

Уголь - наше все

Продукты переработки каменного угля



Полезные ископаемые

- Полезными ископаемыми называют природные минеральные образования, которые могут быть непосредственно использованы или из которых могут быть извлечены металлы или минералы, применяемые в народном хозяйстве.
- Среди полезных ископаемых выделяют следующие главнейшие группы:
- 1) **Металлические**, или рудные, из которых извлекаются различные металлы;

боксит



сфалерит



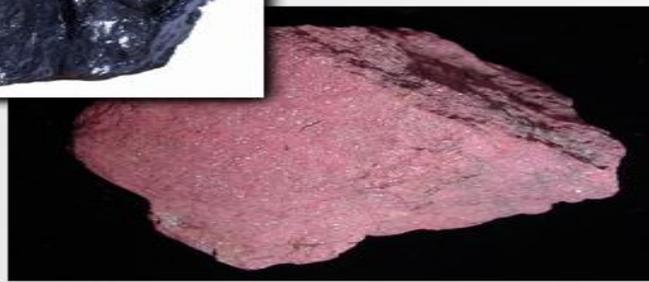
галенит



гематит



халькопирит



киноварь



касситерит

- 2) **Неметаллические**, или нерудные, используемые непосредственно (например, строительные камни, каменная соль, доломит, гипс и др.), или как сырье, из которого в процессе переработки выделяют входящие в их состав минералы или химические соединения. Таким образом, неметаллические полезные ископаемые не являются сырьем для получения металлов;

Неметаллические полезные ископаемые

глина



малахит



песчаник



лазурит



азурит



мел



- 3) Каустобиолиты, т. е. горючие полезные ископаемые. К этой группе относятся ископаемые угли, горючие сланцы, нефть, горючие газы.



Предпосылки углеоброзования

- Для образования угольных пластов необходимо наличие определенных благоприятных условий или, как говорят, предпосылок углеобразования. Важнейшими предпосылками являются: соответствующее развитие растительности, а также *геоморфологические, геотектонические и климатические условия*

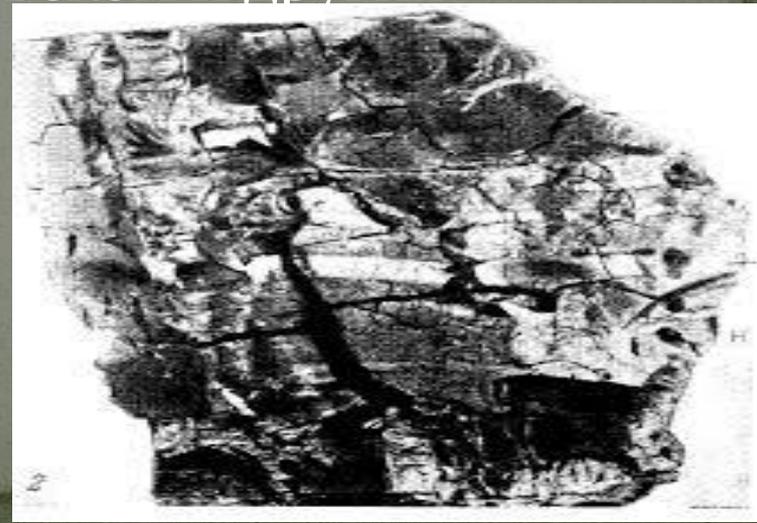
Процессы образования углей

- Главной составной частью растений является *целлюлоза* (клетчатка). Из нее состоят стенки клеток высших растений. При одревеснении стенки клеток пропитываются веществом, которое называется *лигнином*, а иногда — пробковым веществом, называемым *суберином*. Внутри клеток находится вещество, состоящее из *белков, жиров и углеводов*. Кроме того, в состав растений могут входить *смолы, воски* и некоторые другие вещества. Каждая растительная клетка содержит также то или иное количество *минеральных веществ*, дающих золу. Количественное соотношение между перечисленными составными частями различно у разных растений. В среднем лигнин и целлюлоза составляют 60—70%, белки до 15%, суберин, воск, смола до 5%.
- Химический состав растительного вещества приблизительно можно выразить следующими цифрами: углерода 50%, кислорода 43 %, водорода 6 %, азота и серы 1 %.
- Процесс углеобразования подразделяется на две стадии:
- 1) оторфованье, 2) углефикация. В стадию оторфованья образуются торф и сапрпель, а в стадию углефикации — ископаемые угли.

Генетическая классификация углей и горючих сланцев

<i>Группа углей по исходному материалу</i>	<i>Класс углей по результатам накопления и разложения остатков</i>
I группа — гумолиты (образуются из остатков высших растений)	I класс — гумиты (лигнино-целлюлозные + кутиновые элементы или смолы)
II группа — сапроцелиты (образуются из остатков низших растений и животного планктона)	II класс — липтобиолиты (только кутиновые элементы или смолы)
	III класс — собственно сапроцелиты (сохраняются водоросли и другие планктонные остатки)
	IV класс — сапроколлиты (водоросли не сохраняются, превращаются в бесструктурную массу)

- Гумолиты — общее название углей, образующихся из остатков высших растений. Они подразделяются на гумиты и липтобио-литы. Гумиты являются наиболее распространенными в природе углями. (Липтобиолиты имеют очень ограниченное распространение. Они образуются за счет наиболее стойких в химическом отношении составных частей растительного вещества. Формирование липто-биолитов связано с тем, что при более или менее свободном доступе воздуха лигнино-целлюлозные ткани быстро разлагаются и остаются наиболее устойчивые в химическом отношении смолы, кутин и другие вещества. За счет этих веществ и возникают липтобиолиты. Они встречаются в Кузбассе, Подмосковном, Кизилловском и других бассейнах.



- Сапропелиты— общее название ископаемых углей, образующихся за счет остатков низших растений и животного планктона.
- Подразделяются они на *собственно сапропелиты*, в которых наблюдаются неразложившиеся остатки водорослей, и *сапрокол-литы*, в которых неразложившихся остатков различить нельзя, так как они полностью превратились в бесструктурную массу.
- Среди горючих сланцев по происхождению и составу можно выделить: 1) сланцы торфяного происхождения (буроугольные, каменноугольные и углистые); 2) сапропелиты (кеянелевые сланцы, богхедовые, пиробитумные и асфальтовые породы); 3) вторичные сланцы (переотложенные сланцы, пропитанные нефтью, асфальтом). Из всех горючих сланцев наибольшее промышленное значение имеют сапропелиты, главным образом их разновидность — пиробитумные сланцы, занимающие промежуточное положение между углями и асфальтами



Общая характеристика:

- Торф представляет собой современное горючее образование, являющееся продуктом разложения остатков высших растений в избыточно-увлажненной среде при ограниченном доступе воздуха.
- По внешнему виду — это бурая, пористая масса с сохранившейся структурой растительных остатков. Удельный вес торфа от 0,5 до 1,20, пористость 70—80%, влажность 86—95%. Содержание золы колеблется в широких пределах: от 0,5 до 50%. Теплотворная способность 1500—4200 ккал/кг.



- Б у р ы й уголь имеет черную, коричневатую, темно- или желто-бурую окраску. Блеск обычно матовый, иногда слабый смолистый. Излом землистый, редко раковистый. Черта бурая или очень редко черная. Удельный вес от 0,8 до 1,35. Легко выветривается. Содержание углерода в среднем составляет 65—75%. Различают бурые угли *торфообразные* (похожи на торф), *землистые* (при высыхании превращаются в порошкообразную массу), *лигнитовые* (сохранившие структуру древесины) и *плотные*. Теплотворная способность в среднем от 3500 до 7100 ккал/кг.
- Каменные угли внешне значительно отличаются от бурых. Цвет их обычно черный, черта черная, удельный вес 1,3—1,45. По сравнению с бурыми они более твердые и плотные. По степени выраженности блеска подразделяются на *блестящие*, *полу блестящие*, *матовые*. Содержание углерода 75—90%. Теплотворная способность в среднем от 7650 до 8750 ккал/кг.



- Антрацит имеет черный цвет с желтоватым или сероватым оттенком. Некоторые антрациты серого цвета. Однородные, плотные блестящие угли. Излом обычно раковистый. Твердость от 2 до 4.
- Удельный вес 1,4—1,7. Содержание углерода 90—97,5%. Теплотворная способность 8200—8400 ккал/кг.
- Сапропелиты подразделяются на собственно сапропелита и сапроколлиты. Собственно сапропелиты иногда называют также богхедами. Цвет их бурый или черно-бурый, излом раковистый или полураковистый. Это плотные, вязкие, матовые угли. Углерода в них 77,7%



- Сапроколлиты отличаются от собственно сапропелитов структурой, о чем было сказано выше. В сапропелевых углях по сравнению с другими повышенное содержание водорода, поэтому теплотворная способность сапропелевых углей достигает 9000—10 000 ккал/кг. Сапропелевые угли содержат высокий процент летучих веществ, поэтому в тонких пластинках они легко воспламеняются от спички и горят коптящим пламенем с выделением своеобразного запаха.
- Горючие сланцы. Условно считают, что сапропелита, содержащие более 40% золы, относятся к горючим сланцам. Это глинистые мергелистые породы, отличающиеся от сапропелевых углей более высоким содержанием золы и хорошо выраженной слоистостью. Органическая часть горючих сланцев содержит 56—82% углерода, 5,8—11,5% водорода, до 5% азота, 1,5—9% серы и кислород.

Основные ингредиенты углей

- Большинство углей не является однородными по составу. Часто в них можно различить блестящие и матовые составные части, называемые *ингредиентами*. Различают четыре ингредиента: *витрен*, *кларен*, *фюзен*, *дюрен*. Витрен и кларен являются блестящими, а фюзен и дюрен матовыми ингредиентами.
- **В и т р е н** («стекло») представляет собой однородный блестящий уголь. Хрупок и обычно разбит поперечными трещинами, часто заполненными минеральным веществом. Излом раковистый или полураковистый. В угольных пластах образует полосы и линзы, толщина которых редко достигает 20—40 см. Не содержит примесей. Способен коксоваться. Золы содержит 1—2%
- **Кларен** («ясный», «блестящий») — блестящий уголь с ровным или угловатым изломом. По внешнему виду сходен с витреном, но имеет смолисто-жирный блеск и значительно меньше трещиноват. Хрупок. Хорошо коксуется, но дает недостаточно крепкий кокс. В пластах угля залегает мощными прослоями, иногда образует целые пласты. Содержание золы непостоянно. Иногда оно не превышает 20%, но нередко возрастает до 20—30 %

- Фюзен («мягкий») — по внешнему виду очень напоминает древесный уголь. Пачкает руки. Очень мягок и хрупок, легко крошится. Матовый. В пластах угля образует небольшие линзы, прослойки, неправильные включения мощностью 1—2, редко до 20—25 мм. Не спекается, поэтому препятствует образованию хорошего кокса.



- Дюрен («твердый») — матовый уголь зернистой структуры. Твердый. В пластах угля образует довольно мощные прослойки мощностью до 0,5 м и более. Спекается плохо. Обычно содержит много золы.

Физические свойства угля

- При изучении физических свойств углей и горючих сланцев определяют их цвет, цвет черты, блеск, излом, удельный вес, твердость, структуру, текстуру, кливаж. Ниже приводится краткая характеристика этих свойств.
- *Цвет* углей и горючих сланцев зависит от исходного материала, примесей, степени углефикации. Цвет углей изменяется от бурого до черного с различными оттенками. Сапропелевым углям свойствен коричнево-бурый цвет, гумусовые угли имеют окраску от бурой до черной и сероватой, горючие сланцы — палевый, бурый, серый, зеленоватый цвет.
- *Блеск*. Различают угли блестящие, полублестящие, полуматовые и матовые. Блестящие угли состоят исключительно из блестящего вещества; в полублестящих углях до 50% матового вещества, полу матовые угли содержат мелкие линзочки и полоски блестящего материала, матовые угли не содержат блестящего вещества или содержат его в незначительном количестве. По мере возрастания содержания золы угли становятся все более матовыми. Существенное влияние оказывает и степень углефикации. Обычно с увеличением степени углефикации усиливается и блеск. Горючие сланцы матовые.



- *Излом* углей разнообразен. Наиболее характерными видами излома являются ровный, угловатый, занозистый, зернистый, землистый, раковистый, полураковистый, гребенчатый.
- *Удельный вес* углей зависит от степени углефикации, содержания золы и влаги, характера растительных остатков. С повышением степени углефикации увеличивается и удельный вес углей. Так, бурые угли имеют удельный вес 0,8—1,35, каменные 1,30—1,45, антрациты 1,45—1,9. С увеличением содержания золы и влаги удельный вес углей повышается. Удельный вес горючих сланцев зависит от тех же свойств.
- *Твердость* углей колеблется от 1 до 4. Наибольшей твердостью обычно обладают богхеды, за ними следуют угли сапропелевогумусового состава и затем гумусовые. Твердость повышается с повышением степени углефикации.
- *Структура* углей зависит от расположения в угольной массе различных составных частей. У углей различают полосчатую, зернистую, землистую, лигнитовую, листоватую, плотную, волокнистую структуры. Структура горючих сланцев обычно однородная тонко зернистая.
- *Текстура* углей — понятие, относящееся к строению угольного пласта в целом, она зависит от характера распределения в пласте слоев угля различной природы или минеральных включений. Если масса вещества, слагающего угольный пласт, однородна, неслоистая текстура углей называется массивной. Если в пласте наблюдается слоистость, текстура называется слоистой. Горючие сланцы обычно имеют тонкослоистую текстуру.



- *Отдельность* — это характерная форма кусков угля, обусловленная способностью углей раскалываться по системам трещин. Угли могут иметь призматическую, параллелепipedальную, листоватую, цилиндрическую, осколочную, ромбическую, плитчатую, неправильно-кусковатую отдельность. Горючие сланцы обычно имеют плитчатую отдельность.
- *Кливаж* — это системы трещин в угле. Различают кливаж эндогенный и экзогенный. Эндогенный кливаж возникает в результате уплотнения угольного вещества, экзогенный — под влиянием тектонических процессов, в результате которых возникает вертикальное и боковое давление на угольный пласт. Иначе эндогенный кливаж называется первичным, а экзокливаж — вторичным. В углях и вообще в осадочных породах эндокливаж обычно выражается в образовании перпендикулярных друг к другу и к наслению систем параллельных трещин. Системы трещин экзокливажа располагаются под углом к наслению.

Химические характеристики угля

- Химический состав углей и горючих сланцев определяется путем элементарного анализа, при помощи которого устанавливается содержание в них углерода, кислорода, водорода, азота, серый фосфора.
- Углерод является главной горючей составной частью углей и горючих сланцев. При сгорании одного килограмма углерода выделяется 8140 ккал/кг тепла. Как известно из предыдущего, содержание углерода повышается с повышением степени углефикации.
- Водород является горючей составной частью углей и горючих сланцев. Килограмм водорода, сгорая, выделяет 34 188 ккал/кг тепла, т. е. в 4,2 раза больше, чем углерод. Содержание водорода по мере¹ повышения степени углефикации понижается (в бурых углях 4,5 -6%, в каменных 4,0—5,5%, в антрацитах — 4,0—1,0%). Наибольшее содержание водорода в сапропелевых углях достигает 11,5%. И горючих сланцах



- *Кислород* является негорючей составной частью углей. Содержание кислорода с повышением степени углефикации понижается. Так, в бурых углях кислорода до 35%, в каменных до 17,5%, в антрацитах от 1,0 до 3,5%, в горючих сланцах 10—40%
- *Сера* в углях и горючих сланцах подразделяется на сульфидную, сульфатную и органическую. Сульфидная и сульфатная сера входят в состав минеральных веществ, а органическая — в состав органической массы углей. Сульфидная сера входит в состав пирита, поэтому иначе называется также «пиритной» и «колчеданной». Органическая и сульфидная сера способны гореть с выделением сернистого газа, отравляющего атмосферу и вредно действующего на топочные устройства. Сульфатная сера не горит, так как полностью окислена и переходит в золу. Вместе сульфатная, сульфидная и органическая сера дают серу общую. Таким образом, сера является вредной составной частью углей и горючих сланцев. Особенно нежелательно присутствие серы в коксовых углях, так как до 70% ее переходит в кокс, ухудшая его качество. Содержание серы в углях и горючих сланцах колеблется от долей процента до 11—12%.

- Фосфор содержится в углях в различных количествах и обычно составляет десятые и сотые доли процента. Является негорючей составной частью. Присутствие фосфора в коксующихся углях нежелательно, так как он полностью переходит в кокс, а из кокса в металл, снижая его качество.
- Азот также является негорючей составной частью. Содержание его в гумусовых углях 1—2%, в сапропелевых углях и горючих сланцах до 3%. В процессе коксования углей за счет азота образуется аммиак, который используется для получения нашатырного спирта, азотной кислоты, азотистых удобрений и т. п.

N

АЗОТ

14.0067

$2s^2 2p^3$

7

5
2

Классификация каменных углей

Марка угля	Условные обозначения	Донецкий бассейн (ГОСТ 8180—59)		Кузнецкий бассейн (ГОСТ 8162—59)	
		V ^r , %	Y, мм	V ^r , %	Y, мм
Длиннопламенный Газовый	Д Г	37 и более 35 и более	— 6—15 (Г6) 16—25 (Г16)	Более 37 Более 37	— 6—16 (Г6) 17—25 (Г17)
Газовый жирный	ГЖ	Не предусмотрен		31—37	6—25
Жирный	Ж	35—27	13—20 (Ж13) 21 и более (Ж21)	Более 33 (1 Ж 26) 33 и менее (2 Ж 26)	26 и более
Коксовый жирный	КЖ	27—35	13—20 (Ж13) 21 и более (Ж—21)	25—31	14—25 (КЖ14) 6—13 (КЖ6)
Коксовый	К	27—18	21 и более (КЖ) 14—20 (К—14)	Менее 25 17—25	13—25 (К13) 10—12 (К—10)
Коксовый второй Отощенный спека- ющийся	К2 ОС	Не предусмотрен 22—14	6—13 (ОС6) Менее 6 (ОС)	17—25 Менее 17	6—9 6—9
Слабоспека- ющийся	СС	Не предусмотрен		25—37 (1СС) (17—25 2СС)	—
Тощий	Т	17—9	—	Менее 17	—

Основные направления использования углей

- *Газификация углей* заключается в получении из углей горючих газов, сжигаемых в качестве топлива в промышленных и бытовых топках. Кроме того, из них получают различные химические вещества. Газификации подвергаются неспекающиеся или слабоспекающиеся, механически прочные и термически стойкие бурые, каменные угли и антрациты
- *Металлургические угли* — это угли, которые могут быть применены в металлургической промышленности (доменных печах, вагранках и т. п.) без предварительного коксования. К таким углям относятся некоторые антрациты, имеющие достаточную механическую прочность, термическую стойкость, плотную однородную структуру, и неспекающиеся или слабоспекающиеся угли с повышенной стойкостью и прочностью
- *Полукоксование* производится с целью получения из углей жидкого топлива. В процессе полукоксования, которое заключается в нагревании углей без доступа воздуха до $500\text{—}550^\circ$, образуется первичная смола, подсмольная вода, первичный газ и полукокк. Первичная смола подвергается дальнейшей переработке, в результате которой получают жидкое топливо. Из подсмольной воды вырабатывают сульфат аммония. Первичный газ и полукокк применяются как высококалорийное топливо.
- Для полукоксования применяются сапропелиты (в том числе и горючие сланцы) и гумусовые угли с выходом дегтя более 10%.



- *Коксование* производится с целью получения кокса, служащего топливом и химическим реагентом для восстановления железа из руды. Для коксования угли нагревают без доступа воздуха до 750—1100° в специальных печах. При этом наряду с коксом получают газ, деготь, аммиачную воду, из которых вырабатывают различные ценные химические продукты.
- *Ожижение углей* заключается в нагревании угля до 380—550° в атмосфере водорода под давлением 200—700 атм. Благодаря этому повышается выход жидких продуктов, из которых получают бензин, керосин и другие виды жидкого топлива.
- *Угли для получения горного воска (экстрагирования)* должны иметь высокое содержание воска. Пригодность углей для экстрагирования определяется непосредственным испытанием на выход воска в производственных условиях.



29 10 2014

- Разработка горючих сланцев пока ведется в ограниченных масштабах, так как они как твердое энергетическое топливо менее ценны по сравнению с углями. Для получения же жидкого топлива применяется главным образом нефть. Горючие сланцы используются в основном: 1) как энергетическое топливо; 2) для газификации в газогенераторах; 3) для высокотемпературной сухой перегонки с целью получения светильного газа; 4) для низкотемпературной сухой перегонки с целью получения жидкого топлива и побочных продуктов, используемых для дальнейшей переработки; 5) для производства асфальтовой мастики; 6) для производства сернистого битума типа ихтиола.