

## ОЦІНКА ЗНИЖЕННЯ ВИКИДІВ ОКСИДІВ АЗОТУ В КОМБІНОВАНИХ ПАРОГАЗОВИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВКАХ

**М. П. Кулик**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу;  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15;  
e-mail: m\_p\_kulik@ukr.net*

*Проведена характеристика об'єднаної енергетичної системи України, яка базується на теплових, атомних та гідроелектростанціях, а також на альтернативних та поновлювальних джерелах. Структура потужностей енергетичної системи вказує на нестачу маневрових потужностей, окремі станції мають низьку мобільність. Теплова енергетика знаходиться в критичному стані через відпрацювання основним технологічним обладнанням свого ресурсу, а на додачу є величезними джерелами викидів шкідливих речовин у навколишнє середовище. А спроба використовувати їх для покриття пікових навантажень тільки погіршує їх критичний стан.*

*Запропоновано відновлювати теплову енергетику на основі комбінованих парогазових енергетичних установок. Причому для роботи газової частини слід використовувати робоче тіло, що формується в додатковій топці шляхом нагріву стиснутого повітря теплом від згорання частини вугільного потоку, яка в подальшому поступає в основну топку. Парова та газова вітка генерації паралельно поєднані, що розширює діапазон зміни потужності(підвищується її маневровість. А газова генерація підвищує мобільність(швидкість зміни потужності. Для спалювання органічного палива подають атмосферне повітря, збагачене киснем, а на азотній фракції може формуватися робоче тіло для газової генерації. При такій організації горіння не потрібно враховувати коефіцієнт надлишку повітря, що дає змогу зменшити об'єм димових газів.*

*Мембранне розділення атмосферного повітря на фракції – одну, збагачену киснем, а другу – азотом, дозволяє поліпшити екологічні показники енергетичної установки, підвищуючи при цьому її енергетичні та економічні показники. На прикладі котельного агрегату ТП-92 проведена перевірка основних параметрів енергетичної установки розрахунковим методом. Підтверджено, що запропоновані технічні рішення вказують на правильність та обґрунтованість припущень. А аналіз існуючого технічного рівня наукових досліджень посилює впевненість про перспективу вибраного напрямку.*

***Ключові слова:** теплова енергетика, парова та газова генерація, маневровість, мобільність, пікові навантаження, мембранне розділення повітря, азотна та киснева фракція, оксиди азоту, паливні, термічні і швидкі оксиди азоту.*

**Вступ.** Енергетика України базується на основних типах електростанцій – гідро- та гідроакуюючі (ГЕС), теплові (ТЕС), атомні (АЕС) електростанції, та такі, що використовують альтернативні та поновлювальні джерела енергії. На сьогоднішній день основну частину електроенергії виробляють ТЕС та АЕС. Але аналіз структури генеруючих потужностей показує, що частка маневрових потужностей в українській об'єднаній енергетичній системі (ОЕС) недостатня для покриття пікових та напівпікових режимів споживання. Крім того, теплова енергетика, що базується на вугільних блоках, основна кількість яких вже вичерпала свій проектний ресурс. Кількість вугільних блоків у яких залишковий ресурс становить 10-25 років з врахуванням тих станцій, що знаходяться на підконтрольній території надзвичайно мала. Таким чином, теплова енергетика України знаходиться в критичному стані [1,2], а нестача існуючих маневрових потужностей та спроба використовувати з цією метою окремі вугільні блоки з частими їх зупинками та пусками є не тільки не ефективною, але ще і небезпечною процедурою.

Оскільки, робота вугільних блоків теплових електростанцій, особливо в перехідних режимах із спалюванням вугілля низької якості, яка в найшкідливіший період буде тільки погіршуватися, супроводжується ще і суттєвим впливом на всі компоненти довкілля. При цьому плата за викиди та скиди, а також за забруднення ґрунтів солями важких металів, що значно погіршує і так не високі техніко-економічні результати досить великого сектора народного господарства.

Теплова енергетика України стала і вже тривалий час стоїть перед дилемою: або закриття, або інтенсивне відновлення [3]. Вибір все таки прийдеться зробити, якщо Україна не захоче перейти в розряд держав ще і імпортерів електричної енергії. Якщо ж піти шляхом відновлення [3,4] теплової енергетики, та при цьому зробивши правильний вибір: для нарощування потужностей, що забезпечуватимуть покриття базової частини графіка споживання, акцент необхідно робити на АЕС і ТЕС, а для покриття пікових та напівпікових навантажень за прикладом передових країн світу та найближчих сусідів із Європи вибрати газотурбінні установки. Для цього не потрібно мати ні великі запаси природного газу, ні продукувати рідке газотурбінне паливо, з огляду на те, що воно досить високо вартісне.

Україна володіє певною інфраструктурою по випуску та обслуговуванню і ремонту газових турбін. Особливий інтерес викликають парогазові установки з коефіцієнтом корисної дії 55% (при к.к.д. в 42 % для чистих ГТУ).

Парогазові установки входять до складу газотурбінні ТЕС, в тому числі і малої потужності, мають значно вищий коефіцієнт корисної дії (ККД) та надійні в експлуатації. Провідні компанії в сфері газотурбінного машинобудування (США, Японії, Німеччини, та навіть Швейцарії та Росії) не тільки випускають паро газові установки, але й створили досить розгалужену мережу сервісного обслуговування. За прогнозами науковців інституту технічної теплофізики НАН України [5] в період 2006-2016 р. р. суттєво зросла кількість як випущених ГТУ, та мав місце ріст ПГУ із надпотужними газовими турбінами.

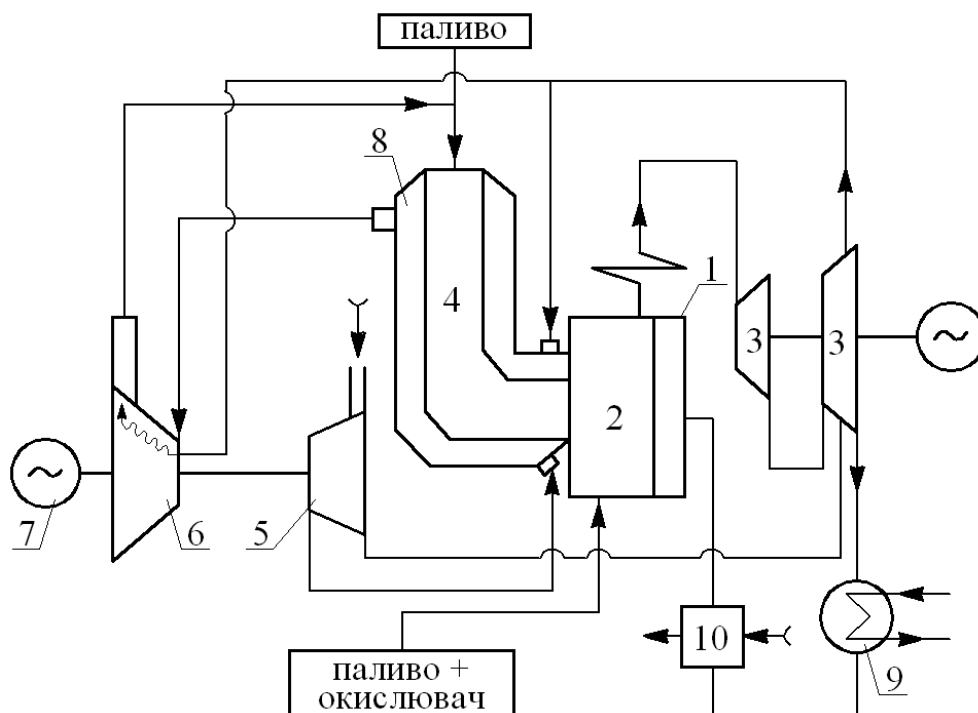
**Аналіз стану вирішення існуючих проблем.** Оскільки парогазові енергетичні установки мають значну перевагу над паротурбінними установками та газотурбінними двигунами, але в Україні немає на даний момент достатніх запасів природного газу та потужностей для виробництва рідкого газотурбінного палива. З огляду на такий стан досить актуальними є комбіновані парогазові енергетичні установки [6], особливо на погляд авторів [7] такі установки, в яких газова частина може працювати на твердому паливі. Такі комбіновані парогазові енергетичні установки мають у своєму складі як парову, так і газову частину генерації, а дві вітки мають спільними пиловугільний блок і додаткову топку циклонного типу. Робоче тіло для газової частини формується за рахунок певної кількості тепла при частковому згоранні частки вугілля, яка поступає на вхід циклонної додаткової топки, а потім для допалювання в основну топку.

Принципова схема такої комбінованої енергетичної установки приведена на рис. 1.

Потоки вугільного пилу можуть перерозподілятися (частина іде в додаткову циклонну передтопку і потрапляє в котельний агрегат, інша частина потрапляє в котельний агрегат минаючи додаткову топку. В рубашці охолодження додаткової циклонної передтопки формується робоче середовище (нагріте і попередньо стиснуте атмосферне повітря) для роботи газової турбіни. Потоки вугільного пилу можуть перерозподілятися (частина іде в додаткову циклонну передтопку і потрапляє в котельний агрегат, інша частина потрапляє в котельний агрегат минаючи додаткову топку.

Газова генерація реалізується в даному випадку дещо по іншому, ніж у звичайних схемах. Додаткова топка виконана з двома корпусами концентрично вставленими один в одного, а у об'єм між ними, так звану рубашку охолодження, подають стиснуте у компресорі атмосферне повітря для нагріву. Тепло від спалювання частини вугільного потоку в додатковій топці може передаватися робочому тілу ПГУ будь-яким іншим відомим способом.

У випадку спалювання в топці котельного агрегату парогазової енергетичної установки меленого вугілля, особливо досить низької якості, або природного газу в звичному режимі (тобто при подачі необхідної



- 1 – котельний агрегат; 2 – основна топка; 3 – парова турбіна;  
 4 – додаткова циклонна передтопка; 5,6 – перша і друга ступінь компресора;  
 7 – електричний генератор ПГУ; 8 – рубашка охолодження циклонного передтопка; 9 – конденсатор парового циклу; 10 – водопідігрівач

Рис. 1. Принципова блочна схема енергетичної установки з додатковою циклонною передтопкою

кількості атмосферного повітря з певним надлишком, який визначається конструктивними характеристиками паливних пристроїв, кількість утворення оксидів азоту, що утворюються із атмосферного азоту, не зменшується, а навпаки може зрости через значно вищу температуру у факелі.

Необхідність переведення великої енергетики на комбіновані парогазотурбінні установки для підвищення маневровості та мобільності в плані покриття пікових навантажень, та суворі вимоги по екологічності енергетичних установок, з одного боку, а з другого – дороговизна газотурбінного палива (газоподібного чи рідкого) та погіршення якості енергетичного вугілля ставить перед сучасними науковцями двоєдину і взаємовиключаючу задачу:

- використання для роботи газової частини замінича газотурбінного палива (газифікованого кам'яного вугілля, в тому числі низької якості);
- забезпечити дотримання жорстких вимог екологічного законодавства, адаптованого до європейських директив.

В роботі [8] автори запропонували поставлене вище завдання вирішувати шляхом спалювання кам'яного спочатку в додатковій топці, а потім допалювати в основній.

Шкідливими викидами в атмосферне повітря при спалюванні твердого палива (меленого кам'яного вугілля) є: – частинки несгорівшого палива, – сажа, – зола, – продукти неповного згорання вуглецю CO, оксиди сірки SO<sub>2</sub> та SO<sub>3</sub>, бензапірен, а також окисли азоту(паливні, швидкі, термічні). Всі котли та інші установки для спалювання палива, що сертифікуються в Україні, проходять перевірку на відповідність екологічним показникам, в тому числі по концентрації в димових газах оксиду вуглецю CO і оксидів азоту NO<sub>x</sub>.

Основним забруднювачем Карпатського регіону України є Бурштинська ДРЕС, яка за 30-річний період експлуатації викинула в атмосферне повітря біля 11 млн. т шкідливих речовин, в тому числі 700 тис. т оксидів азоту(тобто 20-25 тис. т за один рік в середньому). Основним заходом по зменшенню викидів NO<sub>x</sub> при спалюванні кам'яного вугілля в енергетичних котлах є організація ступеневого спалювання та рециркуляція димових газів у корінь факелу. Крім того, до зменшення утворення оксидів азоту приводять різноманітні вдосконалення конструкції пальників. Дуже рідко вдається знизити їх концентрацію на 40 – 50 % [9], але досягнути концентрації оксидів азоту нижче такими методами можна лише до концентрації 620 – 750 мг/м<sup>3</sup>.

**Можливі шляхи та вибір напрямку вирішення поставленого завдання.** Успішна інтеграція енергетичної системи України з об'єднанням енергосистем ЄС, яка впливає із договору про асоціацію між Європейським Союзом та Україною, залежить від надійної роботи генеруючого обладнання з поєднанням екологічних вимог. Для адаптації екологічного законодавства з Європейськими Директивами необхідно досягти рівня по концентрації оксидів азоту 350 – 500 мг/м<sup>3</sup> до 2020 року, а після вказаного терміну до 200 мг/м<sup>3</sup>. Це потрібно зробити для вугільних енергоблоків із залишковим ресурсом, як мінімум 10-25 років.

При спалюванні органічного палива у високотемпературному факелі оксиди азоту утворюються, за поділом сучасної класифікації [10,11] у вигляді “паливних”, “термічних” та “швидких”:

– “Паливні” оксиди азоту залежать від вмісту азотистих сполук у паливі та надлишку повітря;

– “Швидкі ” – механізм утворення оксидів на початку зони горіння, в основі якої лежить реакція за участю вуглеводневих радикалів. Такий механізм визначає мінімальний вихід оксидів азоту під час горіння палива, слабо залежить від температури і дуже сильно від структури молекул палива;

– “Термічні” – механізм полягає у дисоціації молекул на атоми і радикали, та подальшого окислення молекул азоту, а вихід NO<sub>x</sub> залежить від температури.

На частку паливних оксидів в димових газах можна вплинути на етапі підготовки палива, такі технологічні можливості обмежені. Сировиною для отримання термічних та швидких оксидів азоту є азот атмосферного повітря, яке до того ж подається у процес спалювання палива з надлишком до 1.15.

Слід зауважити, що хімічна реакція оксидів азоту є ендотермічною, що приводить до зниження температури в зоні горіння, а також більшість реакцій по нейтралізації оксидів теж належить до цього класу. Зниження температури в зоні горіння зменшує ефективність спалювання органічного палива, а значить знижує коефіцієнт корисної дії котельного агрегату.

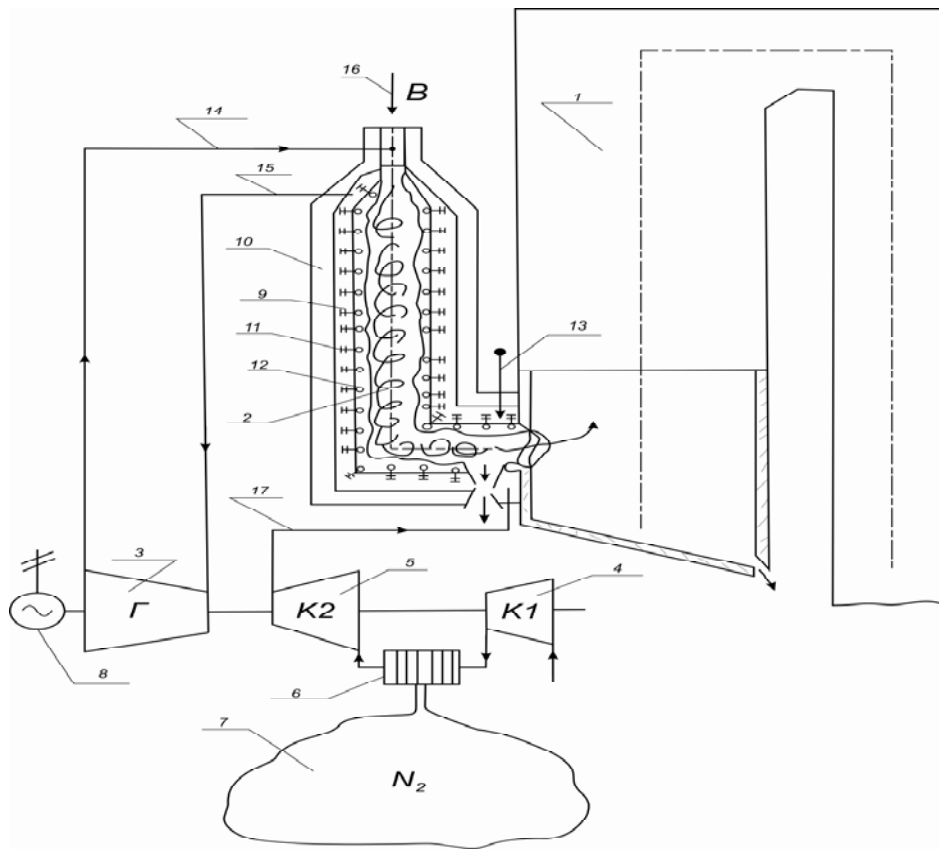
Усунувши газової суміші, якою є атмосферне повітря, хоча б частину азоту можна пропорційно зменшити кількість атмосферних оксидів азоту. Перехід до "кисневого спалювання" неминуче приведе до відповідного зменшення масової витрати газової суміші, яка поступає на процес спалювання, а також відповідно до зменшення обсягів відхідних (димових) газів. Менша величина масової витрати димових газів з дотриманням стехіометричних співвідношень щодо основного окислювача, приведе до зниження потужності пилогазоочисних систем (наприклад пиловловлюючого устаткування чи систем очищення димових газів від оксидів азоту, сірки тощо). А це тягне за собою зменшення затрат електроенергії на власні потреби.

Автори [12,13] запропонували використовувати для підвищення екологічності комбінованих парогазових енергетичних установок мембранні установки, які в той час починали стрімко розвиватися. На сьогоднішній день технології некріогенного виробництва азоту на місці споживання забезпечують виділення промислових газів із повітря, при чому в цьому плані спостерігається технологічний прогрес [14]. Такі технології, зокрема мембранні, вже можуть забезпечити розділення атмосферного повітря за температур близьких до температури навколишнього середовища. При цьому для отримання кисню та азоту використовується суттєва різниця між такими їхніми властивостями, як проникність та селективність.

**Оцінка отриманих результатів.** Детальний аналіз наявних технологій та вибір найкращої технології розділення атмосферного повітря проведений в роботі [15]. На рис. 2 приведена схема комбінована парогазова енергетична установка з мембранним розділювачем повітря.

Збагачене киснем атмосферне повітря, стиснуте у компресорі поступає у міжкорпусний об'єм топки, де нагрівається та розкручує газову турбіну із окремим електричним генератором. Скид газової турбіни іде на спалювання твердого палива, яке поступає у додаткову топку.

Тут вбачається можливість комплексного використання продуктів розділення атмосферного повітря на фракцію збагачену киснем і азотну фракцію, коли остання відіграє роль робочого тіла для газового циклу генерації електричної енергії.



- 1, 2 – основна і додаткова топка; 3 – газова турбіна; 4, 5 – перша і друга ступінь компресора; 6 – мембранний розділювач повітря; 7 – газгольдер-накопичувач азоту; 8 – електричний генератор газової частини; 9 – повітряна рубашка додаткової топки; 10 – теплоізоляція додаткової топки; 11 – теплові трубки; 12 – внутрішня стінка додаткової топки; 13 – лінія вприску пари в рубашку додаткової топки; 14 – повітропровід вихлопу газової турбіни; 15 – повітропровід робочого тіла, лінія подачі палива у додаткову топку; 17 – лінія збагаченого киснем повітря в рубашку додаткової топки

Рис. 2. Комбінована парогазова енергетична установка з мембранним розділювачем повітря

Для підтвердження деяких допущень, висловлених вище, наведемо деякі результати теоретичних досліджень процесу спалювання кам'яного вугілля марки Г Львівсько-Волинського басейну на енергоблоці 200 МВт з котлом ТП-100 Бурштинської ТЕС. При цьому будемо вважати, що для БуТЕС кам'яне вугілля (якість якого в перспективі буде тільки погіршуватися) має такий склад на робочу масу палива: зольність  $A^p = 29\%$ ; вологість  $W^p = 10\%$ ; нижча теплотворна здатність  $Q_i^\delta = 4650$  ккал/кг (19,47 МДж/кг).

Теоретичні дослідження роботи комбінованої енергетичної установки приведені в роботі [16]. Залежність максимальної потужності

енергоблоку від витрати тепла на турбоагрегат береться з нормативних (паспортних) даних для турбоагрегату К-160-130.

В результаті розрахунків отримуємо витрати вугілля вищевказаних характеристик на котел ТП-92 залежно від потужності енергоблоку, які зведено до таблиці 1.

Таблиця 1.

Електрична потужність енергоблоку $N_{ел}$ , МВт	90	120	150
Витрата палива $B_B$ , т/год	43	55	68

Результати розрахунків витрат повітря для спалювання вугілля в котлі ТП-92 залежно від потужності енергоблоку зведено до таблиці 2.

Таблиця 2.

Електрична потужність енергоблоку $N_{ел}$ , МВт	90	120	150
Теоретична кількість повітря, $\text{м}^3/\text{год}$	207240	285398	345394
Об'ємна витрата повітря при $\alpha=1,15$ , $\text{м}^3/\text{год}$	238322	328205	397201
Об'ємна витрата продуктів згорання при $\alpha=1,15$ , $\text{м}^3/\text{год}$	256241	352880	427065

Варто також зауважити, що в об'ємах продуктів згорання не враховано присмокоти повітря в конвективній шахті та газоходах котла.

Для зменшення негативного впливу на оточуюче середовище котла ТП-92, зокрема зниження викидів оксидів азоту, розглянемо збільшення частки кисню, і відповідно зменшення частки азоту в повітрі, що подається для спалювання палива.

Дослідимо, як зміниться витрата повітря та димових газів, якщо співвідношення між киснем та азотом в повітрі, що подається для спалювання вугілля змінити на 30/70, 40/60 відповідно. Результати розрахунку зведено в таблицю 3.

Таблиця 3.

Потужність енергоблоку $N_{ел}$ , МВт	90	120	150
Об'ємна витрата продуктів згорання при $\alpha=1,15$ , $\text{м}^3/\text{год}$	256241	352880	427065
Об'ємна витрата продуктів згорання при вмісті кисню в повітрі 30%, $\text{м}^3/\text{год}$	234385	312510	390640
Об'ємна витрата продуктів згорання при вмісті кисню в повітрі 40%, $\text{м}^3/\text{год}$	223960	298606	373260

З таблиці 3 випливає, що для енергоблоку потужністю 120 МВт, за умови несення номінальної потужності, збільшення кисню в повітрі до 30% призводить до зменшення об'ємної витрати продуктів згорання на 40370  $\text{м}^3/\text{год}$ , а при 40% - 54276  $\text{м}^3/\text{год}$ ., а відносно об'ємів продуктів



згорання при коефіцієнті надлишку повітря 1.15 це становитиме відповідно 11.45% і 15.4 %.

В результаті збільшення вмісту кисню в повітрі, що подається для спалювання вугілля знижується витрата продуктів згорання та вміст азоту, що дозволяє підвищити технічні характеристики котла ТП-92 - за рахунок зниження втрати з відхідними газами, зменшення витрати електроенергії на транспортування димових газів, та екологічні показники - за рахунок зменшення у відповідній пропорції викидів оксидів азоту. Суттєво меншими будуть значення валових викидів, тобто викидів з окремої димової труби за певний період час, коли коли знижену концентрацію шкідливої речовини ( мг/м<sup>3</sup> ) перемножують на нижчу витрату димових газів (м<sup>3</sup>/сек, м<sup>3</sup>/год), отримавши при цьому потужність викиду (г/с) виходять на валовий викид за відповідний час. А за річний період, коли здається річний звіт по викидам шкідливих речовин, таке зниження відповідно буде нижчим у порівнянні з попереднім періодом.

**Висновки.** Комбінована парогазову енергетична установка з додатковою топкою циклонного типу, в рубашці якої формується робоче тіло для газової генерації, характеризується більшою маневровістю та мобільністю. В роботі запропоновано новий підхід, щодо підвищення ефективності спалювання твердого низькосортного органічного палива в енергетичних котлах, що полягає в організації процесу горіння палива із повітрям, в якому підвищено вміст кисню. В такому випадку спостерігається зниження викидів оксидів азоту у вихлопних газах, підвищення ефективності вигорання твердого палива, зниження витрати енергії на власні потреби, а отже збільшення ККД котельного агрегату. Основні розрахунки витрат повітря та димових газів виконано на прикладі котельного агрегату ТП-92.

### *Література*

1. Воронцов С. Про відповідність Енергетичної стратегії України на період до 2030 року сучасним викликам і загрозам у сфері енергетичної безпеки // Національний інститут стратегічних досліджень. – Електронний ресурс /, <http://www.niss.gov.ua/articles/470/>.
2. Мацевитый Ю.М. Научно-техническое обеспечение долгосрочных планов развития энергетики Украины. / Ю.М. Мацевитый, Б.С. Стогний, А.К. Шидловский // Энергетика та електрифікація. – 2013, – № 1. – С. 48–52.
3. Запорожець Ю.М. Теплові електростанції України перед дилемою: або закриття або інтенсивне відновлення // Ю.М. Запорожець – Наукові праці. Серія ”Техногенна безпека”, – Миколаїв: ЧДУ ім. П. Могили – вип. 198, том 210, С. 31-39.
4. Праховник А.В. Развитие маневренной генерации ОЭС Украины как фактор повышения энергетической безопасности государства // А.В. Праховник, В.А. Попов, В.Ф. Находов, А.Г. Баталов, К.Б. Денисевич / – Энергетика та електрифікація, – 2008. – № 7. – С. 9-12.

5. Патон Б.С., Долинський А.А., Халатов А.А. і інш. Перспективи розвитку вітчизняної парогазової технології. Вісник НАН України (Київ), 2009, № 4, с. 61-69.
6. Вольчин І.А. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України / Вольчин І.А., Дунаєвська Н.І., Гапонич Л.С. / – Київ, "Гнозіс", – 2013, – 308 с.
7. Кулик М.П. Перспективи інтенсивного відновлення теплової енергетики України на базі комбінованих парогазових енергетичних установок. / М.П. Кулик, Й.С. Мисак // Прикарпатський Вісник НТШ, число 1(37), – 2017, с. 277-295.
8. Kulyk M.P. Analysis of possibility of using coal technologies to improve manoeuvrability, mobility and ecological compatibility of thermal power plant units. / M.P. Kulyk, O.M. Mandryk, Y.S. Mysak // Geomatics and Environmental Engineering, No 2, Volume 10, 2016. – S.39 – 42.
9. Здановский В.Г. Модернизация котлоагрегатов тепловой электростанции. / В.Г. Здановский //: Техника.– Киев. – 1990., 105 с.
10. Сигал И.Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. / И.Я. Сигал // – Л., – Недра., 1988. – 311 с.
11. Мисак Й.С. Об'єкти теплових електричних станцій. / Й.С. Мисак, Я.Ф. Івасик, П.О. Гут, Н.М. Лашковська // – Львів, вид. НУ "Львівська політехніка", – 2007. – 255 с.
12. Гринченко Д.Н. Перспективы создания экологически чистых электростанций / Д.Н. Гринченко, М.П. Кулик / , тезисы докладов Республиканской н/т конференции "Проблемы и опыт охраны окружающей среды", – г. Днепропетровск, 14-16 ноября 1990 г., с. 67.
13. Гринченко Д.Н. Применение мембранных разделителей воздуха для повышения экологичности энергетических установок. / Д.Н. Гринченко, М.П. Кулик / Тезисы докладов н/т конференции "Современные химические технологии очистки воздушной среды", сентябрь, 1992 г., г. Саратов, с. 94.
14. Кириченко В.І. Неокріогенні Технології виробництва. 2. Мембранні технології виробництва кисню і перспективи їх розвитку / В.І. Кириченко, В.К. Осокіна, Б.Д. Рісюк, О.Г. Голубов, І.М. Новіков. / – Хімічна промисловість України, №6, 2008, – с. 58-68.
15. Кулик М.П. Аналіз наявних технологій розділення повітря для підвищення ефективності спалювання палива в енергетиці. / М.П. Кулик, Т.Ю. Кравець, М.М. Семерак // – н/п журнал "Екологічні науки", ДЕА післядипломної освіти Мінекології України, №2(21), – 2018 р., С. 59-64.
16. Кулик М.П. Підвищення ефективності спалювання органічного палива в комбінованих парогазових енергетичних установках. / М.П. Кулик, Т.Ю. Кравець //, – Науковий Вісник НЛТУ України, вип. 27(6), – 2017. – С. 98-104.

*Стаття надійшла до редакційної колегії 21.12.2018 р.  
Рекомендовано до друку д.т.н., професором Михайлівим М.І.,  
д.т.н., професором Мальованим М.С. (м. Львів)*

---

**ESTIMATION OF REDUCTION OF NITROGEN OXIDES  
IN COMBINED STEAM AND GAS POWER PLANTS****M. P. Kulyk**

*Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas;  
76019, Ivano-Frankivsk, 15 Karpatska St.; e-mail : m\_p\_kulik@ukr.net*

*The characteristic of the united power system of Ukraine, based on thermal, nuclear and hydro power plants, as well as on alternative and renewable sources, is carried out. The structure of power system potential indicates a lack of maneuver capacity, some plants are of low mobility. Thermal power is in critical condition due to expired service time of the main technological equipment, additionally, it is a huge source of emissions of harmful substances into the environment. An attempt to use them to cover peak loads only worsens their critical state.*

*It is suggested to restore thermal power on the basis of combined steam and gas power plants. Moreover, for operation of gas section it is necessary to use working substance, which is formed in an additional furnace by heating the compressed air with heat from combustion of some part of coal flow, which subsequently enters the main furnace. The steam and gas generation branches are parallel connected, which extends the range of power change (increasing its maneuverability.) Gas generation increases mobility (rate of power change). For combustion of organic fuel, oxygen enriched atmospheric air is fed, and a nitrogen-based fraction can form a working substance for gas generation. With such an organization of combustion the coefficient of excess air can be ignored, which enables to reduce the volume of flue gases.*

*The membrane separation of atmospheric air into fractions - one enriched with oxygen, and another with nitrogen, improves the environmental performance of a power plant, while increasing its power and economic indices. On the example of the boiler unit TP-92 the basic parameters of a power plant are checked by a calculation method. It is confirmed that the proposed technical solutions point to the correctness and validity of the assumptions. Analysis of the existing technical level of scientific research increases confidence in perspective of the selected direction.*

**Key words:** *thermal power, steam and gas generation, maneuverability, mobility, peak load, membrane air separation, nitrogen and oxygen fraction, nitrogen oxides, fuel, thermal and fast nitrogen oxides.*