

УДК 553.93

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ (д-р техн. наук, проф.)**В.І. ДРУЦ** (магістрант)

Донецький національний технічний університет, Донецьк

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ СОЛОНОГО ВУГІЛЛЯ

У статті розглядається актуальна проблема переробки низькоякісного «лужного» енергетичного вугілля з підвищенням вмістом калійних та натрієвих солей. Пропонується варіант вдосконалення технології «знесолення-агломерація» вугілля, зокрема подано варіант його апаратурного оформлення і автоматизації процесу.

Ключові слова: солоне вугілля, технологія, автоматизація.

Постановка проблеми і стан її вивчення. Однією з найбільш актуальних є проблема забезпечення країни вітчизняними енергоносіями, що обумовлено, по-перше, дефіцитом власних запасів нафти і газу, по-друге, жорсткою ціною політикою на газ і нафту на світовому ринку, і, по-третє, частковим згортанням вітчизняної вугільної промисловості. В цих умовах особливого значення набуває пошук нових альтернативних джерел енергоресурсів, зокрема залучення до паливно-енергетичного балансу так званого “солонного вугілля” характерного підвищенням вмістом солей натрію і хлору, значні запаси якого виявлені на Західному і Північному Донбасі [1-4].

Використання в енергетиці солонного вугілля призводить до значних ускладнень – при його спалюванні відбувається підвищене шлакоутворення в парових котлах. Крім того, при спалюванні солонного вугілля має місце інтенсивна корозія металу, яка, зокрема, за даними Е.П.Діка, збільшується з підвищенням температури і вмістом хлориду натрію у вугіллі [4]. При спалюванні солонного вугілля в атмосферу з водяним паром виділяється HCl, у процесі активації солонного вугілля утворюється чадний газ (CO), хлористий водень (HCl), метан (CH₄), які мають різну ступінь токсичності [5, 6]. При термічній обробці «лужного» вугілля збільшується імовірність утворення діоксинів, токсична дія яких суттєво перевершує дію відомих найсильніших отрут: ціанідів, стрихніну, кураре, зоману, зарину, табуну, VX-газів і інш. [7].

В Україні і світі розроблено ряд методів прямої переробки солонного вугілля, зокрема його газифікації, спалювання, комплексної переробки [2]. Однак, радикальне облагороджування цього вугілля можливе тільки шляхом його знесолення перед використанням, зокрема за технологією водної промивки Державного інституту мінеральних ресурсів, суміщених технологій «промивка-гідротранспорт» НВО «Хаймек» (Донецьк) та «промивка-агломерація-гідротранспорт» ДонНТУ [8].

Мета цієї статті – розвиток технології знесолення лужного вугілля «промивка-агломерація-гідротранспорт», яка вигідно відрізняється від інших як ефективним солевидаленням так і зневодненням вугілля.

Виклад основного матеріалу. Основна ідея способу ДонНТУ полягає в поєднанні процесів “водна промивка - масляна агломерація” солонного вугілля. При цьому ключовою відмінністю є дробова подача реагенту-зв’язуючого в процес – спочатку на стадії дроблення, в живлення молоткової дробарки в кількості $Q_1 = 0,3-0,5\%$ на суху масу вугілля. Подрібнене вугілля промивається в контактних чанах (технологія ДІМР) або в процесі гідротранспортування (технологія «Хаймек») до точки максимального солевидалення (Рис.1). Після цього у водовугільну пульпу подається

друга порція реагенту-зв'язуючого (наприклад, мазуту) $Q_2 = 5-7\%$. При гідротранспортуванні солоного вугілля друга порція реагенту подається у вуглепровід в точці 30-40 км від головного терміналу магістральної гідротранспортної системи і процес агломерації проводиться безпосередньо у вуглепроводі, що істотно спрощує весь технологічний комплекс. Вугільний агломерат після зневоднення на фільтрах або у осаджувальних центрифугах для більш глибокого зневоднення і знесолення можуть піддавати ежектуванню. Феноменологічна модель процесу знесолення із застосуванням "промивання-агломерації" подана на рис 2.

Полігонні випробування технології, проведені на солоному вугіллі марки "Г" Новомосковського родовища Західного Донбасу ДонДТУ і НВО "Хаймек", показали її ефективність. За рахунок застосування органічного реагента, істотно спрощується технологічна схема зневоднювання вугілля і зменшується кількість устаткування.

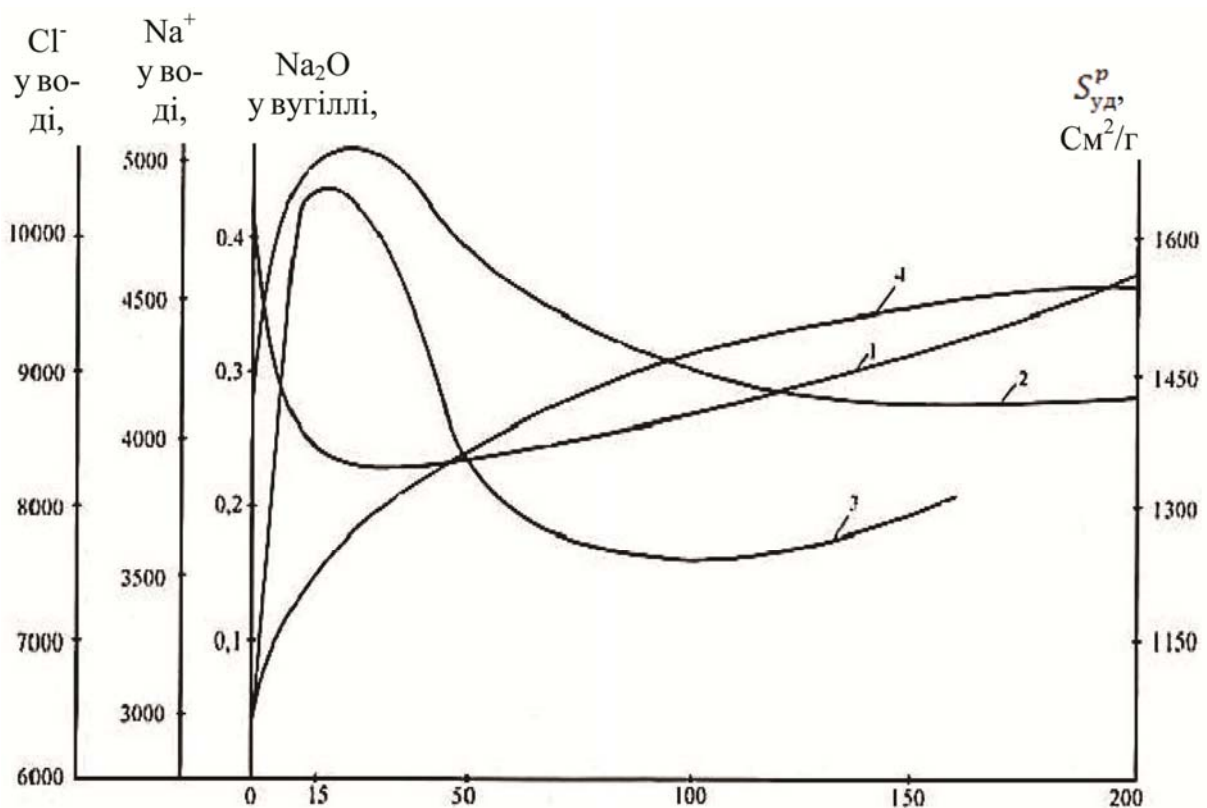


Рис. 1. Залежність характеристик солоного вугілля і водного середовища від дальності гідралічного транспортування: 1 – вміст Na_2O у вугіллі, %; 2 – Концентрація іонів Na^+ у воді, мг/л; 3 – вміст іонів Cl^- у воді, мг/л; 4 – зміна зовнішньої поверхні вугілля $S_{\text{уд}}^p$ при гідротранспортуванні, cm^2/g . [9]

Таким чином, технологічні дослідження процесу «знесолення-агломерація вугілля» показали його ефективність і подальший розвиток цієї технології бачиться у аналізі процесу знесолення лужного вугілля як об'єкту автоматизації та розробці необхідних систем автоматичного контролю та автоматичного регулювання технологічного процесу.

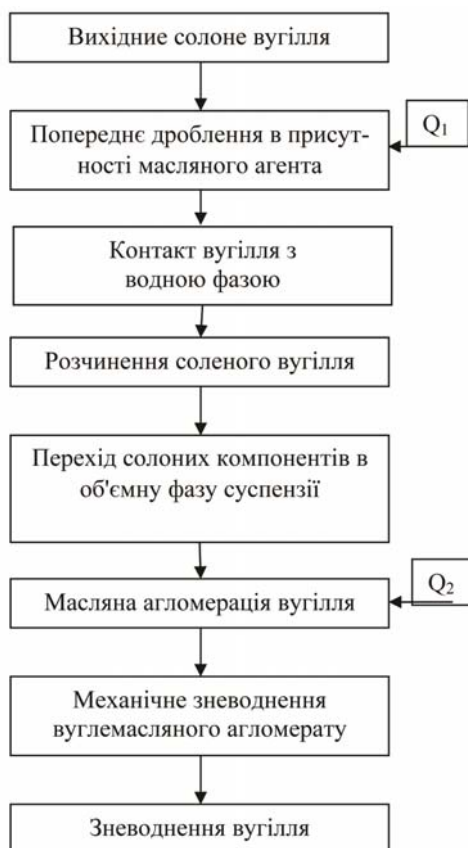


Рис. 2. Феноменологічна модель процесу знесолення із застосуванням "промивання-агломерації"

Першим етапом розробки необхідних систем автоматичного контролю та автоматичного регулювання є створення феноменологічної (рис. 2) та факторної (рис. 3) моделі процесу. Зауважимо, що для реалізації технологічного процесу «знесолення-агломерація» лужного вугілля нами прийнято апарат транспортування, промивки і агломерації конструкції ЛенНДІХімашу (авт. свідоцтво СРСР № 808116, Високов Б.І. та ін.), а для зневоднення вуглемасляного агломерату – осаджувальну центрифугу (рис. 4).

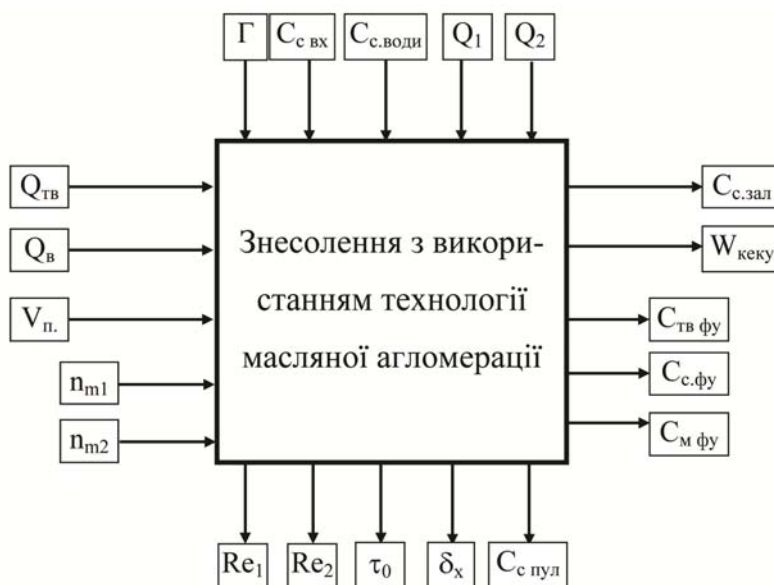


Рис.3. Факторна модель процесу знесолення з використанням технології масляної агломерації

Факторна модель процесу (рис. 3) включає такі вхідні чинники: Об'ємне навантаження ($Q_{\text{ТВ}}$); Витрата води ($Q_{\text{В}}$); Швидкість пульпи ($V_{\text{п}}$); частота обертання імпелерів ($n_{\text{м1}}$, $n_{\text{м2}}$).

До збурюючих впливів віднесено чинники: гранулометричний склад вугілля (Γ); концентрацію солі у вхідному вугіллі ($C_{\text{с вх}}$); концентрацію солі у воді ($C_{\text{с води}}$).

Керуючими є такі чинники: подача пульпи (її витрати) на процес знесолення-агломерації; друга подача реагенту (Q_2).

Основні вихідні параметри, що визначають ефективність процесу, представлені показниками: залишкова концентрація солі в кеку ($C_{\text{с зал}}$); вологість кеку ($W_{\text{кеку}}$); концентрація солі у фугаті ($C_{\text{с фу}}$); концентрація твердого у фугаті ($C_{\text{тв фу}}$); залишкова концентрація масла у фугаті ($C_{\text{м фу}}$).

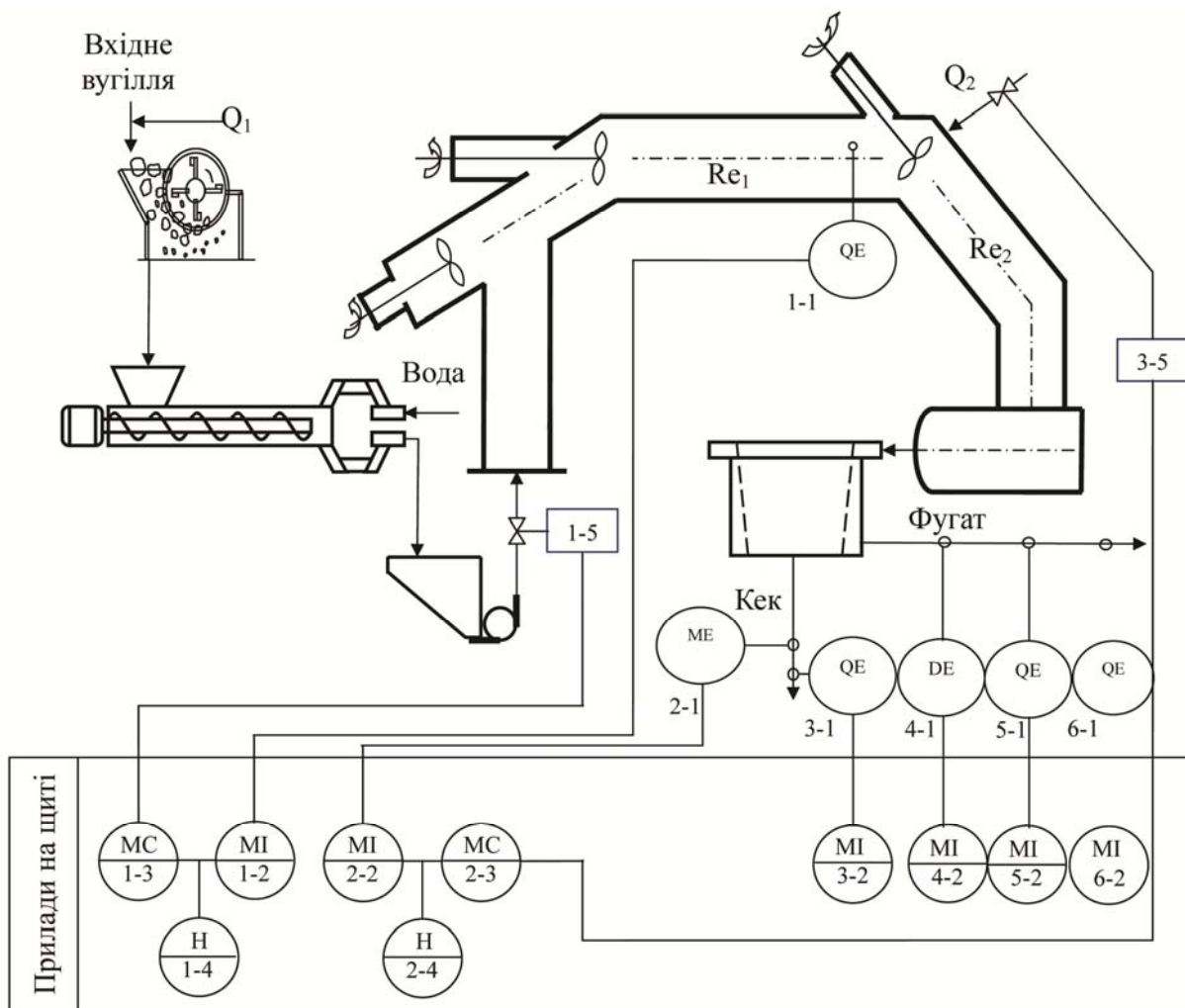


Рис. 4. Схема автоматизації установки по знесоленню вугілля із застосуванням масляної агломерації

Додатковими проміжними вихідними факторами служать : число Рейнольдса при знесолюванні (Re_1) ; число Рейнольдса при масляній агломерації (Re_2); тривалість промивки (τ_0); густина пульпи (δ_x); концентрація солі в пульпі ($C_{\text{с пул}}$).

На рис. 4 показано пропонуваний варіант схеми автоматизації процесу знесолення вугілля із застосуванням масляної агломерації. На схемі спрощено зображена технологічна схема, що містить апарати: молоткову дробарку, шнековий живильник, насос, апарат для агломерації гідрофобних дисперсних матеріалів у воді конструкції ЛенНДІХіммашу, апарат для механічного зневоднення (центрифуга), живильники реагентів, трубопроводи з регулюючими органами (РО). За наявності декількох однотипних машин, що працюють паралельно, показується одна машина. У нижній площині схеми розташовані засоби автоматики, встановлені на щиті (пульті).

Схема автоматизації включає дві системи автоматичного регулювання та чотири системи контролю.

Системи автоматичного регулювання:

САР1 – регулювання концентрації солі в пульпі ($C_{с\text{ пул}}$) від тривалості промивки (τ_0);

САР2 – регулювання вологості кеку ($W_{\text{кеку}}$) від кількості реагенту (Q_2).

Системи автоматичного контролю:

САК3 – відповідає за контроль залишкової концентрації солі в кеку ($C_{с\text{ зал}}$).

САК4 – відповідає за контроль концентрації твердого у фугаті ($C_{\text{тв фу}}$).

САК5 – відповідає за контроль концентрації солі у фугаті ($C_{с\text{ фу}}$).

САК6 – відповідає за контроль концентрації масла у фугаті ($C_{\text{м фу}}$).

Висновок

1. Технологія збагачення солоного вугілля шляхом його знесолення водним промиванням і суміщення її з технологією масляної агломерації є перспективним напрямком, вона забезпечує високу ефективність процесу облагороджування і зневоднення низькосортного вугілля.

2. Рациональна схема автоматизації процесу «знесолення-агломерація» лужного вугілля може включати дві системи автоматичного регулювання - концентрації солі в пульпі після знесолення, яка корелює із залишковою концентрацією солі у вугіллі, і вологості кеку. Доцільно контролювати: залишкову концентрацію солі в кеку; концентрації твердої фази, солі і масла у фугаті.

Подальші дослідження у цьому напрямку повинні включати одержання експериментальним шляхом кривих розгону об'єкта управління по зазначеним каналам автоматичного регулювання і розрахунок САР, зокрема на вибір закону регулювання, елементів САР, визначення стійкості і якості керування САР1 і САР2.

Список використаної літератури

1. Білецький В. Проблема переробки солоного вугілля / В. Білецький // Праці НТШ. Хімія і біохімія. – 2003. – Т. X. – С. 205-222.
2. Шендрик Т.Г. Солёные угли / Т.Г. Шендрик, В.І. Саранчук. – Донецьк: Східний видавничий дім, 2003. – 296 с.
3. Hodges N.J. Clorene in Coal: a Review of its Origin and Mode of Occurence / N.J. Hodges, W.R. Ladner, T.G. Martin // J.Inst.Energy, 1983. – №128. – P. 58-169.
4. Иванова А.В. Солёные угли Западного Донбасса / А.В. Иванова, Т.А. Кривега. – К.: Наукова думка, 1985. – 109 с.
5. Афанасенко Л.Я. Исследование характеристик и свойств засоленных углей Донбасса и их изменений при термической обработке: автореф. дисс. канд. техн. наук / Л.Я. Афанасенко. – К., 1990. – 20 с.
6. Shendrik T. The Ways of Diffirent Types of Sorbents Obtaininr from Chlorine-Containing Coals: Ecological Aspects / T. Shendrik, V. Siminova, L. Pototska, L. Paschenko, V. Khazipov // Int. 1996 European Carbon Conference. – Newcastle-upon-Fyne, 1996. – 7-2 July.

7. Строение и свойства диоксинов / [В.А. Хазипов, Л.Я. Галушко, Л.В. Пашенко и др.] // Химия твердого топлива. – 1995. – №4. – С. 67-72.
8. Белецкий В.С. Перспективы освоения соленых углей Украины / В.С. Белецкий, С.Д. Пожиданов, А. Кхелуфи. – Донецк: ДонГТУ, 1998. – 96 с.
9. Исследование явления вторичного соленакопления в процессе обессоливания углей / В.С.Белецкий, Ю.Г.Свитлый, П.В.Сергеев, А.Кхелуфи // Известия Донецкого горного института. – 1998. – № 1. – С. 66-69.

Надійшла до редакції 26.12.2013

В.С. Белецкий, В.И. Друц

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ СОЛЕНОГО УГЛЯ

В статье рассматривается актуальная проблема переработки низкокачественного «щелочного» энергетического угля с повышенным содержанием калийных и натриевых солей. Предлагается вариант совершенствования технологии «обессоливание-агломерация» угля, в частности вариант его аппаратного оформления и автоматизации процесса.

Ключевые слова: соленый уголь, технология, автоматизация.

V.S. Biletskiy, V.I. Druts

IMPROVING THE DRESSING TECHNOLOGY OF SALT COAL

The article deals with the problem of processing low-grade "alkaline" thermal coal with high content of potassium and sodium salts. We suggest a way of improving the technology of "desalination-agglomeration" of coal, in particular a method involving its hardware design and process automation.

Keywords: low-grade "alkaline" thermal coal, technology, automation.