

## НОВІ ТРЕНДИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ВУГІЛЛЯ

*В. І. Бондаренко, Д. С. Малашкевич, Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет», Україна*

*Ю. Я. Чердиченко, ТОВ «ДТЕК Енерго», Україна*

Розглянуто сучасні тенденції споживання та виробництва вугілля в основних вугледобувних країнах світу. Викладено причини зниження попиту на вугілля. Виділено основні пріоритетні напрямки альтернативного використання вугілля.

Понад три тисячоліття людство використовує кам'яне вугілля, і понині він є одним з найважливіших природних ресурсів. Вугілля, як дешеве і доступне джерело енергії дало поштовх до формування багатьох промислових комплексів, що зробило вирішальний вплив на рівень розвитку сучасного суспільства.

На даний момент часу світовий видобуток вугілля становить 7,52 млрд. т (рис. 1). Найбільше вугілля видобувають у країнах Азії (63%). Лідерами у виробництві вугілля є такі країни як Китай – 3,4 млрд. т, США – 660 млн. т, Індія – 638 млн. т, Австралія – 554 млн. т, Росія – 390 млн. т, Південна Африка – 253 млн. т, Німеччина – 186 млн. т, Польща – 136 млн. т, Казахстан – 107 млн. т [1].

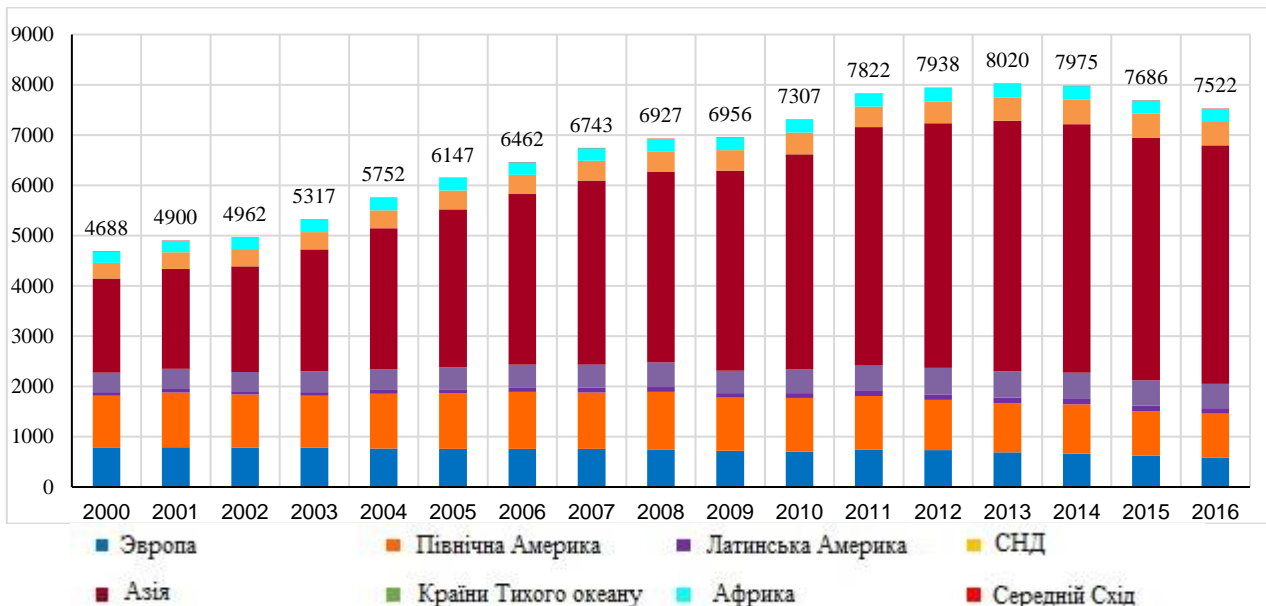


Рис. 1. Динаміка світового споживання вугілля, млн. т

Щорічно в світі споживається близько 7,4 млрд. т, з яких 50% або 3,7 млрд. т використовується як паливо для вироблення електроенергії і отримання тепла, 1,8 млрд. т йде на виробництво сталі. Решта частки розподіляється між цементними і хімічними заводами, населенням та іншими споживачами.

Однак, незважаючи на ці значні цифри, споживання вугілля протягом останніх трьох років знижується. Загальне падіння склало – 6,7% по відношенню до 2013 року (482 млн. т). Основними причинами таких змін є низькі ціни на природний газ і поновлювані джерела енергії, закриття старих і неефективних шахт, а також введення в багатьох країнах екологічних норм на викиди вуглекислого газу CO<sub>2</sub> для теплових електрогенерацій. В результаті, багато вугледобувних та енергогенеруючих компаній зазнають великих збитків, які обчислюються десятками мільярдів доларів. Тенденції зниження споживання і видобутку вугілля чітко простежуються в двох найбільших вуглевидобувних країнах світу – Китаї та США.

Наприклад, в США, ситуація виглядає наступним чином. За минулий рік було вироблено 660 млн. т вугілля, з яких 606 млн. т спожито країною, інші 54 млн. т відправлені на експорт [2]. За період 2010 – 2016 рр. видобуток вугілля знизився на 323,1 млн. т (– 32,8%), а внутрішнє споживання країни скоротилося на 300 млн. т (– 33,1%). Відносно стабільним протягом останніх шести років залишається потреба вугілля в хімічній промисловості, яка складає близько 7,1 млн. т в рік (рис. 2).

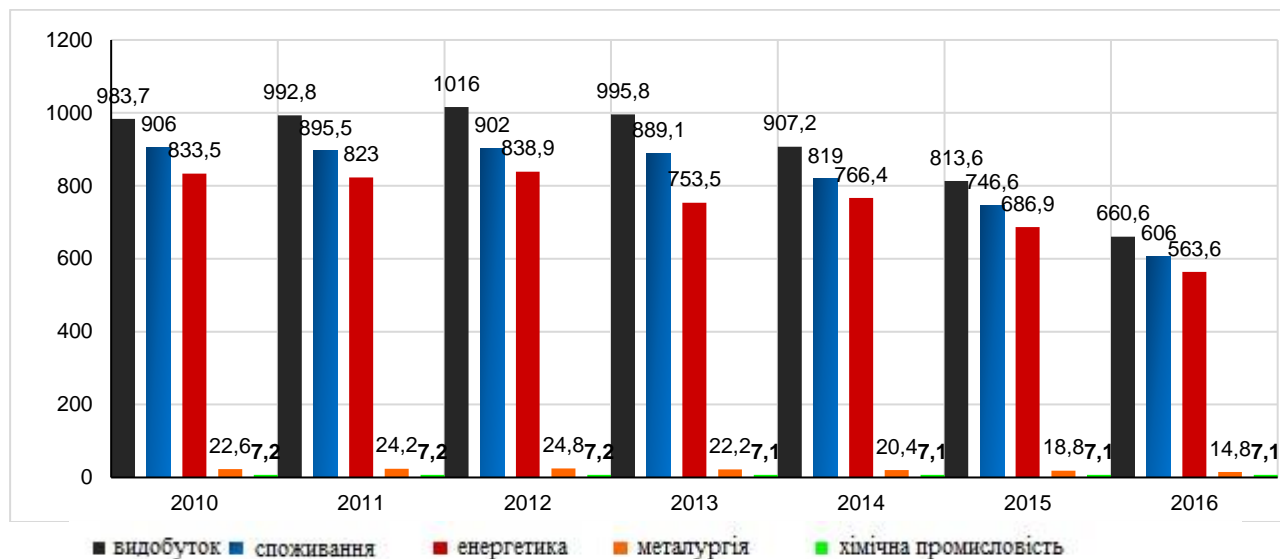


Рис. 2. Динаміка видобутку та споживання вугілля в США, млн. т

Негативна динаміка виробництва і споживання вугілля пояснюється екологічними нововведеннями в країні, а також швидким зростанням видобутку сланцевого газу, який обвалив внутрішні ціни на природний газ і вугілля. На сьогоднішній день близько 25% вугільних компаній США є збитковими. Такі великі американські вуглевидобувні компанії як “Patriot Coal” і “James River” оголосили про своє банкрутство. Великі збитки несе і найбільша американська вугільна компанія “Arch Coal”, що займає друге місце в світі з видобутку вугілля. За оцінками експертів, до 2025 року в США будуть ліквідовані 13% потужностей з видобутку вугілля.

У США основна частка виробленого вугілля – 93% використовується енергогенеруючими підприємствами; 2,5% – йде на виробництво сталі і чавуну; 1,1% – необхідний для виробництва цементу; 0,9% – використовується хімічними заводами; 2,5% – інші споживачі (рис. 3).

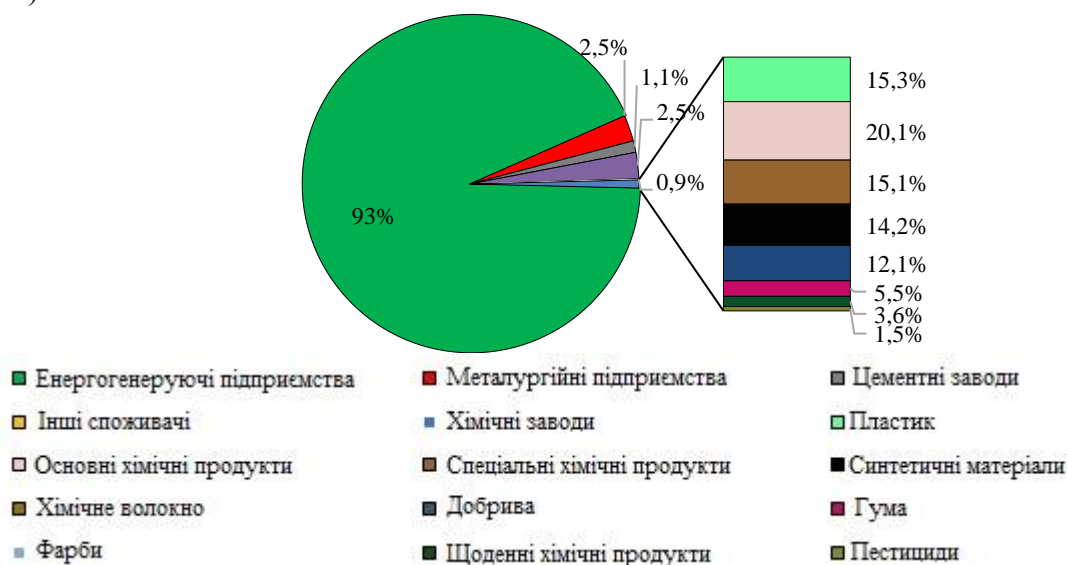


Рис. 3 Структура споживання вугілля в США

У хімічній промисловості вугілля необхідне для отримання пластика – 15,3%; основних хімічних матеріалів – 20,1%; спеціальних хімічних продуктів – 15,1%; синтетичних матеріалів – 14,2%; хімічних волокон – 6,8%; добрив – 12,1%; гуми – 5,5%; фарб – 5,8%; щоденних хімічних продуктів – 3,6%; пестицидів – 1,5%.

На Китай припадає майже половина світового споживання вугілля – 46%. Видобуток і використання вугілля за 2016 рік склав відповідно 3,48 і 3,55 млрд. т. Однак, в 2014 році в Китаї був зафіксований перший за останні 15 років спад виробництва вугілля, який досяг майже 2,5% (рис. 4). Вироблення електроенергії на вугільних теплоелектростанціях скоротилось на 7,4%, в той час як вироблення електроенергії з альтернативних джерел, включаючи гідро, вітряні і атомні електростанції, зросло на 20%. Причиною тому, з'явилась нова енергетична стратегія країни, згідно з якою починаючи з 2030 року Китай повинен припинити зростання викидів парникових газів.

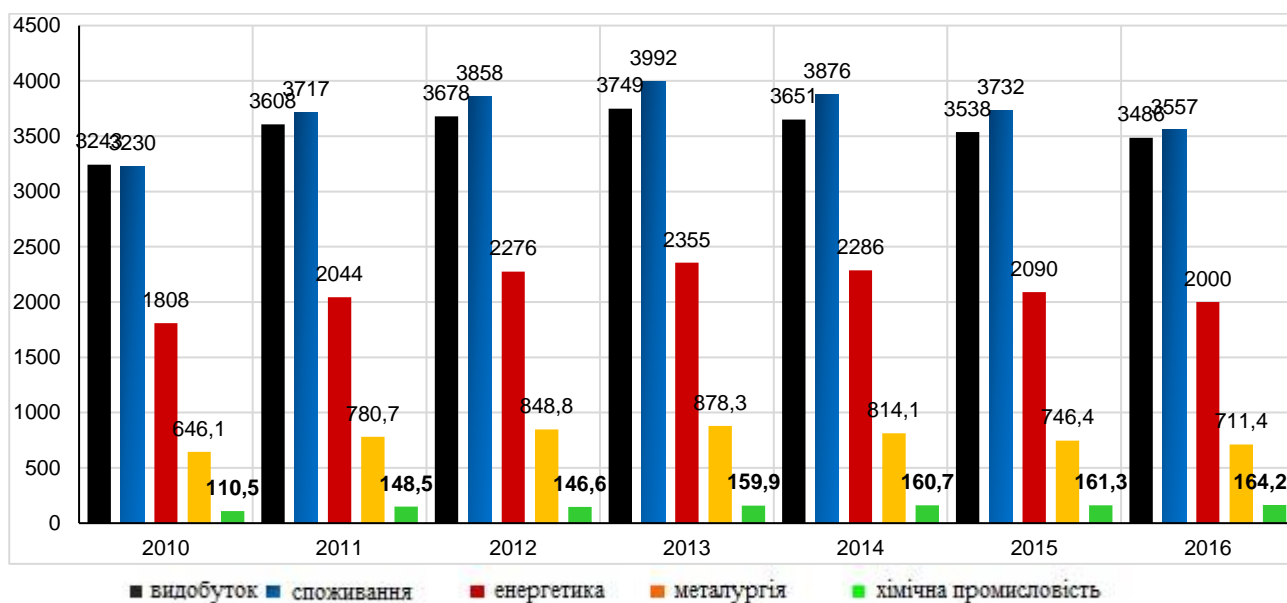


Рис. 4. Динаміка споживання вугілля в Китаї, млн. т

Згідно з оцінками Національної асоціації вугілля Китаю, сьогодні більше 80% вугільних шахт країни виявилися збитковими через зниження попиту і цін на вугілля. Влада країни заявила про закриття 1000 шахт протягом одного року. Більш того, в найближчі роки буде припинено роботу 5600 шахт з 10760 існуючих – під скорочення потрапляють ті з них, чия річна продуктивність не перевищує 90 тис. т [3].

Однак, незважаючи на негативну динаміку споживання вугілля в паливно-енергетичному секторі, збільшується зростання використання вугілля в хімічній галузі. Так, з початку 2010 року зростання споживання вугілля в цьому секторі склало 32%. Величезний вплив на хімічну галузь надає швидкий темп розвитку держави і урбанізація міст. Майже кожний п'ятий продукт в світі виробляється на заводах і фабриках Китаю. Тому потреба виробництва пластмасових виробів, лакофарбових матеріалів, електронної техніки в Китаї з року в рік зростає.

У структурі споживання вугілля в Китаї 56% займають енергогенеруючі підприємства; 20% – металургійні; 7% – цементні; 4% – хімічні заводи; 3 – інші споживчі. У хімічній галузі велику частку займає коксівне вугілля. Так, з 164,2 млрд. т задіяного вугілля в хімічній промисловості, 18,6% необхідні для виробництва пластмасових виробів; 17,6% – основних хімічних матеріалів; 14,1% – спеціальних хімічних продуктів; 11,2% – синтетичних матеріалів; 9,7% – хімічних волокон; 8,4% – добрив; 8,2% – гуми; 5,8% – фарб; 4,3% – щоденних хімічних продуктів; 2,2% – пестицидів (рис. 5).

Зростаюча потреба людства в синтетичних речовинах і матеріалах вимагає використання додаткових обсягів сировини, одним з яких є кам'яне вугілля. Тому, з урахуванням світових трендів, а також переходом країн на зелену енергетику, зростає роль вугілля як альтернативної

сировини для хімічної промисловості. Одержуваний з вугілля кінцевий продукт дозволяє по-новому поглянути на традиційне паливо [4, 5].

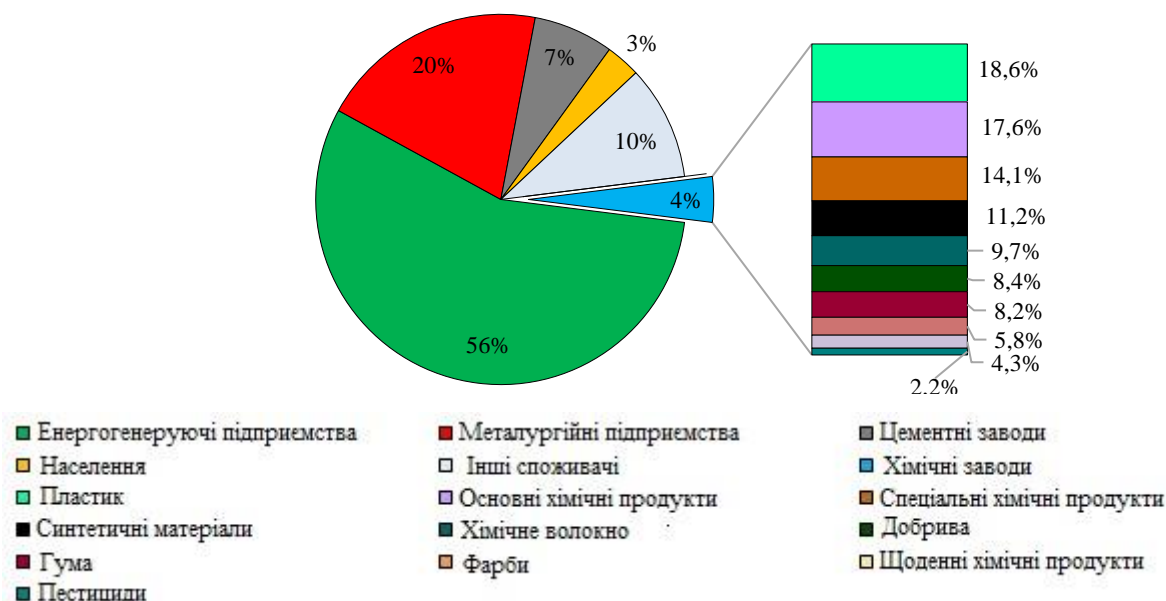


Рис. 5. Структура споживання вугілля в Китаї

Багато науково-дослідних інститутів провідних країн світу розробляють проекти глибокої переробки вугілля для отримання продуктів з високою доданою вартістю. Особливо важливими є проекти з використання вугілля для отримання моторних палив, а також для отримання вуглеводневої сировини для хімічної промисловості.

Сьогодні з вугілля, можна отримати більше 400 різних хімічних продуктів і більше 5000 видів продукції суміжних галузей, ціна яких в рази перевищує номінальну вартість корисної копалини. Як приклад, з антрациту отримують антрацен, який служить для виробництва фарбувальних речовин. Його вартість за 1 т дорівнює вартості чотирьох вагонів енергетичного вугілля. З коксівного вугілля отримують бензол, його в свою чергу використовують для отримання капролактану. Вартість коксівного вугілля – 130 дол. США/т, вартість бензолу – 260 дол. США/т, капролактану – близько 1500 дол. США/т. Таким чином вартість продукції збільшується більш ніж в 10 разів.

Особливо слід виділити п'ять продуктів, одержуваних на основі переробки вугілля, які дозволяють по новому поглянути на традиційне паливо. До таких продуктів відносяться – бетулін, сітостерини, гумінові речовини, полівінілхлорид, флуорен і вуглецевий пек [6].

Так, в продуктах екстракції бурого вугілля містяться бетулін і сітостерини, які є лікарськими речовинами. Зокрема, бета-сітостерин має протизапальну дію, бетулін підвищує імунітет рослин, а бетулінова кислота має протипухлинну активність.

Бетулін може бути ефективним у комплексній терапії при лікуванні онкологічних захворювань. Вбудовуючись в клітинну мембрану ракової клітини, на початковому етапі він перешкоджає її реорганізації і спонукає клітку на природну загибель. Таким чином, бетулін діє вибірково на хворі клітини і підвищує стійкість здорових клітин. Крім того, протівірусна активність бетуліну встановлена й по відношенню до вірусів пташиного грипу, грипу типу А, герпесу, гепатиту С, ВІЛ та інших захворювань.

Отримувані гумінові речовини з бурого вугілля використовуються в якості добрив. Використання гуматів в сільському господарстві підвищує схожість насіння, покращує приживлюваність розсади, підвищує опірність рослин до хвороби, заморозків і посухи. Також гумінові речовини можуть застосовуватись і в промисловості. Вони використовуються в якості абсорбентів і піногасителів, можуть застосовуватись в системах водопідготовки, виробництві акумуляторів, керамічному виробництві, у виготовленні гуми, паперу, картону, а також косметичних і лікарських засобів.

При переробці вугілля отримують полівінілхлорид. Спектр його застосування вкрай широкий. Він використовується для електроізоляції проводів і кабелів, виробництва труб,

плівок для натяжних стель, штучних шкір, лінолеуму, профілів для виготовлення вікон і дверей. У Китаї 90% полівінілхлориду виробляють з вугілля.

Флуорен, що міститься в кам'яновугільній смолі, являє собою безбарвні кристали, здатні до флуоресценції при дії ультрафіолетового опромінення. Флуорен використовується для виготовлення компонентів для мікроелектроніки і оптоелектроніки. Наприклад, він застосовується у виробництві гнучких екранів, які ось-ось зроблять революцію в побутовій електроніці.

Вуглецевий пек, отриманий з кам'яновугільної смоли, використовується в якості вихідної сировини для отримання вуглецевих волокон. Композити на основі вуглецевих волокон відрізняються міцністю, жорсткістю і легкістю. Їх характеристики міцності і пружності значно перевищують показники алюмінію і сталі.

Вуглецеві волокна можуть застосовуватися в медицині, енергетиці, промисловості, будівництві та інших галузях. Найцікавіші перспективи їх використання в аерокосмічній техніці. Наприклад, з них можна виробляти елементи двигунів літаків і ракет, корпуси космічних антен і обшивку літаючих апаратів.

Таким чином, з вугілля можна отримувати матеріали та продукти, які використовуються буквально всюди: від сільськогосподарських полів до земної орбіти.

Шляхом хімічної переробки вугілля можна отримати синтетичні рідкі палива. Викиди шкідливих речовин при використанні цих синтетичних палив значно нижче, ніж в разі застосування рядового вугілля.

У промислових масштабах працює група заводів компанії "Sasol" (ПАР) з переробки вугілля в синтетичне рідке паливо, що дозволило знизити залежність країни від імпорту нафти. Компанія забезпечує (прямо і побічно) роботу для 170 тис. чоловік. Річний прибуток обчислюється сотнями мільйонів доларів [7].

Завод синтетичних палив "Shenhua" (Китай) виробляє 22 тис. барелів на добу. Прибуток компанії складає більше десяти мільйонів доларів. У планах підприємства розширення виробництва існуючого заводу до 45 мільйонів барелів на рік і будівництво полімерного заводу, що дозволяє отримувати 300 тис. т поліетилену і поліпропілену на рік [8].

В даний час світове виробництво синтетичних рідких палив вже доведено до 20 млн. т. У стадії проектування і будівництва знаходиться ще близько 50 об'єктів по всьому світу із сумарним виробництвом синтетичного рідкого палива близько 500 млн. т/рік. Лідерами у цій галузі є ПАР, Китай, США і Німеччина. Активно займаються цією проблемою Японія та Індія.

Таким чином альтернативне використання вугілля – отримання синтетичних рідких палив, хімічних речовин і продуктів з високою доданою вартістю є перспективним напрямком для вугледобувної галузі на найближче майбутнє.

#### Список літератури

1. U.S. Energy Information Administration [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.eia.gov/coal/>.
2. Global Energy Statistic Yearbook 2017 [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://yearbook.enerdata.net/coal-lignite/coal-production-data.html>.
3. Взгляд в будущее: что ожидает угольную промышленность через несколько десятилетий [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://pronedra.ru/coal/2015/03/30/budushchee-ugolnoy-promyshlennosti/>.
4. Кузнецов Б. Н. Новые подходы в химической переработке углей / Б. Н. Кузнецов. // Соровский образовательный журнал. – 1996. – №6. – С. 50 – 57.
5. Мировые запасы угля и перспективы его использования / [Д. Л. Рахманкулов, С. В. Николаева, Ф. Н. Латыпова та ін.]. // Башкирский химический журнал. – 2009. – С. 21–28.
6. Из шахты в космос: краткий обзор углехимических технологий [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://metkere.com/2016/05/coalchemical.html>.
7. Гроль Ш. Угольный атлас. Ископаемое топливо в цифрах и фактах [Електронний ресурс] / Ш. Гроль. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: [https://ru.boell.org/sites/default/files/coalatlas\\_rus\\_web.pdf](https://ru.boell.org/sites/default/files/coalatlas_rus_web.pdf).
8. Перерабатывать, нельзя сжигать [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://newslab.ru/article/704845>.