

УДК 622.333

Х.А. Исхаков, Е.Л. Счастливцев, Ю.А. Кондратенко

## ТЕХНИЧЕСКАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ УГЛЕЙ

На важность и необходимость изучения минеральных компонентов (МК) углей в отечественной специальной литературе постоянно обращалось внимание. Залесский [1,2] в своих публикациях за 1910-11 годы описывает известковые конкреции в угольных пластах Донецкого бассейна. Ферсман [3], изучая угли в окрестностях г.Боровичи, указал на наличие среди сульфидов минеральной части халькопирита  $\text{CuFeS}_2$ . На необходимость учета сернистых соединений, присутствующих в углях, в основном, в виде сульфидов, обратил внимание Менделеев [4], предложивший при вычислении теплоты сгорания топлив по результатам элементного анализа вводить поправку на тепловыделение от сгорания сульфидов:  $Q_b=81C+300H-26(O-S)$ .

Крым [5] первым из советских углехимиков предложил в необходимых случаях вычислять по аналитическим данным количество минеральных примесей в углях согласно разработанной им эмпирической формуле:

$$M = 1,10A^d + 0,55\text{ Snip.} + 0,87\text{ CO}_2\text{карб.} - 0,10\text{ Fe}_2\text{O}_3 - 2,75\text{ S}_A^d + 2,325\text{ Scульф.}$$

Габинский [6] предлагает подсчитывать количество минеральных примесей по упрощенной формуле:  $M = 1,129 A^d + 0,35S - 0,2 O$ .

Таким образом, в двух последних случаях авторы не ограничиваются золой, а предлагают манипулировать с минеральными примесями.

Однако, работа [6] имеет ценность не только вышеуказанной формулой, но и классификацией МК углей, в частности, автор выделяет в углях следующие 4 группы МК.

1. МК исходных растений-углеобразователей.
2. Минеральные осадки, примешавшиеся к растительному материалу во время его накопления в первой стадии геологического превращения.
3. Минералы инфильтрации, попадавшие в угольные пласти из вод, пропитавших последние.
4. Обломки пород почвы и кровли пластов, примешанные к углю во время его добычи.

Автор приходит к выводу, представляющему интерес и для современных исследователей:

«Действительный минералогический состав углей плохо исследован. Причина этого заключается в крайней трудности выделения из угля, заключающихся в нем минеральных частей без нарушения их минералогической природы. Это удается сделать лишь по отношению к механическим примесям. Большая масса минеральных включений распределена в толще угольного вещества либо совершенно равномерно, либо в виде трудноотделимых от него включений. Лишь в самое

последнее время были разработаны методы последовательной обработки угля различными химическими реагентами, которые дали возможность получить более ясное количественное представление о минеральных включениях.»

Позднее, примерно, по такой же схеме рассматривает МК углей Жемчужников [7]. Подробно описывается зольность и состав золы различных видов растений. Для древесных пород она колеблется в пределах 0,42-1,21%; гораздо больший выход золы наблюдается у водных или болотных растений- 5,32-21,40%. Как исключение из наземных растений является табак, в листьях которого зольность достигает 23%. В целом, если в листьях растений зольность не выходит за пределы 10% (в соломе 5-6%, в травах 6-7%), то табак занимает особое положение [8].

Как особая группа рассматриваются дисперсные минеральные примеси и дается их описание. Отдельной главой дано описание включений в угольных пластах валунов, галек и конкремионных образований в виде карбонатных почек, стяжений, желваков, образовавшихся, по мнению автора, еще в поздние стадии торфяников. Особое внимание обращается на сидеритовые, кремнекислые, глинистые, сульфидные и железистые конкреции. Жемчужников приводит также описание пород угленосных толщ, выделяя конгломераты, песчаники, алевролиты и аргиллиты.

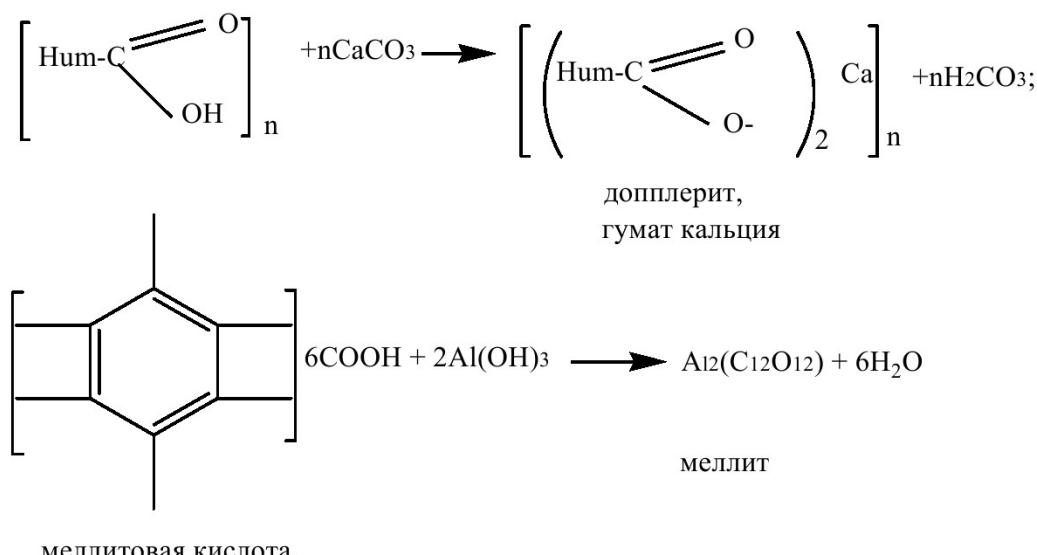
Интерес представляют генетические классификации МК, предлагаемые геологами-угольщиками.

Шугуров [9] МК углей разделил на две генетические группы: аутигенные и аллотигенные.

Аутигенные (автогенные) [греч. *autos* сам, *genos* род] - образовавшиеся на месте путем выпадения из торфяных вод в период накопления исходного растительного материала торфяника, диагенеза, метаморфизма и современного выветривания. Аутигенные МК могут быть сингенетическим [греч. *sin* совместно, одновременно], т.е. образовавшимися на месте в период накопления растительного материала в торфяной залежи и диагенеза, и эпигенетические [греч. *epi* после], появившимися в результате процессов метаморфизма и выветривания.

Аллотигенные минералы [греч. *alloti* - в другом месте] накапливались в торфяной залежи как механические осадки и приносились ветром и водными потоками. Они также подвергались изменениям в процессах метаморфизма и выветривания.

Добавим, что аутигенные и аллотигенные ми-



меллитовая кислота

нералы взаимодействуя между собой, могут образовывать новые вещества, например, такие как допплерит и меллит (см. рисунок).

Образованию новых минералов и пород способствуют времена (миллионы лет), давление, температура; так глины превращаются в аргиллиты, пески - в песчаники и т.д. Новое образование можно также рассматривать как эпигенетическое.

Крылова [10] вместо термина *аллотигенные* вводит термин *терригенные* [лат. *terra* - земля]. Юдович [11] придерживается классификации Крыловой, однако наряду с терригенными и аутигенными минералами из последних эпигенетические выделяет в отдельную группу.

Приведенных генетико-геологических классификаций, как нам думается, достаточно, чтобы иметь представление об их значении и научной ценности, однако, они не удовлетворяют решению многих практических задач промышленного использования углей.

Обратимся к технической классификации МК углей.

Исходя из практических соображений, МК для рядовых и товарных углей следует разделить на две основные группы: внешние и внутренние.

Внешние МК - это породы кровли, почвы и прослои. Они попадают в угли при добыче и их физические свойства играют немалую роль. В справочнике [12] об этом говорится: «Данные о свойствах пород являются базовым материалом для решения вопросов разрушения и выемки пород и углей, охраны и крепления выработок, сортировки и обогащения углей. Особенно важна информация о механических свойствах пород для прогноза породных обнажений и проявления горного давления в подготовительных и очистных выработках, горных ударов и внезапных выбросов, а также для выбора горнопроходческого оборудования, машин и механизированных комплексов очистных забоев».

Внешние МК сравнительно легко удаляются

из углей при обогащении, однако, рыхлые породы и глинистые прослои легко распадаются, размокают и дают илы, тем самым усложняя процессы обогащения. С другой стороны, возникают экологические проблемы, связанные со складированием как породы, выдаваемой из шахты, так и породных хвостов обогащения. В последние десятилетия отказались от терриконов и многие угледобывающие предприятия сваливают породу в логах и руслах малых рек, нанося огромный ущерб природе. При открытых работах стали использовать внутрикарьерное складирование, что весьма удобно и экономично.

При подземной добыче закладка породой отработанных выработок не всегда удобна и безопасна, т.к. в большинстве своем породная закладка самовозгорается. Это связано не только со значительным содержанием в выдаваемых породах угля, но и особыми свойствами тонкорассеянного в породах, особенно в углистых аргиллитах, углерода, своим происхождением обязанного растворимым в воде фульвокислотам, а также некоторым соединениям железа, природа которых окончательно не выяснена [13].

Внутренние МК - это минеральная масса содержащаяся непосредственно в угольных пластах:

1. МК растений-углеобразователей, их еще условно называют материнской золой. В зависимости от характера углеобразователей количество ее может быть различным и колебаться в пределах от  $A^d$  0,3-0,5 до 15,9-19,9%. Последние цифры характерны для болотных растений (хвоши, мхи); для древесного материала  $A^d$ , как правило, редко превышает 1%. Для некоторых малозольных углей (угли марок Д и Г Ленинского района Кузбасса) характерна весьма низкая зольность 4-6%, в основном обусловленная зольностью растений верхнего палеозоя. Так как в МК растений в значительном количестве присутствуют соединения щелочных элементов- в золе древесины 6-8%, в золе трав до 24%, в золе овощей до 60%. При обо-

гашении в водной среде часть щелочных соединений вымывается водой, особенно из пылевидных классов, основная масса материнской золы может быть удалена только химическим путем, когда требуется иметь особо чистые угли зольностью не выше 1% [14-15].

2. МК, занесенные еще в торфяник водными суспензиями и аэрозолями; эта неорганическая масса в большинстве своем тонко распределена в органической массе углей и может быть удалена только химическим путем. Такая минерализация особенно характерна для дюренов.

3. Конкремции и желваки, образовавшиеся в торфяниках и землистых углях в период диализа, а затем в течении всего метаморфизма углей в результате химических реакций, коагуляции коллоидных систем, биохимических процессов, а также путем сорбции на кливажных поверхностях углей. Частично конкреции, особенно представленные в

виде пленок и налетов, реализуются при обогащении. Однако, такая минерализация обуславливает трудную обогатимость углей, что характерно для карагандинских, кизеловских и экибастузских углей

4. Валуны и гальки, занесенные в торфяник водными потоками с наклонных поверхностей, склонов холмов. Такие МК удаляются при обогащении углей.

5. Редкие и рассеянные элементы. Выделены Жемчужниковым [7] в отдельную группу. Сосредотачиваются в золе, откуда могут быть извлечены магнитной сепарацией (оксиды железа) и химическими методами.

Данная классификация включает генетические классификации, позволяя намечать способы обогащения углей и методы рационального использования

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Залесский М.Д. О донецких известковых почвах в угольных пластах // Изв. Общ. иссл. прир. Орловской губернии Вып 2, 1910.
2. Залесский М.Д. Об одном открытии известковых конкреций, известном под названием Coal balis, в одном из угольных пластов каменноугольных отложений Донецкого бассейна //Bull Soc. Natural de Moscou, 1911.
3. Ферсман А.Е. К минералогии каменноугольных отложений окрестностей г. Боровичи. - С-Пб.: Изв. Ак. Наук, 1915. С.1159.
4. Аронов С.Г. Нестеренко Л.Л. Химия твердых горючих ископаемых. -Харьков: Изд-во ХГУ, 1960.371с.
5. Крым В.С. Химия твердого топлива. -Харьков-Киев: ГНТИ Украины, 1936. 299с.
6. Габинский Я.О. Курс коксового производства. -Харьков-Киев: ГНТИ Украины, 1936. 363с.
7. Жемчужников Ю.А. Общая геология ископаемых углей.- М.: Углехимиздат, 1948. 491с.
8. Исхаков Х.А., Потаева Н.А., Кондратенко Ю.А.///ТЭК, №3,2007.С.57-58.
9. Шугуров В.Ф. /Атлас верхнепалеозойских углей Кузнецкого бассейна. Ред. И.Н. Звонарев. Новосибирск: Наука, 1966.С. 47-57.
10. Крылова Н.М./ В книге Петрографические типы углей СССР. Ред. А.А.Любер. -М.: Недра, 1975.С.49-59.
11. Юдович. Геохимия ископаемых углей. - Л.: Наука, 1978.263с.
12. Штумпф Г.Г. и др. Физико-технические свойства горных пород и углей Кузнецкого бассейна. Справочник. - М.: Недра, 1994. 447с.
13. Стадников Г.Л. Самовозгорающиеся угли и породы. -М.: Углехимиздат, 1956. 478с.
14. Геблер И.В., Байченко А.А. Специальные методы обогащения углей. - Кемеровское книж. изд-во , 1959. 154 с.
15. Малозольные и сверхчистые угольные концентраты/ Ред. Н.С. Благов. -М.: Наука.146 с.

□ Авторы статьи:

Исхаков  
Хамза Ахметович  
- д.т.н., профессор, ведущий  
научный сотрудник ИУУ СО  
РАН

Счастливцев  
Евгений Леонидович  
- д.т.н., зав. лаб. геоэкологиче-  
ских и водных проблем ИУУ СО  
РАН

Кондратенко  
Юлия Александровна  
- ведущий инженер  
ИУУ СО РАН