Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института, том XXVI, вып. II, 1952 г.

О СТРУКТУРЕ В УГЛЕПЕТРОГРАФИИ

Чл.-корр. АН СССР Ю. А. Жемчужников

При петрографическом изучении углей приходится сталкиваться с целым рядом понятий и терминов, которые с течением времени при развитии науки видоизменяют свое содержание. Поэтому на каждом этапе развития углепетрографии, как и всякой другой научной отрасли, возникает необходимость пересмотреть применяемую терминологию, уточнить понятия, установить связь между различными группами терминов.

Среди актуальных вопросов угольной петрографии, требующих уточнения, одним из первых является вопрос о макро- и микроструктуре и их взаимоотношении. Затем следует вопрос о связи структуры и текстуры, что иногда понимается не совсем одинаково. Далее — вопрос о вещественном составе углей и его взаимосвязи со структурой и другими факторами. Наконец, наиболее сложная проблема возникает в увязке генетических представлений со структурой и текстурой. Для этого необходимо рассмотреть эти вопросы всесторонне, во взаимосвязи и в развитии, поскольку структурные различия и вещественные изменения можно рассматривать на разных стадиях развития угольного вещества (бурый уголь — антрацит).

Возникает естественная необходимость уточнить употребление терминов—углефикация, метаморфизм углей, обуглероживание, что делается мною в отдельной статье.

Прежде чем соединить все эти линии изучения в едином генетическом синтезе, необходимо произвести анализ отдельных сторон исследования, начав с вопросов структуры. Структурные понятия и взаимоотношения имеют огромную важность для накопления единообразных описаний наблюдаемых фактов, составляющих документальный первичный материал углепетрографии.

В последнее время этому вопросу уделено внимание в статье А. И. Гинзбург [1], где сделана удачная попытка систематизировать составные компоненты угля и их сочетания. Мы в основном принимаем предложенную А. И. Гинзбург схему, трактуя ее и другие связанные с нею вопросы со структурной точки зрения.

Структура может касаться частей, видимых простым глазом. Это будет макроструктура. Нужно отдать себе ясный отчет в том, что структурными элементами макроструктуры будут не те, которые составляют микроструктуру. В последней элементы видимы только под микроскопом, в первой — различимы невооруженным глазом. Этим путем мы обнаруживаем прежде всего однородность или

неоднородность строения, лучше всего видимую в вертикальном изломе угля, ориентированного по слоистости.

Самая резкая и простая структурная классификация разделяет однородные и неоднородные угли. Под однородным углем или структурой следует понимать такую, в которой уголь состоит из одной видимой составной части или из одного сложного „ингредиента". Эти видимые составные части, пока они не исследованы под микроскопом, обычно различают по блеску: блестящий, полублестящий, полуматовый и матовый. Границы между ними, разумеется, условны.

Как бы то ни было, если уголь состоит только из одной из указанных разновидностей, то он называется однородным; если уголь состоит из нескольких составных частей или ингредиентов, то его называют неоднородным или полосчатым.

Первоначально слово полосчатость возникло как наглядный описательный термин (*streifenkohle, banded coal*), так как в вертикальном разрезе (и только в вертикальном) можно наблюдать более или менее полосовое чередование макроскопически видимых составных частей.

После работы М. Стопс [9], когда были установлены 4 макроскопические составные части полосчатых углей, выражению „полосчатый уголь" стали придавать в петрографии углей более определенное значение как структуре, связанной с сочетанием нескольких ингредиентов.

Это понятие прилагалось уже независимо от формы проявления составных частей — в виде ли толстых слоев, полос, линзовидных включений и т. д., подчеркивая лишь неоднородность угля.

В 1934 г. [2] Ю. А. Жемчужниковым было указано, что 4 основных структурных макроэлемента М. Стопс (блестящий уголь — витрен, полублестящий — кларен, матовый — дюрен и матовый шелковистый или волокнистый — фюзен) неравноценны между собой. Два из них, фюзен и витрен, встречаются чаще в виде отдельных линзовидных включений, отвечая отдельным фрагментам коры или древесины („щепкам") в торфянике, тогда как дюрен и кларен, как известно, образуют целые слои, пласты и толстые полосы[1].

Изучение советских углей показало, что, кроме этих двух наиболее обычных составных частей, особенно в пермских и нижнеюрских углях, распространен особый ингредиент — тип матового угля. Он представляет собой агрегат (нагромождение) различных фюзеновых и ксиленовых (и всяких переходных) обрывков превращенной в уголь древесины. Поэтому в 1937 г. мною такой фюзено-ксиленовый матовый тип угля рассматривался как равноценный клареновому (блестящему) и спорово-дюреновому (матовому) типу.

Эти 3 типа углей, разумеется, имели еще переходы (кларенодюрен и др.) и явились в то же время определенными макроструктурами, число которых возросло.

Наличие очень мелких, но все же видимых, включений витрена и фюзена привело к выделению так называемого штриховатого угля или штриховатой структуры. Последняя образуется в том случае, когда на фоне однородного блестящего или матового

[1] Отдельные линзы витрена или фюзена мы будем рассматривать как макрокомпоненты угля, которые только более крупными размерами отличаются от микрокомпонентов того же наименования. Название ингредиентов сохраняем только для агрегатов из одних и тех же или разных компонентов.

угля имеются тонкие (меньше 1 *мм*) линзочки длиной в 1—2 *см*. Обычно такие включения принадлежат к этим двум составным частям (витрен, фюзен), а не к каким-нибудь другим.

Перед углепетрографами встал вопрос, который остается спорным и до настоящего времени. Рассматривать ли штриховатую макроструктуру как мелкую разновидность полосчатой, что ближе отвечает структурной форме, или считать ее еще частью однородной структуры, что ближе отвечает вещественному составу, так как чуждые мелкие штрихи мало нарушают средний химический или петрографический состав.

Первое решение имеет больше структурный смысл, второе — больше вещественный. И то и другое равно приемлемо и в то же время условно, ибо уголь с мелкими, тонкими и редкими штрихами — это почти однородный уголь, а с крупными штрихами — приближается уже к полосчатому. Многочисленные штрихи фюзена значительно изменяют вещество угля.

Возможно, конечно, и третье решение — отнести штриховатую структуру к особому — третьему — виду макроструктур. Иными словами, можно видимые структуры делить на три вида: однородную, штриховатую и полосчатую.

Это следует обсудить на совещании углепетрографов, но нужно заранее иметь в виду, что принцип подразделения в этом случае будет несколько иной. Когда делим на две группы, то вторая из них — неоднородные структуры — указывает на сложный состав из двух или нескольких составных частей. Штриховатость указывает лишь на переходные черты, или зарождающиеся внутри однородной структуры, или вырождающиеся (реликтовые) внутри полосчатой.

В классификации полосчатых структур, в свете разделения составных частей (ингредиентов) на простые и сложные, петрографическая мысль, сделав дальнейший шаг вперед, пошла по двум руслам. Одни исследователи считали структуру, состоящую из одного сложного ингредиента и простых, как п р о с т о п о л о с ч а т у ю, а слагающиеся — из двух сложных с включением простых — как с л о ж н о п о л о с ч а т у ю или к о м п л е к с н о п о л о с ч а т у ю (З. В. Ергольская, А. И. Гинзбург).

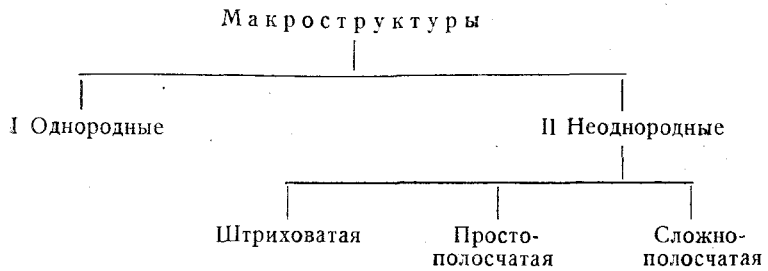
Другие углепетрографы полосчатой считали только первую структуру, а более сложные случаи рассматривали с других, скорее генетических позиций.

Если держаться чисто структурного принципа в рамках того определения, которое было сделано выше, то все макроструктуры можно уложить примерно в такую схему (3 варианта).

Первый вариант



Второй вариант



Третий вариант



Вопрос о микроструктуре и текстуре чаще всего поднимался в отношении к изверженным и метаморфическим породам. По отношению же к осадочным породам, особенно органогенным (в частности угольным), он специально не ставился, и понятия о структуре и текстуре анализу не подвергались. Они находили свое отражение в общих курсах [3, 4, 6, 8], но применялись, возможно, и не так строго, как это высказывалось в общепринятых положениях.

Между тем правильное употребление терминов в молодой ветви петрографии — петрографии осадочных пород — особенно необходимо именно сейчас и именно у нас, потому что весь фронт советской науки переходит к критической оценке прошлого и к выработке стройной теории на методологической основе диалектического материализма. Углепетрография должна стать угольной петрологией, а для этого должна подвергнуть критическому пересмотру и свои описательные термины.

В общих формулировках по осадочным породам, о понятиях структуры и текстуры в советской литературе существует полное единодушие. Еще в 1932 г. А. Н. Заварицкий [3] указывал, что „...понятия о структуре и текстуре горных пород хорошо разработаны для изверженных пород. Те же определения этих понятий мы сохраняем и в приложении к осадочным породам.

В таком случае мы должны принять, что в осадочных породах структура зависит, во-первых, от величины составных частей ... — и, во-вторых, от формы составных частей...“ [3, стр. 37]. „Текстура зависит от расположения и распределения частей...“ (стр. 38). „Основной текстурный признак осадочных пород—их слоистость. Слоистость—признак существенный, связанный с самим процессом образования породы“ (стр. 58).

Так же в последнем издании своего руководства по петрографии осадочных пород определяет структуру и текстуру и М. С. Швецов. „Следуя пониманию, принятому большинством советских исследователей, — говорит он, — мы будем называть структурами те элементы строения, которые определяются формой и величиной составных частей породы, текстурами — те, которые определяются их расположением“ [8, стр. 160].

Л. В. Пустовалов только слегка усложняет это определение. „Под структурой осадочных пород, — по его словам, — обычно понимают внешние особенности отдельных минеральных зерен, слагающих данную породу; структура зависит, таким образом, от: а) размера составных частей породы; б) от формы минеральных зерен и в) характера их поверхности". „Под текстурой разумеют характер взаимного расположения зерен, их пространственного соотношения между собою" [6, стр. 5].

Не приводя многочисленных высказываний в том же духе, можно констатировать, что в общей формулировке советские исследователи осадочных пород сходятся в своих определениях, считая наиболее существенным для структуры форму и размеры частиц, а для текстуры — их взаимное расположение.

Те же определения для макроструктуры введены мною в 1934 г. в углепетрографии [2]. Так, на стр. 18: „Текстура зависит от расположения и распределения частиц, а не от их формы". „Структурой (строением) мы будем называть те нарушения однородности угля, которые зависят или от их формы или от величины слагающих его частиц. Сложение и строение угля тесно связано с его веществом".

Однако в петрографической литературе мы находим и более широкое определение структуры. „Структура или строение горной породы в широком смысле слова, — читаем мы в петрографическом словаре 1932 г., — есть совокупность ее признаков, определяемых морфологическими особенностями отдельных составных частей и их пространственными взаимоотношениями. В более тесном значении этот термин обнимает признаки, обусловленные степенью кристалличности, размерами и формой кристаллов, способом сочетания их между собою и стеклом[1] и тому подобными особенностями, определяемыми часто лишь под микроскопом, и потому означает собственно микроструктуру. Внешний структурный облик и такие внешние признаки, как отдельность, слоистость, сланцеватость, пористость, отделяют от структуры в целом и называют текстурой" [5, стр. 369]. То же определение дается и в курсе петрографии Ф. Ю. Левинсон-Лессинга [4, стр. 71].

По Ф. Ю. Левинсон-Лессингу структура в широком смысле включает и текстурные различия. В узком смысле она заключает в себе по крайней мере пять признаков, в которые входят и соотношения между кристаллической и стекловидной массой, что значительно ближе подводит это определение к реальным структурным подразделениям.

На основании многолетнего опыта (после 1935 г.) всех углепетрографов ныне уже можно проревизовать, в каком смысле термины структура и текстура понимались и применялись и как их следует применять в будущем. Особенно этот вопрос относится к структуре. Правильно ли вышеуказанное и общепринятое определение и если правильно, то достаточно ли оно в применении к таким своеобразным осадочным породам, как угли, — вот первый вопрос. Всегда ли оно по существу мыслилось так, как это вытекает из контекста самого определения, — вопрос второй.

Целый ряд исследователей (в том числе автор настоящей статьи) вкладывали в понятие структуры более широкий смысл, чем он дан

---

[1] Разрядка наша. Ю. Ж

в определении. И если не ограничивать его чисто формальными рамками, ведущими к бесплодности самого определения, то структуру и нужно понимать в этом, более широком, смысле, включающем, кроме формы и размеров, частиц, еще некоторые не менее существенные признаки, на которых остановимся далее.

Действительно, ископаемые угли принадлежат к группе органогенных осадочных пород. Сущность и отличия этих пород (равно зоогенных и фитогенных) состоят в том, что слагающие породу частицы не просто зерна или кристаллы минералов (как в обломочной или хемогенной группе), а по крайней мере частью, если не целиком, оказываются форменными или структурными растительными остатками или их элементами. Поэтому существенное значение приобретает и то, какие это форменные элементы и в каком количественном соотношении они стоят между собой и к бесформенной основной массе.

Если обратиться к структурной терминологии органогенных горных пород (в частности карбонатных), то можно убедиться, что ни один из авторов не выдерживает им же самим принятых рамок определения.

Так, например, А. Н. Заварицкий пишет: „Структура органогенных пород. В составе органогенных пород существенное участие принимают органические остатки, и строением последних в значительной степени определяется структура всей породы" [3, стр. 55]. И далее: „Структуры таких пород могут различаться: 1) по относительному количеству вещества органических остатков и цементирующего их материала; 2) по роду этих остатков".

Следовательно, для органогенных пород А. Н. Заварицкий, вопреки собственному общему определению, признал структурными признаками и отношение форменных элементов к цементирующей их бесструктурной (с точки зрения органики) массе, и характер („род") этих остатков.

„По первому признаку, — читаем далее, — мы можем отличать содержащие (напечатано ошибочно: содержание) окаменелости породы от ракушечников, спонголитов, радиоляритов и т. п. органогенных пород, целиком или почти целиком состоящих из окаменелостей: например кремнистые сланцы со спикулями губок от спонголитов, известняки с окаменелостями от раковинных известняков и т. п.; по второму признаку различаются например коралловые известняки от брахиоподовых, диатомовые породы от спонголитов и т. д. Органические остатки могут в породах встречаться или в целом виде (в таком виде, обычно, мы находим мелкие ископаемые, например фораминиферы), или в виде обломков: окатанных или осколков. Эти особенности нахождения их также являются структурными признаками пород органогенных" [3, стр. 55].

Ряд других замечаний об органогенных структурах (на стр. 21, 28, 34, 38 и др.) не оставляет сомнения в том, что А. Н. Заварицкий считает (и совершенно резонно) гистологическое строение раковин структурным элементом органогенных пород. О количественном соотношении обломков и цемента как структурном признаке прямо сказано на стр. 44 (и не только для органогенных пород).

Если обратимся к курсу Швецова [8], то найдем то же самое. Среди пород, сложенных скелетными остатками организмов, по М. С. Швецову „...можно различать структуры: криноидные, коралловые, пелециподовые, мшанковые, фораминиферовые, водорослевые, смешанные и т. д." [8, стр. 167].

Различая биоморфные, т. е. цельнораковинные и детритусовые, т. е. обломочно-раковинные структуры, Швецов, однако, ничего не говорит о соотношении органогенного и пелитового материала как о структурном признаке. Впрочем, при рассмотрении карбонатных пород в табл. 37 (столбец 4, пункт 2) Швецов выделяет структурно-двухкомпонентные разновидности известняков („зерна" и „основная масса" или „цемент"). При этом по преобладанию или равновесию того и другого элемента автор подразделяет эти группы на три более узкие разновидности. Выделяет он и многокомпонентные смешанные известняки.

Л. В. Пустовалов [6, стр. 264] также говорит о зоогеновой и фитогеновой структуре и приводит фораминиферово-органогенную, кораллово-органогенную и другие структуры известняков.

Более полно разбирает вопрос о структуре Г. И. Теодорович [7]. В своей схеме структурной классификации известняков он делит их прежде всего на две группы по преобладанию форменных органических элементов (цементируемого материала) или основной минеральной массы. Первая группа подразделяется: на 1) явно органогенные, смешанные; 2) биохемогенные и хемогенные; 3) явно обломочные. Такая терминология носит скорей генетический, чем структурный характер.

Дальнейшее подразделение этих трех подгрупп также не лишено генетического момента (биоморфные, биоморфнодетритусовые и биодетритусовые — для первой и биохемогенные и хемогенные (для второй). Пожалуй, эта промежуточная ступень классификации и не нужна или должна быть выражена в других терминах.

Подгруппу явно органогенных (биогенных) известняков можно расчленить следующим образом: 1) с цельными форменными элементами (фораминиферами, строматополитами и пр.); 2) с обломками тех же элементов; 3) комковатые, т. е. с неясными или утратившими ясность контурами биоморфных элементов; 4) оолитообразные; 5) чисто обломочные.

Дальнейшее деление пойдет по линии конкретных биогенных структур (например, фораминиферовые) или хемогенных структур (оолиты, пизолиты) или, наконец, чисто обломочных (перемытые— конгломератовые, песчаниковые и пр.). Как следует из приведенного деления, для классификации карбонатных (известняковых) структур первенствующее значение имеет преобладание форменных элементов или основной массы.

Принципом дальнейшего подразделения является характер форменных элементов: органических, неорганических (оолиты) или смешанных (неясных).

Третий принцип в данном случае основывается на цельности, обломанности, неясности органических остатков и форме хемогенных новообразований. Этот критерий больше всего отвечает делению по форме и размерам составных частей, которое считается чисто структурным.

Таким образом, для структурной классификации таких органогенных (зоогенных в большинстве случаев) пород, как известняки, *на первом месте стоит признак количественного соотношения форменных элементов к бесструктурной цементирующей массе.* Остальные признаки, в частности форма и размеры составных частей, определяют дальнейшие подразделения. Для известняков это касается и макро- и микроструктур.

Из приведенного выше краткого обзора мнений следует, что при рассмотрении таких частично органогенных пород, как известняки, петрографы вынуждены на практике вводить более широкое понятие структуры, чем это дается в обычных определениях. При этом дополнительные признаки (кроме формы и величины компонентов) являются не менее существенными, чем указанные. Они, очевидно, следующие: 1) группово-палеонтологические структуры (фораминиферы, кораллы, брахиоподы и пр.); 2) соотношение этих органогенных элементов (целых или обломков) между собой; 3) соотношение органогенных элементов с цементом или „основной массой"; 4) различия в характере самой основной массы.

Разнообразие строения угля, где простым глазом компоненты различимы мало, выясняется особенно при микроскопическом анализе. Ископаемые угли несомненно органогенные — фитогенные породы. Их органическое происхождение имеет гораздо более универсальный характер, чем для известняков, так как все без исключения угли произошли из растительных, в редких случаях с примесью животных, остатков. Поэтому для углей и отчасти углистых пород необходимо руководствоваться принципами и терминами, разработанными именно для органогенных пород, а не для обломочных или хемогенных.

Микроструктура углей

Учитывая опыт изучения петрографии углей, аналогии с другими органогенными породами и принципиальные соображения, отныне необходимо включать в определение понятия структуры следующие признаки, расположенные в порядке их важности:

1) растительную структуру и гистологическую принадлежность слагающих уголь фитогенных компонентов (споры, кутикула, смола, водоросли, коровые и древесинные ткани) с учетом характера их превращения (фюзенизация, гелификация);

2) соотношение палеонтологически оформленных компонентов угля и органического цемента (основной массы);

3) соотношение (но не расположение) указанных форменных элементов между собою (споры, частицы фюзена и др.);

4) величину и форму компонентов (цельные, крупные обломки, детрит и т. п.);

5) характер самой основной массы (гелифицированная — прозрачная, фюзенизированная — непрозрачная и пр.) или цемента[1].

Примерно так же смотрел на структуру углей А. Н. Заварицкий, когда писал следующее [3, стр. 55]: „Структура каменных углей определяется двумя факторами:

1) структурой тех органических остатков, из которых они произошли;

2) теми процессами битуминации, гумификации и сапромиксификации, с которыми связано превращение растительного вещества в каменный уголь". Далее А. Н. Заварицкий разбирает примеры богхеда и составных частей гумусовых углей, т. е. 4 ингредиента М. Стопс, которые становятся структурными различиями.

[1] „Цемент" или „основная масса" в углях всегда заключает в себе и тонкодисперсный минеральный материал, не отделимый под микроскопом даже при очень больших увеличениях, но определяемый химическим путем. Структурного значения, если он не выражается в ясно видимых зернах кварца, включений каолина и т. п., он не имеет. Поэтому со структурной точки зрения основную массу можно считать органической.

Вопреки собственному определению структуры [2] во „Введении" 1934 г. я также имел в виду ингредиенты как структурные различия. Туманное указание о том, что структура (и текстура) связаны с веществом угля, еще не давало ясности применения этой формулировки на практике, что, конечно, вело к разнобою в понимании[1].

В настоящее время, исходя из более полного и реального определения понятия структуры, можно подойти к систематическому анализу структурных терминов в области угольной петрографии.

Остановимся на русских терминах „строение" и „сложение породы". Иногда слово „строение" употребляется советскими петрографами как термин широкого пользования, охватывающий и структуру и текстуру. Однако, пожалуй, большинство ученых придерживается более точного сопоставления слова „строение" с термином „структура", а „сложение" с термином „текстура", что более отвечает их грамматическому смыслу и позволяет эти простые и ясные русские слова употреблять как точные петрографические термины.

В сложных терминах — микроструктура, микротекстура — можно оставить иностранные слова, но их возможно и заменить выражениями „микроскопическое строение" и „микроскопическое сложение".

Таким образом, с нашей точки зрения, правильнее и удобнее употреблять слово „строение" как синоним „структуры", а „сложение"— „текстуры". То же касается „макроструктуры" и „макротекстуры".

Прежде чем перейти к рассмотрению отдельных углепетрографических понятий, покажем на ряде примеров, что указанные в нашем определении пять основных (существенных) признаков действительно оказываются структурными.

Гумолиты и сапропелиты, проявляясь и в микроструктуре, резко различаются по своему генезису, внешней структуре, сложению и химическому составу. В сапропелитах видны колонии водорослей (низшие растения) или происходящее из них бесструктурное желтое вещество. Гумолиты происходят за счет высших растений, в особенности древесных. Однако и внутри их проявляется резкое структурное и вещественное различие между гумитами и липтобиолитами. Последние представляют собой местное обогащение желтыми форменными элементами, часто неправильно именуемыми кутиновыми (споры, кутикула, смоляные тела) или, реже, коровыми тканями как остаточными элементами при интенсивном разложении и удалении большей части древесного материала.

Гумиты происходят из того же древесного комплекса, т. е. стебля, корней, древесины, коры ветвей и листьев. Но более медленное и слабое анаэробное разложение и реакции взаимодействия образуют более сложную систему компонентов. Их дифференциация зависит от условий среды.

Дальнейшее подразделение гумитов по микроструктурам должно быть сделано по соотношению общего количества оформленных компонентов к основной бесструктурной и в особенности к гелифицированной массе. Именно на этом основывается различие между клареновой и дюреновой структурами. В первой господствует гелифицированная основная масса, во второй — форменные элементы.

---

[1] Следует отметить, что определение понятия структуры было мной дано только для макроскопической картины, где фигурируют не основная масса и форменные элементы, а макроингредиенты.

Третья группа однородных структур гумитовых углей — фюзено ксиленовая—будет заключать структуры, которые вообще не содержа основной массы.

Таким образом, микроструктуры однородных гумитов разделяютс на три основные группы по соотношению форменных элементов основной массы. Все это сложные структуры, так как состоят не и одного компонента, а из агрегата нескольких микрокомпоненто (табл. 1).

Таблица 1

Структуры	Отношение $\frac{ОМ}{ФЭ}$
Клареновая	ОМ > ФЭ
Дюреновая	ОМ < ФЭ
Фюзено-ксиленовая	ОМ = О

Разберем дальнейшие подразделения внутри указанных групп и остановимся подробнее на второй, наиболее разнородной группе с дюреновой структурой.

Очевидно, для всех свойств угля, а следовательно и для наименования структуры, не безразлично, какие именно форменные элементы преобладают в ней над основной массой. Различные органические элементы угля резко отличаются между собой по форме, величине, гистологическому строению и вещественному составу. Учитывая эти признаки, тесно связанные между собой, можно выделить среди дюренов две главные, часто встречающиеся в природе, структурные группы: споровые дюрены и фюзено-ксиленовые дюрены. Само собой разумеется, что можно наметить и третью группу — смешанные дюрены.

Кроме этого, между дюреновой и клареновой структурами практика заставляет выделить ряд переходных структур, которые следует назвать кларено-дюреновой (ближе к дюрену) и дюрено-клареновой (ближе к кларену).

Хотя точных границ между всеми этими структурами практикой не установлено, учитывая и внешние (физические) и внутренние (химические) особенности углей, в настоящее время можно принять примерно определенные границы в процентном содержании прозрачной основной массы[1] (гелифицированного вещества) различных структур (табл. 2). Для полноты сравнения в таблице дается липтобиолит и фюзен со стороны дюрена и витрен — со стороны кларена, т. е. простые структуры.

Все структуры могут быть чистыми или смешанными, в зависимости от состава форменных элементов. Соответственно этому будет изменяться и терминология. Если в дюреновой микроструктуре, помимо основной массы, присутствуют только оболочки спор, то это будет

[1] На практике при учете отдельных компонентов, для отнесения их к той или иной структуре следует иметь в виду только прозрачную или гелифицированную основную массу. Непрозрачное хлопьевидное вещество, хотя и имеющее характер основной массы, по своим свойствам должно быть отнесено к группе форменных элементов. В частности, оно близко стоит к фюзенизированным остаткам, и, по мнению некоторых исследователей, является фюзеном в состоянии сильной дисперсности.

споровый дюрен; если только одни фюзеновые и ксиленовые компоненты,— то фюзено-ксиленовый дюрен. Наконец, смешанным дюреном мы назовем такой, который будет заключать и желтые форменные элементы, и черные, и бурые компоненты, т. е. смешанные дюрены должны называться спорово-фюзеновыми, кутикуло-ксиленовыми и тому подобными сложными наименованиями.

Таблица 2

Структуры	Гелифицированное вещество, %		Примечание
	I вариант	II вариант[1]	
Фюзеновая	0	0	Агрегат фюзена
Липтобиолитовая	0—10	0—10	Например, кутикуловый (листьевой) уголь
Дюреновая	10—25	10—30	
Кларено-дюреновая	50—25	50—30	
Дюрено-клареновая	75—50	70—50	
Клареновая	100—75	90—70	100-процентная ультраклареновая
Витреновая	100	100	Агрегат витрена

В своеобразной структуре спорового дюрена типа кизеловского обращает на себя внимание парагенетическая связь спор с непрозрачной или полупрозрачной черно-бурой или коричневой основной массой (опакмасса), чего, например, в кутикуловых или смоляных дюренах почти не бывает.

В кларено-дюренах и в дюрено-кларенах также следует отмечать прилагательными тип слагающих его основных компонентов.

В клареновой структуре, минимально насыщенной форменными элементами (до 10%), гораздо меньшее значение имеет точность классификации кларена на споровый, кутикуловый, фюзеновый или смешанный, так как все его свойства определяются не этими незначительными примесями, а характером основной массы. Однако для полноты структурной характеристики эти прилагательные отмечаются в таблице. Дальнейшая детализация в расчленении основной массы новыми оптическими методами приведет, очевидно, к уточнению классификации кларенов на этой основе.

До сих пор мы рассматривали однородные структуры, т. е. такие, которые под микроскопом выражаются одним ингредиентом при более или менее равномерном распределении микрокомпонентов. Но возможна и некоторая концентрация их или чередующееся расположение, что относится в значительной степени к микротекстуре или к микроскопическому сложению. Если, например, микроспоры или кутикула в дюрене или дюрено-кларене располагаются не беспорядочно, а скопляются послойными рядами, то такая текстура называется микрослоистой. В одних слойках могут преобладать споры, в других обрывки фюзена или основная масса и т. д. Это все текстурные особенности.

[1] Границы подлежат опытной проверке и являются, конечно, условными.

Но если благодаря такому распределению дифференцируют особые сочетания компонентов, которые отвечают выделенным ран структурам — ингредиентам, то текстурные различия перераста в структурные. Речь будет итти тогда не о микрослоистост а о микрополосчатости. Под последней мы будем подразум вать чередование структур (а не простых микрокомпонентов), т. сложный состав структуры из нескольких ингредиентов [1].

Таким образом, микроструктуры, как и макроструктуры, мог быть и однородными, и полосчатыми (микрополосчатыми). Слоистыми ж могут быть и однородные, и разнородные (т. е. полосчатые) структур в зависимости от послойного или непослойного расположения отдел ных компонентов или их сочетаний. Между „полосой" и „слое в морфологическом смысле мало разницы, но по терминологическ сути различие большое. Полосчатость указывает на чередование дв разных ингредиентов (например, дюрена и кларена), а слоистос может заключаться в послойном, а не в беспорядочном расположен отдельных компонентов.

Однороден и фюзен. Но целые угольные пласты или угольн пачки, по внешнему виду относящиеся к фюзену, под микроскоп оказываются почти всегда скоплением фюзенизированных остатко представляющих различные стадии фюзенизации и наложенных пр цессов, т. е. сложенными фюзено-ксиленовыми элементами в широк смысле. Будем считать фюзено-ксиленовый уголь также однородны в структурном смысле, так как ксилены обладают почти такой ж дырчатой (клеточной) структурой, как и фюзены, несколько отклоняя от последних по вещественному составу [2].

На основании сказанного выше можно установить некотору классификацию ингредиентов или сложных микроструктур, попыт которой и представлена в табл. 3.

К табл. 3, построенной на структурном (микроструктурном) при ципе, следует добавить некоторые пояснения:

1. Шесть указанных в первой графе групп микроингредиенто определяемых микроскопически по преобладанию или процентном содержанию прозрачной или гелифицированной основной масс могут быть опознаны с большей или меньшей степенью точности макроскопически. Они обладают различным блеском и другими внеш ними признаками, поэтому почти всегда могут быть выделены и ка макроингредиенты или просто ингредиенты, т. е. структуры, видимы простым глазом.

2. В табл. 3 не вошли фюзен и витрен по следующим соображе ниям: если они не образуют агрегатов (скоплений), то являются лиш включениями, а не равноправными с шестью указанными выше груп повыми ингредиентами, т. е. скорее макрокомпонентами [2].

3. В противоположность единичным фрагментам фюзена или вит рена, шесть сложных ингредиентов прослеживаются в пластах угл в виде пачек или слоев, а иногда слагают и целые пласты.

---

[1] Напомним, что ингредиентами мы называем часто встречающееся (парагенети ческое) сочетание компонентов или однородного состава или чаще форменных эле ментов и бесструктурной массы.

[2] Отдельный фрагмент фюзена, особенно микроскопических размеров (толщина можно рассматривать как форменный элемент, т. е. как микрокомпонент. Есл встречаются слойки из агрегата фюзеновых обломков, то такой однородный агрега уже становится ингредиентом и может быть виден простым глазом.

Таблица 3

Структуры гумитов

Относительный блеск (макроингредиентов)	Группы сложных структур (микроингредиентов)	Гелифицированное вещество, %	Разновидности структур в зависимости от состава элементов				Примечание
			исключительно фюзено-ксиленовые или витреновые, ксиловитреновые	фюзено-ксиленовые элементы преобладают	фюзено-ксиленовые, кутиновые и другие элементы в равновесии	споровые и другие желтые элементы преобладают	
Матовый шелковистый	Фюзено-ксиленовый агрегат	0—10	Фюзено-ксилен	—	—	—	Подразделения могут быть по преобладанию фюзена или ксилена
Матовый зернистый	Дюреновая	10—25	—	Фюзено-ксиленовый дюрен	Смешанный дюрен	Споровый, кутикуловый, смоляной и прочий дюрен	—
Полуматовый	Кларено-дюреновая	25—50	—	Фюзено-ксиленовый кларено-дюрен	Смешанный кларено-дюрен	Споровый кутикуловый, смоляной и сложный кларено-дюрен	—
Полублестящий	Дюрено-клареновая	50—75	—	Фюзено-ксиленовый дюрено-кларен	Смешанный дюрено-кларен	Споровый и прочий дюрено-кларен	—
Блестящий	Клареновая	75—100	—	Фюзено-ксиленовый кларен	Смешанный кларен	Споровый кутикуловый, смоляной и прочий кларен	Подразделение на эти разновидности имеет мало значения. 100% имеет так называемый ультракларен
Сверхблестящий	Витреновый агрегат	100	Витрен Ксиловитрен	—	—	—	Встречается редко и не подразделен

4. Остальные 9 уточненных микроингредиентов только в некот рых крайних случаях могут быть индивидуализированы без примен ния микроскопа.

5. Слева прибавлен столбец, указывающий на блеск углей, соо ветствующих микроскопическим разностям структуры. Соответстви внешних признаков внутренней структуре — несомненно и доказан всем опытом углепетрографии, но макроскопически не все отличи всегда легко улавливаются. Блеск, изменяющийся при углефикаци и зависящий от природы углей, классифицирован относительно. Гр дации его в какой-то степени зависят от разновидности и лучш различимы в низких степенях углефикации.

6. Настоящая таблица составлена на основании главным образо соотношения трех типов веществ (и компонентов)—фюзенизированного гелифицированного и кутинизированного, но она допускает и дали нейшую детализацию за счет выделения индивидуальных компонентс в каждой группе. В первой можно отличать чисто фюзеновые, чист ксиленовые и, наконец, смешанные структуры. Среди кутиновых - споры, кутикулу и смоляные тела (последние собственно нельз объединить в понятии кутиновые). Но, пожалуй, наибольший практи ческий и теоретический интерес представляют расчленения гелифици рованного вещества, в том числе и бесструктурного, на отдельны компоненты.

В последнее время, как это выяснилось работами М. Е. Поповой В. С. Яблокова и Л. И. Боголюбовой, О. Д. Русановой и др., различ ные виды гелифицированных форменных элементов (витрен, ксило витрен, структурный витрен) и основной массы (комковатая, ксиленс витреновая, хлопьевидная и однородная) при коксовании ведут себ неодинаково. Поэтому выделение структур по этому признак должно быть поставлено очередной задачей детализации.

7. Детализация может итти и по линии текстурной, т. е. п расположению микрокомпонентов. Последнее, грубо говоря, может быт слоистым (послойным) или беспорядочным и т. д. Это должно имет значение для физических свойств, для распределения золы, для обо гащения и вопросов генезиса. Но вопрос о микротекстурах угле и их значении пока еще вовсе не разработан.

8. Предлагаемая схема структурной классификации в этом вид и после детализации, в сущности говоря, отражает в себе отчасти вещественный состав. Полностью классификацией по вещественном составу ее назвать нельзя, так как в ней не учтены важные измене ния вследствие углефикации. Но все же, зная степень углефикаци и структуру, мы уже имеем довольно отчетливое представлени о веществе угля.

9. В то же время данная классификация является отчасти и гене тической, поскольку отдельные структуры с преобладанием того ил другого компонента требуют определенных условий образования Поэтому с известным правом ее можно назвать и структурно-генети ческой.

Следует, однако, подчеркнуть, что парагенетически в одном том же пласте часто бывают ближе соединены переходами структур по вертикальному ряду нашей таблицы, т. е., например, кларен дюрено-кларен или этот последний с кларено-дюреном, но без пере хода в соседнюю вертикальную группу.

Разработка собственно генетической классификации углей требуе еще большой предварительной специально тематической работы

Необходимо выяснить, с какими обстановками и условиями среды связана та или другая степень разложения и превращения растительного вещества и обогащение одними компонентами за счет удаления других. При этом нужно понять те химические и биохимические изменения, которые происходят в исходном растительном веществе. Здесь микробиология и химия торфа могут дать существенный материал. Но переносить современные наблюдения механически на прошлое, без учета своеобразия геологической обстановки, было бы методически неправильным. Только комплексное исследование с участием геологов и углепетрографов может удачно разрешить поставленную задачу.

Поступило
15 июня 1951 г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гинзбург А. И., Петрографические разновидности гумусовых углей Известия АН СССР, серия геологическая, № 4, 1951.
2. Жемчужников Ю. А., Введение в петрографию угля, ГОНТИ, 1934.
3. Заварицкий А. Н., Введение в петрографию осадочных пород, ГОНТИ, 1932.
4. Левинсон-Лессинг Ф. Ю., Петрография, изд. Ленхимсектора, 1931.
5. Левинсон-Лессинг Ф. Ю., ред. Петрографический словарь, 1932.
6. Пустовалов Л. В., Петрография осадочных пород, т. I, II, 1940.
7. Теодорович Г. И., Литология карбонатных пород палеозоя Урало-волжской области, изд. АН СССР, 1950.
8. Швецов М. С., Петрография осадочных пород. Геолиздат, 1948.
9. Stopes M., On the four visible ingredients of the banded coals, 1919.