

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т. Ф. Горбачева»

Кафедра маркшейдерского дела и геологии

Составитель
Г. И. Грибанова

УГЛЕПЕТРОГРАФИЯ

**Методические указания к лабораторным работам
и самостоятельной работе для обучающихся
очной формы обучения**

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.02 «Прикладная геология»
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2017

Рецензенты:

Кижаяева Н.Н. – ст. преподаватель кафедры маркшейдерского дела и геологии.

Возная А. А. – председатель учебно-методической комиссии специальности 21.05.02 «Прикладная геология»

Грибанова Галия Ибрагимовна

Углепетрография: методические указания к лабораторным работам и самостоятельной работе по дисциплине «Углепетрография» [Электронный ресурс]: для обучающихся специальности 21.05.02 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», очной формы обучения / Г. И. Грибанова; КузГТУ. – Кемерово, 2017.

Составлено с целью оказания методической помощи при выполнении лабораторных работ при изучении дисциплины. Содержит оценочные средства для текущего контроля успеваемости, учебно-методическое обеспечение лабораторных работ.

© КузГТУ, 2017

© Грибанова Г. И.
составление, 2017

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторные работы в составе дисциплины «Углетрография» для обучающихся специальности 21.05.02 «Прикладная геология», специализации «01 Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» очной формы обучения в объеме 16 часов имеют целью изучение каменных углей.

Программой обучения предусмотрено выполнение 4 лабораторных работ:

1. Описание и количественная оценка макрокомпонентов угля.

2. Описание и количественная оценка микрокомпонентов угля.

3. Определение и количественная оценка минеральных примесей в углях.

4. Промышленная классификация углей из разных пластов угленосной толщи и составление прогноза направления их использования и предварительной переработки.

Лабораторные работы выполняются обучающимися по индивидуальным заданиям.

Результаты, полученные обучающимися в процессе выполнения лабораторной работы, оформляются в виде отчета по предложенной в методических указаниях форме, с обязательным заполнением титульного листа по установленной форме.

При составлении методических указаний использованы методические разработки Л. С. Недосекиной.

Лабораторная работа № 1

Описание и количественная оценка макрокомпонентов угля

ВВЕДЕНИЕ

Макроскопическое изучение и описание углей позволяет составить петрографическую характеристику угольного пласта в целом.

Целью лабораторной работы является описать и количественно оценить макроскопические компоненты образца угля из конкретного угольного пласта угленосной толщи Кузбасса.

Задачей лабораторной работы является: приобрести обучающимся навыки макроскопической диагностики простых и сложных литотипов угля.

Работа выполняется по индивидуальным заданиям, составленным преподавателем. В индивидуальное задание входит 6 образцов угля разного петрографического состава.

Работа рассчитана на 4 часа.

По результатам работы составляется отчет по (прил. 1).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ДИАГНОСТИЧЕСКИЕ ПРИЗНАКИ УГЛЕЙ

Цвет. Как правило, цвет углей от бурого и темно-серого до черного. Бурый цвет, или оттенок, зависит от низкой степени углефикации угля и является характерным для бурых углей и сапропелитов. Каменные угли имеют черный или темно-серый цвет. Антрациты – темно-серый или серый.

Цвет черты. Различаются угли и по цвету черты, оставляемой на фарфоровой пластинке, а именно бурые угли дают бурую черту, каменные – коричневатую-черную или темно-серую и черную черту, антрацит оставляет черную черту.

Блеск. Блеск является одним из самых характерных свойств углей. Различают оттенки блеска: смолистый (жирный), стеклянный, алмазный и шелковистый. Смолистый блеск у

кларена, стеклянный у витрена, шелковистый у фюзена, матовый у дюрена. Блеск угля усиливается по мере увеличения степени углефикации, т. е. от бурых углей к каменным и далее к антрацитам.

Излом. Изломом называется форма поверхности, получаемая в результате раскалывания угля вне плоскостей напластования. Для угля характерны следующие изломы: раковистый, землистый, волокнистый, листоватый, занозистый, зернистый и неровный. Раковистый излом присущ сапропелевым углям, некоторым блестящим гумусовым углям, иногда антрацитам; зернистый (крупно- и мелкозернистый) наблюдается у каменных углей и антрацитов, зернистый и неровный излом встречается у бурых углей.

Отдельность. Это группа параллельных трещин в кусках угля, не совпадающих с первичной слоистостью.

Наблюдаемое при макроскопическом изучении углей свойство раскалываться по определению ориентированным плоскостям приводит к получению своеобразных по геометрической форме кусков угля, называемых отдельностями. Отдельности образуются обычно при раскалывании угля по плоскостям и по трещинам кливажа.

Различают эндогенную и экзогенную систему трещин в углях и соответствующие им отдельности, причем эндогенная система трещин обусловлена внутренними (первичными) причинами и образуется под влиянием сокращения объема угольной массы в пласте в результате диагенеза и метаморфизма, а экзогенные трещины (кливаж) вызваны внешними (вторичными) силами, зависящими от причин тектонического порядка. Примерами эндогенной отдельности углей являются пластинчатая, призматическая, кубическая и глазковая. Примерами экзогенной отдельности могут служить гребенчатая и пирамидальная. Различаются также отдельности конусовидные, чечевицеобразные, шаровые, осколочные (или брекчиевидные).

Трещины кливажа имеют очень важное значение при разработке угольных месторождений. Направление и характер этих трещин определяют производительность горных машин, особенности отбойки угля, посадку кровли, выбросоопасность

угля и газа, газообильность и водообильность горных выработок и др.

Структура (строение) угля тесно связана с его вещественным составом и характеризует изменения однородности угля, зависящие от величин слагающих уголь частиц и от их формы.

Различают лигнитовую структуру бурых углей, сохраняющую ясно видимое древесное строение.

Листоватая структура присуща кутикуловому «бумажному» углю Подмосквовного бассейна и «рогожке» барзасских углей.

Волокнистая структура в виде вытянутых в одном направлении волокон отличает волокнистый уголь (фюзен).

Полосчатая структура представляет собой чередование полосок матового и блестящего угля. Эта структура встречается среди каменных и бурых углей.

Штриховатая структура характеризует неоднородные угли, содержащие, кроме основных составляющих угля, мелкие штрихи, тонкие полосочки другого какого-нибудь ингредиента, например фюзена или витрена, которые хорошо прослеживаются по вертикальному разрезу образца.

Однородная структура представлена материалом из одного ингредиента без явных включений каких-либо других составляющих угля.

Текстура (сложение) угля определяет характер пространственного расположения и распределения в нем составных частей, вне зависимости от их формы. Сложение угля связано с его вещественным составом. Слоистость – признак, определяющий текстуру.

Текстуру следует рассматривать, как отклонения или колебания в однородности угля, относящиеся не к образцу или куску угля, а к массе угля в целом. Текстуры подразделяются на слоистые и массивные (неслоистые).

Слоистая текстура угля связана с неравномерностью в отношении угольного вещества и с изменением условий отложения (сложные пласты), вследствие чего произошла замена растительного материала угля минеральными отложениями в большем или меньшем количестве.

Массивная текстура наблюдается у плотных матовых сапропелевых углей, а также у полубохгедов. Массивное сложение объясняется наличием однородных условий образования угля.

Зернистая текстура угля принадлежит матовым углям. Зернистость матового угля мелкая.

Землистая текстура присуща третичным рыхлым бурым углям. Эти угли представлены порошкообразной массой, в которой наблюдаются отдельные куски угля, сохранившие древесное строение (лигниты) и включения пирита. Землистая текстура встречается также среди гумусовых сажистых окисленных углей.

1.2. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ МАКРОИНГРЕДИЕНТЫ УГЛЕЙ

Угольные пласты, за редким исключением, петрографически неоднородны и имеют полосчатое строение, обусловленное чередованием различных составляющих, хорошо различимых невооруженным глазом, которые называют макроингредиентами.

Макроингредиенты по блеску подразделяются на: блестящий – витрен, полублестящий – кларен, полуматовый – дюрен и матовый фюзен.

Терминология принята от латинских слов: витрен (vitrus) – стеклянный, кларен (klarus) – светлый, дюрен (durus) – твердый, фюзен (fusus) – вытянутый. Витрен и фюзен относятся к простым ингредиентам, кларен и дюрен – к сложным.

Витрен («стеклянный») представляет собой однородную блестящую разновидность углей с раковистым стекловатым изломом и вертикальными трещинами. Твердый (по шкале имеет твердость – 2), хрупкий, плотность средняя, цвет черный, черта у всех витренов черная, за исключением витренов менее зрелых каменных углей (типа длиннопламенных), где черта темно-бурая.

Витрен обычно встречается в виде тонких, резко ограниченных линзочек и прослоек и сравнительно легко отделяется ножом или ланцетом в виде осколков, напоминающих битое стекло. В угольных пластах залегает в кларенах и дюренах

в виде мелких линзочек мощностью от едва заметных штриховатых до 1 – 3 см и очень редко более.

Витрен не содержит примесей, обладает спекающейся (коксующейся) способностью.

Процессы, приводящие к образованию витрена, состоят из гелификации растительной ткани и происходят в глубоких частях торфяника без доступа воздуха, т. е. в анаэробных условиях.

Кларен («светлый, ясный») – полублестящий уголь, состоит из прозрачной гелифицированной основной массы. Кларен мягок, трещиноватость его меньше, чем у витрена. Удельный вес 1,29. Выход летучих несколько больше, чем у витрена. Содержание золы в кларене составляет 1,2 % при соотношении $Al_2O_3 : SiO_2 = 1,76$. Кларен и витрен являются спекающейся частью угля в противоположность неспекающимся фюзену и дюрену.

Кларен содержит до 10 % стойких кутинизированных частей (споры, кутикула). Встречается мощными прослоями, а иногда слагает целые пласты, в которых наблюдается более или менее заметная слоистость и постепенный переход в матовый уголь.

Дюрен («твердый») – матовый уголь, отличается большей твердостью по сравнению с другими ингредиентами (твердость по шкале около 3), вязкостью и плотным однородным строением. Цвет и черта аналогичны цвету и черте витрена того же угля. Блеск матовый, либо слегка матово-жирный, излом зернистый или близкий к раковистому. Текстура зернистая (гомогенная), иногда со слабо выраженной слоистостью. Структура плотная.

Дюрен под микроскопом в тонких шлифах и в аншлифах так же, как и кларен, макроскопически неоднороден (рис. 11, а, б). Составными частями дюрена являются основная масса и различные форменные элементы, характерные для каменных углей: желтые (макро- и микроспоры, пыльца, кутикула, смоляные тельца) и черные (остатки растительных тканей). Основная масса бывает двух видов: прозрачная (красного цвета) и непрозрачная (игольчатая – черная и хлопьевидная – буровато-черная). Чаще преобладает непрозрачная масса и те или иные желтые форменные элементы.

Крупные споры – мегаспоры нередко можно наблюдать в дюрене невооруженным глазом или через лупу.

Дюрен образуется в проточных болотах, где происходят процессы окисления и загрязнения минеральными осадками. Дюреновые угли часто высокозольные и труднообогатимые.

Фюзен («вытянутый») – волокнистый уголь, по сравнению с другими ингредиентами менее твердый (твердость меньше 2), рыхлый (легко растирается в порошок пальцами), цвет серовато-черный или бархатисто-черный, черта черная, блеск шелковистый, излом и структура волокнистые. По внешнему виду фюзен напоминает обычный древесный уголь.

Фюзен состоит главным образом из древесных частей растений. По-видимому, он произошел путем обугливания древесины в верхних частях торфяника при доступе воздуха. При дальнейшей углефикации фюзен может преобразоваться в ксилен, который образуется в результате слабой гелификации и состоит из клеток, в которых клеточные оболочки превратились в студенистое вещество.

В угольных пластах фюзен встречается в виде линзочек и примазок.

В зависимости от преобладания в строении угольных пластов тех или иных ингредиентов угли обычно и называются дюреновыми или кларенодюреновыми (листовыми), клареновыми (светлыми, полублестящими) или дюреноклареновыми, или смешанными (полосчатыми). Как правило, блестящие разновидности углей отличаются наименьшей зольностью.

1.3 ЛИТОТИПЫ УГЛЯ

Как самостоятельные литотипы, формирующие название петрографического типа угля, перечисленные ингредиенты рассматриваются только при определенной мощности слоев а именно:

- витрен, фюзен более 3 мм,
- дюрен, кларен и переходные ингредиенты более 10 мм.

Дюрен и кларен слагают пласты целиком или их части. Витрен и фюзен обнаруживаются в резко подчиненном количестве.

При мощности менее указанной ингредиенты фигурируют в названии в качестве включений, прослоев.

При определении принадлежности угля к тому или другому литотипу принимают во внимание степень его метаморфизма, так как при увеличении последнего блеск угля непрерывно возрастает. Один и тот же литотип на стадии бурых, каменных и антрацитовых углей характеризуется весьма различным блеском. В связи с этим блеск образца угля, а следовательно и принадлежность его к определенному литотипу устанавливают путем сравнения с блеском заключенных в нем прослоев и линз витрена, – его наиболее однородной и блестящей составной части. Если суммарный блеск угля мало отличается от блеска витрена, то такой уголь относится к блестящему литотипу – кларену. Наименьший блеск имеет фюзен, к которому приближается по этому признаку матовый литотип угля – дюрен. Поэтому при макроскопическом петрографическом исследовании углей в первую очередь выявляют наличие в них литотипов простого состава – витрена и фюзена. Полублестящий и полуматовый литотип угля – дюрено-кларен и кларено-дюрен – по блеску занимают промежуточное положение между клареном и дюреном [8].

2. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

1. Обзорная коллекция углей.
2. Лупа.
3. Индивидуальное задание из шести образцов угля.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- 3.1. Ознакомиться с эталонной коллекцией углей.
- 3.2. Выделить макрокомпоненты в образце угля.
- 3.3. Определить цвет макрокомпонента.
- 3.4. Определить блеск макрокомпонента.
- 3.5. Определить излом макрокомпонента.
- 3.6. Охарактеризовать излом макрокомпонента.
- 3.7. Охарактеризовать отдельность макрокомпонента.
- 3.8. Охарактеризовать структуру макрокомпонента.
- 3.9. Охарактеризовать текстуру макрокомпонента.
- 3.10. Дать название литотипу угля.

3.11. Установить процентное содержание каждого литотипа в образце.

3.12. Результаты занести в отчетную табл.1.

Таблица 1

Форма отчета
Описание макроингредиентов угля

№ образца	Цвет	Цвет черты	Блеск	Излом	Отдельность	Структура	Текстура	Название макроингредиента	Содержание макроингредиента в %
1									
2									
3									
4									
5									
6									

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

4.1. Охарактеризовать цвет и цвет черты угля и их зависимость от степени углефикации угля.

4.2. Охарактеризовать блеск различных макрокомпонентов угля.

4.3. Охарактеризовать излом и его особенности, характерные для различных макрокомпонентов угля.

4.4. Охарактеризовать отдельность угля.

4.5. Охарактеризовать кливаж угля.

4.6. Структура угля, ее разновидности.

4.7. Текстура угля, ее разновидности.

4.8. Охарактеризовать блестящий макроингредиент угля.

4.9. Охарактеризовать полублестящий макроингредиент угля.

4.10. Охарактеризовать полуматовый макроингредиент угля.

- 4.11. Охарактеризовать матовый макроингредиент угля.
4.12. Как определяется петрографический литотип угля?

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

1. Еремин, И. В. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса / И. В. Еремин, А. С. Арцер, Т. М. Броновец. – Кемерово, 2001. – 287 с.
2. Эпштейн, С. А. Обоснование и разработка методов изучения структурных особенностей углей для определения динамики их свойств под влиянием внешних воздействий. Специальность 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2009. – 39 с.

б) дополнительная

1. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1 / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово, 1999. – 176 с.
2. Еремин, И. В. Петрография и физические свойства углей / И. В. Еремин, В. В. Лебедев, Д. А. Цикарев. – Москва: Недра, 1980. – 263.
3. Жемчужников, Ю. А. Основы петрологии / Ю. А. Жемчужников, А. И. Гинзбург; Изд-во АН СССР. – Москва, 1960. – 221 с.
4. Кафтанатий, А. Б. Ископаемые угли. Лабораторный практикум по курсу «Геология, поиски, разведка и оценка угольных месторождений» / А. Б. Кафтанатий, Г. С. Январев; Южно-Российский государственный технический университет. – Новочеркасск, 2001. – 37 с.
5. Методические указания к лабораторным работам по углепетрографии по дисциплине «Лабораторные методы исследования полезных ископаемых» для студентов

специальности 0101 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ. Ч. 2. – Свердловск: Изд-во СГ, 1985. – 19 с.

6. Кравцов, А. И. Основы геологии горючих ископаемых. – Москва: Высш. шк., 1966. – 538 с.

7. Недосекина, Л. С. Описание и количественная оценка макрокомпонентов угля [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 3 по дисциплине «Углетрография» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» очной формы обучения / Л. С. Недосекина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. геологии. – Кемерово, 2014. – 12 с. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=7676>. – Загл. с экрана. (24.12.2016)

Лабораторная работа № 2 **Описание и количественная оценка** **микрокомпонентов угля**

ВВЕДЕНИЕ

Для оценки свойств углей как сырья для промышленного использования большое значение имеет его петрографический состав. Данные о петрографическом составе отражают основные генетические процессы, определяющие в конечном итоге свойства добываемых углей. Петрографический состав угля обусловлен исходным растительным материалом, условиями его накопления и первичных превращений.

Лабораторная работа № 2 заключается в описании и количественной оценке петрографических микрокомпонентов (мацералов) органической составляющей угля.

Работа рассчитана на 6 часов. Работа выполняется по индивидуальным заданиям. По окончании работы составляется отчет по форме (прил. 1).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Микрокомпоненты (мацералы) – это элементарные составные части углей, наблюдаемые под микроскопом. По ГОСТ 9414.1-94 (ИСО 7404-1-84). «Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического состава. Часть 1. Словарь терминов» в составе органической части каменных углей выделяют 17 отдельных микрокомпонентов. По сходству условий образования, состава и свойств они объединены в 4 группы – витринита Vt, семивитринита Sv, инертинита (ранее назывался фюзинитом) I и липтинита (экзинита) L (табл. 1.1).

Таблица 1.1

**Группы мацералов, минеральных включений
и их подразделения по 9414.1-94 (ИСО 7404-1-84)**

Группа мацералов	Мацерал	Субмацерал
Витринит V_t	Телинит V_{t_t}	Телинит 1
		Телинит 2
	Коллинит V_{t_k}	Телоколлинит
		Гелоколлинит
		Десмоколлинит
Корпоколлинит		
Витродетринит $V_{t_{vd}}$		
Семивитринит S_v	Семителинит S_{vt}	
	Семиколлинит S_{vk}	
Липтинит (экзинит) L	Споринит L_{sp}	
	Кутинит L_{kt}	
	Резинит L_r	
	Суберинит L_s	
	Альгинит L_{al}	
	Липтодетринит L_{id}	
Инертинит I	Микринит I_{mi}	
	Макринит I_{ma}	
	Семифюзинит I_{sf}	
	Фюзинит I_f	Пирофюзинит
		Деградофюзинит
	Склеротинит I_{sk}	
	Инертодетринит I_{id}	

Примечание. Суберинит встречается в каменных углях посткарбонового периода (пермских и более молодых)

1.1.1. Группа витринита. Компоненты этой группы имеют ровную поверхность и серый цвет различных оттенков, закономерно изменяющийся в зависимости от увеличения стадии метаморфизма в сторону светлых тонов. Рельеф менее выражен, чем у других мацералов. По цвету и рельефу эту группу принимают за эталон, с которым сравнивают другие мацералы.

Показатель отражения мацералов группы витринита в иммерсионном масле (R_0) колеблется от 0,40 до 4,50 % и более.

Микротвердость находится в зависимости от степени углефикации, исходного материала и условий его превращения и колеблется от 200 до 350 МПа.

Мацералы группы витринита с показателем отражения от 0,64 до 1,85 переходят в пластическое состояние. Это их свойство также, как поведение в процессе коксования от степени углефикации и восстановленности. Группа витринита включает три мацерала: телинит, коллинит и витродетринит.

Коллинит – бесструктурная витринизированная основная масса, цементирующая все другие мацералы и минеральные вещества (рис. 1, 3, 7, 8).

Телинит – растительные фрагменты витринизированных тканей различной степени сохранности клеточного строения (рис. 2, 3, 4, 5).

При подсчете в аншлиф-брикетах телинит бывает трудно отличим от коллинита. Поэтому при определении в среднепластовых пробах угля оба компонента подсчитывают совместно.

Витродетринит – небольшие обломки с более или менее угловатыми очертаниями. Размер частиц менее 10 мкм. Витродетринит формируется в угольных пластах в результате дробления фрагментов телинита или коллинита под воздействием различных геологических факторов. При этом определение этих мацералов становится затруднительным.

1.1.2. Группа семивитринита. По физическим и химико-технологическим свойствам эта группа занимает промежуточное положение между группой витринита и инертинита, но ближе стоит к витриниту. Мацералы этой группы по цвету и показателю отражения являются первым переходом от витринита к инертиниту. Эта группа не имеет рельефа, цвет ее серый или беловато-серый, но всегда более светлый, чем у мацералов группы витринита.

Показатель отражения (R_0) колеблется от 0,60 до 2,70 %.

Микротвердость изменяется в пределах от 250 до 420 МПа.

В отдельных сомнительных случаях при определении данной и других групп мацералов рекомендуется пользоваться графиком распространенных значений показателя отражения мацералов (рис. 21).

В процессе коксования мацералы групп семивитринита не переходят в пластическое состояние, но в некоторой степени они способны размягчаться.

Группа включает два мацерала: семиколлинит и семителинит.

Семиколлинит – бесструктурный мацерал. Встречается участками различной формы и величины (рис. 3, 6).

Семителинит – характеризуется наличием клеточной структуры различной степени сохранности (рис. 4), при плохо сохранившейся клеточной структуре трудно отличим от семиколлинита. Поэтому при массовых подсчетах оба мацерала подсчитывают совместно.

1.1.3. Группа инертинита. Эта группа характеризуется высоким показателем отражения и резко выраженным микрорельефом. Цвет изменяется от белого до желтого. Микротвердость колеблется от 500 до 2300 МПа.

Мацералы этой группы не переходят в пластическое состояние и не спекаются на всех стадиях метаморфизма.

Группа включает шесть мацералов: семифюзенит, макринит, фюзинит, склеротинит и инертодетринит.

Семифюзинит – по показателю отражения, цвету и рельефу занимает промежуточное положение между семителинитом и фюзинитом. Характеризуется наличием клеточной структуры различной степени сохранности. Цвет изменяется от серо-белого до белого (рис. 4, 5, 8, 10).

Показатель отражения (R_0) колеблется от 0,70 до 3,00 %.

Макринит – бесструктурный мацерал. Цвет изменяется от светло-серого до белого и желто-белого. Микрорельеф также различен. Он всегда выше, чем у семиколлинита и коллинита, но менее выражен, чем у склеротинита.

Показатель отражения (R_0) колеблется от 0,70 до 4,00 %.

Встречается в виде участков различной формы и размеров (рис. 2,3, 7, 8).

Фюзинит – характеризуется наличием клеточной структуры различной степени сохранности. Цвет изменяется от желтовато-белого до желтого.

Микрорельеф хорошо выражен.

Показатель отражения (R_0) колеблется от 1,4 до 5,20 %.

Встречается в виде обломков, фрагментов, линз или вытянутых участков различной формы и размеров (рис. 7, 8, 10).

Склеротинит – имеет форму округлых, округло-угловатых или овальных тел с резко очерченными краями или рельефных и пористых, губчатых тканей. Микрорельеф, как правило, резко выражен. Цвет изменяется от желтовато белого до желтого. Поверхность различная – иногда гладкая, но чаще покрытая углублениями или полыми отверстиями, по-видимому, отвечающими плохо сохранившейся клеточной структуре (рис. 6, 13, 15).

Показатель отражения (R_0) колеблется от 2,3 до 5,5 %.

Инертодетринит – обломки или остатки мацералов семифюзинита, макринита, фюзинита, склеротинита, которые вследствие небольших размеров не могут быть отнесены к определенным мацералам группы инертинита. Частицы инертодетринита, в основном, имеют угловатую, остроугольную форму, но встречаются и окатанные частицы. Размер частиц менее 20 мкм.

Микринит – мацерал каменных углей характеризуется округлой формой зерен, размер которых не превышает 3 мкм. Цвет микринита бледно-серый до белого. Зерна микринита не имеют микрорельефа и встречаются в тонкодисперсном виде в коллините (рис. 15, 16) или заполняют полости клеток.

1.1.4. Группа липтинита (L). Мацералы этой группы различаются между собой по морфологическим признакам, обусловленным их происхождением. При этом их форма и размер также зависят от исходного растительного вещества. Цвет липтинита изменяется от темно-коричневого, черного до серого в зависимости от степени углефикации. Липтинит характеризуется самым низким показателем отражения (R_0), который колеблется от 0,21 до 1,2 %, в зависимости от стадии углефикации. При этом, начиная с IV стадии, соответствующей

коксовым углям, цвет их становится подобен витриниту и эта группа практически бывает не различима при подсчете. Микротвердость колеблется от 80 до 250 МПа.

При коксовании мацералы группы липтинита образуют более подвижную пластическую массу, чем мацералы группы витринита.

Группа липтинита блестящих бурых и каменных углей включает шесть мацералов: споринит, кутинит, резинит, суберинит, альгинит и липтодетринит.

Мацералы этой группы лучше всего определяют при помощи флуоресцентной микроскопии. При этом каждый мацерал флуоресцирует характерным цветом: ярко-зеленым, зеленым, зелено-синим, желтым, оранжевым, оранжево-коричневым и красным.

Споринит – оболочки экзин макро- и микроспор, состоящие из воскоподобного вещества. Споринит имеет вид более или менее сплюснутых колец, размер которых для макроспор колеблется от 0,1 до 3 мм (рис. 9), а для микроспор – от 0,01 до 0,08 мм (черт. 2). Споринит флуоресцирует от желтого до оранжевого цвета.

Кутинит – остатки кутикулы, представляющие кутинизированный слой эпидермиса листьев и молодых побегов. В углях встречается в виде полос различной ширины, одна сторона которых более или менее ровная, а другая зубчатая (рис. 10). Иногда кутинит имеет вид волнистых полос без видимых зубчиков.

Флуоресцирует зелено-голубым, желтым, оранжевым, светло-коричневым цветом.

Резинит – разнообразные смоляные включения в виде отдельных телец. Включения резинита отличаются как по форме, так и по величине. Они встречаются в виде округлых зерен, овальных тел неправильных очертаний (черт. 11 и 12), вытянутых палочек (рис. 16). Иногда резинит заполняет полости клеток в телините. Размеры резинита колеблются от десятков микрометров до нескольких миллиметров. Надежным критерием отличия резинитов от корповитринитов является флуоресценция. Резинит в углях низкой степени углефикации сильно флуоресцирует от сине-зеленого до бледно-оранжевого цвета.

С увеличением степени углефикации зеленый цвет переходит в желтый и в оранжевый.

Суберинит – коровые (пробковые) ткани, клетки которых содержат суберин. Встречается чаще всего в виде каемок различной толщины, оконтуривающих коровую ткань. В отраженном свете имеет темно-серый цвет различной интенсивности. Показатель отражения суберинита близок к показателю отражения споринита и кутинита. Суберинит флуоресцирует красноватым цветом различной интенсивности.

Альгинит – колонии водорослей определенной формы и размеров или бесструктурная сапропелевая основная масса, цементирующая в углях форменные элементы и минеральные вещества (рис. 14).

Альгинит имеет темный, почти черный цвет и трудно отличим от других компонентов группы липтинита. В ультрафиолетовом свете флуоресцирует желтым и зеленым светом.

Липтодетринит – крайне мелкие обломки мацералов группы липтинита, которые из-за детритового состава не могут быть отнесены к определенному мацералу данной группы. Размер частиц 2 – 3 мкм.

Различные микрокомпоненты весьма по-разному влияют на те, или иные свойства углей.

Петрографический состав, оказывающий существенное влияние на химико-технологические и физические свойства углей, необходимо учитывать во всех направлениях энергетического и нетопливного использования углей, при их обогащении и коксовании, при получении синтетических жидких продуктов и т. д. Свойства данного угля определяются количественными соотношениями и ассоциациями мацералов, а также стадией метаморфизма углей.

Определение количественного содержания групп мацералов, а также соотношение отдельных мацералов выполняется на полированных аншлиф-брикетах в отраженном белом свете.

Аншлиф-брикет изготавливают из представительной пробы угля по ГОСТ 9414.2. Аншлиф-брикет исследуют под микроскопом в отраженном свете и идентифицируют мацералы в иммерсионной среде, сравнивая их по показателю отражения,

цвету, морфологии, высоте, микрорельефа, структуре, степени ее сохранности, а также по размерам. Их количественное соотношение определяют методом подсчета точек [9].

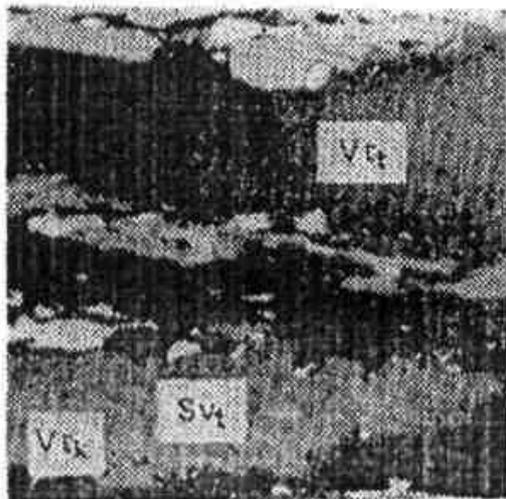


Рис. 1

Масляная иммерсия 665

Vt_k – коллинит

Vt_t – телинит

Sv_t – семителинит

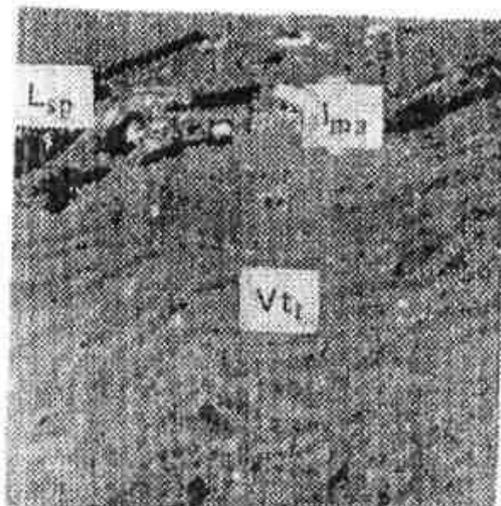


Рис. 2

Масляная иммерсия 665

Vt_t – телинит

I_{ma} – макринит

L_{sp} – споринит

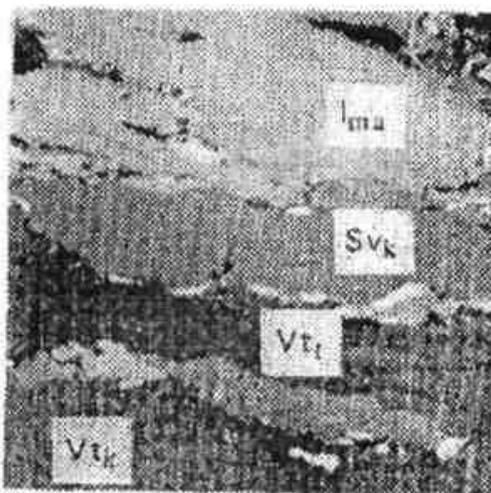


Рис. 3

Масляная иммерсия 665

Vt_k – коллинит

Vt_t – телинит

Sv_k – семиколлинит

I_{ma} – макринит

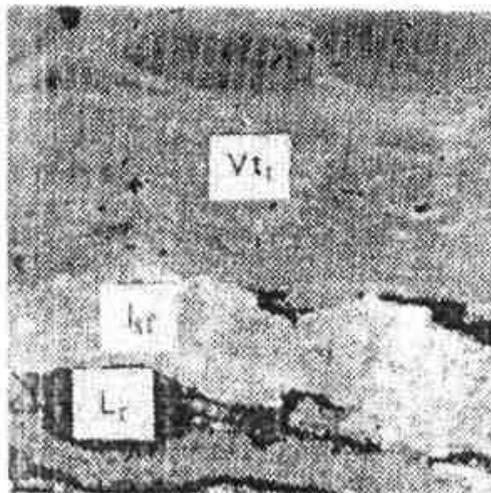


Рис. 4

Масляная иммерсия 665

Vt_t – телинит

I_{sf} – семифузинит

L_r – резинит

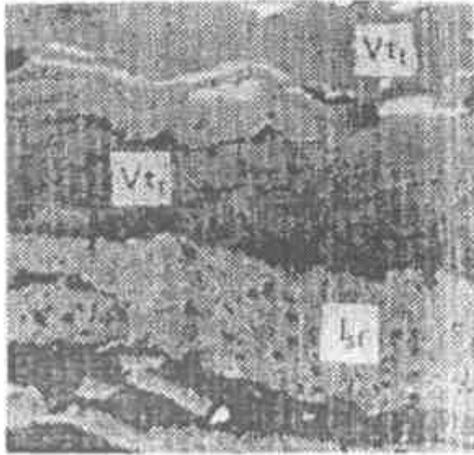


Рис. 5
 Масляная иммерсия 665^x
 Vt_t – телинит
 I_{sf} – семифюзинит

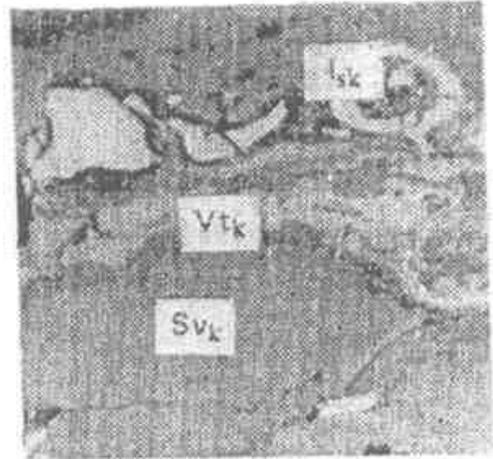


Рис. 6
 Масляная иммерсия 665^x
 Vt_k – коллинит
 Sv_k – семиколлинит
 I_{sk} – склеротинит



Рис. 7
 Масляная иммерсия 665
 Vt_k – коллинит
 I_{ma} – макринит
 I_f – фюзинит

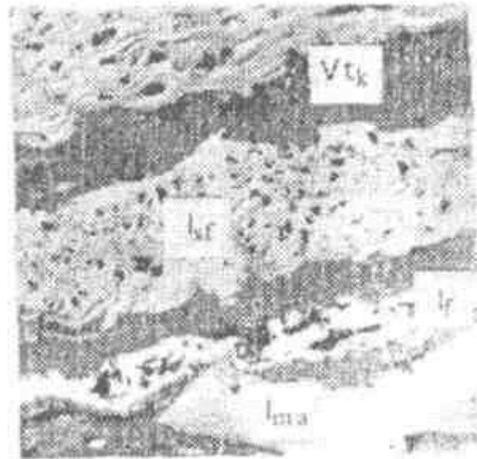


Рис. 8
 Масляная иммерсия 665
 Vt_k – коллинит
 I_{sf} – семифюзинит
 I_{ma} – макринит
 I_f – фюзинит

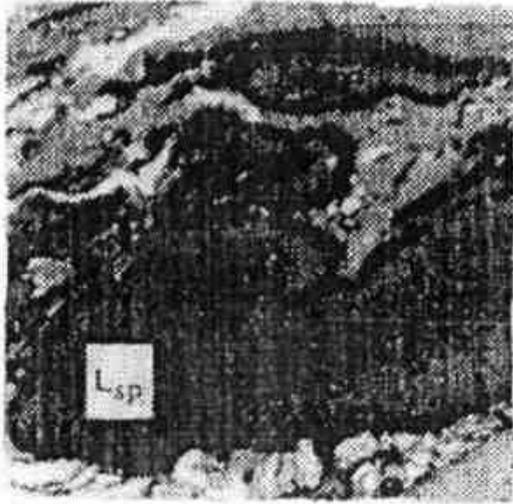


Рис. 9
Масляная иммерсия 400^x
L_{sp} – споринит

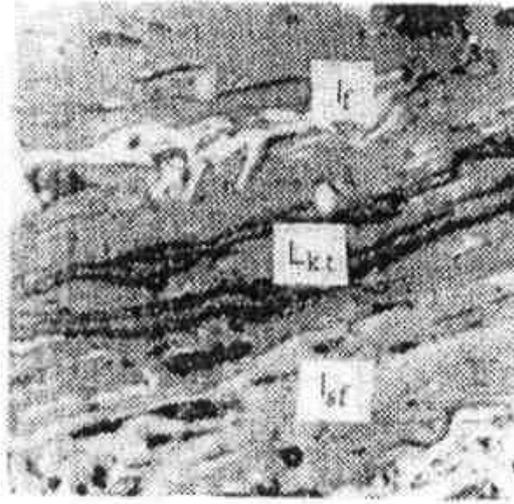


Рис. 10
Масляная иммерсия 400^x
L_{kt} – кутинит
I_{sf} – семифюзинит
I_f – фюзинит

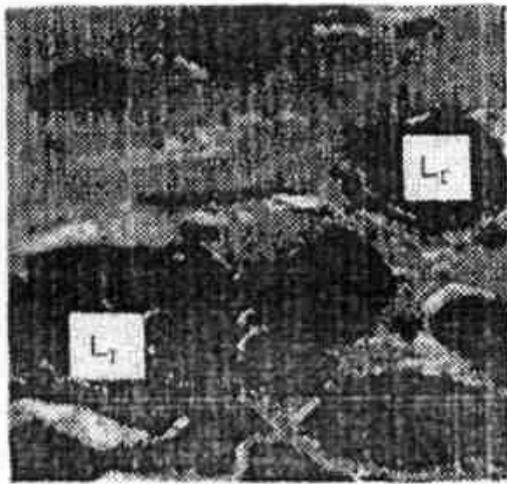


Рис. 11
Масляная иммерсия 665^x
I_r – резинит

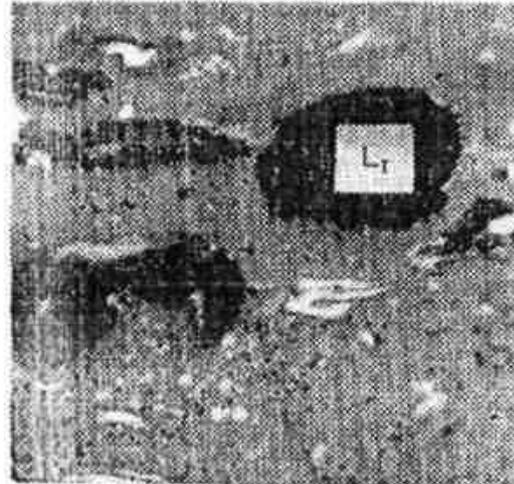


Рис. 12
Масляная иммерсия 665^x
I_r – резинит



Рис. 13
Масляная иммерсия 665
V_{tk} – коллинит
I_{sk} – склеротинит

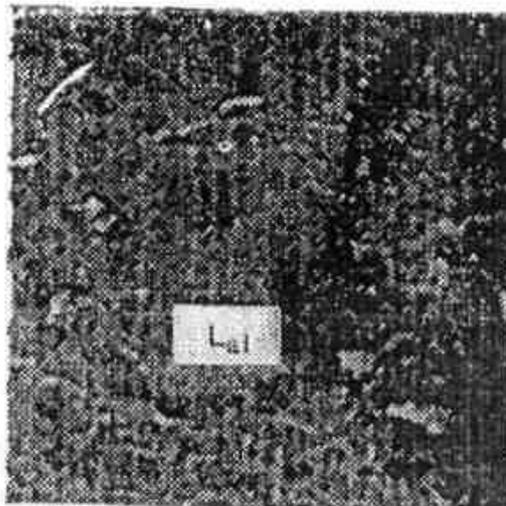


Рис. 14
Масляная иммерсия 665
L_{al} – альгинит

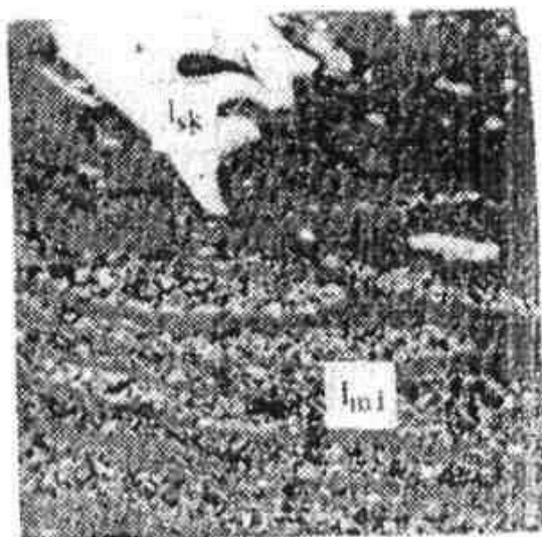


Рис. 15
Масляная иммерсия 665
I_{sk} – склеротинит
I_{mi} – микринит

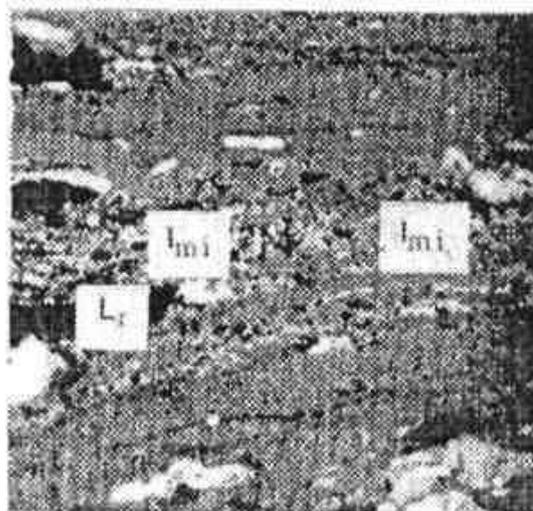


Рис. 16
Масляная иммерсия 665
I_{mi} – микринит
I_r – резинит

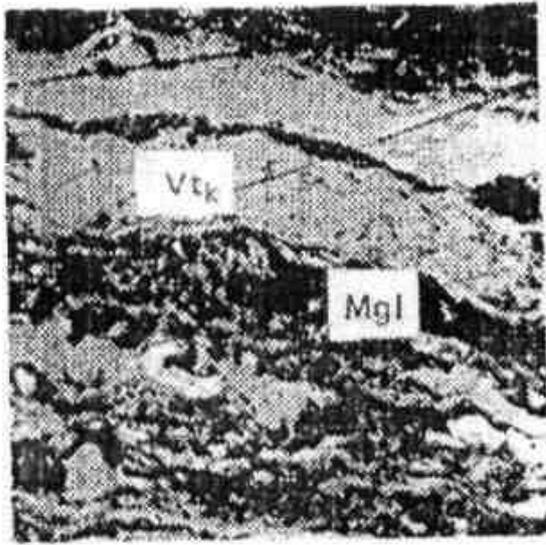


Рис. 17
210

Vt_t – телинит
M_g – глинистые минералы

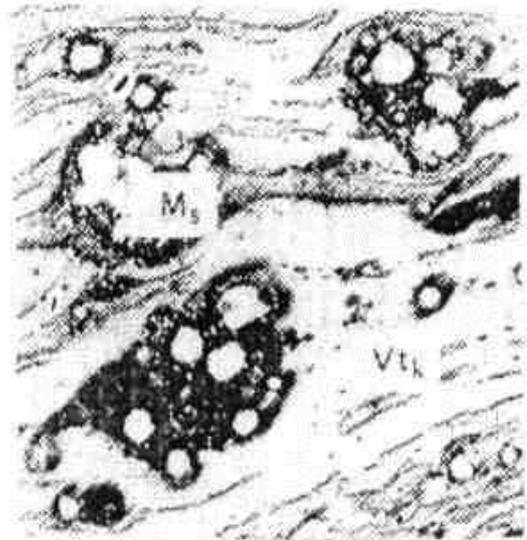


Рис. 18
210

Vt_k – коллинит
M_s – сульфиты железа

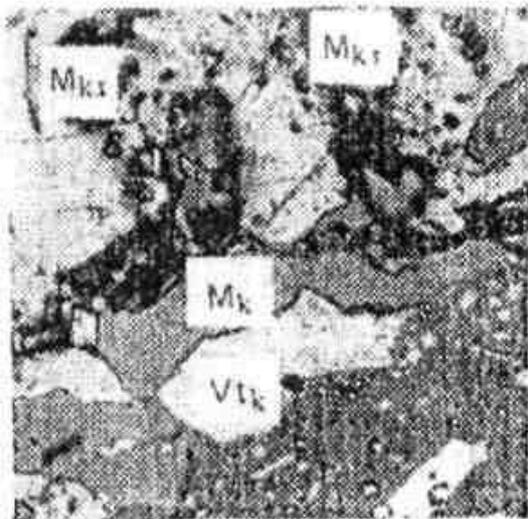


Рис. 19
210

Vt_k – коллинит
M_k – карбонаты (кальцит)
M_{kr} – кварц

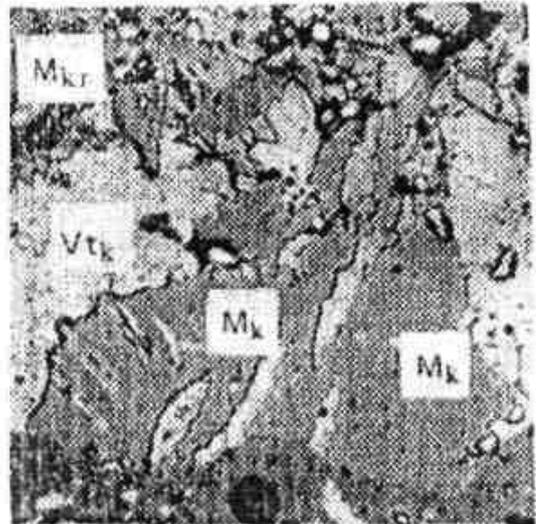


Рис. 20
210

Vt_k – коллинит
M_k – карбонаты
M_{kr} – кварц

Пределы значений показателя отражения
отдельных мацералов каменных углей
различных стадий метаморфизма

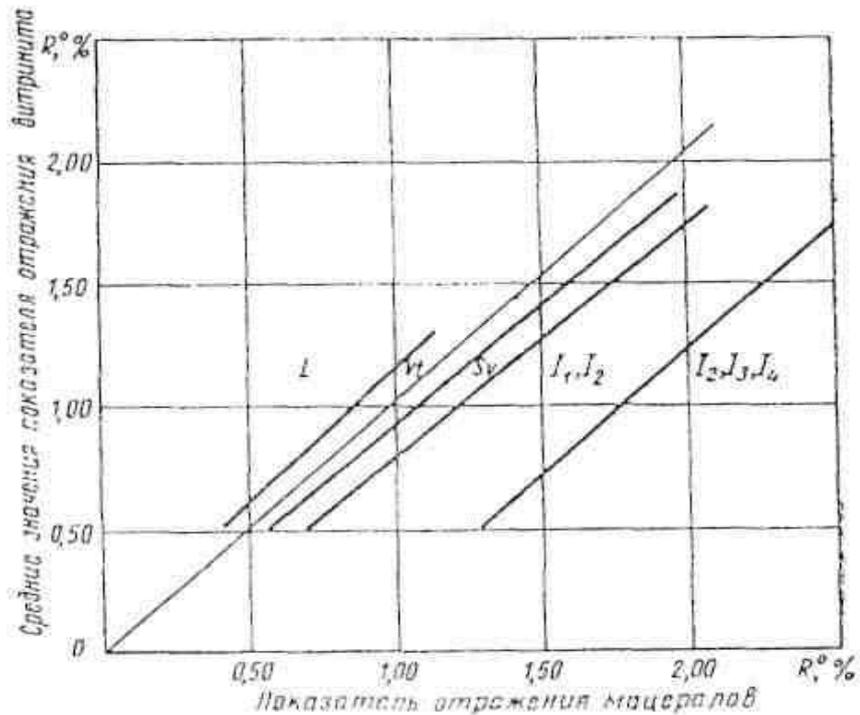


Рис. 21

2. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

2.1. Микроскоп для отраженного света с иммерсионным объективом с увеличением от 25 до 60^x и окуляром с увеличением от 8 до 12^x. Окуляр снабжен пластинкой с перекрестием из тонких линий.

Допускаются микроскопы, позволяющие проводить исследование в отраженном свете в воздушной и иммерсионной средах, обеспечивающие общее увеличение от 250 до 600^x.

2.2. Механический предметный столик или препаратоводитель, позволяющие передвигать образец в горизонтальном направлении с одинаковым шагом такой длины, чтобы только в незначительной части исследуемых частиц производили более одного подсчета на одной и той же частице. Длина шага равна половине максимального диаметра, т. е. 0,5–0,6 мм для проб со

стандартным верхним размером частиц 1 мм. Препаратоводитель также позволяет передвигать образец с таким же шагом в перпендикулярном направлении. Перемещение в горизонтальном направлении предпочтительно производить с помощью счетного механизма, а в перпендикулярном можно выполнять вручную.

2.3. Счетчик, позволяющий регистрировать число точек каждой категории. Желательно производить общий подсчет петрографических компонентов.

Допускается применять интеграционное устройство (МИУ) или пушинтегратор (система Глаголева), или счетчик, применяемый в медицине при определении лейкоцитарной формулы крови.

2.4. Оборудование для установки образца, включающее предметные стекла по ГОСТ 9284, пластилин и пресс для установки поверхности препарата параллельно предметному стеклу.

2.5. Масло иммерсионное с подходящим показателем преломления, совместимым с объективом микроскопа.

Примечание. При определении показателя отражения мацералов следует применять иммерсионное масло по ГОСТ 13739 с показателем преломления $n_D = 1,515-1,520$ при температуре 20–25 °С.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Проведение анализа. Настраивают микроскоп на освещение Келера. Аншлиф-брикет после выравнивания помещают на предметный столик и закрепляют в лапках препаратоводителя. На поверхность брикета наносят иммерсионную среду, производят фокусировку и наблюдают изображение в микроскопе. Идентифицируют вещество, находящееся на пересечении линий и производят подсчет точек, как показано в табл. 1.

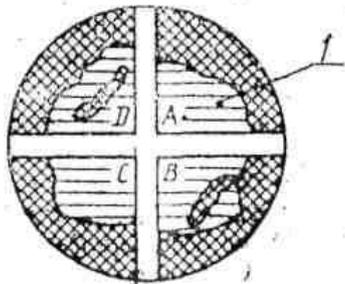
Таблица 1

Подсчет точек

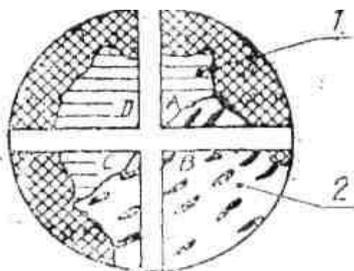
Положение точки пересечения линий	Операция
Витринит (Vt) , липтинит (L) или инертинит (I)	Регистрируют точку на счетчике для соответствующей группы мацералов
Связующее Минеральное вещество (ММ)	Точку не учитывают Регистрируют точку на счетчике для пирита, глинистых минералов и т. д. или не учитывают ее.
Граница между мацералами или мацералом и связующим	Исследуют по очереди вещества, непосредственно примыкающие к пересечению линий в верхнем справа (А), нижнем справа (В), нижнем слева (С) и верхнем слева (Д) секторах. Выбирают то вещество, границы которого выходят за пределы сектора и регистрируют точку на счетчике для этого вещества (см. черт.)
Полая пора в мацерале или пустота	Точку не учитывают.

Нормальные и граничные положения между мацералами или между мацералами и связующими

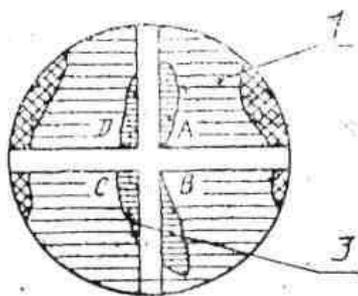
а). Нормальный случай – отсчет точек в секторе А



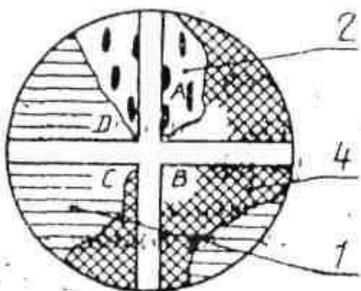
б). Граничный случай – отсчет точек в секторе В



в). Граничный случай – отсчет точек в секторе С



г). Граничный случай – отсчет точек не проводится



1 – витринит; 2 – инертинит; 3 – липтинит;
4 – связующее

Примечание. Ширина пересекающихся
линий увеличена для ясности

Рис. 22

Передвигают брикет на один шаг в направлении слева направо и продолжают подсчет вдоль всего образца. В конце брикет перемещают на шаг примерно такой же длины в перпендикулярном направлении и ведут отсчет, перемещая брикет в обратном направлении, параллельно предыдущему и т. д.

Выбирают такую длину шага, которая обеспечивает равномерный подсчет точек по всей поверхности брикета.

Всего делают не менее 500 подсчетов точек. Подсчет производят в два этапа.

На первом этапе подсчитывают с сухим объективом при увеличении $200 - 300^{\times}$ содержание органического вещества без разделения на отдельные составляющие.

На втором этапе подсчитывают содержание отдельных мацералов, или их групп с применением иммерсии и иммерсионного объектива при увеличении $250-600^{\times}$.

При анализе петрографически однородных углей или углей известного петрографического состава подсчет производят на одном аншлиф-брикете один раз с обязательным контролем 5–10 % исследуемых проб. При исследовании углей пластов, по которым ранее не проводилось определение петрографического состава, или углей сложного петрографического состава с содержанием мацералов группы витринита менее 50 %, подсчет производят на двух аншлиф-брикетах, приготовленных из одной и той же пробы угля.

Для определения категории углей по ГОСТ 25543 по результатам петрографического анализа вычисляют содержание фюзенизированных компонентов на чистый уголь, равное сумме мацералов группы инертинита и двух третей группы семи витринита.

$$\Sigma OK = 1 + 2/3 S_v$$

3.2. Обработка результатов. Объемную долю каждого компонента (p) в процентах вычисляют по формуле

$$p = \frac{n \cdot 100}{N},$$

где n – количество точек, определяемого мацерала; N – общее количество точек подсчета.

Результат округляют до целого числа. Окончательный результат рассчитывают по формуле:

$$\% V_t + \% L + \% I = 100.$$

Сходимость определений объемной доли компонентов в процентах представляет собой разность результатов двух определений с одинаковым числом точек подсчета, выполненных одним и тем же оператором на одном и том же брикете и с использованием одной и той же аппаратуры, при доверительной вероятности 95 %.

Сходимость может быть вычислена по формуле

$$(2\sqrt{2}) \cdot \sigma_t,$$

где σ_t – теоретическое стандартное отклонение.

Если оператор допускает незначительные ошибки при классифицировании мацералов, стандартное отклонение результатов анализов можно вычислить на основании биномиального распределения.

Теоретическое стандартное отклонение (σ_t) вычисляют по формуле

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{P(100-P)}{N}},$$

где N – общее число точек подсчета, P – объемная доля данной группы мацералов в процентах от общего числа точек подсчета.

Теоретическое стандартное отклонение приведено в табл. 2

Таблица 2

Теоретическое стандартное отклонение

Объемная доля мацералов (p) %	Стандартное отклонение	Коэффициент вариации 100 : t _p	Сходимость
5	1,0	20	2,8
20	1,8	9	5,1
50	2,2	4,4	6,3
80	1,8	2,3	5,1
95	1,0	1,1	2,8

Примечание. Например, если объемная доля витринита в образце равна 80 %, можно ожидать, что оператор получит два результата, отличающиеся меньше чем на 5,1 % по количеству точек (т. е. 78 % и 83 %) в 19 случаях из 20.

За результат анализа принимают среднее арифметическое результатов двух наиболее близких подсчетов.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое мацерал и как классифицируются мацералы по ГОСТ 9414.1–94 (ИСО 7404–1–84) «Уголь каменный и антрацит». Методы петрографического анализа. Часть 1.
2. Охарактеризовать мацералы группы витринита.
3. Охарактеризовать мацералы группы семивитринита.
4. Охарактеризовать мацералы группы липтинита.
5. Охарактеризовать мацералы группы инертинита.
6. Какие приборы и материалы используются для петрографического анализа мацералов угля?
7. Охарактеризовать метод подсчета мацералов.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

1. Еремин, И. В. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса / И. В. Еремин, А. С. Арцер, Т. М. Броновец. – Кемерово, 2001. – 287 с.

2. Эпштейн, С. А. Обоснование и разработка методов изучения структурных особенностей углей для определения динамики их свойств под влиянием внешних воздействий. Специальность 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2009. – 39 с.

3. ГОСТ 9414–74 (ст СЭВ 5431–85). Угли бурые, каменные и антрациты. – 21 с.

4. ГОСТ 9414.3–93 (ИСО 7404–3–84). Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Ч. 3. Метод определения групп мацералов. – 93 с.

б) дополнительная

1. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1 / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово, 1999. – 176 с.

2. Русьянова, А. Д. Углекислоты. – Москва: Наука, 2000. – 316 с.

3. Саранчук, В. И. Надмолекулярная организация, структура и свойства угля / В. И. Саранчук, А. Т. Айруни, К. Е. Ковалев. Киев: Наукова Думка, 1988. – 191 с.

4. Петрография углей СССР // под ред. И. Э. Вальц. Ленинград: Недр Ленинградское отделение. – 1982. – 248 с.

5. Петрографические типы углей СССР / под ред. А. А. Любер. – Москва: Недр, 1975. – 247 с.

6. Ван-Кревелен, Д. В. Наука об угле / Д. В. Ван-Кревелен, Ж. Шуер; пер. с англ. Э. А. Былыны / Гос. научно-техническое издательство литературы по горному делу. – Москва, 1960. – 303 с.

7. Волков, Н. А. Лабораторная практика по петрографии углей. Углетехиздат. – М.: 1951. – 131 с.

8. Жемчужников, Ю. А. Основы петрологии углей / Ю. А. Жемчужников, А. И. Гинзбург; Изд-во АН СССР. – Москва, 1960. 400 с.

9. Недосекина, Л. С. Описание и количественная оценка микрокомпонентов угля [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 4 по дисциплине «Углепетрография» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» очной формы обучения / Л. С. Недосекина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. геологии. – Кемерово, 2014. – 12 с. – Режим доступа: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=7677>. – Загл. с экрана. (24.12.2016)

Форма отчета

Количественная оценка петрографических микрокомпонентов

Наименование замера	М а ц е р а л ы																
	V _t t	V _t k	V _{t_v} d	S _v t	S _v k	L _s p	L _k t	L r	L s	L _a l	L _i d	I _m i	I _m a	I _{sf}	I _f	I _s k	I _{id}
Количество точек (n)																	
Объёмная доля (P)																	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Лабораторная работа № 3
Определение и количественная оценка
минеральных примесей в углях

ВВЕДЕНИЕ

Минеральные включения в углях обуславливают внутреннюю зольность угля и влияют на оценку угля как сырья для промышленного использования.

Лабораторная работа № 3 заключается в диагностике и количественной оценке минеральных включений в угле.

Работа рассчитана на 4 часа. Работа выполняется по индивидуальным заданиям.

По окончании работы составляется отчет (табл. 1, табл. 2).

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

К настоящему времени в углях обнаружено свыше 30 минералов. Некоторые из них имеют широкое распространение, другие наблюдаются очень редко.

Минеральные включения.

Минеральные включения в углях и антрацитах представлены глинистыми минералами, сульфидами железа, карбонатами, окислами кремния и прочими минералами. Минеральные включения в отраженном свете без иммерсии резко отличаются от мацералов и могут быть подсчитаны отдельно от них.

Глинистые минералы характеризуются темно-серым цветом с коричневым оттенком, имеют тонкозернистое или чешуйчатое строение. Они на 50 % и более сложены из частиц размером от 2 до 100 мкм. Глинистые минералы не имеют рельефа. В углях встречаются в виде линз, прослоек или в виде тонко рассеянных частиц среди коллинита, иногда заполняют клеточные полости в компонентах с ботанической структурой, нередко замещают отдельные участки органического вещества (рис. 1).

Сульфиды железа в углях обычно представлены пиритом, марказитом, мельниковитом и характеризуются высоким

микрорельефом и ярко-желтым цветом. Их показатель отражения и микрорельеф выше, чем у фюзинита и склеротинита. Встречаются в виде отдельных зерен, розеток, часто сульфиды заполняют клеточные полости растительных тканей (рис. 2). Иногда образуют скопления в виде участков различной формы и размеров.

Карбонаты в углях обычно представлены кальцитом, сидеритом, доломитом, анкеритом и другими минералами. Цвет этих минералов серый, немного темнее, чем у витринита. В углях карбонаты встречаются в трещинах (рис. 3, 4), или образуют отдельные прослойки, иногда заполняют клеточные полости структурных тканей. Рельеф их равен витриниту или немного выше, чем у него. Карбонаты обычно хорошо определяются при скрещенных николях по внутренним рефлексам, которых не дают мацералы.

Окислы кремния представлены в углях кварцем, халцедоном, опалом и другими минералами. Цвет темно-серый, микрорельеф высокий, намного выше, чем у витринита, поэтому зерна имеют темную оторочку (рис. 3, 4).

В углях кварц встречается в виде полукатанных округлых и угловатых зерен, а также в виде небольших прослоек. Иногда заполняет трещины или полости клеток растительных тканей.

Прочие минеральные включения – все другие минералы, редко встречающиеся в угле гидроокислы железа, полевые шпаты, слюда и др. [11].

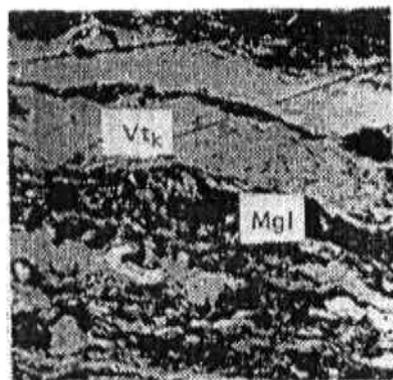


Рис. 1
210^x

Vt_t – теллинит
M_g – глинистые
минералы

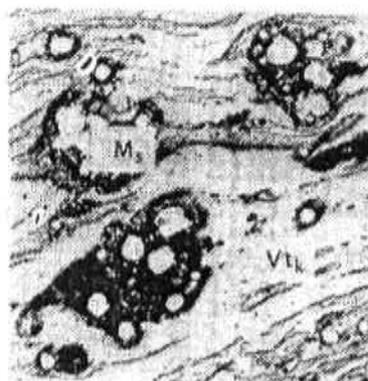


Рис. 2
210^x

Vt_k – коллинит
M_s – сульфиды железа

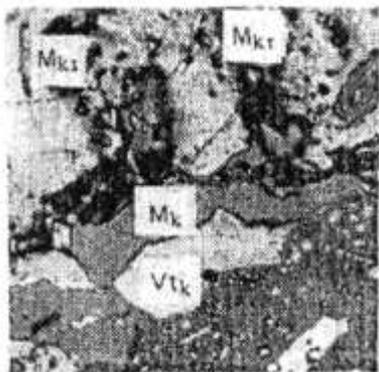


Рис. 3

Vt_k – коллинит
 M_k – карбонаты (кальцит)
 M_{кр} – кварц

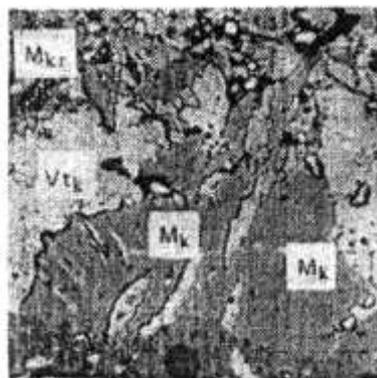


Рис. 4

Vt_k – коллинит;
 M_k – карбонаты;
 M_{кр} – кварц.

2. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

1. Шлифы углей для изучения минеральных примесей в проходящем свете.

2. Аншлифы – брикеты для изучения минеральных примесей в отраженном свете.

3. Микроскопы ПОЛАМ Р-311; МИН-8; МИН-9.

4. Механический предметный столик или препаратоводитель, позволяющие передвигать образец в горизонтальном направлении с одинаковым шагом такой длины, чтобы только в незначительной части исследуемых частиц производили более одного подсчета на одной и той же частице. Длина шага равна половине максимального диаметра частицы, т. е. 0,5–0,6 мм для проб со стандартным верхним размером частиц 1 мм. Препаратоводитель также позволяет передвигать образец с таким же шагом в перпендикулярном направлении. Перемещение в горизонтальном направлении предпочтительно производить с помощью счетного механизма, а в перпендикулярном можно выполнять вручную.

5. Счетчик, позволяющий регистрировать число точек каждой категории. Желательно производить общий подсчет петрографических компонентов.

Допускается применять интеграционное устройство (МИУ) или пушинтегратор (системы Глаголева), или счетчик, применяемый в медицине при определении лейкоцитарной формулы крови.

6. Оборудование для установки образца, включающее предметные стекла по ГОСТ 9284, пластилин и пресс для установки поверхности препарата параллельно предметному стеклу.

7. Масло иммерсионное с подходящим показателем преломления, совместимым с объективом микроскопа.

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. Настроить микроскоп на проходящий свет.

3.2. Поместить шлиф на предметный столик, закрепить в лапках препаратоводителя.

3.3. Диагностировать минерал, находящийся на пересечении линий, регистрировать точку на счетчике.

3.4. Передвинуть шлиф на один шаг в направлении слева направо и продолжить подсчет вдоль всего шлифа.

3.5. Переместить шлиф на шаг примерно такой же длины в перпендикулярном направлении и вести отсчет, перемещая шлиф в обратном направлении, параллельно предыдущему и т. д.

3.6. Выбрать длину шага, которая обеспечивает равномерный подсчет точек по всей поверхности шлифа.

3.7. Повторить эти операции с другим минеральным включением.

3.8. Настроить микроскоп на освещение Келера.

3.9. Поместить аншлиф-брикет на предметный столик, закрепить в лапках препаратоводителя.

3.10. Содержание минеральных включений подсчитывать в аншлифах-брикетах в отраженном свете в воздушной среде при увеличении в 200–300 раз. Подсчет производить в той же последовательности что и по шлифу в проходящем свете.

3.11. Подсчитать отдельно содержание глинистого вещества, сульфидов железа, карбонатов и кварца.

3.12. Обработка результатов. На основе полученных данных определить содержание каждого минерала в угле по формуле.

$$Ml = b^1 100/V^1,$$

где b^1 – число точек каждого минерала; V^1 – общее число точек органических и минеральных компонентов.

3.13. Занести результаты исследований в отчетные таблицы 1 и 1.

Таблица 1

Результаты исследования в проходящем свете

№ обр.	Привязка (горное предприятие, пласт)	Содержание минералов							
		Глинистые минералы		Сульфиды		Карбонаты		Кварц	
		число точек	содержание в %	число точек	содержание в %	число точек	содержание в %	число точек	содержание в %

Таблица 2

Результаты исследования в отраженном свете

№ обр.	Привязка (горное предприятие, пласт)	Содержание минералов							
		Глинистые минералы		Сульфиды		Карбонаты		Кварц	
		число точек	содержание, %	число точек	содержание, %	число точек	содержание, %	число точек	содержание, %

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Перечислить минеральные включения в углях.
2. Охарактеризовать глинистые минералы в углях.
3. Охарактеризовать сульфиды железа в углях.
4. Охарактеризовать карбонаты в углях.
5. Охарактеризовать окислы кремния в углях.
6. Какие приборы и материалы используются для петрографического анализа минеральных включений в углях?
7. Охарактеризовать метод подсчета минеральных включений в углях.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

. Еремин, И. В. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса / И. В. Еремин, А. С. Арцер, Т. М. Броновец. – Кемерово, 2001. – 287 с.

2. Эпштейн, С. А. Обоснование и разработка методов изучения структурных особенностей углей для определения динамики их свойств под влиянием внешних воздействий. Специальность 25.00.16 – «Горнопромышленная и нефтегазопромысловая геология, геофизика, маркшейдерское дело и геометрия недр»: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук. – Москва, 2009. – 39 с.

3. ГОСТ 9414–74 (ст СЭВ 5431–85). Угли бурые, каменные и антрациты. – 21 с.

4. ГОСТ 9414.3–93 (ИСО 7404–3–84). Уголь каменный и антрацит. Методы петрографического анализа. Ч. 3. Метод определения групп мацералов. – 93 с.

б) дополнительная

1. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1 / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово, 1999. – 176 с.

2. Русьянова, А. Д. Угলেখимия. – Москва: Наука, 2000. – 316 с.

3. Волков, Н. А. Лабораторная практика по петрографии углей. – Москва: Углетехиздат, 1951. – 131 с.

4. Жемчужников, Ю. А. Основы петрологии / Ю. А. Жемчужников, А. И. Гинзбург; Изд-во АН СССР. – Москва, 1960. – 400 с.

5. Тайц, Е. М. Методы анализа и испытания углей / Е. М. Тайц, И. А. Андреева. – Москва: Недрa, 1983. – 301 с.

6. Методические указания к лабораторным работам по углепетрографии по дисциплине «Лабораторные методы исследования полезных ископаемых» для студентов

специальности 0101 «Геологическая съемка, поиски и разведка МПИ. Ч. 2. – Свердловск: Изд-во СГИ, 1985. – 19 с.

7. Покровский, М. П. Лабораторные методы исследований полезных ископаемых. Ч. I. Общие вопросы лабораторных методов исследования: учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2001. – 76 с.

8. Методы минералогических исследований: Справочник / под ред. А. И. Гинзбурга. – Москва : Недра, 1985. – 480 с.

9. Кизильштейн, Л. Я. Прикладная углепетрография / Л. Я. Кизильштейн, А. Л. Шпицглюз; отв. ред. А. И. Егоров; Рост. гос. ун-т. – Ростов-на-Дону, 1992. – 146 с.

10. Коробецкий, И. А. Генезис и свойства минеральных компонентов углей / И. А. Коробецкий, М. Я. Шпирт. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1988. – 226 с.

11. Недосекина, Л. С. Определение и количественная оценка минеральных примесей в углях [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 5 по дисциплине «Углепетрография» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализация «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых», очной формы обучения / Л. С. Недосекина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. геологии. – Кемерово, 2014. – 9с. – Режим доступа:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=7678>. – Загл. с экрана. (24.12.2016).

Лабораторная работа № 4
Промышленная классификация углей
из разных пластов угленосной толщи
и составление прогноза направления их использования
и предварительной переработки

ВВЕДЕНИЕ

Промышленная классификация ископаемых углей отражает сложившуюся практику их использования. В настоящее время используется промышленная классификация, утвержденная ГОСТ 25543-2013[2].

Цель этой лабораторной работы: дать промышленную классификацию углей разных пластов угленосной толщи.

Задачей работы является научиться определять вид угля, его промышленную марку, группу и подгруппу, на основании чего составить прогноз его промышленного и технологического использования.

Работа выполняется по индивидуальным заданиям, составленным преподавателем [6].

Работа рассчитана на 4 часа.

По результатам работы составляется отчет по форме (табл. 2)

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Единая классификация неокисленных ископаемых углей предусматривает их подразделение:

по видам – на бурые, каменные и антрациты;

по генетическим параметрам – на классы, категории, типы и подтипы;

по технологическим параметрам – на марки, группы и подгруппы.

**Параметры для подразделения
неокисленных ископаемых углей (ГОСТ 25543-2013)**

Вид угля	Средний показатель отражения витринита R_o , %	Высшая теплота сгорания при пересчете на влажное беззольное состояние Q_s^{af} , МДж/кг	Выход летучих веществ на сухое беззольное состояние V^{daf} , %
Бурый	Менее 0,60	Менее 24	-
Каменный	0,40 – 2,51	24 и более	8 и более
Антрацит	2,20 и более	-	Менее 1

Классификация построена по кодовой системе. Бурые, каменные угли и антрациты в зависимости от их технологических свойств (класс, категория, тип и подтип) объединяют в технологические марки, группы и подгруппы. Эти показатели устанавливают для каждого пласта. По результатам анализов определяют кодовый номер. Если угли одного пласта на отдельных горизонтах или крыльях складки относятся к разным маркам, группам и подгруппам, то кодовый номер этих параметров устанавливают для каждого участка.

Угли различных кодовых номеров со сходными технологическими свойствами в основных процессах переработки объединены в технологические марки, группы, подгруппы. Всего выделено 17 марок, при этом для бурых углей и антрацитов – по одной марке (соответственно **Б** и **А**), для каменных 15: длиннопламенные (**Д**), длиннопламенные газовые (**ДГ**), газовые (**Г**), газовые жирные отощенные (**ГЖО**), газовые жирные (**ГЖ**), жирные (**Ж**), коксовые жирные (**КЖ**), коксовые (**К**), коксовые отощенные (**КО**), (**КСН**) коксовые слабоспекающиеся (**КС**), отощенные спекающиеся (**ОС**), тощие спекающиеся (**ТС**), слабоспекающиеся (**СС**), тощие (**Т**).

Марки бурых, каменных углей (исключая **Д**, **ДГ**, **КЖ**, **КСН** и **ТС**) и антрацитов подразделяют на группы.

Основные параметры для такого подразделения:

марки **Б** – генетический тип (по максимальной влаге-ёмкости);

марок **Г** и **Ж** – генетический тип (по различиям в спекаемости изометаморфизованных углей этих марок);

марок **ГЖО, ГЖ, К, КО, КС, ОС, СС, Т** и **А** – генетические классы углей (по величине R_o), в меньшей мере – принадлежность углей одной и той же марки к различным типам (по V^{daf} каменных и антрацитов).

Наименование группы предшествует названию марки; первый бурый, второй газовый и т. д.; перед условным обозначением марки ставят номер группы (например, **1Б, 2Г** и т. п.).

Объединение углей одних и тех же марок и групп в подгруппы производят по характеристике петрографического состава (категории). Углям с номерами категории 1, 2, 3-й ($\Sigma OK < 40\%$) присваивается наименование **витринитовых**, категориям 4-й и выше – **фюзинитовых**, что указывается после названия соответствующей марки (например, **второй газовый витринитовый** или **второй газовый фюзинитовый**) и отражается в условном обозначении марки и группы угля дополнением её буквами **В** и **Ф** (например, **2ГВ** или **2ГФ**). Для бурых углей **1Б**, каменных **2Г, ГЖ, Ж, КЖ, СС** – подгруппы угля не выделяют.

В зависимости от определенного места в классификационной системе технологических свойств ископаемых углей составляется прогноз их промышленного использования.

2. ПРИБОРЫ И МАТЕРИАЛЫ

2.1. Таблицы качественных показателей углей разных пластов.

2.2. ГОСТ 25543–2013 [2].

3. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

3.1. По показателю отражения витринита R_o установить класс угля (табл. 3 ГОСТ 25543–2013).

3.2. По содержанию фюзинизированных отощающих компонентов ΣOK установить категорию угля (табл. 4 ГОСТ 25543–2013).

3.3. По максимальной влагоёмкости на беззольное состояние W_{max}^{af} установить тип бурых углей (табл. 5 ГОСТ 25543–2013).

3.4. По выходу летучих веществ на сухое беззольное состояние V^{daf} установить тип каменных углей (табл. 6 ГОСТ 25543–2013).

3.5. По объемному выходу летучих веществ на сухое беззольное состояние $V_{об}^{daf}$ установить тип антрацитов (табл. 7 ГОСТ 25543–2013).

3.6. По выходу смолы полукоксования на сухое беззольное состояние T_{sk}^{daf} установить подтип бурых углей (табл. 8 ГОСТ 25543-2013).

3.7. По толщине пластического слоя y , мм, установить подтип каменных углей (табл. 9 ГОСТ 25543–2013).

3.8. По анизотропии отражения витринита A_R (табл. 10 ГОСТ 25543-2013) установить подтип антрацитов.

3.9. По классу, категории, типу и подтипу угля составить кодовое число.

3.10. По кодовому числу установить технологическую марку, группу и подгруппу угля (табл. 11 ГОСТ 25543–2013).

3.11. Составить прогноз направления обязательного использования и предварительной переработки угля с учетом рекомендованных направлений (табл. 12 ГОСТ 25543–2013).

3.12. Результаты занести в отчетную табл. 2.

Таблица 2

Форма отчета

Название пласта с привязкой к шахтному полю		Категория	Тип	Подтип	Кодовое число	Марка	Группа	Подгруппа	Направление использования	Направление предварительной переработки

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении видов углей.
2. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на классы.
3. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на категории.
4. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на типы.
5. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на подтипы.
6. Как составляется кодовое число угля.
7. Как устанавливается марка угля.
8. Как устанавливается группа угля.
9. Как устанавливается подгруппа угля.
10. Прямой показатель коксуетости. Кондиция. Направление использования.
11. Какие угли подвергаются обогащению на снижение фюзенитовости.
12. Показатель внутренней загазованности угля. Кондиция. Направление переработки.
13. Охарактеризовать качественные показатели энергетических углей и кондиции по ним.

5. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

а) основная

1. Еремин, И. В. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса / И. В. Еремин, А. С. Арцер, Т. М. Броновец. – Кемерово, 2001. – 287 с.

2. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам [Текст]: ГОСТ 25543–2013. – Взамен ГОСТ 25543-88; введ. 01.01.2015. – Изд. офиц. / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС). – Москва: Стандартинформ, 2016. – 19 с.

б) дополнительная

3. Ископаемые угли. Лабораторный практикум по курсу «Геология», поиски, разведка и оценка угольных месторождений». – Новочеркасск, 2001. – 37 с.

4. Арцер, А. С. Угли Кузбасса: происхождение, качество, использование. Кн. 1, 2 / А. С. Арцер, С. И. Протасов. – Кемерово, 1999. – 177 с.; 168 с.

5. Еремин, И. В. Марочный состав углей и их рациональное использование. Справочник / И. В. Еремин, Т. М. Броновец; под ред. В. Ф. Череповского. – М.: Недра,– 1994. – 254 с.

6. Недосекина, Л. С. Промышленная классификация углей из разных пластов угленосной толщи и составление прогноза направления их использования и предварительной переработки [Электронный ресурс]: методические указания к лабораторной работе № 9 по дисциплине «Углепетрография» для студентов специальности 130101.65 «Прикладная геология», специализации «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений твердых полезных ископаемых» очной формы обучения / Л. С. Недосекина; ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. геологии. – Кемерово, 2014. – 8 с. – Режим доступа:

<http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3656>. – Загл. с экрана. (24.12.2016)

Самостоятельная работа

Самостоятельная работа обучающихся будет заключаться в изучении тем лекций по литературе, подготовке к письменному опросу по темам лекций, подготовке к защите лабораторных работ, подготовке отчетов к практическим занятиям по дисциплине «Углепетрография».

Подготовка, выполнение и защита лабораторных работ

Подготовка к лабораторным работам заключается в самостоятельном изучении темы работы по конспектам и литературным источникам. Требования к оформлению, содержанию отчета и к форме защиты лабораторных работ по индивидуальным заданиям и контрольные вопросы приведены в методических указаниях по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Углепетрография».

Ниже приводится содержание самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы к лабораторной работе №1 «Описание и количественная оценка макрокомпонентов угля»

1. Ознакомиться с теоретическими положениями темы «Введение».
2. Ознакомиться с теоретическими положениями темы «Основы общей теории углеобразования, вещественный состав, строение и принципы генетической классификации углей».
3. Ознакомиться с диагностическими признаками макроингредиентов углей на примере образцов индивидуальной задачи.
4. Определить цвет образцов углей, цвет черты, установить их отличие в зависимости от степени углефикации угля.
5. Оформить отчет по лабораторной работе и подготовиться к защите на 5 контрольной неделе.

Контрольные вопросы к защите лабораторной работы «Описание и количественная оценка макрокомпонентов угля»:

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 отдельность угля. Каковы условия образования отдельностей?
5. Охарактеризовать кливаж угля.
6. Структура угля, ее разновидности.
7. Текстура угля, ее разновидности.
8. Охарактеризовать блестящий макроингредиент угля.
9. Охарактеризовать полублестящий макроингредиент угля.
10. Охарактеризовать полуматовый макроингредиент угля.
11. Охарактеризовать матовый макроингредиент угля.
12. Как определяется петрографический литотип угля?

**Содержание самостоятельной работы к лабораторной работе
№2 «Описание и количественная оценка
микрокомпонентов угля»**

1. Проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы.
2. При подготовке к практическим занятиям в обязательном порядке изучить теоретический материал в соответствии с методическими указаниями к лабораторным занятиям.
3. Оформить отчет по лабораторной работе и подготовиться к защите на 9 контрольной неделе.

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Описание и количественная оценка микрокомпонентов угля»:

1. Что такое микрокомпонент угля и каким методом он определяется?
2. Какие микрокомпоненты встречаются в углях?
3. В каких фаціальных условиях формировались микрокомпоненты группы витринита?
4. В какой фаціальной обстановке формировались микрокомпоненты группы инертенита и семивитринита?

5. В какой фациальной обстановке формируются микрокомпоненты группы инертенита?
6. Что представляют собой липоидные микрокомпоненты углей?
7. Из каких микрокомпонентов состоит угольный литотип витрен?
8. Из каких микрокомпонентов состоит угольный литотип кларен?

**Содержание самостоятельной работы к лабораторной работе
№3 «Определение и количественная оценка минеральных
примесей в углях»**

1. Проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы.
2. При подготовке к лабораторному занятию в обязательном порядке изучить теоретический материал в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам.
3. Изучить минеральные примеси наиболее часто встречающиеся в угольных пластах.
3. Оформить отчет по лабораторной работе и подготовиться к защите на 13 контрольной неделе.

Контрольные вопросы к лабораторной работе «Определение и количественная оценка минеральных примесей в углях»:

1. Какими минеральными веществами представлены минеральные примеси в углях?
2. Влияет ли на качество угля содержание минеральных примесей?
3. Могут ли быть удалены минеральные примеси из органической массы угля?
4. Что представляют собой материнская зола и внешняя зола?
5. От каких минеральных примесей зависит плавкость золы?

Содержание самостоятельной работы к лабораторной работе №4 «Промышленная классификация углей из разных пластов угленосной толщи и составление прогноза направления их использования и предварительной переработки»

1. Проработать конспекты лекций, рассмотрев отдельные вопросы по предложенным источникам литературы.

2. При подготовке к лабораторному занятию в обязательном порядке изучить теоретический материал в соответствии с методическими указаниями к лабораторным работам.

3. Изучить наиболее важные направления использования углей.

3. Оформить отчет по лабораторной работе и подготовиться к защите на 17 контрольной неделе.

Контрольные вопросы к лабораторной работе №4 «Промышленная классификация углей из разных пластов угленосной толщи и составление прогноза направления их использования и предварительной переработки»

1. Какие показатели качества углей определяются техническим анализом?

2. По какому показателю определяется класс угля?

3. По какому показателю определяется категория угля?

4. По какому показателю определяется тип угля?

5. По какому показателю определяется подтип угля?

6. Из каких параметров составляется кодовое число угля.

7. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на виды.

8. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на классы.

9. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на категории.

10. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на типы.

11. Охарактеризовать качественные показатели, используемые при делении углей на подтипы.

12. Как устанавливается марка угля?

13. Как устанавливается группа угля?

14. Как устанавливается подгруппа угля?
15. Прямой показатель коксуетости. Кондиция.
16. Какие угли подвергаются обогащению на снижение фюзинитовости?

Оценочные средства при промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Углепетрография» проводится в соответствии с учебным планом и является обязательной.

Формой промежуточной аттестации является зачет, в процессе которого определяется сформированность обозначенной в рабочей программе компетенции. Инструментом измерения сформированности компетенции является выполнение в полном объеме требований текущего контроля, что является допуском к зачету, а также вопросы к зачету.

При проведении промежуточной аттестации обучающимся будет задано два вопроса, на которые они должны дать ответы. Оценка за ответы на вопросы выставляется в соответствии с критериями оценивания, представленными в рабочей программе дисциплины «Углепетрография».

Перечень вопросов к зачету

1. Предпосылки угленакопления.
2. Химический состав растительного вещества.
3. Вещественный состав высших растений.
4. Вещественный состав низших растений.
5. Условия разложения растительного вещества.
6. Процесс гелефикации.
7. Процесс фюзенизации.
8. Процесс элювиации.
9. Процессы иллювиации и битуминизации.
10. Химический состав торфа и сапропеля, как конечных продуктов разложения растений.
11. Диагенез торфа и сапропеля, условия и конечный результат.
12. Процесс метаморфизма угля, условия и конечный результат.

13. Бурый уголь, каменный уголь и антрацит, их химический состав и внешние признаки.
14. Генетическая классификация углей по А. А. Жемчужникову.
15. Характеристика гумусовых углей.
16. Характеристика сапропелевых углей.
17. Элементный состав органической части угля.
18. Дюрен, кларен, фюзен, дюрен и их макроскопические признаки, генетическая обусловленность.
19. Классификация углей по генетическим и технологическим параметрам. Составление кодового числа по ГОСТ 25543-2013.
20. Направления предварительной переработки коксующихся и энергетических углей.