

**ТЕХНІЧНІ РІШЕННЯ ПО ЗБЕРЕЖЕННЮ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
КОКСІВНОГО ВУГІЛЛЯ ПРИ ЙОГО ДАЛЬНЬОМУ ГІДРОТРАНСПОРТІ**

**Постановка проблеми і стан її вивчення.** Погіршення коксівних властивостей вугілля при дальньому гідравлічному транспортуванні дослідники пов'язують з різними технологічними чинниками. Гідродинамічна дія турбулентних потоків в трубопроводі, а також механічні удари в насосах, арматурі, на трасі транспортної системи приводять до подрібнення вугілля [1], (табл. 1).

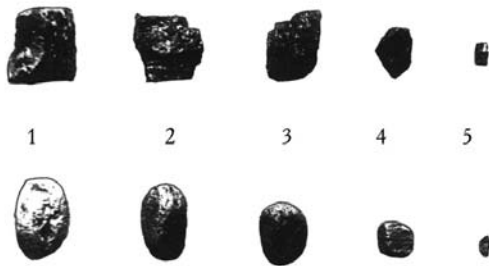
Таблиця 1

Подрібнення вугілля марки Г при дальньому гідротранспорті

Дальність транспортування, км	Вихід (%) класів крупності вугільної шихти, мм								Середній діаметр, мм
	(+6)	(3-6)	(1-3)	(0,5-1)	(0,2-0,5)	(0,1-0,2)	(0,074-0,1)	(-0,074)	
0	6	10	17,2	12,7	18,2	9,7	6,1	20	1,46
100	5,9	9,4	16,7	11	16,5	8,6	3,6	28,3	1,39
300	4,8	8,5	14	9,7	14,7	8,4	4,1	35,8	1,18
500	3,8	7,3	15	8,9	12,9	8,9	4	39,2	1,04
1000	3,2	7,2	12,7	8,1	10,4	6,5	4,6	47,3	0,93
1700	2,6	7,5	11,6	7	8,3	4,2	3,8	55	0,78
0	6	10	17,2	12,7	18,2	9,7	6,1	20	1,46

Ряд дослідників вказують на негативну роль саме фактора подрібнення матеріалу в гідротранспортній системі. В. Коршунов встановив, що перехід частини вугілля в клас  $-0,5$  мм змінює температурні зони термохімічних процесів коксування, а це негативно впливає на міцності коксу [2]. Тривалий контакт з водою обумовлює гідролітичну деструкцію вугілля. Спостерігаються явища переходу в водну фазу гумінових кислот [1,3]. Крім подрібнення під час гідротранспортування, виявлено ефект перерозподілу петрографічних мікрокомпонентів по класах крупності [4]. Зокрема, спостерігається значне переподрібнення вітринітової частини шихти до розмірів 10 мкм і менше. При цьому головним чином переподрібнюється вітриніт вугілля марки Г. Вміст його в дрібних класах збільшується у порівнянні з вихідною шихтою у два рази.

**Рис. 1.** Зміна форми зерен вугілля марки Ж при гідравлічному транспортуванні на відстань 450 км: 1-15 мм; 2-12 мм; 3-10 мм; 4-5 мм; 5-2,5 мм



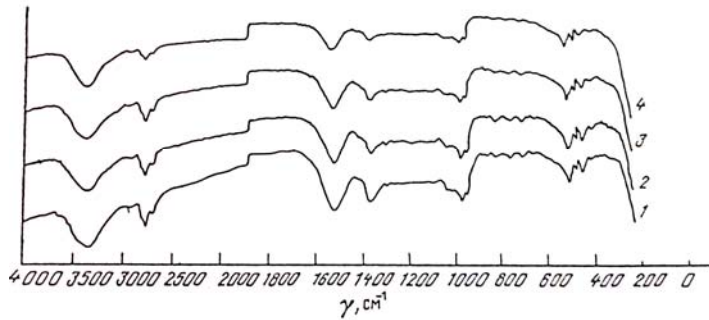
Ю. Гет пов'язує зміну коксівних властивостей вугілля із зміною форми вугільних зерен в трубопроводі - їх обкатуванням [5]. На рис. 1 показано ефект обкатування зерен, виявлений нами при дослідженні гідротранспорту на стенді типу «тор».

Г. Рігбі пояснює погіршення коксівних властивостей вугілля обволіканням вугільних зерен глинами, що на його думку, збільшує крихкість коксу [6].

Стосовно ефектів, пов'язаних з впливом глин, спостерігалось ще одне явище - глинистий матеріал вимивався з первинної вугільної речовини і обволікав зерна вугілля, зокрема тонкі, повністю чи частково, виключаючи їх з процесу спікання (по поверхні контакту з глиною).

В. Ердман, Р. Кьоллінг та Д. Лайнінгер вважають, що погіршення коксівності вугілля під час гідравлічного транспорту обумовлюється його окисненням [7]. На підтвердження цього нами виявлені зміни у ІЧ-спектрах вугілля до і після дальнього гідротранспорту [8] (рис. 2).

Отже при дальньому гідравлічному транспортуванні вугілля відбувається ряд фізико-хімічних змін вугільної речовини: подрібнення вугілля, обкатування зерен, обволіканням вугільних зерен глинами, окиснення вугільної поверхні, які негативно впливають на технологічних властивостях вугілля як об'єкта коксування.



**Рис. 2.** ІЧ-спектри шихти коксівного вугілля Донецького басейну: 1- вихідної; 2-4 - після гідротранспортування відповідно на 300, 1000, 2000 км

Радикальне зниження дії цих негативних факторів можливе шляхом попередньої грануляції (агломерації) вугільної речовини гідрофобними агентами [8].

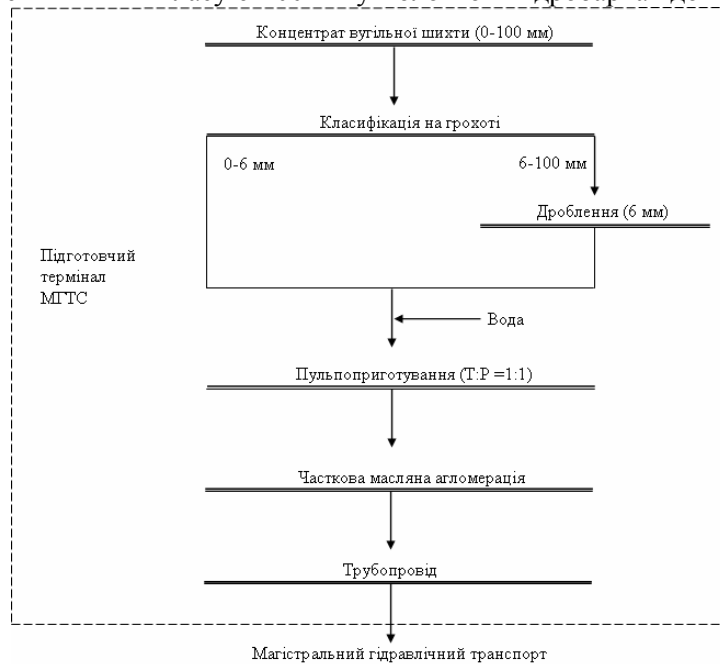
**Мета роботи** - ознайомлення наукової громадськості з авторськи-

ми технічними рішеннями по збереженню коксівних властивостей вугілля при дальньому гідротранспорті шляхом застосування технології масляної агломерації.

**Викладення основного матеріалу.** За результатами комплексу лабораторних та полігонних досліджень і промислових випробувань нами запропонована схема підготовки шихти до гідралічного транспортування на підготовчому терміналі і схема зневоднення шихти коксівного вугілля на приймальному терміналі (рис. 3,4).

Схема технологічного процесу підготовки шихти (див. рис. 3) включає в себе прийом, переробку і подачу на головну насосну станцію вугільного концентрату. Крупність концентрату вугільної шихти, що надходить зі збагачувальної фабрики, становить 0-100 мм.

Класифікація концентрату відбувається на грохоті з отриманням двох класів крупності 0-6 та 6-100 мм. Дроблення шихти класу 6-100 мм у молоткових дробарках до крупності 6 мм.



**Рис. 3.** Схема підготовки вугілля до магістрального гідралічного транспортування

Далі відбувається подача води до змішувальних резервуарів для забезпечення масової концентрації 50 %. Подача вихідної пульпи і сполучної речовини в гранулятор для часткової масляної агломерації. Після цього відбувається акумулювання пульпи та її транспортування на головну насосну станцію. Забезпечення відділення пульпоприготування технічною водою здійснюється за рахунок технічної води повернутої з приймального терміналу.

Схема технологічного процесу зневоднення вугілля після його гідралічного транспортування складається з наступних операцій (рис. 4):

прийому вугільної суспензії та його зневоднення на осаджувальних центрифугах;

зневоднення кеку ежектуванням до вологості  $W_{tk}^r = 10\%$ , та подальше його транспортування на КХЗ;

згущення фугату у радіальних згущувачах;

зневоднення фугату на фільтр-пресах, та подальше транспортування його на відвантаження (підприємства будівельної промисловості);

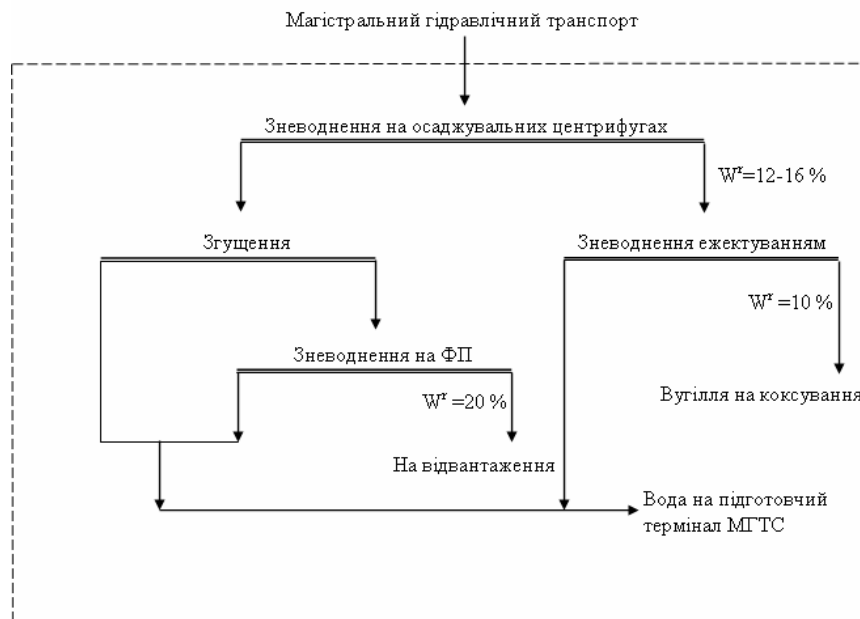


Рис. 4. Схема зневоднення вугілля після магістрального гідравлічного транспортування

Злив згущувача поєднується з водою гідроциклону ежектувальної установки і повертається по зворотному трубопроводу на підготовчий термінал МГТС.

Рациональні режимні параметри процесу пелетування вугілля головної станції і фугату центрифуг приймальної станції МГТС та викладені пропозиції з реагентного забезпечення процесу масляної агрегації вугілля.

Режимні параметри процесу пелетування і гідротранспорту: витрати масляного реагента  $Q_{зв}=1-5\%$ , переважно  $3-4\%$ ; концентрація гідросуміші  $C=50\%$ , температура  $t_c \geq 0^\circ\text{C}$ ; швидкість гідравлічного транспортування  $V=(1,05 \div 1,10)V_{кр}$ ;  $pH = 7$ .

Для прискорення структуроутворення вуглемасляних комплексів можна використовувати інгібітор корозії  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  трубопроводу як pH-регулятор. При цьому його кількість відповідає прийнятому за умов корозійної стійкості трубопроводу. Як масляний реагент рекомендується використовувати продукти нафтопереробного, коксохімічного або масложирового виробництва, вторинні масла, що містять ароматичні сполуки з температурою плавлення не нижче значень, вказаних в основному регламенті процесу пелетування.

Основні засоби зневоднення вугле-масляного агломерату на приймальному тково застосовувати зневоднення ежектуванням – метод механічного зриву плівки ежектуванням при швидкості потоку газу на зрізі сопла  $100-150\text{ м/с}$ .

Флотовідходи і фугати, що передаються по промислових ГТС, доцільно піддавати частковій масляній агрегації при витраті масляного агента не більше  $1-2\%$  від маси вугілля. Процес пелетування вести протягом  $1-2$  хвилин до утворення мікрогранулят розміром  $0,1-0,2\text{ мм}$ . Основний гранулятор - турбінного типу. Як допоміжні гранулятори використовувати насоси, ділянки трубопроводу ГТС, байпасний трубопровід. Розділення грануляту і відходів вести або шляхом флотації, або відсаджувальним фугуванням. Як масляний агент процесу в умовах збагачувальних фабрик коксохімі заводів доцільно використовувати знефенолене масло омаслювання шихти (МОШ) і його аналоги.

Стендові випробування процесу ящикного коксування вугілля після гідротранспортного транспортування дозволили порівняти технологічні властивості вугільної шихти і її агломерату. Випробування підтвердили, що селективна масляна агломерація вугілля перед гідротранспортуванням або в самому його процесі радикально знижує його подрібнення в трубопроводі на трасі довжиною  $500\text{ км}$ ., унеможливує блокування вугільних зерен розмокшими глинами, а також окиснення органічної маси при контакті з водою - тобто всі фактори, що погіршують коксівні властивості вугілля.

**Висновки.** На основі поєднання процесів «масляна агломерація - дальній гідротранспорт вугілля» розроблена нова технологія гідравлічної передачі вугілля на далекі відстані практично без втрати його коксівних властивостей. Полігонна та промислова апробація (ящичне коксування вугільної шихти) показують надійність технології в межах 500 км гідротранспортування вугілля.

Розроблено схеми технологічного процесу і режимні параметри підготовки вугільної шихти до гідравлічного транспортування на підготовчому терміналі гідротранспортної системи (ГТС) і зневоднення шихти коксівного вугілля на приймальному терміналі ГТС. Вони дозволяють:

забезпечити зневоднення гідротранспортованого вугілля механічними методами до  $W^r_{тк} = 10\%$ , що на 10-18% нижче, ніж для традиційних схем без масляної агломерації;

радикально зменшити втрати тонких класів з фугатом, підвищити зольність твердої фази фугату з 50-55 до 78-84%.

#### Список літератури

1. Елишевич А. Т., Рыбаченко В. И., Белецкий В. С. и др. // ХТТ. - 1984. № 1. С. 58-62.
2. Коршунов В.А. Исследование влияния гидравлического транспортирования на свойства коксуемых углей Кузбасса / Автореф. дисс. канд. техн. наук. - Новокузнецк, 1974. - 33 с.
3. Schrick W.S., Smith L.G., Haas D. B., Husband W.H. Experimental studies on the hydraulic transport of coal. Third internat. confer. On the hydraulic transport in pipes. - May - 1974. Paper - B. 1. P. 14.
4. Елишевич А. Т., Белецкий В. С., Гребенюк А. Ф., Маценко Г.П., Дедовец И.Г., Потапенко Ю.Н. Изменение технологических свойств коксуемого угля Кузбасса при дальнем гидравлическом транспортировании // ХТТ. - 1989 -N 4.- С.54-59.
5. Gat L.J. Effect of pumping on the caking properties of coal // Canadian Mining and Metallurgical Bulletin. - 1974. - V. 67, No. 752. - P.71-74.
6. Rigbi G.R., Jones C.V., Meiwaring D.E. / Slurry pipeline studies on the BHP-BPA 30-tonne per hour demonstration plant // 5-th Int. Conf. on the Hydraulic Transport of Solids in Pipes. Johannesburg, August 25-27.- 1982. - P. D1.
7. Erdman W., Rolling R., Leininger D. Möglichkeiten der Entwässerung hydraulisch geförderter Steinkohlen // Aufbereitungs-Technik. -1978. - Bd. 19, Nr. 8.-S. 357-362.
8. Білецький В.С., Сергеев П.В., Папушин Ю.Л. Теорія і практика селективної масляної агрегації вугілля // «Грань» - Донецьк, 1996. - 264 с.

Рукопис подано до редакції 11.04.14

УДК 669.187.4: 669.15-198

Е.И. ЦЫБУЛЯ, канд. техн. наук, доц.

Национальная металлургическая академия Украины

### ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДОВ КРЕМНИЯ И ЖЕЛЕЗА НА ФОРМИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО ТОРЦА НЕПРЕРЫВНОГО САМООБЖИГАЮЩЕГОСЯ ЭЛЕКТРОДА МОЩНЫХ РУДОВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОПЕЧЕЙ

Рассмотрено влияние процессов восстановления оксидов золы антрацита при формировании непрерывных самообжигающихся электродов на мощных рудовосстановительных электропечах. Выполнены исследования изменения характеристик антрацита в зависимости от температуры его термообработки в интервале температур 0-2500 °С.

Проведено термодинамическое моделирование восстановления оксидов железа и кремния золы антрацита углеродом при формировании непрерывных самообжигающихся электродов.

**Ключевые слова:** антрацит, термоантрацит, зола, непрерывный самообжигающийся электрод, электродная масса, рудовосстановительная электропечь, термодинамическое моделирование.

**Проблема и ее связь с научными и практическими заданиями.** Одним из главных условий стабильной работы высокоомощных ферросплавных печей является надежная эксплуатация непрерывных самообжигающихся электродов (НСЭ), размеры которых достигают  $\varnothing 2000$  мм для печи РКГ-75 и 3000x750 мм для печи РПЗ-63. При этом эксплуатационные характеристики НСЭ во многом зависят от качества применяемой электродной массы и параметров ее обжига.

НСЭ создаются непосредственно на рудовосстановительных электропечах с применением электродной массы, состоящей из прокаленного антрацита (термоантрацита), каменноугольного кокса и пека. Электродная масса загружается в стальные кожухи электродов печей и обжигается по разработанным температурно-временным режимам по ходу выплавки ферросплавов.