СПИСАНИЕ НА БЪЛГАРСКОТО ГЕОЛОГИЧЕСКО ДРУЖЕСТВО, год. XLII, кн. 1, 1981
REVIEW OF THE BULGARIAN GEOLOGICAL SOCIETY, vol. XLII, part 1, 1981

Новые данные о геологии и петрологии каменноугольного месторождения „Таван Тологой" в Южной Гоби Монгольской Народной республики

З. Николов,[1] *Ч. Ээбум*[2], *Г. Шишков*[3], *В. Саллабашева*[3]

[1]*Научно-исследовательский институт полезных ископаемых, 1505 София*
[2]*Геологический институт, Улан-Батор, МНР*
[3]*Софийский университет им. Климента Охридского, 1000 София*

Z. Nikolov, Č. Eebum, G. Siskov, V. Salabaseva — New data on the Geology and Petrology of the Tavan Tologoi Coal Deposit in South Gobi, Mongolia. The coal deposit Tavan Tologoi is located in South Gobi at about 600 km from the capital of Mongolia — Ulan Bator. The Upper Permian coal bearing formation forms a flat asymmetric syncline. Part of its northern limb is almost horizontal. The syncline is complicated by faults of different amplitude — from 10—15 to 1000 m and north-south or west-east direction. Some of the faults are magma conduits. Natural coke is established as a result of contact thermal alteration of coal. The coefficient of coal presence is 0.15. The latest prospecting within the northern limb of the syncline established 11 coal seams of a total thickness of 124 m. From them 5 coal seams have a total thickness of 103 m which is about 84%. The thickness of the individual coal seams varies from 5 to 36 m. The coal is of high ash content, low sulphurous and of high inertinite content. Following the German nomenclature the coal rank ranges from Gaskohle to Flammkohle which approximately corresponds to High Volatile Bituminous C-A (USA).

The paper presents new data, new interpretation of published materials and first determinations of the coal rank using the reflective ability of vitrinite and the composition after maceral analysis of ICCP standard.

Угольное месторождение „Таван Тологой" находится в Южной Гоби в 600 km от столицы Монгольской Народной республики.

Первые сведения о месторождении мы находим в публикациях Обручева (1900), Berkey a. Morris (1927), Лебедевой (1934) и Маккавеева (1935), которые дают ему юрский возраст. Позднее это месторождение исследуется Помазковым (1934) и Мариновым (1949, 1952), в результате чего предпринимается геологическая разведка для установления промышленных запасов угля. При этом была собрана богатая коллекция флоры, которую Бобров и Нейбург в 1957 г. публикуют и с ее помощью определяют верхнепермский возраст угленосных отложений. В последнее время Дуранте (1971) продолжает палеофлористические исследования этого района. Она коррелирует Тавантологойскую флору с флорой верхней части Ильинской и нижней части Ерунаковской подсерии Кузнецкого угольного бассейна, т. е. в основании верхней половины верхней перми. Бородяев, Маринов и Шкляев (1966) дают

сравнительно самую верную и полную картину геологии, угленосности, качества и петрологии угля. Николов и Ээбум (1978) делают первое литостратиграфическое деление угленосным отложениям. После проведенных совместных болгаро-монгольских исследований в 1974—75 гг. была получена новая информация о строении месторождения угленосности и петрологии угля, которые являются предметом настоящей статьи. Надеемся, что этим самым делается шаг вперед к изучению этого крупного угольного месторождения.

Методика исследования

Химические анализы выполнены по соответствующим советским стандартам, которые приняты в НРБ и МНР. Петрологические исследования проведены в ограниченном масштабе и направлены на раскрытие технологических свойств угля. Они обхватывают определение степени углефикации по отражательной способности витринита и устанавливание вещественного состава путем количественного мацерального анализа. Отражательная способность исследована микроскопфотометром фирмы „Opton" (ФРГ). На каждый шлиф сделано по 100 отчетов и составлена соответствующая гистограмма. Количественный мацеральный анализ, выполненный над брикетами — аншлифами, изготовленными согласно требованиям Международного комитета угольной петрологии (СССР) с определением мацералов в 500 пунктах для каждого шлифа. Эти исследования сделаны на кафедре Геологии и геохимии горючих ископаемых Софийского университета Шишковым и Салабашевой. Полевые исследования, переисчисление мацерального состава органической массы и общего анализа данных выполнены Николовым и Ээбумом.

Структура месторождения

Первое представление о синклинальном заложении верхнепермских угленосных отложений в Уланнурской котловине дано геологом советской экспедиции Бобровым. Позже эта идея о синклинальном строении месторождения воспринимается Бородяевым и др. (1966). В основных чертах она подтвердилась во время последних исследований.

В приложенной схеме месторождения (рис. 1) показаны только те разведочные работы, которые имеют существенное значение для выяснения структуры и использованы в настоящей работе для составления разрезов на рис. 2. Они дополнены авторами новыми данными из 19 неглубоких и 4 глубоких скважин, причем сделана и необходимая реинтерпретация. Разрезы А-А и В-В по направлению запад — восток являются новыми, хотя составлены авторами исключительно по данным от старых скважин, проведенных в 1953—55 гг. (рис. 3). Для составления разреза С-С использованы данные и двух скважин монголо-советской геологокартировочной партии в самых северных частях месторождения, которые документировал один из авторов.

Из приложенных разрезов на рис. 2 и 3 видно, что угленосные верхнепермские отложения образуют одну неглубокую, но с большим обхватом синклиналь, которую мы называем „Уланнурская", по названию временного озера, которое образуется в ее центральной части в конце каждого лета. По простиранию она выходит далеко за пределы изучаемой площади. В рамках месторождения она имеет почти запад-восточное простирание, причем

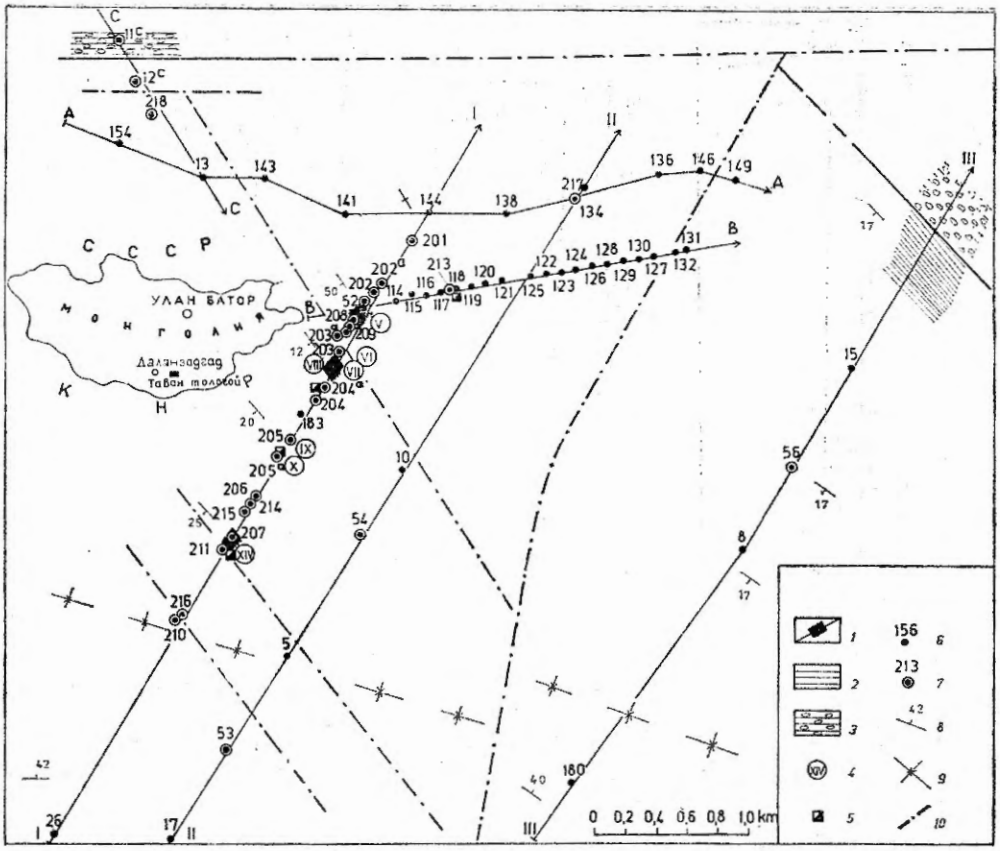

Рис. 1. Схема месторождений

1 — раскрытие угольных пластов; *2* — аргиллитная толща; *3* — Уланнурская свита; *4* — номер угольных пластов; *5* — шахта; *6* — скважины пробурены в 1953—56 гг.; *7* — скважины пробурены в 1974—75 гг.; *8* — элементы залегания; *9* — ось синклинали; *10* — сбросы

ось ее медленно погружается в западном направлении. Глубина ее в центральной части, вероятно, в границах между 900 и 1000 m, а ширина ее достигает до 10 km. Она слабо асимметричная. Южное ее крыло залегает с наклоном до 30—40°, а северное — с наклоном 10—15°. С отдалением от оси синклинали северное крыло занимает почти горизонтальное положение и первые четыре угольных пласта на поверхности не раскрываются (рис. 2 и 3). С севера синклиналь срезана разломом, который имеет запад-восточное простирание и амплитуду более 1000 m. В поднятом северном блоке раскрывается Уланнурская конгломератная свита в основании угленосной перми (Н и к о л о в, Э э б у м, 1978).

Синклиналь дополнительно усложнена и другими разломами различного характера. Один из них с субмеридиональным направлением проходит почти через центральную часть месторождения и разделяет его на два блока — восточный и западный. Лучше изучен западный блок, который опустился. Оказалось, что в нем имеются и другие разломы. Один из них проходит вблизи скважины 211 (рис. 1 и 2) и устанавливается в штольне, проведенной из шахты № 1. Его элементы залегания следующие: падение 235° и наклон 45—50°. Опустилась юго-западная сторона. Второй разлом проходит около скважины 210 и 216. В сущности это мощная разломная зона, в которой

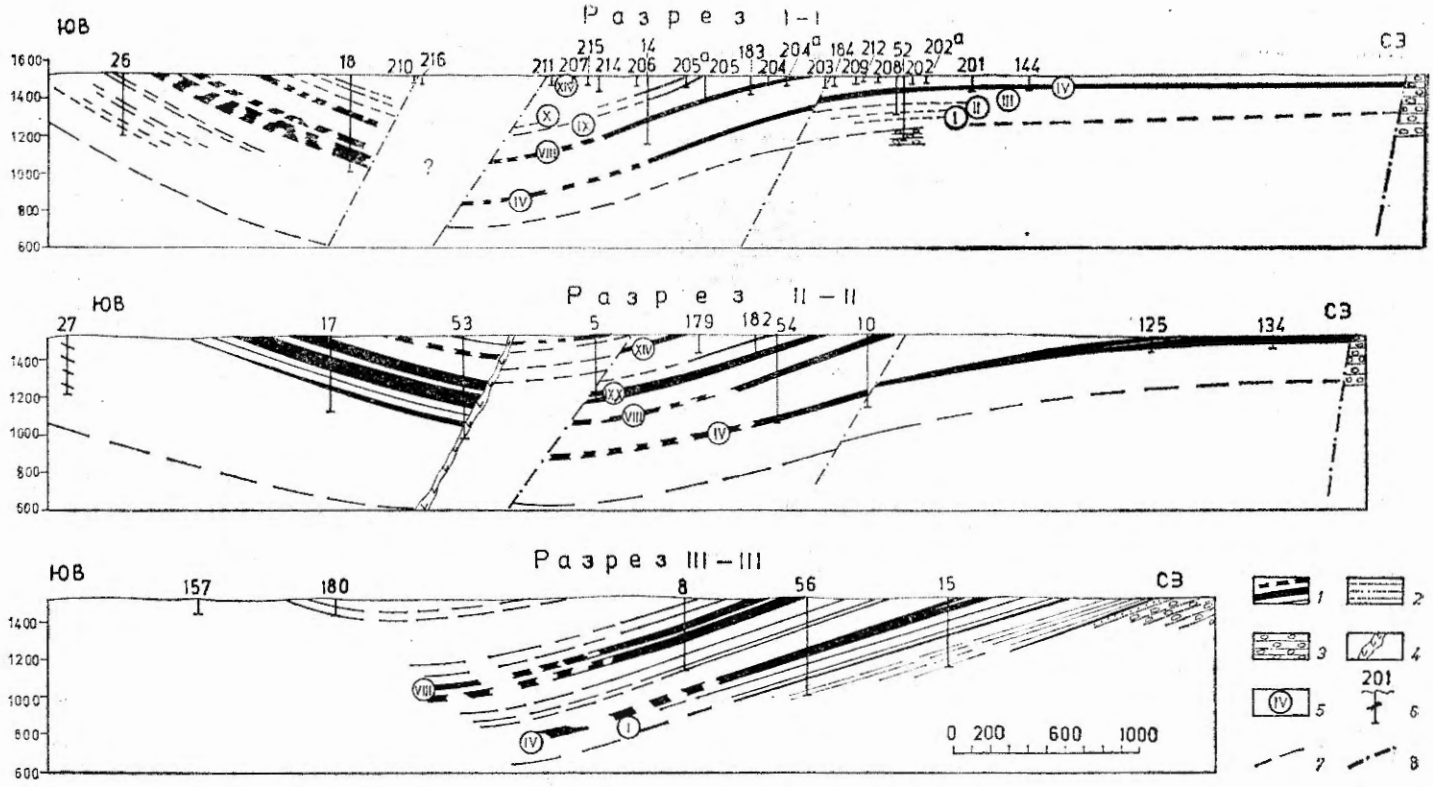

Рис. 2. Геологические разрезы

1 — угольные пласты; *2* — черные аргиллиты; *3* — конгломераты; *4* — дайка андезито-базальты; *5* — номер угольных пластов; *6* — скважина; *7* — нижняя граница Тавантологойской свиты; *8* — сбросы

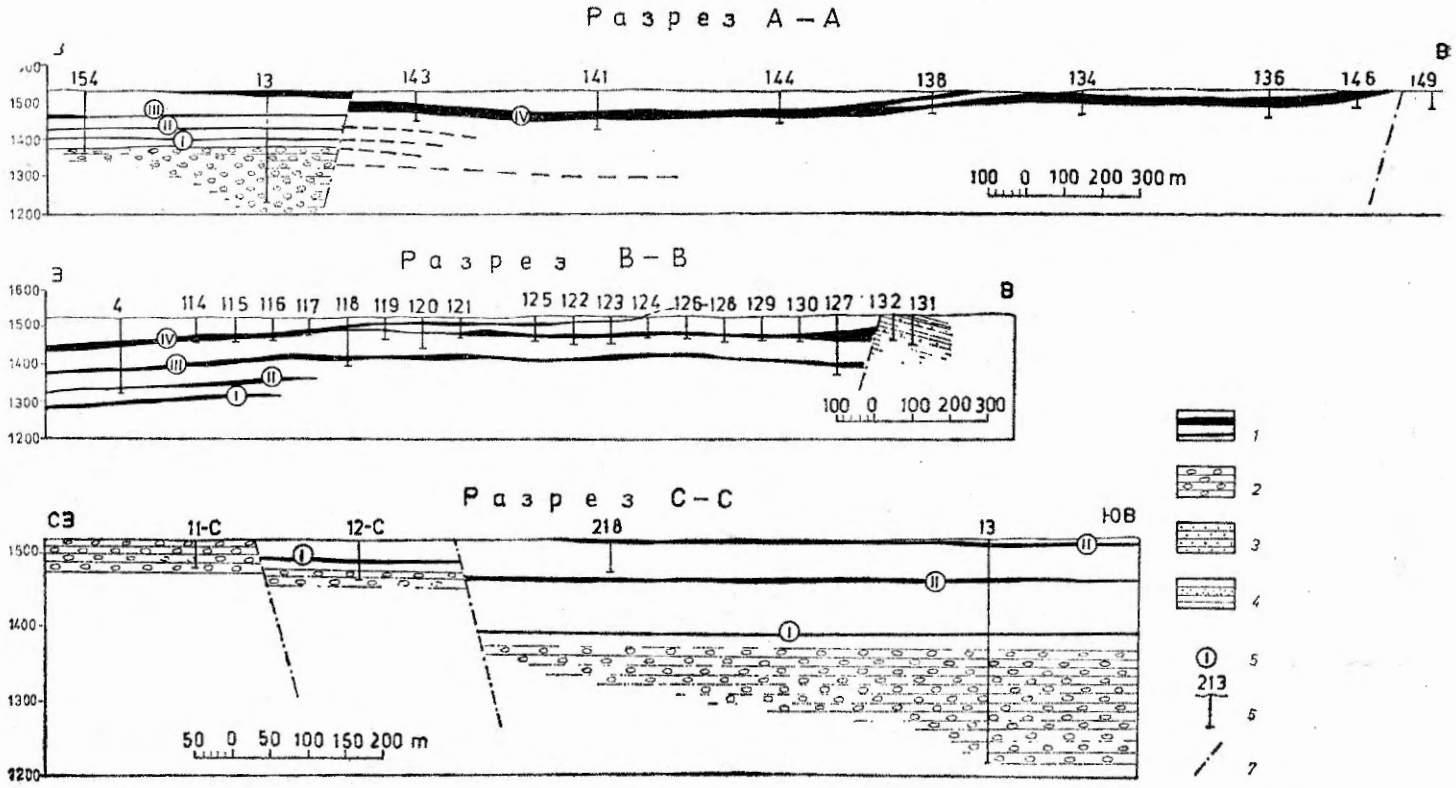

Рис. 3. Геологические разрезы северной части месторождений

1 — угольные пласты; *2* — конгломераты; *3* — песчаники; *4* — аргиллиты и алевролиты; *5* — номер угольных пластов; *6* — скважина, *7* — сбросы

скважина 210 прошла более 30 m тектонической глины. На схеме она имеет аналогичную ориентировку с предыдущим. В этом разломе скважина 53 пересекла андезитобазальтовую дайку с наклоном 50° и действительной мощностью около 10 m (рис. 2). Это доказывает, что в месторождении имеются магмопроводящие разломные зоны. Третий разлом находится около скважины 203. Она имеет сравнительно маленькую амплитуду.

С устанавливанием этих разломов, а в существовании других вряд ли можно сомневаться, в месторождении образуются новые тектонические блоки. О некоторых из них мы ничего не знаем, а о других было невозможно сделать идентификацию угольных пластов. Подобные разломы зафиксированы и в восточном блоке при разведке огнеупорных материалов.

Угленосность

После проведенных геологических исследований и разведки в 1974—75 гг. пришлось сделать некоторые коррекции в геологии месторождения. Была сделана новая интерпретация данных ряда мелких и глубоких скважин, проведенных в 1953—55 гг. и отраженных в публикациях Бородяева и др. (1966, рис. 2).

Основная интерпретация структуры месторождения, а также и угленности проводилась нами в I разрезе (рис. 2). Как видно по разрезу, скважина 52 раскрыла подошву угленосной формации — Уланнурскую конгломератную свиту (Николов, Ээбум, 1978), и вместе с маленькими скважинами 201, 202 и 202[a] установилось, что часть северного крыла Уланнурской синклинали на этом участке почти горизонтально, и на поверхности нет выходов угольных пластов, как это показано на карте Бородяева (1966, стр. 174, рис. 2). Следовательно, в нижней части угленосной формации нет „нулевого" пласта, а I и II пласты не раскрываются на поверхности. Только IV угольный пласт раскрывается северо-восточнее скважин 125 и 134 (рис. 2), а пласт III — в северных частях месторождения (рис. 3).

После этой новой корреляции в западной части северного крыла синклинали оказались раскрытыми только 11 угольных пластов общей мощностью 124 m, из которых только 5 угольных пласта имеют суммарную мощность 103 m и представляют 84% мощности всех пластов.

Новые данные скважины 56 в восточном блоке вместе с пробуренными в 1953—55 гг., а также и данные от неглубоких скважин, пробуренные для разведки огнеупорных аргиллитов в северной части III разреза, позволили выполнить и первую корреляцию угольных пластов в этом блоке (рис. 2, разрез III—III). До сих пор не установлены надежные маркирующие горизонты среди угольных пластов. Вне их как маркирующий горизонт оказались только „черные аргиллиты" из аргиллитовой толщи в основании угленосной формации (Николов, Ээбум, 1978). Они были идентифицированы в скважинах 52, 56, 13, 15, 154 и 12-с (рис. 1, 2 и 3).

В процессе новой корреляции угольных пластов в основании угленосной формации все неглубокие скважины, пробуренные в 1953—55 гг. в западном блоке, оказалось, что пересекли только IV угольный пласт (рис. 2 и 3), но отмечены раньше как III, II, I или как „нулевой" (Бородяев и др., 1966). По этой причине и характеристика этих пластов существенно изменяется. Они включены в первую угленосную толщу (Николов, Ээбум, 1978). Они находятся один от другого на расстоянии от 20 до 40 m. По имеющимся до сих пор данным, они имеют простое строение, а их мощности колеблются от 1,5 до 10,90 m. Первые данные об этих угольных

пластах в восточном блоке показывают, что они представляют интерес, и имеется основание ожидать их присутствие на значительных площадях. В разрезах этой толщи в различных скважинах установлено наличие дополнительных угольных прослоек иногда с мощностью до 3 m. Они появляются в верхних частях некоторых микроритмов и чаще всего подвержены внутриформационным размывам.

Следующий, I V угольный пласт, находится в самой верхней части второй угленосной толщи и приблизительно в 60 m над III пластом. В южных частях северного крыла Уланнурской синклинали IV угольный пласт отличается простым строением и почти постоянной мощностью 19—21 m. В северо-восточном направлении он расслаивается на две пачки (рис. 2 и 3). Мощность отдельных пачек колеблется между 12 и 18 m, причем на востоке они имеют характер самостоятельных пластов (рис. 3).

Третья угленосная толща включает V, VI и VII угольные пласты, которые расположены в 15—20 m один от другого и приблизительно в 60 m над предыдущим пластом. Пятый и шестой угольные пласты характеризуются неболшими генетическими мощностями от 2 до 6 m. Только VII привлекает внимание своей мощностью — около 14 m. Все три угольных пласта отличаются своим очень сложным строением. Последнее выражается многократным чередованием углей и аргиллитов мощностью от 0,20 до 1,50 m, что делает их очень часто непромышленными.

В самой верхней части четвертой угленосной свиты находится VIII угольный пласт. Он находится приблизительно в 100 m над VII. Мощность VIII пласта колеблется между 32 и 36 m. Независимо от своей большой мощности он отличается простым строением, если не учитывать наличие одной песчаниковой прослойки мощностью около 2 m в нижней части его и нескольких до 0,20 m аргиллитных прослоек.

В следующей, V угленосной толще, находятся два угольных пласта — IX и X. Они приблизительно в 100 m над VIII пластом. Расстояние между ними обычно 10—15 m, но иногда достигает до 80 m, а в скважине 54 оказались соединенными в один пласт мощностью более 30 m. Там, где установлены самостоятельными пластами, они имеют простое строение и мощность — для IX пласта около 6—7 m, а для X около 10—17 m. В обоих пластах встречается несколько прослоек из мелкозернистого колчедана мощностью по 0,20—0,30 m. Нижняя граница их резко выражена, а вверху колчедан постепенно уменьшается до полного исчезновения. В этой угленосной толще среди вмещающих пород и среди угля кровли пласта встречаются тонкие гипсовые прослойки до 3—4 mm (Николов и Ээбум, 1978).

В последней угленосной толще установлен только один угольный пласт, который по принятой ранее синонимике обозначается как XIV и находится в 240 m над X пластом. Его строение сложное. Среди него установлено 3 аргиллитных прослойки, соответственно 0,90, 2, 30 и 1,30 m. Общая мощность пласта достигает до 30 m, из которой только уголь составляет около 25 m.

В связи с угленосностью необходимо затронуть и вопрос об установленных впервые андезитобазальтовых дайках, которые пересекают верхнепермскую угленосную формацию (рис. 2). На контактах с угольными пластами образовался природный кокс. Имея в виду, что образование даек связано с разломами и зонами дробления и что вблизи каждой дайки образуется контактно-термический ореол, в котором уголь имеет измененную мощность и качественную характеристику; считаем, что они имеют значение для угленосности месторождения и в будущем следует их исследовать.

Химическая и петрологическая характеристика угольных пластов

Уголь первых трех пластов преимущественно полублестящий, штриховатый или полосчатый. Содержание витринита изменяется в границах от 35 до 52%, а инертинита от 47 до 65%. Экзинит установлен только в III пласте в незначительном количестве (0,3%). Отражательная способность витринита

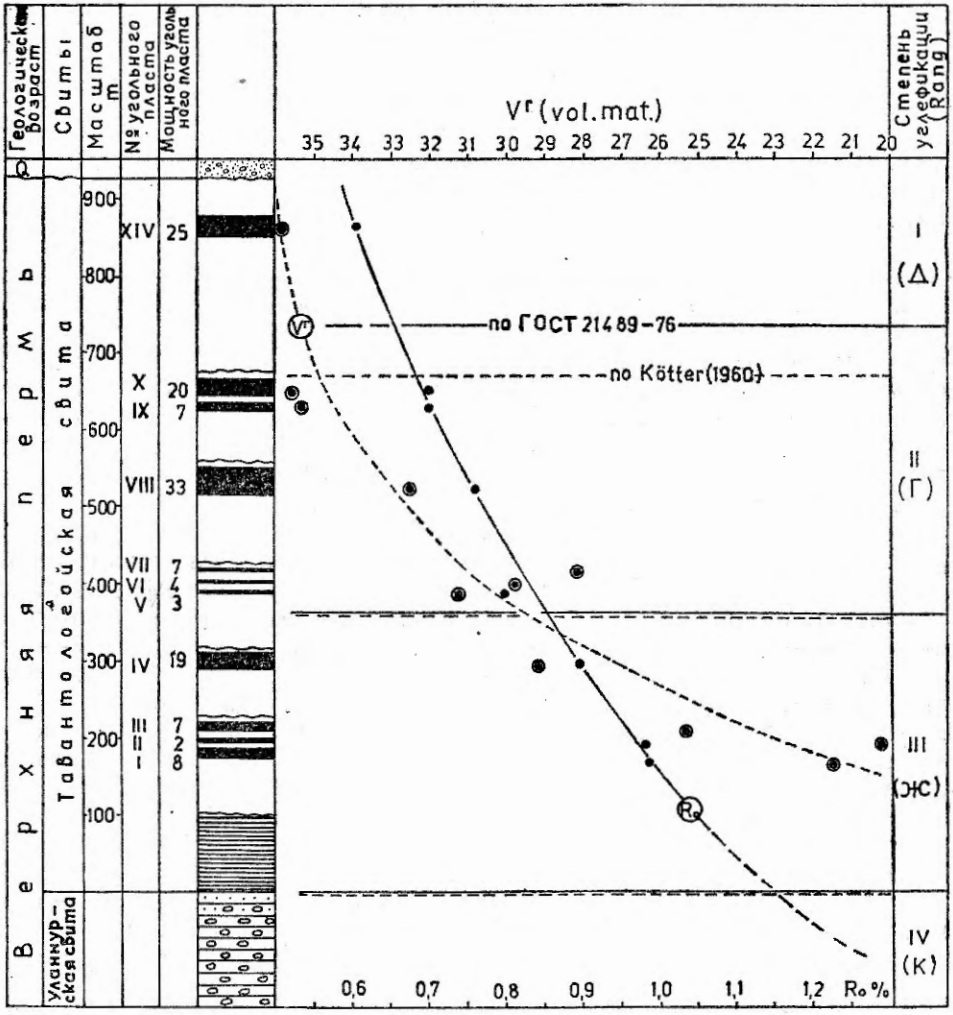

Рис. 4. Изменение отражательной способности и добычи летучих по стратиграфическому разрезу

составляет 0,97%. Вероятно, повышенная степень углефикации является причиной для невозможности обнаружения экзинита обычными оптическими методами.

Химические анализы показывают повышенное содержание золы (24—34%). Единственно I и III угольные пласты в одной из точек опробования показали более низкие зольные содержания. Добыча летучих колеблется

в пределах от 20 до 25%, а серы, как правило, менее 1%. Эти три пласта исследованы только по керну. Имея в виду технологию бурения, возможно, что данные этих проб не имеют необходимой достоверности.

Четвертый угольный пласт сложен из полублестящего до блестящего угля. Количественный мацеральный анализ, выполненный на материале

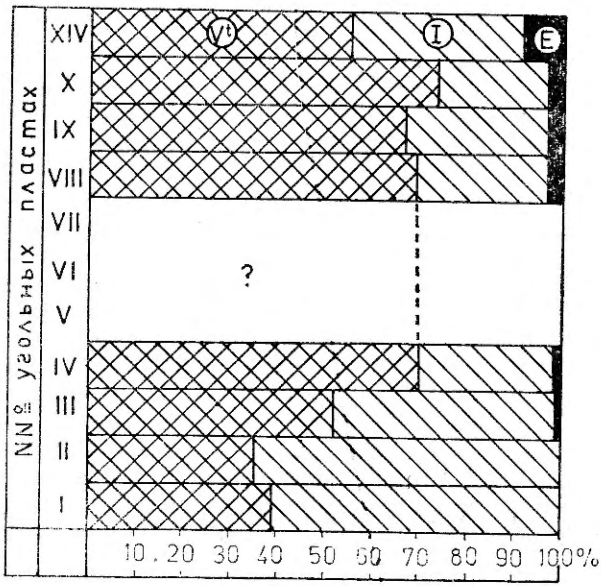

Рис. 5. Средний мацеральный состав угольных пластов

по керну, показывает содержание витринита 55%, а по данным проб из горных выработок — 70%. Этот факт считаем доказательством высказанного выше мнения, что керновые пробы дают неточные данные для некоторых показателей. Содержание инертинита в пробах из горных выработок составляет около 29%, а экзинита около 1% (рис. 5, табл. I). Отражательная способность витринита — 0,89%.

Следующая группа пластов — V, VI и VII, сложена из матового или полуматового полосчатого угля с большим к-вом минеральных примесей. Их вещественный состав не исследован из-за того, что оказались непромышленными по мощности и строению. Их отражательная способность составляет 0,85% для V пласта, 0,69% — для VII пласта. Их зольное содержание — от 23 до 72%, причем, среднее содержание для V пласта составляет 36,6%, для VI пласта — 48,8 и для VII — 39,9%. Добыча летучих веществ составляет 29—32%, а серы — между 0,34 и 1,90%.

Восьмой угольный пласт преимущественно сложен из полосчатого угля. Они представляют 2/3 его мощности. Среди них имеются три прослойки матового угля (дюренов) мощностью соответственно 2,4 и 2 m. Количественный мацеральный анализ показывает, что содержание витринита в полосчатом угле достигает до 88%, а в дюренах до 47%. Инертинит в полосчатом угле соответственно — до 40%, а в дюренах — до 64%. Экзинит в полосчатом угле достигает до 3%, а в дюренах — полностью отсутствует. Если исключить дюреновые прослойки из пласта, среднее содержание витринита в пласте увеличивается с 62 на 69%, инертинита понижается с 35 на 28%, а экзинита увеличивается только с 0,5 и достигает 3%. Отражательная

способность составляет 0,71%. Содержание золы полосчатого угля колеблется между 14 и 24%, а дюренов достигает до 40—50%. В связи с этим в среднем содержание золы в пласте повышается до 29,9%. Добыча летучих веществ в среднем для пласта составляет между 30 и 35%, только для полосчатого

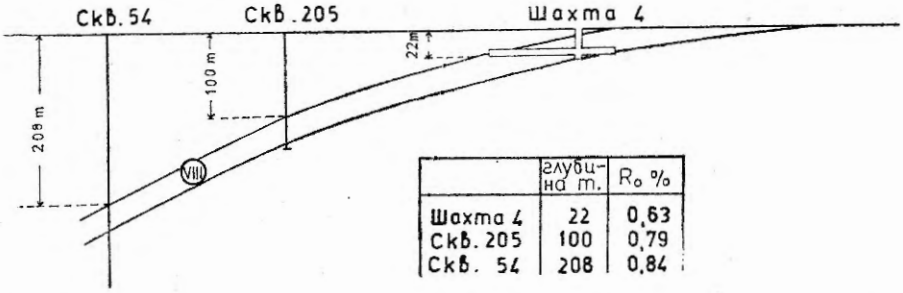

Рис. 6. Изменение отражательной способности в современном структурном плане

угля — между 32 и 41%, а для дюренов — около 26%. Среднее содержание серы — около 1%, из которых 70% представляют пиритную серу, а остальная — сульфатную. Содержание углерода составляет 86,4%.

Девятый и десятый угольные пласты преимущественно сложены из матового и полуматового полосчатого угля с содержанием витринита соответственно 74 и 63%, инертинита 23 и 32% и экзинита 3 и 5%. И для обоих пластов отражательная способность — 0,70%. Содержание золы колеблется между 27 и 37%, серы — между 1—1,5%. Добыча летучих веществ около 35%.

Последний угольный пласт, XIV, сложен из матового полосчатого угля, имеет содержание витринита 55%, инертинита 36% и экзинита 9%. Отражательная способность витринита самая низкая — 0,61%. Содержание золы в этом пласте составляет около 25%, добыча летучих веществ 35,9% и серы около 1%.

В табл. 1 даны средние мощности и средние значения основных химических и петрологических показателей для отдельных угольных пластов, по которым можно судить о их качестве. Если внимательно рассмотреть изменение некоторых данных по стратиграфической нормали, сразу же видно, что все показатели, которые имеют отношение к процессам углефикации, закономерно изменяются. Так, например, добыча летучих веществ нарастает с 21% для I пласта на 36% для XIV пласта. Отражательная способность понижается с 0,98% для пласта до 0,61% для XIV пласта (рис. 4). Содержание углерода также заметно меняется с 84,4 для IV пласта до 82,5% для XIV пласта.

Уголь, раскрытый в северном крыле Уланнурской синклинали, следует отнести к I, II и III степени углефикации по шкале Аммосова (1975) или к Flammkohle, Gasflammkohle, Caskohle по шкале Kötter (1960). Если использовать технологическую классификацию Донбасса, угольные пласты с I до IV относятся к марке „Ж" (жирные), от V до VIII относятся к марке „Г" (газовые) и XIV пласт — к марке „Д" (длиннопламенные).

В связи с углефикацией установлено, что отражательная способность витринита нарастает в глубину в рамках одного и того же угольного пласта (рис. 6). Это показывает, что структура месторождения является древней, и имелось достаточно времени, чтобы различные термобарические условия в глубину создали разницу в степени углефикации между отдельными частями одного и того же угольного пласта.

Таблица 1

Химические и петрологические результаты

№ угольного пласта	Средняя мощность m	Химические данные				R_o %	Технологические марки	Основные группы мацералов на органическую массу		
		A^c %	$S^c_{об}$ %	$V^г$ %	$C^г$ %			V^o %	E^o %	I^o %
XIV	25,0	25,3	1,06	35,9	82,5	0,61	Д	55	9	36
X	19,8	29,1	1,21	35,5	83,4	0,70	Г	74	3	23
IX	6,7	32,8	1,16	35,3	83,7	0,70	Г	67	3	30
VIII	32,8	29,9	0,82	32,5	86,4	0,71	Г	69	3	28
VII	7,5	39,9	0,87	28,1	—	0,69	Г	—	—	—
VI	4,5	48,8	0,47	28,7	—	0,88	Г	—	—	—
V	3,0	36,6	1,10	31,2	—	0,85	Г	—	—	—
IV	19,0	17,8	1,07	29,1	85,4	0,89	Ж	70	1	29
III	7,0	29,9	0,77	25,3	—	0,82	Ж	52	1	47
II	2,3	25,0	1,14	20,2	—	0,97	Ж	35	0	65
I	7,3	27,4	0,50	21,4	—	0,98	Ж	39	0	61

Выводы

1. Синклинальная структура месторождения подтвердилась, но часть ее северного крыла оказалась почти в горизонтальном положении.

2. Угольные пласты месторождения характеризуются преимущественно большими мощностями от 10 до 36 m, что обеспечивает хорошую угленосность.

3. Мацеральный состав в большой степени ухудшает технологические свойства углей. Независимо от этого после обогащения они могут использоваться в шихте для получения кокса.

4. Установлен широкий диапазон в углефикации от длиннопламенных до жирных, а в центральной части Уланнурской синклинали может ожидаться даже и коксовый уголь.

5. Учитывая благоприятные горные условия, в которых находятся угольные пласты, их большую мощность и степень углефикации, мы уверены, что месторождение будет играть в недалеком будущем значительную роль для развития экономики Монгольской Народной республики.

Литература

Аммосов, И. И., А. И. Уткина. 1975. Палеотемпературы, литификация и нефтегазоносность неогеновых отложений Северного Сахалина. — В: *Палеотемпературы зон нефтеобразования*, М., Наука, 70—93.

Бобров, В. А., М. Ф. Нейбург. 1957. О верхнепермских отложениях Южной Монголии. — *ДАН СССР*, **114**, 3, 609—613.

Бородяев, Г. Я., Н. А. Маринов, П. Д. Шкляев. 1966. Тавантологойское месторождение коксующихся углей в Южной Гоби — В: *Материалы по геологии Монгольской Народной республики, М.*, Недра, 168—183.

Дуранте, М. В.1971. О позднепермской флоре Монголии и южной границе Ангарской области этого времени. — *Палеонтологический журнал АН СССР*, М., **4**, 101—112.

Лебедова, З. А. 1934. К геологии горной группы Гурбан — Сайхан в Гобийском Алтае. — В: *Труды Монгольской комиссии АН СССР*, **18**, Л., Изд. АН СССР.

Маккавеева, А. А. 1935. Основные черты тектоники и геологической истории района Гобийского Алтая. — В: *Проблемы советской геологии*, **5**, I, М—Л., ОНТИ.

Николов, З., Ч. Ээбум. 1978. Литостратиграфическое подразделение перми угольного месторождения „Таван Тологой" — МНР. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, **39**, 3,

Обручев, В. А. 1900. *Центральная Азия. Северный Китай и Тянь-Шань. — Отчет о путешествии, совершенном по поручению Русского географического общества в 1892—94 гг.*, **2**, Санкт-Петербург, ИРГО.

Berkey, Ch., Fr. K. Morris. 1927. Geology of Mongolia. — *The American Museum of Natural History*, **2**, New-York.

Kötter, K. 1960. Die mikroskopische Reflexionmessungen mit dem Photomultiplier und Anwendung auf die Kohlensuchungen. — *Brennstoff-Chemie*, 41, 263—272.

(Поступила 19. 2. 1979 г.)