

УДК 662.62/.67

Жукова Н.І., ст. викладач, Крючков А.І., доц., к.т.н.,  
Смоляр В.Г., інженер, І.В. Костюк, студент

### **ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИДОБУТКУ БУРОГО ВУГІЛЛЯ З ПОДАЛЬШОЮ ЙОГО ГАЗИФІКАЦІЄЮ**

*Обгрунтовано доцільність будівництва Березівського розрізу з подальшою газифікацією видобутого бурого вугілля для забезпечення потреб промислових підприємств Олександрійського району та населення у зв'язку зі скороченням запасів нафти і газу, зростанням цін на енергоносії. Це дозволить зекономити 3134,8 грн. на кожній 1000 м<sup>3</sup> заміщеного природного газу.*

### **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДОБЫЧИ БУРОГО УГЛЯ С ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЕГО ГАЗИФИКАЦИЕЙ**

*Обоснована целесобразность строительства Березовского разреза с последующей газификацией добытого бурого угля для обеспечения потребностей промышленных предприятий Александрийского района и населения в связи с сокращением запасов нефти и газа, ростом цен на энергоносители. Это позволит сэкономить 3134,8 грн. на каждой 1000 м<sup>3</sup> замещенного природного газа.*

### **RATIONALE FOR LIGNITE MINING, WITH ITS SUBSEQUENT GASIFICATION**

*The expediency of the construction of the section, followed by Berezovsky gasification of brown coal mined to meet the needs of industrial enterprises Alexandria area and population due to the reduction in oil and gas reserves, rising energy prices. This will save Rs 3134.8. per 1,000 m<sup>3</sup> natural gas substitution.*

*Новизною є те, що пропонується впровадження промислової газифікації бурого вугілля, яка на даний час в Україні не застосовується.*

За багато мільйонів років природа накопичила значні запаси вуглецю у вигляді вугілля, нафти і природного газу. Ці види палива використовуються людством для отримання енергії і хімічних продуктів.

На даний час у зв'язку з труднощами в забезпеченні України нафтою і газом особливої актуальності набуває використання нетрадиційних джерел енергії – вітру, сонця, біогазу.

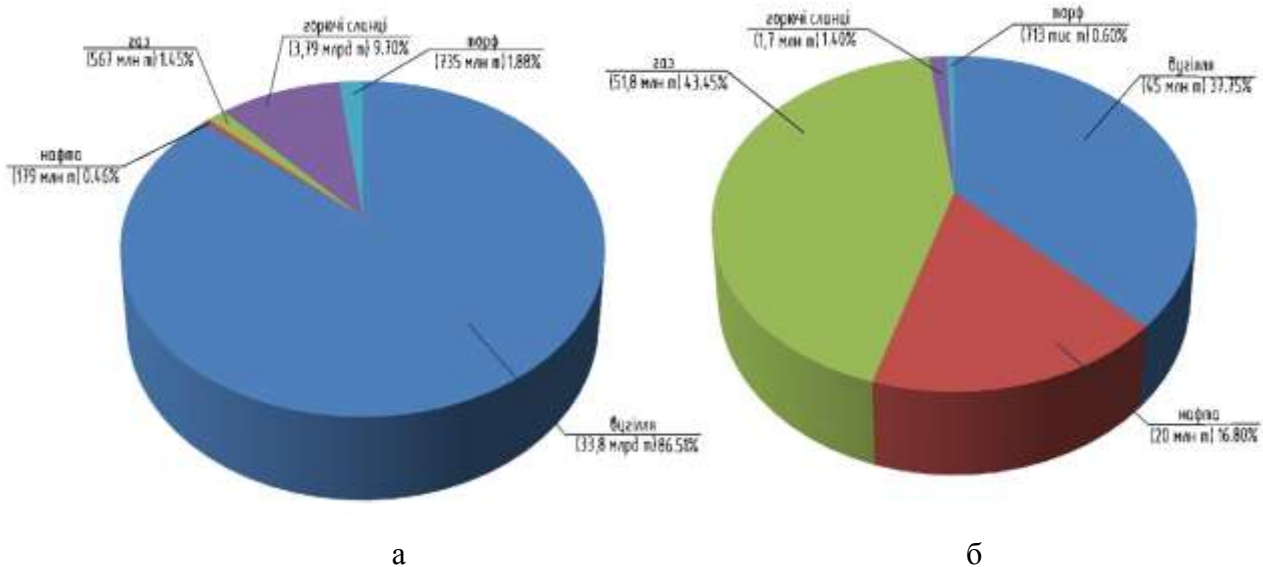
Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є розширення сфери використання у великій і малій теплоенергетиці бурого вугілля, що певною мірою сприятиме стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створенню резерву часу для розвитку вугільної промисловості.

Традиційне спалювання бурого вугілля призводить до забруднення навколишнього середовища оксидами азоту, сірки, вуглеводнями та іншими шкідливими речовинами.

Збільшення споживання видобувного вугілля супроводжуватиметься зростанням екологічного навантаження на навколишнє середовище, оскільки при спалюванні і переробці вугілля утворюється більше шкідливих побічних продуктів в порівнянні з нафтою і газом.

Запаси бурого вугілля України, за даними Міністерства вугільної промисловості, оцінюються в 6 – 8 млрд т [1]. Його запаси в Україні досить поширені і представлені великою кількістю родовищ, які утворюють басейни або вугленосні пласти (рис. 1). До 90-х років минулого століття видобуток бурого вугілля відбувався на таких розрізах, як Верболозівський, Костянтинівський, Ново-Олександрівський, Балаховський, Сула-Удайський. Були

спроектовані розрізи Березівський, Верхньодніпровський, Андрушівський та ін. Видобуте вугілля призначалося для брикетування та спалювання на ТЕЦ.



а - співвідношення запасів паливних корисних копалин в Україні; б - співвідношення споживання паливних корисних копалин в Україні.

Рисунок 1 – Запаси паливних корисних копалин в Україні та їх споживання

У зв'язку з тим, що ТЕЦ були переведені на природний газ, робота буровугільних підприємств була зупинена, тому що подальша їх розробка вважалась недоцільною.

У зв'язку зі скороченням запасів нафти і газу та зростанням цін на енергоносії, актуальним залишається пошук нових енергоресурсів в Україні. На даний час Україна змушена купувати російський газ вартістю 3500 грн. (430 у.о.) за 1 тис. м<sup>3</sup>.

Одним з паливних ресурсів, який може сприяти стабілізації паливно-енергетичного балансу країни є буре вугілля.

Збільшити видобуток бурого вугілля можна тільки шляхом докорінної реконструкції та будівництва нових вугільних розрізів, шахт. У свою чергу це вимагає тривалого часу і великих капітальних вкладень.

Пропонується будівництво Березівського розрізу з геологічними запасами 19,957 млн. т. та подальша газифікація видобутого бурого вугілля для забезпечення потреб в газі Олександрійського району.

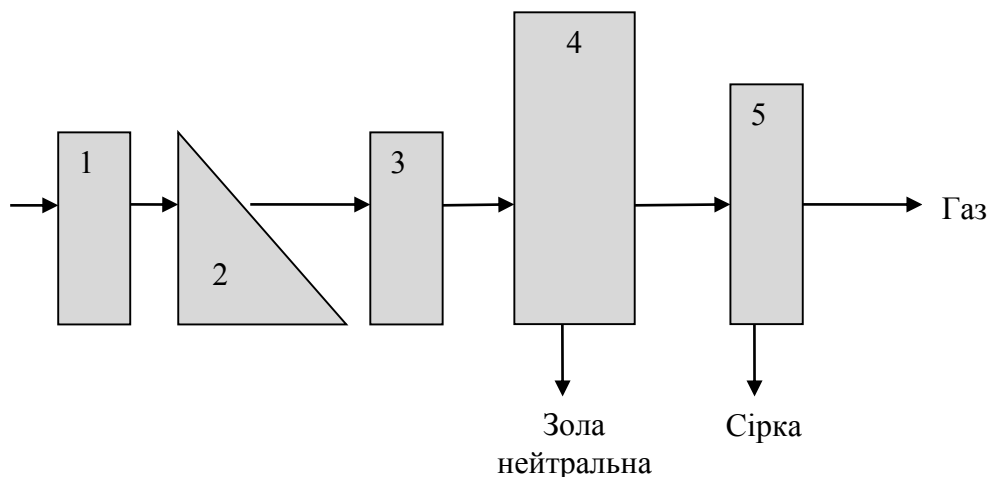
В Олександрійському районі 70% споживачів природного газу – це населення, 25% – підприємства теплоенергетики, 5% – об'єкти промисловості.

Загальна чисельність населення Олександрійського району становить 41 108 чоловік. У середньому обсяги споживання природного газу – 434,3 м<sup>3</sup>/чол.рік. Щорічна потреба в споживанні газу населенням на опалення та інші потреби становить 17 852 800 м<sup>3</sup>. Підприємства теплоенергетики та промисловості споживають газ обсягом – 7 651 200 м<sup>3</sup>/рік. Загальна кількість спожитого газу в Олександрійському районі дорівнює 25 504 000 м<sup>3</sup>/рік.

З урахуванням чинників, які впливають на місце закладення розкривних виробок, а саме – мінімальна потужність розкривних порід, наявність під'їзних комунікацій, повнота виймання корисної копалини та рівномірне просування фронту гірничих робіт пропонується закладення розкривних виробок у північній частині родовища. Пропонується розкриття родовища розрізною траншеєю довжиною 850 м та виізною траншеєю зовнішнього закладення. Це забезпечить повноту виймання запасів корисної копалини обсягом 19,3 млн. т.

Рациональна вологість вихідного вугілля для процесу газифікації – до 65%, зольність – до 40%. Оптимальна зольність становить 20%.

Газифікація має найбільше значення для місцевого газопостачання районів, віддалених від родовищ природного газу і нафти або від магістральних трубопроводів. Перед процесом газифікації буре вугілля подрібнюють, а за необхідності підсушують (необхідна вологість коливається в межах 10 – 65 %). Дуже важливо привести буре вугілля до необхідної крупності – це може бути газифікація кускового (> 3мм), дрібнодисперсного (1–3мм) і тонкодисперсного (<0,1 мм) вугілля [2]. На рис.2 зображена технологічна схема модульної установки для переробки вугілля в паливні компоненти.



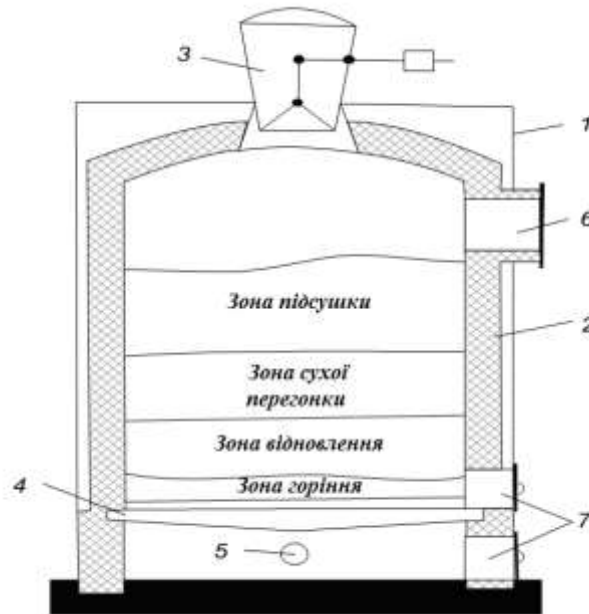
1 – вузол подрібнення вугілля; 2 – грохот; 3 – вузол сушки вугілля; 4 – газогенератор; 5 – блок очистки газів

Рисунок 2 – Технологічна схема модульної установки для переробки вугілля

Принципову схему газогенератора і газогенераторного процесу наведено на рис.3 [3]. Газогенератор являє собою вертикальну камеру (шахту), виготовлену з будівельної цегли і викладену всередині вогнетривом 2. Через отвір 3, розташований у верхній частині газогенератора в камеру завантажується шар палива (вугілля, коксу) різної фракції, підтримуваний колосниковими ґратами 4, під які через спеціальний отвір 5 подається повітря, кисень або пар в залежності від застосовуваної технології. Утворений в шарі палива газ відводять через отвір 6, розташований над шаром палива в стінці газогенератора. Шлаки та зола видаляються через дверцята 7, що знаходяться у стінці шахти. Паливо, що завантажується в газогенератор завдяки безперервному його витрачання поступово спускається вниз.

У верхній частині шару палива, що називається зоною підсушування, паливо прогрівається і підсушується гарячими газами, що надходять знизу. У середній частині шару,

яка називається зоною сухої перегонки, паливо під впливом газів з температурою 550 – 800<sup>0</sup>С піддається розкладанню: утворюються гази, пари смоли, волога; паливо перетворюється в напівкокс і кокс. Нижче, в зоні газифікації, де температура перевищує 1000<sup>0</sup>С, кокс взаємодіє з газами дуття. У результаті реакцій з вільним киснем дуття, який в зоні газифікації повністю витрачається, вуглець палива перетворюється в СО і СО<sub>2</sub>, водяна пара реагує з вуглецем з утворенням Н<sub>2</sub>, СО та СО<sub>2</sub>.

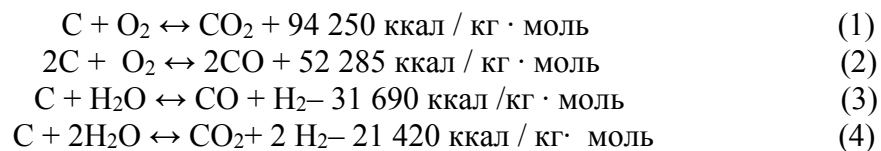


1 - газогенератор з листової сталі; 2 – теплоізоляція (вогнетривка цегла); 3 – бункер для завантаження палива; 4 – колосникові ґрати; 5 – отвір для подачі повітря та пару; 6 – отвір для відведення газу; 7 – дверцята для видалення шлаку і золи

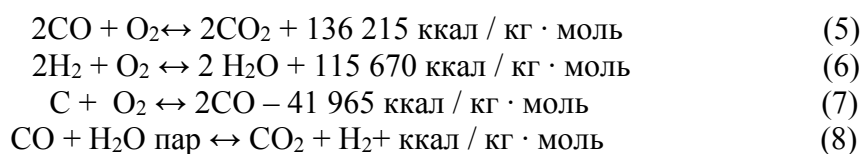
Рисунок 3 – Схема газогенератора та газогенераторного процесу

Газифікація вугілля є складним багатостадійним гетерогенним фізико-хімічним процесом.

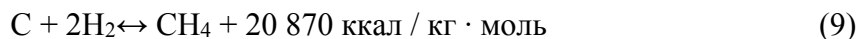
При цьому протікають наступні основні первинні реакції вуглецю вугілля з киснем і водяною парою



Газоподібні продукти, що утворюються за реакціями (1) - (4), реагують між собою, а також вступають у взаємодію з первинними вуглецем палива та окислювачами за реакціями:



Можливе також застосування гідрогазифікації – газифікації воднем:



При цьому метан може вступати в реакції конверсії з водяною парою і оксидом вуглецю:



Зазвичай газифікуючими агентами служать повітря, кисень і водяна пара.

Температура газифікації в залежності від застосованої технології може коливатися в широких межах 850 – 2000<sup>0</sup>С. Чим вище вологість сировини, тим вище температура газифікації. Діапазон тисків газифікації від 0,1 до 10,0 МПа і вище. Газифікація під тиском доцільна у випадках отримання газу, що використовується потім в синтезах, які проводяться при високих тисках (знижуються витрати на стиск синтез-газу).

При підвищенні температури можна переробляти малореакційне та коксівне вугілля широкого гранулометричного складу.

Для газифікації під високим тиском пилоподібних палив у газогенератор подають водяну суспензію вугілля концентрацією до 70%. Недоліком цього способу подачі вугілля є значна витрата тепла на випаровування води в газогенераторі, але вугілля не вимагає попередньої сушки, і виключається подача пари в газогенератор.

Газифікатор бурого вугілля з 1 т сировини виробляє 3800 м<sup>3</sup>/год генераторного газу калорійністю 1200 ккал/м<sup>3</sup>, що еквівалентно 550 – 600 м<sup>3</sup> природного. Для отримання генераторного газу, еквівалентного 1000 м<sup>3</sup> природного необхідно 1,3 т бурого вугілля.

Споживання електроенергії становить 55 кВт·год/т, вартістю 1,05 грн/кВт·год. Пропонується установка когенерації – спільне вироблення електричної і теплової енергії. Установка блоку когенерації дозволить виробити з генераторного газу теплову та електричну енергію. Собівартість одного кВт не перевищує 55 коп, що дозволить зекономити 50% вартості електроенергії. Щоб виробити генераторний газ для заміщення 1000 м<sup>3</sup> природного необхідно витратити 95,7 кВт·год, вартістю 52,64 грн.

Собівартість генераторного газу еквівалентного за теплотворністю 1000 м<sup>3</sup> природного, враховуючи собівартість вугілля, становить 365,2 грн/тис.м<sup>3</sup>.

Купівля російського газу здійснюється за ціною 3500 грн тис.м<sup>3</sup>. Економія від використання генераторного газу становить 3134,8 грн на кожній 1000 м<sup>3</sup> заміщеного природного газу.

Олександрійський район щорічно споживає 25,504 млн м<sup>3</sup>/рік газу, вартістю 89,264 млрд грн/рік. При використанні установок газифікації бурого вугілля, яким багатий регіон, економія становить 9,31 млрд. грн/рік.

### **Висновки**

1. Впровадження нових технологій газифікації бурого вугілля дозволяють вирішити проблему стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створення резерву часу для розвитку вугільної промисловості. Цей напрямок дозволяє забезпечити газом райони, віддалені від родовищ природного газу і нафти або від магістральних трубопроводів. Економія від використання генераторного газу становитиме 1760 грн/тис.м<sup>3</sup> на кожній 1 тис. м<sup>3</sup> заміщеного природного газу.

2. Україна, маючи значний науковий, виробничий потенціал, має реальну можливість вирішити паливно-енергетичну проблему шляхом газифікації бурого вугілля, що дозволить вивести країну з розряду енергодефіцитних.

### **Список літератури**

1. Буре вугілля : Ресурси. Властивості. Переробка / І.Д. Дроздик, Ю.С. Кафтан, Ю.Б. Должанська [та ін.] // Кокс та хімія. – 2002. – №9. – С. 43-45.
2. Зубілін І.Г. Отримання синтез-газів для виробництва екологічно чистих моторних палив: теорія та технологія/І.Г. Зубілін, В.І. Рудика. – Харків: Харківський національний університет, 2002. – 315 с.
3. Кричко А.А. Непаливне використання вугілля / А.А. Кричко, В.В. Лебедев, І.Л. Фірберов. – М.: Надра, 1978. – 215 с.