

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ БЕРЕЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАНСКО-АЧИНСКОГО БУРОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

С. А. ДУЛЬЗЭН, В. Л. КОКУНОВ

(Представлена проф. А. В. Аксариным)

Березовское бурогольное месторождение расположено в пределах Красноярского края, а в тектоническом плане приурочено к северо-западной краевой части Минусинского прогиба Саяно-Алтайской складчатой области.

Макроскопическое описание углей производилось по крновому материалу. Отбор образцов производился непосредственно в период бурения скважин, расположенных на двух перекрещивающихся профилях в западной периклинальной части Березовской мульды.

В результате макроскопического изучения угли по блеску разделены нами на матовые, составляющие 79%, и полуматовые с полублестящими, составляющие 20,8% всей массы углей.

По макроструктуре угли Березовского месторождения подразделяются на штриховатые—67,8%, штриховато-полосчатые—27,1%, полосчатые—26% и однородные—2,5%. Таким образом, большая часть изученных углей является либо штриховатыми, либо штриховато-полосчатыми.

В исследуемых углях макроскопически прекрасно различаются два простых литотипа — витрен и фюзен, и третий — сложного состава — полуматовый или полублестящий уголь.

Микрокомпонентный состав углей

Микроскопическое описание углей производили в прозрачных шлифах в проходящем свете, но с обязательной проверкой поведения микрокомпонентов в скрещенных николях.

При описании шлифов была принята номенклатура микрокомпонентов ГОСТа 9416-60. Процентный состав микрокомпонентов подсчитывали в шлифах с помощью интеграционного столика типа ИСА, а пересчет на процентный состав микрокомпонентов в пластах производился по методике З. В. Ергольской [4].

Прежде чем перейти к характеристике микрокомпонентов березовских углей, следует отметить, что они в основном сложены остатками высших растений, подвергавшихся процессам гелификации, меньше — физенизации и элювиации. Наблюдается резкое преобладание гелифицированных лигнинно-целлюлозных тканей растений в виде микрокомпонентов группы витринита над микрокомпонентами остальных групп.

Очень характерной особенностью березовских углей является

структурность почти всех стеблевых остатков. Этот признак говорит за то, что процесс гелификации не прошел до конца, до образования совершенно бесструктурной однородной гелифицированной массы, а следовательно, процесс захоронения растительных остатков осуществлялся довольно быстро.

Ниже дается описание групп микрокомпонентов, характерных для березовских углей.

Группа витринита

В группе выделяются компоненты, различаемые как невооруженным глазом, так и видимые только под микроскопом.

Витрен. Этот простой ингредиент (литотип) свободно различается в березовских углях невооруженным глазом. Он резко выделяется из основной массы угля более темной однородной окраской, а также более сильным блеском. На вертикальном изломе витрен обычен в виде очень мелких линзочек размером $0,5 \times 3,0$ см и полосок шириной до $1,0$ см. Наиболее часто наблюдается он в виде длинных тонких линз, соответствующих мелким веточкам, стволикам и иногда сравнительно крупным стволам деревьев. На поверхности слоистости витрен также выглядит в виде полосок, ориентированных в различных направлениях.

Наличие линзочек витрена обуславливает штриховатую структуру углей, а штриховатые угли занимают доминирующее положение в пластах Березовского месторождения.

Для линз и полос витрена весьма характерна эндогенная трещиноватость, перпендикулярная слоистости.

Под микроскопом к этой группе относятся коллинит «А», коллинит «Б» и несколько разновидностей телинита.

Коллинит «А» представлен линзочками и полосками с резкими очертаниями и отсутствием клеточного строения. В проходящем свете при одном никеле имеет красно-бурый, реже темно-бурый цвет. В скрещенных николях псевдоструктур не дает. Мелкие линзочки и полоски имеют лишь вертикальную трещиноватость, большие же — вертикальную и косую.

Коллинит «Б» имеет более светлую, чем у коллинита «А», окраску в проходящем свете и слабо выраженную ксиловитреновую структуру. Слагается коллинит «Б» мелкими округлыми комочками, представляющими собой мелкие обрывки тканей, уже потерявших четкость очертаний. Данный компонент наиболее широко распространен в березовских углях, слагая основную массу углей.

Телинит. Микрокомпоненты данной группы имеют характерный красно-бурый цвет в проходящем свете, с тем или иным проявлением структуры растений. Среди них имеются фрагменты растений с полностью заплывшими клеточными полостями, но сохранившие рисунок растительной ткани. Среди них отличаются фрагменты, имеющие ксиловитреновую структуру, а также фрагменты с ксиленовой структурой. Все эти микрокомпоненты наблюдаются в шлифах в виде той или иной формы обрывков, густо или редко насыщающих коллинитовую массу угля. К этой группе относятся:

1. **Телинит «А»** красно-бурого цвета имеет форму полос со следами проводящих тканей растений. Стенки клеток видны отчетливо. В скрещенных николях телинит «А» не дает псевдоструктур.

2. **Телинит «Б»** представлен выпуклыми линзами с извилистыми границами, окаймленными кувинитом размером $0,16 \times 2,0$ мм. Линзы выполнены рыхлой паренхимной гелифицированной тканью красно-

бурого цвета. Вероятно, исходным материалом телинита «Б» являются листья гинкговых и хвойных растений. Об этом наглядно свидетельствуют как их форма, так и размеры:

3. Телинит «В» представляет собой фрагменты всевозможной формы и имеет две характерные особенности: красно-бурый цвет и черепицеобразное клеточное строение. Это фрагменты коровой ткани древесных растений. Фрагменты коровой ткани, очевидно, представляют собой поперечные срезы пробки стеблей и веточек древесных форм растений.

Часто наблюдается коровая ткань, стенки клеток которой пропитаны веществом желтого или темно-оранжевого цвета. Это суберинитообразное вещество, выполняющее крупной сеткой полости клеток растений, вероятно, способствует сохранению фрагментов при процессах разложения. Во всяком случае при разложении клеток пробки остаются целыми полости, заполненные желтым веществом, и тогда наблюдаются фрагменты «пузырчатой структуры» желтого цвета с нитевидно-струйчатыми пятнами красно-бурого цвета.

Ю. А. Жемчужниковым и А. И. Гинзбург [5] подобные образования желтого цвета называются субериновым веществом. Они считают, что коровая ткань вырабатывает субериновое вещество. Ботаники [2] полагают, что суберин пропитывает стенки клеток пробки и превращает их в непроницаемые для воды и газа. Образуется суберинит вместе с пробкой пробковым камбием.

Нами при изучении вещественного состава березовских углей фрагменты коровой ткани с характерным таблитчатым строением клеток, свойственных пробке, без желтого вещества относились к телиниту «В» и подсчитывались как микрокомпоненты группы витринита. Полоски же с «пузырчатой структурой» желтого цвета, где субериновое вещество преобладает над гелифицированным красно-бурого цвета, относились нами к субериниту и подсчитывались как представители группы лейптинита.

Группа семивитринита

К этой группе относятся бесструктурный семиколлинит и структурный семителинит, имеющие в проходящем свете светло-коричневый или коричневый цвет. Структура растительных фрагментов такая же, как и в группе витринита, основным отличием группы компонентов семивитринита является их коричневый цвет.

Семиколлинит имеет слабо выраженную мелкокомковатую (ксилловитреновую) структуру. Полосы и линзы имеют коричневый и темно-коричневый цвет. Для фрагментов с темно-коричневой окраской, как представителей этой группы характерно наложение на процесс гелификации процесса фюзенизации.

Семителинит обладает клеточной структурой (ксиленовой) и наблюдается в виде полосок $0,6 \times 2,0$ мм и мелких табличек размером $0,2 \times 0,4$ мм. Встречается во всех разновидностях углей. Основными признаками являются ксиленовая структура и коричневый цвет.

Микстинит представляет собой мелкую смесь коллинита с микринитом или минеральными примесями. Обычно микстинит имеет темно-коричневый цвет за счет мелких черных табличек фюзеноаттрита. В дюреновом и в фюзинито-семителинитовом типах угля микстинит выполняет роль основной массы, цементирующей растительные фрагменты.

Группа фюзинита

Данная группа микрокомпонентов, слагающая иногда целые литотипы березовских углей, включает в себя фрагменты с ясными реликтами анатомического строения растений-углеобразователей и в зависимости от степени наложения на процесс гелификации процесса фюзинизации, подразделяется на микринит, семифюзинит и фюзинит.

Микринит встречается в березовских углях редко и представляет собой бесструктурный микрокомпонент с плавными очертаниями, в той или иной мере насыщающими коллинитовую массу. Фрагменты имеют черный цвет и размеры не меньше 0,02 мм.

Семифюзинит также редко встречается в углях и представляет собой фрагменты растений, имеющих темно-коричневый, почти черный цвет. По цвету он занимает промежуточное положение между семителинитом и фюзинитом. В зависимости же от структуры семителинит подразделяется нами на две разновидности. Фрагменты с ксилитреновой структурой, имеющие темно-коричневый, почти черный цвет, отнесены нами к семифюзиниту «А», а фрагменты с ксиленовой структурой относятся к семифюзиниту «Б». Наблюдаются взаимные переходы гелифицированных тканей в фюзенизированные на одном фрагменте.

Фюзинит слагает целые прослои в березовских углях и тогда рассматривается нами как литотип. По внешнему виду он похож на обыкновенный древесный уголь с волокнистым строением и шелковистым блеском.

Количество хорошо заметных фюзеновых прослоев по скважинам меняется от 1—2 до 17. Частое их чередование, по всей вероятности, можно объяснить тем, что в бассейне угленакопления наблюдалось периодическое повышение и понижение уровня грунтовых вод.

Фрагменты фюзинита, встречаемые в березовских углях, имеют форму тонких прослоек, от едва заметных до 0,1—1,5 см и более широких. Характерным для фюзинита является его таблитчатое строение, что хорошо наблюдается на плоскостях слоистости. Таблички фюзинита имеют форму правильных четырехугольников или параллелепипедов, различно ориентированных. В поперечных штуфах угля фюзинит наблюдается в виде штрихов, а также в виде узких полосок. Это явно автохтонное образование.

Стенки клеток фюзинита совершенно непрозрачные, черные; форма клеточных полостей различная, размеры их обычно 0,02—0,04 мм. В зависимости от направлений среза растения она может быть от квадратной, со слегка округлыми углами, до сильно удлиненной при косом или радиальном срезе и с фигурами окаймленных пор при тангентальном сечении. Иногда наблюдается постепенный переход фюзинита в семителинит «Б» в одном фрагменте.

Форма клеточных отверстий в фюзенизированных фрагментах зависит от того, какая часть ствола, стволика или веточки наблюдается в шлифе. Когда мы имеем дело с сердцевинной частью ствола, то видим довольно крупные клеточные полости, расположенные в беспорядке. Такую картину, по мнению В. В. Друшиц [3], дают поперечные срезы гинкговых растений.

Фрагменты окраинных частей остатков стволов, стволиков и веточек дают полости клеток правильной субчетырёхугольной формы, которые располагаются строго концентрически, причем очень часто сохраняются годовые кольца роста растений.

Нужно выделить следующую закономерность в отношении сохранности клеточной структуры фюзеновых фрагментов в березовских уг-

лях. Если фюзинит в пласте содержится в более или менее тонких прослойках или включениях, то клеточная структура его сохраняется хорошо. Если же фюзен дает толстые прослойки, то здесь часто наблюдается звездчатая структура фюзена или еще более измельченная.

В некоторых случаях количество фюзена настолько значительно, что уголь становится матовым в изломе штуфа. Мощность таких слоев быстро выклинивается, достигает полуметра и более. В березовских углях фюзинит встречается также в виде кусочков кубической формы и полосок с растрепанными концами, погруженных чаще в полуматовую, чем в полублестящую основную массу. По всей видимости, эта модификация фюзинитовых включений образовалась из аллохтонного, исходного материала, в связи с заболачиванием новых участков при поднятии уровня воды.

Явление привноса аллохтонного материала, окисленного предварительно и давшего фюзинит в виде табличек и полосок с растрепанными концами (что хорошо наблюдается под микроскопом), в Березовских углях наблюдается очень часто.

Группа лейптинита

В углях данного месторождения группа лейптинита представлена споринитом, кутинитом, резинитом и суберинитом. В проходящем свете при одном никеле лейптинитовые элементы имеют золотисто-желтый, желтый до темно-оранжевого цвет. В отражательном свете они имеют бледно-серый цвет и высокий рельеф.

Споринит в углях представлен в виде оболочек макро- и микроспор.

Макроспоры нами наблюдались только в двух шлифах, в виде обрывков экзины размером $0,02 \times 0,25$ мм. Экзины макроспоры имеют желтый цвет и резкий рельеф, в скрещенных николях — слабый серый цвет и рельеф. Поверхность макроспор имеет бугорчатое строение.

Микроспоры наблюдаются в угле в виде мелких желтых штрихов. Размеры экзин микроспор колеблются от 0,015 до 0,075 мм. Форма микроспор простая — тонкие короткие штрихи, изредка изогнутые в виде крючков. Микроспоры обычно равномерно рассеяны в коллининовой массе.

К у т и н и т. В березовских углях имеется две разновидности кутинита: тонкий и толстый. Тонкий кутинит наблюдается с ясно выраженными зубчиками, иногда без них (толщина не превышает 0,02 мм). Кутинит при одном никеле имеет ярко-желтый цвет, а в скрещенных приобретает серый. Кутинит обычно окаймляет линзочки теллинита «Б». Встречается кутинит редко и больших скоплений не дает. Часто кутинит наблюдается в виде обрывков размером до 0,30 мм. Толстый кутинит встречается очень редко и не характерен для углей Березовского месторождения.

Р е з и н и т встречается в углях в виде остроугольных и овальных тел. Резинит имеет желтый, светло-оранжевый и темно-оранжевый цвета, а при скрещенных николях более темный цвет.

Из лейптинитовых элементов резинит выделяется своими ровными контурами и наличием трещиноватости в виде мелкой сетки, причем целостность резинитовых тел сохраняется. Размер резинитовых тел колеблется от 0,05 до 0,30 мм.

С у б е р и н и т. Суберинитовое вещество, пропитывающее редкой сетью коровые ткани, имеет довольно широкое распространение в углях Березовского, а также Ирша-Бородинского и Назаровского месторождений [1,8], ранее исследованных нами.

Цвет суберинита колеблется от янтарно-желтого до оранжево-желтого, структура волокнистая, обусловленная строением стенок коровых тканей. Чистое субериновое вещество в углях не встречается и только тонкой сетью окружает коровые клетки. В скрещенных николях суберинит не дает псевдоструктур, а цвет его не изменяется.

Фрагменты коровой ткани обильно пропитаны субериновым веществом и образуют пузырчатую ткань, в которой клетки собственной пробки выглядят на желтом фоне пятнами ярко-бурого цвета.

Группа альгинита

Эта группа представлена альготелинитом, который встречается в углях довольно часто, но в малом количестве, примерно 0,33—0,57%. Альготелинит имеет полуэллипсоидальную форму, овальные очертания. Цвет альготелинита золотисто-зеленоватый при одном никеле, а при скрещенных светло-серый. На некоторых экземплярах наблюдается пятнистость — вероятное отображение внутреннего строения. Особенно ярко наблюдается подобное явление на колониях, больших размеров (0,5 мм). Размеры колоний альготелинита колеблются от 0,04×0,40 мм до 0,05×0,10 мм. Чаше наблюдаются колонии альготелинита 0,040×0,05 мм. Альготелинит такого облика всеми исследователями относится к роду *Pila*.

Минеральные включения в углях

Минеральные включения в углях относятся к терригенным, сингенетического типа. Макроскопически они не обнаруживаются.

К терригенным минералам относятся кремнистые (халцедон, кварц) и глинистые (каолинит, гидрослюды).

Кварц является минералом наиболее распространенным. Он встречается в форме угловатых, почти круглых зерен размером от 0,02×0,02 до 0,05×0,08 мм, погруженных в коллинитовую массу.

Халцедон наблюдается очень редко в коллинитовой массе угля в виде мелких угловатых включений размером 0,021×0,042 мм.

Каолинит представлен мелкими чешуйками, рассеянными в коллинитовой массе.

Гидрослюды встречаются в угле в виде дисперсно-рассеянного глинистого вещества. При наличии этой примеси коллинитовая масса приобретает грязновато-бурый цвет.

Петрогенетические типы углей

Изучение углей Березовского месторождения под микроскопом показало, что в его составе имеются представители класса гумитов и сапропелито-гумитов, которые подразделяются на ряд петрогенетических типов углей, являющихся представителями соответствующих фаций угленакопления.

Класс гумитов в березовских углях включает в себя следующие петрогенетические типы.

Клареновый тип — КТ

Это представитель застойных топяных болот с высокой степенью обводненности. Клареновые угли составляют 81,1% мощности пласта Березовского. Клареновый тип угля подразделяется на два петрогенетических подтипа со своими разновидностями.

I. Матовый штриховатый клареновый уголь с витреном и фюзеном — КТ-1.

1. Телинитовый кларен.
2. Фюзинито-семителинитовый кларен.

II. Полуматовый, штриховатый клареновый уголь с витреном — КТ-2.

1. Кутинитовый кларен.
2. Споринитовый кларен.
3. Споринито-кутинитовый кларен.

Дюрено-клареновый тип — ДКТ

Дюрено-клареновый тип угля является представителем фации топяного болота с очень слабой проточностью. В общем на этот тип угля приходится 13,0%. Этот тип угля слагает выдержанные прослой мощностью от 1,0 до 6,0 м. Данный тип угля подразделяется на две петрографические разновидности:

1. Телинитовый дюрено-кларен,
2. Фюзинито-семителинитовый дюрено-кларен.

Кларено-дюреновый тип — КДТ

Кларено-дюреновый тип, как представитель фации топяных болот со слабой проточностью вод, также слагает слои мощностью от 1,0 до 1,5 м и составляет 2,4% пласта. Уголь этого типа подразделяется на три петрографические разновидности:

1. Телинитовый кларено-дюрен,
2. Кутинитовый кларено-дюрен,
3. Споринито-кутинитовый кларено-дюрен.

Дюреновый тип — ДТ

Дюреновый тип угля является представителем фации топяного проточного болота. Этот тип угля слагает слабо выраженные прослой мощностью от 1,0 м до 1,5 м и составляет 2,5% массы пласта.

Этот тип угля составляет незначительную часть пласта и не имеет широкого распространения в пространстве и во времени.

Данный тип угля подразделяется на две петрографические разновидности:

1. Телинитовый дюрен.
2. Семифюзинитовый дюрен.

Фюзинито-семифюзинитовый тип — ФСТ

Фюзинито-семифюзинитовый тип угля является представителем фации слабо обводненного лесного болота. Слагает единичные линзы мощностью 0,5—2,0 м и составляет 0,2% пласта Березовского. Уголь этого типа подразделяется на две разновидности:

1. Однородный фюзеновый уголь.
2. Фюзинито-семителинитовый уголь.

Класс сапропелито-гумитов — СГ

Представители сапропелито-гумитовых углей характеризуются наличием альготелинитов в гумусовой коллинитовой массе. Процентный состав альготелинита в этих углях невысокий, но с генетической точки зрения данные угли являются представителями фации заболоченных

озер. Сапропелито-гумусовый уголь представлен альготелинитовым клареном. Сапропелито-гумитовые угли встречаются редко. Этот тип угля слагает небольшие прослои и составляет 0,8% от мощности пласта.

В данной работе рассматривается петрографический и вещественный состав юрских бурых углей Березовского месторождения Канско-Ачинского угленосного бассейна.

При изучении геологического строения Березовского месторождения много общих черт, свойственных ряду других месторождений Канско-Ачинского бассейна (Абанское, Ирша-Бородинское, Назаровское), что позволяет ожидать много общего и в вещественном составе углей [1 8].

Наиболее существенным является единое и очень близкое время формирования угленосных свит, а также заключенных в них угольных пластов. Возраст изученных отложений датируется отпечатками листовой флоры, определенными А. В. Аксариним, а также споро-пыльцевыми комплексами, определенными Н. С. Сахановой-Григорьевой и Л. Г. Марковой.

Отметим следующий важный фактор, сказавшийся на общности черт вещественного состава углей, изученных месторождений. Вышеуказанные месторождения входят в один из поясов угленакопления П. И. Степанова [6], что по Н. М. Страхову [7] является древней зоной гумидного климата. Изучение состава растений углеобразователей, а также изучение состава растительного покрова этой зоны, проведенное нами, показало, что состав растительного покрова, а также состав растений углеобразователей имеет очень много общего. Разумеется, при таком большом сходстве состава растений-углеобразователей трудно ожидать большого различия в вещественном составе углей изученных пластов. Исходным материалом углей Березовского месторождения являются в основном древесные формы растений хвойно-гинкгового состава и лишь в меньшей мере сфагновый моховой материал.

По данным петрографического состава зольности угли Березовского месторождения, по-видимому, в основном формировались в болотах верхового типа.

В заключение необходимо отметить, что микрокомпонентный состав углей Березовского месторождения, особенно пласта Березовского, заставляет ожидать хороших технологических качеств углей, пригодных не только для энергетических целей, но и для химической переработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Аксарин, О. А. Дульзон, В. Л. Кокунов, Л. А. Пухляков. Вещественный состав юрских углей Березовского и Абанского месторождений Канско-Ачинского бассейна. Отчет по хозяйственной теме № 76/62 с Красноярским управлением. Рукопись, фонды КГУ, 1964.

2. П. А. Богданов. Ботаника. Гослесбумиздат, 1961.

3. В. В. Друшиц, Т. А. Якубовская. Палеоботанический атлас. Изд. МГУ, 1961.

4. З. В. Ергольская. Методика петрографического исследования угольного пласта для определения качеств угля. Фонды ЗСГУ, 1947.

5. Ю. А. Жемчужников, А. И. Гинзбург. Основы петрологии углей. Изд. АН СССР, 1950.

6. П. И. Степанов, С. И. Миронов. Геология месторождения каустобиолитов. ОНТИ, 1967.

7. Н. М. Страхов. Основы теории литогенеза. Изд. АН СССР, 1962.

8. В. Л. Кокунов. Петрографическая характеристика Бородинского пласта Ирша-Бородинского месторождения Канского бурогоугольного бассейна. Изв. ТПИ, т. 122, вып. 1, 1964.