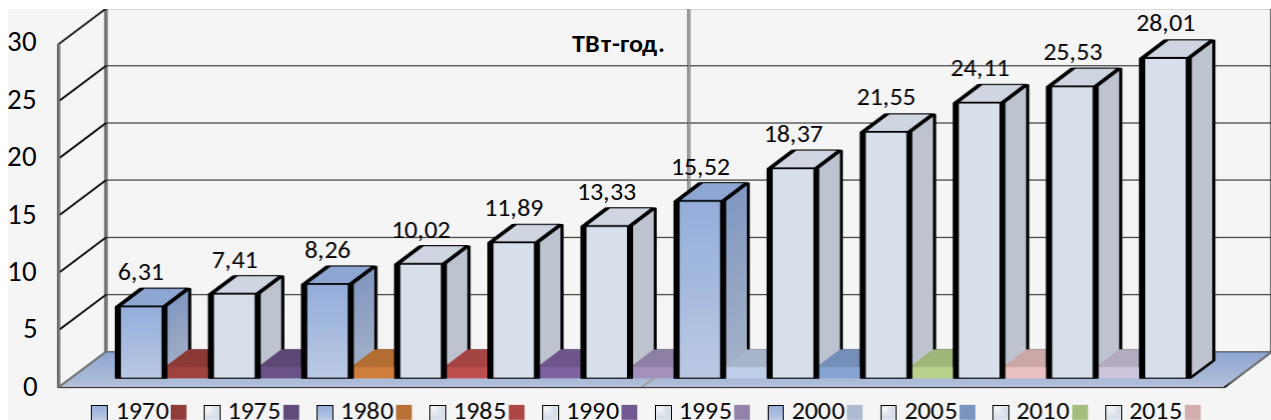


Рис. 1. Динаміка споживання енергії у світі

Останній визначається величиною реально-го ВВП на душу населення і залежить від енергозабезпечення. За розрахунками експертів індекс людського розвитку найвищий – 0,98 у Норвегії із 173 держав.

Формулювання цілей статті. Метою даної публікації є аналіз проблем енергозабезпечення в Україні та світі, екологічного аспекту спалювання органічних палив та шляхів вирішення питань використання енергетичних ресурсів.

Основна частина. Перша проблема пов'язана з вичерпними природними ресурсами, які нерівномірно розподілені на планеті. Наявність цих ресурсів характеризується енергозабезпеченістю відношенням існуючих енергоресурсів до об'єму їхнього споживання (рис. 2). Підвищення енергозабезпечення можливе за рахунок засвоєння власних енергоресурсів та енергозбереження і підвищення енергоефективності.

Енергодефіцитні країни витрачають значну частину свого ВВП на придбання палива, що згубно впливає на економічну, політичну і соціальну сфери. Слід зауважити, що проблема паливних ресурсів є і в енергонадлишкових країнах, оскільки жити за рахунок природної ренти не перспективно. Їхні успіхи залежать

від кон'юнктури світового енергетичного (нафтогазового) ринку, що в результаті гальмує інноваційний розвиток.

На вітчизняному ринку до 75% палива – це імпорт, при тому, що Україна за розвіданими запасами газу (біля 600 млрд. м³) посідає третє місце в Європі (після Росії та Норвегії) і друге місце в Європі та сьоме у світі за запасами вугілля (біля 50 млрд. тон). Використання власних енергоресурсів – важлива національна стратегія, що дозволить здійснити структурні зміни в економіці. Незначні коливання міжнародних цін на паливо миттєво впливають на оптові і, відповідно, на економіку та інші сфери життя.

Друга проблема – екологічна – пов'язана зі зростанням енергетики. Понад 50 % технологічних викидів до атмосфери здійснюється від промислових об'єктів у вигляді парникових газів та інших шкідливих речовин.

Перспективи розвитку технологій зменшення токсичних викидів підприємствами при спалюванні органічного палива – це поступове наближення законодавства України до законодавства ЄС [1, 2, 3]. Порівняння нормативної бази України з іншими країнами наведені на рис. 3, 4, 5, 6 [7].

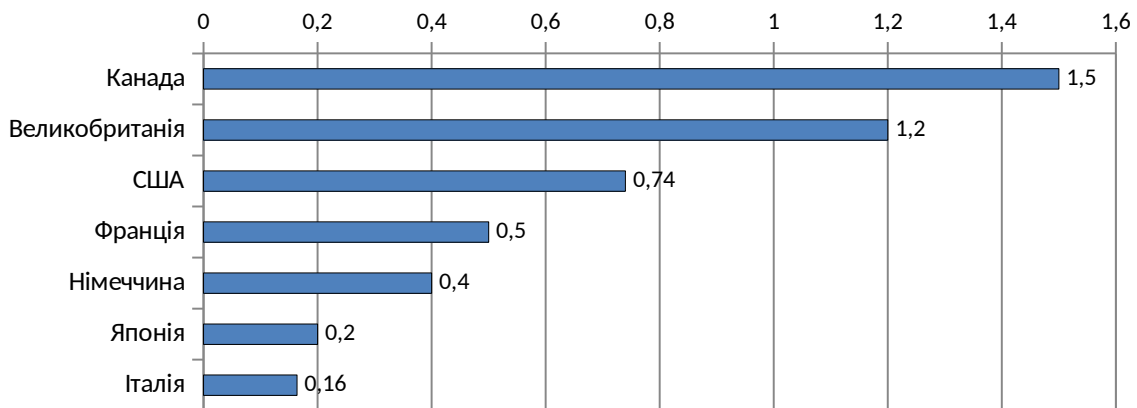


Рис. 2. Енергозабезпеченість (відношення існуючих енергоресурсів до об'єму їхнього споживання)

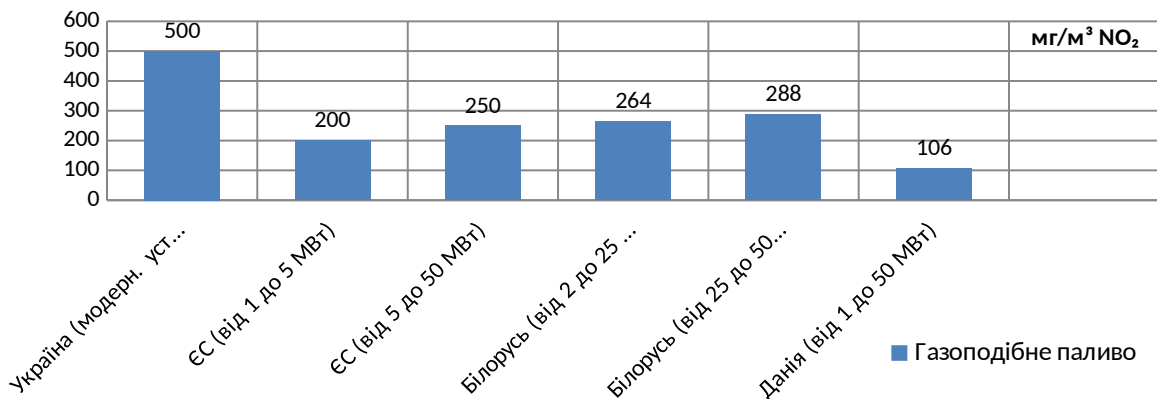


Рис. 3. Граничні значення викидів оксидів азоту для установок у діапазоні від 1 до 50 МВт (для газоподібного палива O₂ = 3 %)

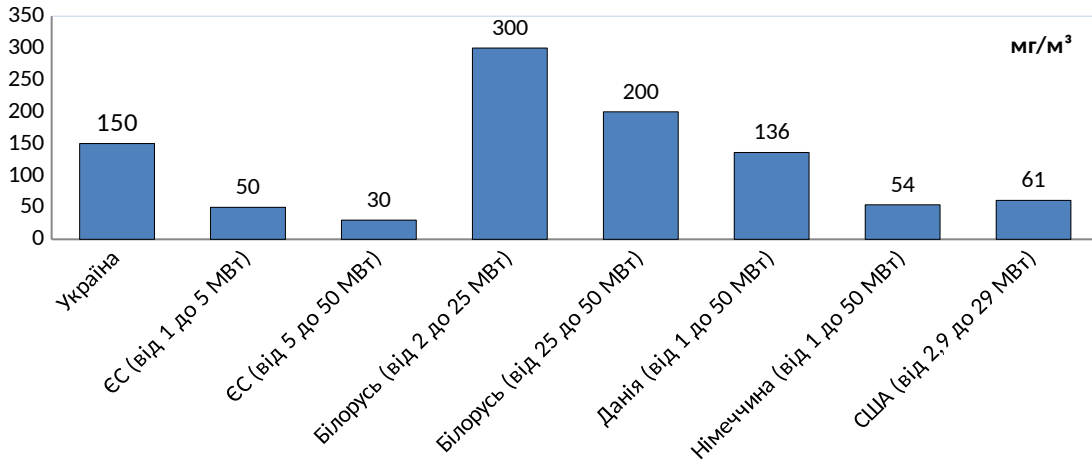


Рис. 4. Граничні значення викидів твердих частинок для установок у діапазоні від 1 до 50 МВт (для твердого палива $O_2 = 6\%$)

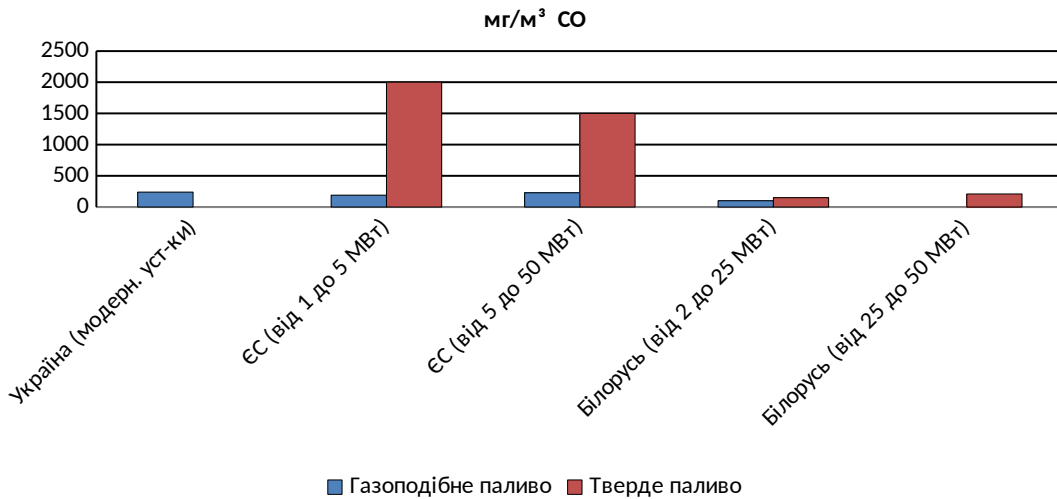


Рис. 5. Граничні значення викидів оксидів вуглецю для установок у діапазоні від 1 до 50 МВт (для газоподібного палива $O_2 = 3\%$, для твердого палива $O_2 = 6\%$)

Оскільки Україна є членом Європейського Енергетичного союзу, то з 2017 року їй необхідно відповідати більш жорстким екологічним нормам згідно з Директивами 2010/75/ЕС. Переважна частина теплоагрегатів – це котли, що введені в експлуатацію ще у 1980-х роках і за своїми показниками поступаються європейським котлам за ККД та обсягами викидів шкідливих речовин. За Директивами 2010/75/ЕС викиди для твердопаливних котлів передбачені, наприклад, SO_x , NO_x – 200 мг/м³, а при використанні природного газу NO_x – 100 мг/м³. Показники твердопаливних котлів, що працюють на ТЕС України, перевищують європейські нормативи від 2,5 до 8 разів, котлів на газовому паливі – в 2-4 рази. Аналіз показників свідчить, що в Україні необхідні подальші розробки технологій зниження концентрацій викидів шкідливих речовин для

теплових установок, що працюють на органічних паливах. Особливість енергетичних об'єктів з великими потужностями полягає в тому, що аварії на них набувають техногенної катастрофи (аварії на нафтогазових платформах, АЕС, складах боєприпасів та ін.).

Існує ще проблема – насильницьке перерозподілення енергетичних ресурсів, коли застосовуються різні засоби: економічні, політичні, а інколи і військові. Все це приводить до соціального напруження та порушення територіальної цілісності.

Шляхи вирішення паливно-енергетичних проблем. В 2017 році обсяги видобування становили 20,5 млрд. м³, у 2018 році передбачається видобування 22,5 млрд. м³, в 2019 – 25,2 млрд. м³, в 2020 – 27,6 млрд. м³. Орієнтовно до цього рівня повинні зменшитися обсяги споживання газу в державі з тепері-

шнього 32 млрд. м³. За такими показниками питання імпорту газу буде вирішено. При сполученні нарощування обсягів видобування органічного палива, особливо газового, та застосуванні альтернативних паливних ресурсів розглядаються концептуальні проблеми в двох напрямках: енергозбереження і енергозаміщення. Насамперед наведемо дефініції і концепції визначених спрямувань.

Концепція енергозбереження полягає у підвищенні ефективності використання енергоресурсів на всіх етапах – від пошуків (розвідки) оргпалива, його транспортування і використання.

Одночасно енергозбереження спрямовано на вирішування економічних і екологічних проблем [4, 6, 7]:

– Економічні – за рахунок інвестицій, коли співвідношення між інвестиціями і витратами на виробництво кількості енергії оцінюється в середньому 1:3.

– Екологічні – вирішуються не тільки у боротьбі з негативним впливом виробництва на навколишнє середовище, а починається з енергоємності виробництва. Основним фактором енергоємності є застаріле обладнання.

Одним з факторів енергозбереження є її організація яка передбачає розробку удосконаленої нормативно-правової бази, облік енергоресурсів і професійний енергонагляд.

Слід зазначити, що енергоефективність має обмеження в технічній реалізації в силу фізичних законів, технологічних і екологічних вимог.

Концепція енергозаміщення вміщує поступовий перехід від викопного палива (газу, вугілля, нафти, урану) до відновлюваних джерел енергії (вітру, сонця, гідро-, біомаси, геотермальної тощо), що можуть зменшити гостроту існуючих проблем – ресурсних, екологічних і геополітичних.

Залучення відновлюваних джерел сприяє вирішенню проблем економії нафтогазового палива, стримання зростання цін на вуглеводні та збільшення кількості споживачів з власним енергетичним паливом.

За прогнозами вчених паливом майбутнього вважається метан в газогідратному стані, якого за орієнтованими оцінками експертів від 2.000 до 5.000 трлн.м³ (Арктика, океани на глибині 250-300 м і нижче).

В Японії вже в 2023 році планується комерційне видобування гідрату, що забезпечить себе сировиною приблизно на 100 років.

США успішно видобувають сланцевий газ, який користується попитом у різних країнах.

Україна вважається найбагатшою в Європі на поклади сланцевого газу [5].

Перспективними нетрадиційними джерелами вуглеводів в Україні є вуглеводні родовища. Практично вся продуктивна вуглеводна товщина насичена метаном (CH₄). Останнім часом видобуток цієї сировини на вугільних родовищах США становить більше 10% загального об'єму видобутку сухого газу. У цьому напрямку ведуться наукові дослідження в Канаді, Німеччині, Великобританії, Китаї, Австралії, Індії, Чехії та Польщі. Ресурси цього корисного енергоносія в Україні оцінюється за різними джерелами від 3,8 до 25,0 трлн.м³ [8], що в разі перевищує ресурси природного газу. Ці концепції повинні використовуватися одночасно з посилювальним акцентом на енергозаміщення.

Висновки. Визначено, що основною проблемою в світовій енергетиці є не нестача енергетичного палива, а нестача інвестицій в енергозбереженні та його енергозаміщенні органічного палива. Сформований розвиток енергетики до 2025 року базується на основі використання традиційних органічних палив та прогресивних технологій переробки їх в електричну та теплову енергію. Екологічна загроза розвитку цивілізації надходить в значній мірі від технологічних викидів енергетичних комплексів. Зменшення впливу шкідливих речовин може бути досягнуто за рахунок енергозбереження і модернізації технологій виробництва.

Перспективи подальших досліджень. Розвиток альтернативної енергетики оснований на відомих явищах, але поки що не освоєних в промислових масштабах. Розвиток відбувається за рахунок використання атомних реакторів з швидкими нейтронами, термоядерної енергетики, електрохімічних генераторів (паливних елементів на водневому палеві) тощо. Пріоритетним напрямком, особливо при вирішенні екологічних проблем в останні роки, належить водневій енергетиці. Важливою перевагою водню – є отримання електроенергії з допомогою паливних елементів, що уявляють з себе електрохімічний генератор з прямим перетворенням хімічної енергії в електричну. Особливого розвитку водень, як енергоносіє, набуває в транспортній галузі. Провідні держави світу вкладають великі ресурси в наукові розробки водневих технологій. Так Європейська програма “Водневі технології і паливні елементи”, що є “стратегічним виробом Європи” планує довести долю водню в енергетичному балансі до 5% в 2020 році з загальними інвестиціями до 15 млрд. євро.

США на розробку проблем водневої енергетики на найближчі роки планує спрямувати з федерального бюджету 5 млрд. доларів і до 60 млрд. від приватних компаній. Японія на базі паливних елементів планує збільшення потужностей водневих електростанцій до 10 ГВт у 2020 році.

Україна підписала угоду про співпрацю в рамочній програмі “Горизонт 2020”, що передбачає доступ українським фірмам і НДІ до участі в Європейських програмах досліджень і впровадження нових паливних технологій, що доповнить енергетичну модель України.

Література

1. Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони від 30.11.2015 р. – Режим доступу: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
2. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок від 15 березня 2015 р. – Режим доступу: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245255506&cat_id=245255478.
3. Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants. – Режим доступу: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur151025.pdf> (дата звернення: 02.04.2018)
4. Чабанович Л. Б. Підвищення енергоефективності використання природного газу у процесі модернізації газотурбінних установок компресорних станцій / Л. Б. Чабанович, О. М. Склярєнко // Розвідка та розробка нафтових та газових родовищ. – 2012. – № 1 (38).
5. Склярєнко О. М. Аналіз використання нетрадиційних природних газів в Україні./ О. М. Склярєнко, В. В. Мойсеєнко // Нова тема. – 2013. – № 2.
6. Склярєнко О. М. Енергетичні та екологічні показники сучасних малометражних газових котлів в процесі експлуатації / О. М. Склярєнко, О. О. Романов // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання : наук.-техн. зб. / Київський національний університет будівництва і архітектури. – 2014. – № 17.
7. Сігал О. І. Екологічні аспекти процесів спалювання органічних палив./ О. І. Сігал, Є. Й. Бикоріз // Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики: збірник трудов ЦПС Алкон. – 2016. – 142 с.
8. Булат А. Ф. Умови формування газових пасток у вугленосних покладах / Булат А. Ф. – Наукова думка. – 2017. – 207 с.

References

1. *Ughoda pro asotsiatsiiu mizh ainoiu, z odniej storony, ta Evropeiskym Soiuzom, Evropeiskym spivtovarystvom z atomnoi enerhii i ikhnimi derzavzmy-chlenamy, z inshoi storony vid 30.11.2015*. Access mode: http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/984_011.
2. *NATSIONAKNYI plan skorochennia vykydiv vid velykykh spaljuvalnykh ustanovok vid 15.03.2015*. Access mode: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/uk/publish/article?art_id=245255506&cat_id=245255478.
3. *Directive (EU) 2015/2193 of the European Parliament and of the Council on the limitation of emissions of certain pollutants into the air from medium combustion plants*. Access mode: <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/eur151025.pdf>
4. Chabanovych L. B., Skliarenko O. M. “Pidvyshchennia enerhoefektyvnosti vykorystannia pryrodnoho hazu u protsesi modernizatsii hazoturbinykh ustanovok kompresornykh stantsii.” *Rozvidka ta rozpobka naftovykh ta hazovykh rodovyshch*, no. 1, 2012.
5. Skliarenko O. M., Moiseenko V. V. “Analiz vykorystannia netradytsiinykh pryrodnykh haziv v Ukraini.” *Nova Tema*, no. 2, 2013.
6. Skliarenko O. M., Romanov O. O. “Enerhetychni ta ekolohichni pokaznyky suchsnykh malometrazhnykh hazovykh kotliv v protsesi ekspluatatsii.” *Ventylatsiia, osviltennia ta teplofazopostachannia: Naukovo-tekhnichnyi zbirnyk*, Iss. 17, Kyiv National University of Construction and Architecture, 2014.
7. Sihal O. I., Bykoriz Y. Y. “Ekolohichni aspekty protsesiv spaljuvannia orhanichnykh palyv.” *Problemy ekologii i ekspluatatsii obektov energetiki: sbornik trudov TSPS Alkon*, 2016.
8. Bulat A. F. *Umovy formuvannia hazovykh pastok u vuhlenosnykh pokladakh*. Naukova dumka, 2017.

УДК 669.85/86+502.7

Проблемы использования энергетического органического топлива и пути их решения

О. М. Склярченко¹, В. Б. Довгалиук², М. А. Шишина³, Я. В. Горбачова⁴

¹к.т.н., проф. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, skliarenko.om@knuba.edu.ua

²к.т.н., проф. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, dovhaliuk.vb@knuba.edu.ua

³асист. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина, shyshyna.mo@knuba.edu.ua

⁴асист. Киевский национальный университет строительства и архитектуры, г. Киев, Украина

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы, связанные с динамикой роста потребления энергетического топлива – дефицит энергоресурсов и рост нагрузки на окружающую среду вредными веществами, которые содержатся в продуктах сгорания топлива. Анализ ряда научных исследований показывает, что снижение содержания вредных веществ (SO_x, NO_x) в продуктах сгорания невозможно осуществить без принципиальных изменений в организации топочных процессов. Реализация этих изменений возможна посредством перехода на новые принципы сгорания углеводородов. Преимущественную часть теплогенерирующего оборудования Украины составляют устаревшие и физически изношенные теплоагрегаты времён СССР, у которых содержание вредных веществ и парниковых газов в продуктах сгорания многократно превышает предельно допустимые согласно экологическим нормативам ЕС. Обоснована необходимость модернизации теплопроизводящего оборудования с целью повышения эффективности сгорания топлива и снижения негативного воздействия на окружающую среду. Уменьшение влияния вредных веществ может быть достигнуто за счёт энергосбережения и модернизации технологий производства. На основании анализа развития энергетики показано, что основными средствами решения перечисленных проблем является реализация концепции энергосбережения и энергозамещения. Также раскрыта концепция Национальной стратегии энергосбережения и энергозамещения традиционных первичных энергоресурсов альтернативными источниками.

Ключевые слова: органическое топливо, вредные выбросы, энергоресурсы, энергосбережение, энергозамещение.

UDC 669.85/86+502.7

Fossil fuel usage issues and ways to deal with

O. Skliarenko¹, V. Dovhaliuk², M. Shyshyna³, Ya. Horbachova⁴

¹PhD, professor Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, skliarenko.om@knuba.edu.ua

²PhD, professor Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, dovhaliuk.vb@knuba.edu.ua

³assistant professor Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, shyshyna.mo@knuba.edu.ua

⁴ assistant professor Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine

Abstract. The article discusses the problems associated with the dynamics of growth in the consumption of energy fuels – the shortage of energy resources and the growth of the load on the environment by harmful substances, which are contained in the combustion products of fuel. An analysis of a number of scientific studies shows that it is impossible to reduce the content of harmful substances (SO_x, NO_x) in combustion products without fundamental changes in the organization of furnace processes. The implementation of these changes is possible through the transition to new principles of combustion of hydrocarbons. The predominant part of the heat-generating equipment of Ukraine is made up of outdated and physically worn-out heat units of the USSR, in which the content of harmful substances and greenhouse gases in the combustion products is many times higher than the maximum permissible according to EU environmental standards. The necessity of modernization of heat-producing equipment with the aim of improving the efficiency of combustion of fuel and reducing the negative impact on the environment is substantiated. Reducing the influence of harmful substances can be achieved through energy saving and modernization of production technologies. Based on the analysis of the development of the power industry, it is shown that the main means of solving the above problems is the implementation of the concept of energy saving and energy replacement. The concept of the National Strategy for Energy Saving and Energy Replacement of Traditional Primary Energy Resources with Alternative Sources is also disclosed. It was determined that the main problem in the world energy sector is not a shortage of energy fuel, but a lack of investment in the energy saving of fossil fuel and its energy supply. Formed energy development until 2025 is based on the use of traditional organic fuels and advanced technologies for processing them into electrical and thermal energy. The environmental threat to the development of civilization comes largely from the technological emissions of energy complexes. Reducing the influence of harmful substances can be achieved through energy saving and modernization of production technologies.

Keywords: fossil fuel, polluting emissions, energy resources, energy saving, energy replacement.

Надійшла до редакції / Received 15.08.2018