

М. А. МЕНКОВСКИЙ

**ХИМИЧЕСКАЯ
ТЕХНОЛОГИЯ
УГЛЯ**

Углетехиздат 1957

М. А. МЕНКОВСКИЙ
Проф. докт. техн. наук

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ УГЛЯ

**Второе издание,
исправленное и дополненное**

*Утверждено Управлением
средних специальных учебных заведений
Министерства высшего образования СССР
в качестве учебного пособия
для учащихся горных техникумов
по специальности «Обогащение и брикетирование угля»*

УГЛЕТЕХИЗДАТ
Москва 1957

АННОТАЦИЯ

В книге излагаются способы химической технологии угля методами полукоксования, коксования, газификации и гидрогенизации; описаны процессы улавливания и выделения летучих жидких и газообразных продуктов термической переработки угля; приводятся данные о сырьевой угольной базе и основных требованиях, предъявляемых к углям при различных способах их химической переработки.

Книга рассчитана на учащихся горнообогатительных техникумов и работников угольной и других отраслей промышленности, занимающихся вопросами химической переработки угля.

Менковский Михаил Абрамович

Химическая технология угля

Отв. редактор *Н. А. Рыков*

Редактор издательства *Т. Н. Гарбер*

Техн. редактор *Е. И. Аладова*

Сдано в набор 15/X 1957 г. Подписано в печать 9/XII 1957 г. Формат бумаги 60×92¹/₁₆
Печ. л. 6 25 + 1 вклейк. Уч.-изд. л. 6,06. Тираж 3000 экз. Т-11295

Изд. № 635. Инд. 4уз. Цена 2 р. 10 к. + 1 руб. переплет. Заказ № 1/1577

Типография № 3 Углетехиздата, Ленинград, ул. Салтыкова-Щедрина, 54

ПРЕДИСЛОВИЕ

Уголь является ценнейшим химическим сырьем для получения большого количества продуктов, необходимых народному хозяйству.

В настоящей книге рассматриваются состав и свойства угля и основные способы его химической переработки — полукоксование, коксование, газификация и гидрогенизация. Читатель знакомится также с переработкой и использованием получающихся при этих процессах продуктов.

По сравнению с первым изданием этой книги, вышедшей в 1953 г., второе издание ее дополнено новыми данными по развитию процессов полукоксования и высокотемпературной переработки углей

ВВЕДЕНИЕ

Угольная промышленность является одной из ведущих отраслей народного хозяйства.

Уголь имеет важное значение не только как энергетическое топливо, но и как ценнейшее сырье для химической переработки и получения многих продуктов, необходимых для жизни и обороны страны.

Химическая переработка угля есть наиболее рациональный способ его использования. Продукты, получаемые из угля, находят широкое применение в металлургии, машиностроении, химической, красочной, фармацевтической, а также во многих других отраслях народного хозяйства.

Важнейшей отраслью химической переработки каменного угля является коксохимическая промышленность, которая по количеству перерабатываемого сырья и ценности получаемых продуктов занимает одно из ведущих мест.

Крупнейшим потребителем основных по выходу продуктов коксования — кокса и коксового газа — является металлургическая промышленность и ее основное звено — черная металлургия.

Существенное значение имеет полукоксование, в процессе которого из каменных и бурых углей получается полукокс, применяемый как энергетическое топливо для транспорта и бытовых нужд, и химические продукты, используемые преимущественно в качестве сырья для производства искусственного жидкого топлива — бензина и др.

В последнее время широкое развитие получила газовая промышленность. На газогенераторных станциях уголь превращается в различные промышленные газы — воздушный, водяной и др. Генераторные газы используются не только для бытовых и энергетических целей, но служат также сырьем для синтеза — получения различных синтетических химических продуктов, в том числе и искусственного жидкого топлива.

Газовая промышленность развивается в направлении переработки не только каменных и бурых углей, но также торфа и сланцев. Например, газы, получаемые при переработке сланцев, составляют значительные энергетические ресурсы Ленинграда.

Большое применение находят также природные горючие газы. Москва, Киев и ряд других городов снабжаются ими для бытовых и коммунальных нужд. Промышленное значение начинает получать подземная газификация углей.

Некоторые угли подвергаются промышленной обработке растворителями, например, для получения горного воска.

Качество исходного угля влияет как на технологический процесс его переработки, так и на состав и качество конечных продуктов.

Для обеспечения различных отраслей химической переработки соответствующим углем необходимо знать требования, которые предъявляются к качеству угля. Во многих случаях уголь следует подвергать обогащению, измельчению, брикетированию, из различных углей составляются смеси (шихты) и т. д.

Химическая технология угля является одной из ведущих отраслей общей химической технологии.

Изучение химической технологии угля определяет возможность последующего более рационального, а следовательно, и экономически выгодного выбора схем первичной обработки углей (обогащения, брикетирования).

При переработке углей, по возможности, не должно получаться неиспользуемых отходов.

Так, например, при коксовании углей выделяются газы. Из этих газов может быть получен ряд ценных продуктов. Поэтому процесс коксования должен сочетаться с процессом улавливания и переработки газообразных и парообразных продуктов.

Если при переработке сырья имеет место выделение тепла, оно должно быть использовано в этом же производстве для технологических или бытовых целей.

Рентабельность технологического процесса должна быть обоснована материальными и энергетическими балансами, в частности тепловым, которые дают возможность анализировать и контролировать работу отдельных аппаратов и печей. Поэтому в процессах коксования и полукоксования составление балансов имеет большое значение.

При выборе угля для химико-технологической переработки следует руководствоваться следующими основными требованиями:

- 1) отдельные физико-химические свойства угля не должны препятствовать полному и интенсивному протеканию процесса его переработки. Например, большинство печей для полукоксования не может перерабатывать хорошо спекающийся уголь;
- 2) месторождения угля желательно иметь, по возможности, ближе к производству. Иногда угольные предприятия приближают к потребителю. Так, обогатительные фабрики и коксовые заводы строят около шахт или металлургических заводов;
- 3) себестоимость угля должна быть минимальной, а сам процесс переработки его должен быть экономически выгодным.

Глава I

СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ И СВОЙСТВА УГЛЯ

В зависимости от исходного материала, из которого произошли угли, различают следующие их типы:

- 1) гумусовые или гумиты (торфяные) — торф, бурый уголь, каменный уголь;
- 2) сапропелитовые (иловые) — богхедовые, более богатые азотом;
- 3) липтобиолиты — наиболее стойкие остатки высших растений.

В обычной практике химический состав угля характеризуется показателями технического анализа, которым определяется его влажность, зольность, сернистость, выход летучих веществ и другие показатели качества.

В органической массе угля при помощи элементарного анализа определяют содержание в ней углерода, водорода, азота, кислорода и серы.

Важной качественной характеристикой, особенно при использовании угля для энергетических целей, является его теплота сгорания, которая рассчитывается по содержанию в нем «горючих элементов» — углерода, водорода и частично серы или определяется экспериментальным путем в специальных аппаратах — калориметрических бомбах.

При использовании угля для коксования необходимо дополнительно знать показатель спекаемости.

К числу физических свойств угля относятся его твердость, крупность и др.

В общей оценке углей существенно также отношение их к воздействию различных растворителей.

1. ТЕХНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ УГЛЯ

Влажность угля определяет качество его и колеблется в широких пределах: например, в буром угле 30—50%, каменном 4—15%, антраците 2—4%. Содержание влаги в свежедобытом угле характеризует стадию его метаморфизма.

Влагу углей подразделяют на;

внешнюю, которая обычно представляет тонкую водяную пленку, покрывающую поверхность угля;

гигроскопическую, поглощаемую углем в разной степени в зависимости от влажности и температуры окружающего воздуха;

химически связанную (конституционную), входящую в состав соединений, составляющих органическую массу угля и минеральные примеси.

Влага в угле является балластом и снижает относительное содержание в нем горючей части. С увеличением влажности углей повышаются транспортные расходы на перевозку излишнего груза, а при сжигании требуется излишняя затрата тепла на ее испарение.

Влага изменяет свойства углей. Так, например, свежедобытый бурый уголь с естественной влажностью тверд и прочен. При подсушивании уголь становится хрупким и легко крошится.

Влага оказывает влияние также на самовозгорание углей. Исследованиями установлено, что имеется связь между поглощением углем влаги и кислорода и что повышенная влажность углей при длительном хранении может способствовать их самовозгоранию.

Способность поверхности угля смачиваться водой или другими жидкостями имеет большое значение при мокром обогащении, особенно флотации, и брикетировании его.

С повышением влажности угля ухудшается классификация (грохочение) его, что не только снижает производительность грохотов, но ухудшает четкость разделения угля на классы по крупности. Это отрицательно отражается на качестве продуктов обогащения.

Влажность угля имеет большое значение в связи с изменением его насыпного веса, что особенно важно для тонкоизмельченной угольной шихты, направляемой на коксование.

Влажность шихты оказывает существенное влияние на скорость коксования и на производительность коксовых печей, которая, как правило, уменьшается с увеличением влажности шихты сверх 6—8%. В то же время с повышением до определенного предела влажности шихты увеличивается выход и улучшается состав химических продуктов коксования.

При увлажнении угля, содержащего много мелочи, уменьшается сопротивление слоя топлива, что позволяет увеличивать скорость дутья и этим форсировать топку. При нагреве увлажненного угля до высоких температур возможно образование высококалорийного водяного газа, что улучшает работу топки.

Зольность снижает ценность угля, особенно как сырья для коксования, поэтому одной из важнейших задач следует считать обогащение угля, в результате чего значительно снижается

содержание в нем минеральных примесей, образующих при сжигании золу.

Природа минеральных веществ и их распределение в угольном веществе различны. В нем можно наблюдать тонкие поверхностные отложения, среди которых часто преобладают каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), кальцит (CaCO_3) — отложения более позднего периода; включения глины, песчаников и других примесей, попавших в угольное вещество в период его формирования; минеральные вещества исходных растительных остатков, которые наиболее тесно связаны с ним в виде органических соединений.

Минеральные вещества, вошедшие в уголь из исходных растительных остатков, составляют лишь незначительную часть общего их количества. Значительная часть минеральных примесей попала в уголь в период отложения угольного вещества и поэтому они сходны с горными породами, в которых залегают угольные пласты.

Химический состав золы дает представление о составе минеральных веществ угля. Зола углей обычно представляет подавляющую массу (96%) окислов кремния, алюминия, железа, кальция и магния. Лишь в небольшом количестве в ней содержатся соединения натрия, калия. В некоторых углях и в золе их находят небольшое количество драгоценных металлов (золото, серебро, платину), а также редкие и рассеянные элементы.

Минеральные вещества являются балластом угля; они снижают относительное содержание в нем горючей части.

Повышенная зольность углей вызывает увеличение транспортных расходов, осложняет условия их сжигания и ухудшает качество твердых продуктов химической переработки полукокса и кокса, в которые почти целиком переходят минеральные примеси.

С повышением зольности угля увеличивается расход его на парообразование, повышаются потери угля с золой и происходит шлакование колосниковой решетки, особенно при легкоплавкой золе минеральных примесей.

Повышенная зольность кокса ухудшает технико-экономические показатели доменной плавки.

Зола с температурой плавления ниже 1200° считается легкоплавкой, с температурой плавления $1200\text{—}1350^\circ$ — плавкой и $1350\text{—}1500^\circ$ — тугоплавкой

Плавкость золы имеет существенное значение при применении углей для газификации. Для газогенераторов, работающих с режимом образования твердых шлаков, температура плавления золы должна быть не ниже 1350° .

Использование золы углей является одной из задач комплексного использования сырья. В настоящее время ведутся работы по извлечению из золы соединений алюминия, редких элементов и других веществ. Зола добавляется также в шихту

при изготовлении керамических блоков, кирпича, строительных вяжущих материалов и т. д.

Сера, содержащаяся в угле, является наиболее вредной его составляющей. Она находится в углях в виде различных соединений.

Сера, образовавшаяся из растительных остатков, входит в состав органических соединений и называется органической серой.

В состав угля также входит сульфидная (пиритная) сера, которая наиболее часто встречается, например, в виде сернистого железа — пирита.

Сера, образовавшаяся в угле в период его выветривания (окисления) в виде сернокислых минеральных соединений, называется сульфатной серой.

Все виды серы, встречающиеся в угле, в сумме составляют общую сернистость угля.

Содержание общей серы в углях колеблется в очень широких пределах — от десятых долей процента до 10%.

Очень чистые по сере кузнецкие угли содержат десятые доли процента ее. Сернистость донецких углей колеблется от 0,5 до 4% и выше. Большое количество серы содержат подмосковные угли — до 6% и кизеловские — до 9,5%.

При сгорании угля сгорает и содержащаяся в нем органическая и сульфидная сера. Выделяющийся при этом сернистый газ в присутствии влаги образует сернистую кислоту, которая разрушает металлическую арматуру печей.

При коксовании угля содержащаяся в нем сера в значительной своей части остается в коксе, откуда при доменной плавке переходит в чугун, ухудшая его качество. Сера угля распределяется также в газе и в жидких продуктах коксования.

Примерное распределение серы при коксовании: в коксе — 66,9%, в коксовом газе в виде сероводорода — 19,9%, в виде органических соединений — 0,85%, в смоле — 1,95%, в водах — 0,79% (10,4% не учтено). Сера, уловленная при очистке газа, является ценным продуктом. На базе сероводорода коксового газа можно получать серную кислоту.

Содержащаяся в угле сера является вредной не только при химической переработке или сжигании угля, но и при его хранении. При повышении содержания в угле пирита он легче самовозгорается; на влажном воздухе пирит окисляется в сернокислое железо с увеличением объема, что влечет за собой растрескивание угля и увеличение поверхности, способствующие его окислению.

Фосфор в углях содержится в относительно небольших количествах: от тысячных долей до десятых процента. Повышенное содержание его в угле при коксовании нежелательно, так как он почти полностью переходит в кокс, а оттуда в чугун, делая его хрупким.

Летучие вещества угля, образующиеся при нагревании его без доступа воздуха, представляют газообразные и парообразные продукты разложения угля.

После выделения из угольного вещества летучих веществ остается твердая масса (королек), состоящая из нелетучей органической массы и минеральных веществ. После прокаливания нелетучего остатка получается зола. Нелетучая органическая угольная масса определяется как разность между нелетучим остатком и золой.

Характеристика угля по выходу летучих веществ и нелетучего органического остатка играет важную роль для определения его свойств.* В зависимости от выхода летучих веществ определяют пригодность углей для тех или иных целей. Этот показатель входит как один из основных в технологическую классификацию углей.

При нагревании углей вначале до 100° выделяются внешняя и гигроскопическая влага и окклюдированные газы. Молодые угли при этом начинают разлагаться, выделяя гуминовые кислоты и двуокись углерода.

При температурах $350\text{--}500^{\circ}$ из всех углей выделяются первичный деготь (смола) и газ (H_2 , CO , CH_4 , CO_2 и др.), при $700\text{--}800^{\circ}$ выделяются коксовый деготь (смола) и газ, а при $800\text{--}850^{\circ}$ разлагаются карбонаты с выделением двуокиси углерода.

Выход летучих веществ для различных углей колеблется в широких пределах и доходит до 50% и выше.

Отношение k выхода летучих V к содержанию углерода в данном угле C характеризует примерно данный тип угля:

$$k = \frac{V}{C}, \%$$

2. ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ УГЛЯ

Полным элементарным анализом угля определяют содержание в органической его массе углерода, водорода, кислорода, азота и серы.

* Всесоюзный теплотехнический институт предложил следующую классификацию «нелетучего остатка»:

- 1) порошкообразный;
- 2) слипшийся — при легком нажиме пальцем рассыпается в порошок;
- 3) слабоспекшийся — при легком нажиме пальцем раскалывается на отдельные кусочки;
- 4) спекшийся не сплавленный — для раскалывания на отдельные кусочки, необходимо приложить усилие;
- 5) сплавленный, не вспученный — плоская лепешка с серебристым металлическим блеском поверхности;
- 6) сплавленный, вспученный — нелетучий остаток с серебристым металлическим блеском поверхности, высотой менее 15 мм;
- 7) сплавленный, сильно вспученный — вспученный нелетучий остаток с серебристым металлическим блеском поверхности высотой более 15 мм.

Эти определения осуществляются методами, основанными на сжигании навески угля и измерении объемов получающихся газов. Делая соответствующие пересчеты, вычисляют содержание определяемых элементов в исходной навеске.

Содержание углерода в органической массе угля увеличивается с повышением степени его метаморфизма. Соответственно с увеличением содержания углерода уменьшается содержание азота и кислорода. Объясняется это тем, что эти элементы в значительно большей степени, чем углерод, уходят с выделяющимися при превращениях угольного вещества продуктами его разложения.

Средний состав органической массы угля приведен в табл. 1.

Таблица 1

Средний состав органической массы угля

Элемент	Торф, %	Бурый уголь, %	Каменный уголь, %	Антрацит, %
Углерод	55—60	67—78	80—91	96
Водород	6—5,5	6—5	5—4,5	2
Кислород и азот . . .	39—34,5	27—17	15—4,5	2

3. ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ УГЛЯ

Теплота сгорания является одним из основных показателей качества угля при применении его как топлива. Наиболее важными составляющими в энергетическом топливе являются углерод и водород.

При полном сгорании углерода выделяется 8137 ккал/кг.

При сгорании водорода с образованием воды выделяется 34 180 ккал/кг. Если при сгорании водорода вода выделяется в виде водяных паров, то получается 28 905 ккал/кг. Водород, химически связанный с кислородом и образующий конституционную влагу, в тепловом отношении является не только потерянной, но даже вредной составной его частью, так как требует затраты тепла на испарение влаги.

Содержание связанного водорода упрощенно представляют равным $\frac{O}{8}$, где O — содержание кислорода в угле, %.

Сера, за исключением сульфатной, увеличивает теплоту сгорания топлива. При сгорании серы с образованием SO_2 выделяется 2187 ккал/кг.

Если допустить, что элементы, входящие в состав топлива, дают при сгорании столько же тепла, сколько и в свободном состоянии, то приближенно, по элементарному составу топлива,

его высшая теплота сгорания может быть подсчитана по формуле

$$Q_v = \frac{8137C + 34180\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2187S}{100}.$$

При учете расхода тепла на испарение гигроскопической влаги (600 ккал/кг) выражение низшей теплоты сгорания по элементарному составу топлива принимает следующий вид:

$$Q_n = \frac{8137C + 28905\left(H - \frac{O}{8}\right) + 2187S - 600W}{100},$$

где W — содержание гигроскопической влаги, %.

Д. И. Менделеев дал упрощенные формулы для определения теплоты сгорания топлива:

$Q = 81C + 300H + 26S - 31,5O$ (высшая теплота сгорания),
или

$$Q = 81C + 300H - 26(O - S).$$

При определении теплоты сгорания надо учитывать фазовое состояние как сжигаемого вещества, так и продуктов реакции.

Примерная теплота сгорания горючей массы каменных углей разных марок по бомбе (Q_6^r) приведена в табл. 2.

Таблица 2

Теплота сгорания углей разных марок

Марка угля	Q_6^r	Марка угля	Q_6^r
Д	7900	К	8600
Г	8200	ПС	8600
ЛЖ	8450	Т	8500

4. СПЕКАЕМОСТЬ УГЛЯ

Некоторые угли при нагревании их до высоких температур без доступа воздуха, после выделения из них летучих веществ, образуют прочный спекшийся твердый остаток — кокс.

Это свойство углей называется спекающей способностью, а угли, обладающие этим свойством, называют спекающимися. Способность углей спекаться является одним из важнейших свойств, определяющих возможность получения из них прочного кускового кокса.

Способ прямого определения спекающей способности углей еще не разработан. Это их свойство определяется косвенным образом, по толщине пластического слоя (y), определяемой стандартным пластометрическим методом (ГОСТ 1186—48), разработанным Л. М. Сапожниковым и Л. П. Базилевич.

Для определения этой величины измельченная проба угля загружается в специально сконструированный аппарат, состоящий из стакана цилиндрической формы, герметически закрывающегося сверху и подогреваемого снизу.

В стакане происходит коксование угля в условиях подобных коксованию в промышленных печах.

Спекающиеся угли при нагревании проходят все стадии превращения угля в кокс: стадию размягчения и пластического состояния, затвердевания и образования кокса. Благодаря плохой теплопроводности угля коксование протекает не одновременно во всей массе, а постепенно послойно снизу (с горячей стороны) вверх (на холодную сторону). Постепенно перемещается снизу вверх также пластический слой, толщину которого измеряют специальной иглой — пластометром путем прокалывания через отверстие в верхней части стакана навески коксующегося угля.

Пластометрические данные испытания углей показывают степень пригодности различных углей для коксования, а совместно с другими показателями характеризуют и марку данного угля.

Например, для кузнечных, карагандинских и кизеловских углей по пластометрическим показателям и выходу летучих веществ составлена классификация пригодности их для коксования.

Поскольку пластометрический метод основывается на общей способности угольного вещества плавиться, а в момент размягчения давать вязкую массу, то для слабоспекающихся углей, которые при нагревании характеризуются высокой степенью вязкости, этот метод становится мало чувствительным. О спекаемости таких углей судят по вспучиванию угольной массы при нагревании, которое находится в прямой связи с ее спекаемостью.

Существуют и другие методы определения спекающей способности углей, например по степени размягчения смеси угля с песком при установленном температурном режиме.*

5. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЯ

Петрографический состав угля имеет существенное значение для характеристики основных технологических свойств его и качественных показателей.

Петрографические типы угля различаются по внешним признакам и делятся на блестящие, полублестящие, полуматовые и матовые. Эти внешние признаки указанных типов, в свою оче-

* Метод Института горючих ископаемых АН СССР

редь, зависят от соотношения содержания в них основных петрографических разновидностей.

Различают четыре видимые невооруженным глазом петрографические разновидности: витрен, кларен, дюрен и фюзен, в последнее время кларен и дюрен часто объединяют в общую группу — «каттрит».

Витрен представляет однородную бесструктурную блестящую массу с раковистым изломом. Он встречается главным образом в виде легко выкрашивающихся линз и имеет поперечные трещины к напластованию угля.

Кларен не дает такого блеска, как витрен. Эта петрографическая разновидность образует прослойки, иногда — мощные пласты (клареновые угли). Кларен светлее витрена и в своей массе содержит примерно около 50 % видимых под микроскопом включений остатков форменных растительных элементов. К ним относятся споры, пыльца, кутикула и другие хорошо сохранившиеся части растительных остатков.

Дюрен представляет матовую разновидность угля, обладающую большой твердостью. В нем уплотненные форменные элементы составляют основную его массу. Дюрен встречается как в виде прослоек, так и мощных пластов (так же, как и кларен). Он свойственен углям относительно невысокой степени метаморфизма.

Фюзен встречается в массе угля отдельными линзами или гнездами, имеющими цвет от сероватого до бархатисто-черного. В нем сохраняется клеточная структура древесины. Линзы фюзена преимущественно однородны и не содержат включений. Основную массу фюзена составляют тонкодисперсные углистые частицы.

Химический и минералогический составы петрографических разновидностей имеют заметные отличия.

Петрографические разновидности имеют разную зольность. В разновидностях одного и того же образца угля обычно зольность увеличивается в следующем порядке: витрен—кларен—дюрен—фюзен. Зольность витрена и кларена составляет 1—2 %, дюрена — 2—12 %, фюзена — 15—23 %. Собственно фюзен, как правило, содержит мало минеральных веществ. Зольность его плотной массы в среднем колеблется от 1 до 3 %. Повышенная зольность фюзена сравнительно с другими петрографическими разновидностями обуславливается заполнением имеющихся в нем трещин посторонними минеральными примесями.

Зола витрена и кларена содержит наибольшее количество солей щелочных металлов (калия и натрия), о чем свидетельствует ее большая растворимость в воде (около 70 %). Зола дюрена почти нерастворима; в воде ее растворяется всего около 3 %. Это показывает, что зола дюрена состоит преимущественно из силикатов, которые приносились водой извне. Зола фюзена представ-

лена преимущественно углекислыми солями. В воде растворяется около 16% золь фюзена, в кислотах — около 70%.

Блестящие и приближающиеся к ним полублестящие типы углей характеризуются большим содержанием витренизированной основной массы при почти полном отсутствии фюзена.

Полуматовые и матовые типы, наоборот, характеризуются большим содержанием фюзенизированного материала при низком содержании витренизированных веществ.

Соотношением содержания в угле петрографических типов характеризуется и их свойство спекаться. Витренизированная масса угля хорошо спекается, фюзенизированная — не спекается. Наибольшей способностью спекаться характеризуются поэтому блестящие и близкие к ним типы углей. Полуматовые и особенно матовые типы углей спекаются очень плохо или вовсе не спекаются.

Петрографические типы угля отличаются также по механической прочности. Блестящие и полублестящие типы обладают слабой механической прочностью и легко дробятся; матовые и полуматовые, обладая высокой механической прочностью, трудно дробятся, поэтому в различных фракциях по крупности одних и тех же углей концентрируются разные петрографические типы: в мелких классах блестящие и полублестящие, а в крупных классах — матовые и полуматовые.

Мелкие классы блестящих и полублестящих углей обладают более высокой спекающей способностью по сравнению с крупными классами тех же углей.

То же относится и к разделению угольного вещества по удельному весу. Блестящие и полублестящие типы углей концентрируются во фракции с удельным весом в пределах 1,275—1,300; полуматовые во фракциях 1,400—1,500, а матовые с высокосольными сродками во фракциях 1,500—1,800.

Петрографические разновидности угля различаются также по выходу летучих веществ и продуктов их термической переработки.

6. СОСТАВНЫЕ ЧАСТИ УГЛЯ, ВЫДЕЛЯЕМЫЕ ПРИ ОБРАБОТКЕ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Один из методов разделения углей на составные части заключается в применении органических растворителей, при обработке которыми в раствор переходит часть органической массы.

К органическим растворителям относятся: бензол, хлороформ, спирт, пиридин, фенол и др.

При этом количество извлеченного вещества сильно меняется для одних и тех же углей в зависимости от растворителя, метода экстрагирования и измельчения.