

ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕТИЧНЫХ БУРЫХ УГЛЕЙ БАБАЕВСКОГО И ДРУГИХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПРИУРАЛЬЯ

В. В. Кирюков

Малометаморфизованные бурые угли третичного возраста, широко распространенные в пределах правобережной Украины, юго-западного Приуралья и северного Казахстана с петрографической стороны исследованы недостаточно. До сих пор нет хорошо разработанной методики изучения малометаморфизованных рыхлых бурых углей, резко отличающихся от более плотных бурых и каменных углей, а также от торфов.

В настоящей статье излагаются результаты комплексного (ботанического, петрографического и химического) изучения¹ вещественного состава малометаморфизованных бурых углей, слагающих мощную залежь Бабаевского месторождения и приводится сравнение их с углями других третичных месторождений юго-западного Приуралья.

Вопросы происхождения малометаморфизованных бурых углей рассматриваются автором в специальной статье, подробная характеристика типов углей и строения угольных залежей отдельных месторождений Южно-уральского буроугольного бассейна излагается в подготавливаемом в настоящее время атласе.

1. ОБЗОР КЛАССИФИКАЦИОННЫХ СХЕМ БУРЫХ УГЛЕЙ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ УГЛЕФИКАЦИИ

Проблема классификации бурых углей, несмотря на значительный объем работ, проведенных углехимиками и углепетрографами, в настоящее время еще не может считаться разрешенной. Большинство предложенных классификаций недостаточно отражают генетические особенности углей. Угли классифицируются по различным, а часто и случайным признакам. Затруднения в построении классификационных схем на генетической основе в основном вызваны односторонним узкоутилитарным подходом к исследованию угольного вещества. Например, классификации Г. Бодэ для третичных бурых углей Германии [7], Б. Паркса для американских бурых углей [8], В. Т. Сябряя для украинских бурых углей [5] вовсе не являются генетическими.

Работы по классификации бурых углей на генетической основе про-

¹ Месторождение изучалось автором в 1952—1954 гг.

водились в Советском Союзе И. Э. Вальц, создавшей в 1937—1940 гг. подробно разработанную классификацию малометаморфизованных бурых углей Украины. И. Э. Вальц разделяет малометаморфизованные бурые угли на два класса — гумусовые и гумусово-липтобиолитовые.

Гумусовые угли по способу происхождения разделяются на первичные и вторичные. К первичным относятся угли, образовавшиеся непосредственно из растительного материала. Они почти всегда автохтонные. Вторичные угли образуются при микробиологическом разложении первичных углей на месте или при переотложении и перемыве торфа или бурого угля, а также и из перенесенного в остуднемом состоянии растительного материала. Дальнейшее подразделение гумусовых углей ведется либо по признаку сложения и микроструктуры (землистые — крупно- и мелкоатритовые дюрены; кусковатые мелкоатритовые кларено-дюрены; плитчатые кларены с гелефицированной основной массой), либо по содержанию минеральных примесей (глинистые, песчаные).

К гумусово-липтобиолитовым углям отнесены разности, обогащенные остатками битуминизированной древесины, коры хвойных и зернами смолы типа ретинита.

Достоинством классификации И. Э. Вальц является отражение процесса углеобразования (торфообразования) в каждом выделенном типе. Подразделение на первичные и вторичные угли отражает характер процесса накопления. Более мелкие подразделения на землистые, кусковатые и плитчатые угли отражают степень разложения исходных торфов, т. е. водный режим в момент торфообразования.

Но в классификации И. Э. Вальц не учтен характер исходного растительного материала (тип фитоценоза-тафоценоза эпохи угленакопления), подразделение углей на первичные и вторичные практически не всегда возможно. В классификацию не попали распространенные на Украине, а также в юго-западном Приуралье торфовидные и лигнитовые угли. Характер зольности (количество и вид минеральной примеси) не может быть основным классификационным признаком генетической классификации, это признак второго порядка.

Для третичных бурых углей юго-западного Приуралья И. В. Орловым и Л. А. Лебединцевой при участии И. Э. Вальц в 1944—1947 гг. в развитие изложенной выше была разработана новая классификация (табл. 1). Эта классификация со значительными изменениями и принята автором для типизации углей Бабаевского и других месторождений юго-западного Приуралья¹.

Бурые угли юго-западного Приуралья (по И. В. Орлову, Л. А. Лебединцевой и И. Э. Вальц) по степени обогащения устойчивыми растительными элементами распадаются на два класса — гумусовые и гумусо-

¹ А. П. Блудоров [1], изучавший угли Южно-Уральских буроугольных месторождений в 1948—1950 гг., выделяет по внешнему виду две разновидности — плотные и землистые угли — и ошибочно утверждает, что угли имеют преимущественно массивную текстуру. В действительности угли грубослоистые, что хорошо видно на стенках открытых горных разработок. По микроскопическому строению А. П. Блудоров называет угли детритовыми и выделяет три типа: тонкий детрит, детрит, грубый детрит. Каждый тип подразделяется по составу на смешанные, древесинные, смоляные разности. Классификация А. П. Блудорова не охватывает всех типов угля (торфовидные, липтобиолитовые). Неудачно и употребление термина детрит для обозначения угольной массы малометаморфизованных бурых углей. Термин детрит (detritus — перетертый) обозначает обломочный материал органического происхождения (обломки раковин, обрывки растений).

² Степень гумификации, по мнению И. В. Орлова и Л. А. Лебединцевой, соответствует степени разложения торфов.

Классификация Южно-Уральских бурых углей
(по И. В. Орлову, Л. А. Лебединцевой и И. Э. Вальц)

Класс		Степень гумификации	Тип угля	
Бурый уголь	гумусовый	Слабогумифицированный	Лигнитовый	
			Листоватый	
			Торфовидный	
		Значительно гумифицированный	Землистый	
			Сильногумифицированный	Плитчатый
				Кусковатый
	Агломератовидный			
	гумусово-липтобиолитовый		Рыхлый	
			Плотный	
			Агломератовидный	

во-липтобиолитовые. По степени гумификации² гумусовые угли подразделяются на три группы. Деление углей в каждой группе производится по макро- и микроструктуре и исходному материалу. И. В. Орлов и Л. А. Лебединцева выделяют также различия по наличию минеральных примесей и дают генетическую характеристику каждого типа и подтипа.

Слабогумифицированные угли характерны резким преобладанием мало измененных остатков растений над цементирующей атритовой или гелефицированной основной массой.

Значительно гумифицированные угли отличаются преобладанием атритовой цементирующей массы.

Сильногумифицированные угли характерны преобладанием атритовой и гелефицированной основной массы.

Агломератовидные угли отличаются неоднородным строением, наличием «галеков» глины и угля. Текстура и структура отражают образование агломератовидных углей в условиях переотложения торфа или бурого угля.

Класс гумусово-липтобиолитовых углей включает угли, вещество которых обогащено остатками тканей и частями растений, богатых суберином. По стадии и характеру остудневания эти угли разделяются на

два типа: 1) обогащенные остатками устойчивых растительных элементов, не подвергшихся усиленному остудневанию; 2) образовавшиеся из тех же элементов в стадии наивысшего разложения и остудневания.

Одним из недостатков классификационной схемы И. В. Орлова, Л. А. Лебединцевой и И. Э. Вальц является слишком дробное разделение углей по сложности — на землястые, плитчатые, кусковатые. Установлено, что текстура малометаморфизованных бурых углей зависит от характера цементируемых форменных элементов и соотношения их с атритовой и гелефицированной массами. Эта зависимость гораздо сложнее, чем предполагали И. В. Орлов и Л. А. Лебединцева. Поэтому в своей классификации автор предпочел не давать дробного деления малометаморфизованных бурых углей по текстурным признакам.

Какой же должна быть классификация малометаморфизованных бурых углей и какие генетические признаки должны быть положены в ее основу?

Классификации, построенные на генетической основе, отражают широкий взгляд на уголь, как геологическое образование. Для третичных южноуральских бурых углей, в которых углефикационные изменения еще незначительны, происхождение углей четко отражается в их физических и технологических свойствах. Следовательно, их генетические классификации будут также технологическими.

Согласно установившимся взглядам большинства углепетрографов, генетический принцип классификации должен отражать: 1) исходный материал (углеобразователи); 2) среду и место накопления (способ накопления, палеогеографическая и климатическая обстановка, процессы разложения материнского вещества и превращения его в торф); 3) способ захоронения.

Как показали исследования торфоведов [6], тип и состав современных торфов определяются типом фитоценоза района торфонакопления. Тип фитоценоза, т. е. определенное установившееся и повторяющееся в сходных физико-географических условиях сочетание растений, определяется палеогеографическими (благоприятная или неблагоприятная местность для образования болот) и климатическими условиями. Понятие «тип фитоценоза» включает почти все положения генетического принципа классификации.

О характере исходного фитоценоза можно судить по составу, макро- и микроструктуре угольного вещества. Весьма важные, если не преобладающие данные дают спорово-пыльцевой анализ и ботаническое изучение растительных остатков в угле.

Структура углей в значительной мере предопределяется процессами разложения исходного растительного материала. Степень разложения первичного материала (углеобразователей) — весьма важный генетический классификационный признак. Однако подразделение углей в первую очередь по степени разложения углеобразователей, а во вторую очередь по исходному материалу в будущем должно быть отвергнуто, так как состав углеобразователей (торфообразователей) и водный режим среды торфообразования, значительно обуславливающий степень разложения первичного материала, взаимосвязаны.

Таким образом, в основу классификации малометаморфизованных бурых углей должны быть положены два генетических принципа: 1) исходный фитоценоз (группа фитоценозов) со свойственным ему водно-минеральным режимом и характерными процессами разложения растительной массы; 2) степень разложения растительной массы, колеблющаяся в определенных пределах для каждого фитоценоза.

II. ПЕТРОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И ТИПИЗАЦИЯ БУРЫХ УГЛЕЙ И ЛИГНИТОВ БАБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Бабаевское месторождение — одно из крупнейших третичных (олигоцен — миоценовых) буроугольных месторождений юго-западного Приуралья. Оно расположено в той части Предуральского герцинского передового прогиба, где интенсивно развита соляная тектоника. Соляные купола в этом районе приурочены к крупным тектоническим разломам и представляют собой узкие длинные полосы или овалы (в плане). В местах пересечения нескольких разломов условия для развития соляных куполов оказываются более благоприятными. При просадке гипсовой шляпы одного из таких куполов образовалось Бабаевское месторождение.

Бабаевское месторождение имеет незначительные размеры (2 × 4 км) и округлые очертания в плане. Угольная залежь однородного строения с редкими прослоями глиен залегает горизонтально или слабо наклонно. У бортов впадины края залежи слегка приподняты и в местах наиболее глубокого погружения впадины (юг и юго-восток) залежь резко выклинивается.

Мощность угленосной толщи, увеличиваясь к одному из бортов, в пределах месторождения достигает 200—250 м. Угольная залежь имеет значительную мощность (в среднем 40—60 м) и залегает на небольшой глубине. Угленосная толща сложена рыхлыми песчано-глинистыми отложениями.

Прочие месторождения Южно-Уральского буроугольного бассейна расположены в изолированных впадинах тектонического или эрозионного происхождения. Угольные залежи этих месторождений имеют разнообразное строение.

1. ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЙ СОСТАВ УГЛЕЙ

Угли Бабаевского месторождения, как и вообще все угли, состоят из форменных элементов, минеральных примесей и цементирующей массы. К форменным элементам относятся остатки растительных тканей паренхимы и прозенхимы, коры и пробки, в большей или меньшей мере сохранившие первичную структуру, а также остатки органов размножения (оболочки спор и пыльцы) и продукты секреторной деятельности растений (смоляные тела). Споры, пыльца и смоляные тела, а также кутикула, пробка и кора по составу близки (смола и воски) и могут быть объединены с химической точки зрения в одну группу липоидов.

Минеральные примеси в углях представлены главным образом глинистым тонко распределенным материалом, включениями гипса, серного колчедана и терригенных минералов. Выделяются три типа цементирующей массы: атритовая, однородная основная, комковатая основная. В землистых углях цементирующее вещество представлено атритовой массой, в плотных углях — однородной и комковатой основной массой.

Приведем характеристику составных частей углей Бабаевского месторождения.

Цементирующая масса

Изучение третичных бурых углей Украины, Южного Урала и Северного Казахстана показало наличие в них наряду с комковатой и однородной основной массами атритовой массы. В зависимости от характера процессов дезинтеграции, разбухания, остудневания и гумификации растительных тканей цементующее вещество бурых углей будет однородным гелефицированным, комковатым гелефицированным или обломочным слабегелефицированным. На состав цементирующей массы, кроме того, существенное влияние оказывает текучесть гуминовых растворов.

Атритовая масса в углях Бабаевского месторождения состоит из мелко-раздробленных неопределимых частиц растительных тканей (атрит) и незначительного количества комковатой или однородной основной массы. Атрит составляет мелкие (1—10 μ) частицы коричневого и темно-коричневого, желтого и желтовато-оранжевого цвета. Форма частиц остроугольная, часто они представлены тонкими волокнами, иглолочками, но встречаются и частицы с округленными углами, очень часто частицы представлены обломками тканей с расщепленными краями. В массе однородных по величине мелких частичек иногда встречаются крупные обломки, но чаще наблюдается почти постепенный переход от мелких составных частей атрита к более крупным, на которых можно обнаружить следы структуры. Вследствие значительного измельчения (раздробления) растительных тканей и их равномерного распределения в основной массе, атритовая масса иногда трудно отличима от мелкокомковатой гелефицированной основной массы. Основная масса, цементирующая атрит, большей частью мелкокомковатая и однородная, желтовато-коричневого цвета. Соотношение масс основной и атритовой различно в каждом конкретном случае.

Наряду с углями, содержащими атритовую и гелефицированную массу, встречаются угли только с гелефицированной основной массой, структура которой мелкокомковатая или однородная, цвет желтый или желто-коричневый, неравномерный, пятнистый. Свойства углей, состоящих из однородной основной массы, отличны от свойств углей с атритовой массой. Количество форменных элементов в однородной основной массе обычно небольшое и увеличивается лишь в отдельных случаях.

Форменные элементы

Желтые форменные включения (липоиды). *Споры и пыльца* (размер пыльцы 0,05—0,3 μ) светло-желтого цвета и представляют собой сплюснутые и измятые очень тонкие оболочки. В петрографическом составе углей существенной роли они не играют.

Кутикула—своеобразная покровная ткань молодых побегов и листьев, в тонком шлифе ярко-желтого цвета. В вертикальных срезах она представляет собой извилистые тонкие и длинные полоски. Толщина полос кутикулы 10—50 μ . Некоторые полоски кутикул имеют с одной стороны зубчики. Кутикула встречается в виде единичных полос, скоплений, часто окаймляет линзочки витрена или ксиленовые фрагменты. Нередко наблюдается «расплывшаяся» кутикула с неясными, смазанными, контурами полосок. В горизонтальных срезах кутикула имеет строение клеточной ткани и клетки ее заполнены гуминовым веществом коричневого цвета (рис. 1, а, б).

Смоляные тела имеют ярко-желтый цвет и круглую или овальную форму. В некоторых типах углей отмечается своеобразная скульптура смоляных телец, края которых окаймляются мелкими углублениями или ямками. При больших увеличениях видно, что это вторичные образования. Но природа подобных образований пока остается неясной. Часть крупных и мелких смоляных тел подверглась сульфидной минерализации (рис. 1 в, г). На некоторых обломках лигнитов отмечены смоляные каналы. Смола, заполняющая каналы, при раздроблении древесной ткани дает смоляные тела.

Пробковые ткани имеют желтую окраску и встречаются в виде полос, лент, облегающих корок. Они легко узнаются по своеобразной полумесяцевой структуре, свойственной перидермальным тканям. Включения пробковой ткани состоят из расположенных рядами клеток с заполненным

внутриклеточным пространством, а чаще полых клеток с разбухшими стенками. Иногда пробковые ткани расплывчаты.

Желто-коричневые форменные включения (измененные лигнино-целлюлозные ткани). В виде форменных элементов в атритовой или основной массе бурых углей встречаются остатки древесных растений: обломки древесных тканей паренхимы и прозенхимы, обрывки коровых тканей с перидермальной структурой, остатки листевой паренхимы. Встречаются также остатки тканей кустарничковых травянистых и болотных растений.

В поперечных сечениях обломков древесинных тканей часто можно на-

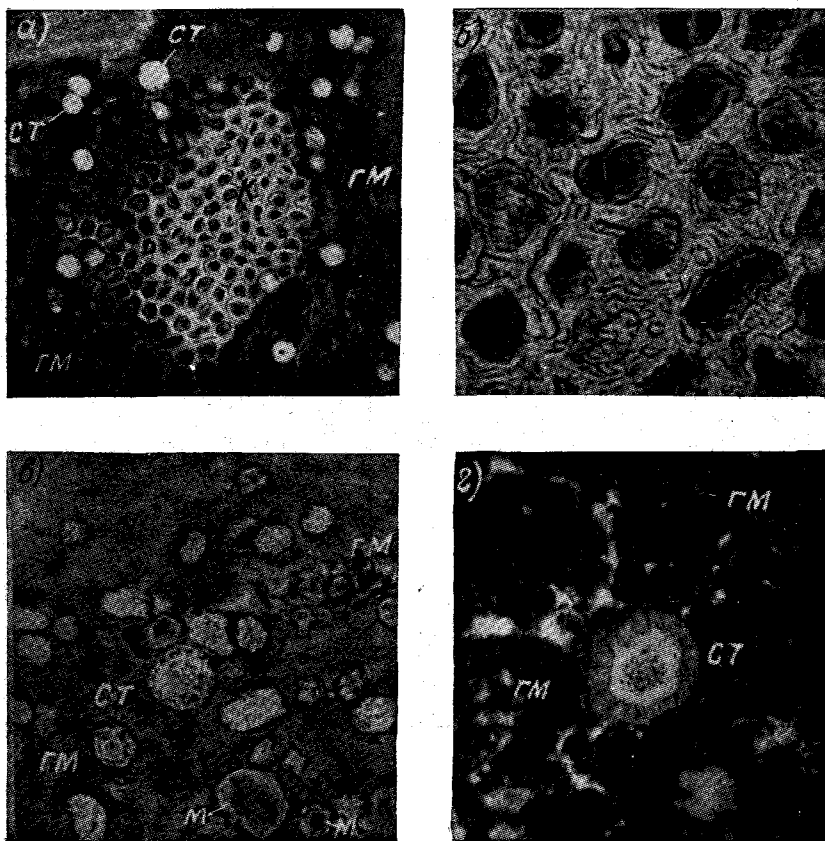


Рис. 1. Форменные включения в углях Бабаевского месторождения:
a — продольный разрез кутикулы, увеличение 56; *б* — то же, увеличение 240; *в* — скопление смоляных тел в дуроно-клареновом угле, увеличение 56; *г* — строение смоляного тела, увеличение 240; *к* — кутикула; *гм* — гелефицированная масса; *ст* — смоляные тела; *м* — минерализованные смоляные тела

блюдать годовичные кольца и полости клеток, в продольных сечениях — трахеиды или сосуды, сердцевинные лучи, в редких случаях — окаймленные поры. По стадии разложения древесинные ткани относятся к ксиленам (рис. 2, *a*). В зависимости от направления среза обломка лигнита плоскостью шлифа, форма клеток ксилена соответствует поперечным или продольным сечениям древесины, отличаясь отсутствием полного числа характеризующих признаков вследствие недостаточно полной сохранности их первичной структуры. Стенки сосудов или трахеид окрашены в светло-коричневый или коричневый цвет, а их полости — в желтый.

К «ксиленам» могут быть ошибочно отнесены также остатки тканей болотных и прибрежных травянистых растений (рис. 2, б, в), но неразложившиеся остатки травянистых растений встречаются редко.

В виде ксиловитренов встречаются остатки листевой паренхимы темно-коричневого цвета на отдельных участках комковатого строения. Скопления листевой паренхимы окаймлены оболочкой кутикулы. Ксило-

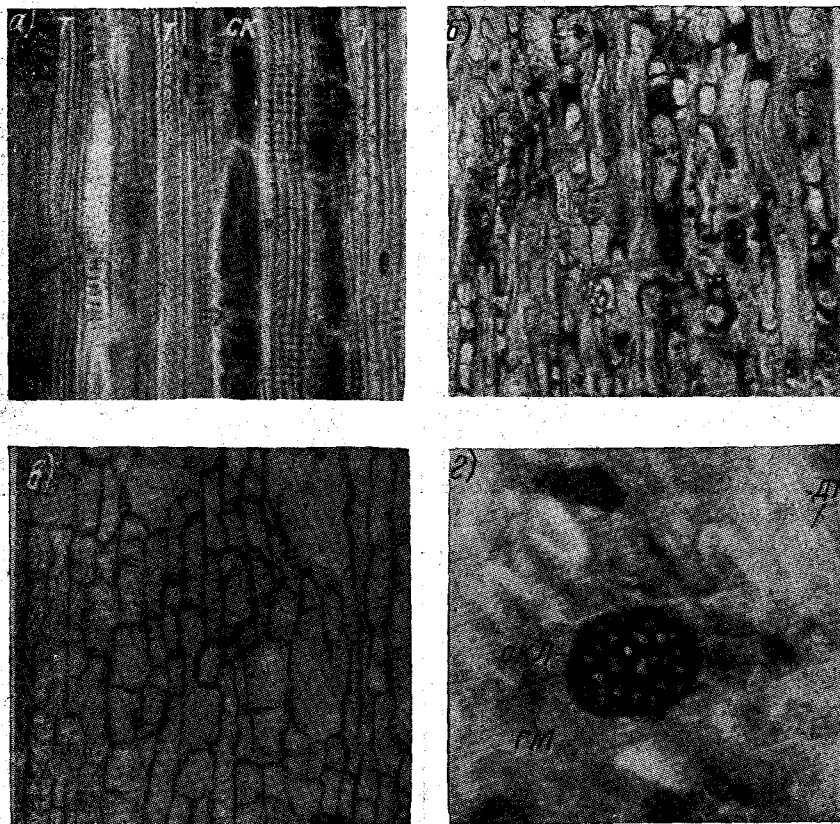


Рис. 2. Микроструктура включений обрывков растительных тканей и склеротии грибов в буром угле:

а — древесная ткань хвойных, косой продольный срез стебля, увеличение 130; б — ткань кустарничковых растений, продольный срез, увеличение 240; в — паренхима травянистых растений, увеличение 240; г — склеротия грибка, увеличение 240; скл — склеротия; дт — обрывки древесных тканей; гм — гелефицированная цементирующая масса; т — трахеиды; ск — смоляной канал; сл — паренхима сердцевинных углей

витреновую структуру имеют некоторые обрывки остудневшей и гумифицированной коровой ткани, различаемые по слабозаметной «полумесяцовой» структуре. Цвет коровых ксиловитренов коричневый и темно-коричневый.

Витрен залегает в виде линзочек (толщиной 0,1—3 мм, длиной 0,5—10 см), рассеченных вследствие сокращения трещинками. Признаки клеточного строения для витренов, образовавшихся из древесных тканей, полностью потеряны. Цвет витреновых полосок светло-коричневый и коричневый. Полоски витрена темно-коричневого цвета образовались, по-ви-

димому, из коровых тканей, так как они обрамлены кутикулой и иногда имеют неясно выраженную «полумесяцевую» структуру.

Фюзен встречается в виде инородных, по-видимому, привнесенных включений. Под микроскопом это иголки, тонкие пластинки, чешуйки и обломки черного цвета с хорошо сохранившейся клеточной структурой. Никаких переходов от ксилена к фюзену, свидетельствующие об образовании его в процессе дегидратации и окисления растительной ткани, не наблюдается. Вероятно, фрагменты фюзена образовались в результате пожаров на торфяниках или в окружающих торфяник лесах (в случае привноса обломков фюзена со стороны).

В виде форменных включений встречены склероции базидиальных и плесневых грибов-паразитов. Склероции грибов имеют форму «сетчатых» и «членистых» тел, а также единичных колец. «Сетчатые» тела представляют собой круглые образования черного или темно-коричневого цвета и имеют по краям плотную черную оболочку толщиной до 30 м. Строение внутренности этих крупных тел «клетчатое», форма клеток преимущественно округлая или пяти-шестиугольная. Клетки очень малы, их диаметр составляет десятые доли диаметра самого «сетчатого» тела. Диаметр (поперечный размер) «сетчатого» тела колеблется от 0,03 до 1,0 мм (рис. 2, г). «Гроздьевидные» образования состоят из крупных сцепленных камер (клеток), а «членистые» тела — из нескольких клеток, вытянутых цепочкой. Почти в каждом шлифе встречаются склероции в виде одиночных клеток. Довольно редки «серцевидные» образования, состоящие из значительного количества клеток, изредка попадаются членистые тела в виде двух плотно сжатых цепочек.

Согласно определению А. П. Блудорова (по данным В. И. Баранова, [1]), сетчатые тела по внешнему виду близки *Cladosporites bipartites* Felix, членистые напоминают *Leptosphaerites ligueae* Felix, гроздьевидные — *Dictyosporites oculatus* Felix.

Минеральные примеси в углях Бабаевского месторождения

Состав минералов терригенной части угля изучался в Минералогической лаборатории Казанского филиала АН СССР под руководством Н. В. Кирсанова [1]. Исследование легких и тяжелых фракций показало различие в минералогическом составе верхней и нижней частей залежи: 1) тяжелая фракция верхней части залежи содержит значительно больше циркона, пикотита, граната, рутила и значительно меньше турмалина, чем нижняя часть; 2) легкая фракция верхней части залежи состоит главным образом из кремня (79%), а нижней — из кварца (87%).

Это свидетельствует об изменении области питания в период угленакпления. Однако об изменении минерального состава по площади в пределах месторождения по имеющимся ограниченными данным судить трудно.

К сингенетичным минеральным включениям в угольной массе относятся глинистые минералы. Для включений глинистых минералов характерна тонко-чешуйчатая или спутанно-волоконистая структура. Изредка наблюдаются вермикулиты каолинита (?). Цвет глинистого материала серовато-желтый. Обычно глинистый материал перемешан с угольным веществом. Марказит встречается в виде желваков небольших размеров (0,5×2,0×2,0 см).

Пиритизации обычно подвергаются обломки древесины. В поперечном изломе они имеют серебристо-серый цвет и четко выраженное строение древесинной ткани. Поверхность многих желваков покрыта коркой

уплотненного фюзена. Желваки образовались, как показало исследование аншлифов, путем заполнения пустот в захороненных обломках древесины, а не путем замещения материала клеточных стенок древесных тканей.

К числу встреченных эпигенетических минеральных примесей относятся известковые желваки («журавчики»), отдельные кристаллы и мелкие друзы гипса. Мергелистые (известково-глинистые) желваки встречаются в верхних слоях угольной залежи, где залежь выходит непосредственно под маломощные четвертичные отложения. Карбонаты, выщелачиваемые дождевыми водами из верхнего почвенного слоя, отлагаются в виде горизонта «белоглазки» в слоях различных пород, в том числе и угля — в 2—4 м ниже современной или ископаемой почвы. Размеры мергелистых желваков достигают 2—3 см в сечении. Внешняя оболочка желвака обычно рыхлая, но сердцевина прочная, цвет белый или серовато-белый с небольшими пятнышками окислов железа.

Кристаллы и друзы гипса встречаются в верхних слоях угольной залежи непосредственно под глинистой кровлей. По-видимому, они отлагаются из растворов сернокислого кальция, циркулирующих в залежи.

2. ТЕКСТУРА И СТРУКТУРА УГЛЕЙ НИЗКОЙ СТЕПЕНИ УГЛЕФИКАЦИИ

Угли Южно-Уральских буроугольных месторождений в основном имеют слоистое сложение, отдельные типы углей — землистое или торфовидное. Угольная залежь Бабаевского месторождения составлена чередующимися слоями углей различного типа. Слои лигнитового угля обычно имеют мощность в несколько дециметров; мощность слоев землистого угля достигает нескольких метров. Контакт между слоями этих углей резкий, плоскости наслоения ровные и четко выделяются, граница между слоями сплошная. Прослой плотных углей имеют слоистость, которая подчеркивается наличием по плоскостям наслоения присыпок растительного детрита. В плотных углях иногда наблюдается плитковатость, так как вследствие уплотнения выделяются отдельные слои. Плотные и землистые разности углей связаны постепенными малозаметными переходами.

Термин *структура угля* понимается автором в самом широком смысле. В определение этого термина, согласно Ю. А. Жемчужникову [2] входят гистологическая принадлежность компонентов, слагающих уголь, и степень их изменения в процессе углеобразования, а также их количественное соотношение.

По способу определения особенностей строения различаются макро- и микроструктуры угольного вещества. Макроструктура преобладающей массы бабаевских углей однородна. Однородность нарушается включениями различных размеров и формы обломков лигнита и включениями других растительных остатков (листьев, коры, стеблей, изредка обломками фюзена и пр.). Для лигнитовых углей структура характеризуется особенностями лигнитов, слагающих этот тип угля.

Физические свойства угля (плотность, вязкость) определяются количеством и видом основной массы и форменных элементов, т. е. его структурой. Увязать внешние свойства углей Южно-Уральского бассейна с их микроструктурой довольно трудно вследствие наличия в составе этих углей атритовой массы, которая при преобладании желтого атрита или однородного гелефицированного вещества является хорошим цементом, а при преобладании коричневых частиц атрита не цементирует форменные включения.

Достоверно установлено, что угли с атритовой массой землистые, рыхлые, а угли с гелефицированной (остудневшей) основной массой —

Таблица 2

Микроструктуры главных типов углей Бабаевского месторождения

Микроструктура	Атритивный уголь										Плотный уголь							
	форменные включения										форменные включения							
	атритовая масса	коричневая гелефицированная масса	желтая гелефицированная масса	сумма атритовой и гелефицированной массы	внутри бесструктурный и другие тканевые	обрышки пробковых тканей и кутикулы	смоляные тела	споры, пыльца	сумма форменных элементов	атритовая масса	коричневая гелефицированная масса	желтая гелефицированная масса	сумма атритовой и гелефицированной массы	внутри бесструктурный и другие тканевые	обрышки пробковых тканей и кутикулы	смоляные тела	споры, пыльца	сумма форменных элементов
Клареновая ¹	+++ ++ +	++ +	+	+++ ++ +	+	+	+	+	+	+	+	+++ ++ +	+	+	+	+	+	+
Дюрено-клареновая	+++ ++ +	++ +	+	+++ ++ +	+	+	+	+	+	+	+	+++ ++ +	+	+	+	+	+	++ +
Кларено-дюреновая	++ +	+	—	++ +	+	+	+++ ++	+	+	+	+	++ +	+	+	+	+	+	+++ ++ +
Дюреновая	+	—	—	+	+	+	+++ ++	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	++ +

+ + + + Очень много (более 75%)
 + + + Преобладает (более 50%)
 + + Мало (25—50%)
 + Очень мало (менее 25%)

¹ В числителе и знаменателе указаны пределы колебаний числа составных компонентов для различных микроструктур.
² Гумито-липтобиолитовые и близкие к ним угли.

плотные. Таким образом, подразделение малометаморфизованных бурых углей на два типа (плотные и землистые) обусловлено не только их внешним обликом, но и составом угольного вещества. Выделенные петрографические типы подразделяются, в свою очередь, на разновидности, имеющие различную микроструктуру.

Наименование основных типов структур — клареновая и дюреновая — условно, так как предполагаемое (по общепринятому употреблению этих терминов) различие в блеске изучаемых углей не имеет места.

Полосчатость как характерный вид структуры углей высокой угле-

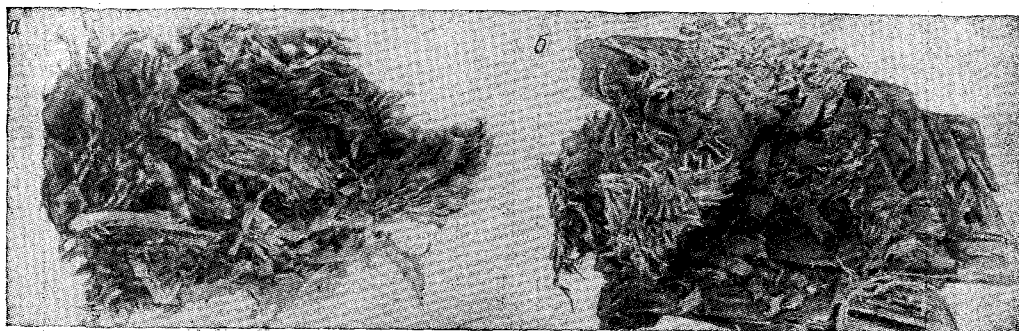


Рис. 3. Торфовидный уголь:

а — скопление стеблей травы; б — переслаивание пластин лигнита и стеблей травы, уменьшение 2

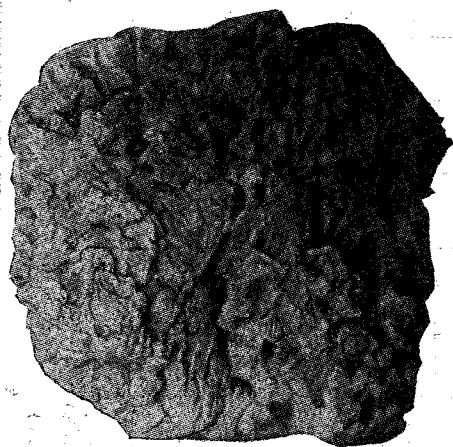


Рис. 4. Лигнитовый уголь. Видны обломки лигнита в буроугольной массе. Уменьшение 7



Рис. 5. Землистый (атритовый) уголь. Уменьшение 3

фикации отсутствует у атритовых (землистых) углей и слабо развита в плотных.

В табл. 2 показано количественное соотношение форменных включений и цементирующего вещества (атритовая и гелефицированная основная масса) для различных микроструктур землистого и плотного типов углей.

3. ТИПЫ УГЛЕЙ БАБАЕВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Угли Бабаевского месторождения подразделяются на три группы и шесть главных типов (табл. 3). К торфовидным относятся рыхлые бурые угли, сохранившие строение торфа (рис. 3). Лигнитовые угли состоят из обломков лигнита, сцементированных атритовой массой (рис. 4). Атри-товые (землистые) угли имеют однородное землистое строение и состоят из атритовой массы и включенных в нее форменных элементов (рис. 5).

К плотным относятся угли, имеющие однородное плотное строение и состоящие из гелефицированной цементирующей массы с включениями атрита и форменных элементов (рис. 6). К гумито-липтобиолитовым относятся однородные плотные угли, состоящие из гелефицированной массы желтого цвета и включенных в нее в незначительном количестве форменных элементов. Рыхлая разновидность гумито-липтобиолитовых углей состоит из значительного количества смоляных телец в желтой основной массе. Угли, образовавшиеся путем переноса и переотложения торфа или угольного вещества, относятся к группе переотложенных (рис. 7).

Гумитовые угли

1. Торфовидный уголь. Торфовидные угли Южно-Уральских бурогольных месторождений отмечены в работах И. Э. Вальц, Л. А. Лебединцевой. У южного края осевой траншеи Ермолаевского угольного разреза (Бабаевское месторождение) автором настоящей статьи обнаружены два типа торфовидного угля: «слабогумифицированный» и «сильногумифицированный».

Слабогумифицированный торфовидный уголь встречен в линзовидных скоплениях мощностью до 20 см. Сложен он переслаивающимися плоскими обломками древесинного лигнита и стеблями болотных травянистых растений блеклого светло-желтого цвета (рис. 3). Отдельные стебли, расположенные параллельно наслоению, хорошо сохранили свое строение, легко отделяются друг от друга, изгибаются, не давая надлома, прочные. Обломки древесинного лигнита хорошо сохранили свое строение и по групповой принадлежности могут быть отнесены к древним хвойным. В состав угля входит некоторое количество светло-коричневого землистого цементирующего вещества.

Сильногумифицированный торфовидный уголь — темно-коричневая рыхлая масса, состоящая из остатков различных растений, разложившихся и полуразложившихся в такой степени, что выделить по внешнему облику частицы, принадлежащие отдельному растительному виду, трудно. В естественном залегании наблюдаются горизонты ископаемой почвы древнего торфяника (по слоям корешков болотных растений). Встречаются как плотные обломки лигнита, так и хрупкие — «гнилушки», рассыпающиеся в порошок при легком нажиме.

По типу микроструктуры торфовидные угли — скопления обрывков коровых и стеблевых тканей (витрен и ксиловитрен) в коричнево-оранжевой комковатой и атритовой массе — могут быть отнесены к «кисловитренным дюренам». Сильногумифицированный торфовидный уголь залегает в виде мощных (до 1,5 м) слоев, не имеющих значительного распространения.

Торфовидные угли содержат до 16,28% растворимых в воде веществ, что указывает на их близость к торфам. Для этих углей характерно низкое содержание углерода и водорода, а также более низкие, чем для землистых бурых углей, выходы гуминовых кислот (37,6% на сухую массу), что связано с невысокой степенью разложения первичного торфа. Содерж-

Классификация бурых углей Бабаевского месторождения

Группа и тип угля	Разновидности по микроструктуре
I. Гумитовые угли 1. Торфовидный	а) Слабогумифицированный б) Сильногумифицированный
2. Лигнитовый	
3. Землистый (атритовый)	Клареновый (?)
	Кларено-дюреновый смешанный
	Дюреновый древесинный
	Дюреновый смешанный
4. Плотный (гелитовый)	Клареновые: смешанный смоляной, древесинный, споро-кутикуловый
	Дюрено-клареновые: смешанный, древесинный,
	Кларено-дюреновые: смешанный, древесинный, смоляной,
	Дюреновые: смешанный, древесинный
	Смоляные
II Гумито-липтобиолитовые угли: 1. Рыхлый (землистый)	
2. Плотный	Однородные
III. Переотложенные угли:	

жание же серы в них высокое, необычное для растительных остатков и торфов. Анализ слабогумифицированного торфовидного угля показал, что в состав серы (общее количество 6,43%) входят: сера сульфатная (CaSO_4) — 1,3%; пиритная — 3,35%; органическая по разности — 1,78%. Содержание серы в сильногумифицированном торфовидном угле достигает 3,93%, из них: сульфатной серы — 0,61%; пиритной — 2,3%; органической по разности — 1,12%. Высокое содержание серы в изученных образцах имеет местный характер и вызвано, по-видимому, притоком сернистых или сульфатных вод по разломам у борта впадины. На это указывает наличие больших количеств желваков марказита вблизи крупного разлома у юго-западного торца угольной залежи.

2. Лигнитовый уголь. Лигнитовый уголь, как петрографиче-

ский тип, рассматривается здесь в случае образования слоев или линз, содержащих преобладающее количество лигнита. Включения же лигнита довольно значительны и в массе углей других петрографических типов. В таких случаях лигнит рассматривается как форменное включение, т. е. устанавливается различие, аналогичное отличию фюзено-ксиленового типа угля и фюзена, как форменного включения. Особенно хорошо выделяются слои лигнитового угля на крупных плоскостях обнаженной угольной залежи, что автором и отмечено для осевой траншеи Ермолаевского (Бабаевского) угольного карьера. Значительно труднее выделить прослой лигнитового угля по керну буровых скважин, так как мощность слоев лигнитовых углей незначительна.

Лигнитовый уголь состоит из обломков лигнита и плотного темно-коричневого цементирующего вещества (рис. 4). Количество цементирующего вещества в лигнитовых углях крайне мало. Обломки лигнита залегают в основном, как это видно в кернах скважин и на стенках карьера, параллельно наслоенными и часто имеют острые или размочаленные края — следствие значительных разрушений и местного переноса. Наблюдалась лигниты, расщепленные на волокна и слои, причем отдельные обломки были явно разорваны, что указывает на явление послойного течения угольной массы, особенно сильно проявившееся вблизи куполовидных диапиров залежи.

По внешнему виду лигниты подразделяются на «гнилушки» и плотные лигниты. «Гнилушки» представляют собой обломки древесинной ткани, подвергшиеся сильному деструктивному гниению и пропитанные гуминовыми растворами. Цвет обломков этих лигнитов яркий коричнево-красный, яркий бурый. Они непрочные, легко ломаются и расщепляются на волокна. Определить групповую принадлежность многих «гнилушек» трудно ввиду плохой сохранности определяющих форменных признаков древесины, которые уничтожаются при гниении.

Плотные лигниты — это обломки древесины, сохранившие типичное строение древесинной ткани, имеют тусклый блеск в поперечном изломе. Различные обломки в зависимости от состава и строения остуднели не в одинаковой степени. Даже различные участки одного обломка лигнита разбухают неодинаково. Например, разбухание и остуднение поздних слоев древесины шло более интенсивно, чем ранних.

Вопрос об изменениях лигнитов в процессе углеобразования и углеструктуризации является темой специальной статьи о лигнитах. Здесь же отметим, что в составе лигнитовых углей преобладают обломки, относящиеся к хвойным, обломки лиственных встречаются значительно реже. Данные пыльцевого анализа (лиственные породы составляют в фитоценозе периода торфонакопления более 40% всех древесных пород) не находятся в противоречии с данными по определению групповой принадлежности образцов лигнитов, так как значительное количество не поддающихся определению лигнитов может быть отнесено к лиственным вследствие меньшей устойчивости последних.

Химический состав лигнитов тщательно изучался ВНИГИ [3], но лигнитовый уголь изучен менее детально. Лигнитовые угли, содержащие, кроме лигнитов, атрит, имеют аналогичный чистым лигнитам элементарный состав, но количество извлекаемых из них битумов увеличивается и появляются воски, которые у «чистых» лигнитов отсутствуют.

3. Землистый (атритовый) бурый уголь. Землистый бурый уголь при макроскопическом изучении обнаруживает однородное землистое строение и массивную текстуру (рис. 5). Механическая прочность рыхлого землистого угля ничтожна, он легко раздавливается на отдельные, лишенные острых ребер. Излом образцов неровный, поверх-

ность излома шероховатая, иногда напоминает «свежекопаную землю», горизонтальный излом трудно отличим от вертикального. Цвет угля коричневый и светло-коричневый.

В рыхлую землистую массу угля включены небольшие обломки лигнита и многочисленные трудноопределимые мелкие растительные, полуразложившиеся и рыхлые остатки листьев, стеблей травянистых и болотных растений (детрит). Крупные обломки лигнита наблюдаются редко. В некоторых слоях в обилии встречаются комочки и обломки фюзена, резко выделенные на фоне вмещающей массы. Изредка наблюдаются «корневые ходы», образовавшиеся в угольной залежи — в местах следов кровли древнего торфяника. В сухом состоянии угли имеют светлый серовато-коричневый цвет, во влажном состоянии — значительно темнее.

Микроструктура землистых углей следующая. Вещество угля состоит из атритовой массы коричневого и желтовато-коричневого цвета и беспорядочного нагромождения в ней мелких обрывков растительных тканей (пробка, кора, древесина) и значительно реже — желтых зерен смолы, оболочек спор и пыльцы и «сетчатых» тел склероций грибов, изредка встречаются игольчатые и таблитчатые включения фюзена. Довольно часто вместо тонкого атрита цементирующей массой является разнородный атрит, состоящий из более грубых, чем в тонком атрите, обломков растительных тканей. По микроструктуре в этом типе углей можно выделить, так называемые атритовые кларены (?), атритовые ксиленовые и смешанные дюрены, атритовые кларено-дюрены, а также агломератовидные дюрено-кларены (рис. 8). Гелефицированная (коллоидная) основная масса в землистых углях присутствует в небольших количествах, этим объясняется рыхлое сложение углей, но в отдельных тонких прослоях основная масса почти полностью состоит из гелефицированного вещества. Изредка встречаются остатки полностью остудневших древесных или коровых тканей, которые могут быть названы витреном.

4. Плотный уголь. Плотный уголь представляет собой однородную породу с небольшим количеством различных по внешнему виду включений (рис. 6). При царапании ножом на поверхности плотного угля остается блестящий след. Во влажном состоянии уголь легко растягивается, в сухом разбивается с трудом. При высыхании объем массы угля сокращается, и он разделяется на отдельные неправильные формы. Излом неровный, угловатый. Плоскость излома гладкая или слегка шероховатая. Уголь слоистый, хотя слоистость заметна слабо. По плоскостям наслоения наблюдаются остатки, а также отпечатки золотисто-желтых и коричневых стеблей, листьев, веточек, мелких растений и семян. Включений лигнита встречено немного, что свидетельствует об ограниченном участии древесины в формировании этих углей или об ее глубоком разложении. Имеются остатки травянистых растений. Большинство растительных остатков подверглось значительной гумификации. Цвет углей палевый, серый, светло-коричневый, блеск матовый.

Микроструктура плотных землистых углей следующая. Вещество угля состоит из однородной или комковатой гелефицированной массы желто-коричневого и коричневого цвета, включающей некоторое количество атрита и форменные элементы. Плотность угля обусловлена присутствием гелефицированного цементирующего вещества.

В большом количестве присутствует гелефицированный до стадий витрена и ксиловитрена древесный материал. Остудневшие остатки листьев деревьев (хвой) и стеблей травянистых растений окрашены в красно-коричневые тона и постепенно переходят в комковатую массу.

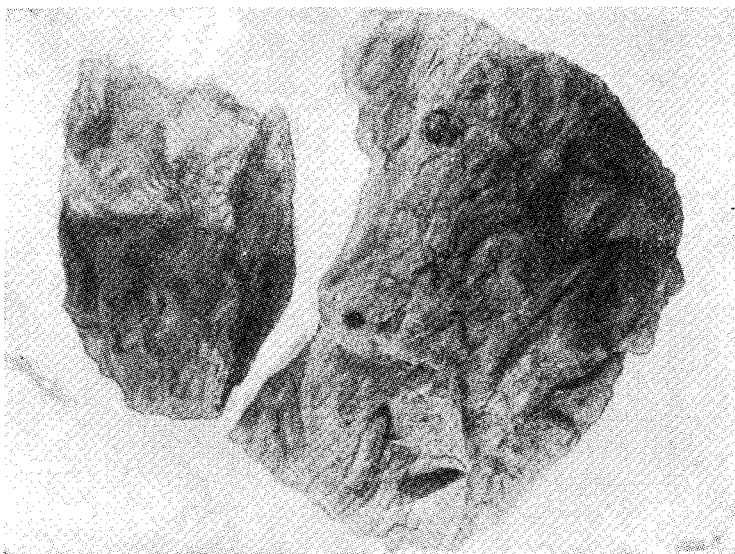


Рис. 6. Плотный (гелитовый) уголь с включениями обломков лигнита. Naturalная величина

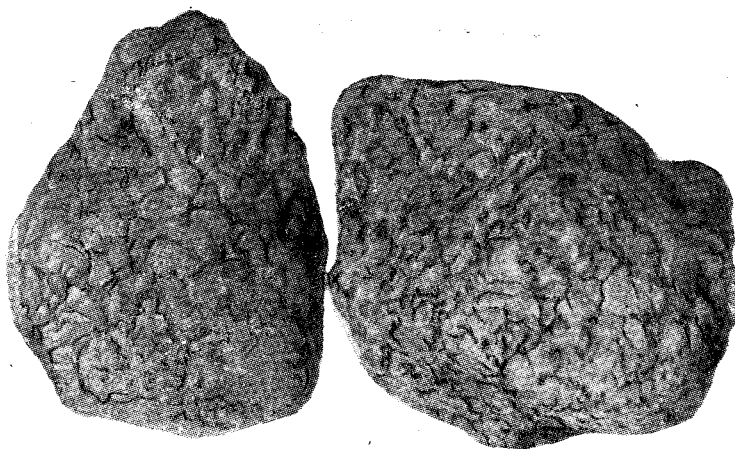


Рис. 7. Агломератовидный (переотложенный) уголь. Naturalная величина

Из желтых форменных включений встречаются довольно часто смоляные тела, споры и пыльца, а также остатки пробковых тканей с четкой «полумесяцевой» структурой.

По типу микроструктуры угли изученного типа относятся главным образом к кларенам, дюрено-кларенам и кларено-дюренам (рис. 9).

По степени разложения первичного растительного материала можно выделить плитчатые и кусковатые разновидности. Имеются разности, близкие к гумито-липтобиолитовым и определяемые автором по микроструктуре, как смешанные кларено-дюрены. Характерно присутствие у таких углей желтовато-коричневой основной массы.

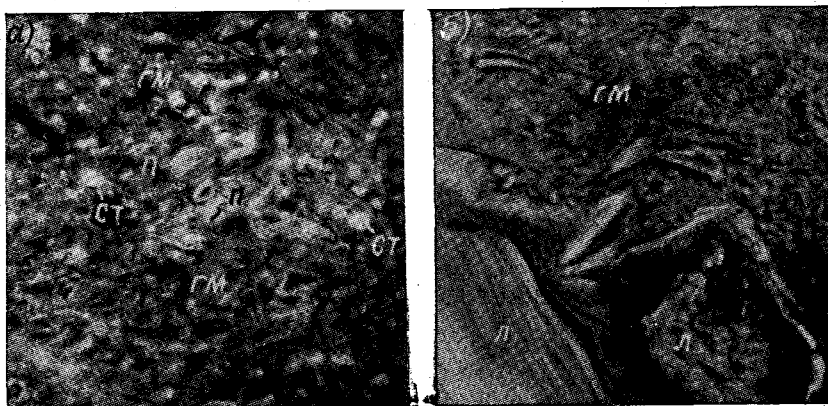


Рис. 9. Микроструктура плотных (гелитовых) углей:
а — смешанный дюрено-кларен, увеличение 240; *б* — ксиленовый кларено-дюрен, увеличение 62; *ст* — смоляные тела; *л* — пыльца; *гм* — гелефицированное вещество; *л* — обломки лигнита

Гумито-липтобиолитовые угли

Гумито-липтобиолитовые угли представлены двумя разностями: плотной и рыхлой. Рыхлый гумито-липтобиолитовый уголь имеет однородное землистое строение, легко измельчается в порошок. По внешнему виду близок к землистому бурому углю и отличается от него зна-

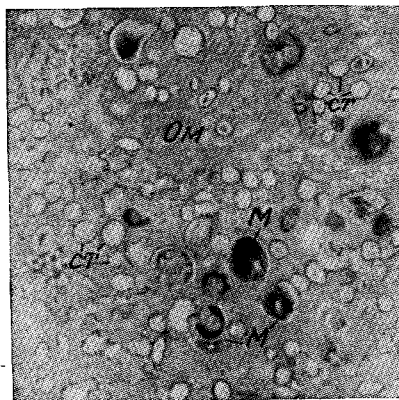


Рис. 10. Микроструктура гумито-липтобиолитовых углей. Смоляной кларено-дюреновый уголь, увеличение 36:
ом — основная масса желтого цвета
ст — смоляные тела; *м* — минерализованные смоляные тела

чительным удельным весом вследствие повышенного содержания минеральных (глинистых) примесей. Цвет угля коричневый. В угольной мас-

се встречаются растительные остатки, тонкие стебли и сильно остудневшие обломки лигнита коричневого цвета, а также остатки листьев деревьев и стеблей травы золотисто-желтого цвета. В виде форменных включений в цементующей массе встречаются смоляные тела. Края большинства смоляных телец рассечены поперечными трещинками и окружены коричневой оболочкой, что свидетельствует о процессе интенсивного окисления материала углеобразователей. Отдельные смоляные тела минерализованы (рис. 10).

Плотный гумито-липтобиолитовый уголь прочен, трудно поддается излому. Плоскости излома неровные, углы острые. Изредка наблюдаются включения лигнита и мелких коричневых стебельков. Вещество угля составлено однородной массой желтовато-оранжевого цвета, состоящей из комковатого гелефицированного вещества с некоторым количеством включений тонкого атрита. Эти угли содержат значительное количество примесей глинистого вещества. Встречаются они в угольной залежи в виде прослоев значительной мощности.

Гумито-липтобиолитовые угли резко отличаются от других малометаморфизованных углей (табл. 4) элементарным составом — главным образом увеличенным содержанием водорода.

4. ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БАБАЕВСКИХ БУРЫХ УГЛЕЙ

Наиболее подробно и тщательно химические свойства малометаморфизованных бурых углей месторождений Южного Урала изучались лабораторией ВНИГИ [3, 4]. Отдельные петрографические типы углей изучались там же.

Из данных табл. 4 и материалов ВНИГИ [3, 4] можно заключить следующее:

1. Значительное содержание в веществе угля желтых форменных элементов (смоляных телец, пробковых тканей и пр.), желтой гелефицированной массы и желтого атрита определяет повышенное содержание водорода и повышенный выход битумов при нормальном для данных углей содержании углерода ($H = 6,5—7,5\%$; $C = 69,5—70,7\%$: выход битумов более $10,0\%$).

2. Высокое содержание в веществе угля остатков растительных тканей (исключая пробковые), коричневого атрита, коричневой гелефицированной массы определяют пониженное содержание водорода, пониженный выход битумов при нормальном для данных углей содержании углерода ($H = 5,5—6,2\%$; $C = 68,5—70,7\%$, выход битумов $1,5—8,6\%$). Для углей, состоящих только из обрывков древесинных тканей, содержание углерода значительно снижается.

Особенно ценными являются анализы на содержание остаточных лигнина, целлюлозы и углеводов. Достоверно установлено, что лигнитовые угли сохранили наибольшее из всех углей количество целлюлозы и лигнина. Углеводная часть (количество редуцирующих веществ в пересчете на глюкозу и гемицеллюлозу), за исключением торфовидных углей, где она достигает $0,55—2,90\%$ на уголь, содержится в весьма незначительных количествах, близких к точности анализа.

Наибольшее количество битумов (веществ, растворимых в дихлорэтаноле) содержится в гумито-липтобиолитовых углях однородной микроструктуры, а наименьшее — в лигнитовых углях. В состав битумов в среднем входит около 25% восков, остальное составляют смолы.

Высокое содержание карбоксильных групп характерно для углей Южного Урала.

5. ИЗМЕНЕНИЕ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗАЛЕЖИ В ВЕРТИКАЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ И ПО ПЛОЩАДИ

Петрографический состав угольной залежи Бабаевского месторождения изучался по кернам скважин № 518, XV, 255, расположенных по одному профилю. Дополнительно изучались разрезы скважин № 334, 328, образцы из открытых горных выработок и дренажных шахт, использованы также описания скважин № 3 стр. и № 2 стр., выполненные А. П. Блудоровым. Образцы отбирались из керна скважин через 1—2 м в случае однородного угля, или чаще, при наличии характерных включений или прослоев, имеющих меньшую мощность. Образцы скважины XV гг подверглись комплексному петрографическому и химическому исследованию. Технические анализы углей Бабаевского месторождения довольно многочисленны, но выполнены без учета разделения залежи на слои. Для изучения изменения состава в вертикальном разрезе и по площади эти данные используются только частично.

Изменение петрографического состава залежи в вертикальном разрезе

По петрографическому составу выделяется два типа вертикальных разрезов угольной залежи (рис. 11). Первый тип характеризуется преобладанием углей с клареновой и дюрено-клареновой микроструктурой (скважина 255, 3-я и 2-я структурные и др.); второй тип отличается наличием клареновой и дюреновой микроструктур (скважина XV, 518).

В качестве характерного разреза первого типа рассмотрим разрез по структурной скважине № 3 (см. рис. 11), в котором чередуются слои смешанного и ксиленового кларенового и дюрено-кларенового гумитового и гумито-липтобиолитового углей. Наиболее четко выделяются слои лигнитового и гумито-липтобиолитового углей. Мощность этих слоев колеблется в пределах 1—2 м. В разрезе преобладают слои смешанного кларена. Однообразие состава угольной залежи на значительной площади свидетельствует о постоянстве условий угленакопления.

Разрез по скважине XV характеризует разрезы второго типа. В этом вертикальном разрезе можно выделить несколько ритмов, т. е. закономерных чередований петрографических типов угля. В состав ритма входят (снизу вверх): кларен (смешанный или ксиленовый), дюрено-кларен ксиленовый, кларено-дюрен ксиленовый или смоляной, дюрен смешанный. Состав петрографических типов углей, слагающих ритм, меняется в вертикальном разрезе, но всегда ритм начинается с кларена, т. е. с угля, составленного наиболее разложившимся веществом, и кончается дюреном, т. е. углем, имеющим наименьшую степень разложения исходного вещества.

По некоторым наиболее полным ритмам можно представить, что накопление угольного материала происходило в изменяющейся обстановке. Таких ритмов (полных или неполных) в нижней части залежи насчитывается шесть. В средней части залежи чередуемость отложений нарушается, и вся средняя часть колонки скважины сложена углями кларено-дюренового типа. В верхней части залежи можно отметить наличие четырех ритмов, выраженных менее четко, чем в нижней.

Основное затруднение, возникающее при выделении ритмов и вообще при изучении петрографических разрезов угольной залежи, заключается в плохой сохранности керна скважин, а также в большой трудоемкости самого исследования вследствие значительной мощности залежи (до сотни метров) при небольшой мощности каждого слоя (метры).

Опробованные и описанные скважины находятся на расстоянии 550—1100 м друг от друга. Можно ли параллелизовать выделенные в каждой скважине слои углей определенных петрографических типов? С этой целью изучено изменение петрографического состава некоторых слоев, прослеженных в открытых горных выработках по простиранию.

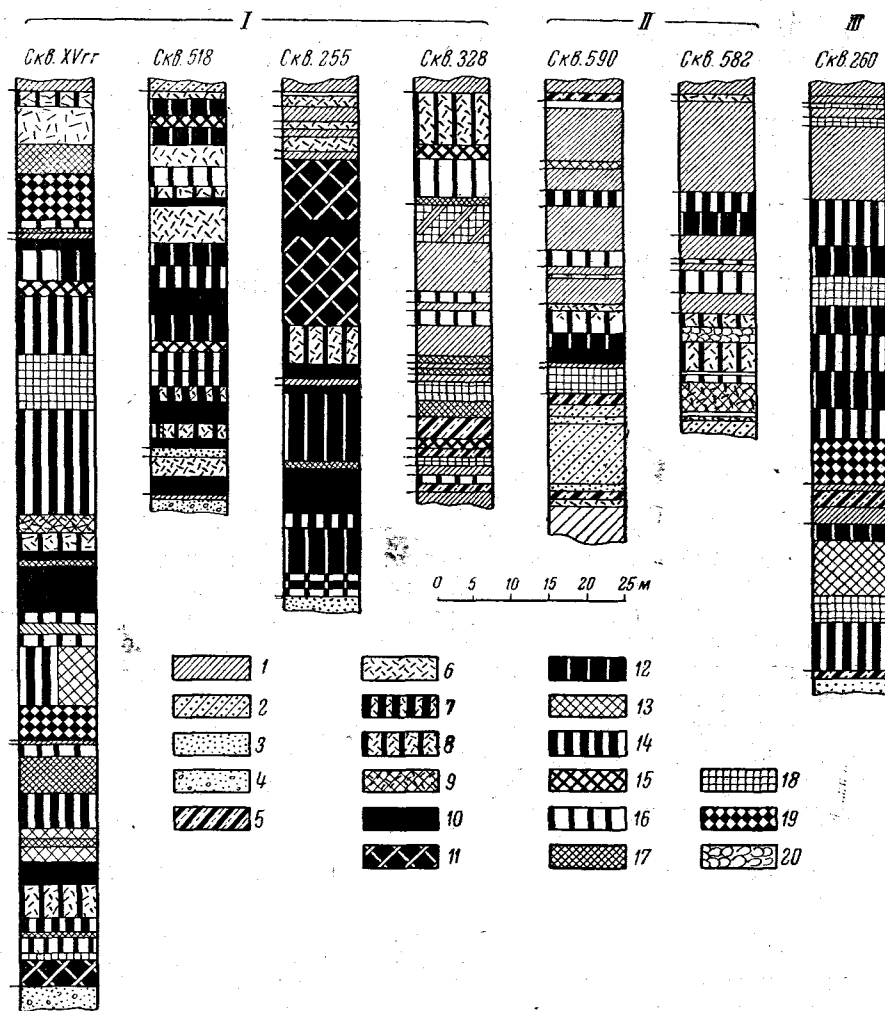


Рис. 11. Петрографические колонки залежей Бабаевского (I), Маячного (II) и Хабаровского (III) месторождений (Южный Урал),

1 — глина; 2 — алевроит; 3 — песок мелкозернистый; 4 — песок крупнозернистый; 5 — глина углистая

Рыхлые (атритовые) угли: 6 — клареновый мелкоатритовый; 7 — кларено-дюреновый смешанный; 8 — дюреновый смешанный; 9 — дюреновый древесинный.

Плотные угли: 10 — клареновый смешанный; 11 — клареновый древесинный; 12 — дюрено-клареновый смешанный; 13 — дюрено-клареновый древесинный; 14 — кларено-дюреновый смешанный; 15 — кларено-дюреновый древесинный; 16 — дюреновый смешанный; 17 — дюреновый древесинный

Гумито-липтобиолитовые угли: 18 — рыхлый (смоляной); 19 — плотный однородный; 20 — переотложенные угли

Установлено, что петрографический состав слоев подвержен изменениям на расстоянии порядка сотни метров, так что сопоставление петрографических разрезов по отдельным скважинам, расположенным более чем в 500 м друг от друга, будет ненадежным, а учитывая неустойчивую мощность залежи, и трудноисполнимым. Однако было бы неправильным счи-

	0	5	10	15	20	25	30	35	40%
A ^г	50	55	60	65	70				
С ^г	55	60	65	70	75				
H ^г	55	60	65	70	75				
Глубина, м	50	65	80	95	110	125	140	155	

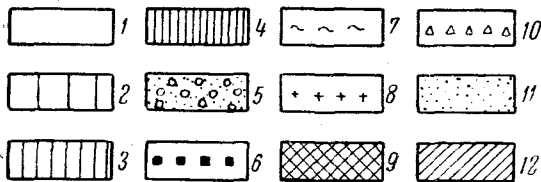
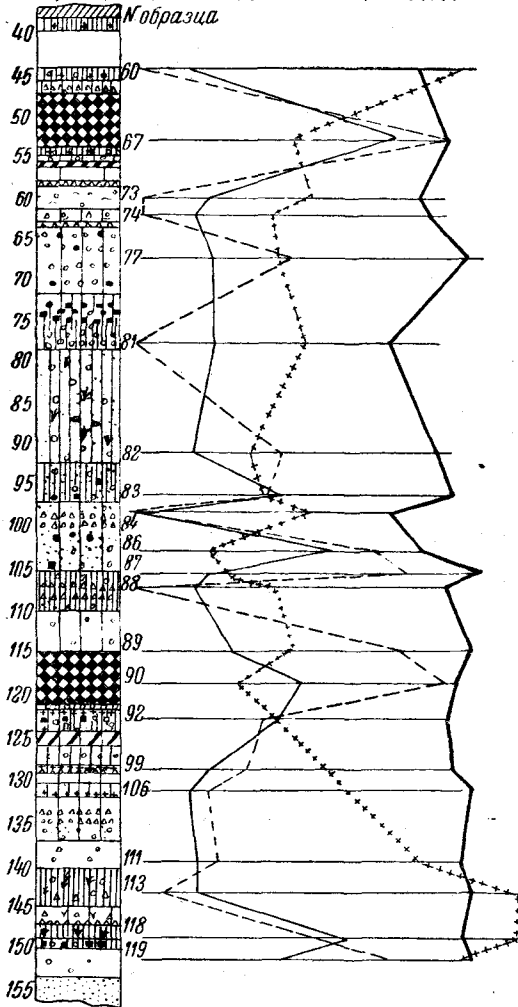


Рис. 12. Изменение химического и петрографического состава угля залежи Бабаевского месторождения. Вертикальный разрез по скважине XV

Тип микроструктуры: 1 — клареновый; 2 — дюрено-клареновый; 3 — кларено-дюреновый; 4 — дюреновый. Форменные включения: 5 — крупные обломки лигнино-целлюлозных тканей и атрит; 6 — смоляные тела; 7 — споры и кутикула; 8 — фузен и кислото-фузен; 9 — прослой гумито-липтобиолитового угля; 10 — прослой лигнитового угля; 11 — песок; 12 — аргиллит

тать такое сопоставление невозможным. Составление более густой сети петрографических разрезов с более четким выделением выдержанных на несколько сот метров глинистых прослоев с учетом постоянства некоторых форменных элементов (например, смоляных тел, пылицы) позволит проследить поведение слоев, сложенных различными генетическими типами.

В настоящее время обобщение имеющихся петрографических разрезов по скважинам позволяет выделить в пределах залежи участки с преобладающими генетическими типами. Почти вся угольная залежь в центральной части месторождения сложена углями высокой степени разложения (плотными клареновыми и дюрено-клареновыми). В пределах восточной и юго-восточной окраины залежи преобладающую часть угольной массы составляют угли низкой степени разложения (дюреновые и кларено-дюреновые).

Изменение химического состава углей в вертикальном разрезе залежи

Как видно из графика, построенного по данным химического анализа образцов угля в одном вертикальном разрезе (скв. XV гг) (рис. 12), для изменения состава угля характерно следующее:

1. Содержание углерода (на горючую массу) в верхней части залежи колеблется в довольно широких пределах 66,7—70,7%, а в нижней части залежи 69,1—70,7%.

2. Содержание водорода колеблется в пределах 5,5—7,5%. Наиболее высокое содержание водорода относится к прослоям гумито-липтобиолитовых углей. Характерно, что кривые изменений содержания водорода и золы подобны.

3. Содержание серы достигает максимальных пределов (2,1—2,3%) в верхней и нижней частях залежи, среднее содержание серы составляет 0,5—1,0%. Увеличение содержания серы к кровле залежи имеет местный характер и вызвано испарением серосодержащих растворов на участках, близких к дневной поверхности, а повышение содержания серы у почвы может быть объяснено адсорбцией углем некоторых сернистых соединений из растворов, приходящих из залегающей ниже гипсовой шляпы соляного купола.

4. Зольность в вертикальном разрезе, а также по площади, по данным многочисленных анализов Казанского филиала АН и лаборатории «Южуралуглеразведки», довольно постоянна и повышается в прослоях гумито-липтобиолитовых углей.

6. Угли Южно-Уральского бассейна

Сравнительное изучение петрографического состава углей Маячного, Куюргазинского и Хабаровского месторождений, просмотр образцов и шлифов углей Талалаевского, Маклыкульского, Самородовского, Загребайловского, Чикановского, Матвеевского месторождений показало, что угли Бабаевского месторождения являются типичными для всего бассейна.

По нашим данным, а также материалам И. Э. Вальц, Л. А. Лебединцевой и А. П. Блудорова составлена табл. 5, в которой отражено распространение петрографических типов углей в пределах Южно-Уральского бассейна. Петрографический состав углей различных месторождений, за немногими исключениями, однотипен. Торфовидные угли известны для Зилимского, Ушкатлинского, Талалаевского, Бабаевского и Куюргазин-

Распространение петрографических типов углей по месторождениям Южно-Уральского бурогоугольного бассейна

Месторождение	Торфовидный		лигнитовый	Землистый (агриголье)							Плотный				Гумито-лигитбиолитовый		Перестро-женный		По данным
	слабогумифицированный	сильногумифицированный		агритовый кларен	агритовый дюрено-кларен	агритовый кларен-дюрено	дюрено	клареновый дюрено	агритовый смоляной дюрено	песчаные разности дюрено	кларен с коричневой масой	дюрено-кларен	кларено-дюрено	плотный дюрено	глинистый кларен	однородный	смоляной	агритовый	
Зидимское	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	И. Э., Вальц
Ушкатлинское		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	И. Э. Вальц и Л. А. Лебединой
Талалаевское			+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Л. А. Лебединой
Байгузинское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	И. Э. Вальц
Загребайловское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	А. П. Блудорова
Наумкинское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	А. П. Блудорова
Бабаевское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Автора
Куоргазинское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Автора
Маачное				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Автора
Кривлевское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	И. Э. Вальц
Ворошиловское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Л. А. Лебединой
Хабаровское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	И. В. Орлова
Чикановское				+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Автора

+ Редко встречается маломощные прослойки.
 ++ Значительное количество маломощных (до 2—5 м) прослоев.
 +++ Угли, составляющие большую часть залежи.
 ++++ Почти вся залежь сложена углями данного типа.

ского месторождений. Вероятно, торфовидные угли будут встречены и на других месторождениях. Лигнитовые угли обнаружены на Зилимском, Ушкатлинском, Наумкинском, Бабаевском, Куюргазинском, Кривлевском месторождениях. Из землистых углей для Байгузинского месторождения характерны песчаные. Для большинства месторождений, кроме Кривлевского, характерно преобладание клареновых и дюрено-клареновых плотных разновидностей. Кривлевское месторождение богато гумито-липтобиолитовыми углями.

Заключение

1. Методика изучения угольного вещества малометаморфизованных бурых углей еще недостаточно разработана.

2. Большинство классификаций бурых углей (Г. Бодэ, Б. Паркс, промышленные классификации для отдельных бассейнов) построено на узкоутилитарных признаках и не имеет широкого распространения. Некоторые классификации, учитывающие генезис углей (И. Э. Вальц, И. В. Орлова и Л. А. Лебединцевой), имеют ряд недостатков, но более общие и распространенные.

3. Угольное вещество бабаевских бурых углей состоит из форменных включений, желтых (липоидных) — спор и пыльцы, смоляных тел, кутикул, пробковых тканей; желто-коричневых (лигнинно-целлюлозных) — обрывков древесинных тканей, паренхимы, коровых тканей и пр.; минеральных примесей — терригенных кварца, кремня; сингенетических глинистых минералов и марказита; эпигенетических — известковых желваков, друз и кристаллов гипса, пирита; цементирующей массы (атритовой, однородной и комковатой основной).

4. В состав залежи Бабаевского буроугольного месторождения входят шесть типов угля: 1) торфовидный; 2) лигнитовый; 3) землистый (атритовый); 4) плотный (гелитовый); 5) гумито-липтобиолитовый; 6) переотложенный. Плотный и землистый типы угля преобладают, торфовидные, лигнитовые и переотложенные встречаются в незначительных количествах, гумито-липтобиолитовые угли на отдельных участках составляют значительную часть залежи.

5. Состав углей, слагающих залежь Бабаевского месторождения, изменяется в вертикальном разрезе с некоторой ритмичностью.

Об изменении состава углей по площади свидетельствует подразделение вертикальных разрезов на два типа: первый тип, слагающий большую часть залежи, составлен преимущественно плотным углем; второй тип, преобладающий на восточной и юго-восточной окраинах залежи, составлен переотложенными плотным, землистым и гумито-липтобиолитовыми углями.

6. Угли Бабаевского месторождения типичны для угольных месторождений юго-западного Приуралья.

7. Химический состав изучаемых типов углей неоднороден. Торфовидные угли близки к торфам (высокий выход гуминовых кислот — 37,6%, значительное содержание водорастворимых веществ — 16,3%). Для лигнитовых углей характерно низкое содержание углерода, пониженное содержание водорода ($C^r = 66-68\%$; $H^r = 5,5-5,6\%$) и отсутствие восков в битумах.

Для плотных, землистых и гумито-липтобиолитовых углей установлена зависимость химического состава от петрографического. Повышение содержания водорода и повышенный выход битумов определяются наличием (преобладанием) желтого цементирующего вещества или желтых форменных включений. Понижение содержания водорода вызвано увеличением количества ксиленовых древесинных форменных включений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Блудоров А. П., Кирсанов Н. В., Дистанов У. Г., Тузова Л. С. Третичные угленосные отложения центральных и южных районов Башкирии. Тр. геологич. ин-та Каз. филиала АН СССР, 1956, вып. 3.
2. Жемчужников Ю. А. О структуре в углепетрографии, Зап. ЛГИ, 1952, т. XXVI, вып. 2.
3. Караваев Н. М. и Матвеева И. И. Исследование лигнитов и землистого бурого угля Южно-Уральского бассейна. Тр. ВНИГИ, 1952, вып. 4.
4. Матвеева И. И. и Королева К. И. Характеристика углей Южно-Уральского бассейна, Тр. ВНИГИ, 1951, вып. 3.
5. Сябряй В. Т. Промышленная классификация бурых углей Александрийского района Днепровского бассейна. Геологич. журн. АН УССР, 1953, т. II, вып. 4.
6. Тюремнов С. Н. Торфяные месторождения и их разведка. Гостоптехиздат, 1949.
7. Karl A. Jugassky. Deutschlands Braunkohlen und ihre Entstehung, Deutscher 1936, В. III.
8. Parks V. C. Petrography of American Lignites, Economic Geology, 1951, № 1.