

## АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА В УКРАЇНІ: ПЕРСПЕКТИВИ ТА ОБМЕЖЕННЯ ПЕРЕХОДУ

**<sup>1</sup>Бунько Т.В., <sup>1</sup>Кокоулін І.Є., <sup>2</sup>Папірник Р.Б., <sup>3</sup>Лізунова Т.Л.**

<sup>1</sup>Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова НАН України, <sup>2</sup>Придніпровська державна академія будівництва і архітектури МОН України, <sup>3</sup>Національний технічний університет «Дніпровська політехніка»

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА УКРАИНЫ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕХОДА

**<sup>1</sup>Бунько Т.В., <sup>1</sup>Кокоулин И.Е., <sup>2</sup>Папирнык Р.Б., <sup>3</sup>Лизунова Т.Л.**

<sup>1</sup>Институт геотехнической механики им. Н.С. Полякова НАН Украины, <sup>2</sup>Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры МОН Украины, <sup>3</sup>Национальный технический университет «Днепропетровская политехника»

## ALTERNATIVE ENERGY OF UKRAINE: PROSPECTS AND LIMITATIONS OF TRANSITION

**<sup>1</sup>Bunko T.V., <sup>1</sup>Kokoulin I.Ye., <sup>2</sup>Papirnyk R.B., <sup>3</sup>Lizunova T.L.**

<sup>1</sup>Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine, <sup>2</sup> Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture MES of Ukraine, <sup>3</sup>National Technical University "Dnipro Polytechnic"

**Анотація.** Використання енергії викопного палива, зокрема вугілля, притаманне людству з давніх часів. Поклади вугілля на земній поверхні були спочатку достатньо легкодоступні, а саме питання спалювання вугілля для отримання тепла, у подальшому – енергії пари, потім електричної енергії не викликало питань. Але у першій половині ХХ століття почали давати ознаки негативні наслідки такого використання, а саме - забруднення навколишнього середовища. Хоча покладів викопного палива вистачить, за наявними даними, на пару прийдешніх поколінь – негативний вплив на стан біосфери неодмінно випередить вигоди від неконтрольованого використання вуглецевих ресурсів. Потрібно шукати альтернативні джерела енергії. Вони наявні: це енергія Сонця, вітру, води, навіть енергія атому, хоча і вона є вичерпною і достатньо небезпечною у використанні. Однак така переорієнтація потребує докорінної перебудови сучасної енергетики. І не тільки у технологічному плані. Стабільність сучасної енергетики орієнтовано на використання вуглецю. На цьому побудовано енергетичний потенціал усіх сучасних технологічно розвинених країн, зокрема і України. Відмовитись від видобутку вугілля на нинішньому етапі розвитку людства можливо, на що і націлюють рішення багатьох наукових нарад і конференцій, але від використання вуглецевих джерел – вельми проблематично; відмова від використання вугілля є не тільки економічною і екологічною, але й соціальною проблемою. Закриття вугільних і вугільно-орієнтованих підприємств звільнить значну кількість робітників і обслуговуючого персоналу, що потребує їх подальшого працевлаштування і, за потреби, перенавчання. В умовах України – це переорієнтація трьох вуглевидобувних регіонів, кількість зайнятих у вуглевидобутку і вуглекористуванні у яких перевищує 70 тис. робітників. Відмова від використання вугілля на нинішньому етапі для України неприйнятна, але готуватися до цього необхідно вже зараз, залучаючи для цього як державні, так і приватні ресурси. До того ж стан розвитку енергетики, заснованої на альтернативних джерелах, не гарантує ефективної швидкої заміни енергетики вуглецевої, і потрібно шукати взаємоприйнятних рішень.

**Ключові слова:** викопне паливо, альтернативна енергетика, вугілля, джерела енергії.

На усіх етапах свого розвитку людство використовувало різні джерела енергії. Причому протягом ХVIII, ХІХ і навіть першої половини ХХ сторіччя не замислюючись, вичерпні чи безмежні джерела цієї енергії. І чи шкідливим є її видобуток. Ліси здавались безмежними, повітря і вода – завжди чистими, енергії вітру вистачало для місцевих потреб. Навіть виникло гасло: «Не треба чекати милостей від природи, узяти їх у неї – наша задача». Тобто природа вважалася безмежною, а ми – споживачі – повинні тільки винаходити методи використання її невичерпних ресурсів.

Прозріння надійшло швидко. Вже у другій половині ХХ сторіччя людство стикнулося з великою кількістю проблем екологічного плану. Температурний режим планети, створення «озонових дірок», зникнення цілих видів тварин чи рослин, скорочення строку життя людини – досить тривожні симптоми, з якими не рахуватися просто неможливо. Порушується екологічний баланс планети, і необхідно шукати альтернативні джерела енергії, які, по-перше, не були б вичерпними, а по друге – не впливали б так критично на навколишнє середовище.

Перша проблема лише здається недостатньо важливою. Незважаючи на деяке підвищення використання альтернативних джерел енергії (відновлюваних), сьогодні вони забезпечують загалом лише 12,4 % всесвітніх потреб; решту, з урахуванням і ядерної енергетики, постачають викопні палива. Співвідношення використання енергетичних джерел у різні часи представлено у табл. 1.

Таблиця 1 – Співвідношення викопних і альтернативних джерел енергії у світовому енерговидобутку

№ п/п	Джерело	2007,%	2012,%	2019,%
	Нафта	36,0	41,0	42,0
	Вугілля	24,0	21,0	19,0
	Природний газ	23,0	21,0	20,0
	Ядерне паливо	6,0	6,5	6,6
	Гідроелектростанції	6,7	6,6	6,4
	Інші (геотермальне, соняч-не, припливне, енергія вітру, спалення деревини і відходів)	0,9	3,9	6,0

Якщо проаналізувати дані табл. 1, видно, що використання джерела 1 збільшується, 2,3 – скорочується, 4 – дещо збільшується, 5 – дещо скорочується, 6 – значно збільшується, в основному за рахунок використання сонячної енергії. Однак казати про можливу відмову від викопного палива передчасно.

Розвідані запаси вугілля у світі складають на 2019 рік орієнтовно 891531 млн тонн. Розподіл їх між основними вуглевидобуваючими державами виглядає наступним чином (табл. 2).

Таким чином, Україна посідає 7 місце у світі за запасами усіх марок вугілля, тобто має відповідний вуглецево-енергетичний потенціал. У той же час за видобутком вугілля, внаслідок втрати багатьох шахт на сході, це місце було б значно нижче (до шістки провідних вугледобуваючих регіонів світу входить нині Китай, США, Індія, ЄС (Германія припинила видобуток вугілля), Австралія та Росія).

З урахуванням нинішніх темпів видобутку, з урахуванням розвіданих запасів, вугілля вистачить на 148 років, нафти – на 43 роки, природного газу – на 61 рік.

Таблиця 2 – Запаси вугілля у світі

Держава	Запаси, млн тонн	%
США	230308,0	25,83
Росія	157010,0	17,61
Китай	114500,0	12,84
Австралія	76200,0	8,54
Індія	58600,0	6,57
Германія	40548,0	4,55
Україна	33873,0	3,80
Казахстан	31300,0	3,51
ПАР	30408,0	3,41
Індонезія	28017,0	3,14
Турція	8702,0	0,98
Колумбія	6746,0	0,76
Інші країни	67319,0	7,56

За прогнозами, скорочення видобутку вугілля у світі найближчим часом не очікується: пік світового видобутку вугілля прийдеться лише на 2030 рік (приблизно 8,3 млрд. тонн) зі зниженням (до 6 млрд тонн) у 2050 році. Тобто у короткий термін закриття вугільних шахт у світовому масштабі передбачати нереально. До того часу, поки відновлювані джерела енергії не стануть достатньо життєздатними як головні постачальники енергії, компанії з видобутку вугілля будуть продовжувати розробку родовищ викопного палива, і відмовитись від цього неможливо.

Якщо підійти до проблеми розрахунковим шляхом, можна навести наочний приклад. Потреба людства у енергії складає  $400 \cdot 10^4$  млн британських теплових одиниць (BTUs, що є найбільш зрозумілою одиницею, оскільки являє собою енергію, що виділяється під час згоряння одного сірника). Вугілля забезпечує, як свідчить з табл. 1, 19% світової енергопотреби, тобто вельми значну її частину. Тож скільки сірників запалює людство, і скільки при цьому виділяється у довкілля, у якому ми існуємо, шкідливих речовин!?

Можна зробити висновок: видобуток і використання вугілля у енергетичній промисловості хоча у нинішній час і є незамінними, але є водночас і шкідливими. Треба шукати альтернативу. Тому у світі інвестиції і фінанси у електроенергетиці зміщуються від викопного палива і крупної централізованої інфраструктури до розподілених енергетичних ресурсів – відновлюваних джерел (ВДЕ) і систем накопичення і зберігання енергії. За останній час вартість ВДЕ знизилася до таких показників, що вітрові електростанції (ВЕС), сонячні електростанції (СЕС) і інші ВДЕ виграють конкуренцію за ціною кіловат-години у вугільних електростанцій. Розрахунки аналітиків фірми Bloomberg New Energy Finance показують, що середня вартість систем накопичення електро-

енергії на основі літій-іонних акумуляторів знизилась на 35% менше ніж за рік до 187 доларів/мВт-год, наблизившись таким чином до вартості генерації на теплоелектростанціях (ТЕС). За країнами світу середня вартість електроенергії від нових встановлених потужностей наземних ВЕС і СЕС тепер складає 50 і 57 доларів/мВт-год відповідно, що нижче операційних витрат на виробництво електроенергії (паливо, персонал, обслуговування, поточні ремонти) на багатьох вугільних ТЕС, у тому числі українських. В Україні найдорожча у світі електроенергія від теплової генерації (70 доларів/мВт\*год). Навіть у Європі з високим рівнем податків на CO<sub>2</sub> і жорсткими вимогами до систем очищення димових газів від отрутних речовин вартість одного мегавату електроенергії в середньому на 10 доларів нижче.

Яка ж ситуація склалася у нинішній час у вугільній промисловості України?

На час отримання незалежності в Україні налічувалось 276 працюючих шахт. У 2001 році їх кількість скоротилась до 190, у 2008-му залишилось 160. У 2013 році у державній власності залишилось 107 об'єктів, а після 2014 року – лише 33, на яких працює близько 36 тисяч гірників. З 2013 по 2018 р. обсяги видобутку вугілля у країні скоротились майже вдвічі – з 83,6 до 30,6 млн тонн. Тенденція до скорочення видобутку вугілля продовжує зберігатись.

Одним із чинників деградації державного сектору вугільної галузі була вибіркова приватизація – до приватної власності перейшли лише найбільш перспективні і ефективні шахти. Державний сектор, який сконцентрував найгіршу частку вугільних підприємств, поступово став приходити у занепад. Нині з держшахт збитковими є більш ніж 20, 10 мають деякі перспективи існування. За підсумками 2019 року прибутковими є лише дві державні шахти – «Надія» у Львівській області і «Краснолиманська». Основними причинами такого стану галузі є, на думку фахівців, відсутність реформ, неефективність системи збуту продукції та безсистемність у фінансуванні.

Спроби реорганізації вугільної промисловості не нові, ще у 1994 році було прийнято програму «Вугілля», яка передбачала реконструкцію шахт, поліпшення соціального захисту шахтарів, збільшення вуглевидобутку, будівництво 22 нових і закриття 51 старої шахти. Коли її не було виконано – у 2001 році з'явилася програма «Українське вугілля», яка, однак, теж закінчилася безрезультатно. Найбільш ефективним можна вважати Указ президента Леоніда Кучми (лютий 1996 року) «Щодо структурної перебудови вугільної промисловості». Цей указ приписував ліквідувати неперспективні вугільні підприємства, провести фінансове оздоровлення галузі, забезпечити соціальний захист робітників, що звільняються, приватизувати шахти і створити конкурентний ринок вугілля. Щоправда, здійснити ці наміри вдалося лише частково – у частині закриття шахт і окремих випадків приватизації. Інші міри програми супроводжувалися розкраданням придатного обладнання, нецільовим використанням бюджетних коштів, а найбільш складні – соціальні – питання взагалі вирішувались вкрай слабо.

Подібну програму, звичайно з урахуванням реалій, що змінилися, намагається здійснювати і нинішня президентська команда.

На реструктуризацію вугільної галузі у 2020 році урядом закладено 1,96 млрд. грн, у тому числі 1 млрд. – на технічне переоснащення і модернізацію шахт. Однак, на думку експертів, замість реструктуризації буде проводитись масове закриття шахт, причому без кардинального вирішення соціальних питань. Що поставить на межу вимирання багато шахтарських мономіст і містечок.

Україна залишається країною, що видобуває вугілля, хоча вже кілька років, як вугілля не має домінуючої ролі у енергетичному балансі. Видобуток вугілля навіть трохи зростає (у 2018 році – на 0,9%). Однак при цьому:

а) значно відрізняються підсумки роботи приватних і державних вугледобувних підприємств. З 33,29 млн. тонн у 2018 році державними шахтами видобуто лише трохи більше 4 млн, тонн; причому у порівнянні з 2017 роком вуглевидобуток зменшився на 14,5%. За той же час шахтами ДТЕК видобуто 29,14 млн. тон вугілля, тобто 87,5% загального видобутку. За два місяці 2020 року сумарний видобуток вугілля склав 5,2 млн. тонн (103% від плану), причому державними підприємствами план недовиконано;

б) підсумки роботи шахт, що видобувають енергетичне і коксівне вугілля, діаметрально протилежні. Якщо видобуток енергетичного вугілля у галузі у 2018 році зріс на 4,9%, то коксівного – знизився на 14,6% у порівнянні з минулим роком (на державних шахтах – відповідно мінус 8,4 і 39,9%);

в) знижуються обсяги капіталовкладень на підприємствах вугільної промисловості (на 22%), при збільшенні на підприємствах паливно-енергетичного комплексу в цілому на 48%;

г) середня ціна продажу вугільної продукції у 2019 році складала 2296 грн/тонну, собівартість – 4258 грн/тонну. Передбачається, що різницю буде компенсовано за рахунок бюджету і господарчої діяльності підприємства. Але це – сумнівна вигода для держави;

д) внаслідок недостатньої кількості енергетичного вугілля, що видобувається в Україні, Міністерство енергетики та охорони довкілля поступово переводить найкрупніші ТЕС держави з вугілля на скраплений природний газ. У 2018 році Міністерство відвітувало про початок генерації енергії за допомогою скрапленого природного газу на Зміївській і Трипільській ТЕС. Крім того, на блакитне паливо переведено і три енергоблоки Придніпровської ТЕС;

е) на ринку енергетичного вугілля, як в Україні так і за її межами, існує достатньо сильна конкуренція, а основні споживачі коксівного вугілля – металургійні підприємства – частіше віддають перевагу закордонному вугіллю внаслідок більш придатних марок вугілля, ціни, надійності поставчань.

Підкреслимо, треба чітко розмежовувати видобуток і використання вугілля. Країна може достатньо просто (навіть декларативно) відмовитись від видобутку вугілля, але принципово зупинити теплові електростанції, миттєво замінивши їх альтернативними видами енергопостачання – навряд чи зможе.

Причинами поганого стану державного сектору національної вугільної економіки є:

а) більшість вугільних шахт нерентабельні. У державному секторі, після вибіркової приватизації, коли найбільш перспективні шахти відійшли до ДТЕК і кількох інших приватних підприємців, залишились, крім кількох, лише збиткові шахти з застарілим обладнанням, яке споживає велику кількість електроенергії, низькою продуктивністю праці, завищеною собівартістю видобутку вугілля, великою заборгованістю з заробітної платні тощо. Зношення основних шахтних фондів державних вугільних підприємств складає 61%. Лише одна шахта у системі Міністерства енергетики та охорони довкілля працює менше 30 років, шість шахт (18,2%) – 30-50 років, 15 (45,5%) – 50-70 років, 11 – більш ніж 70 років;

б) невміле керування державою своїми вугільними активами, високий рівень корупції;

в) абсолютно нелогічний висновок: державні шахти видобувають більше вугілля, ніж реалізують, тому не мають прибутку. Але той же ДТЕК не має проблем з реалізацією незалежно від рівня видобутку; немає там і заборгованостей з заробітної платні. Причина у іншому: українські ТЕС, які і є споживачами українського вугілля, віддають перевагу російському вугіллю, ціна якого не влаштовує українського вуглевиробника;

г) закриття шахт, нехай навіть і збиткових, вигідно далеко не всім. У разі штучного підтримання їх у працездатному стані частина коштів, які виділяються на таку держпідтримку, використовується у нецільовому плані, що вигідно перш за все урядовцям-«наглядачам»;

д) закриття шахти – процес, який не має логічного завершення. Шахту навіть після закриття потрібно обслуговувати. Вона припиняє видавати вугілля, а значить – і якісь гроші. Але з неї необхідно відкочувати воду, газ, підтримувати провітрювання. Для цього повинно залучати сотні робітників. Тому вирішення питання доцільності закриття або підтримки у працездатному стані шахти є досить складним;

е) незважаючи на те, що державою передбачено кошти на закриття шахт, вони вимушено витрачаються на інші цілі. Існує досить велика заборгованість за заробітною платнею, і можна ставити питання щодо закриття шахти, лише розрахувавшись із її персоналом. Не кажучи вже про те, що треба забезпечити утримання шахтарів і їх сімей на період нового працевлаштування. Тому виникає порочне коло: шахти, які підлягають закриттю, не закривають, тому що немає для цього коштів – їх використано на погашення заборгованостей. А шахти «продовжують» працювати, «видавати на-гора» вугілля, яке країні не потрібне, і надалі накопичувати заборгованості...;

ж) держава досі не знаходить ефективного вирішення питання – що робити з шахтарями підприємств, які закриваються? А це майже 40 тис. робітників!

Вихід один – шукати альтернативні енергетичні джерела. Найкраще – невичерпні, щоб перед наступними поколіннями не стояла проблеми їх відновлення і збереження. І у той же час – екологічно нейтральних, що не завдають шкоди довкіллю.

Таких багато. В першу чергу – це Сонце, потужний термоядерний реактор, розрахований на мільярди років (у людському уявленні – невичерпне джерело енергії) існування. Треба лише навчитися ефективно використовувати його ресурси.

Є такі ресурси і у нашому доквіллі. Круговорот води у природі створює умови для використання енергії падіння води через перепад висот, тобто створення ГЕС. Перепад температур створює умови для будівництва ВЕС. Вплив Сонця і Місяця – для припливних електростанцій. Перелік можна продовжити. Але головна проблема при цьому – створити умови для ефективного здійснення альтернативної енергетики.

Нині розвиток відновлюваної енергетики став тенденцією у багатьох країнах, як розвинених, так і у таких, економіка яких розвивається. Перші розширюють долю «зеленої енергетики» з метою скорочення викидів парникових газів і зменшення залежності від постачальників енергоносіїв, другі прагнуть задовольнити попит на альтернативну енергію у зв'язку з прискоренням темпів економічного розвитку. Розвиток енергетики України здійснюється за обома цими напрямками.

Основною перевагою енергетики, заснованої на використанні викопного палива, донині вважалися великі потужності енерговиробників і відносно дешева, внаслідок цього, собівартість енергії. Однак при цьому не враховувалися витрати на транспортування палива і електроенергії, утримання численно персоналу тощо. До того ж потужні енергетичні установки провокували вельми значні викиди шкідливих і отруйних речовин до атмосфери і водоймищ, тобто порушення екологічного балансу доквілля. Тим самим перевага перетворювалась на шкоду, і потребувала значних капіталовкладень на ліквідацію таких негативних чинників.

З іншого боку, зменшення потужності вуглецевих енергоблоків не вирішуватиме проблеми: адже змінюватиметься співвідношення у гіршу сторону сировини, що корисно використовується, і відходів. До того ж використання малопотужних вуглецевих агрегатів на малих підприємствах є просто нерентабельним. І перехід до низьковуглецевої енергетики, а потім – і зовсім відмова від вуглецевої сировини, є неминучим.

Чим краще використання альтернативних видів палива?

1. Вони не залежать від родовищ копалин. Сонце, вода, вітер є усюди, і побудова генераційних установок залежить хіба що від особливостей місцевості і може бути безпосередньо орієнтована на споживача з урахуванням реальних потужностей, які він потребує.

2. Відпадає потреба транспортування енергії на відстані.

3. Потужність установки і, тим самим, кількість і вартість утримання персоналу легко коригувати.

З 2004 по 2013 рік доля електроенергії, що виробляється у Євросоюзі з ВДЕ, зросла з 14 до 25%, а у у Германії – навіть до 38%.

Існує широкий спектр ВДЕ. Найкрупнішим джерелом її є гідроелектростанції, які у 2010 році забезпечували 15,3% світової генерації електроенергії.

Використання енергії вітру зростає приблизно на 30% на рік. Сонячні електростанції діють у багатьох країнах, найкрупнішою є станція у пустелі Мохаве (США) потужністю 354МВт. У світі інвестиції і фінанси у електроенергетиці зміщуються від викопного палива і крупної централізованої інфраструктури до розподілених енергетичних ресурсів – відновлюваних джерел (ВДЕ) і систем накопичення і зберігання енергії. За останній рік вартість ВДЕ знизилася до таких показників, що ВЕС, СЕС і інші ВДЕ виграють конкуренцію за ціною кіловат-години у вугільних електростанціях. Розрахунки аналітиків фірми Bloomberg New Energy Finance показують, що середня вартість систем накопичення електроенергії на основі літій-іонних акумуляторів знизилася на 35% менше ніж за рік до 187 доларів/МВт\*год, наблизившись таким чином до вартості генерації на газових ТЕС. За країнами світу середня вартість електроенергії від нових встановлених потужностей наземних ВЕС і СЕС тепер складає 50 і 57 доларів/МВт\*год відповідно, що нижче операційних витрат на виробництво електроенергії (паливо, персонал, обслуговування, поточні ремонти) на багатьох вугільних ТЕС, у тому числі українських.

Значні зміни відбуваються і у енергетичній галузі України. В Україні досі найдорожча у світі електроенергія від теплової генерації (70 доларів/МВт\*год). Навіть у Європі з високим рівнем податків на CO<sub>2</sub> і жорсткими вимогами до систем очищення димових газів від отрутих речовин вартість одного мегавату електроенергії в середньому на 10 доларів нижче. За 9 місяців 2019 року у «зелену енергетику» інвестовано більш ніж 2 млрд євро до більш ніж 2500 МВт нових потужностей. За цей період встановлено такі нові об'єкти: більш ніж 2000МВт – СЕС) майже 400 МВт – ВЕС, близько 120 МВт – СЕС домогосподарств (що особливо яскраво свідчить про можливість гнучкої адаптації альтернативної енергетики до потреб реального споживача), 24 МВт – біогазові установки, 13 МВт - об'єкти малої гідроенергетики, 4 МВт - об'єкти на біомасі. За станом на 1.10.2019 р. загальна потужність відновлюваної енергетики склала близько 5000 МВт, що більш ніж вдвічі перевищує показник кінця 2018 року. Такі темпи дозволять виконати міжнародні зобов'язання України і досягти цілей Національного плану дій щодо відновлюваної енергетики до 2020 року. В той же час для виконання енергетичної стратегії України необхідно до 2035 року ще 30 млрд євро.

Генеральною лінією реструктуризації світової енергетики є поступовий перехід до низьковуглецевої енергетики, згодом зовсім відмовившись не тільки від викопного палива, але й від ядерної енергії – адже запаси ядерного палива теж є обмеженими і невідновлюваними, а АЕС є об'єктами підвищеної небезпеки. Тому використання зокрема вугілля поступово скорочується. Багато країн навіть зовсім відмовляються від відпрацювання власних вугільних запасів. Останні вугільні шахти закрито: у Германії – у 2019, Великій Британії – у 2015, Франції – у 2005, Бельгії – навіть у 1998 році. З 2020 року 26 країн Євросоюзу припиняють вкладати нові інвестиції до вугільної галузі. Вугільні шахти зберігаються або у країнах, де гірничо-геологічні умови роблять палива



економічно вигідною (наприклад, Австралії), або у країнах з дешевою робочою силою і низькою вартістю інших ресурсів (ПАР). Такі держави стають основними експортерами вугілля, і до Європи зокрема: адже відмова від власного видобутку вугілля не означає припинення його використання.

Альтернативна енергетика ще не досить розвинена і не може поки конкурувати з енергетикою вуглецевою. Тому країна може достатньо просто (навіть декларативно) відмовитись від видобутку вугілля, але принципово зупинити теплові електростанції, миттєво замінивши їх альтернативними видами енергопостачання – навряд чи зможе. Китай, який здійснює майже половину світового вуглевидобутку, споживає вугілля на ТЕС у межах 1,9 млрд. тонн – досить значна цифра, і шкідливі викиди пропорційно значні. Хоча доля вугілля у загальному енергобалансі країни скоротилася у 2018 році до 59%, а до 2035 року має скоротитися навіть до 40,5%. Індія, як відмічають експерти, забезпечила 70% зростання усього споживання вугілля у світі за 2018 рік, хоча сама значних шкідливих викидів не здійснює – більшість вугілля експортується. Те ж відноситься і до Індонезії, Росії та деяких інших країн світу.

Багато країн, що розвиваються, мають значні неторкнуті запаси викопних видів палива, які вони мають намір використовувати для розвитку своєї економіки. Наполягати на тому, щоб вони пішли на значні витрати і відмовились від використання цих ресурсів на користь відновлюваних джерел енергії, означає з великим ступенем імовірності створити небажану напруженість. У порівнянні з «невикопною» програмою більш збалансованим підходом є більш прагматичний варіант, що заохочує усі країни використовувати широкий спектр ресурсів, що їм доступні у плані підвищення енергоефективності і раціонального використання як відновлюваних, так і викопних видів палива.

За 2020-2030 роки ЄС планує цілком відмовитись від вугілля у електроенергетиці, а Німеччина визначила остаточну дату закриття усіх своїх ТЕС – 2038 рік (зараз доля вугілля у виробництві її електроенергії складає 21,5%). За даними Міжнародного енергетичного агентства з 2006 по 2016 рік світові інвестиції у вугільну енергетику скоротились на 75%. Але, наприклад, США не поспішають відмовитись від вугілля, доля якого від виробництва енергії складає 30% (доля ВДЕ – близько 19%). Хоча майже всі власні шахти законсервовано.

Україна значною мірою орієнтується на імпорт вугілля, що значно дешевше власного вуглевидобутку. За перше півріччя 2019 року Україна придбала вугілля на 1,476 млрд. доларів (10,5 млн тонн вугілля). Імпорт вугілля із Російської Федерації складає 9231,3 млн доларів (62,4% загального обсягу), зі США – 469 млн доларів (31%), Казахстану – 62,2 млн доларів (4,22%). За імпортом з Російської Федерації Україна входить до трійки європейських країн, поступаючись тільки Німеччині, яка власного вугілля не видобуває зовсім, і значно випереджаючи Польщу. Наприклад, за сім місяців 2018 року у Російської Федерації закуплено антрациту на 1,1 млрд доларів, протягом 2017

року – на 1,5 млрд доларів. Вугілля, як коксівне, так і енергетичне, імпортується і з інших країн дальнього зарубіжжя – Колумбії, ПАР тощо.

Чи означає це, що Україна неминуче піде шляхом європейських країн, що відмовляються від видобутку (але, підкреслимо, не використання) вугілля? Навряд чи, а якщо це і станеться, причому поступово, - то не до 2050 року, як обіцяє Міністерство енергетики і охорони довкілля. Причин цього кілька. Перш за все – збалансовані джерела енергоресурсів (серед яких для України вугілля займає не останнє місце) – гарантія реальної незалежності держави. Крім того, підприємства вугільної промисловості виграють, як це визнається усіма без винятку, соціальну роль у моноіндустріальних регіонах (за останніми даними, від них тою чи іншою мірою залежить 65 міст і містечок України).

На реструктуризацію вугільної галузі у 2020 році урядом закладено 1,96 млрд. грн, у тому числі 1 млрд. – на технічне переоснащення і модернізацію шахт. Однак, на думку експертів, замість реструктуризації буде проводитись лише масове закриття шахт, причому без кардинального вирішення соціальних питань. Що поставить на межу вимирання багато шахтарських мономіст і містечок. Тому поки не будуть урегульовані соціальні питання, не може йтись мова про закриття шахт.

У європейських країнах питання закриття шахт не було особливо гострим, тому що йому передувала значна підготовча робота. В українських умовах за умови можливого закриття шахт необхідно у першу чергу створити ефективні соціально-економічно-екологічні моделі державно-приватного партнерства для комплексного вирішення проблем вугільних підприємств державної форми власності.

Держава досі не знаходить ефективного вирішення питання – що робити з шахтарями підприємств, які закриваються? А це майже 40 тис. робітників!

Шахтарські професії – досить специфічні. Наприклад, робітник очисного вибою не має аналогів у «наземному» виробництві, хіба що на будівництві метрополітену чи тунелів, попит на які в Україні обмежений. Перекваліфікація підземного електромеханіка теж досить складна. Ще гірше з організацією малого бізнесу. Шахтарі звикли до колективної, важкої, небезпечної бригадної праці, і для самостійного прийняття рішень не завжди придатні, не кажучи вже про професійну компетентність.

Середній вік сучасного шахтаря – 47 років, тобто більша частина їх – фактично пенсіонери, але здатні ще повноцінно працювати. І вимушені працювати і далі, виходячи із сучасних реалій. А за умови, коли поступово зникає надія на погашення існуючих заборгованостей, відсутності перспектив на основному місці роботи і можливостей ефективного перенавчання єдина перспектива – звільнення за власним бажання стає єдиною перспективою, може й вигідною владі, але багатою важкими соціальними наслідками.

Також внаслідок застарілості, а може і взагалі відсутності технологій очищення димових газів шкідливі викиди пилу, двоокису сірки і окисів азоту в Україні є надзвичайно високими. Супутні економічні збитки від втрати працездатності і передчасної смертності в Україні не враховуються, але за оцін-

кою міжнародних експертів вони могли скласти, наприклад, у 2011 році 2,6 млрд. доларів, або 4% ВВП країни.

У плані міжнародних зобов'язань і умов інтеграції до електроенергетичного ринку Європи у рамках договору з ЄС про Енергетичне співробітництво, Україна зобов'язалась у наступні 10-15 років привести рівні викидів отрутих речовин у атмосферу від вугільних ТЕС у відповідність до європейських норм, або закрити всі установки, що їх порушують. Формально це передбачено відповідним «Національним планом скорочення викидів від крупних спалювальних установок» [1], незважаючи на внутрішні невідповідності у ньому і перемену обставин внаслідок окупації Донбасу. Відповідно до нього до 2028 року необхідно набагато скоротити викиди попільного пилу і двоокису сірки, а окисів азоту – до 2033 року. Однак, враховуючи, що сірко- і азотоочищення димових газів на радянських ТЕС не було навіть запроєктовано, приведення до відповідності з європейськими нормами застарілих потужностей вугільної енергетики технічно і економічно недоцільне і нездійсненне. Єдиним реальним шляхом виконання вимог Енергетичної Співдружності є поступове закриття усіх вугільних електростанцій України.

Досвід Германії, яка провела реструктуризацію вугільної промисловості без соціальних заворушень, екологічної катастрофи і економічного занепаду колишніх вугільних регіонів свідчить, що державне керування вугільною галуззю під час її згортання може бути ефективним і соціально справедливим. Але в Україні ці питання підіймалися досі лише на рівні громадськості і місцевої влади.

Можна зробити висновок: вектор енергетичного розвитку України, як і багатьох інших країн світу, націлено на поступовий перехід від вуглецевої до альтернативних видів енергетики. І про це свідчить «Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року» [2], розроблена на виконання міжнародних зобов'язань України згідно з пунктом 19 Статті 4 Паризької угоди, пунктом 35 Рішення 1/СР.21 Конференції Сторін Рамкової конвенції ООН про зміну клімату, а також на виконання розпоряджень Кабінету Міністрів України від 7 грудня 2016 р. № 932-р «Про схвалення Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» та від 28 березня 2018 р. № 244-р «Про затвердження плану пріоритетних дій Уряду на 2018 рік», яка містить передумови до низьковуглецевого розвитку країни. Адже викиди CO<sub>2</sub>, що є наслідком використання вуглецевої енергетики, до атмосфери – основний шкідливий її чинник.

Розглядається «Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050 року» [3], що має підсумувати усі напрацювання з питань формування альтернативної енергетики України.

Хоча Україна і не має нагальної потреби у закритті значної частини навіть збиткових вугільних підприємств, що залишить без роботи кілька десятків тисяч шахтарів – вирішення соціально-економічних проблем є першочерговим. І мірами щодо цього можуть бути наступні:

1. Організувати на базі вугільних підприємств, що підлягають ліквідації, альтернативних енергетичних підприємств. Якщо площі, що звільняються, підлягають подальшому сільськогосподарському використанню – передати їх у користування територіальним громадам. Якщо ні – розглянути прилеглі до об'єкту, що ліквідується, території на предмет використання для розміщення підприємств альтернативної енергетики, тобто СЕС та ВЕС, використовуючи звільнені території (у тому числі терикони) для розміщення сонячних батарей і обладнання ВЕС з працевлаштуванням звільнених працівників шахт на знов створюваних робочих місцях.

2. Вдосконалити інфраструктуру прилеглих територій за рахунок використання отриманої у місцевому масштабі електроенергії, а саме: замінити транспортні мережі на електричні, організувавши систему зарядних станцій електромобілів. Тим самим можна буде відмовитись від транспортних засобів, обладнаних бензиновими та дизельними двигунами, і створити додаткові робочі місця.

3. Забезпечити територіальні громади електроенергією місцевого виробництва, сприяючи організації СЕС та ВЕС індивідуального користування.

4. За рахунок створення нових робочих місць забезпечити працевлаштування звільнених робітників, а у разі потреби – створити умови для перекваліфікації звільнених працівників для отримання спеціальностей, потрібних створюваним підприємствам «зеленої енергетики» як на місці підприємств, що підлягають ліквідації, так і на прилеглих територіях за умови створення відповідної транспортної інфраструктури (краще за все – теж низьковуглецевої).

---

#### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Національний план скорочення викидів від великих спалювальних установок. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 8.11.2017 р. № 796-р. Київ: 2017. 60с.
2. Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року. Київ: 2018. 79с.
3. Концепція «зеленого» енергетичного переходу України до 2050р. (проект). Київ: 2020. 17с.

#### REFERENCES

1. *Natsionalnyi plan skorochennia vykydiv vid velykykh spaljuvalnykh ustanovok* [National plan of reduction of the troop landings from large burning options] (2017), Kyiv, UA.
2. *Strategiia nyzkovugletsevogo rozvytku Ukrainy do 2050 roku* [Strategy of deep-carbon development of Ukraine to 2050 year] (2018), Kyiv, UA.
3. *Kontseptsiia "zelenogo" energetychnogo perekhodu Ukrainy do 2050 roku (proekt)* [Conception of «green» power transition of Ukraine to 2050p. (project)], Kyiv, UA.

---

#### Про авторів

**Бунько Тетяна Вікторівна**, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник у відділі проблем розробки родовищ на великих глибинах, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Кокоулін Іван Євгенович**, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник у відділі проблем розробки родовищ на великих глибинах, Інститут геотехнічної механіки ім. М.С. Полякова Національної академії наук України (ІГТМ НАН України), Дніпро, Україна, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Папірник Руслан Богданович**, кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва, Державний вищий навчальний заклад «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури» (ДВНЗ «ПДАБА»), Дніпро, Україна, [prb@pgasa.dp.ua](mailto:prb@pgasa.dp.ua)

**Лізунова Тетяна Леонідівна**, магістр, старший викладач кафедри безпеки інформації і телекомунікацій, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» (НТУ «ДП»), Дніпро, Україна, [Lizunovat@ukr.net](mailto:Lizunovat@ukr.net)

### About the authors

**Bunko Tetiana Viktorivna**, Doctor of Technical Sciences (D.Sc), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Mineral Mining at Great Depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Kokoulin Ivan Yevhenovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Senior Researcher, Senior Researcher in Department of Mineral Mining at Great Depths, Institute of Geotechnical Mechanics named by N. Poliakov of National Academy of Sciences of Ukraine (IGTM, NAS of Ukraine), Dnipro, Ukraine, [bunko2017@ukr.net](mailto:bunko2017@ukr.net)

**Papirnyk Ruslan Bohdanovych**, Candidate of Technical Sciences (Ph.D.), Associate Professor in Department of Building Technology, State Higher Educational Institution "Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture" (SHEI PSACEA), Dnipro, Ukraine, [prb@pgasa.dp.ua](mailto:prb@pgasa.dp.ua)

**Lizunova Tetiana Leonidivna**, Senior lecturer of the Department of Information Security and Telecommunications, National Technical University "Dnipro Polytechnic" (NTU"DP"), Dnipro, Ukraine, [Lizunovat@ukr.net](mailto:Lizunovat@ukr.net)

**Аннотация.** Использование энергии ископаемого топлива, в частности угля, присуще человечеству с давних времен. Залежи угля на земной поверхности были изначально легкодоступными, поэтому вопрос сжигания угля для получения тепла, в последующем – энергии пара, потом - электрической энергии, не вызывал вопросов. Но в первой половине XX века начали проявляться негативные последствия такого использования, а именно - загрязнение окружающей среды. Хотя залежей ископаемого топлива хватит, по имеющимся данным, на пару грядущих поколений – негативное влияние на состояние биосферы непременно опередит выгоды от неконтролируемого использования углеродных ресурсов. Нужно искать альтернативные источники энергии. Они есть: это энергия Солнца, ветра, воды, даже энергия атома, хотя и этот источник является исчерпываемым и достаточно опасен в использовании. Однако такая переориентация нуждается в коренной перестройке современной энергетики. И не только в технологическом плане. Стабильность современной энергетики ориентирована на использование углеродного сырья. На этом построен энергетический потенциал всех современных технологически развитых стран, в частности и Украины. Отказаться от добычи угля на нынешнем этапе развития человечества возможно, на что и нацеливают решение многих научных совещаний и конференций, но от использования углеродных источников – весьма проблематично; отказ от использования угля является не только экономической и экологической, но и социальной проблемой. Закрытие угольных и угольно-ориентированных предприятий высвободит значительное количество рабочих и обслуживающего персонала, нуждающихся в последующем трудоустройстве и, при необходимости, переобучении. В условиях Украины – это переориентация трех угледобывающих регионов, количество занятых в угледобыче и углепользовании в которых превышает 70 тыс. работающих. Отказ от использования угля на нынешнем этапе для Украины неприемлем, но готовиться к этому необходимо уже сейчас, привлекая для этого как государственные, так и частные ресурсы. К тому же состояние развития энергетики, основанной на альтернативных источниках, не гарантирует эффективной быстрой замены энергетики углеродной, и нужно искать взаимоприемлемые решения.

**Ключевые слова:** ископаемое топливо, альтернативная энергетика, уголь, источники энергии.

**Annotation.** Use of energy of fossil fuel and coal in particular, is inherent to humanity from the old times. As initially coal was bedded in the Earth surface, it was easy to access, therefore, an issue of incineration of coal for obtaining heat, and then steam and electric power, did not present any problems. Negative consequences of such use, namely contamination of environment, became obvious in the first half of the XX century. In spite of the fact that reserves of the fossil fuel is still enough for two coming generations, according to official reports, negative influence on the state of biosphere certainly will prevail benefits obtained from the uncontrolled use of the carbon resources. Therefore, it is necessary to search alternative energy sources, which do exist and include: energy of the Sun, wind and water, and even energy of atom, though the latter is also exhausted and is dangerous enough for use. But such reorientation needs a fundamental reorganization of the current energy sector. And not only in terms of technology. Stability of the current power system is oriented to the use of carbon raw material. On this principle, energetic potential of all technologically developed countries and Ukraine in particular is built. At the present stage of humanity development it is possible to refuse from coal mining – it is the aim of decisions of many scientific conferences and meetings. However, it is very problematic to stop usage of the carbon sources as refuse from the coal use is not only economic and ecological but it is also a social problem. Closing of coal mining and coal-oriented enterprises means release of a great number of miners and servicing personnel, which will need to be placed in jobs or, if necessary, to be re-trained. In the conditions of Ukraine, it means full re-orientation of three coal-mining regions, where amount of people employed in the coal mining and coal using fields exceeds 70 thousand. Today, refusal from the coal use is unacceptable for Ukraine; however, it is necessary to prepare for this as soon as now by involving both state and private resources. Besides, development of

energetic sector based on the alternative sources does not guarantee an effective and quick replacement of carbon-oriented energetic sector, so, it is needed to find mutually acceptable decisions.

**Keywords:** fossil fuel, alternative energy, coal, energy sources.

*Стаття надійшла до редакції 17.02. 2020*

*Рекомендовано до друку чл.-кор. НАН України О.П. Круковським*