УДК 338.465.4

ОБГРУНТУВАННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ШТУЧНОГО КОМПОЗИЦІЙНОГО ПАЛИВА

П.І. Пономаренко, доктор економічних наук. Ю.О.Аскарова.
Національний гірничий університет.

There was built the economical-mathematical model, on the basis of which there was drawn a conclusion about efficiency of artificial composition fuel that can substitute gas and fuel oil.

© Пономаренко П.І., 2012. © Аскарова Ю.О., 2012.

Вступ. Пошук альтернативних джерел енергії для України останнім часом став первинним завданням. Небажання російських постачальників газу йти на компроміс, тим самим заганяючи свого сусіда в енергетичну кабалу, змушує нас як державу з високим науковим потенціалом шукати шляхи рішення по заміщенню газової складової на місцеве, доступне і дешеве джерело, яким для нас є вугілля. Вугілля завжди було і зараз залишається найбільш звичайним і порівняно легко доступним природним паливом. Навіть якщо відмовитися від використання усіх інших нині відомих джерел енергії, людство зможе ще не одну сотню років черпати її з підземних запасів вугілля. Але найщедріші дари потрібно витрачати економно. Ось чому фахівці багатьох країн шукають найбільш раціональні методи енергетичного використання палива.

Між тим якість вугілля, що видобувається, з часом почала погіршуватися. Причина полягає в тому, що доступні й якісні родовища в основному вичерпані, й тепер видобувають не вугілля, а "гірську масу" з середньою калорійністю 2,5-4 тис. ккал/кг, сортуючи її потім на збагачувальних фабриках. Зараз розробляються тонкі та надтонкі, незручні для видобутку пласти, зростає доля домішки породи, що збільшує навантаження на існуючі збагачувальні фабрики.

Це виробництво складне, технологічно брудне, шкідливе для довкілля через розростання шламовідстійників, які є основним джерелом негативного впливу на довкілля. З точки зору сталого розвитку, проблема збереження відходів вуглезбагачення може бути розглянута в якості техногенних родовищ, які в нинішніх умовах цілком раціонально використовувати.

Нині можна з упевненістю сказати, що з’явилася реальна перспектива комплексного відпрацювання складованих шламових запасів і отримання штучного композиційного палива на основі некондиційного вугілля, води і реагентів-пластифікаторів.

Над розробкою даного продукту працювали і продовжують працювати провідні фахівці Великої Британії, Росії, Китаю та, звичайно, України (як сторони, що найбільше зацікавлена в позитивному кінцевому результаті). Внаслідок такої пильної уваги до цієї проблеми на світ з’явився ряд розробок, причому кожен автор намагається подавати саме свою розробку як найсучасну, хоча усі ці знову утворювані палива (ВВП, ВВС, КаВВП, ЕкоВВП) за своєю суттю являються штучним композитним рідким паливом. Великий вклад в цю галузь науки внесли П.А. Ребіндер, А.В. Думанський. У монографії В.Ф. Кустова, випущеній в 1942 р., уперше були розглянуті методи застосування і властивості паливних вугле-мазутних та інших суспензій. Дослідження КВВС також проводили к.т.н., с.н.с. Інституту вугілля і вуглехімії З РАН А.Н. Заостровський, а також д.т.н., проф. В.І. Мурко та інші. Однією з провідних робот професора Мурко є наукова праця під назвою «Виробництво і використання водо-вугільного палива».

Мета статті – обгрунтувати ефективність штучного композитного палива в порівнянні з газом та мазутом.

Термін "композитне" означає, що це паливо є композицією з компонентів в різній пропорції, після спільної переробки яких виходить новий продукт з товарно-технологічними властивостями, що практично відповідають наперед заданим якостям. Компонентами можуть служити місцеві енергоресурси і відходи різних енергетичних виробництв.

Термін "штучне" має на увазі надання кінцевому продукту заданих параметрів на основі шихтування різних марок вугільної продукції. Шляхом моделювання дозування початкових компонентів можливе отримання "штучних" сумішей, за основними параметрами наближених до натуральних, присутніх на вугільному ринку України. Другий позитивний аспект цієї операції – можливість здешевлення кінцевої продукції за рахунок використання "дешевших" відходів вуглезбагачення.

У табл. 1 представлені основні марочні характеристики на вугілля, що видобувається в Україні.

Нині розроблені і випробувані декілька технологій приготування водо-вугільних суспензій, які базуються на традиційних технологіях тонкодисперсного подрібнення вугільної продукції, змішування її з водою, різними пластифікаторами і стабілізаторами.

Екологічно чисте водо-вугільне паливо (ЕкоВВП) – композиційне паливо, що є дисперсною паливною системою на основі твердих часток мікронних фракцій вугілля будь-якої марки (від 40% до 60% маси) і води (при необхідності з добавками, що зв'язують при горінні оксид сірки, стабілізаторами і/або розчинниками дисперсного середовища) зі складом і властивостями, максимально наближеними до потрібних для конкретного паливо споживаючого агрегату (котла, печі) без їх реконструкції [1].

Таблиця 1. Марочний склад вугілля Донбасу

Марка	Склад робочої маси палива,%							Вихід летких, V^p	Теплота згоряння, Q^p_n, кДж/кг
	W^p	A^p	S^p	C^p	H^p	N^p	O^p		
Др	13	27,8	2,9	44,1	3,3	0,9	8	43	17250
Дотсев	14	28,4	3,4	42,6	3,2	0,9	7,5	44	16710
Дконц	14	24,9	2,6	46,4	3,4	1	7,7	42	17880
Гр	10	28,8	3	48,3	3,4	0,9	5,6	40	18920
Готсев	11	29,4	3,5	46,5	3,3	0,9	5,4	41	18210
Гконц	13	14,8	2,4	57,8	3,8	1,1	7,1	39	23030
Гпром	12	35,2	2,9	40,1	3	0,8	6	42	15740
Гшлам	20	33,6	2,5	35,5	2,6	0,7	5,1	42	13610
Жр	6	30,1	2,5	53,4	3,3	1	3,7	32	21140
ОСр	5	26,6	2,8	59,5	3,1	1	2	19	23240
ОСпром	12	37	2,6	41,1	2,7	0,8	3,8	20	16120
ОСшлам	15	34,8	2,4	40,6	2,6	0,8	3,8	20	15910
Тр	6	32	2,2	55,2	2,5	1	1,1	12	20600
АСШ	8,5	34,8	1,5	52,2	1	0,5	1,5	4	18230

Водо-мазутне паливо (ВМП) – композиційне паливо, створене на базі мазуту і води (до 15%) з метою підвищення ефективності використання мазуту, зниження рівня забруднень поверхонь нагріву котлів, працюючих на мазуті, і істотного зниження викидів шкідливих речовин. Використання дезінтеграторів дозволяє диспергувати воду до мікрокрапель з розміром не вище 1-2 мкм, що забезпечує стабільність ВМП, можливість його зберігання без розшарування до 30 діб, покращує розпилюваність паливної композиції за рахунок "мікровибухів" при нагріві крапель, стримує процеси піролізу і коксування мазуту на початкових стадіях горіння. Ці особливості ВМП дозволяють організувати його спалювання з дуже високою повнотою згорання, без сажоутворення і без хімічної неповноти згорання.

Переведення котельних і нагрівальних печей на ВМП дозволяє:

- знизити собівартість енергії, що виробляється, за рахунок більш ефективного використання мазуту;
- істотно поліпшити екологічну обстановку в районі розміщення котельної;
- понизити експлуатаційні витрати за рахунок зниження витрат на періодичне чищення поверхонь нагріву котлів і печей.

У основі процесу приготування кавітаційного водо-вугільного палива (КаВВП) лежать: кавітаційне подрібнення вугілля у водному середовищі; деструкція кавітації молекул вугілля; активація кавітації часток вугілля; кавітаційна гомогенізація; гідрокрекінг і так далі, в процесі протікання яких порушується структура вугілля як природної "гірської" маси. Вугілля розпадається на окремі органічні складові, але вже з активною поверхнею часток і великою кількістю вільних органічних радикалів.

Вода також зазнає ряд перетворень. В результаті дії кавітації утворюється чотири головні продукти: атомарний водень Н; гідроксильний радікал-ОН-; перекис водню H_2O і вода у збудженому стані H_2O, хімічна активність яких сприяє утворенню активного дисперсного середовища, насиченого компонентами тонкого і катіонного виду.

60-70% вугільних часток у результаті кавітаційного подрібнення мають розмір менше 71 мкм, решта – 71-250 мкм, а масова часка вугілля у складі КаВВП 62,0-70,0%.

Отримане таким чином водо-вугільне паливо (КаВВП) стабільне упродовж багатьох місяців (8-24), пластичне без застосування присадок.

КаВВП має велику реакційну здатність в порівнянні з початковим паливом, меншу температуру в ядрі факела (1200 °С); високою мірою вигорання (до 99%). Дисперсне середовище виконує роль проміжного окислення, практично на усіх основних стадіях горіння палива активується поверхня часток твердої фази.

Штучне композитне рідке паливо (ШКРП) вигідно відрізняється від традиційного вугілля та мазуту зниженням кількості шкідливих речовин, що викидаються в атмосферу при спалюванні, що неодноразово відмічали різні автори [2]. В табл. 2 приведені літературні дані по викидах в атмосферу [3]; для порівняння основні види палива (окрім газу), що використовуються в теплоенергетиці, згруповані в одну таблицю.

Таблиця 2. Гранично допустима концентрація у викидах

Шкідлива речовина у викидах	Вугілля	Мазут	ВВП, ШКРП
Пил, сажа, г/м^3	100-200	2-5	1-5
SO_2, мг/м^3	400-800	400-700	100-200
NO_2, мг/м^3	250-600	150 -750	30-100

ШКРП – безвідходне паливо. При великому вмісті в початковому паливі мінеральних речовин, які після майже повного вигорання вуглецю (99%) перетворюються в золу-унос, пилоподібні частки, виділені з газів, є цінними добавками до бетонів, оскільки

зола-унос поєднує в собі переваги інертних тонкомолотих добавок (мала водопотреба і усадка бетону і низька екзотермія) і активних мінеральних добавок (наявність гідравлічної активності, що призводить з часом до істотного підвищення якості бетону).

Якщо врахувати, що високомарочні цементи містять у складі порошку зерна наступних розмірів: зерна менше 5 мкм – не більше 20%; зерна від 5 до 20 мкм – 40-45%; зерна від 20 до 40 мкм – 20-25%; більше 40 мкм – 15-20%; то забезпечити кавітаційний домол золи-уноса до названих розмірів – завдання, легко здійсненне за умови, що будуть використані нові прогресивні способи і технології отримання нанопорошків на промисловій основі, які з'явилися останнім часом.

При великому вмісті в початковому паливі мінеральних речовин та майже повного вигорання вуглецю і виділення золи з газів, виникають порожнисті аглоноритові кульки, які можуть утилізуватися в цементній або будівельній галузі.

Розглянемо економічну привабливість використання ШКРП. Для можливості оцінки доцільності застосування цього виду палива складена економіко-математична модель, що дозволяє виконати імітаційне моделювання процесів приготування і спалювання палива. Як базовий варіант прийнята вугільна продукція – антрацит. В табл. 3 представлена якісна характеристика антрациту. Розглядається варіант використання складованих відходів (шламів).

Враховуючи той факт, що існуюча оцінка якості, що вживається в енергетиці, по зольності, вологості і виходу летких не характеризує повною мірою якість використовуваної сировини, в моделі зроблений акцент на калорійність використовуваного палива. У табл. 4 представлений перерахунок залежно від зольності і вологості початкової сировини.

Таблиця 3. Базові характеристики вугільної продукції

Характеристики вугільної продукції								
W	**Az**	**S**	**V**	**Q**	**C**	**H**	**N**	**O**
волога	зола	сірка	леткі	калорій-ність	вуглець	водень	азот	кисень
4,9	**15,9**	**1,8**	**11,6**	**6340**	**93,7**	**2**	**0,8**	**1,5**
5,1	**13,5**		**11,8**	**6540**				

Враховуючи той факт, що існуюча оцінка якості, що вживається в енергетиці, по зольності, вологості і виходу летких не характеризує повною мірою якість використовуваної сировини, в моделі зроблений акцент на калорійність використовуваного палива. У табл. 4 представлений перерахунок залежно від зольності і вологості початкової сировини.

Таблиця 4. Теплотворна здатність вугільної продукції для марки вугілля А (антрацит)

W/Az	**10**	**15**	**20**	**25**	**30**
5	6875	6493	6111	5730	5348
10	6513	6152	5790	5428	5066
15	6151	5810	5468	5126	4784
20	5789	5468	5146	4824	4503
25	5427	5126	4824	4523	4221
30	**5065**	**4784**	**4503**	**4221**	**3940**

Згідно технологічного регламенту у якості початкової сировини використовується антрацитовий шлам, що піддався збагаченню до залишкової зольності 25%, а вологість ШКРП, що поступає до паливної форсунки, дорівнює 30%, тому наше паливо матиме калорійність більше 4000 ккал/кг. Отже, теплова енергія, що виробляється, віднесена до 1 Гкал, коштуватиме 140 грн., що значно нижче стандартно використовуваних нині газу – 300 грн. і мазуту – 380 грн. В табл. 5 представлені зведені дані по аналізованих видах палива.

Таблиця 5. Порівняльні техніко-економічні показники

Паливо	Нижча теплота згоряння	Одиниця виміру	Ефективність спалювання, %	Вартість палива, грн.	Вартість 1 Гкал, грн.
Мазут	9,5	Гкал/т	97	3500	379,82
Газ	8,08	Гкал/тис. м3	99	2403	300,41
ВВП з шламів	4,22	Гкал/т	97	**571,47**	139,57

При складанні економіко-математичної моделі прийнята ціна початкової сировини від 150 грн./т до 350 грн./т, що вже включає в себе 50% планового прибутку. В результаті відпускна ціна ШКРП складе 571,47 грн./т. На рис. 1 відображена поелементна структура калькуляції собівартості товарної продукції.

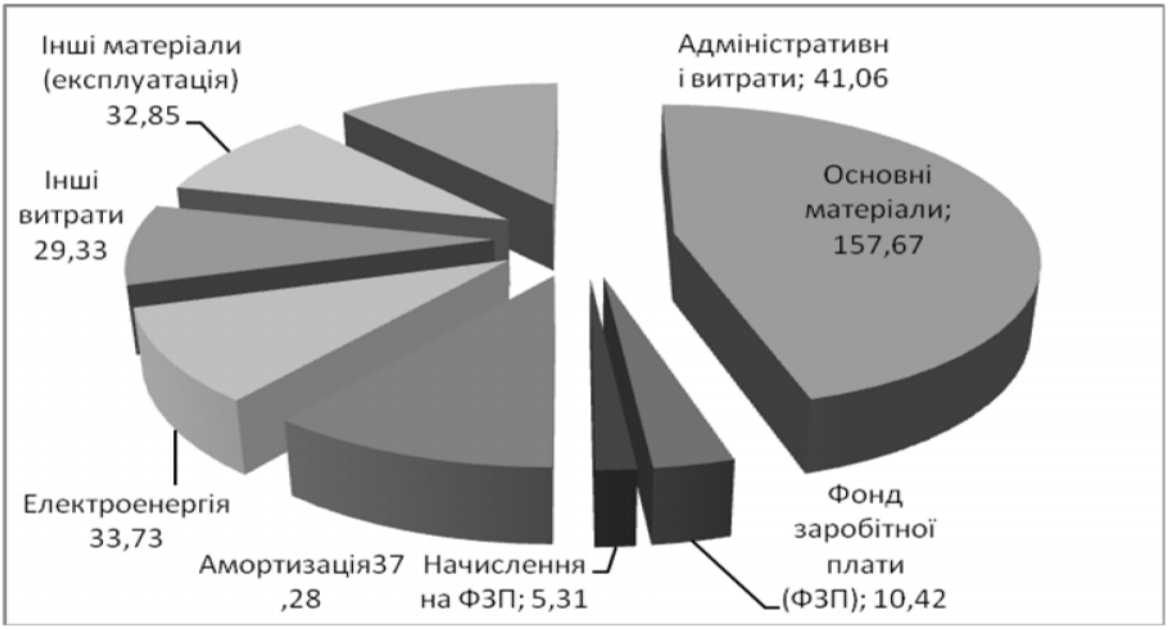

Рис. 1. Калькуляція собівартості ШКРП, грн./т

Отже, можна зробити наступні висновки:

- використання ШКРП дозволить істотно зменшити споживання газу в теплоенергетиці країни;
- використання ШКРП дозволить зменшити ціновий тиск на населення при оплаті комунальних платежів;
- використання ШКРП дозволить поліпшити екологічну ситуацію за рахунок відробітку шламовідстійників;

- використання даного палива дозволить отримати дешеві і екологічно чисті будівельні матеріали з продуктів золовидалення від спалювання ШКРП.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Виробництво і використання водовугільного палива / [В. Е. Зайденварг, К. Н. Трубецький, В. І. Мурко, І. Х. Нехороший]. – М. : Академія гірських наук. – 2001. – 173 с.

2. Патент на винахід № 2151959. Спосіб виробництва рідкого композитного палива / Овчинніков Ю. В., Ноздренко Г. В., Щинников П. А. та ін. – Пріоритет від 08.06.1999.

3. Водовугільне паливо. Аналіз результатів дослідження характеристик ВУТ, отриманого на ОПУ ТОВ "Єнісейськ ЦБК" ВАТ Новосибірськтеплоенергопроект". – Новосибірськ, 2004, – 26 с. (на правах рукопису).

4. Юдін, Б. В. Розробка геомеханічної моделі висококонцентрованих водовугільних дисперсних систем : автореферат канд. дисертації… / Б. В. Юдин. – Кемерово, 2001. – 24 с.

5. Луценко С. В., Овчинніков Ю. В., Евтушенко Е. А. Заявка на винахід № 2005106639/06(008086) "Спосіб отримання штучного композитного рідкого палива" від 09.03.2005.

6. Овчинніков, Ю. В. Фізичні процеси і механохімічні ефекти в дезінтеграторах і кавітаторах при виробництві ІКЖТ / Ю. В. Овчинніков, С. В. Луценко, Е. А. Евтушенко // Енергосистеми, електростанції і їх агрегати. – 2005. – 310 с.

7. Євтушенко, Е. А. Розробка композитного палива з торфу і низькореакційного вугілля для використання в промисловій енергетиці : дисертація … кандидата технічних наук / Е. А. Євтушенко. – Новосибірськ, НГТУ, 2003. – 145 с.

8. Хинт, И. А. Основи виробництва силікатних виробів / И. А. Хинт. – М.-Л. : Вид-во літератури по будівництву і архітектурі. – 1962. – 600 с.

9. Авакумов, Е. Г. Механічні методи активації хімічних процесів / Е. Г. Авакумов. – Новосибірськ : Наука, 1986. – 305 с.

УДК 338.465.4

Пономаренко Павло Іванович, доктор економічних наук, професор. **Аскарова Юлія Олександрівна,** студентка. Національний гірничий університет. **Обгрунтування доцільності застосування штучного композиційного палива.** Розроблено економіко-математичну модель, на основі якої зроблено висновок про ефективність штучного композиційного палива, яким може бути замінений газ та мазут.

Ключові слова: штучне композиційне паливо, калорійність, економіко-математична модель, зола-унос.

УДК 338.465.4

Пономаренко Павел Иванович, доктор экономических наук, профессор. **Аскарова Юлия Александровна,** студентка. Национальный горный университет. **Обоснование целесообразности использования искуственного композиционного топлива.** Разработана экономико-математическая модель, на основе которой сделан вывод об эффективности искусственного композиционного топлива, которым может быть заменен газ и мазут.

Ключевые слова: искусственное композиционное топливо, калорийность, экономико-математическая модель, зола-унос.

UDC 338.465.4

Ponomarenko Pavlo Ivanovich, doctor of economic science, professor. **Askarova Julia Olexandrivna,** student. National mining university. **Expediency of artificial composite fuel using.** There was built the economical-mathematical model, on the basis of which there was drawn a conclusion about efficiency of artificial composition fuel that can substitute gas and fuel oil.

Keywords: artificial composition fuel, calorie content, an economical-mathematical model, carry-over ashes.