УДК 662.6

ВПЛИВ ПЕРЕМІШУВАННЯ ТА ТЕМПЕРАТУРИ ВОДНОГО СЕРЕДОВИЩА НА ПРОЦЕС ВІДМИВАННЯ ШКІДЛИВИХ ДОМІШОК З СОЛОНОГО ВУГІЛЛЯ

Корчевой Ю.П., Фатеєв А.І., Нехамін М.М., Музалевська Н.І.

Інститут вугільних енерготехнологій НАН, Київ, України

АННОТАЦІЯ

Наведені результати дослідження процесу очищення солоного вугілля шляхом водної промивки. Досліджено вплив перемішування та температури водного середовища на процес очищення солоного вугілля, що містить домішки у вигляді різних сполук натрію та хлору. Отримано, що перемішування та температура, при якій відбувається знесолення, призводить до значної інтенсифікації процесу відмивання.

ВСТУП

На даний час ситуація, яка склалася в паливно-енергетичному комплексі України, характеризується наступними негативними рисами: відсутністю значних покладів нафти та газу; значним зростанням цін на дані види палива, що загострило проблему використання їх в енергетиці, обсяги якого (більше 15 млрд м^3 газу на рік) становлять значну частку його споживання в балансі України; дефіцитом якісного дешевого вугілля, в тому числі кам'яного, яке можна було б залучити до розширення паливної бази.

В цих умовах особливого значення набуває пошук нових альтернативних джерел енергоресурсів, які економічно обгрунтовано залучити до паливної бази, зокрема це стосується так званого «солоного» кам'яного вугілля, значні запаси якого знаходяться на Західному та Північному Донбасі та складають приблизно 10–12 млрд т [1]. Поклади цього вугілля характеризуються достатньо високою теплотою згорання (7000 ккал/кг, помірно низькою зольністю (10–15%) та високим вмістом летких (40–45 %).

Виділяють три основні родовища Новомосковське, Петряківське (Західний Донбас) та Богданівське (Північний Донбас) [1]. Характеристики даних родовищ солоного вугілля наведені в таблиці 1.

Особливість солоного вугілля, яка виділяє його з-поміж інших, полягає у наявності у ньому домішок (у вигляді різних сполук хлору та натрію), концентрація яких перевищує їх вміст у звичайному кам'яному вугіллі.

Таблиця 1. Характеристики родовищ солоного вугілля України.

Родовище	Богданівське	Новомосковське	Петряківське
Марка вугілля	Д	Д	Б
Запаси, млрд.т	4,1	7,6	0,3
Теплота згорання Q^{daf}, ккал/кг	7020-7580	7200-7500	5000
Зольність A^d, %	12.6-14.6	10-15	16.2
Вологість W^r, %	13-25	24	45
Вихід летких V^{daf}, %	41.2-42.6	44	43
Na_2O в золі, %	1.2-5.0	5-10	5-10
Na_2O у вугіллі, %	0.5	0.6-0.8	0.44-1.0
Хлор, %	0.3-0.4	0.6-0.9	0.34-0.65
Сіра, %	1.6-2.1	2.1	0.2

Підвищені концентрації цих елементів обмежують використання солоного вугілля в енергетиці як України, так і світу (через небезпеку корозії / шлакування теплообмінних по-

верхонь котлоагрегатів та шкоди навколишньому середовищу) [2,3].

Більшість дослідників за критерій солоності приймають вміст Na_2O у вугіллі чи його золі.

Гранично допустимі значення цих критеріїв у деяких країнах коливається від 0.3 до 1.0 % вмісту Na_2O у вугіллі на суху масу, чи від 2.0 до 5.5 % вмісту Na_2O у золі [4,5]. Вміст хлору при цьому лімітується значенням не більше 0.5 % на суху масу вугілля. В Україні до солоних відносять вугілля з вмістом Na_2O в золі понад 2 % або понад 0.4 % на суху масу вугілля. Важливим фактором, на який слід звернути увагу, це час і спосіб засолення вугілля. Аналіз, виконаний багатьма вченими, показує, що засолення українського солоного вугілля відбувалося на стадії епігенезу. Сольовий розчин проникав у вже сформовані вугільні пласти, тобто шкідливі домішкі знаходяться не в структурі вугілля, а у місцях розломів та тріщин. Домінуючими у такому випадку домішками є водорозчинні сполуки Na та Cl [6].

ОЧИЩЕННЯ СОЛОНОГО ВУГІЛЛЯ

У Інституті вугільних енерготехнологій виконані досліди, метою яких було підтвердження даних, щодо процесу вимивання Na та Cl, з українського солоного вугілля. Експерименти проводилися на зразках кернових проб солоного вугілля Богданівського родовища, характеристики якого були експериментально визначені та наведені у таблиці 2. Дослідження проводилося шляхом витримування солоного вугілля у дистильованій воді, без усяких збуджень, при сталій температурі 20 °С.

Таблиця 2. Характеристика кернової проби солоного вугілля Богданівського родовища.

Родовище	Богданівське
Марка вугілля	Д
Зольність A^d, %	11.24
Вихід летких V^{daf}, %	35.9
С, %	55.7
Na_2O в золі, %	3.6
Хлор, %	0.91

У результаті проведених експериментів, були отримані дані по виходу Na та Cl з вугілля у воду, методом простого відстоювання [7]. Результати даного дослідження наведені у таблиці 3.

Було встановлено, що зі збільшенням часу вимочування вміст Na та Cl у вугіллі поступово зменшується, за 140 год перебування у водному розчині з вугілля видаляється понад 60 % присутнього у ньому натрію та понад 65 % хлору Це підтверджує той факт, що дійсно домінуючими домішками у вугіллі є водорозчинні сполуки Na та Cl. Беручи це до уваги наступним етапом нашого дослідження було визначення впливу одного з факторів, який міг інтенсифікувати процес відмивання, а саме, вплив температури.

Таблиця 3. Кількість натрію та хлору, що перейшло у водяний розчин, в залежності від часу вимочування.

Час вимочування, год	Вихід натрію, %	Вихід хлору, %
0.5	20	25
1	22	30
5	26	34
10	33	43
20	40	50
40	50	56
80	55	61
140	60	65

Дослідження проводилося для трьох різних температурах, було обрано температури 20, 60 та 100 (кипіння) °С. Процес відмивання проходив від 1 хвилини до декількох десятків годин, підготовлені проби вугілля поміщали у лабораторні склянки с дистильованою водою, після чого відбувався процес водної промивки (відстоюванням), причому відношення Т:Р (вугілля-вода) по масі складало 1:10, розмір частинок вугілля не перевищував 0.2 мм. Для підтримання сталої температури, процес витримування проходив в печі (термостаті).

Кількість відмитого натрію визначалося атомно-адсорбційним методом, який базується на залежності між концентрацією елементу в розчині і інтенсивністю його випромінювання,

що вимірюється на атомно-адсорбційному спектрофотометрі. Вміст Cl визначався методом титрування, який базується на утворенні осаду хлориду срібла.

Як показали результати, при збільшення температури води відбувається більш інтенсивний перехід сполук Na та Cl у розчин (рис.1-2). Це свідчить про те, що збільшення температури, при якій відбувається процес вимочування, призводить до інтенсифікації процесу відмивання.

Так вже за 90 хвилин вимочування, при сталій температурі в 60 °С, отримуємо значення по вмісту Na_2O у вугіллі, менше за гранично-допустиме, при якому можливе використання даного вугілля без шкідливої дії на поверхні котельного агрегату та на навколишнє середовище, тоді як при 20 °С дане значення досягалося лише за 48 годин. Збільшення температури промивочної води до 100 °С, дозволило отримати вугілля з концентрацією Na_2O менше за гранично-допустиме, вже за перші дві хвилини відмивання (рис.1).

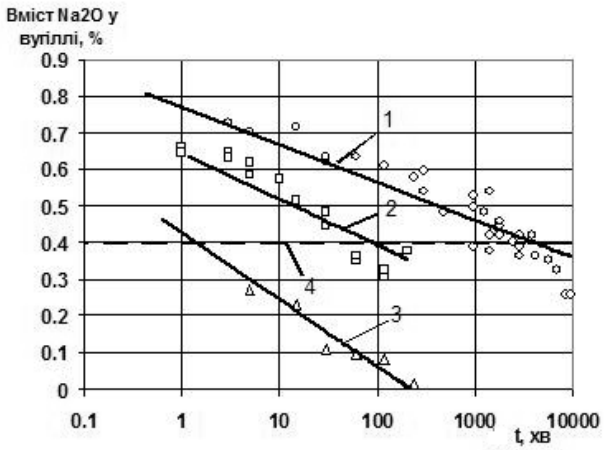

Рис.1 Залежність вмісту Na_2O у відмитому вугіллі від часу вимочування, при різних температурах: 1 – при 20 °С; 2 – при 60 °С; 3 – 100 °С; 4 - гранично-допустима концентрації Na_2O у вугіллі.

Ще більш сприятливі результати були отримані по відмиванню сполук Cl з вугілля (рис.2).

Розглядаючи графік залежності вмісту Cl у відмитому вугіллі від часу вимочування, бачимо, що як і у випадку з Na, при 60 та 100 °С спостерігається більш інтенсивний перехід сполук Cl у розчин. При 60 °С прийнятне значення для використання отримуємо вже за 30 хвилин, при 100 °С вже за першу хвилину.

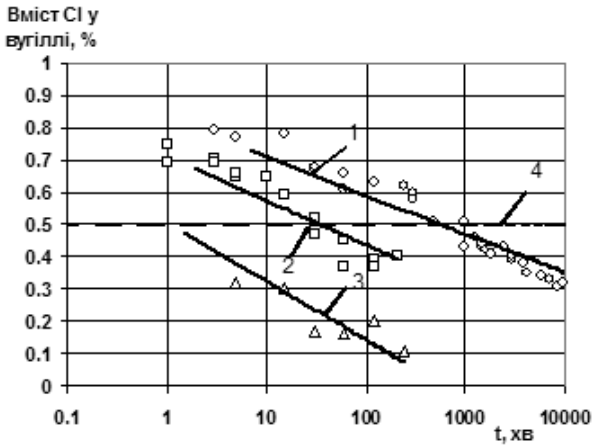

Рис.2 Залежність вмісту Cl у відмитому вугіллі від часу вимочування, при різних температурах: 1 – при 20 °С; 2 – при 60 °С; 3 – 100 °С; 4 - гранично-допустима концентрації хлору.

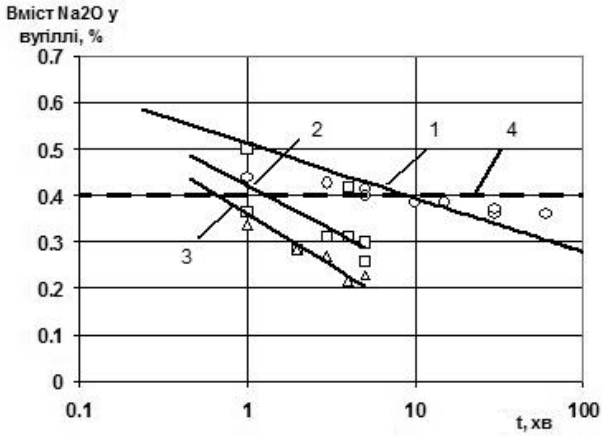

Рис.3 Залежність вмісту Na_2O у відмитому вугіллі від часу перемішування, для різних температурах: 1 – при 20 °С; 2 – при 60 °С; 3 – 100 °С; 4 - гранично-допустима концентрації Na_2O у вугіллі.

Ще один спосіб можливої інтенсифікації, який був досліджений, це вплив перемішування. Як і в попередньому досліді експеримент було проведено для трьох температур 20, 60 та 100 °С, максимальний час перемішування не пере-

вищував 60 хвилин, відношення Т:Р (вугілля-вода) по масі складало 1:10, кількість обертів двигуна n=1000 об/хв, розмір частинок вугілля не перевищував 0.2 мм.

Було встановлено, що інтенсивне перемішування достатньо істотно впливає на процес знесолення (рис.3). Так, для температури 20 °С прийнятне значення (вміст Na_2O та Cl у вугіллі менше за гранично-допустиме) досягається вже за перші 10 хв, тоді як при простому відстоюванні лише за 48 годин. Збільшення температури водного середовища при якому відбувається перемішування, призводить до ще більш істотного скорочення часу, а саме до декількох хвилин.

ВИСНОВОК

Результати експериментального дослідження показали, що при збільшенні тепературі, при якій проходить процес витримування вугілля у воді, відбувається значне скорочення часу відмивання, при 60 °С до 2 год, при 100 °С до декількох хвилин. Ще істотнішим вийвився вплив перемішування: вже за перші 10 хв при температурі 20 °С, отримуємо значення по вмісту Na_2O у вугіллі менше за гранично-допустиме, при якому можливе використання даного вугілля, без шкідливої дії на поверхні котельного агрегату та на навколишнє середовище

Виходячи з отриманих результатів, наступним кроком нашої роботи буде дослідження впливу на процес відмивання інших факторів: зміною відношення твердої фази до рідкої (Т:Р), pH середовища, фракційного складу та комбінаціями цих факторів.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование электрофизических и физикохимических свойств «соленых» углей: Отчет о НИР (промежуточный)/ Институт физикоорганической химии и углехимии АН Украины: руководитель В.И.Саранчук.-№ ГР 0185.0013540.-Донецк: 1985-82 с.: ил.
2. Поведение минеральной части твердых топлив при сжигании их в топках современных котлов. // Теплоэнергетика, 1971. №7. с. 47-52.
3. Влияние минеральной части топлива на работу котлоагрегата. Св. пер. статей / Под ред М.А.Назарова . - М., Л.: Госэнергоиздат, 1959. - 120 с.
4. В.С. Белецкий, С.Д. Пожидаев, А.Кхелуфи, П.В. Сергеев. Перспективы освоения соленых углей Украины. – Донецк: ДонГТУ, УКЦентр, 1998. – 96с.
5. Методические разработки по изучению соленых углей Западного Донбасса / Пожидаев С.А., Грицай Р.А., Иванова А.В. и др. – Киев: Наукова думка,1981.-56 с.
6. Афанасенко Л.Я. Исследование характеристик и свойств засоленных углей Донбасса и их изменений при термической обработке. Автореф. дисс. канд. техни. наук.: институт. Киев., 1990. - 20 с.
7. Фатеєв А.І., Левченко Н.І. Відмивання водою солоного вугілля Західного Донбасу України від Na та Cl. // Збагачення корисних копалин, 2011. – Вип. 45(86). – С. 18-22.