

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ВИДОБУТКУ БУРОГО ВУГІЛЛЯ З ПОДАЛЬШОЮ ЙОГО ГАЗИФІКАЦІЄЮ

В статті розглянуто технологію газифікації бурого вугілля на прикладі Березівського розрізу та наведено економічну доцільність її запровадження. Наведено принципову схему шахтного газогенератора і газогенераторного процесу. Розглянуто газифікацію вугілля як складний багатостадійний гетерогенний фізико-хімічний процес та визначено економію на заміщенні природного газу на прикладі Олександрійського району.

Ключові слова: вугілля, газифікація, природний газ, енергоефективність.

У зв'язку зі скороченням запасів нафти і газу, зростанням цін на енергоносії, ми пропонуємо будівництво Березівського розрізу з подальшою газифікацією добутого бурого вугілля, для забезпечення потреб промислових підприємств Олександрійського району та для продажу населенню. Це дозволить економити 3134,8 грн на кожній 1000 м³ заміщеного природного газу.

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

В даний час у зв'язку з труднощами в забезпеченні України нафтою і газом проявляється інтерес до 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 сприятиме у певній мірі стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створенню резерву часу для розвитку вугільної промисловості.

Традиційне спалювання бурого вугілля призводить до забруднення навколишнього середовища оксидами азоту і сірки, 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.

Але існує велика група вугілля, яку за складом і властивостями доцільніше використовувати як сировину для одержання вторинного палива і непальних продуктів. Як сировина для технологічного перероблення найбільшу цінність має реакційноздатне вугілля, до якого належить значна частина кам'яного та всі види бурого вугілля.

Проте докорінно вирішити проблему енергетичного забезпечення країни можна шляхом газифікації бурого вугілля, що сприятиме у певній мірі стабілізації паливно-енергетичного балансу країни та створенню резерву часу для розвитку вугільної промисловості.

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

Запаси бурого вугілля України, за даними Міністерства вугільної промисловості, оцінюються в 6 – 8 млрд т [1].

Запаси бурого вугілля в Україні поширені досить широко і представлені великою кількістю родовищ, які утворюють басейни або вугленосні пласти. До 90-х років минулого століття видобуток бурого вугілля відбувався на таких розрізах, як Верболозівський, Костянтинівський, Ново-Олександрівський, Балаховський, Кула-Удайський, були спроектовані розрізи Березівський, Верхньодніпровський. Вугілля призначалося для брикетування та спалювання на ТЕЦ.

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

У зв'язку зі скороченням запасів нафти і газу і зростанням цін на енергоносії, актуальним залишається пошук нових енергоресурсів. В даний час Україна змушена купувати російський газ вартістю 3500 грн за 1 тис. м³.

Ми пропонуємо будівництво Березівського розрізу з подальшою газифікацією добутого бурого вугілля, для забезпечення потреб в газі Олександрійського району. Загальні геологічні запаси Березівської ділянки складають 19,957 млн т.

В Олександрійському районі 70% споживачів природного газу – це населення, 25% – підприємства

теплоенергетики, 5% – об'єкти промисловості.

Загальна чисельність населення Олександрійського району складає 41 108 чоловік. У середньому об'єм споживання природного газу – 434,3 м³/чол·рік. Загальний об'єм спожитого газу за рік населенням на опалення та інші потреби – 17 852 800 м³. Підприємства теплоенергетики та промисловості споживають газ у розрахунку – 7 651 200 м³/рік. Загальна кількість спожитого газу в Олександрійському районі дорівнює 25 504 000 м³/рік.

В зв'язку з тим, що в північній частині родовища потужність розкриття складає 36,1 м, наявні під'їзні комунікації, ми пропонуємо поле розрізу розкривати в північній частині з розрізною траншеєю довжиною 850 м та однією виїзною траншеєю зовнішнього закладення. Це забезпечить повноту виймання запасів корисної копалини обсягом 19,3 млн т та раціональне просування фронту робіт.

Відпрацювання основного уступу прийняте за простою без транспортною схемою екскаватором ЕШ-20/90, нижнього передового - по транспортній схемі екскаватором ЕРС-1120 на конвеєрний транспорт, а верхніх передових уступів - по транспортній схемі екскаватором ЕКГ-10 на автотранспорт.

Газифікації можуть підлягати будь-які види твердих палив від бурого вугілля до антрацитів.

Раціональна вологість вихідного вугілля для процесу газифікації – волога ($W_{\text{п}}$) до 65%, зольність (A_d) до 40%. Оптимальна зольність становить 20%.

Газифікація твердих палив – це процес перетворення твердих палив в горючі гази шляхом окислення повітрям, чистим киснем, водяною парою вуглекислим газом при високій температурі. Газифікуються всі види твердого палива: кам'яне й буре вугілля, антрацит, кокс, напівкокс, торф, деревина, горючі сланці.

Цей напрямок 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 при необхідності зневоднюють (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].

Принципова схема шахтного газогенератора і газогенераторного процесу наведена на рис.1 [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. Завантажуване в газогенератор паливо завдяки безперервному його витрачання поступово спускається вниз.

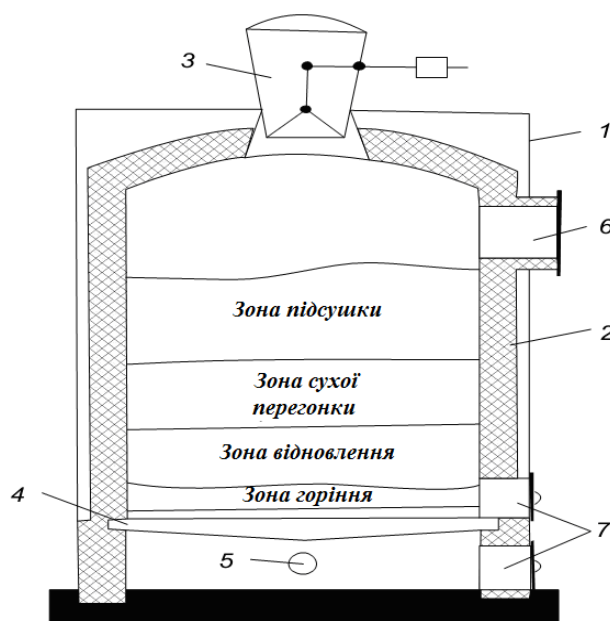


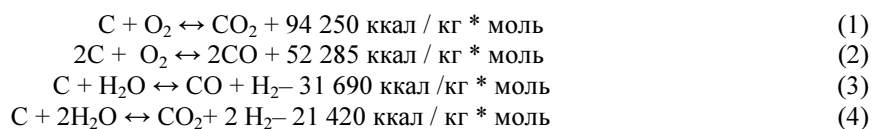
Рис.1 Схема газогенератора та газогенераторного процесу:

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

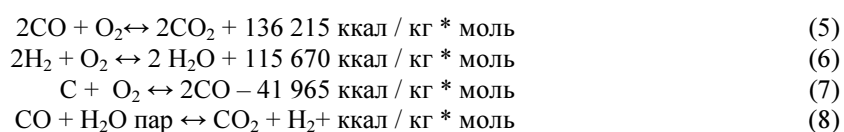
У верхній частині шару палива, що називається зоною підсушування, паливо прогрівається і підсушується гарячими газами, що надходять знизу. У середній частині шару, яка називається зоною сухої перегонки, паливо під впливом газів з температурою 550 – 800⁰С піддається розкладанню: утворюються гази, пари смоли, волога; паливо перетворюється в напівкокс і кокс. Нижче, в зоні газифікації, де температура перевищує 1000⁰С, кокс взаємодіє з газами дуття. У результаті реакцій з вільним киснем дуття, який в зоні газифікації повністю витрачається, вуглець палива перетворюється в СО і СО₂, водяна пара реагує з вуглецем з утворенням Н₂, СО та СО₂.

Газифікація вугілля є складним багатадійним гетерогенним фізико-хімічним процесом.

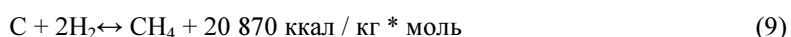
При цьому протікають наступні основні первинні реакції вуглецю вугілля з киснем і водяною парою.



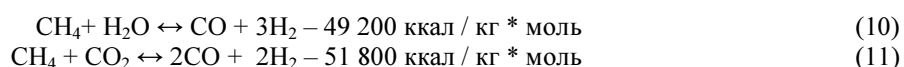
Газоподібні продукти, що утворюються за реакціями (1) - (4), реагують між собою, а також вступають у взаємодію з первинними вуглецем палива та окислювачами по реакціям:



Іноді застосовується також гідрогазифікація - газифікація воднем:



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



Зазвичай газифікуючими агентами служать повітря, кисень і водяна пара. При паро-повітряному дутті відпадає необхідність в установці потророзділителя, що здешевлює процес, але виходить газ низькокалорійний, оскільки сильно розбавлений азотом повітря.

Температура газифікації в залежності від обраної технології може коливатися в широких межах 850 – 2000⁰С. Чим вище вологість сировини, тим вище температура газифікації. Діапазон тисків газифікації від 0,1 до 10,0 МПа і вище. Газифікація під тиском краща 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 в газогенератор подають водяну суспензію вугілля з 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 пара в газогенератор.

Газифікатор бурого вугілля з 1 т вугілля виробляє 3800 м³/год генераторного газу калорійністю 1200 ккал/м³, що еквівалентно 550 – 600 м³ природного. Для отримання генераторного газу, еквівалентного 1000 м³ природного необхідно 1,3 т бурого вугілля.

Споживання електроенергії становить 55 кВт•год/т, вартістю 1,05 грн/кВт•год. Ми пропонуємо установки когенерації - спільне вироблення електричної і теплової енергії. Установка блоку когенерації дозволить виробити з генераторного газу теплову та електричну енергії. Собівартість одного кВт складе не вище 55 коп, що дозволить економити 50% на вартості електроенергії. Щоб виробити генераторний газ для заміщення 1000 м³ природного необхідно затратити 95, 7 кВт•год, вартістю 52,64 грн.

Собівартість генераторного газу, еквівалентного по теплотворності 1000 м³ природному, враховуючи собівартість вугілля, становить 365,2 грн/тис.м³.

Купівля російського газу здійснюється за ціною 3500 грн тис.м³. Економія від використання генераторного газу: 3500 грн – 362,2 грн = 3134,8 грн на кожній 1000 м³ заміщеного природного газу.

Розглянемо економію на заміщенні природного газу на прикладі Олександрійського району. Олександрійський район щорічно споживає 25,504 млн м³/рік газу, вартістю 89, 264 млрд грн/рік. При

використанні установок газифікації бурого вугілля, яким багатий регіон, економія становить 9,31 млрд грн/рік.

Дослідження використання бурого вугілля в Україні (Дніпропетровський НГУ, Інститут геологічних наук НАН і Донецький НГТУ) підтвердило доцільність збільшення його видобутку в країні, в основному для виробництва електроенергії, паливних брикетів, газу.

Висновки. Нові технології дозволяють більш ефективно вирішити проблему шляхом газифікації бурого вугілля, яким так багата Україна. 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.м³ на кожній 1 тис. м³ заміщеного природного газу.

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.

O.Vovk, N.Zukova, R.Kravchuk

National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

A.Gay, National Aviation University

SUBSTANTIATION OF EXPEDIENCY OF BROWN COAL MINING WITH ITS SUBSEQUENT GASIFICATION

The article describes the technology of brown coal gasification for example of Berezovsky deposit and the economic feasibility of its implementation were given. Schematic diagram of the gas generator and gas generator mine process were given. Coal gasification is considered as a complex multistage heterogeneous physical-chemical process and savings by substituting gas for example of Alexandria area were determined.

Key words: coal, gasification, natural gas, energy efficiency.

1. Bure vuhillya : Resursy. Vlastyivosti. Pererobka / I.D. Drozdyk, Yu.S. Kaftan, Yu.B. Dolzhans'ka [ta in.] // Koks ta khimiya. – 2002. – №9. – p. 43-45.
2. Zubilin I.H. Otrymannya syntez-haziv dlya vyrobnytstva ekolohichno chystykh motornykh palyv: teoriya ta tekhnolohiya/Y.H. Zubilin, V.I. Rudyka. – Kharkiv: Kharkiv's'kyu natsional'nyu universytet, 2002. – 315 p.
3. Krychko A.A. Nepalyvne vykorystannya vuhillya / A.A. Krychko, V.V. Lebedyev, I.L. Firberov. – M.: Nadra, 1978. – 215 p.

УДК 622.235.535

О.А.Вовк, канд. техн. наук, доцент; Н.И.Жукова; Р.А. Кравчук

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»

А.Е. Гай, канд. физ.-мат. наук, доцент, Национальный авиационный университет

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ДОБЫЧИ БУРОГО УГЛЯ С ЕГО ДАЛЬНЕЙШИМ ГАЗИФИЦИРОВАНИЕМ

В статье рассмотрена технология газификации бурого угля на примере Березовского месторождения и приведена экономическая целесообразность ее внедрения. Приведена принципиальная схема шахтного газогенератора и газогенераторного процесса. Рассмотрена газификация угля как сложный многостадийный гетерогенный физико-химический процесс и определена экономия при замещении газа на примере Александрийского района.

Ключевые слова: уголь, газификация, природный газ, энергоэффективность.

Надійшла 20.12.2013

Received 20.12.2013

ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ

Для публікації в журналі "Енергетика: економіка, технології, екологія" приймаються статті, надруковані на стандартних аркушах паперу А4 (в 2-х примірниках), що супроводжуються електронною версією (Microsoft Word 2003 або 2007) на CD/DVD дисках, USB-флеш накопичувачах або надіслані електронною поштою.

Мова статті обирається автором. Параметри сторінки: поля верхні, нижні, ліві та праві – 2,5 см. Вирівнювання основного тексту – за шириною. Перші рядки всіх абзаців – з відступом 0,6 см, шрифт Times New Roman, кегль 10, інтервал 1. Назва статті друкується великими напівжирними літерами – кегль 14. Заголовки елементів основного тексту виділяються напівжирним шрифтом.

Структура статті: 1) номер УДК (у верхньому лівому кутку сторінки, напівжирним шрифтом); 2) ініціали, прізвища авторів (великими літерами) та відомості про авторів (науковий ступінь, вчене звання, посада, повна назва організації, адреса організації) - вирівнювання за правим краєм; 3) назва статті (у центрі); 4) реферат обсягом від 1000 до 1100 знаків повинен відображати короткий зміст статті, не повторювати назву, не містити загальних фраз та бути структурованим (мета дослідження, методика реалізації, результати дослідження, висновки, ключові слова (6–8 слів), словосполучення «Ключові слова» – напівжирним; 5) основний текст статті; 6) перелік літератури; 7) п.2, 3, 4, 6 – англійською мовою; 8) номер УДК, п.2,3,4 російською/українською, якщо основний текст представлено українською/російською мовою.

Відповідно до постанови Президії ВАК України № 7-05/1 від 15.01.2003р. до друку приймаються наукові статті, що мають такі елементи: **Вступ** (постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими або практичними завданнями; аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми, на які спирається автор; виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, яким присвячується зазначена стаття); **Мета та завдання** (формулювання цілей статті, постановка завдання); **Матеріал і результати досліджень** (виклад основного матеріалу дослідження з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів з можливим поділом його на частини з відповідними назвами); **Висновки** (зазначити основні висновки з даного дослідження та перспективи його подальшого розвитку в цьому напрямку).

Для надання відомостей про авторів англійською мовою слід використовувати загальноприйнятну лексику перекладу наукових ступенів, вчених звань, посад та місця роботи. **Англomовна анотація за обсягом рекомендується більшою за українську (російську)**, оскільки для закордонних вчених анотація є, як правило, єдиним джерелом інформації про зміст статті.

Обсяг статті, включаючи текст, таблиці, рисунки, не має перевищувати 6–8 сторінок. **Сторінки повністю заповнені текстом**. Схеми, рисунки й таблиці повинні бути пронумеровані та розміщені в тексті після посилань на них. Матеріал має бути викладений стисло, без повторювань даних таблиць і рисунків у тексті. Неприпустимо використовувати такі елементи форматування як «розрив розділу з нової сторінки» та колонтитули. Стаття має бути ретельно перевірена та підписана всіма авторами.

Рисунки (діаграми, фото тощо) подаються у чорно-білому зображенні разом із текстом, у місцях посилань на них. **Вимога до графічних матеріалів: будь-яка ілюстрація повинна бути єдиним нерозривним графічним об'єктом**. Рисунок має бути розташований у центрі, без обтікання текстом. Підписи до рисунків повинні містити нумерацію в порядку розміщення в тексті та пояснювальний підпис. Неприпустимо включати підписи до самого рисунка.

Формули в статтях мають бути набрані за допомогою редактора формул (внутрішній редактор формул у Microsoft Word). Кириличні та грецькі символи мають бути набрані прямим шрифтом, латинські літери - похилим. Виняток становлять символи операторів і стандартних функцій, які набираються прямим шрифтом. Нумерація формул, на які є посилання в тексті, – справа в дужках. Цілі частини від десяткових відокремлюються комою.

Список літератури наводиться в порядку посилань у тексті відповідно до ДСТУ ГОСТ 7.1:2006. Посилання на літературні джерела в тексті наводяться у квадратних дужках. Список використаних джерел подається двічі: мовою оригіналу й англійською. У англomовному списку літератури (References) прізвища та назви журналу, видавництва подаються згідно з правилами транслітерації, відповідно до Постанови КМУ від 27 січня 2010 р. №55 (для української мови) або вимогам системи BGN/HCGN (для російської мови). **Назви статті, книги перекладаються англійською мовою.**

В окремому файлі надаються відомості про авторів: прізвище, ім'я та по-батькові повністю, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи (повна назва організації без скорочень, адреса, місто, країна), контактні телефони та електронна пошта

Відповідальність за зміст статті несуть автори. Остаточне рішення щодо друку статей ухвалює редколегія. Редакція залишає за собою право проводити скорочення та редакційну правку статей.

Статті, які не відповідають вимогам редакції журналу "Енергетика: економіка, технології, екологія" не розглядаються.

Контакти: тел. (38-044) 406-85-14, <http://energy.iee.kpi.ua>, e-mail: krav@iee.kpi.ua