

МЕТАМОРФИЗМ УГЛЕЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Г.А. Фандюшкин

Губкинский институт (филиал) Московского государственного открытого университета, г. Губкин

Угли Северо-Востока России формировались в пяти возрастных интервалах: поздней юре, второй половине раннего и позднего мела, эоцене и миоцене. Угли региона представлены всеми их видами – бурыми, каменными и антрацитами. Установлено, что каменные угли встречаются во всех возрастных интервалах угленосности, бурые угли характерны только для кайнозойских толщ, а антрациты присутствуют исключительно в нижнемеловых отложениях. Выделяются два основных вида метаморфизма: региональный (геотермический) и термальный (магматермический). Основным видом метаморфизма углей Северо-Востока – региональный. Главным фактором возрастания степени метаморфизма углей принимается температура; важным условием является также геологическое время. Установлена основная региональная закономерность: чем древнее угли, тем степень их метаморфизма выше. Усредненный региональный фон степени метаморфизма углей Северо-Востока постепенно изменяется от марки Г в верхнеюрских углях до групп 1Б–2Б – в миоценовых углях. Установлен ряд региональных закономерностей: степень метаморфизма углей всех стратиграфических уровней углеобразования постепенно повышается в направлении с северо-запада на юго-восток, а также зависит от приуроченности углей к тем или иным геоструктурам. Также установлено, что региональный метаморфизм углей проявлен в трех направлениях: с возрастанием стратиграфической глубины залегания угольных пластов, по мере увеличения мощности угленосных толщ и по падению пластов с увеличением современной глубины их залегания. Повышенная степень метаморфизма углей (марки Т-А) в некоторых бассейнах с нижнемеловой угленосностью связана исключительно с термальным метаморфизмом.

Ключевые слова: угли бурые, каменные, антрациты, метаморфизм региональный, термальный; Северо-Восток России.

На Северо-Востоке России известно более двух десятков больших и малых угольных бассейнов, различающихся по возрасту, масштабам угленосности, степени изученности и приуроченности к тем или иным региональным тектоническим структурам (рис.1). Суммарные запасы и ресурсы бурых и каменных углей региона оцениваются во многие десятки миллиардов тонн. Здесь встречаются бассейны с мощностью угленосных отложений от нескольких десятков до пяти тысяч метров, содержащие от 1–2 до 100–150 угольных пластов мощностью от десятков сантиметров до 50–100 метров [2, 3]. Добыча угля в регионе ведется преимущественно в зоне многолетней мерзлоты открытым и подземным способами. Открытым способом уголь добывается в Зырянском, Аркагалинском, Омсукчанском и, в небольших объемах, Охотском бассейнах; подземным способом – в Омсукчанском, Анадырском и Беринговском бассейнах.

В истории геологического развития Северо-Востока России выделяются пять этапов углеобразования, характеризующихся различной интенсивностью и отвечающих концу поздней юры, раннего и позднего мела, эоцену и миоцену. Верхнеюрские и нижнемеловые угли распространены исключительно на территории Колымо-Омолонского жесткого блока и Верхояно-Чукотской мезозойской складчатой области, верхнемеловые и палеогеновые угли наибольшее распространение получили на территории кайнозойской Анадырско-Корякской складчатой системы. Неогеновые угли встречаются как на территории мезозойской, так и кайнозойской.

Угли рассматриваемого региона представлены всеми их видами – бурыми, каменными и антрацитами. Каменные угли встречаются во всех установленных возрастных интервалах угленосности, бурые угли характерны только для кайнозойских толщ, а антрациты присутствуют исключительно в нижнемеловой



Рис. 1. Схема тектонического районирования Северо-Востока России и размещения угольных бассейнов и площадей.

1 – Сибирская платформа; 2 – древние блоки и срединные массивы: КО – Колымо-Омолонский, ОХ – Охотский; 3 – Верхояно-Чукотская область мезозойской складчатости: ЯК – Яно-Колымская система, Ч – Чукотская система; 4 – Корякско-Камчатская область кайнозойской складчатости: а – Анадырско-Корякская система (ранние кайнозоиды), б – Олюторско-Камчатская система (поздние кайнозоиды); 5 – Охотско-Чукотский вулканогенный пояс; 6 – угольные бассейны: 1 – Лаптевско-Янский, 2 – Тастахский, 3 – Зырянский, 4 – Аркагалинский, 5 – Челомджинский, 6 – Охотский, 7 – Хасынский, 8 – Сеймчано-Буондинский, 9 – Осумкчанский, 10 – Авековский, 11 – Тайгоносский, 12 – Пареньский, 13 – Омолонский, 14 – Анюйский, 15 – Чаунский, 16 – Чаун-Чукотский, 17 – Анадырский, 18 – Беринговский, 19 – Пенжинский, 20 – Олюторский; интенсивность заливки площадей угольных бассейнов соответствует возрасту угленосных отложений: темно-серая – K_1 , серая – K_2 , светло-серая – P , белая – N .

вых отложениях. Выделяются два основных вида метаморфизма: региональный (геотермический) и термальный (магматермический). Основной вид метаморфизма углей Северо-Востока – региональный. Анализ распределения углей Северо-Востока по бассейнам, возрасту и марочному составу позволяет выявить основную региональную закономерность: чем древнее угли, тем степень их метаморфизма выше. Так, общий усредненный региональный фон степени метаморфизма верхнеюрских углей – марка Г, нижнемеловых углей – марки Д, Г, верхнемеловых углей – группа ЗБ и марка Д, палеогеновых – группы 2Б, 3Б и неогеновых – 1Б, 2Б. Этим подчеркивается ведущая роль регионального метаморфизма (рис. 2). Повышенная степень углефикации (мар-

ки Т–А) в некоторых раннемеловых бассейнах связана исключительно с термальным метаморфизмом.

Пожалуй, самая примечательная региональная закономерность заключается в постепенном повышении степени метаморфизма углей в направлении с северо-запада на юго-восток (рис. 3). Эта региональная закономерность характерна для всех стратиграфических уровней углеобразования. Так, для нижнемеловых углей в этом направлении выделяются пять зон метаморфизма: Б, Д, Д-Г, Ж-СС, Т-А. Для верхнемеловых, эоценовых и миоценовых углей выделяются по три зоны. Для верхнемеловых углей – марки Б, Д и Д-Г; для эоценовых углей – группы 2Б, 3Б и марки Д-Г; для миоценовых углей – группы 1Б, 2Б и 3Б.

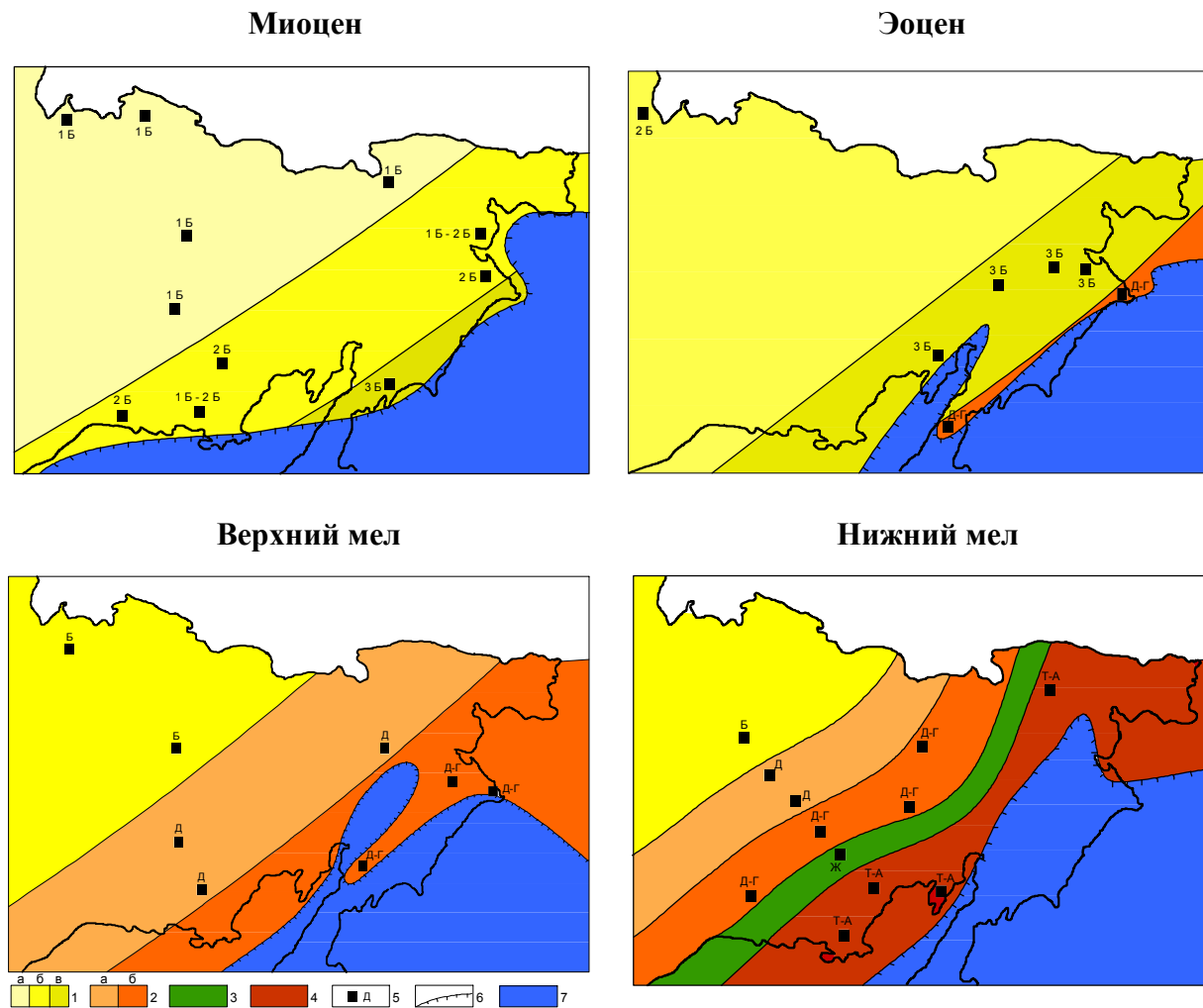


Рис. 3. Зональность распределения углей Северо-Востока России по степени метаморфизма.

Зоны распространения углей разного марочного состава: 1 – бурые угли: а – 1Б, б – 2Б, в – 3Б; 2 – каменные энергетические угли: а – Д, б – Г; 3 – каменные спекающиеся угли (Ж-СС); 4 – тощие и антрациты (Т-А); 5 – районы углеобразования; 6 – древняя береговая линия; 7 – палеоморе.

Не менее важная региональная закономерность проявляется в зависимости степени метаморфизма углей от их приуроченности к тем или иным геоструктурам. Для верхнеюрских и нижнемеловых углей такими структурами являются жесткие блоки, районы их сочленения со структурами Верхояно-Чукотской мезозойской складчатой области и Охотско-Чукотский вулканогенный пояс (ОЧВП); для верхнемеловых углей – Яно-Колымская мезозойская складчатая система, включая территорию ОЧВП, и Анадырско-Корякская кайнозойская складчатая система; для кайнозойских углей – Верхояно-Чукотская мезозойская складчатая область, включая территорию ОЧВП и Корякско-Камчатская кайнозойская складчатая область.

Верхнеюрские и нижнемеловые угли, приуроченные к жестким блокам, сосредоточены в Омолонском, Челомджинском и Пареньском бассейнах; к районам сочленения Колымо-Омолонского жесткого блока со структурами Верхояно-Чукотской складчатой области – в Зырянском и Анюйском бассейнах, а угли, приуроченные к структурам Охотско-Чукотского вулканогенного пояса – в Омсукчанском, Тайгонском, Хасынском и Чаун-Чукотском бассейнах.

Формирование верхнеюрских и нижнемеловых углей на жестких блоках происходило, как правило, во внутриконтинентальных условиях в приразломных впадинах и, несмотря на самый древний возраст, эти угли слабо метаморфизованы (марки Д, Г). Причины этого, по-видимому, заключаются в том, что

эти угли никогда не погружались на соответствующие этим маркам глубины, а мощность перекрывающих их отложений в большинстве случаев не превышала 1 км. Марок Д, Г они достигли благодаря совместному действию региональной и термальной составляющих. Магматическая деятельность в указанных районах была проявлена широко. Определенная роль в интенсивности метаморфических процессов принадлежит также времени. Не исключено также, что низкая степень метаморфизма рассматриваемых углей в какой-то степени связана с повышенным (до 20 %) содержанием в них микрокомпонентов группы липтинита, который, как известно, плохо поддается метаморфическим преобразованиям.

Формирование **нижнемеловых** углей в зоне сочленения Колымо-Омолонского жесткого блока со структурами Верхояно-Чукотских мезозойских происходило в рифтогенных прогибах, к которым приурочены крупнейшие бассейны Северо-Востока – Зырянский и Анюйский. Угли Зырянского бассейна характеризуются самым широким спектром марочного состава в регионе – от Д до А. Основная роль в преобразовании углей Зырянского бассейна до стадий Д-Ж принадлежит региональному метаморфизму, от К до А – термальному.

Нижнемеловые угли, сформированные в вулканотектонических впадинах Охотско-Чукотского вулканогенного пояса, являются наиболее метаморфизованными углями Северо-Востока – от тощих до антрацитов. Высокая степень метаморфизма этих углей обязана исключительно термальному воздействию широко проявленной магматической деятельности.

Верхнемеловые угли Яно-Колымской мезозойской складчатой системы формировались преимущественно в наложенных межгорных (Аркагалинский бассейн) и вулканотектонических (Малтанская площадь) впадинах, а угли кайнозойской Анадырско-Корякской системы – в рифтогенных (Пенжинский бассейн) и наложенно-унаследованных (Анадырский и Беринговский бассейны) прогибах. Для мезозойских характерно наличие каменных углей низких стадий метаморфизма. Основными видами метаморфизма для них являются региональный и термальный. Учитывая незначительную глубину погружения (сотни метров), эти угли смогли достичь лишь марок Д, Г. Марочный состав углей, сформированных в кайнозойских, более широк и колеблется в диапазоне марок от Д до Ж. Основная роль в степени преобразованности верхнемеловых углей Анадырского и Беринговского бассейнов принадлежит региональному метаморфизму. Глубина погружения этих углей достигала 3–4 км.

Кайнозойские угли, приуроченные к территории Верхояно-Чукотской мезозойской складчатой области, формировались в субплатформенных условиях, преимущественно в наложенных межгорных впадинах, грабенах, окраинных прогибах и сосредоточены в Лаптевско-Янском, Тастахском, Чаунском, Аркагалинском, Сеймчано-Буюндинском, Зырянском бассейнах, а также в вулканотектонических впадинах ОЧВП (Охотский бассейн). На территории Анадырско-Корякской складчатой системы угли формировались в Пенжинском, Анадырском и Беринговском бассейнах. Первые характеризуются исключительным распространением бурых углей групп 1Б-3Б, вторые – бурых и каменных углей марок от Б до Ж. Причины такого распределения углей по марочному составу те же, что и для верхнемеловых углей – незначительная глубина погружения (первые сотни метров) для территории мезозойских и более значительная глубина погружения (до 2–4 км) – в прогибах кайнозойских. Основной вид метаморфизма кайнозойских углей – региональный.

Региональный метаморфизм углей на Северо-Востоке России возрастает:

- с возрастанием стратиграфической глубины залегания угольных пластов;
- по мере увеличения мощности угленосных толщ;
- по падению пластов с увеличением современной глубины их залегания.

Наиболее интенсивно региональный метаморфизм проявился в трех бассейнах: Зырянском, Анадырском и Беринговском, марочный состав углей в которых наиболее широк и находится, соответственно, в интервалах: Д–А, Б–Ж и Д–Ж (рис. 2).

Рост степени метаморфизма углей со стратиграфической глубиной наиболее отчетливо прослеживается на Анадырском месторождении одноименного бассейна и в Зыряно-Силяпском угленосном районе Зырянского бассейна (табл. 1).

Рост степени метаморфизма углей с увеличением мощности отложений характеризует глубину погружения осадка. Наиболее ярко эта закономерность проявлена в Зырянском и Беринговском бассейнах (табл. 2).

Зырянский бассейн. Наименее метаморфизованные угли (марки Д–Г) сосредоточены в северо-западной части бассейна (Индигино-Селенняхский район). В Мятисском и Момском районах преобладают угли марок от Д до К, а в юго-восточной части бассейна (Зыряно-Силяпский район) – от Д до Т (рис. 4). Мощность каждой из свит зырянской серии увеличивается в юго-восточном направлении, соответствен-

Таблица 1. Возрастное изменение степени метаморфизма углей.

Геологический возраст	Свита	R ₀ , % [7]	Марка, группа угля	Стадия метаморфизма
Анадырский бассейн (Анадырское месторождение)				
N ₁	песцовская	0,30	1Б	0 ₁
P ₂	первореченская	0,40	2Б	0 ₂
P ₂	анадырская	0,50	3Б	0 ₃
P ₂	онеменская	0,70	Д	I
K ₂	рарыткинская	0,92	Г	II
Зырянский бассейн (Зыряно-Сияльский район)				
N ₁	-	0,30	1Б	0 ₁
K ₂	встреченская	0,4–0,50	2Б-3Б	0 ₁ –0 ₃
K _{1al}	буоркемюсская	0,92–1,62	Г, ГЖО, Ж, К	II–IV
K _{1ap}	сияльская	2,00–2,40	Т-ТС	V–VI
K _{1nc}	ожогинская	2,00–4,49	Т-А	V–X

Таблица 2. Связь метаморфизма углей с мощностью угленосных свит в Зырянском и Беринговском бассейнах [3, 7].

Бассейн, свита	Мощность, м	R ₀ , %	Марка угля	Мощность, м	R ₀ , %	Марка угля	Мощность, м	R ₀ , %	Марка угля
Зырянский бассейн	Индиги́ро-Селенныхский район			Мятисский район			Зыряно-Сияльский район		
буоркемюсская	450	0,5–0,6	ЗБ-Д	1000	0,65	Д	3000	0,95–1,12	Г-К
сияльская	2000	0,65–0,85	Д-Г	2500	1–1,15	Ж	2600	1,47–1,86	Т, ТС
ожогинская	1500	1,2–1,65	Ж-К	2000	1,55	К	2000	2,5–5,5	А
Беринговский бассейн	Месторождение Песчаное			Месторождение Бухты Угольной			Месторождение Амаамское		
чукотская	500	0,65	Д	800	0,69	Г	1250	0,87–1,12	Ж

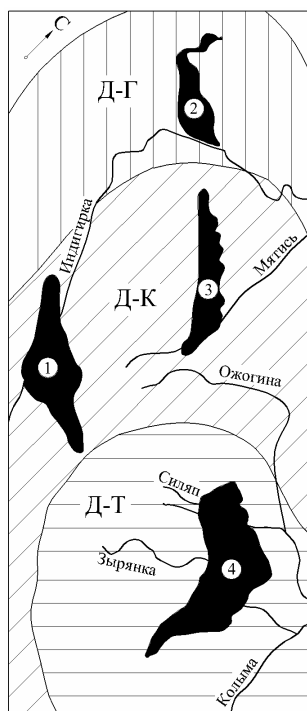
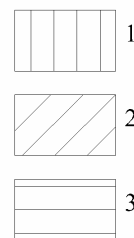


Рис. 4. Схематическая карта распространения углей различного марочного состава Зырянского бассейна (сияльская и буоркемюсская свиты).



Площади развития углей марок: 1 – Д-Г, 2 – Д-К, 3 – Д-Т; угленосные районы (залиты): 1 – Момский, 2 – Индиги́ро-Селенныхский; 3 – Мятисский; 4 – Зыряно-Сияльский.

но растет и степень метаморфизма углей. При этом обращает на себя внимание тот факт, что, начиная с поздней юры, территории Мятисского и, особенно, Зыряно-Сияльского районов, по сравнению с Индиги́ро-Селенныхским районом, опускались с гораздо большей скоростью. Об этом свидетельствуют значительные мощности накопившихся здесь осадков и, как следствие, более высокая степень метаморфизма углей (рис. 5). Если на территории Индиги́ро-Селенныхского и Мятисского районов изогипсы изоресплендных поверхностей более или менее параллельны границам литолого-стратиграфических подразделений, то на территории Зыряно-Сияльского района они секут друг друга. Этим подтверждается тот факт, что изменение темпа роста мощности свит по площади бассейна сопровождается соответствующим усилением или ослаблением темпа изменения степени метаморфизма углей.

Возможно, что региональный метаморфизм углей Зырянского бассейна в какой-то степени обусловлен типом земной коры и временем её становле-

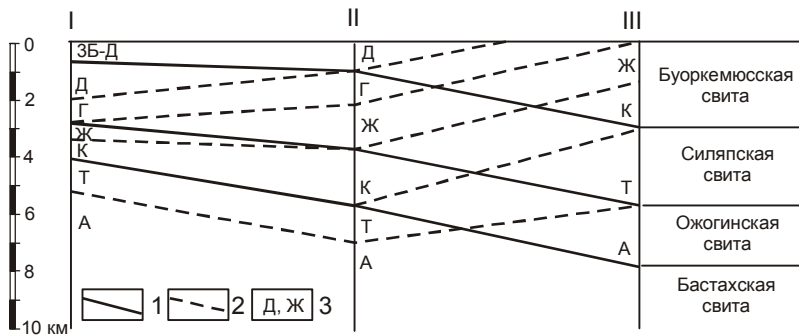


Рис. 5. Схема метаморфизма углей Зырянского бассейна.

1 – границы между свитами; 2 – границы зон метаморфизма; 3 – марки углей; угленосные районы: I – Индигиро-Селенняхский; II – Мятисский; III – Зыряно-Сияльский.

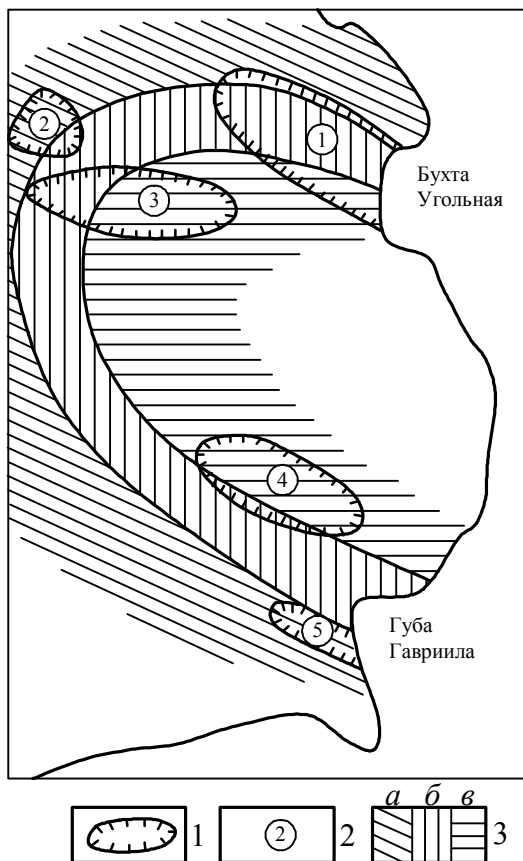


Рис. 6. Схема метаморфизма углей Беринговского бассейна.

1 – граница распространения угленосных эоценовых отложений чукотской свиты; 2 – угольные месторождения: 1 – Бухты Угольной, 2 – Песчаное, 3 – Аьлкатваамское, 4 – Амаамское, 5 – Губы Гавриила; 3 – площади распространения углей: а – марки Д, б – марки Г–Ж, в – марки Ж.

ния. Неслучайно, что степень регионального метаморфизма углей в этом бассейне значительно выше по сравнению с одновозрастными углями других бассейнов, за исключением термально метаморфизованных. Дело в том, что увеличение мощности угленосной толщи – это показатель большей мобильности

земной коры, обусловленной, главным образом, её утонением и более поздней стабилизацией. От типа земной коры и времени её становления зависит величина притока тепловой энергии из недр к земной поверхности. Средний геотермический градиент по Зырянскому бассейну составляет 3,5 °С/100 м, что несколько выше, чем в других бассейнах Сибири и Дальнего Востока.

Угленосные формации Зырянского бассейна лежат на блоках земной коры различных типов. Так, северо-западная часть Индигиро-Селенняхского района, где распространены наименее метаморфизованные угли (марка Д), прилегает к блоку древнего складчатого комплекса рифейско-раннекаменноугольного формирования. Расположенный юго-восточнее Мятисский район с углями марок Г и Ж удалён от древних блоков и приурочен к северному борту Ильянь-Тасского рифта. Момский район расположен в южной зоне Ильянь-Тасского рифта между блоком коры океанической и переходной стадий развития и блоком вулканоплутонических образований (зона позднемезозойского растяжения коры). Здесь угли метаморфизованы до марки К, а в приконтактных зонах с миоценовыми интрузиями – до марки ОС и, возможно, до антрацитов. Зыряно-Сияльский район имеет очень сложное блоковое строение. Многочисленные разломы рассекают на мелкие части блоки континентальной коры, сложенные преимущественно кремнистыми формациями юрского и раннемелового возраста. С ними соседствуют блоки, сложенные комплексами океанической и переходной стадий. В северо-западной части Зыряно-Сияльского района к средней (сияльской) свите приурочены угли марок Д–Г, к нижней (ожогинской) свите – Ж–А; юго-восточнее (по р.Зырянке) в сияльской свите обычны угли марок Г–Ж, в ожогинской – ПА–А; на крайнем юго-востоке (бассейн р.Гонюхи) в сияльской свите – К, ОС, а в ожогинской – А.

Таким образом, геотермический режим, по-видимому, существенно влияет на степень метаморфизма углей и вмещающих пород.

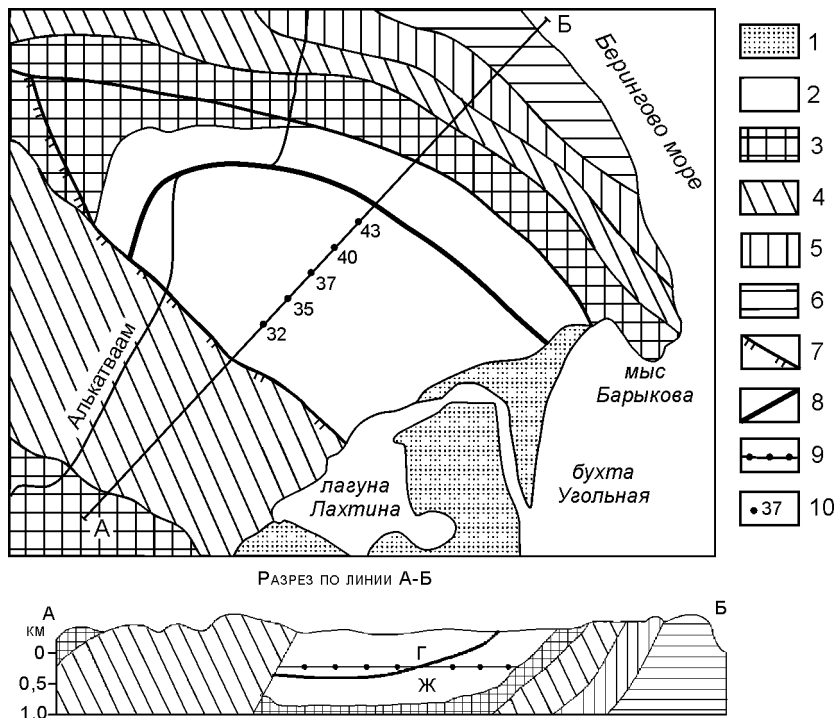


Рис. 7. Схема метаморфизма углей среднечукотской подсвиты на месторождении Бухта Угольная.

1 – четвертичные отложения; 2–6 – свиты: 2 – чукотская, 3 – корякская, 4 – барыковская, 5 – гинтеровская, 6 – пекульнейская; 7 – «Главный» надвиг; 8 – выход среднечукотской подсвиты; 9 – граница зон метаморфизма; 10 – выход летучих веществ (V^{daf} , %).

В Беринговском бассейне увеличение мощности отложений чукотской свиты с 500 м (месторождение Песчаное) до 1250 м (месторождение Амаамское) повышает степень метаморфизма углей с марки Д до марки Ж. (табл. 2). Степень преобразованности угольных пластов среднечукотской подсвиты изменяется в пределах $МК_1$ – $МК_3$ ($R_a = 7,3$ – $8,9$ %, $R_o = 0,65$ – $1,12$ %). Минимальные значения R_a и R_o характеризуют периферийные части прогиба (месторождение Песчаное), максимальные – его центральную часть (Алькатваамская и Амаамская брахисинклинали) (рис. 6). Рост абсолютных значений R_a и R_o в одновозрастных горизонтах в направлении от флангов прогиба к его центральной части здесь также объясняется увеличением глубин погружения пород. Реконструкция максимальных глубин погружения угленосных отложений среднечукотской подсвиты показала, что в Амаамской структуре она составляла 4000 м, в Алькатваамской структуре эта часть разреза погружалась на 3600 м, в районе Бухты Угольной – на 2500 м, а на месторождении Песчаном вряд ли превышала 2000 м [1].

Увеличение степени метаморфизма углей в направлении падения угольных пластов имеет значение при прогнозировании качества углей глубоких горизонтов. Стадия метаморфизма углей, установленная вблизи дневной поверхности и распространенная на глубину, может привести к неправильной оценке марочного состава углей, залегающих на глубоких го-

ризонтах. Наиболее чётко эта закономерность прослежена на месторождении Бухты Угольной Беринговского бассейна (рис. 7). Анализ изменения мощности наиболее угленасыщенной среднечукотской подсвиты и выхода летучих веществ вкост простирания отложений показал, что мощность подсвиты в направлении с северо-востока на юго-запад на расстоянии, примерно, 5 км увеличивается незначительно – с 57 м до 78 м, при этом выход летучих веществ уменьшается с 43 % (марка Г) до 32 % (марка Ж). Таким образом, по периферии Беринговской брахисинклинали в верхней части залегают газовые угли, а с глубины 300–350 м – жирные угли. Это, по-видимому, свидетельствует о том, что процессы метаморфизма продолжались и после основной фазы складчатости и изменение углей в центральной части Беринговской брахисинклинали было более интенсивным, чем на её крыльях.

Термальный метаморфизм, в том числе и контактовый, широко проявлен в угольных бассейнах с нижнемеловой угленосностью, территориально тяготеющих, как правило, к Охотско-Чукотскому вулканогенному поясу. Это, прежде всего, Омсукчанский, Чаун-Чукотский, Тайгоносский и Хасынский бассейны. В этих бассейнах термальный метаморфизм является ведущим. Для них характерно залегание углей в вулканогенно-осадочных толщах, прорванных многочисленными телами изверженных пород разнообразных форм и размеров. Угленосные отложения на

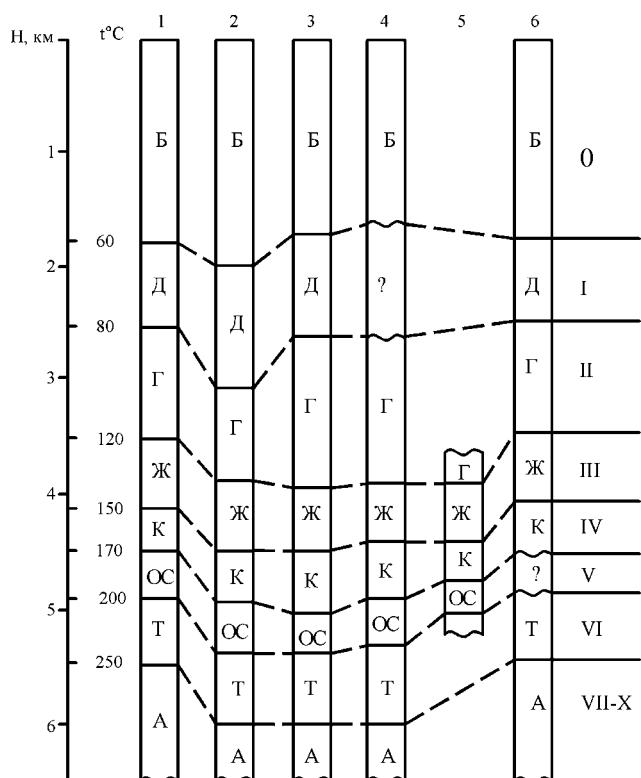


Рис. 8. Сопоставление шкал метаморфизма углей основных угольных бассейнов России, СНГ и Северо-Востока России [4, с дополнениями автора].

Бассейны: 1 – Донецкий, 2 – Кузнецкий, 3 – Печорский, 4 – Карагандинский, 5 – Южно-Якутский, 6 – Северо-Восток России. Римскими цифрами обозначены стадии метаморфизма углей, буквами – марки углей.

контактах с изверженными породами нередко превращены в роговики, а уголь в значительной степени графитизирован. Характерной особенностью углей вышеперечисленных бассейнов и площадей является их высокая стадия метаморфизма – от тощих до антрацитов (рис. 2).

Случаи контактового метаморфизма отмечаются и в слабометаморфизованных углях Анадырского бассейна. Так, в отложениях рарытकिनской свиты одноименного угленосного района угли марок Д и Г на контактах с дайками интенсивно метаморфизованы – выход летучих веществ в них снижается до 7–16 %. На участке Казачинском Анадырского бурогоугольного месторождения в скважине 717 на глубине 35,0 м в продуктивной свите непосредственно под пластовой залежью базальтов был вскрыт 5-метровый пласт угля. На контакте с базальтами в прикровельной части пласта выход летучих составил 21 %. При этом спекаемость угля отсутствовала.

По мере удаления от базальтов выход летучих, постепенно увеличиваясь, в почве пласта достиг своих обычных значений – 45 %.

В заключение следует отметить, что в целом степень метаморфизма углей Северо-Востока, образовавшихся в течение последних 95 млн лет, относительно не высока. Реконструкция глубин погружения угленосных отложений Беринговского, Анадырского и Зырянского бассейнов и сопоставление полученных данных по росту степени метаморфизма со стратиграфической глубиной и по мощности зон углей определенной степени метаморфизма с основными угольными бассейнами России и ряда стран СНГ [4] показали их близкие значения (рис. 8).

ВЫВОДЫ

1. Угли Северо-Востока России представлены всеми их видами и марками в диапазоне от бурых до антрацитов.

2. Каменные угли встречаются во всех установленных возрастных интервалах угленосности, бурые угли характерны только для кайнозойских толщ, а антрациты – для нижнемеловых отложений.

3. В углях Северо-Востока выделяются два вида метаморфизма – региональный и термальный. Основной вид – региональный.

4. Установлены следующие закономерности регионального метаморфизма:

- степень метаморфизма углей тем выше, чем древнее угли;

- степень метаморфизма углей закономерно повышается в направлении с северо-запада на юго-восток во всех стратиграфических уровнях углеобразования;

- степень метаморфизма углей зависит от их приуроченности к тем или иным региональным тектоническим структурам;

- наибольшей степени регионального метаморфизма достигают угли, сформированные в рифтогенных прогибах;

- степень метаморфизма углей возрастает со стратиграфической глубиной, с увеличением мощности угленосных толщ, а также по падению пластов с увеличением современной глубины их залегания.

5. Термальный метаморфизм углей имеет ведущее значение в раннемеловых бассейнах, территориально тяготеющих к Охотско-Чукотскому вулканогенному поясу.

6. Предполагается, что степень метаморфизма углей ряда бассейнов зависит от их геотермического режима.

ЛИТЕРАТУРА

1. Воропаев В.Н., Мазор Ю.Р., Фандюшкин Г.А. Особенности строения и формирования угленосных отложений Беринговского прогиба // Вест. Моск. ун-та, сер. геол. 4. 1984. № 6. С. 38–42.
2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 9, кн. 2. М.: Недра, 1973. 399 с.
3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 10. М.: Госгеолтехиздат, 1962. 403 с.
4. Голицын М.В., Голицын А.М. Коксующиеся угли России и мира. М.: Недра, 1996. 39 с.
5. ГОСТ 25543 - 88. Угли бурые, каменные и антрациты. Классификация по генетическим и технологическим параметрам. М.: Изд-во стандартов, 1988. 19 с.
6. Еремин И.В., Броновец Т.М. Марочный состав углей и их рациональное использование. М.: Недра, 1994. 254 с.
7. Угольная база России. Т. V. Кн. 2. М.: Геоинформмарк, 1999. 638 с.

Поступила в редакцию 27 февраля 2006 г.

Рекомендована к печати Г.Л. Кирилловой

G.A. Fandyushkin

Metamorphism of coals in Northeastern Russia

Coals in Northeastern Russia were formed during five age intervals in the Late Jurassic, second halves of the Early and Late Cretaceous, and in the Eocene and Miocene. The coals in the region are represented by all of their kinds – brown, black, and anthracitic. It is established that black coals are found in all coal age intervals; brown coals are characteristic of only Cenozoic units; and anthracites are present solely in Lower Cretaceous deposits. Two principal types of metamorphism are recognized: regional (geothermal) and thermal (magmathermal). The main kind of coal metamorphism in Northeastern Russia is regional metamorphism. A major factor of an increase in the degree of coal metamorphism is believed to be temperature; an important condition is also geologic time. The main regional pattern is recognized: the older the coals, the higher the degree of their metamorphism. The average regional degree of coal metamorphism in Northeastern Russia changes gradually from rank G in Upper Jurassic coals to groups 1B-2B in Miocene coals. Some regional principles have been established: the metamorphic degree of coals of all stratigraphic levels of coal formation increases gradually from north-west to south-east, and it also depends on the restriction of coals to certain geostructures. It is also ascertained that regional metamorphism of coals is manifested in three directions: in an increase in the stratigraphic depth of coal seams occurrence, in the degree of an increase in the thickness of coal-bearing units, and in the coal seams dip attended by the growing depth of their present-day occurrence.

***Key words:* Northeast, regional, thermal, brown and black coals, anthracites.**