

# ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗВИТКУ ТА УПРАВЛІННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯМ ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

ISSN 1562-8965. *The problems of general energy*. 2017, 1(48): 24–32  
doi: <https://doi.org/10.15407/pge2017.01.024>

УДК 621.311.22:662.6

Т.П. НЕЧАЄВА, канд. техн. наук  
Інститут загальної енергетики НАН України,  
вул. Антоновича, 172, м. Київ, 03150, Україна

## ОЦІНКА КРИТИЧНИХ СЦЕНАРІЇВ ПОСТАЧАННЯ ВУГІЛЛЯ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

*Проведено оцінку критичних сценаріїв постачання вугілля для потреб Об'єднаної енергетичної системи України на рівні 2020 року. Показано, що за умов припинення постачання вугілля з тимчасово неконтрольованих територій та Росії для забезпечення потреб енергосистеми антрацитове вугілля необхідно імпортувати з інших країн з одночасним переведенням частини генеруючих потужностей на споживання вугілля газових марок. Переведення шести енергоблоків Зміївської ТЕС на вугілля газової групи зумовлює потребу в імпорті цих марок вугілля. Відмова від імпорту вугілля приведе до залучення потужностей газомазутних енергоблоків ТЕС з відповідним збільшенням споживання природного газу.*

*Ключові слова:* споживання вугілля, постачання вугільної продукції, електроенергетика, енергобезпека, реконструкція.

Теплові електростанції є основними споживачами (близько 90%) енергетичного вугілля в Україні. З 14 потужних ТЕС, що працюють в ОЕС України, вугільні енергоблоки 7 ТЕС – Вуглегірської, Запорізької, Зуївської, Курахівської, Ладизинської, Добротвірської та Бурштинської, спроектовано на використання високолетких марок вугілля газової групи (Г, ДГ, Д). Котлоагрегати Трипільської, Зміївської, Придніпровської, Луганської, Старобешівської та Слов'янської ТЕС спроектовано на використання низьколетких марок енергетичного вугілля антрацитової групи (антрациту (А) та пісного вугілля (П)), енергоблоки Криворізької ТЕС працюють тільки на пісному вугіллі. Також енергетичне вугілля споживають 7 ТЕЦ – Дарницька, Чернігівська, Сумська,

© Т.П. НЕЧАЄВА, 2017

Краматорська, Харківська ТЕЦ-2 (вугілля марки А), Калушська та Черкаська ТЕЦ (вугілля газової групи) [1]. Два котлоагрегати Миронівської ТЕС, що працює за тепловим графіком, спроектовано на споживання вугілля марки А та один – газового вугілля.

У 2013 р. на ТЕС генеруючих компаній було спожито 19,1 млн т вугілля газової групи і 17,8 млн т антрацитової групи, що склало приблизно 61% від загального видобутку в Україні енергетичного вугілля цих груп – 31,1 і 29,0 млн т відповідно [2]. Середньорічне споживання вугілля ТЕЦ у 2012–2013 рр. становило: антрациту – 2,5 млн т, газової групи – 1,7 млн т [1].

До червня 2014 р. вітчизняні вугледобувні підприємства повністю задовольняли потреби української енергетики у вугіллі. Але вже з другого півріччя 2014 р. практично всі шахти, що

видобувають антрацитові і пісні марки вугілля, опинилися на тимчасово невідконтрольній українській владі території, в тому числі найбільші виробники антрацитового вугілля в Україні – компанії ДТЕК «Ровенькиантрацит», «Свердловантрацит», шахта «Комсомолец Донбасу». Внаслідок втрати шахт на невідконтрольних територіях, їх часткове руйнування або знеструмлення, проблем з вивезенням, видобуток антрацитового вугілля в Україні знизився з 18,0 млн т в 2014 р. до 4,5 млн т в 2015 р. В той самий час шахти, що видобувають вугілля газової групи, знаходяться поза зоною бойових дій на невідконтрольній Україні території і повністю забезпечують потреби електроенергетики в вугіллі цих марок. Видобувають його «Павлоградвугілля» і «Добропіллявугілля» в Дніпропетровській області, що входять до компанії ДТЕК, та державні шахти Львівсько-Волинського вугільного басейну.

Для ТЕС та ТЕЦ, що споживають вугілля антрацитової групи, пророблялися такі шляхи розв'язку проблеми забезпечення вугіллям:

- поставки вугілля з вугільних підприємств Донбасу, що працюють на тимчасово невідконтрольованих територіях (НКТ);
- імпорт антрациту та пісного вугілля;
- використання сумішей антрациту та газового вугілля;
- переведення антрацитових котлів на спалювання газового вугілля.

Для можливості постачання вугілля на теплові електростанції для вуглевидобувних підприємств, які знаходяться на окупованих територіях, урядом були створені умови для їх роботи в українському правовому полі. Вуглевидобувні підприємства з тимчасово невідконтрольованих територій мали перереєструватися на невідконтрольній території і отримати спеціальні дозволи на перевезення вугілля через лінію розмежування. Так, наприклад, працюють вугільні підприємства ДТЕК «Ровенькиантрацит» і ДТЕК «Свердловантрацит», поставляючи антрацитове вугілля на ТЕС компанії. Поставки вугілля з НКТ значно ускладнювалися дефіцитом дизельного пального та пересувного складу, частковим руйнуванням залізничних шляхів та періодичним блокуванням його перевезень через лінію розмежування. Налагодження умов доставки вугілля з цих територій зумовило зростання видобутку вугілля

для антрацитової групи компаніями ДТЕК у 2016 р. майже вдвічі порівняно з 2015 р., що дозволило збільшити навантаження ТЕС цієї компанії.

Критична ситуація, яка склалася у 2014 р. з постачанням антрацитового вугілля власного видобутку для теплової енергетики країни, зумовила пошук джерел імпорту цих марок вугілля. Обсяги імпорту вугілля залежать від вимог до якості вугілля, наявності в достатній кількості джерел імпорту, шляхів його постачання – залізничним і морським транспортом, та наявної інфраструктури для приймання вантажів.

Антрацит і близьке за властивостями до пісного вугілля видобувають в США, Китаї – для внутрішнього споживання, В'єтнамі, Росії, Південно-Африканській Республіці (ПАР). Сегмент вугілля антрацитової групи у світі не перевищує 5–10% видобутку вугілля всіх марок [2].

Одним з факторів, які обмежують імпорт, є вимоги до якості антрацитового вугілля, на яке запроєктовані енергоблоки вітчизняних ТЕС. Основним обмеженням є граничні 15% летючих речовин (для пісного вугілля – 18%). Другим обмежуючим фактором є вимоги до зольності вугілля: оптимально допустима зольність 7–12%, а максимально прийнятна до 20%. Вугілля з невідповідною зольністю потребує збагачення, що, в свою чергу, призводить до додаткових витрат. Тому, наприклад, варіант постачання недорогого вугілля з високою зольністю 38% з Казахстану виявився недоцільним [3]. Австралія, яка експортує висококалорійне (7000 ккал/кг) вугілля вартістю 120 дол. США/т, може постачати партії вугілля погіршеної якості, що відповідає вимогам до антрацитового вугілля, зі знижкою ціни. В'єтнамський антрацит за довгостроковими контрактами постачається до Китаю, до того ж у В'єтнамі немає глибоководних портів для високотоннажних перевезень, а транспортування малотоннажними судами суттєво підвищує його ціну. Тому основними потенційними постачальниками близького за характеристиками до вітчизняного пісного вугілля виявилися Росія та ПАР.

У 2014 р. для потреб енергетики було імпортовано 2,5 млн т вугілля з РФ, ПАР та Австралії [4]. З Росії було імпортовано переважну части-

ну антрацитового вугілля – 2 млн т, причому ці поставки періодично з російської сторони блокувалися. У 2015 р. для потреб енергетики було імпортовано 1,6 млн тонн вугілля. При цьому структура імпорту істотно змінилася: поставки вугілля з РФ значно скоротилися, збільшився імпорт з ПАР. Поставки антрациту з НКТ та Росії упродовж 2015 р. неодноразово заморожувалися, що ставило під загрозу безперебійне електропостачання країни та зумовило потребу у імпорті електроенергії.

У 2016 р. ТЕС генеруючих компаній України спожили 11,1 млн т вугілля антрацитової групи, та 17,7 млн т вугілля газової групи. На ТЕЦ було витрачено 1,7 млн т вугілля антрацитової групи та 0,8 млн т вугілля газової групи [5]. Із загального споживання 31,3 млн т енергетичного вугілля в тому числі було витрачено 1,3 млн т імпортованого вугілля.

Проектним паливом для котлоагрегатів вітчизняних антрацитових ТЕС є донецькі антрацит і пісне вугілля з калорійністю не менше 5400 ккал/кг для забезпечення стабільних умов спалювання без підсвічування факела газом чи мазутом [6] та середнім значенням температури плавкості золи для забезпечення стійкого виходу шлаку для котлів з рідким шлаковидаленням 1270 °С.

Російське кузнєцьке пісне вугілля за умовами калорійності відповідає проектним вимогам (6200 ккал/кг), але має підвищену температуру плавкості золи 1550 °С, тому для забезпечення рідкого шлаковидалення та повного вигорання палива потрібно підвищення температури факела та підсвічування газом. Вугілля з ПАР також має підвищену температуру плавкості золи 1530 °С часто в поєднанні з низькою калорійністю. Так, поставлене у 2014 р. пісне вугілля ПАР мало середню калорійність 5380 ккал/кг [1]. Кузнєцьке пісне вугілля більше підходить до котлів антрацитових ТЕС, ніж південноафриканське, оскільки воно більш калорійне і менш сірчисте.

Позитивний досвід спалювання імпортного вугілля з ПАР та РФ як окремо, так і у суміші на енергоблоках Зміївської та Трипільської ТЕС показав ефективність його спалювання з проведенням заходів, що забезпечують безпечну експлуатацію пилосистем, стійке горіння з повним вигоранням палива та рідке шлаковидалення [1]. Котли Дарницької, Сумської та

Чернігівської ТЕЦ спроектовані на спалювання антрациту з обмеженням на вміст летких речовин у паливі не більше 8%, що зумовило необхідність впровадження додаткових заходів пожежо- та вибухобезпеки пилосистем для можливості використання кузнєцького пісного вугілля з виходом летючих до 15%.

Питання зменшення споживання антрациту в котлоагрегатах антрацитових ТЕС за рахунок спалювання суміші вугілля антрацитової та газової групи пророблялося ще у 2009–2010 рр. [7]. Перші успішні опробування спалювання суміші вугілля антрацитової та газової групи, виготовленої на спеціалізованому вуглезбагачувальному підприємстві, були виконані в діючих котлах Трипільської і Зміївської ТЕС ПАТ «Центренерго». З жовтня 2015 р. на Зміївській ТЕС реалізовані технічні рішення з виготовлення вже на складі електростанції паливних сумішей вугілля марок Г, ДГ та А з доведенням їх показників для можливості безпечного пилоприготування та спалювання в котлах електростанції (без реконструкції та переоснащення) [8]. Така паливна суміш з 25–30% газового вугілля за технологічними характеристиками – зольність, вологість, вихід летких речовин на сухий беззольний стан, відповідає вугіллю марки П. Це суттєво знизило потребу електростанції у вугіллі марок А та П. В цілому, за період з 2015 р. по 2017 р. на електростанції було використано майже 352,3 тис. тонн вугілля марки Г [9]. Оскільки компонентом такої суміші є вугілля АШ з низьким виходом летючих речовин до 4%, що видобувається лише на підприємствах ДТЕК «Ровенькиантрацит» та «Свердловантрацит», такий захід не вирішує повністю проблеми залежності від постачання антрациту з НКТ.

Переведення антрацитових котлоагрегатів теплових електростанцій на використання вугілля газової групи принципово можливе, але для цього необхідно провести певний обсяг технічний робіт з переобладнання систем пилоприготування та пилоподачі, які потребують певного часу, обладнання і фінансових вкладень.

Антрацит і вугілля газової групи – принципово різні види вугілля, які при пиловидному спалюванні мають різні норми і вимоги з вибухобезпеки. Через низьку реакційну здатність вугілля антрацитової групи системи пилопідго-

товки не вимагають спеціальних засобів пожежо- та вибухобезпеки. Всі існуючі антрацитові котлоагрегати ТЕС і ТЕЦ мають пилосистеми з шаровими барабанными млинами і бункерами пилу, з сушильним агентом – гарячим повітрям. Використання вугілля газової групи через пожежо- та вибухонебезпечність пилу з високим виходом летючих речовин допускає використання в якості сушильного агента лише димові гази з низьким вмістом кисню. Заміна низькорекційного антрациту на легкозаймисте високовибухонебезпечне газове вугілля потребує проведення протипожежних заходів не тільки в котельному цеху, а й по тракту прийому, подачі, приготування вугілля.

При переведенні ТЕС з антрацитових марок вугілля на газові необхідно здійснити реконструкцію системи пилоприготування, паливоподачі, обладнати нову систему вибухо- і пожежобезпеки, замінити або реконструювати пальники, визначити умови виходу і відкладення золи на поверхнях нагріву [10, 11].

Одним з ключових питань при реконструкції ТЕС зі зміною проектного палива з антрацитових марок вугілля на газові є переведення системи пилоприготування на сушіння димовими газами з концентрацією кисню в пилосистемі менше 16%.

Серед антрацитових котлоагрегатів вугільних енергоблоків ТЕС України можна виділити два основні базові типи:

1. ТП-100 (ТП-100А) з природною циркуляцією (22 котли – 6 на Зміївській ТЕС, 9 на Старобешівській (1 енергоблок законсервовано) та 7 на Луганській ТЕС (1 енергоблок законсервовано)).

2. ТПП-210 (ТПП-210А) з надкритичними параметрами пари (16 котлів – по 4 на Трипільській та Зміївській, 2 на Придніпровській ТЕС (1 енергоблок законсервовано і планується зняти з експлуатації з 2022 р.), 6 на Криворізькій ТЕС (2 енергоблока законсервовано)).

Технічна можливість переведення котлів типу ТП-100, ТП-100А зі спалювання антрацитових марок вугілля на газове вугілля без втрати потужності підтверджується тим, що котлоагрегати цього типу Бурштинської ТЕС працюють на газових марках вугілля. Проект такої реконструкції вже розробляється для котлів енергоблоків № 2 та № 5 Зміївської ТЕС.

Також необхідно враховувати, що Луганська ТЕС знаходиться близько до лінії розмежування, а Старобешівська ТЕС – на тимчасово неконтрольованій владою території і її функціонування в межах енергосистеми регулюється відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 263 від 7 травня 2015 р. Котлоагрегати цих електростанцій спроектовано на спалювання місцевого вугілля антрацитових марок, тому питання щодо їх переведення на вугілля газової групи власниками електростанцій не розглядається.

Переведення котлів типу ТПП-210 (ТПП-210А) на спалювання вугілля газової групи ускладнене особливістю конструкції котлоагрегату і потребує проведення додаткових експериментальних досліджень [10].

Для котлів ТЕЦ потужністю 110–220 т пари/год технічно можливий маловитратний варіант реконструкції зі збереженням пилосистеми і сушильного агента – гарячого повітря, з заміною або реконструкцією пальників і виконанням всіх заходів, передбачених нормативною документацією для спалювання більш схильного до вибухів і пожежі вугілля газової групи. Особливістю котлів такої потужності, проекти яких розроблялися в середині минулого століття, є те, що норми проектування передбачали використання різних типів вугілля. Прикладами безаварійного спалювання газового вугілля з сушильним агентом – повітрям є котли ТП-230-3 Миронівської ТЕС і ТП-10 першої черги Добротвірської ТЕС. Вартість такого варіанта для котла на 220 т/год оцінюється приблизно в 3 млн грн, термін реконструкції – 3–4 місяці з моменту початку проектування. Проект такої маловитратної реконструкції запропоновано Інститутом вугільних енерготехнологій НАН України для котлів Дарницької ТЕЦ [11]. Однак такий варіант придатний переважно для котлів середньої потужності з відносно короткими пилепроводами за умови забезпечення швидкості аеросуміші не менше 25 м/с. Для котлів потужністю 640 т/год існує можливість залягання вугільного пилу в пилосистемі, що неприпустимо за умов використання високореакційного вибухонебезпечного газового вугілля [11].

Середньовитратний варіант реконструкції щодо переведення котла на спалювання вугілля марки Г при підготовці до спалювання в чинній

пилосистемі, з переходом на сушіння димовими газами, що відбираються з конвективної шахти за допомогою димососа рециркуляції газів, а також заміною пальників запропоновано Харківським ЦКБ для реконструкції котлів ТП-100 блоків №2 і 5 Зміївської ТЕС. Вартість такого варіанта для котла ТП-100 – 80–90 млн грн., термін реконструкції – 9–12 місяців з моменту початку проектування [11].

Комплексна реконструкція для заміщення вугілля антрацитової групи передбачає повну заміну пилосистеми з використанням вертикальних середньоходових млинів (СМ) з сушильним агентом – повітрям і переходом на пряме вдування пилу вугілля газової групи в топку [11, 12]. Таку схему з використанням СМ польського виробництва вже реалізовано на енергоблоках 150 МВт Добротвірської ТЕС. СМ можуть бути застосовані як для котлів ТЕЦ паропроодуктивністю 110–220 т/год, так і для котлоагрегатів блоків ТЕС 200 і 300 МВт. Вартість такої реконструкції пилосистеми для блока 200 МВт оцінюється у 180 млн грн [11].

До критичних сценаріїв постачання вугілля для потреб електроенергетики відносяться сценарії обмеження або повного припинення поставок вугілля антрацитової групи з НКТ та РФ. Шляхами вирішення цієї проблеми є забезпечення потреб антрацитових ТЕС за рахунок імпорту вугілля антрацитової групи з інших країн морськими шляхами, а також переведення частини енергоблоків на спалювання вугілля газової групи.

Імпорт вугілля морськими шляхами обмежений потужностями переробки морських

портів України, наявністю залізничного сполучення та кількістю пересувного складу. У зв'язку з експорторієнтованістю української промисловості всі українські порти проектувались та будувались саме під експорт і не пристосовані до значних обсягів імпорту вугілля. Дефіцит вугілля змінив тенденцію його переважного експорту над імпортом у 2012–2014 рр. З 2015 р. імпорт вугілля у загальних обсягах його переробки у морських портах України перевищив 60%, а експорт скоротився до 2% (табл. 1).

Фактично, сумарно всі порти України здатні прийняти з урахуванням імпорту металургійної сировини близько 750–900 тис. тонн вантажів на місяць. Потужності перевалки імпортного вугілля, за оцінками «Метінвесту», становлять 650 тис. т/міс. [13]. З урахуванням майже 50% частки коксівного вугілля для металургії, обсяг імпорту через морські порти антрацитового вугілля для потреб енергетики оцінено на рівні 4–5 млн т на рік.

Прогнози обсягів постачання енергетичного вугілля власного видобутку у 2020 р. (табл. 2) сформовано на підставі прогнозних сценаріїв власного видобутку вугілля, наведених у [14]. Оптимістичним сценарієм передбачено постачання вугілля власного видобутку з урахуванням продукції шахтного фонду та збагачувальних фабрик, що знаходяться на тимчасово непідконтрольних українській владі територіях. У базовому сценарії враховано лише продукцію шахт та збагачувальних фабрик, розташованих на підконтрольній українській владі території. При цьому, з урахуванням того, що у 2007–2014 рр. вихід енергетичної вугільної

**Таблиця 1 — Обсяги переробки вугілля морськими терміналами України, млн т \***

Показник	2012	2013	2014	2015	січень-жовтень 2016
Загальні обсяги переробки	14,02	13,34	12,43	9,06	4,96
Обсяги переробки експортних вантажів	5,08 36,3%	6,64 49,8%	5,22 42,0%	0,18 2,0%	0,12 2,4%
Обсяги переробки імпортних вантажів	2,93 20,9%	3,08 23,1%	3,61 9,1%	5,66 62,5%	3,05 61,5%

\* За інформаційними матеріалами Державного підприємства «Адміністрація морських портів України».  
URL: <http://www.uspa.gov.ua/pokazniki-roboti>.

**Таблиця 2 — Прогноз обсягів видобутку енергетичного вугілля та постачання вугільної продукції у 2020 р., млн т**

Обсяги видобутку/вихід вугільної продукції	2013 (факт) [2]	2020	
		Оптимістичний сценарій	Базовий сценарій
Всього, в тому числі	60,1/43,2	69,8/48,9	33,4/23,4
вугілля газової групи	31,1/21,9	37,9/26,6	33,1/23,2
вугілля антрацитової групи	29,0/21,3	31,9/22,3	0,3/0,2

продукції (продуктів збагачення та відносно малозольного рядового вугілля) становив приблизно 71–72 % [2], вихід вугільної продукції у 2020 р. прийнято на рівні 70% від обсягу видобутку.

Для оцінки критичних сценаріїв постачання енергетичного вугілля для забезпечення прогнозного виробництва електроенергії у 2020 р. на рівні 164,9 млрд кВт·год було сформовано такі варіанти використання вугільних потужностей в Об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) України з урахуванням прогнозного розвитку генеруючих потужностей та коефіцієнтів їх використання в енергосистемі.

Перший варіант передбачає використання потужностей ТЕС на антрацитових марках вугілля у мінімально допустимому складі обладнання, як це передбачено Додатком В до Правил Оптового ринку електричної енергії України, та запланованими обсягами виведення або збільшення потужностей існуючих ТЕС за рахунок реконструкції [15]. Загальні обсяги постачання вугілля на ТЕС та ТЕЦ відповідають оптимістичному сценарію виробництва вугільної продукції (див. табл. 2).

У другому—четвертому варіантах постачання вугільної продукції власного видобутку обмежується обсягами, наведеними у базовому сценарію (див. табл. 2), тобто за практичної відсутності вугілля антрацитової групи.

У другому варіанті використання антрацитових потужностей, що знаходяться на контрольованій території, обмежується обсягами споживання імпортного вугілля антрацитової групи, що постачається морським шляхом, на рівні 4 млн т. При цьому у покритті наванта-

ження для всіх варіантів задіяно 0,8 ГВт ТЕС, що знаходиться на ТНК і споживання вугілля для якої не обмежується і становить 1,7 млн т.

У третьому варіанті розглядається реалізація проектів щодо переведення двох енергоблоків Зміївської ТЕС загальною потужністю 0,4 ГВт та всіх потужностей антрацитових ТЕЦ на вугілля газової групи.

У четвертому варіанті передбачено переведення всіх шести енергоблоків з котлоагрегатами ТП-100 Зміївської ТЕС з антрацитового на газове вугілля, що збільшує загальне використання потужності енергоблоків на газовому вугіллі до 8,8 ГВт.

П'ятий варіант складено на основі третього варіанта за умови відсутності імпорту вугілля антрацитової групи та можливістю залучення по одному газомазутному енергоблоку на трьох ТЕС загальною потужністю 1,9 ГВт.

Результати розрахунків за сформованими варіантами (табл. 3) показали, що використання потужностей на антрацитовому вугіллі (варіант 1) у мінімально-допустимому складі потребує постачання вугілля антрацитової групи на електростанції, що знаходяться на підконтрольній території, обсягом 10,6 млн т. Цю потребу у вугільній продукції можна задовольнити як за рахунок вугілля з тимчасово неконтрольованих територій, так і у комбінації з імпортними поставками. Повністю покрити потребу у вугіллі цих марок за рахунок імпорту морським шляхом неможливо.

Імпорт вугілля антрацитових марок морським шляхом на рівні 4 млн т (варіант 2) зумовлює використання 1,5 ГВт потужностей антрацитових ТЕС, що знаходяться на підконтроль-

**Таблиця 3 – Показники структури генеруючих потужностей ОЕС України у 2020 р. за варіантами постачання вугільної продукції**

Показник	Варіант				
	1	2	3	4	5
Потужність, що використовується, ГВт, в т. ч.:	37,2	37,1	37,2	37,2	38,1
ТЕС та ТЕЦ, в т. ч.:	15,7	15,6	15,7	15,7	16,5
ТЕС на вугіллі антрацитової / газової групи	5,0/4,9	2,3/7,7	1,9/8,1	1,1/8,8	0,8/8,1
Газомазутні ТЕС	–	–	–	–	1,9
ТЕЦ, в тому числі	5,7	5,5	5,7	5,7	5,7
на вугіллі антрацитової/газової групи	0,5/0,5	0,3/0,5	–/1,0	–/1,0	–/1,0
інші ТЕЦ	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
АЕС	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
ГЕС та ГАЕС / ВЕС та СЕС	6,6/1,2	6,6/1,2	6,6/1,2	6,6/1,2	6,6/1,2
Виробництво електроенергії, млрд кВт·год, в т. ч.:	164,9	164,9	164,9	164,9	164,9
ТЕС та ТЕЦ, в т. ч.:	60,3	60,3	60,3	60,3	60,3
ТЕС на вугіллі антрацитової групи	23,9	10,9	8,7	5,1	3,5
ТЕС на вугіллі газової групи	23,9	37,4	39,1	42,7	39,1
Газомазутні ТЕС	–	–	–	–	5,2
ТЕЦ, в тому числі	12,5	12,1	12,5	12,5	12,5
на вугіллі антрацитової / газової групи	1,1/1,1	0,7/1,1	–/2,2	–/2,2	–/2,2
інші ТЕЦ	10,3	10,3	10,3	10,3	10,3
АЕС	90,8	90,8	90,8	90,8	90,8
ГЕС та ГАЕС	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1
ВЕС та СЕС	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Потреба у вугільній продукції*, млн т, в т.ч.	26,0	26,6	26,9	27,1	24,4
антрацитової групи**	12,3	5,7	4,2	2,5	1,7
газової групи**	13,7	20,9	22,7	24,6	22,7
Споживання мазуту*, млн т	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7
Споживання природного газу*, млрд м <sup>3</sup>	3,7	3,7	3,6	3,6	5,4
Викиди SO <sub>2</sub> , тис. тонн	741,1	810,2	829,3	848,4	778,4
Викиди NO <sub>x</sub> , тис. тонн	181,1	157,5	152,6	146,4	135,5
Викиди золи у атмосферу, тис. тонн	103,1	100,9	100,9	100,4	90,3
Викиди CO <sub>2</sub> , млн тонн	65,9	64,3	64,1	63,7	61,9

\* – в тому числі на відпуск тепла;

\*\* – середня калорійність вугілля антрацитової групи 5500 ккал/кг, газової групи – 5000 ккал/кг.

ній території. При цьому потреби ТЕС у вугіллі газової групи повністю забезпечуються постачанням вугілля власного видобутку.

Переведення двох енергоблоків Зміївської ТЕС та всіх антрацитових ТЕЦ на вугілля газової групи (варіант 3) зменшує потребу у імпорті вугілля антрацитової групи на 1,5 млн т, вугілля газових марок забезпечується власним видобутком.

Переведення шести енергоблоків Зміївської ТЕС та всіх антрацитових ТЕЦ на вугілля газової групи приводить до зменшення імпорту вугілля антрацитової групи до 0,6–0,8 млн т з заміщенням його імпортом газових марок вугілля обсягом 1,4 млн т.

Відмова від імпорту вугілля з переведенням двох енергоблоків Зміївської ТЕС та всіх антрацитових ТЕЦ на вугілля газової групи (варіант 5) зумовлює необхідність завантаження газомазутних енергоблоків ТЕС з відповідним збільшенням на 1,8 млрд м<sup>3</sup> споживання природного газу.

## ВИСНОВКИ

Отримані результати свідчать про те, що ситуація, яка склалася у вугільній галузі країни, загрожує енергетичній незалежності України щодо постачання вугільної продукції власного видобутку для потреб електроенергетики. За умови надійного постачання вугілля з неконтрольованих територій антрацитові енергоблоки ТЕС здатні брати участь у покритті потреб споживачів в електричній енергії. Відсутність поставок вугілля з тимчасово неконтрольованих територій зумовлює необхідність імпорту вугілля антрацитової групи та проведення заходів з переобладнання частини антрацитових генеруючих потужностей на споживання вугілля газових марок. Переобладнання шести енергоблоків по 200 МВт Зміївської ТЕС та всіх антрацитових котлоагрегатів ТЕЦ на спалювання вугілля газової групи приводить до залежності від імпорту вугілля газових марок. Відмова від імпорту вугільної продукції приводить до необхідності залучення до графіка навантажень газомазутних блоків ТЕС, що збільшує потребу енергосистеми у природному газі.

1. Чернявский Н.В., Рохман Б.Б., Провалов А.Ю., Косячков А.В. Опыт сжигания импортных углей в котлоагрегатах ТЭС и ТЭЦ. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2015. № 4. С. 15–23.

2. Чернявський М.В. Сучасні проблеми паливо-забезпечення та паливоспоживання ТЕС України. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2015. № 3. С. 3–17.

3. Імпорт вугілля для ТЕС: проблеми та перспективи. Частина 2. Аналітична служба EIRCenter. Дата оновлення: 23.06.2015. URL: <http://eir-center.com/ua-analitikai/import-vugillya-dlya-tes-problemi-ta-perspektivi-1/> (дата звернення 10.02.2016).

4. Интегрированный отчет 2015. Финансовые и нефинансовые результаты. ДТЭК, 2015. 209 с. URL: <http://www.dtek.com/library/file/dtek-ar-2015-ru.pdf> (дата звернення 29.07.2016).

5. Рух палива на енергетичних підприємствах Міненерговугілля України за 2016 рік. Дата оновлення: 08.02.2017. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/doccatalog/document?id=245178884> (дата звернення 12.02.2017).

6. ДСТУ 4083:2012. Вугілля кам'яне та антрацит для пиловидного спалювання на теплових електростанціях. Технічні умови. Київ: Мінекономрозвитку України, 2013. 11 с.

7. Чернявский Н.В., Голенко И.Л., Филиппенко Ю.Н., Рудавина Е.В. Опыт сжигания топливных смесей на ТЭС Украины и требования к их составлению. *Современная наука: Сб. науч. статей*. НПВК «Триакоп», 2010. №3 (5). С. 104–108.

8. Чернявський М.В., Провалов О.Ю., Безценний І.В. Особливості паливозабезпечення ТЕС і ТЕЦ України в сучасних умовах. Розробка і впровадження методів пиловидного спалювання непроєктних палив і паливних сумішей. *Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку*: Збірка наукових праць 12-ої Міжнар. наук-практ. конф. (Київ, 21–24 вер. 2016). Київ, 2016. С. 84–88.

9. ПАТ «Центрэнерго» активно працює над заміщенням антрацитового вугілля. ПАТ «Центрэнерго»: сайт. Дата оновлення: 17.02.2017. URL: [http://www.centrenergogo.com/Newsroom/news/item\\_497](http://www.centrenergogo.com/Newsroom/news/item_497) (дата звернення 20.02.2017).

10. Карп И.Н., Сигал И.Я., Смихула А.В., Дубоший А.Н. Проблема замещения антрацитовых и тощих углей на электростанциях Украины (Обзор). *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2016. № 3. С. 3–13.



11. Мирошниченко Е.С., Чернявский Н.В. Научные и инженерные аспекты перевода антрацитовых котлоагрегатов ТЭС и ТЭЦ на сжигание газовых углей. *Вугільна теплоенергетика: шляхи реконструкції та розвитку*: Збірка наукових праць 12-ої Міжнар. наук-практ. конф. (Київ, 21—24 вер. 2016). Київ, 2016. С. 49—53.
12. Мирошниченко Е.С. Реконструкция пылеугольных систем при модернизации котлоагрегатов ТЭС и ТЭЦ. *Энерготехнологии и ресурсосбережение*. 2015. № 5—6. С. 77—87.
13. Ильченко В., Рябова С. Импорт угля: кто зарабатывает на отсутствии иностранного топлива? *Энергетика Украины: сайт*. Дата оновлення: 04.10.2016. URL: <http://uaenergy.com.ua/post/27434/import-uglya-kto-zarabotaet-na-otsutstvii/> (дата звернення 10.10.2016).
14. Перов М.О, Макаров В.М. Структура та потенціал виробництва енергетичного вугілля в Україні. *Проблеми загальної енергетики*. 2015. №2 (41). С. 23—31.

15. План розвитку Об'єднаної енергетичної системи України на 2016—2025 роки. Проект. К.: ДП «НЕК Укренерго», 2016. 91 с. URL: <https://drive.google.com/file/d/0BwZR8kgLwyBtMjA2SHM4cWY3Nmc/view?usp=sharing> (дата звернення 05.03.2016).

*Надійшла до редколегії* 22.02.2017