

УДК 622.7
УДК 674(075)

В.С. БІЛЕЦЬКИЙ, д-р техн. наук
(Україна, Харків, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")

СУМІЩЕНИЙ ПРОЦЕС "МАГІСТРАЛЬНИЙ ГІДРОТРАНСПОРТ – МАСЛЯНА АГЛОМЕРАЦІЯ" ВУГІЛЛЯ ЯК ОПТИМАЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ

Постановка проблеми і стан її вивчення. Суміщення технологічних процесів – це поряд з гео-, нано- та ІТ-технологіями один з перспективних шляхів розвитку сучасної науки і техніки. Одним з таких суміщених процесів є раніше запропонований автором процес "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" [1, 2]. Суть його полягає в тому, що масляна агломерація вугілля здійснюється не на головному терміналі магістральної гідротранспортної системи (МГТС), а безпосередньо в гідротранспортному трубопроводі, тобто гідравлічний транспорт вугілля і його масляна агломерація відбуваються одночасно. Окремі аспекти цього процесу – як з точки зору збагачення корисних копалин, так і з точки зору гідравлічного транспортування вуглемасляного агломерату – висвітлювалися раніше [3-5].

Мета цієї роботи – комплексний аналіз суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" вугілля.

Виклад основного матеріалу. Розглянемо два основних аспекти зазначеного суміщеного процесу, а саме – збагачувальний і гідротранспортний.

Збагачувальний аспект суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація".

З точки зору збагачення корисних копалин нас цікавить два процеси: власне збагачення і зневоднення вугілля. Тобто як вугільна гірнична маса, завантажена у МГТС на головному терміналі, агрегується під час транспортування у магістральному вуглепроводі і як вона зневоднюється на приймальному терміналі.

Вивчення цих процесів виконано нами на прикладі вугілля марки Г шахти "Іньська" зольністю $A^d_{ш} = 9,0\%$, крупністю 1-0 мм і вугільної шихти Авдіївського КХЗ тієї ж зольності, але крупністю 6-0 мм. Вугільна маса завантажувалася у кільцевий вуглепровід (стенд), куди подавалося зв'язуюче мазут марки М100; витрати мазуту $Q_m = 5$ мас.%. За рахунок інгібітора корозії трубопровода $C(OH)_2$ рН = 9. Концентрація водовугільної гідросуміші $C = 50$ мас.%. Тобто Т:Р = 1:1. Температура оточуючого середовища і гідросуміші $t_c = 20$ °С.

Склад і властивості гідротранспортуємого матеріалу контролювалися в момент завантаження стенду і після проходження гідросумішшю 50, 100, 300,

Усереднення та транспортування

500, 1000, 1500 і 1650 км. Проба матеріалу піддавалася гранулометричному аналізу, дослідженню на зневоднення. При цьому зневоднюваність гідросуміші оцінювалася по вологості осаду центрифуги ЦЛС-3 отриманого при факторі поділу 500 і часу центрифугування 8 с.

Паралельно проводилися контрольні досліди за рівних умов але без подачі в трубопровід масла-зв'язуючого.

Результати випробувань, наведені на рис. 1 та у таблицях 1, 2 показують, що неагломероване вугілля (контрольний дослід), по мірі збільшення шляху її транспортування сильно подрібнюється. Загальний ступінь подрібнення наприкінці 1700 км ділянки транспортування для всієї вугільної маси становить 1,9, а для окремих класів коливається від 1,5 до 2,5. Особливо інтенсивно відбувається накопичення тонких класів 0,074-0 мм, що обумовлює погіршення зневоднюваності всієї шихти.

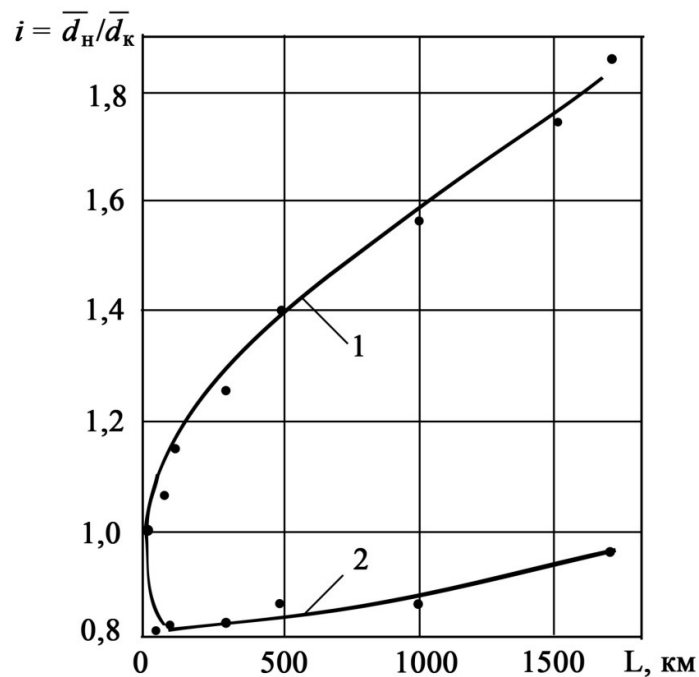


Рис. 1. Зміна загального ступеню подрібнення вугілля марки Г залежно від відстані гідротранспортування:
1 – без добавки мазуту; 2 – при добавці мазуту у вихідну гідросуміш (вуглемасляний агломерат)

При транспортуванні агломерованого вугілля у гідротранспортному трубопроводі відбувається незначне подрібнення вугільної фази. При транспортуванні агломерату на відстань 1000 км загальний коефіцієнт укрупнення становить 1,21, при зниженні вмісту класу 0,074-0 мм щодо вихідного вугілля на 22%. Однак при подальшому транспортуванні на ділянці від 1000 км до 1650 км починає позначатися стирання крупних класів вугілля, результатом якого є збільшення у вугіллі класу 0,074-0 мм з 17,8 до 31%.

Усереднення та транспортування

Крива зміни вологості (рис. 2) корелює з кривою подрібнення гідротранспортуємого матеріалу. Як видно з отриманих даних при гідротранспорті вугільного агломерату на 1440 км можливе зневоднення її центрифугуванням до вологості 10%, а при 1650 км до вологості 12%. Отже, ці дальності є граничними для даних умов (за фактором вологості коксівної шихти).

Таблиця 1

Зміна ситового складу і зольності неомасленої шихти при гідротранспорті

Крупність класу, мм	Показник, %	Дальність транспортування, км						
		0	50	100	300	500	1000	1700
6	Вихід	6,00	5,90	5,90	4,80	3,80	3,20	2,60
	Зольність	7,87	7,81	7,67	7,53	8,21	8,26	8,42
3-6	Вихід	10,10	9,90	9,40	8,50	7,30	7,20	7,50
	Зольність	8,23	8,43	9,31	7,96	7,86	7,33	8,13
1-3	Вихід	17,20	16,90	16,70	14,00	15,10	12,70	11,60
	Зольність	9,01	10,33	8,44	8,58	8,32	7,73	7,30
0,25-0,5	Вихід	12,00	12,30	13,50	10,80	9,20	6,60	5,50
	Зольність	7,05	7,61	6,07	6,15	8,23	6,20	7,54
0,1-0,25	Вихід	9,70	9,20	8,60	8,40	8,90	6,50	4,20
	Зольність	7,26	7,55	6,68	7,03	7,79	6,92	8,02
0,074-0,1	Вихід	6,10	4,50	3,60	4,10	4,00	4,60	3,80
	Зольність	7,12	7,82	6,70	7,47	7,68	6,26	7,40
0,074	Вихід	20,00	24,00	28,30	35,80	39,20	47,30	55,00
	Зольність	12,90	13,07	13,34	13,54	14,30	14,06	13,86
Разом	Вихід	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
	Зольність	9,00	9,28	9,68	9,70	9,69	10,35	11,46

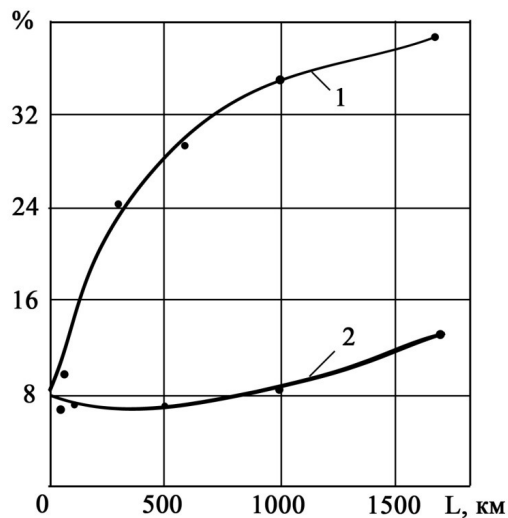


Рис. 2. Вплив відстані гідротранспортування вугілля на зневоднюваність вугілля марки Г:
 1 – без добавки мазуту; 2 – при добавці мазуту в гідросуміш (вуглемасляний агломерат).
 По осі ординат – W% – вологість кеку центрифуги

Крупність класу, мм	Дальність транспортування, км						
	0	50	100	300	500	1000	1700
6	6,00	6,10	6,20	6,10	6,10	7,30	7,10
3-6	10,10	13,70	14,40	14,50	13,40	12,60	10,70
1-3	16,20	22,00	22,30	22,80	19,50	16,40	14,00
0,5-1	12,70	12,60	13,30	13,80	13,20	11,90	10,00
0,25-0,5	12,00	11,30	11,80	9,90	12,20	9,40	13,90
0,2-0,25	6,20	9,40	10,40	5,60	6,20	7,60	4,10
0,1-0,2	9,70	12,90	12,70	10,60	9,30	10,30	5,30
0,074-0,1	6,10	6,80	5,20	9,60	9,80	6,70	3,90
0,074	20,00	5,20	3,70	7,10	10,30	17,80	31,00
Разом	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Радикально відмінна картина подрібнення агломерованого та неагломерованого вугілля під час його гідравлічного транспортування пояснюється утворенням на більш крупних вугільних зернах захисних шарів (подушок) з більш дрібних омаслених вугільних частинок (рис. 3).

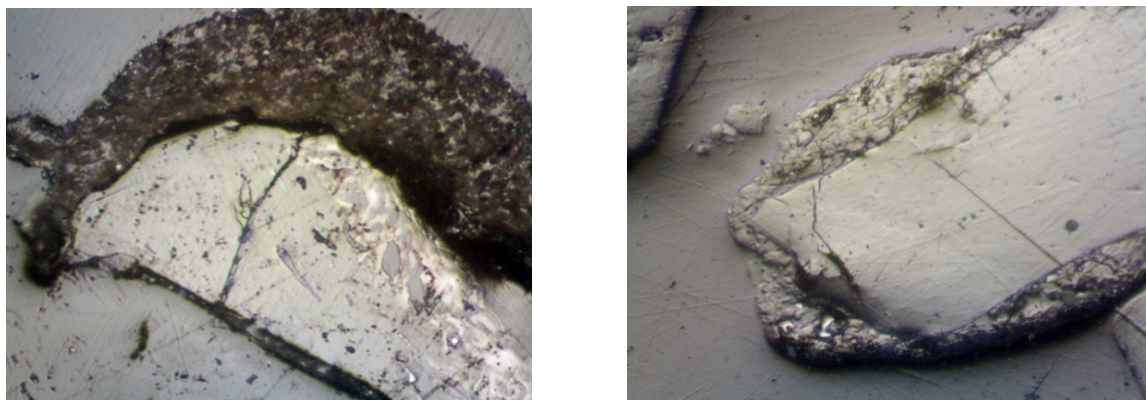


Рис. 3. Аншлифи вугільних зерен крупністю 2-5 мм вкритих поверхневими захисними шарами дрібних омаслених зерен

Таким чином, агрегація вугілля в гідросуміші дозволяє значно підвищити ефективність його зневоднення на приймальній станції.

Важливим є і те, що при застосуванні суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" радикально зменшуються втрати тонких класів з фугатом, зольність твердої фази фугату підвищується з 50-55% (без добавки масляного реагенту) до 78-84% (з добавкою масляного реагенту у вуглепроводі).

Крім того, масляна агрегація вугілля в процесі гідротранспортування радикально знижує його подрібнення в трубопроводі, унеможливорює блокування вугільних зерен розмоклими глинами, а також окиснення органічної маси при

контакти з водою – тобто нівелює всі фактори, що погіршують зневоднюваність і коксівні властивості вугілля [1]. Крім того, омаслювання вугільної фази при масляній агрегації ізолює пори від несучого водного середовища, усуває їх водонаповнення, зменшує набухання і розмокання вугілля. В сукупності всі ці фактори обумовлюють облагороджування вугільної фази, і, як результат, збереження його технологічних властивостей під час гідротранспортування.

Гідротранспортний аспект суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація".

Гідротранспортний аспект суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" пов'язаний з питанням – наскільки процес агломерації порушує реологічні характеристики гідросуміші. Це питання вивчене нами на гідротранспортному стенді НВО "Гаймек". На рис. 4 представлена експериментально отримана залежність питомих втрат напору (i) від швидкості транспортування (v).

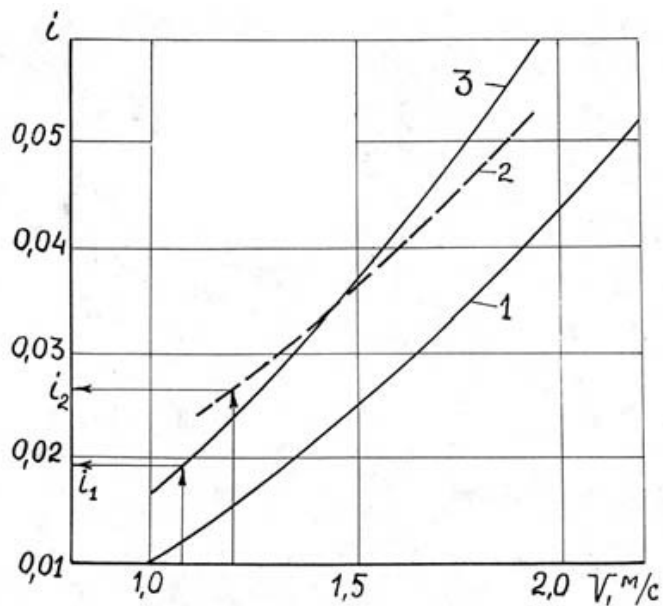


Рис. 4. Залежність питомих втрат напору (i) від швидкості транспортування (v):
1 – вода; 2 – вугільна гідросуміш, масова концентрація 50%;
3 – гідросумішувуглемасляного агломерату, масова концентрація 50%

Як бачимо, криві втрат напору по трубопроводу $i(v)$, які інтегрально віддзеркалюють характеристики текучості пульпи, для вугілля і вуглемасляного агломерату близькі. Параметр v_o – швидкість на початку руху пульпи для вугілля дещо більша. Але зона робочих швидкостей, яка, як правило, рівна $v_p = 1,1-1,2 v_o$, для вугільної і вугле-агломераційної гідросумішей практично накладається. Що свідчить про відсутність негативного впливу процесу масляної агломерації на реологічні характеристики гідросуміші.

Усереднення та транспортування

Висновки

1. Суміщений процес "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" вугілля може розглядатися як оптимальна технологія з різних критеріальних точок зору:

- мінімізації апаратурного забезпечення процесу (виключається спеціальний апарат для масляної агрегації вугілля на головному терміналі МГТС);
- забезпечення мінімального подрібнення вугільної фази в процесі гідротранспортування;
- мінімізації впливу відстані гідротранспортування вугілля на зневоднюваність вугілля.

2. Масляна агломерація вугілля забезпечує збереження коксівних властивостей вугілля шляхом збереження його гранулометричного складу, "блокування" масляною плівкою вугільної поверхні і унеможливлення фізико-хімічної деструкції цієї поверхні (зокрема, окиснення), обволікання вугільних зерен субмікронними глинистими зернами.

3. Масляна агломерація вугілля у трубопроводі суттєво не впливає на текучість гідросуміші і не порушує процес гідравлічного транспортування.

Виходячи із зазначених переваг суміщеного процесу "магістральний гідротранспорт – масляна агломерація" вугілля він може розглядатися як базове технічне рішення при проектуванні МГТС для енергетичного і коксівного вугілля.

У подальшому дослідженні доцільно подати огляд сучасних суміщених процесів в галузі збагачення корисних копалин, які є, на наш погляд, одним з перспективних напрямків розвитку техніки і технології переробки корисних копалин.

Список літератури

1. Білецький В.С., Сергєєв П.В., Папушин Ю.Л. Теорія і практика селективної масляної агрегації вугілля. – Донецьк: Грань, 1996. – 264 с.
2. Світлий Ю.Г., Білецький В.С. Гідравлічний транспорт // Донец. від-ня Наук. т-ва ім. Шевченка. – Донецьк : Сх. вид. дім, 2009. – 436 с.
3. Гидротранспорт коксующегося угля / А.Т. Елишевич, В.С. Белецкий, Ю.Г. Свитлый, Т.В. Карлина // Пром. транспорт. – 1986. – № 6. – С. 11.
4. Белецкий В.С., Карлина Т.В., Елишевич А.Т. Частичная масляная грануляция угля в магистральном трубопроводе – перспективный метод интенсификации обезвоживания гидросмеси // Обогащение полезных ископаемых. – К.: Техніка, 1985. – Вып.35. – С. 76-80.
5. Технические решения по масляной агломерации при гидротранспорте угля / В.С. Белецкий, А.Т. Елишевич, Т.В. Карлина, Ю.Г. Свитлый // Стр-во трубопроводов. – 1988. – № 5. С. 38-39

© Белецкий В.С., 2017

*Надійшла до редколегії 12.05.2017 р.
Рекомендовано до публікації д.т.н. М.І. Сокуром*