

УДК 622.648+622.615

**С.Ю. ПОТАПЕНКО (магістрант)**

Донецкий национальный технический университет, г. Донецк

## ТЕХНОЛОГИЯ ДАЛЬНЕГО ГИДРОТРАНСПОРТИРОВАНИЯ КОКСУЮЩИХСЯ УГЛЕЙ

В статье выполнен обзор технологии дальнего гидравлического транспортирования угля, выполнен анализ преимуществ и недостатков данной технологии. В ходе работы были рассмотрены альтернативные виды жидкости, применяемые для гидравлической транспортировки коксующихся углей. Выделены основные факторы, ухудшающие технологические характеристики коксующихся углей при их дальнем гидравлическом транспортировании. Также была предложена технология уменьшения негативного влияния этих факторов гидротранспорта на технологические свойства коксующихся углей.

**Ключевые слова:** гидравлический транспорт, уголь, технологические характеристики, масляная агломерация.

Современный магистральный гидротранспорт представляет собой транспортные артерии на внешних коммуникациях предприятий, которые могут входить в состав как регионального топливно-энергетического или металлургического комплекса, так и межрегиональной централизованной системы доставки сырья и топлива. Основные терминальные операции начальных звеньев гидротранспорта – измельчение, пульпроприготовление, аккумулярование гидросмеси; конечные – прием и распределение пульпы, ее хранение, обезвоживание.

Специфическая особенность магистрального гидротранспорта – технологическая и экономическая взаимосвязь производственных операций и сращивание ее терминальных звеньев с технологией предшествующих и последующих комплексов переработки материала [1,2].

Поэтому углеобогадательную фабрику на головной станции следует рассматривать как начальное звено подготовки материала к гидротранспорту, а обезвоживающую на приемной станции – как часть технологии по подготовке угля к коксованию.

Трубопроводная гидротранспортная система состоит из трех основных терминалов: подготовительного, линейной части с насосами и приемного. В состав подготовительного терминала входит обогадательная фабрика с дробильно-сортировочным отделением и комплекс пульпроприготовления. Приготовление гидросмеси на головной станции выполняется по следующей схеме:

- классификация концентрата коксующегося угля с получением двух классов крупности 0-3 и 3-100 мм;
- дробление концентрата класса 3-100 мм до крупности 3 мм;
- подача воды в смесительные резервуары емкостью до тысячи м<sup>3</sup> для обеспечения массовой концентрации 50%.

Из резервуаров пульпа насосами подается в головную насосную станцию. На головной насосной станции гидросмесь центробежными насосами нагнетается в аккумулярующий резервуар, из которого она закачивается в трубопровод.

В качестве несущей жидкости, как правило, используют воду, хотя ее дефицит и трудность обезвоживания инициируют поиск неводных носителей. Предлагаются метанол и его смеси с водой, сырая нефть, мазут, нефтепродукты и углекислый газ [3,4]. Известны исследования ряда отечественных и зарубежных авторов, результаты которых являются предпосылкой для перспективного использования таких веществ, как полиакриламида, гуаровой смолы, полиэтиленоксида или сили-

катного клея [5,6]. Работы в этом направлении находятся на стадии исследований и проектных проработок. Принципиальные трудности связаны с необходимостью производства не водных носителей, их дороговизной, а что касается метанол, с его токсичностью, пожаро- и взрывоопасностью.

Транспортирование гидросмеси осуществляется на десятки, сотни и тысячу километров. При скорости движения смеси 1,37-1,98 м/с и температуре от 25-30<sup>0</sup>С до 1<sup>0</sup>С уголь находится в контакте с водой до нескольких десятков суток. Гидросмесь проходя ряд насосных станций подвержена перепаду давления от 80-100 МПА. Здесь же наиболее активно происходит измельчение угля.

Для обеспечения бесперебойной работы гидротранспортной системы на промежуточных насосных станциях сооружаются парки - хранилища угольной пульпы, обеспечивающие опорожнение участка трубопровода. В конце углепровода на разгрузочной станции гидросмесь еще находится под давлением, поэтому направление движения потока меняют с горизонтального на вертикальное и аккумуляруют в резервуарах. Далее гидросмесь направляется на обезвоживание.

Ухудшение коксуемых свойств угля при гидравлическом транспортировании разные авторы связывают с различными технологическими факторами. Гидродинамическое воздействие турбулентных потоков в трубопроводе, а также механические удары в насосах, арматуре, на трассе гидротранспортной системе приводят к механохимической деструкции угольных частиц с разрывом химических связей и образованием новых поверхностей раздела уголь - вода [7]. При этом наиболее вероятный разрыв в боковых цепях макромолекул угольного вещества с образованием свободных радикалов, обладающих повышенной реакционной способностью, в том числе по отношению к дисперсионной среде (воды). Кроме того, длительный контакт с водой ведет, к гидролитической деструкции угля. Наблюдаются явления перехода в водную фазу гуминовых кислот [7,8]. Большинство исследователей указывают на негативную роль именно фактора измельчения материала в гидротранспортной системе. В. Коршунов установил, что переход части угля в класс 0,5 мм изменяет температурные зоны термохимических процессов коксования, а это негативно влияет на прочность кокса [9].

Кроме измельчения при гидротранспортировании обнаружен эффект перераспределения петрографических микрокомпонентов по классам крупности [10]. В частности, наблюдается значительное переизмельчение витринитовой части шихты до размеров 10 мкм и меньше (рис. 1).

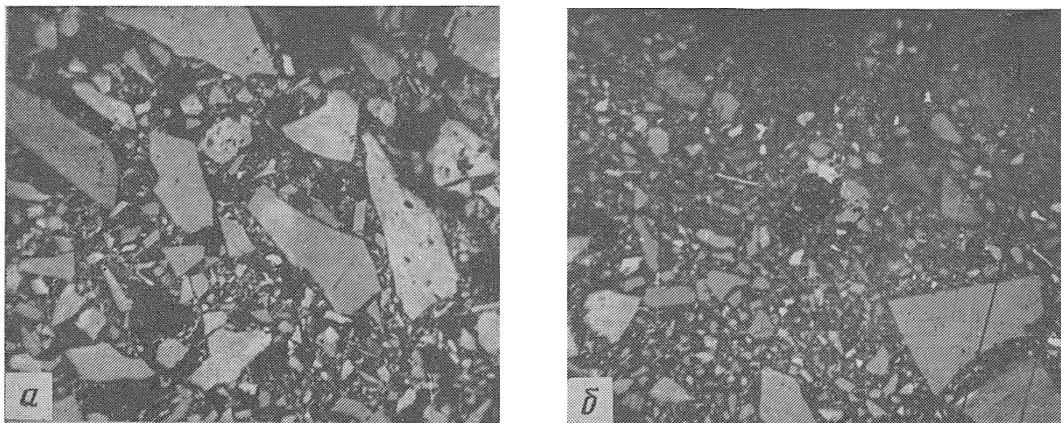


Рис. 1. Витринитовая часть угольной шихты, класс – 0,063 мм:  
а, б – до и после гидротранспортирования на расстояние 450 км

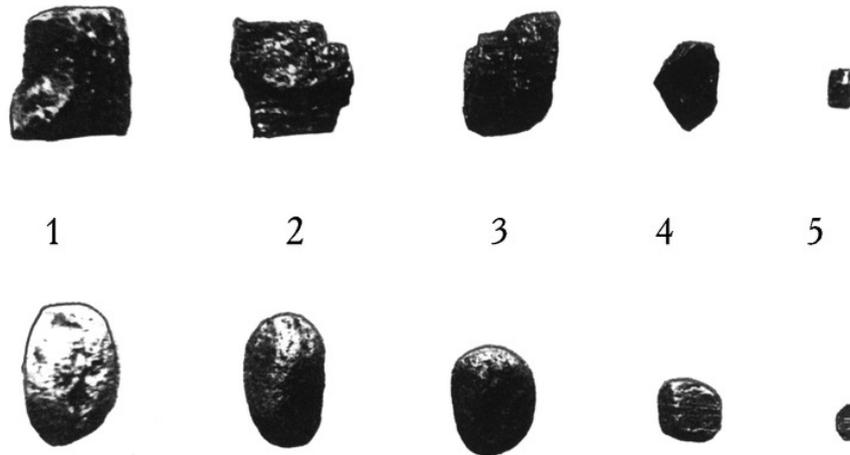


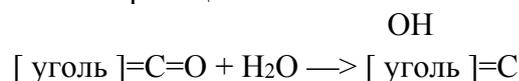
Рис. 2. Изменение форм зерен угля марки Ж при гидравлическом транспортировании на расстояние: 1-15 мм; 2-12 мм; 3-10 мм; 4-5 мм; 5-2,5 мм.

Ю. Гэт связывает изменение коксующихся свойств угля с изменением формы угольных зерен в трубопроводе – их обкатыванием [11]. На рис. 2 показан процесс обкатывания зерен, обнаруженный украинскими учеными при исследовании процесса гидротранспортирования на стенде типа «тор».

В. Ердман, Р. Келлинг и Д. Ляйнингер считают, что ухудшение коксуетности угля после гидравлического транспортирования объясняется его окислением [12].

Вопрос изменения поверхностных свойств угля при гидротранспортировании является малоизученным. Проведено несколько экспериментов с применением методов молекулярной спектроскопии, которые проливают свет на модификацию угольной поверхности во время гидравлического транспорта [13]. Лабораторными исследованиями установлено, что при гидротранспорте угля протекают окислительно- гидролитические процессы, связанные с присоединением воды к гидрофильным группам и вымыванием отдельных компонентов в жидкую фазу. Реакции усиливаются с изменением рН среды, например, с вводом ингибиторов коррозии в углепровод.

Формирование положительного заряда поверхности протекает, вероятно, в результате образования на поверхности угля радикалов типа  $[=C <] +$  после отделения гидроксидов, полученные по реакции:



Максимальная величина потенциала достигается при предельной диссоциации ионогенных групп в щелочной области  $pH > 7$ . Пропорционально увеличивается гидратованность  $\zeta$  – потенциала, негативно влияющая на агрегационную способность и, очевидно, способность угля к коксованию. Полученные результаты подтверждены пилотными испытаниями процесса гидравлической транспортировки угольной шихты на расстояние 300, 1000 и 2000 км [13].

### Выводы

Таким образом, можно выделить достоинства и недостатки гидротранспорта. К достоинствам гидротранспорта можно отнести: высокую производительность, возможность транспортирования на большие расстояния и полную автоматизацию, невысокие эксплуатационные расходы, возможность совмещения транспортирова-

ния с другими технологическими процессами (гидравлическим разрушением, обогащением и промывкой материала).

К недостаткам гидротранспорта относятся значительный расход воды и электроэнергии, износ трубопроводов и насосов при транспортировке абразивных материалов, а в ряде случаев – измельчение и размокание транспортируемых материалов, и необходимость их последующего обезвоживания.

Необходимо добавить что, при дальнем гидравлическом транспортировании угля происходит ряд физико-химических изменений угольного вещества: измельчение угля, обкатки зерен, обволакивания угольных зерен глинами, окисления угольной поверхности, которые негативно влияют на технологических свойствах угля как объекта коксования. Для уменьшения негативного влияния этих факторов гидротранспорта на технологические свойства коксующихся углей, предлагается использование специального процесса обогащения – масляную агломерацию. Масляная агломерация – процесс обогащения и обезвоживания угля, связанный структурированием тонкодисперсных гидрофобных материалов в водной среде с помощью аполярных реагентов [13].

### Список использованной литературы

1. Смолдырев А.Е. Гидро- и пневмотранспорт в металлургии /техника и технологии /инженерные расчеты / А.Е. Смолдырев. – М.: «Металлургия», 1985. – 280 с.
2. Предложение ВНИИПИ гидротрубопровод: О создании трубопроводной системы для гидротранспорта угля из Кузбасса на металлургические комбинаты и теплостанции Урала. – Москва, 1984.
3. Coal slurry transport: economics and technology / Mining Magazine. – 1980. – v. 143. – P. 243-249.
4. Быховский И.И. Магистральный гидротранспорт угля / И.И. Быховский, В.М. Резников // Строительство трубопроводов. – 1985. – №4. – С. 44-46.
5. Ступин А.Б. Гидродинамически активные полимерные композиции в пожаротушении / А.Б.Ступин, А.П. Симоненко, П.В. Асланов, Н.В. Быковская. – Донецк: ДонНУ, 2000. – 198 с.
6. Баранов Ю.Д. Обоснование параметров и режимов работы систем гидротранспорта горных предприятий / Ю.Д. Баранов, Б.А. Блюсс, Е.В. Семенов, В.Д. Шурыгин. – Днепропетровск: Новая идеология, 2006. – 416 с.
7. Елишевич А. Т. ХТТ / А. Т. Елишевич, В. И. Рыбаченко, В. С. Белецкий. – 1984. – № 1. – С.58—62.
8. Schrick W.S. Experimental studies on the hydraulic transport of coal. Third internat. confer. On the hydraulic transport in pipes / W.S. Schrick, L.G. Smith, D. V. Haas, W.H. Husband. – May. – 1974. – Paper - B. 1. P. 14.
9. Коршунов В.А. Исследование влияния гидравлического транспортирования на свойства коксующихся углей Кузбасса: автореф. дис. канд. техн. наук / В.А. Коршунов. – Новокузнецк, 1974. – 33 с.
10. Елишевич А. Т. Изменение технологических свойств коксующегося угля Кузбасса при дальнем гидравлическом транспортировании / А.Т. Елишевич, В.С. Белецкий, А.Ф. Гребенюк, Г.П. Маценко, И.Г. Дедовец, Ю.Н. Потапенко // ХТТ. – 1989. – № 4. – С. 54-59.
11. 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.
12. Erdman W. Möglichkeiten der Entwässerung hydraulisch geförderter Steinkohlen / W. Erdman, R.Rolling, D. Leininger // Aufbereitungs-Technik. – 1978. – Bd. 19, Nr. 8. – S. 357-362.
13. Білецький В.С. Теорія і практика селективної масляної агрегації вугілля / В.С. Білецький, П.В.Сергеев, Ю.Л. Папушин // «Грань». – Донецьк, 1996.

Надійшла до редакції 04.04.2014

С.Ю. Потапенко

У статті виконано огляд технології дальнього гідралічного транспортування вугілля, виконано аналіз переваг і недоліків даної технології. В ході роботи були розглянуті альтернативні види рідини, вживані

для гідравлічного транспортування коксівного вугілля. Виділено основні фактори, що погіршують технологічні характеристики коксівного вугілля при їх дальньому гідравлічному транспортуванні. Також була запропонована технологія зменшення негативного впливу цих факторів гідротранспорту на технологічні властивості коксівного вугілля.

Ключові слова: гідравлічний транспорт, вугілля, технологічні характеристики, масляна агломерація.

S.Y. Potapenko

This article gives an overview of the technology of long-distance hydraulic transportation of coal, analysis of the advantages and disadvantages of this technology. In this work were considered alternative fluids used for hydraulic transportation of coking coal. Main factors that worsen the technological characteristics of coking coal at their long-distant hydraulic transportation. Technology has also been proposed reducing the negative influence of these factors at hydrotransport technological properties of coking coal.

Keywords: hydraulic transport, coal, technological characteristics, oil agglomeration of coal.