

*В.С. Білецький, доктор технічних наук, професор,
В.І.Друц, магістрант
Донецький національний технічний університет*

ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБАГАЧЕННЯ СОЛОНОГО ВУГІЛЛЯ

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 ціновою 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 підвищеним 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 навантаження (Рис.1). Після цього у водовугільну пульпу подається друга порція реагенту-зв'язуючого (наприклад, мазуту) $Q_2= 5-7\%$. При гідротранспортуванні соляного 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 су знесолення із застосуванням "промивання-агломерації" подана на рис 2.

Полігонні випробування технології, проведені на соляному 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.

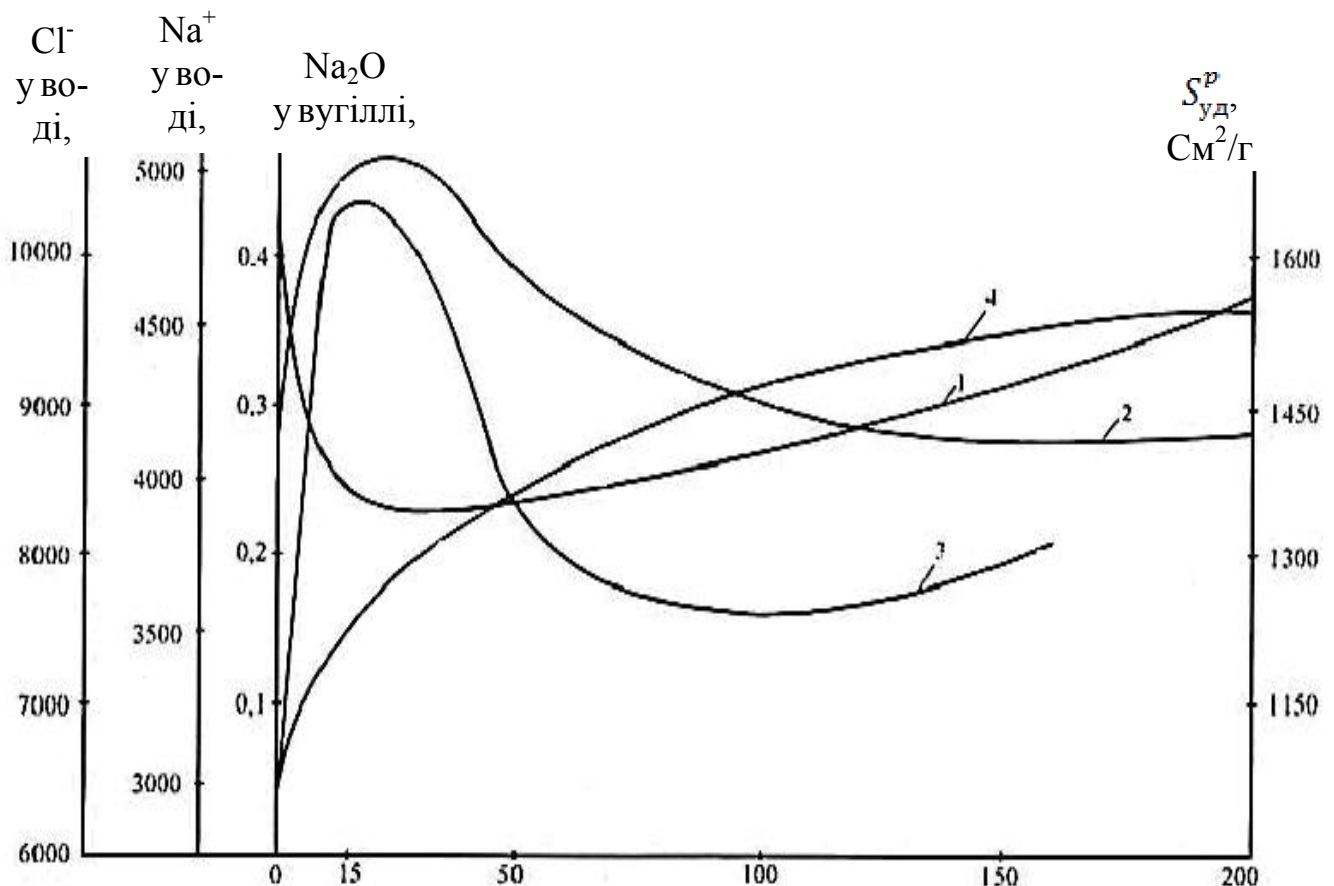


Рис. 1 – Залежність характеристик соляного вугілля і водного середовища від дальності гідралічного транспортування: 1 – вміст Na_2O у вугіллі, %; 2 – Концентрація іонів Na^+ у воді, мг/л; 3 – вміст іонів Cl^- у воді, мг/л; 4 – зміна зовнішньої поверхні вугілля $S_{уд}^p$ при гідротранспортуванні, cm^2/g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

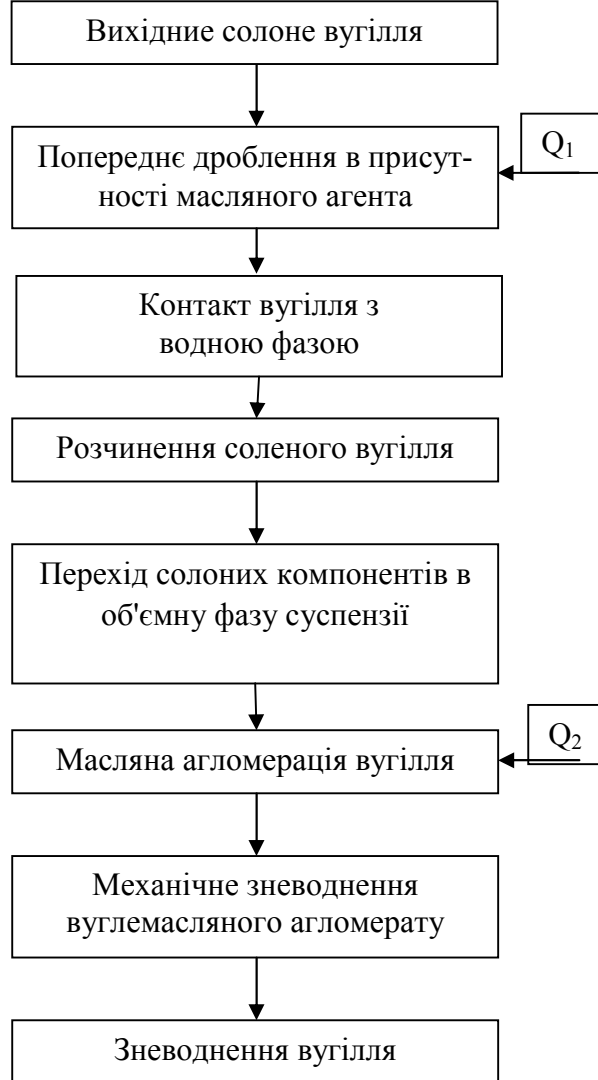


Рис. 2 Феноменологічна модель процесу знесолення із застосуванням "промивання-агломерації"

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.

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 ЛенНДІХіммашу (авт. свідоцтво СРСР № 808116, Високов Б.І. та ін.), а для зневоднення вуглемасляного агломерату – осаджувальну центрифугу (рис. 4).

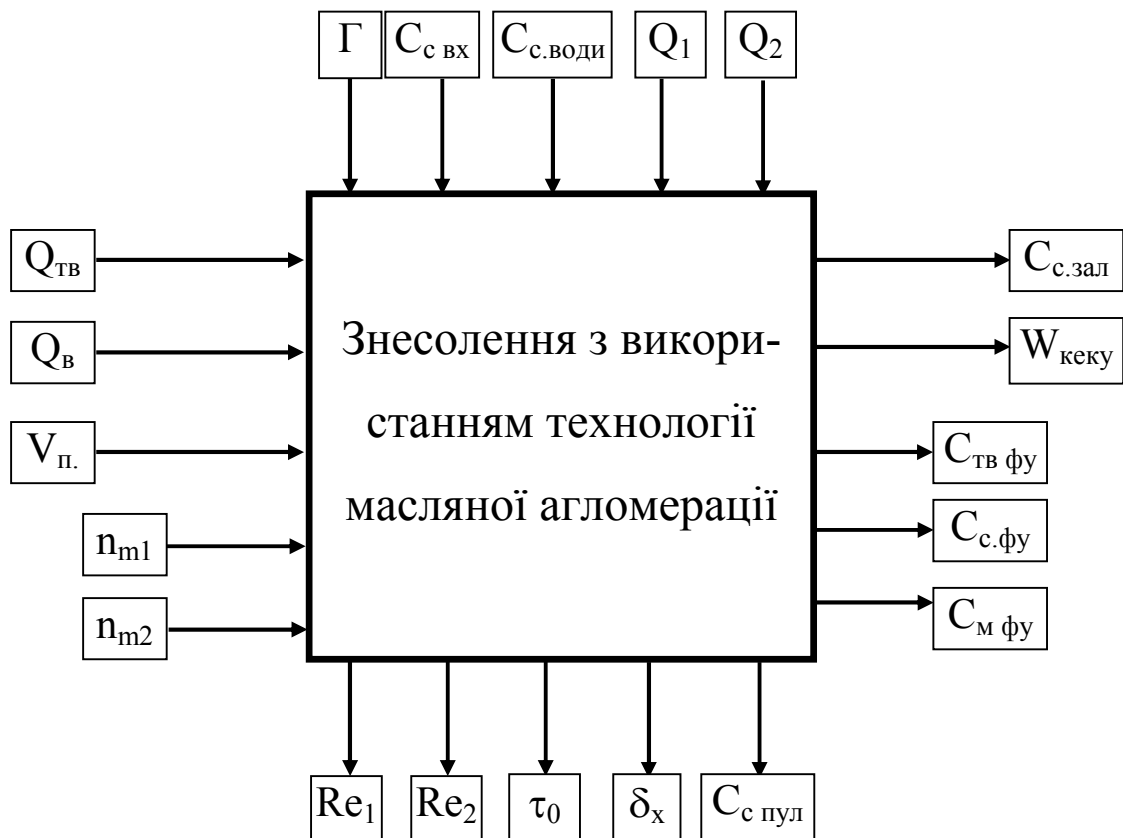


Рис.3 – Факторна модель процесу знесолення з використанням технології масляної агломерації

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

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

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 ($C_{с\ зал}$) ; вологість кеку ($W_{кеку}$); концентрація солі у фугаті ($C_{с\ фу}$); концентрація твердого у фугаті ($C_{ТВ\ фу}$); залишкова концентрація масла у фугаті ($C_{М\ фу}$).

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 ($C_{с\ пул}$).

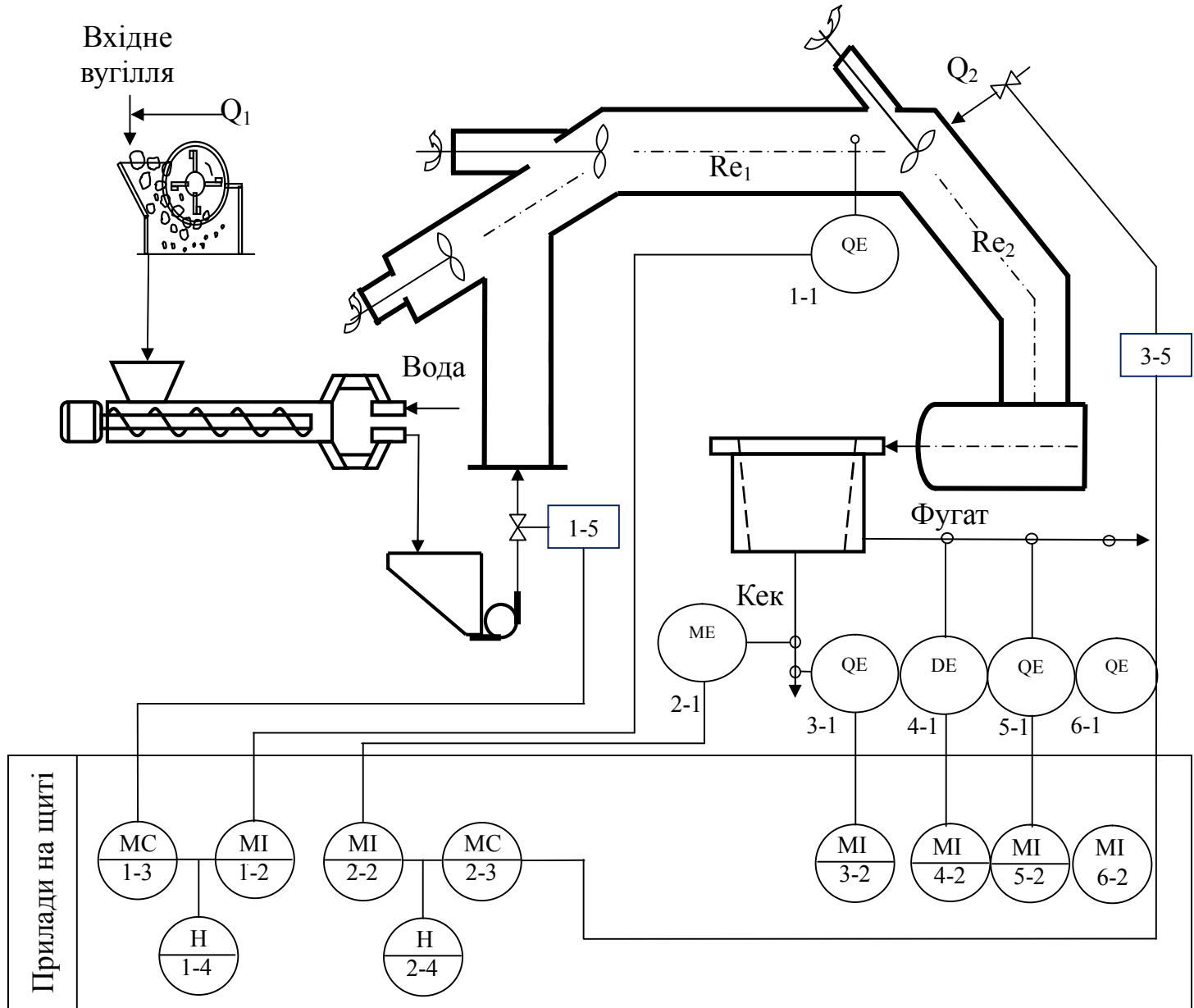


Рис. 4 Схема автоматизації установки по знесоленню вугілля із застосуванням масляної агломерації

На рис. 4 показано пропонуванний 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:

SAP1 – регулювання концентрації солі в пульпі ($C_{с\text{ пул}}$) від тривалості промивки (τ_0);

SAP2 – 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 ($C_{\text{ТВ фуг}}$).

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

САК6 - відповідає за контроль концентрації масла у фугаті ($C_{\text{М фуг}}$)

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. Раціональна 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.

Література

1. Білецький В. Проблема переробки солоного вугілля // Праці НТШ. Хімія і біохімія. – т. X. Львів. – 2003 – С. 205-222.

2. Шендрик Т.Г., Саранчук В.І. Солёные угли. – Донецк: Східний видавничий дім - 2003. - 296 с.

3. Hodges N.J., Ladner W.R., Martin T.G. Clorene in Coal: a Review of its Origin and Mode of Occurence. // J.Inst.Energy, 1983. №128. p. 58-169.

4. Иванова А.В., Кривега Т.А. Соленые угли Западного Донбасса. - 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. техни. наук.: институт. Киев., 1990. - 20 с..

6. Shendrik T., Siminova V., Pototska L., Paschenko L., Khazipov V. The Ways of Different Types of Sorbents Obtaininr from Chlorine-Containing Coals: Ecological Aspects// Int. 1996 European Carbon Conference. Newcastle-upon-Fyne, 7-2 July, 1996.

7. Хазипов В.А., Галушко Л.Я., Пащенко Л.В., Саранчук В.И., Хазипова В.В. Структура и свойства диоксинов. // Химия твердого топлива, 1995. №4. с. 67-72.

8. Белецкий В.С., Пожидаев С.Д., А.Кхелуфи. Перспективы освоения соленых углей Украины. – 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. - № 1, 1998. - С.66-69.

В.С. Білецький, В.І.Друц. Вдосконалення технології збагачення соленого вугілля.

У статті розглядається актуальна проблема переробки низькоякісного «лужного» енергетичного вугілля з підвищеним 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.

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 подано вариант его апаратурного оформления и автоматизации процесса.

Ключевые слова: соленый уголь, технология, автоматизация.

V.S. Biletskyy, V.I.Druts. Improving the dressing technology of salt coal.

The article deals with the actual problem of processing low-grade "alkaline" thermal coal with a high content of potassium and sodium salts. A version of improving the technology of "desalination-agglomeration" of coal, in particular variant filed its hardware design and process automation.

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