

Г.И. Каменева, Е.В. Михальский

ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ
УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В АНТАРКТИДЕ

Угленосные отложения Антарктиды по времени своего образования относятся к пермскому и триасовому периодам. Наибольшее распространение угленосных отложений отмечено в Трансантарктических горах, где они тянутся на 2500 км от Земли Виктории до гор Хорлик и входят в состав среднепалеозойско-раннемезозойского платформенного чехла, известного в литературе под названием "биконского" комплекса. Значительно меньший площадной выход угленосных пород отмечается на некоторых участках горного обрамления Восточно-Антарктической платформы: в горах Принс-Чарльз, в западной части Земли Королевы Мод (горы Керуанвегген, Котас и Крауль), на Земле Котса (горы Терон, нунатаки Уичавей), в горах Элсуэрт и Пенсакола (рис. 1). В пределах указанных территорий выделяются одноименные угленосные бассейны.

БАСЕЙН ТРАНСАНТАРКТИЧЕСКИХ ГОР

Протяженность бассейна составляет 2500 км при ширине до 300 км. Большая часть его находится подо льдом. Доступными изучению остаются выходы пород, встречающиеся на восточном фланге бассейна (площадью порядка 75 тыс. км²).

Недислоцированный чехол среднепалеозойско-раннемезозойских осадочных и вулканогенных пород с резким структурным несогласием перекрывает складчатый фундамент, сложенный метаморфическими образованиями докембрия, осадочными и изверженными породами нижнего палеозоя. В сводном разрезе чехла выделяется пять разновозрастных подразделений: девонские мелководно-морские и субконтинентальные песчаники, верхнекаменноугольно-нижнепермские ледниковые образования, пермская угленосная и триасовая угленосная толщи, юрские траппы. Распространенность и характер взаимоотношений этих образований показаны на рис. 2.

Основание разреза чехла сложено кварцевыми песчаниками и алевролитами прибрежно-морского (в хр. Охайо) и субконтинентального (на Земле Виктории) происхождения. Эти образования развиты локально и имеют мощность от нескольких десятков до 1100–1300 м.

Верхнекаменноугольно-нижнепермские ледниковые и/или водно-ледниковые отложения (тиллиты и диамиктиты) распространены почти повсеместно. Они с размывом перекрывают подстилающие девонские породы либо залегают непосредственно на пенепленизированном добиконском складчатом фундаменте. Видимая мощность этих образований не превышает нескольких сот метров.

Пермо-триасовые угленосные толщи прослеживаются на всем протяжении Трансантарктических гор. Нижнепермские отложения залегают на подстилающих тиллитах и диамиктитах на одних участках согласно, в других местах между ними устанавливается незначительный перерыв. Перекрываются угленосные толщи вулканогенными образованиями юрского возраста, включающими, помимо базальтовых покровов, туфы, вулканические брекчи, комагматические дайки и силлы долеритов, которые оказали интенсивное термальное воздействие на каменные угли в зоне экзоконтакта.

Пермские угленосные отложения в Трансантарктических горах слагают среднюю часть разреза платформенного чехла (см. рис. 2). Наиболее полный разрез описан на склонах хр. Куин-Александра (снизу вверх) [Grindley, 1963; Barrett, 1972].

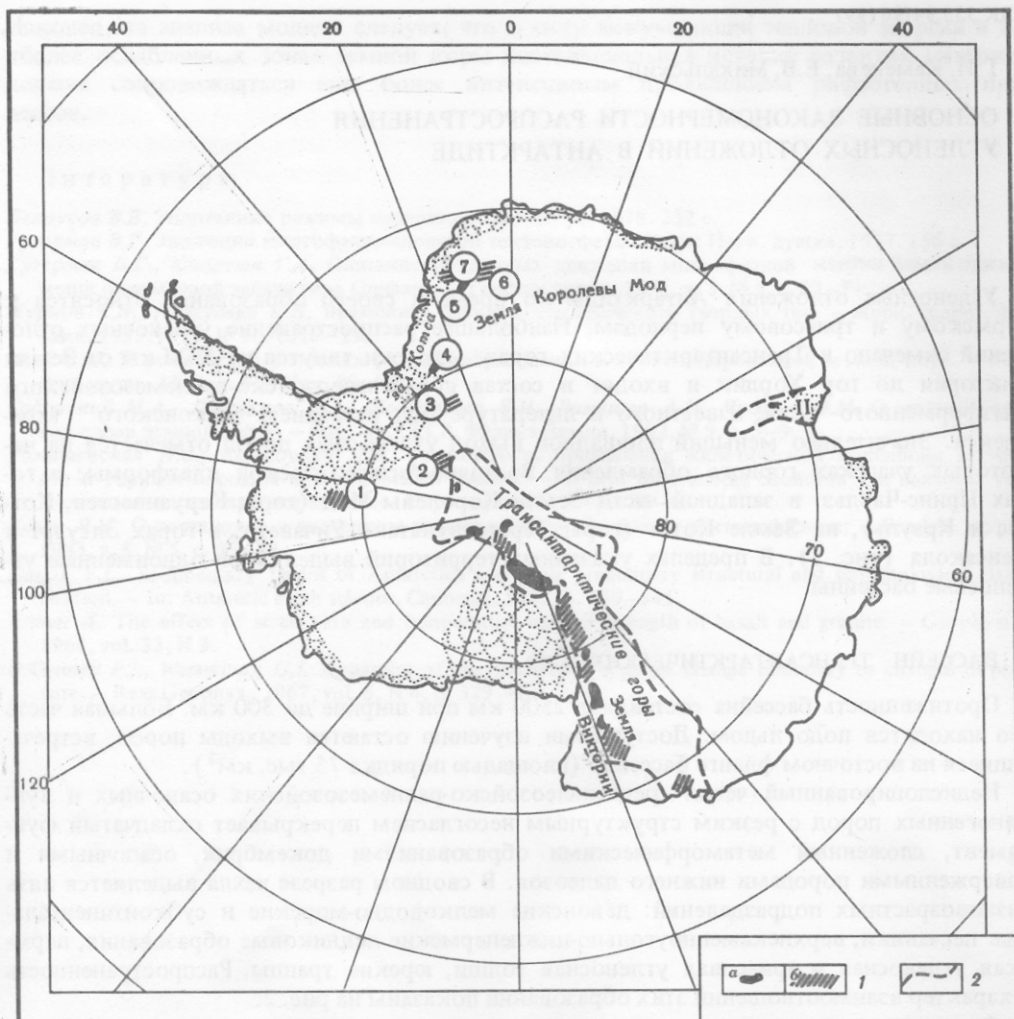


Рис. 1. Схема распространения угленосных отложений в Антарктиде

1 — районы распространения угленосных отложений: а — установленные по присутствию углепроивлений, б — предполагаемых по литостратиграфическим данным; 2 — контуры угленосных бассейнов, выделенные по геофизическим данным: I — Трансантарктических гор, II — гор Принс-Чарльз. Цифры в кружках на карте: 1 — горы Элсуэрт; 2 — горы Пенсакола; 3 — нунатаки Уичавей; горы: 4 — Терон; 5 — Коттас; 6 — Керуанвегген; 7 — Крауль

1. Слоистые углистые аргиллиты и алевролиты, тонкие пласты песчаников (до 1,8 м), разделяющие аргиллиты на 5–12-метровые пачки; мощность 60 м.

2. Переслаивающиеся мелкозернистые песчаники и алевролиты в слоях по 7–15 см; мощность 45 м.

3. Аркозовые песчаники зеленоватого цвета, содержащие карбонатные конкреции; мощность 40 м.

4. Песчаники аркозовые, мелко-среднезернистые, хорошо отсортированные и окатанные, с тонкими прослоями алевролитистых песчаников и глинистых сланцев; в некоторых слоях содержится углистый материал, угольные пласты редки, мощность 130–220 м.

5. Ритмично переслаивающиеся песчаники, аргиллиты и угли, содержащие многочисленные остатки глоссоптерисовой флоры. Мощность ритмов сильно варьирует —

от дециметров до десятков метров, в основании ритмов залегают крупнозернистые песчаники, иногда с мелкими окатанными гальками кварца, переходящие выше в средне-мелкозернистые песчаники, сменяющиеся алевролитами, аргиллитами или углистыми сланцами. Почв, подстилающих угольный пласт, не наблюдается, растительные остатки обычно присутствуют в виде грубых обломков. На основании спорово-пыльцевого комплекса предполагается раннепермский возраст отложений; мощность 780 м.

Сходное строение пермская угленосная толща имеет в районах, расположенных к югу от хр. Куин-Александра, — в горном обрамлении ледников Шеклтона, Скотта, в горах Хорлик.

В частности, в горах Хорлик (хр. Охайо) разрез пермских пород состоит из трех элементов (снизу вверх) [Long, 1964].

1. Пачка мелкозернистых озерных песчаников, слабоуглистых аргиллитов и алевролитов; несогласно перекрывающих тиллиты с линзообразными конкрециями бурого железняка, сидерита, кальцита; стратиграфическое положение, по палинологическим данным, соответствует пограничным слоям каменноугольной системы и перми; мощность около 200 м.

2. Безугольные, существенно песчаниковые речные отложения изменчивой мощности (местами достигающей 150–200 м) с остатками нижнепермских миоспор.

3. Насыщенная флорой верхнепермская ритмичная угленосная песчано-сланцевая толща, накопленная в условиях периодического заболачивания обширной аллювиальной равнины, содержащая на разных участках от 5 до 10 пластов угля мощностью 1,2–3,6 м; мощность 600 м.

Для пермских разрезов южной части Трансантарктических гор характерна высокая угленасыщенность: в них встречаются многочисленные (10–30) выдержанные пласты мощностью 0,1–3,6 м, которая в раздувах может достигать 5–7 (до 11) м.

Несколько изменяется характер разрезов по направлению к северу от хр. Куин-Александра: происходит последовательное выпадение из разрезов нижних пачек. Мощности угленосных толщ редуцированы. Так, в горах Дарвин развита маломощная (около 100 м) пачка песчаников, переслаивающихся с аргиллитами, с базальными конгломератами в основании, содержащая прослойки каменных углей.

В южной части Земли Виктории между ледниковой и пермской угленосными толщами наблюдается перерыв; разрез последней начинается с неясно ритмичной слабоугленосной песчано-сланцевой пачки мощностью до 230 м, раннепермский возраст которой определяется по наличию остатков миоспор и листовой флоры. Выше лежат существенно конгломератовые отложения мощностью около 200 м, относимые к верхней перми условно — по положению в разрезе.

В северной части Земли Виктории [Collinson, Kemp, 1983] пермские породы залегают непосредственно на эродированной поверхности фундамента. Видимая мощность ритмично переслаивающихся гравийных и крупно-среднезернистых аркозовых и кварцевых песчаников, алевролитов и глинистых сланцев составляет 100–150 (до 300) м.

С востока на запад происходит постепенное замещение относительно грубозернистых слабоуглистых отложений, формировавшихся в верховьях аллювиальных равнин, более мелкозернистыми и угленасыщенными слоями озерно-речного происхождения.

Триасовые, в том числе угленосные, отложения в пределах Трансантарктических гор распространены на Земле Виктории и в центральной части. Наиболее четко представлены разрезы на склонах хр. Куин-Александра (снизу вверх) [Barrett, 1972].

1. Ритмично переслаивающиеся кварц-полевошпатовые и аркозовые песчаники и аргиллиты, с разрывом залегающие на пермской угленосной толще; в основании ритмов часто встречаются линзы конгломератов, содержащих нижнетриасовую фауну; мощность 200 м.

2. Зеленовато-серые аргиллиты с прослоями туфогенных песчаников; мощность 200 м.

3. Аркозовые песчаники, частично туфогенные, с прослоями аргиллитов, конгломератов; в некоторых слоях содержится углистый материал; мощность 230 м.

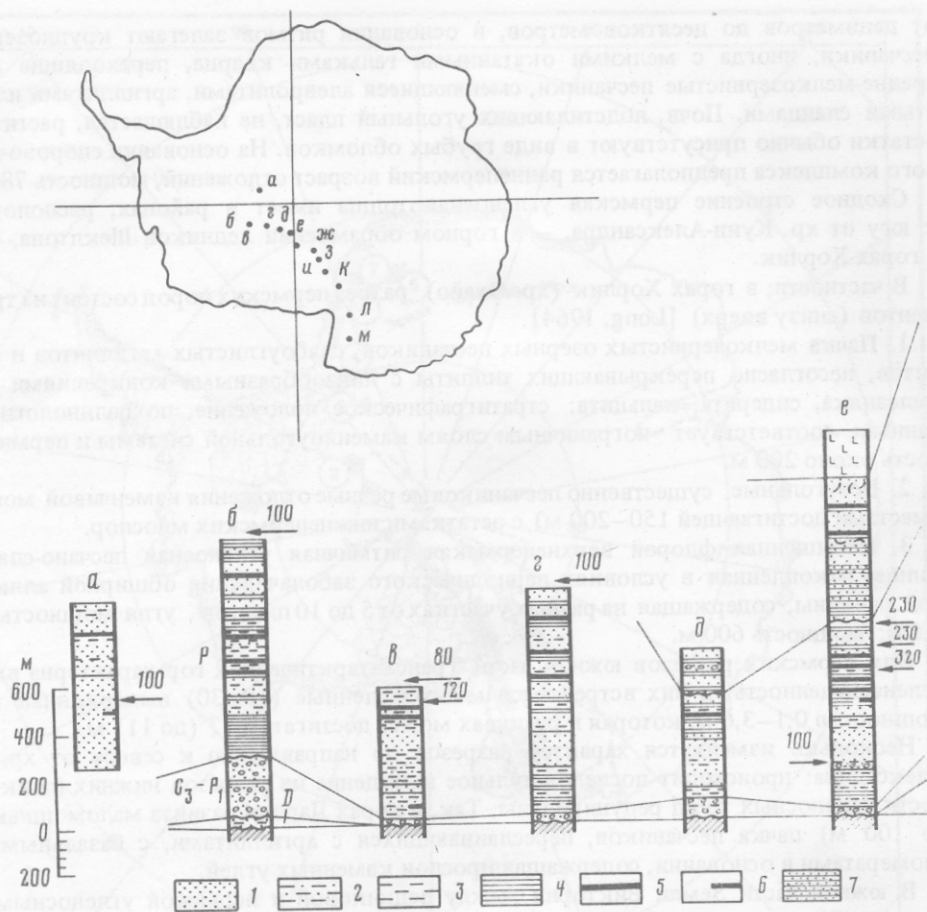
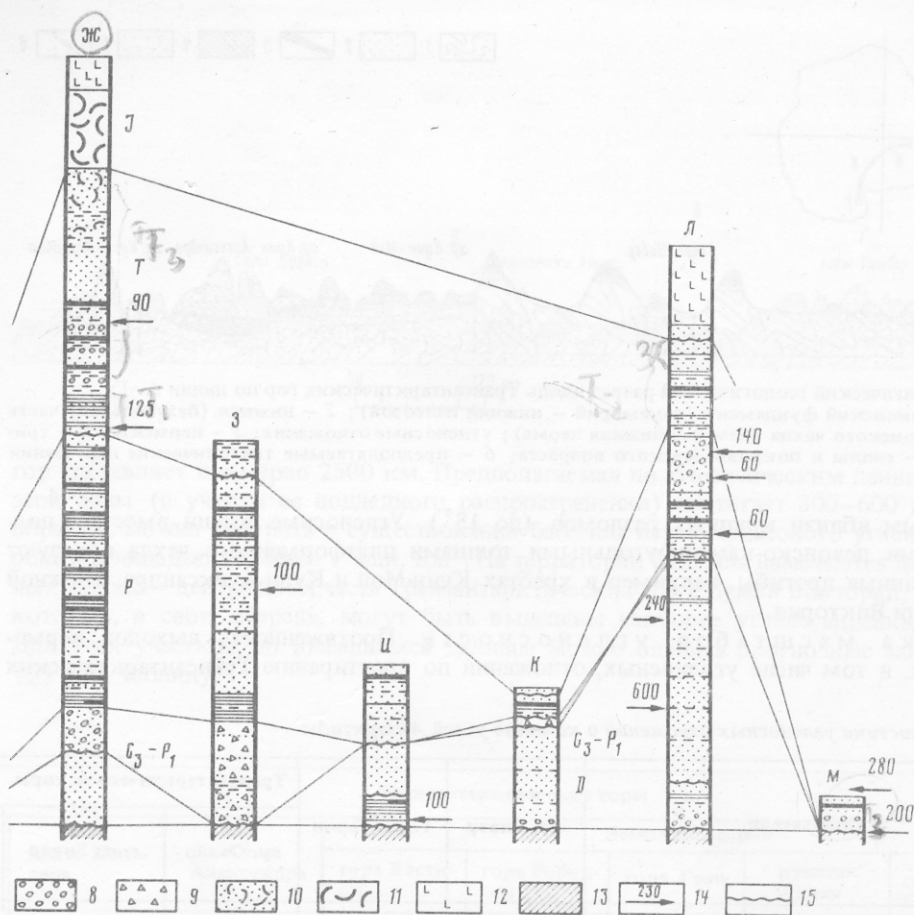


Рис. 2. Схема корреляции разрезов платформенного чехла Трансантарктических гор

1 — песчаники; 2 — алевролиты; 3 — аргиллиты; 4 — глинистые сланцы; 5 — пласты угля; 6 — углистый материал; 7 — песчаные аргиллиты; 8 — конгломераты; 9 — тиллиты; 10 — туфогенные песчаники; 11 — туфы, вулканические брекчи; 12 — базальты; 13 — складчатый фундамент; 14 — положение долеритовых интрузий, не показанных на разрезе, их мощность, м; 15 — несогласия. Положение разрезов показано в пределах контура Антарктиды соответствующими буквами: а — уступ Пекора, б — горы Охайо, в — уступ Уотсон, г — район ледника Скотта, д — плато Нильсена, е — район ледника Шеклтон, ж — хр. Куин-Александра, з — хр. Куин-Элизабет, и — хр. Холиоак, к — горы Дарвин, л — южная часть Земли Виктории, м — горы Тимбер

4. Песчаники, углистые аргиллиты, каменные угли; в виде примеси в песчаниках присутствует обильный переотложенный вулканогенный материал; отмечаются крупные углефицированные обломки стволов и стеблей растений, нередко находки корневищ в прижизненном положении; в этой пачке содержатся остатки листьев, микрофлористические комплексы среднетриасового возраста. Этой части разреза свойственна максимальная угленасыщенность — пласты угля здесь немногочисленны, но их индивидуальная мощность иногда достигает 3–4,5 м. Мощность пачки не выдержана и составляет от одной до нескольких сот метров.

Вышележащая часть разреза характеризуется отсутствием пластов угля и изменчивой мощностью (160–530 м). Состав отложений в целом аналогичен нижележащим, но в них постепенно нарастает роль вулканогенного материала, вплоть до появления в самом верху разреза туфов. Микрофлористические остатки свидетельствуют о поздне-триасовом возрасте слоев, возможно, переходном к лаясу.



В южной части Земли Виктории видимая мощность триасовых аллювиальных толщ, местами слабоугленосных, достигает 400 м, а их возрастной диапазон, по палинологическим данным, соответствует всем трем отделам триасовой системы. В строении разреза принимают участие аркозовые песчаники, алевролиты и аргиллиты.

В северной части Земли Виктории фрагменты триасовых разрезов мощностью менее 150 м представлены галечными, гравийными и грубо-среднезернистыми аркозовыми и кварцевыми песчаниками с примесью вулканогенного материала, заключающими микрофлористические остатки поздне триасового возраста. Эти слои лежат непосредственно на раннепалеозойском фундаменте и перекрываются юрскими базальтами.

В строении обеих угленосных толщ (пермской и триасовой) наблюдаются общие черты: ясно выраженная ритмичность, преобладание аркозовых мелко-среднезернистых хорошо окатанных песчаников над алевропелитами, отчетливая косая слоистость "треугольного" типа, свойственная флювиальным образованиям, присутствие тонкодисперсного углистого материала в песчаниках и алевролитах, обломков древесины и отпечатков листьев в глинистых сланцах, приуроченность наиболее угленасыщенных пачек к верхам разрезов. Вместе с тем угленасыщенность пермской толщи в целом выше, чем триасовой; для первой более характерны признаки аллохтонного происхождения углей: отсутствие почв угольных пластов, загрязненность угольной массы, плохая сохранность растительных остатков.

Структура угленосных толщ в Трансантарктических горах (рис. 3) характеризуется повсеместным субгоризонтальным залеганием слоев (0–10°), иногда незначительно

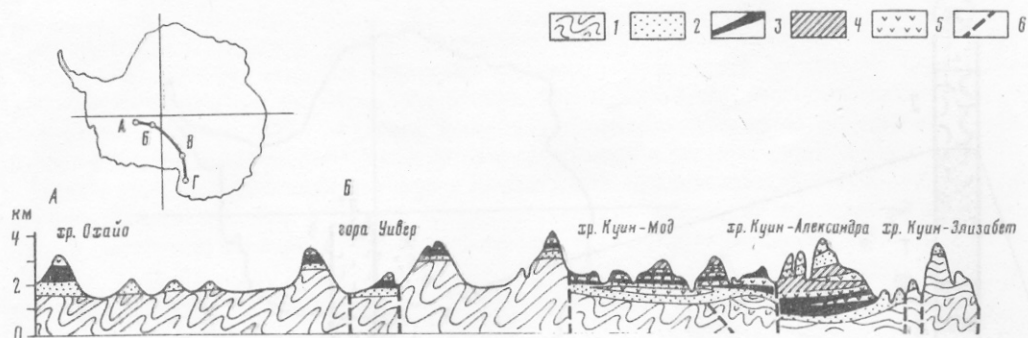


Рис. 3. Схематический геологический разрез вдоль Трансантарктических гор по линии А-Г
 1 - добиконский фундамент (докембрий - нижний палеозой); 2 - нижняя (безугольная) часть разреза биконского чехла (девон - нижняя пермь); угленосные отложения; 3 - пермские; 4 - триасовые; 5 - силлы и покровы юрского возраста; 6 - предполагаемые тектонические нарушения

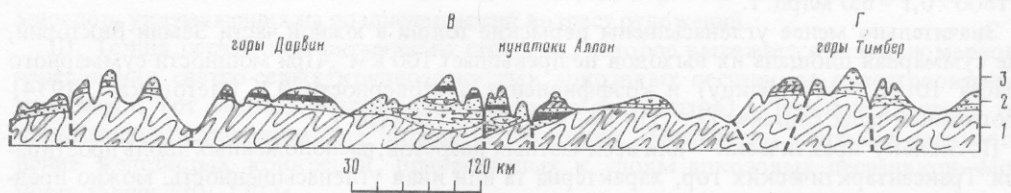
нарушенным вблизи крупных разломов (до 18°). Угленосные толщи вместе с подстилающими девонско-каменноугольными толщами платформенного чехла образуют унаследованные прогибы, например в хребтах Куин-Мод и Куин-Александра, в южной части Земли Виктории.

Оценка масштабов угленосности. Протяженность выходов пермо-триасовых, в том числе угленосных, отложений по простиранию Трансантарктических

Характеристика угленосных отложений и качества углей Антарктиды

Показатели	оз. Бивер	Горы Терон	Трансантарктические горы	
			хр. Охайо	гора Уивер
Влажность W^a , %	3,1-5,6	1,0-8,0 (5,5)	3,2-8,0 (7,3)	2,0-3,2 (2,6)
Зола A^c , %	15-30%	6,0-19,7 (15)	2,0-20,5 (10)	4,0-20,4 (12)
Летучие вещества, % V^r	31-54 (9,5)	3,8-19,4 (14,5)	8,5-20,6 (17)	2,7-21,8 (18)
Содержание химических элементов, %				
Углерод C^r	73-83	89	88	85
Водород H^r	4,2-5,7	1,4	2,5	2,9
Азот N^r	1,8-2,2	1,2	1,6	2,1
Сера S^r	0,6-1,2	0,35	0,7	0,7
Кислород O^r	10,0-21,0	6,5	6,5	9
Теплотворность Q_d^r , ккал/кг	6620-8030	7650-7680	7770-8030	7680-7770
Марочный состав углей	Д-Г	ПА-Г	Г	ПА-Г
Мощность пластов, м	0,1-3,1	-	1,2-3,6	0,1-7,5
Суммарная мощность углей в разрезе, м	40	-	23	
Количество пластов	63	5	10	34
Мощность угленосных отложений, м	1800	600	700	420
Возраст	P_2	P_2	P_2	P

Примечание. В скобках приведены средние значения; в строке "мощность угленосных отложений" в числителе указана мощность триасовых, в знаменателе - пермских угленосных отложений.



гор составляет примерно 2500 км. Предполагаемая по геофизическим данным ширина этой зоны (с учетом ее подледного распространения) достигает 300–600 км. Таким образом, можно говорить о существовании бассейна пермо-триасового угленакпления общей площадью не менее 1 млн. км². На территории бассейна намечаются два угленосных района — центральная часть Трансантарктических гор и Земля Виктории, в пределах которых, в свою очередь, могут быть выделены наиболее угленасыщенные участки. Для этих участков по имеющимся данным можно оценить прогнозные запасы углей (Q) (см. таблицу).

Трансантарктические горы

плато Нильсена	хр. Куин-Александра	Земля Виктории				
		гора Бэстион	гора Робинсон	гора Грэн	нунатак Аллан	гора Тимбер
3,3–4,6 (3,9)	—	10,7	3,6–8,1 (6)	1,2–19,5 (9)	1,9–3,9 (3)	13
6,7–11,3 (9)	—	29,1	9,2–18,3 (12,5)	4,4–22,1 (11)	10,2–17,9 (11)	20
14,2–20,7	3	12,5	9,3–26,0 (12)	3,7–12,9 (5)	11,5–16,7 (14)	50
—	—	—	—	—	—	—
83,5	—	—	90	89–96	86	—
2,7	—	—	1,85	1,35	3,1	—
2,1	—	—	1,15	1,0	1,95	—
0,7	0,2–2,0	0,3	0,6	0,3	0,7	1,5
10,5	—	—	6,3	5,5	8	—
7480	7215–7770	7550	7880	7225–8036	7880	5520
ОС	ПА	Т	Т	ПА	Т	—
—	0,3–7,0	До 0,9	—	До 3,0	1,2–2,4	—
—	10 25–30	10	—	—	—	—
—	—	40	—	—	6	—
95–195	650/780	430/200	40/230	160	300/110	100–150
Р	Т ₂ , Р ₁	Т, Р ₁	Т, Р ₁	Р ₁	Т, Р ₁	Т

Площадь развития угленосных отложений в пределах хр. Куин-Александра, оцененная по геологической карте Антарктиды масштаба 1 : 1 000 000 [Grindley, Laird, 1969], составляет 1800 км². Исходя из удельного веса полуантрацитов — тощих углей 1,3 т/м³, мощности суммарного угольного пласта 25 м (см. таблицу) и принимая понижающий коэффициент достоверности для слабо изученных районов равным 0,1 [Методика..., 1974], определили прогнозный запас, который составил $Q = 1,3 \cdot 25 \times 1800 \cdot 0,1 = 6,0$ млрд. т.

Значительно менее угленасыщены пермские толщи в южной части Земли Виктории, где суммарная площадь их выходов не превышает 100 км². При мощности суммарного пласта 10 м (см. таблицу) и коэффициенте достоверности 0,1 [Методика..., 1974] прогнозный запас составит $Q = 1,3 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 0,1 = 130$ млн. т.

Поскольку практически для всех частных разрезов, расположенных вдоль простирания Трансантарктических гор, характерна та или иная угленасыщенность, можно предположить, что подледные части бассейна таят в своих недрах значительные запасы каменных углей, исчисляемые сотнями миллиардов тонн.

БАССЕЙН ГОР ПРИНС-ЧАРЛЬЗ

Данный бассейн охватывает выходы угленосных отложений в районах озер Бивер, Рэдок и оазиса Джетти (~450 км²), а также, по геофизическим данным, протягивается подо льдом в южном направлении на 120 км при ширине 30 км. Площадь подледного продолжения, таким образом, составляет 3600 км². Кроме того, не исключается возможность продолжения этой же структуры к северу, в сторону моря Содружества, на расстояние более 300 км при ширине 100 км [Куринин, Грикуров, 1980].

Угленосные отложения, обнажающиеся в районе озер Бивер и Рэдок, представлены только пермскими ритмично переслаивающимися толщами, несогласно залегающими на метаморфических породах кристаллического фундамента раннедокембрийского возраста. В разрезе выделяются три толщи (снизу вверх) [Равич и др., 1977].

I. Толща конгломератов и гравелитов с прослоями песчаников, алевролитов и углистых глинисто-алевритистых пород с отпечатками растительных остатков раннепермского возраста. Эти породы закономерно переслаиваются между собой, образуя ритмы мощностью от 2 до 8 м. Мощность толщи 150–220 м.

II. Угленосная толща мощностью 800–900 м, состоящая из семи пачек.

1. Песчаная слабоуглистая пачка, сложенная ритмично переслаивающимися песчаниками, алевролитами и углями. В пачке насчитывается 20 маломощных пластов угля (0,15–0,2 м, редко до 0,4–0,5 м), образующих в ритмах третий (верхний) элемент. Угли полублестящие, полосчатые, реже кусковые, иногда с тонкими штрихами или линзочками витрена, часто с зеркалами скольжения. Мощность 150 м.

2. Алевроито-песчаная, очень слабоуглистая пачка мощностью 60 м, состоящая из ритмично переслаивающихся песчаников и алевролитов с подчиненными прослоями аргиллитов. Алевролиты и мелкозернистые песчаники переходят в углистые алевролиты и аргиллиты с редкими маломощными линзочками высокосольного угля и тонкими штрихами витрена, нередко с обуглившимися растительными остатками.

3. Песчано-алевритистая, очень слабоуглистая пачка мощностью 50 м, представленная тонко переслаивающимися песчаниками, алевролитами и алевропелитами. Алевролиты и алевропелиты обогащены небольшим количеством углистого материала.

4. Алевроито-песчаная углистая, ритмично построенная пачка, содержащая 12 пластов углей мощностью 0,7–1,0 м. Отмечается один пласт сложного строения мощностью 3,1 м. Угли матовые и полуматовые, иногда слабо блестящие штриховато-полосчатые по витрену, с редкими штрихами фюзена. В верхней части пачки отмечаются многочисленные растительные остатки глоссоптерид. Мощность пачки 100 м.

5. Песчаная углистая пачка, содержащая 14 пластов углей выдержанной мощности (0,8–1,2 м). Угли преимущественно матовые. Мощность пачки 120 м.

6. Алевроитовая углистая пачка, характеризующаяся преобладающим развитием

тонкозернистых терригенных пород. В ней содержится 13 пластов углей мощностью от 0,6 до 2,2 м. В алевролитах обнаружены многочисленные растительные остатки. Мощность пачки 90 м.

7. Гравелитисто-песчаная пачка, в которой преобладают песчаники. Отмечаются маломощные углистые аргиллиты. Мощность пачки 50 м. В нижней и средней частях пачки имеется большое количество глоссоптерид хорошей сохранности и комплекс миоспор, указывающих на позднепермский возраст отложений.

III. Толща песчаников ритмичного строения, которое выражается в закономерности чередования светло-серых крупнозернистых аркозовых песчаников и пестроокрашенных пород (от мелкозернистых песчаников до аргиллитов). Угольные пласты и глинисто-алевритистые углистые породы отсутствуют. Характерно широкое распространение железистых конкреций, приуроченных к слоям аркозовых песчаников. Мощность толщи 220–270 м.

В этой толще обнаружены остатки фауны плохой сохранности и миоспоры, позволяющие датировать отложения поздней пермью.

Пермские отложения в районе оз. Бивер образуют очень пологую моноклираль, в пределах которой углы падения слоев на юго-восток постепенно изменяются от 12–15° около западного контакта с фундаментом до субгоризонтального залегания в оазисе Джетти. Выходы пермских пород ограничены тектоническими нарушениями; восточное нарушение представлено глубинным разломом западного борта рифта ледника Ламберта, а западное — разрывом меньшей амплитуды [Равич и др., 1978].

Угленасыщенность района оз. Бивер очень высокая. Пласты угля хорошо выдержаны по всей видимой площади выхода угленосных пород. При суммарной мощности пластов 40 м (см. таблицу), удельном весе длиннопламенных углей 1,2 т/м³ и коэффициентов достоверности 0,5 прогнозный запас углей этого участка составит $Q = 1,2 \cdot 40 \cdot 450 \cdot 0,5 = 10,8$ млрд. т.

УГЛЕПРОЯВЛЕНИЯ В ДРУГИХ РАЙОНАХ АНТАРКТИДЫ

Фрагментарные выходы угленосных отложений известны во многих нунатаках горного обрамления Восточно-Антарктической платформы, но недостаточная их изученность не позволяет в настоящее время выделить возможные бассейны угленакопления.

Горы Пенсакола. Пермская угленосная толща достоверно установлена только на крайней южной оконечности гор Пенсакола в группе нунатаков, слагающих уступ Пекора, где обнажается 420-метровый разрез чередующихся песчаников, алевролитов, глинистых и углистых сланцев с тонкими прослоями каменных углей, заключающих отпечатки верхнепермских глоссоптерид. В северной части гор Пенсакола к пермской угленосной формации предположительно отнесены сходные в литологическом отношении, но палеонтологически не охарактеризованные отложения мощностью до 200 м, которые являются наиболее молодыми горизонтами платформенного чехла (вышележащие платформенные толщи не вскрыты или вообще отсутствуют), деформированного в гондванскую эпоху и прорванного крупнейшей интрузией раннеюрских траппов (массив Дуфек). Здесь песчаные толщи смяты в пологие складки и слагают ядра синклинальных структур.

Горизонтально залегающая толща мощностью около 600 м мелкозернистых, хорошо отсортированных верхнепермских песчаников, содержащих прослой углистых сланцев и пять пластов каменного угля, развита в *горах Терон*.

В западной части Земли Королевы Мод известно несколько фрагментарных выходов пермских толщ, залегающих горизонтально и имеющих незначительную мощность. В *горах Коттас* обнажается 140-метровая толща, залегающая на гранитном фундаменте и состоящая из песчаников, алевролитов и сланцев с тонкими прослоями углей. В *горах Керуанвегген* мощная толща терригенных образований завершается 100-метровой пачкой песчаников с прослоями углистых сланцев, аргиллитов и конгломератов,

которая имеет литологическое сходство с биконскими толщами. В горах Крауль раннепермские песчано-сланцевые отложения видимой мощностью 45 м, содержащие прослой углистых сланцев, образуют изолированный выход, и их соотношения с подстилающими и перекрывающими толщами не установлены.

На нунатаках Уичавей обнажаются песчаники с редкими тонкими прослоями алевролитов и аргиллитов (иногда углистых) пермского возраста мощностью 240 м.

Горы Элсуэрт. В этом районе [Collinson et al., 1980] разрез осадочных отложений палеозоя завершается пермской толщей (более 1300 м) аркозово-граувакковых песчаников, алевролитов и аргиллитов с углистыми прослоями в верхней части. Снизу вверх размерность кластического материала отложений последовательно укрупняется: аргиллиты, залегающие в основании, сменяются пачкой переслаивающихся песчаников и аргиллитов, переходящей в преимущественно песчаниковую толщу, содержащую многочисленные прослой аргиллитов. По растительным остаткам, содержащимся в верхних горизонтах, установлен раннепермский возраст этих отложений. По существующим представлениям, образование вышеописанной толщи происходило в дельтовых условиях, причем отмеченное изменение состава отражает последовательный переход от условий аванделты к прибрежной равнине.

Пермские породы в горах Элсуэрт интенсивно дислоцированы и обнажены на очень ограниченной площади, поэтому судить о возможных масштабах углепроявлений пока преждевременно.

КАЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УГЛЕЙ АНТАРКТИДЫ

Сведения по качественным характеристикам угленосных толщ Антарктиды в литературных источниках встречаются довольно редко. Большая часть имеющихся данных по наиболее изученным районам приведена в таблице.

Советскими геологами был детально описан разрез пермских пород в районе оз. Бивер. Здесь насчитывается 63 пласта и пропластка угля мощностью от 0,1 до 2,2 м, отдельные пласты достигают мощности 3,1 м, при этом 17 пластов имеют мощность 0,7 м и выше. В Трансантарктических горах мощность угольных пластов обычно составляет 1–3 м, лишь местами достигает 5–11 м; мощность отдельных угольных пластов триасового возраста составляет 1–2 м, но иногда увеличивается до 3–4,5 м.

Строение углей тонкослоистое, с атритовой структурой. Среди микролитотипов углей преобладают промежуточные кларен-дюреновые разности. Основная атритовая масса имеет тусклый блеск. Витрен присутствует в форме тонких прослоек и линз в количестве до 25%. Скопления фюзена отмечаются в мелких обломках древесных тканей, рассеянных по всей мощности пласта. В районе оз. Бивер соотношение микролитотипов следующее: витрен 1–25%, кларен 1–13, промежуточные типы 23–80, дюрен 1–22, фюзен 4–17% [Bennett, Taylor, 1972].

Показатели химических анализов, произведенных зарубежными исследователями [Schopf, Long, 1966; Barrett, 1972], приведены в таблице. Угли Трансантарктических гор содержат влаги (W^a) от 1,2 до 19,5%. Они в основном мало- и среднезольные (A^c от 2 до 20%, преимущественно 10–12%) и низкосернистые (S^c 0,3–0,7%), с выходом летучих веществ (на горючую массу) от 2,6 до 26% (обычно 12–14%). Теплотворная способность составляет 7200–8030 ккал/кг; элементный состав (%): C^r – 83,5–96, H^r – 1,35–3,1, O^r – 5,5–19,5. Угли относятся к марке тощих–полуантрацитов. Угли гор Принс-Чарльз (оз. Бивер) характеризуются влажностью (W^a) 3,1–5,6%, выходом летучих веществ от 31 до 54%, калорийностью 6620–8030 ккал/кг; элементный состав (%): C^r – 73–83, H^r – 4,2–5,7, N^r – 0,6–1,2, O^r – 10,0–21,0. Эти угли следует отнести к длиннопламенным–газовым.

Степень метаморфизма углей весьма неравномерна: локально (в контактовых ореолах долеритовых интрузий шириной до нескольких десятков метров) угли графитизированы, на некоторых участках был встречен естественный кокс; обычно угли относятся к тощим и полуантрацитам. В целом угли Антарктиды метаморфизованы сильнее,

чем на других южных материках. Влияние долеритовых интрузий на степень метаморфизма до конца не выяснено. По-видимому, нынешней высокой стадии угли достигли под действием регионального метаморфизма, хотя определенное влияние магматических процессов на степень метаморфизма углей несомненно [Elliot, 1975].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные районы угленакопления в Антарктиде в структурном плане относятся к краевым частям Восточно-Антарктической платформы, где развит плитный угленосный комплекс. Исключение составляет район гор Элсуэрт, по которому имеются некоторые данные о наличии в верхнем палеозое параплатформенных условий угленакопления. Наиболее перспективными являются бассейны Трансантарктических гор и гор Принс-Чарльз, из которых первый может быть отнесен к типу унаследованных, второй — приразломных (рифтовых).

В данной работе не рассматривается Западно-Антарктическая складчатая система, включающая Антарктический полуостров и прилегающие острова, где имеются некоторые признаки угленосности в юрско-меловых и кайнозойских отложениях.

Л и т е р а т у р а

- Курилин Р.Г., Грикуров Г.Э. Строение рифтовой зоны ледника Ламберта. — Тр. САЭ, 1980, т. 70, с. 76–85.
- Методика подсчета прогнозных запасов каменных и бурых углей. Л.: ВСЕГЕИ, 1974. 39 с.
- Равич Г.М., Гор Ю.Г., Дибнер А.Ф., Любанова О.В. Стратиграфия верхнепалеозойских угленосных отложений Восточной Антарктиды (район оз. Бивер). — В кн.: Антарктика. М.: Наука, 1977, вып. 16, с. 62–75.
- Равич М.Г., Соловьев Д.С., Федоров Л.В. Геологическое строение Земли Мак-Робертсона (Восточная Антарктида). Л.: Гидрометеиздат, 1978. 229 с.
- Barrett P.G. Stratigraphy and petrology of the mainly fluvial Permian and Triassic part of the Beacon supergroup, Beardmore glacier area. — In: Antarctic geology and geophysics. Oslo: Universitetsforl., 1972, p. 365–372.
- Bennett A., Taylor G. Coals from the vicinities of the Prince Charles Mountains. — In: Antarctic geology and geophysics. Oslo: Universitetsforl., 1972, p. 591–598.
- Collinson J.W., Kemp N.R. Permian-Triassic sedimentary sequence in Northern Victoria land. — In: Antarctic earth science. Canberra, 1983, p. 221–225.
- Collinson J.W., Vavra C.L., Zawiskie J.M. Sedimentology of the Polarstar formation (Permian), Ellsworth Mountains. — Antarct. J. US, 1980, vol. 15, N 5, p. 30–32.
- Elliot D.H. Gondwana basins of Antarctica. — In: Gondwana geology. Canberra, 1975, p. 493–536.
- Grindley G.W. The geology of the Queen Alexandra Range, Beardmore glacier, Ross dependency. — N.Z. J. Geol. and Geophys., 1963, vol. 6, N 3, p. 307–347.
- Grindley G.W., Laird M.G. Geology of the Shackleton Coast. — In: Antarctic map folio series. 1969, folio 12. Geology: Geologic map of Antarctica, scale 1 : 1 000 000, sh. 15.
- Long W.E. The stratigraphy of the Horlick Mountains. — In: Antarctic geology. Amsterdam, 1964, p. 352–363.
- Schopf J.M., Long W.E. Coal metamorphism and igneous associations in Antarctica. — In: Coal science. Wash., 1966, p. 156–195. (Adv. Chem. Ser.; N 55).