

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. Ч.1**

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 21.05.02*

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021**

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский горный университет

Кафедра геологии и разведки месторождений полезных ископаемых

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. Ч.1

ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 21.05.02*

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2021

УДК 552.57 – 553.98 (073)

ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ (ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ): Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.Н. Новикова*. СПб. 2021. 40 с.

Изложены цели дисциплины «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» (Промышленные типы месторождений твердых горючих полезных ископаемых), показана ее взаимосвязь с другими дисциплинами. Представлена тематика лабораторных работ, дано объяснение последовательного их выполнения. Сформулированы контрольные вопросы по темам лабораторных занятий.

Предназначены для обучающихся по направлению подготовки 21.05.02 «Прикладная геология», специализация: «Геологическая съемка поиски и разведка твердых полезных ископаемых», квалификация: «Горный инженер-геолог».

Научный редактор проф. *А.В. Козлов*

Рецензент доктор г.м.-н., проф. *В.И. Вялов*, (ФГБУ «ВСЕГЕИ им. А.П. Карпинского»)

© Санкт-Петербургский
горный университет, 2021

Введение

Дисциплина «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» (Промышленные типы месторождений твердых горючих полезных ископаемых) имеет целью изучение студентами процессов углеобразования, особенностей химического и вещественного состава растительного вещества, как первичного исходного материала для образования углей и горючих сланцев; направлений использования углей и горючих сланцев, их качественных особенностей, в том числе петрографического состава углей и горючих сланцев, а так же их генетических особенностей; промышленной и генетической классификации углей; закономерностей образования и размещения угольных и горючесланцевых месторождений и бассейнов; особенностей основных геолого-промышленных районов угледобычи на территории Российской Федерации.

Этот курс опирается на знания, полученные студентами при изучении физики, химии, математики, биологии, исторической и динамической геологии, общей геологии, петрографии осадочных пород, геотектоники, литологии.

Для лабораторных работ № 1-3 (макроскопическое изучение твердых горючих полезных ископаемых) используются эталонные и рабочие коллекции твердых горючих полезных ископаемых, которые находятся в специализированной аудитории кафедры ГРМПИ Горного университета. Студенты знакомятся с обзорной коллекцией торфа, углей и горючих сланцев, изучают генетические типы, литотипы углей различных геолого-промышленных типов бассейнов, их физические свойства, структуру и текстуру макрокомпонентов. Итогом работ является осуществление контроля знаний студентов с помощью контрольных образцов из коллекции. Контрольные работы выполняются студентами в виде краткого, но достаточно полного и логически правильного изложения представлений по предложенной коллекции образцов твердых горючих полезных ископаемых. Студентам выдаются в индивидуальном порядке контрольные образцы твердых горючих полезных ископаемых различных генетических типов, литотипов, стадий метаморфизма. По диагностическим свойствам необходимо описать макроскопические диагностические при-

знаки углей (цвет, блеск, трещиноватость), определить генетический тип, литотип, стадию метаморфизма для клареновых углей.

В качестве оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации используются контрольные наборы образцов каустобиолитов угольного ряда, контрольные вопросы по темам лабораторных занятий.

Лабораторная работа № 1. Знакомство с обзорной коллекцией углей. Изучение твердых горючих ископаемых по видам: торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит и стадиям метаморфизма. Описание макроскопических диагностических признаков углей (цвет, блеск, трещиноватость, кливаж) по индивидуальным заданиям

Цель работы: общее знакомство с эталонной коллекцией торфа и углей, являющихся одним из компонентов минеральных природных ресурсов.

1. Общие положения

Процесс образования углей чрезвычайно сложен. В этом процессе укрупнено, возможно выделить две стадии их образования: на первой стадии органическое вещество (в основном отмершие растения) преобразовываются в торф, на второй – торф преобразовывается в бурый уголь, который затем переходит в каменный, а в последствии в антрацит.

Торф - горючее полезное ископаемое, образовавшееся в результате неполного распада растений и содержащее в сухой массе не менее 50% ОВ, внешне представляет собой сравнительно однородную по составу уплотненную массу темно-коричневого или черного цвета с естественной влажностью – 85-95%.

Аморфная масса торфов называется - гумусом.

Процесс образования торфа называется - гумификацией.

Изучая уголь макропетрографическим способом, необходимо описать его основные физические и механические свойства, определяемые по внешнему виду. А именно: цвет угля, цвет его черты (цвет порошка на фарфоровой пластинке), блеск, плотность, удельный вес, излом, хрупкость, отдельность, макроструктуру, текстуру и другие физические свойства. В рамках лабораторной работы рассматриваются некоторые из физических свойств.

Уголь - твердая горючая осадочная порода, сформировавшаяся из остатков отмерших растений в результате их биохимических, физико-химических, химических и физических изменений. Кроме органических составляющих, в угле всегда присутствуют минеральные примеси, содержание которых изменяется от 1 до 50 %.

Ископаемые угли разнообразны по вещественному составу и физическим свойствам, что обусловлено неоднородной природой исходного растительного материала, особенностям эпохи и условий протекания первой (торфяной) стадии углеобразования, влиянием температуры и давления в процессе формирования угленосных бассейнов.

Методы петрологии углей позволяют реально оценивать сложность состава и степень метаморфизма углей, а также прогнозировать различные их свойства по результатам лабораторных исследований.

Цвет углей - изучается в его сухом состоянии, зависит от природы угольного вещества (гумусовый уголь, сапропелит), степени метаморфизма, содержания минеральных примесей и петрографического состава.

Бурые угли низкой степени углефикации окрашены в светлые коричневато-бурые иногда желтовато-коричневые тона. Более сильно метаморфизованные бурые угли имеют темно-бурый до смоляно-черного цвета. Каменные угли имеют преимущественно черную, иногда темно-серую окраску. Антрациты нередко имеют серо-стальной цвет с желтоватым оттенком. Для липтобиолитов характерен коричневый или темно-коричневый, почти черный цвет. Сапропелиты угли имеют светло- и темно-коричневый, иногда серо-желтый со слабо заметным оливковым или зеленоватым оттенком темно-серый и даже черный цвет.

Цвет угля искажается минеральными примесями, наличие в угле большого количества минеральных примесей снижает интенсивность окраски и придает сероватый цвет.

Цвет черты. Различие в цветовых оттенках угольного вещества значительно реже проявляется в черте, получаемой на фарфоровой пластинке - бисквите.

Сапропелиты имеют черту желтого, зеленовато-желтого и коричневого цветов, иногда с легким буроватым оттенком. Липтобиолитовый уголь имеет также желтую или коричневатую-желтую черту (экзотический уголь). Цвет черты бурых углей колеблется в пределах буро-коричневых оттенков. При этом цвет черты угля всегда

светлее его цвета в куске. Цвет черты углей изменяется от длинно-пламенных к антрацитам (таблица 1.1).

Таблица 1.1

Определение степени метаморфизма клареновых и витреновых углей по цвету черты на фарфоровой пластинке

Степень метаморфизма угля (степень углефикации)	Цвет черты
Бурый уголь	яркий коричневый, желтовато-коричневый, коричнево-бурый
<i>Каменные угли:</i>	
Длиннопламенный, Газовый	коричневый
Жирный	коричнево-черный, темно-коричневый
Коксовый	черный, при растирании темно-коричневый
Тощий	черный
Полуантрацит	темно-серый
Антрацит	интенсивно-черный, бархатисто-черный

Блеск углей. Блеск углей является одним из самых характерных свойств углей.

По характеру блеска различают угли со следующим типом блеска:

- металлический - антрациты;
- ярким стеклянний (тощие и отощено-спекающиеся угли);
- стеклянний (коксовые);
- шелковистый (кеннели и волокнистые угли);
- жирный (некоторые сапропелиты);
- смолистый (длиннопламенные и тяготеющие к ним бурые угли).

Многие сапропелиты и большинство бурых углей либо вовсе лишены блеска (землистые бурые угли), либо обладают слабым матово-жирным блеском.

Таким образом, по характеру блеска можно установить как происхождение – генетический тип (гумусовые угли, сапропелиты), так и степень метаморфизма (марочный состав) (таблица 1.2).

По степени блеска угли подразделяются на: матовые, полуматовые, полублестящие, блестящие. Если признак характера блеска можно, в какой-то мере, считать абсолютным, то понятие степени блеска вполне относительно, так как шкала блеска углей любого бассейна может быть условно разделена на указанные отрезки независимо от ее диапазона. ***Степень блеска зависит от петрографического состава углей и процентного содержания минеральных примесей!***

Таблица 1.2

Определение степени метаморфизма клареновых и витреновых углей по степени блеска

Степень метаморфизма угля (степень углефикации)	Блеск
Бурый	лишен блеска (землистый), слабо матово-жирный
Длиннопламенный	тусклый, смолистый
Газовый	отчетливый, близкий к стеклянному
Жирный	яркий стеклянный
Коксовый	очень яркий стеклянный
Тощий	очень яркий алмазный
Антрацит	очень яркий металлический

Блеск угля варьирует в широких пределах и тесно связан с петрографическим составом, зависит от генетической принадлежности, зольности и усиливается по мере увеличения степени углефикации. Блеск одних и тех же составляющих угля существенно возрастает при метаморфизме. Так, витрен в бурых углях лишен блеска (землистый) либо слабо матово-жирный, в каменных средних стадий метаморфизма - тусклый смоляной блеск, стеклянный, а в антрацитах - металлический.

Основным показателем оптических свойств углей, широко применяющимся для оценки метаморфизма, является отражение витринита. Числовое значение отражения R_0 (%) представляет собой отношение интенсивности света, отраженного от полированной поверхности к общей интенсивности светового потока, вертикально падающего на нее.

Этот показатель неодинаков у различных микрокомпонентов углей. Наибольшее значение R_0 характерно для микрокомпонентов

группы инертинита, наименьшее - для липтинита. Витринит занимает промежуточное положение. Его отражение служит в настоящее время наиболее надежным показателем степени метаморфизма углей.

Излом. Под изломом принято понимать характер поверхности, получившейся в результате разламывания не по основным плоскостям отдельности или наслоения. Различают следующие типы изломов: землистый, раковистый, занозистый, волокнистый, угловатый, неровный (неправильный).

Землистый излом - встречается у молодых бурых углей, лишенных цемента и имеющих рыхлое строение, а также у выветрелых (сажистых) углей, утративших связность и плотность в результате окисления.

Раковистый излом - наиболее распространенный среди углей однородного состава встречается, как у блестящих разностей, так и наиболее матовых. Угли с раковистым изломом разламываются по выпуклым концентрическим поверхностям, в форме раковин.

Волокнистый излом - наблюдается у фюзенитового угля, то есть обугленной растительной ткани, сохранившей черты первоначального строения. Характерен для многих лигнитов бурых углей.

Занозистый излом - близок к волокнистому и встречается среди представителей углей, которые содержат крупные включения полуразложившихся растительных тканей.

Угловатый излом - типичен для углей с хорошо развитой тонкопластинчатой эндогенной отдельностью. Для него характерна ступенчатая поверхность.

Неровный (неправильный) излом - встречается у большинства плотных углей с крупными размерами эндогенной отдельности.

Твердость определяется по шкале Мооса в пределах от 1 до 3.

Бурые угли более мягкие, сапропелиты и антрациты тверже.

Из-за хрупкости углей достаточно сложно определить правильную твердость с помощью шкалы Мооса. Поэтому определяют твердость свежедобытого угля на специально изготовленных и шлифованных кубиках со стороной 20 мм прибором микро-твердомером.

Наиболее твердой является фюзенитовая составляющая угля, менее твердой - витринитовая.

Хрупкость (вязкость) угля имеет связь со степенью метаморфизма, составом исходного материала, содержанием минеральных включений и условиями накопления. Выражается в способности угля оказывать противодействие раздавливанию.

От степени метаморфизма: наиболее хрупкие угли стадий Ж, К, ОС, к длиннопламенным и антропоцитовым углям хрупкость уменьшается (вязкость увеличивается). От генетического типа: наиболее хрупкие гумусовые угли, а наименее- сапропелевые. От петрографического состава: наиболее хрупкий фюзен, потом витрен, кларен и дюрен.

Отдельность. Отдельность в углях - это свойство их раскалываться по отдельным ориентированным поверхностям на различные геометрические формы. Наиболее распространенными типами отдельности являются: пластинчатая, листовая, волокнистая, косо-параллелепипеидальная, гребенчатая, пирамидальная, кубическая, прямоугольная, брекчиевидная, неправильная и др.

Трещиноватость углей. Установлено, что почти все вмещающие горные породы и ископаемые угли разбиты трещинами. Трещины нарушают сплошность пород и изменяют их прочностные свойства. Трещины образуются под действием эндогенных и экзогенных процессов, происходящих в недрах земли. Совокупность трещин, нарушающих монолитность пород угля, будем называть трещиноватостью. Трещиноватость углей является одним из показателей физико-механических свойств углей, а именно его механической прочности. От прочности и трещиноватости зависит гранулометрический состав добываемых углей. Он обуславливает выбор схем и средств транспортировки, тип и количество технологического оборудования шахт, разрезов и обогатительных фабрик, а также планирование показателей по выпуску и выходу сортового топлива. Трещиноватость углей определяет их дробимостью. От нее зависит размер крупности кусков углей при их добыче, транспортировке и на подготовительных стадиях процессов переработки.

Структурно-текстурные особенности углей влияют не только на выраженность отдельных групп трещин, но и на способность раз-

рушения угля при добыче и технологическом использовании. Чем однороднее уголь, чем реже в нем встречаются фюзеновые прослои, тем труднее он раскалывается по плоскостям наслоения. Витринитовые полосы, имеющие повышенную хрупкость и трещиноватость, являются ослабленными швами в угле и способствуют его расчленению по наслоению при механических воздействиях. Инертинит создает ослабленные участки в угле лишь тогда, когда он скапливается в отдельных прослоях в виде довольно крупных фрагментов.

Трещины, имеющие одинаковую или близкую пространственную ориентировку, относят к одной группе и называют системой трещин.

Кливаж - это система параллельных трещин, не совпадающих с наслоением, по которым происходит раскалывание угля. Кливаж возникает в результате изменения физического состояния угля при его метаморфизме, выветривании и в результате тектонических воздействий. По условиям образования в углях выделяют три типа кливажа в отдельности:

- первичный (эндокливаж), возникающий под влиянием внутренних причин, т.е. изменений состава и физико-механических свойств (плотности и прочности) угольного вещества при диагенезе и метаморфизме, ведущих к молекулярному уплотнению, сокращению объема и возникновению трещин растяжения;

- вторичный тектонический (экзокливаж), образующийся как результат деформации под действием внешних тектонических воздействий;

- вторичный выветривания (гипергенный), возникающий при выветривании в результате воздействия окисляющих климатических факторов выветривания, вызывающих образование трещин раскрытия.

Классификация типов трещин кливажа в углях представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3

Классификация трещин в углях

Тип	Характер напряжения при разрыве	Основные факторы образования	Основное направление (относительно слоистости)	Форма	Характер поверхностей
Эндогенные (петрогенные)	Растяжение	Метаморфизм	Перпендикулярное к поверхности наслоения	С параллельными или смыкающимися ограничивающимися поверхностями	Ровные и гладкие
Экзогенные (эпигенетические)	Сжатие	Тектоника (пликативные и дизъюнктивные дислокации)	Наклон трещин отдельности к плоскости напластования различен и зависит от направления действующих сил	-	Часто со следами перемещения – штрихами, бороздами, зеркалами скольжения
Гипергенные	Растяжение	Выветривание	Образование трещин раскрытия	Клиновидная	Неоднородные, бугорчатые

Эндогенная трещиноватость зависит от петрографического состава и стадии метаморфизма угля. Наибольшей трещиноватостью характеризуются витринитовые угли средних стадий метаморфизма. При их разработке в добытом угле преобладают куски размером менее 6 мм. Трещины эндогенного кливажа, как правило, перпендикулярны к плоскостям наслоения и наиболее четко проявляются в витрене и кларене, менее четко в дюрене. Наиболее распространенным типом в эндогенной отдельности является пластинчатая.

Частота и выдержанность трещин первичного кливажа не остаются постоянными и интенсивно изменяются с метаморфизмом

(максимум в углях стадий Ж, К, ОС). В бурых углях кливаж не выражен, за исключением стадий Бз.

Экзогенная трещиноватость. Ориентировка трещин вторичного кливажа обусловлена направлением скалывающих усилий и зависит от положения угольного пласта в геологической структуре. Большинство трещин этого типа в различных частях складчатых структур имеют одинаковую ориентировку, их простирание часто совпадает с простиранием разрывных нарушений. В одну фазу складчатости может образовываться до 6 систем экзогенных трещин. Тектонический кливаж является следствием скалывания и пластичного течения угольного вещества. Эти трещины в пологозалегающих пластах сравнительно редки, а в крутопадающих встречаются в значительных количествах. Интенсивность развития, степень выраженности экзокливажа связаны с геологическими условиями залегания, петрографическими особенностями угля и степенью метаморфизма. Его признаки:

- произвольные, но чаще 45⁰ расположение по отношению к слоистости;

- поверхности трещин имеют следы перемещения (зеркальный блеск, ребристость, струйчатость, гребенчатость и др.).

Вторичные трещины в различных петрографических типах углей развиваются неодинаково. Наиболее сильно эти трещины проявляются в хрупких витреновых и клареновых углях средних стадий метаморфизма (Ж, К, ОС). Экзогенные трещины отрыва возникают в замках антиклинальных складок.

Проявления *экзогенной трещиноватости* широко развиты в пачках блестящего и полублестящего углей с большим содержанием витринита. Как правило, в пластах, где, наряду с пачками полуматового и матового, присутствуют пачки блестящего и полублестящего углей, последние оказываются более трещиноваты, а иногда и полностью перемятые, что приводит к повышенному выходу мелких классов при выемке.

При прочих равных условиях уголь, находящийся на средних стадиях метаморфизма, имеет более развитую экзогенную трещиноватость, чем на низких и высоких, что обусловлено характером изменения физико-механических свойств углей при метаморфизме.

Экзогенная трещиноватость в некоторых случаях сильно влияет на механическую прочность угля. Уголь пачек пласта, интенсивно разбитых экзогенными трещинами. При малейших воздействиях рассыпается в пыль или распадается на мелкие линзовидные кусочки (перемятый уголь).

Гипергенная трещиноватость, возникает при выветривании в результате воздействия окисляющих климатических факторов выветривания, вызывающих образование трещин раскрытия. Форма и количество трещин зависит от глубины выветривания. При этом раскрываются существенные трещины экзокливажа и эндокливажа, а также возникают новые трещины.

Изучая трещиноватость, необходимо в каждом конкретном случае выяснить морфологические особенности и генетическую природу наблюдаемых трещин.

По степени проявления и раскрытия трещины подразделяют на скрытые, закрытые и открытые. Демаскирующим признаком является заполнение полости минеральным веществом, отличающимся по цвету и составу от породы или пласта угля. Вследствие чего трещины легко обнаруживаются в стенке горной выработки. *Скрытые* трещины бывают настолько малы по ширине или раскрытию, что не видны при визуальных наблюдениях и обнаруживаются лишь при ударе по породе. К *закрытым* относят трещины, стенки которых плотно прилегают друг к другу, но все же видны визуально. У *открытых* трещин стенки раздвинуты и четко видна полость. Благодаря наличию трещин породы и уголь приобретают различную отделимость.

Трещины кливажа угля имеют важное значение при разработке угольных месторождений. С помощью трещин кливажа возможно первичное определение стадии метаморфизма угля.

Трещиноватость блестящих гелитолитовых клареновых и дюрено-клареновых углей при метаморфизме изменяется следующим образом: (По данным Г.А. Иванова, Л.И. Сарбеевой, И.И. Аммосова и И.В. Еремина):

- *угли марки Д (длиннопламенный)* - трещины большой протяженности, расположены через 4-7-10 см, а мелкие чаще (иногда через 5-8 мм) и быстро затухают на расстоянии 0,2-1 см;

- угли марки *Г* (*газовый*) - хорошо выраженные трещины на расстоянии 3-5 см, слабовыраженные мелкие эндогенные трещины расположены от 2 до 4 мм;

- угли марки *Ж* (*жирный*) - эндогенные трещины выражены весьма четко, достигают большой интенсивности (расстояния между трещинами до 15 мм), встречаются мелкие трещины через 2-5 мм, угли непрочные;

- угли марки *К* (*коксовый*) - уголь рассечен густой сетью эндогенных трещин (расстояние между трещинами 2-5 мм), угли очень хрупкие, непрочные;

- угли марки *ОС* (*отощенный-спекающийся*) - по трещиноватости в основном аналогичны коксовым;

- угли марки *Т* (*тощий*) - трещиноватость менее развита сравнительно с коксовыми и жирными, расстояния между хорошо развитыми плоскостями 1-3 см;

- угли марки *А* (*антрацит*) - эндогенный кливаж с расстоянием чаще 0,5-1-2 см, редко до 10 см.

Кливаж в бурых углях выражен слабо. Например, для гумусовых углей Подмосковского бассейна густота трещин колеблется от 3 до 50 см, в сапропелитах – 20-70 см, по Н.П. Гвоздевой (1948).

Интенсивность кливажа определяется также петрографическим составом углей. В блестящих витреновых и клареновых углях кливаж развит более интенсивно сравнительно с полуматовыми кларено-дюреновыми и матовыми дюреновыми углями.

Практика разработки угольных месторождений свидетельствует о том, что в случае детального изучения трещиноватости углей, результаты такого изучения возможно использовать для повышения производительности труда, улучшения работы горных машин и механической крепи в забое лав, повышения техники безопасности при проведении выработок и др. И наоборот, поверхностное изучение трещиноватости и недоучет ее влияния при добыче угля становится источником различных аварий в шахтах.

2. Приборы и материалы

- обзорная коллекция углей;

- лупа;

- индивидуальное задание из шести образцов угля.

3. Практическая часть работы

Практическая часть работы сводится к просмотру образцов торфа, бурых, каменных углей и антрацитов разного петрографического состава эталонной коллекции, тем самым знакомясь с образцами различных бассейнов и месторождений. Для образца угля индивидуального задания описать макроскопические диагностические признаки углей: цвет, блеск, трещиноватость.

При просмотре образцов углей обратить внимание структурно-текстурные особенности углей.

3.1. Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Изучить вопрос темы по учебной литературе.
2. Изучить образцы углей по эталонной коллекции лаборатории.
3. Для каждого образца индивидуального задания определить цвет, блеск.
4. Для каждого образца индивидуального задания определить основное направление трещин относительно слоистости, форму и характер поверхностей трещин.
5. Для каждого образца индивидуального задания по таблице 1.3 определить тип трещин, характер напряжения при разрыве и основные факторы образования трещин. Результаты изучения образцов внести в отчетную таблицу (табл. 1.4).

4. Оформление отчета

Титульный лист к лабораторной работе составить в соответствии с приложением 1 методических указаний.

Отчет составляется на одной стороне листа нелинованной бумаги формата А1.

Страница текста ограничивается полями: слева - 25 мм, сверху и снизу - по 20 мм, справа - 10 мм.

Таблица 1.4

Классификация трещин в углях и определение их стадии метаморфизма

№ образца	Цвет	Цвет черты	Излом	Блеск	Стадия метаморфизма	Описание трещиноватости углей			
						Основное направление (относительно слоистости)	Форма трещин	Расстояние между трещинами	Характер напряжения при разрыве
1									
2									
3									
4									

5. Контрольные вопросы

1. Что представляет собой уголь?
2. Чем обусловлено разнообразие ископаемых углей по вещественному составу и физическим свойствам?
3. Какие методы позволяют прогнозировать различные свойства углей?
4. Какие макроскопические признаки относятся к оптическим свойствам углей.
5. Какой показатель является основным при оценке оптических свойств углей?
6. Каким показателем оценивается степень метаморфизма углей?
7. Какие типы трещин выделяются в углях?
8. От чего зависит гранулометрический состав добываемых углей?

Лабораторная работа № 2. Генетическая (петрографическая) классификация гумусовых и сапропелевых углей: гумолиты (гуммиты, липтобиолиты), сапропелиты, сапрогумолиты. Изучение литотипов угля

Цель работы: научиться определять петрографический (генетический) состав углей, определять их литотипы, составлять прогноз направления использования углей.

1. Общие положения

Классификация ископаемых углей по петрографическому составу. В основу петрографической классификации углей положена элементарная определяемая комплексная единица - петрографический тип (аналогичен понятию «порода» в петрографии осадочных пород).

Под петрографическим типом угля (литотипом) понимают горную породу растительного происхождения, обладающую рядом характерных внешних признаков и определенным вещественным (микрокомпонентным) составом.

В соответствии с ГОСТ 17070-2014 «Угли. Термины и определения», петрографический состав угля – это «количественная характеристика угля по содержанию основных групп мацералов, микролитотипов, литотипов и минеральных включений».

Стандартные методы выделения мацералов, представляющих литотипы угля, отсутствуют. Петрографический тип угля первоначально определяется по внешнему виду. Это определение проверяется и детализируется при микроскопическом исследовании.

Петрографический состав углей оказывает существенное влияние на химико-технологические и физические свойства углей, поэтому результаты определения петрографического состава необходимо учитывать при выборе направлений энергетического и нетопливного использования углей, при их обогащении и коксовании. Показатели петрографического состава являются наиболее важным параметром классификации и кодификации углей.

Согласно ГОСТ 17070-2014 «Угли. Термины и определения», **литотипы угля** – это «составные части угля, различимые не-

вооруженным глазом, отличающиеся по блеску, цвету, излому, структуре, текстуре и трещиноватости».

В зависимости от исходного материала и условий накопления литотипы слагаются макроскопически однородным, но различным по блеску углем или состоят из чередующихся прослоев и линз. К отдельному литотипу может быть отнесен слой угля мощностью более 2 см.

Выделяют четыре основных литотипа в гумусовых углях и два – в сапропелевых углях. В гумусовых углях выделяют: витрен; кларен; дюрен; фюзен. В сапропелевых углях – матовые и полублестящие разновидности. Слои различных литотипов в пластах образуют полосчатый уголь.

В сложении углей различают простые и сложные литотипы. Названия литотипов имеют окончания «ен».

К простым литотипам относят:

витрен (блестящий уголь) – сильно блестящий, однородный, хрупкий, густо вертикально трещиноватый, распадающийся на кубики (мелкая фракция) при разработке, с раковистым изломом;

фюзен (сходен с древесным углем) – матовый, с шелковистым блеском, волокнистой структурой, мягкий, сажистый, пачкающий руки, очень хрупкий, а иногда твердый если полости клеток заполнены карбонатом, кварцем или другими минеральными примесями; встречается миллиметровыми линзами или их скоплениями толщиной до 20 см и длиной в несколько метров.

К сложным литотипам относят:

кларен – блестящая разновидность; по блеску близкий к витрену, с угловатонеровным изломом, относительно хрупкий, однородный и полосчатый;

дюрено-кларен – полублестящая разновидность;

кларено-дюрен – полуматовая разновидность;

дюрен (матовый уголь) – матовая разновидность; матовый, однородный, твердый, плотный, с шероховатой поверхностью и неровным зернистым изломом; черный или серый, часто со слабым жирным блеском; дюрен можно спутать с углистыми сланцами.

Схема деления углей на литотипы представлена в таблице

2.1.

Таблица 2.1

Схема разделения углей на литотипы (По М. Стопс и др. авторам)

Лито- типы	Внешние свойства			Макроскопиче- ская картина и технологиче- ские свойства	Микроскопиче- ская картина
	блеск	вяз- кость	форма		
Фюзен	Матовый, шелковистый	Хрупкий	Линзочки толщиной до 3-5 мм, иногда прослои до нескольких см	Органическая масса бедна Н, выделяет минимальное количество летучих и жидких веществ и не спекается при коксовании.	Непрозрачная клеточная ткань Древесины. Состоит на 100% из фюзенизированных растительных тканей при незначительном участии липоидных компонентов и минеральных включений.
Дюрен	Матовый ровный	Твердый, вязкий	Слои	Редкие эндогенные трещины. Обычно высокозольный, плохо спекается в кокс, а органическая масса содержит повышенное количество Н и выделяет больше летучих и первичного дегтя по сравнению с другими типами гуммитов.	Содержит 45% ге-лифицированных компонентов при главенствующей роли липоидных и фюзенизированных – 55%, представленных преимущественно структурными элементами (споры, кутикула, смола и мелкие обломки фюзена). По преобладанию одного из форменных элементов выделяют споровую, смоляную, кутикуловую, фюзеновую или смешанную разновидности дюрена.
Кларен	Тускло блестящий	Средней вязкости	Слои	Обычно мало-зольный и при соответствующей степени углефикации	Немногочисленные остатки тканей среди бесструктурного прозрачного вещества.

Лито- типы	Внешние свойства			Макроскопиче- ская картина и технологиче- ские свойства	Микроскопиче- ская картина
	блеск	вяз- кость	форма		
				спекается в кокс.	Состоит преимуще- ственно из гелифи- цированных компо- нентов – 75% с примесью подчи- ненного количества липоидных и фюзе- низированных – 25%.
Витрен	Силь- но бле- стя- щий	Хруп- кий, трещи- нова- тый	Линзы, реже полоски толщи- ной 1-2 мм	Не слагает угольные пла- сты, а составляет лишь дополне- ние к другим ингредиентам; однороден по составу, не со- держит включе- ний.	Однородное бес- структурное прозрачное вещест- во – 100% содержа- ние витринита.

Литотипный состав и строение основных шахтопластов во всех бассейнах, освоенных промышленностью, достаточно хорошо изучены. Литотипы охарактеризованы по содержанию групп мацералов (табл. 2.2).

Мацералы углей, ранее называемые микрокомпонентами, - это органические составляющие угля, различимые под микроскопом с характерными морфологическими, структурными признаками, цветом и показателем отражения (ГОСТ 17070-2014). Химические и физические свойства мацералов изменяются в процессе углефикации.

Название литотипов углей зависит от преобладания в угольных пластах тех или иных мацералов. Как правило, блестящие разновидности углей отличаются наименьшей зольностью. Дюрен загрязнен преимущественно глинистым материалом. Петрографическим составом бурых и каменных углей гумусового происхождения обусловлен и выход летучих веществ.

Таблица 2.2

Мацеральный состав литотипов угля

Литотип	Содержание, % об.		
	Витринита	Липтинита, инертинита и минеральных включений	Свойства литотипа
Витрен (сильно блестящий)	100	-	Не слагает угольные пласты, а составляет лишь дополнение к другим ингредиентам; однороден по составу, не содержит включений.
Кларен (блестящий)	75	25	Обычно малозольный и при соответствующей степени углефикации <i>хорошо спекается в кокс</i> .
Дюрено-кларен (полублестящий)	60-75	40-25	Переходные группы литотипов
Кларено-дюрен (полуматовый)	45-60	55-40	
Дюрен (матовый)	45	55	Обычно высокозольный, <i>плохо спекается в кокс</i> , а органическая масса содержит повышенное количество Н и выделяет больше летучих и первичного дегтя по сравнению с другими типами гумитов.
Фюзен (матовый с шелковистым блеском)	-	100 (инертинита)	Органическая масса бедна Н, выделяет минимальное количество летучих и жидких веществ и <i>не спекается при коксовании</i> .

В настоящее время, благодаря возможностям микроскопических и углехимических методам исследования, литотипы часто не выделяют.

Характеристика петрографических (генетических) типов углей. Исследование состава исходного материала очень важно для выяснения генезиса углей. Именно поэтому признаку угли раз-

делены на три крупные группы: гуммиты, липтобиолиты, сапропелиты, подвергшиеся в последующих классификациях более дробным подразделениям. Данные о составе исходного материала широко используются при качественной характеристике твердого горючего полезного ископаемого.

В настоящее время в углепетрографии существует несколько генетических классификаций углей, что объясняется большим разнообразием их и различными направлениями исследований.

По Ю.А.Жемчужникову и А.И.Гинзбург все ископаемые угли подразделяются на группы – гумолиты (в состав которых входят гуммиты и липтобиолиты) и сапропелиты, отличающиеся составом исходных углеобразующих растений (рис.2.1).

Петрографическая классификация ископаемых углей проводится с учетом комплекса генетических и петрографических признаков. Принципы генетической классификации рассмотрены далее. Следует остановиться на основных положениях петрографической типизации гумусовых углей.

За ведущий показатель петрографического состава гумусовых углей принято содержание наиболее распространенного углеобразующего компонента - гелифицированного вещества (витринита). Дополнительными показателями являются содержание фюзенизированных и липоидных микрокомпонентов, структура и текстура угля.

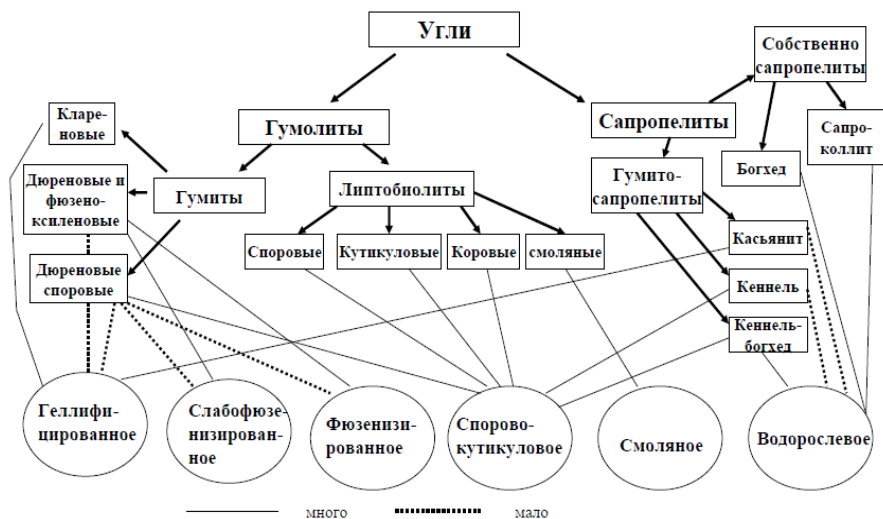


Рис. 2.1 - Схема классификации углей по вещественному составу (по Ю.А.Жемчужникову и А.И.Гинзбургу)

Текстурные и структурные особенности углей. Угли в основном неоднородны, а состоят из нескольких микролитотипов, которые на плоскостях, перпендикулярных наслоению, различаются невооруженным глазом. Литотипы могут иметь форму вытянутых линзочек, слоек или полосок. Литотипы (микролитотипы) описаны выше в общих положениях к лабораторной работе.

Простые литотипы представляют единые растительные фрагменты, состоящие в основном из одной группы мацералов, например, витринита (блестящий) или фюзенита (матовый). Сложные литотипы залегают в виде полос, штрихов и т.д.; они состоят из нескольких групп мацералов – двух, трех, четырех и более.

Итак, под макроструктурой (Гинзбург. Жемчужников, 1975) в угольной петрографии понимается сочетание видимых невооруженным глазом в вертикальном изломе углей различных по величине, форме и вещественному составу составных частей угля – мацералов, которые чаще находятся в виде ассоциаций с минералами или другими группами мацералов (микролитотипы).

Но если согласовывать с общей петрографической терминологией, то появляются некоторые разногласия в выделениях видов текстур и структур. То есть текстурные определения рассматриваются в углепетрографии и как структурные, например, однородные, неоднородные, полосчатые и др. Причина в том, что строение и распределение компонентов в углеродистых породах отличается от обычных пород. А также в связи с развитием диагностирования углей с помощью оптического и углехимического методов, изучение текстуры и структуры углей на макроскопическом уровне утратило свою ценность, и соответственно данному виду исследования не уделяется должного внимания.

По макроструктуре (таблица 2.3) все угли подразделяются на две группы: однородные и неоднородные, или полосчатые. «Однородность» и «полосчатость» - термины, указывающие на разнородный состав угля, а не только на расположение составных частей в виде полос.

Элементы макро- и микроструктуры, как правило, не совпадают. Однородный по внешнему облику уголь обычно имеет сложный вещественно-петрографический состав.

Под *микроструктурой* понимают сочетание, распределение и соотношение мацералов в ископаемом угле.

Штриховатая структура - характеризует неоднородные угли, содержащие, кроме основных составляющих угля, мелкие штрихи, тонкие полосочки другого какого-нибудь ингредиента, например фюзена или витрена. При этом учитывается густота распределения штрихов среди основного вещества угля. По данному признаку можно различить густоштриховатые и редкоштриховатые разновидности углей. По характеру распределения могут быть выделены равномерно-штриховатые и неравномерно-штриховатые угли.

Полосчатыми - называют угли, содержащие крупные включения блестящего (или волокнистого) угля, воспринимаемые на вертикальном изломе кусков в виде крупных полос. В зависимости от размеров этих включений, различают тонкополосчатые и грубополосчатые.

Аналогично штриховатым, полосчатые угли также могут подразделяться на редко- и густополосчатые, равномерно- и неравномерно-полосчатые.

Таблица 2.3

Распределение гумусовых углей по макроструктуре (Гинзбург, Жемчужников, 1960)

Род углей по количеству составных частей - литотипов	Вид углей по характеру литотипов	Разновидность углей по толщине включенных литотипов	Примечание
Однородные (один литотип)	Однородные (один сложный ингредиент)	-	-
Неоднородные (не менее двух-литотипов)	Полосчатые (один сложный литотип и один или два простых)	Штриховатая, тонко-, средне- или грубополосчатая	В зависимости от насыщенности угля простыми литотипами различаются густо-, умеренно-, редкоштриховатые или густо-, умеренно-, редкополосчатые
	Комплексно-полосчатые (два сложных литотипа)	тонко-, средне- или грубополосчатая	

Различают лигнитовую структуру бурых углей, сохраняющую ясно видимое древесное строение. Такие бурые угли принято называть лигнитами, а их структуру лигнитовой.

Волокнистая структура в виде вытянутых в одном направлении волокон отличает волокнистый уголь (фюзен). Волокна располагаются по плоскостям наслоения угля в виде тонких полосочек, штрихов, линзочек.

Текстура - (сложение) угля определяет характер пространственного расположения и распределения в нем составных частей, вне зависимости от их формы, величины и вещественного состава (Жемчужников, Гинзбург. 1960). Определяющим текстурным признаком является слоистость. Текстуры подразделяются на слоистые и массивные (неслоистые).

Слоистая текстура угля связана с неравномерностью в отложении угольного вещества и с изменением условий отложения

(сложные пласты), вследствие чего произошла замена растительного материала угля минеральными отложениями в большем или меньшем количествах.

Массивная текстура часто наблюдается у плотных матовых сапропелевых углей. При этом сложении угля нет признаков слоистости и трудно различить вертикальное направление, от горизонтального напластования угля. Массивное сложение объясняется наличием однородных условий образования угля.

Кроме этого, в углях нередко наблюдается зернистая (комковатая) текстура, обязанная мелкой комковатости органического материала некоторых матовых углей и листоватая, связанная с накоплением и сплющиванием стеблей и листьев.

Листоватая текстура присуща кутикуловому «бумажному» углю Подмосковского бассейна, «рогожке» барзасских углей, волонским углям и другим липтобиолитам.

Землистая текстура присуща третичным рыхлым бурым углям. Они представлены порошкообразной массой, в которой наблюдаются отдельные куски угля, сохранившие древесинное строение (лигниты). Землистая текстура встречается также среди гумусовых сажистых окисленных углей Подмосковского бассейна, где наблюдается также плитчатая текстура, образовавшаяся в результате вторичных воздействий на уголь.

2. Приборы и материалы

- обзорная коллекция углей;
- лупа;
- индивидуальное задание из шести образцов угля.

3. Практическая часть работы

Практическая часть работы сводится к просмотру образцов бурых и каменных углей разного петрографического (генетического) состава эталонной коллекции, а также знакомству с образцами углей различных угольных бассейнов и месторождений.

3.1. Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с эталонной коллекцией углей.
2. Выделить макрокомпоненты в образце угля.
3. Определить цвет макрокомпонента.
4. Определить блеск макрокомпонента.
5. Определить цвет черты макрокомпонента.
6. Определить излом макрокомпонента.
7. Охарактеризовать структуру макрокомпонента.
8. Охарактеризовать текстуру макрокомпонента.
9. Дать название литотипу угля.
10. Дать название генетическому типу угля.
11. Дать прогноз использования углей вашего индивидуального задания.
12. Результаты занести в отчетную таблицу 2.4.

Таблица 2.4

Описание макрокомпонента угля

№ образца	Цвет	Цвет черты	Излом	Блеск	Структура	Текстура	Название макрокомпонента	Содержание литотипа в образце угля, %	Прогноз использования углей
1									
2									
3									

4. Оформление отчета

Титульный лист к лабораторной работе составить в соответствии с приложением 1 методических указаний.

Отчет составляется на одной стороне листа нелинованной бумаги формата А1.

Страница текста ограничивается полями: слева - 25 мм, сверху и снизу - по 20 мм, справа - 10 мм.

5. Контрольные вопросы

1. Охарактеризовать цвет и цвет черты угля, и их зависимость от степени углефикации угля.

2. Охарактеризовать блеск различных макрокомпонентов угля.
3. Охарактеризовать излом и его особенности, характерные для различных макрокомпонентов угля.
4. Охарактеризовать кливаж угля.
5. Структура угля, ее разновидности.
6. Текстура угля, ее разновидности.
7. Охарактеризовать блестящий макроингредиент угля.
8. Охарактеризовать матовый макроингредиент угля.
9. Как определяется петрографический литотип угля?

Лабораторная работа № 3. Макроскопическая диагностика горючих сланцев. Генетические (петрографические) типы горючих сланцев

Цель работы: изучить макроскопические признаки горючих сланцев и их качественную характеристику.

1. Общие положения

Горючие сланцы - осадочные горные породы глинистого, песчанистого и известковистого составов, содержащие или пропитанные органическим веществом, которое обуславливает их горючие свойства. Содержание органического вещества в горючих сланцах колеблется от 10 до 60%, минеральных примесей - от 40 до 85%.

Следует помнить, что в строго литологическом понятии укоренившийся в данном случае термин «сланцы» не отвечают общепринятому его значению, как метаморфическая порода.

Исходным материалом органического вещества горючих сланцев послужили нефтяные битумоиды, простейшие организмы, низшие и высшие растения. В связи с этим выделяют следующие природные типы горючих сланцев: битуминозные, гумусовые, сапропелевые и смешанные.

Битуминозные сланцы. Представляют собой глинистые, песчанистые и известковистые породы, пропитанные нефтяными битумоидами. В зависимости от состава битумоида среди сланцев различают: керосиновые, асфальтовые, озокеритовые и др.

Содержащиеся в них битумоиды извлекаются органическими растворителями или перегонкой и могут использоваться как топливо и химическое сырье. Некоторые битумоиды содержат радиоактивные элементы (уран и др.). Битуминозные горючие сланцы приурочены к областям распространения нефтегазоносных бассейнов (провинций) и имеют органическое промышленное значение, так как эксплуатация нефтей более рентабельна, чем битуминозных горючих сланцев.

Гумусовые горючие сланцы. Исходным материалом органического вещества этих сланцев, как и для гумусовых углей, послужили высшие растения. Обычно это углистые аргиллиты, реже алевролиты, содержащие продукты разложения наземных растений. От гуму-

совых углей они отличаются высокой зольностью, более 40%. Среди гумусовых сланцев различают: буроугольные и каменноугольные сланцы: углистые сланцы с высокой степенью карбонизации органического вещества.

Гумусовые сланцы самостоятельно крупных месторождений не образуют и приурочены к местам распространения угольных бассейнов и месторождений. Наиболее часто они встречаются в виде отдельных маломощных пластов и прослоев. Промышленное значение гумусовых сланцев ограничено. Они используются иногда местной промышленностью и местным населением как низкосортное энергетическое топливо. Иногда сланцы содержат значительные количества редких, рассеянных и радиоактивных элементов (уран, германий и др.).

Сапропелевые горючие сланцы. Исходным материалом органической части этих сланцев, как у сапропелевых углей, послужили простейшие организмы и высшие растения. От сапропелевых углей они отличаются высокой зольностью, более 40%.

Среди сапропелевых сланцев выделяют следующие разновидности: кеннелевые и богхедовые; сапропелевые пиробитуминозные (органическое вещество выделяют при нагревании).

Кеннелевые и *богхедовые* сланцы месторождений не образует, а встречаются среди гумусовых углей в виде отдельных линз, маломощных пластов и прослоев. Промышленного значения не имеют.

Сапропелевые пиробитуминозные сланцы слагают крупные бассейны и месторождения (Прибалтийский бассейн. Волжский и др.). На них основана промышленность по добыче и переработке горючих сланцев. Сапропелевые пиробитуминозные сланцы являются ценным источником сырья и топлива.

Смешанные сланцы. Это в основном *гумусо-сапропелевые* и *сапропелево-гумусовые* горючие сланцы, которые имеют широкое распространение и наряду с сапропелевыми сланцами слагают крупные бассейны и месторождения. Имеют большое промышленное значение. Смешанные сланцы, пропитанные нефтяными битумами, встречаются реже.

Некоторые исследователи выделяют только три природных типа горючих сланцев: гумусовые, сапропелевые и смешанные, относя

битуминозные горючие сланцы к битуминозным породам. Другие под горючими сланцами понимают только сапропелевые и смешанные сланцы.

В горючих сланцах, как и в углях, различают три составные части: кероген (органическая часть), минеральная часть, влага и газ. В отличие от битуминозных сланцев кероген гумусовых, сапропелевых и смешанных сланцев, как правило, нерастворим в различных органических растворителях. Под воздействием температуры в соответствующих условиях он способен на 60-55% переходить в жидкие и газообразные продукты. Кероген сапропелевых и смешанных сланцев, имеющих основное значение, характеризуется довольно разнообразными свойствами, которые определяются количественной смесью гумусового и сапропелевого вещества. Элементный состав характеризуется следующими показателями: С=52-82%, Н=6,0-11,0%, О=5-25%; N=5-0,25%, S до 5%. Отличительной чертой керогена горючих сланцев является высокое содержание кислорода. Азот керогена сланцев является постоянной примесью, и содержание его зависит от степени превращения керогена. Чем больше содержание углерода в керогене, тем меньше азота. Сера в керогене присутствует постоянно, и ее содержание редко падает ниже 1%.

Минеральная (неорганическая) часть сланцев состоит главным образом из карбонатов кальция и магния, алюмосиликатов и соединений железа. Химический состав минеральной части сланцев определяет возможность ее практического использования. Зола сапропелевых горючих сланцев в большинстве случаев известковистая используется в производстве вяжущих веществ, стеновых строительных материалов, а также как удобрение в сельском хозяйстве (известкование кислых почв). Зола силикатного состава тоже находит применение в производстве строительных материалов. В отдельных случаях из золы горючих сланцев извлекают редкие, рассеянные и радиоактивные элементы.

Качественная оценка (энергетическая и технологическая) горючих сланцев проводится теми же методами, что и для углей (элементный, технический анализы, теплота сгорания) и обязательно определяют выход смолы на сланец (T^C , %). На сегодняшний день в мире не существует единых стандартных технических требований

по качественной оценке горючих сланцев, каждая страна с учетом своих запасов и требований устанавливает основные показатели качества.

Средние технические показатели сапропелевых и смешанных сланцев следующие: $W^P = 5-25\%$, $A^c = 80-85\%$, $V^I = 38-75\%$. Теплота сгорания сырого сланца 1500-4500 ккал/кг, керогена 4500-9000 ккал/кг, T^C не менее 21% для прибалтийских сланцев и не менее 11,5% для кашпирских.

Горючие сланцы широко пользуются в народном хозяйстве как энергетическое топливо (сжигание в топках котлов электростанций), технологическое сырье (получение газа, жидких углеводородов) и для производства концентрата керогена (для получения химических продуктов, пластических масс).

Для энергетического использования основным показателем качества сланцев является теплота сгорания на сухое топливо (Q^d). Для пылевидного сжигания используются сланцы с теплотой сгорания 2750 ккал/кг - эстонские сланцы, 2450 ккал/кг - ленинградские и 3000-2200 ккал/кг - кашпирские. Прямое сжигание сланцев практически невыгодно, так как сгорает много ценных продуктов.

При низкотемпературном полукоксовании (нагревание сланца без доступа воздуха до температуры 400-450°) вещество керогена превращается в смолу, пирогенетическую воду, газ ($Q^d = 900-1000$ ккал/м³) и полукокс. Кероген эстонского сланца, содержащий $S=75,8\%$ при перегонке дает смолы 54-53%, воды 7,7-9,3%, полукокса - 12-19%, газа 17-28%. Кероген кашпирского сланца с содержанием $S=62,7\%$ дает смолы 28-34%, воды 14-20%, полукокса 20-27%, газа 16-25% (по А.Ф. Добрянскому. 1947).

Сланцевая смола и подсмольная вода являются сырьем для выработки моторного топлива, смазочных масел, препаратов для консервации древесины и т.д.

При высокотемпературном полукоксовании ($t=700-750^\circ C$) в камерных печах получается газ с калорийностью 4000 ккал/м³, выход смолы не превышает 6%. Очистка газа дает серу, гипосульфит, бензин и т.д.

Концентрат керогена получают из прибалтийских сланцев путем его обогащения до 70% содержания органического вещества.

Макроскопически кероген-70 представляет собой порошок коричневого цвета с содержанием W^P не более 3%, остаток на сите № 014 - не более 2,0%, плотность не более 1,38. Кероген-70 используется как наполнитель в пластмассах и резиновой промышленности.

Опыт переработки сланцев получен на газосланцевых и сланцеперегонных заводах в городах Кохтла-Ярве, Кивиыли в Эстонии, в г. Сланцы Ленинградской обл., в г. Сызрани.

Крупные месторождения горючих сланцев широко распространены в природе от кембрия до неогена включительно. На территории бывшего СССР (ныне территории РФ и СНГ) выявлено около 50 бассейнов и месторождений. Однако разрабатывались только Эстонское и Ленинградское месторождения Прибалтийского бассейна и Кашпирское месторождение Волжского бассейна.

Макроскопические признаки горючих сланцев

Цвет горючих сланцев определяется характером органического материала, минеральной составляющей и изменяется в широких пределах от зеленовато-серого (обычно сланцы неогенового возраста), серого, желтого, коричневого различных оттенков до темно-серого почти черного. Желтый и коричневый цвет обусловлен, в основном, преобладанием в сланцах сапропелевого органического вещества; темно-серый почти черный - примесью гумусового материала. Глинистые минералы каолинитового или слюдистого состава в минеральной части сланцев придают им зеленовато-серые, серые, реже светло-коричневые тона. Наличие ожелезненных глинистых частиц и тонко рассеянного пирита - темно-бурые тона.

Цвет черты у сапропелевых сланцев желтый, желтовато-зеленый с грязным оттенком. У гумусовых сланцев - буровато-черный, черный, темно-серый.

Текстура сланцев чаще горизонтально-слоистая, реже массивная, и зависит, в основном, от условий накопления горючих сланцев. Сланцы, образовавшиеся в прибрежно-морских и континентальных условиях, характеризуются, как правило, *слоистой текстурой*, образовавшейся в морских условиях - *массивной*. Горизонтально-слоистая текстура может быть отчетливо выражена или очень слабо. Слоистость обусловлена чередованием слоев (2-3 мм. 3-5 мм), обогащенных органическим веществом со слоями минеральных

скоплений, лишенных или обедненных органикой. В ряде случаев слоистость подчеркивается скоплением обломков фауны. Иногда встречаются сланцы с пятнистой текстурой, возникшей за счет неравномерного распределения органического материала.

В сланцах очень часто присутствуют включения или остатки раковин, водорослей, линзы песчаного материала, реже включения других горных пород. По трещинам иногда встречаются карбонаты (чаще кальцит), гипс, пирит

Отдельность - преобладает пластинчатая, нечетко выраженная пластинчатая, пирамидальная (для сланцев с массивной текстурой).

Излом - неровный, угловатый, занозистый.

Твердость по шкале Мооса не превышает 3-4.

Плотность сланцев определяется составом минеральной части и изменяется от 1,2 до 2,7.

Горючие сланцы в свежедобытом состоянии, плотные, реже рыхлые, иногда режутся ножом и дают стружку.

Горючесть - сапропелевые и смешанные сланцы легко загораются от спички, горят коптящим пламенем, издавая запах жженой резины.

При описании горючих сланцев необходимо определять степень и характер карбонатности (равномерная, линзовидная, конкреционная), нанесением капли 10%-ой соляной кислоты. Кроме того, следует дать приблизительную количественную оценку содержания известковистых обломов, раковин, степень их сохранности. Отразить в описании наличие отпечатков фауны и флоры. Это позволит, в какой-то мере, судить о качестве горючего сланца и условиях его образования.

2. Приборы и материалы

- обзорная коллекция горючих сланцев;
- лупа;
- индивидуальное задание из четырех образцов горючего сланца.

3. Практическая часть работы

Практическая часть работы сводится к просмотру образцов горючих сланцев разного петрографического (генетического) состава.

ва эталонной коллекции, а также знакомству с образцами горючих сланцев различных бассейнов и месторождений.

3.1. Последовательность выполнения лабораторной работы

1. Ознакомиться с образцами горючих сланцев.
2. Определить цвет.
4. Определить цвет черты.
5. Определить текстуру горючих сланцев.
6. Определить отдельность.
7. Определить излом.
7. Охарактеризовать текстуру.
9. Охарактеризовать степень и характер карбонатности.
10. Определить условия образования горючего сланца.
11. Определить генетический тип горючего сланца (гумусовый, сапропелевый, смешанный).
12. Результаты занести в отчетную таблицу 2.5.

Таблица 2.5

Характеристика образцов горючих сланцев

№ образца	Цвет	Цвет черты	Текстура	Отдельность	Излом	Степень и характер карбонатности	Содержание органического материала в образце, %	Условия образования горючего сланца	Генетический тип горючего сланца
1									
2									
3									

4. Оформление отчета

Титульный лист к лабораторной работе составить в соответствии с приложением 1 методических указаний.

Отчет составляется на одной стороне листа нелинованной бумаги формата А1.

Страница текста ограничивается полями: слева - 25 мм, сверху и снизу - по 20 мм, справа - 10 мм.

5. Контрольные вопросы

1. Дайте определение горючего сланца.

2. Назовите генетические типы горючих сланцев.
3. Исходный материал органического вещества гумусовых горючих сланцев?
4. Что такое кероген горючих сланцев?
5. Образуют ли месторождения кеннелевые и богхедовые горючие сланцы?
6. Какого генетического типа горючие сланцы органическое вещество выделяют при нагревании и как они называются?
7. Что определяет химический состав минеральной части сланцев?
8. Какие три составные части различают в горючих сланцах, как и в углях?
9. Что является отличительной чертой керогена горючих сланцев?

Список литературы

1. Геологический словарь. В трех томах. Издание третье, перераб. И доп./Гл.ред. О.В.Петров. Т.1 А-Й. - СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2010 -432с.; Т.3. Р-Я. - СПб., 2012.-440с.
2. Гинзбург А.И. Атлас петрографических типов горючих сланцев. –Л.: Недра, 1991
3. ГОСТ 17070-2014 Угли. Термины и определения; М.: Стандартинформ, 2015; дата введения 2016-04-01
4. ГОСТ Р 55663-2013 (ИСО 7404-2:2009) Методы петрографического анализа углей. Часть 2. Методы подготовки проб углей; М.: Стандартинформ, 2014; дата введения 2015-01-01
5. ГОСТ Р 55662-2013 (ИСО 7404-3:2009) Методы петрографического анализа углей. Часть 3. Метод определения мацерального состава; М.: Стандартинформ, 2014; дата введения 2015-01-01
6. ГОСТ Р 55659-2013 (ИСО 7404-5:2009) Методы петрографического анализа углей. Часть 5. Метод определения показателя отражения витринита с помощью микроскопа; М.: Стандартинформ, 2014; дата введения 2015-01-01
7. ГОСТ 21489-76 Угли бурые, каменные и антрациты. Разделение на стадии метаморфизма и классы по показателю отражения витринита (с Изменениями N 1, 2); М.: Издательство стандартов, 1976; Юридическим бюро «Кодекс» в текст документа внесены Изменения N 1, 2, принятые Постановлением Госстандарта СССР от 31.12.80 N 6332, от 17.12.85 N 4052
8. Зеленин Н.И., Озеров И.М. Справочник по горючим сланцам. – Л.: Недра, 1983.
9. Петрологический атлас ископаемого органического вещества России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006.
10. Столбова Н.Ф., Исаева Е.Р. Петрология углей, Издательство Томского политехнического университета, 2013.
11. Угольная база России. Том I - VI. - М.: ЗАО «Геоинформ-марк». 2000 - 2004.
12. Фомин А.Н. Основы геологии и петрологии твердых горючих ископаемых: учебное пособие; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2019.

Приложение 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский горный университет»



Кафедра геологии и разведки месторождений полезных ископаемых

ОТЧЕТ

по лабораторной работе № xx тема xxxx

дисциплина: «Промышленные типы месторождений полезных ископаемых» (твердые горючие)

Выполнил: студент гр. _____
(шифр группы) (подпись) (Ф.И.О)

Проверил: _____
(должность) (подпись) (Ф.И.О)

Санкт-Петербург xx год

Содержание

Введение.....	3
Лабораторная работа № 1. Знакомство с обзорной коллекцией углей. Изучение твердых горючих ископаемых по видам: торф, бурый уголь, каменный уголь, антрацит и стадиям метаморфизма. Описание макроскопических диагностических признаков углей (цвет, блеск, трещиноватость, кливаж) по индивидуальным заданиям	5
Лабораторная работа № 2. Генетическая (петрографическая) классификация гумусовых и сапропелевых углей: гумолиты (гуммиты, липтобиолиты), сапропелиты, сапрогумолиты. Изучение литотипов угля.....	18
Лабораторная работа № 3. Макроскопическая диагностика горючих сланцев. Генетические (петрографические) типы горючих сланцев	30
Список литературы.....	38
Приложение 1	39

**ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТИПЫ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ. Ч.1
ТВЕРДЫЕ ГОРЮЧИЕ ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ**

*Методические указания к лабораторным работам
для студентов специальности 21.05.02*

Сост.: *В.Н. Новикова*

Печатается с оригинал-макета, подготовленного кафедрой
геологии и разведки месторождений полезных ископаемых

Ответственный за выпуск *В.Н. Новикова*

Лицензия ИД № 06517 от 09.01.2002

Подписано к печати 17.12.2021. Формат 60×84/16.
Усл. печ. л. 2,3. Усл.кр.-отг. 2,3. Уч.-изд.л. 2,0. Тираж 50 экз. Заказ 1144.

Санкт-Петербургский горный университет
РИЦ Санкт-Петербургского горного университета
Адрес университета и РИЦ: 199106 Санкт-Петербург, 21-я линия, 2