УДК 502/504

М.С. Брылёва, Е.Е. Барабашева

ЭЛЕМЕНТНЫЙ СОСТАВ УГЛЕЙ АПСАТСКОГО И ЧИТКАНДИНСКОГО УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ (ЗАБАЙКАЛЬСКИЙ КРАЙ)

Среди множества угольных бассейнов, месторождения угля Забайкалья выделяют в отдельную группу. Но при этом не учитывается, что площади углефикации относятся к различным геотектоническим структурам. Угольные месторождения Северного Забайкалья (Апсатское, Читкандинское) находятся в пределах Сибирской платформы. Харанорский угленосный район располагается вдоль восточного склона Агинского складчатого массива. Ряд месторождений Приаргунья и Западного Забайкалья приурочены к межгорным впадинам. Все они имеют различный генезис, состав и фациальные обстановки угленакопления. В ходе сопоставления геологического строения и возраста месторождений Северного Забайкалья с Якутскими месторождениями угля, было выдвинуто предположение об их принадлежности к единому угольному бассейну. На основании общности условий образования, фациальных условий накопления, тектонической, палеоклиматической, гидрогеологической, геокриологической обстановки, а также проведенных аналитических исследований, месторождения каменного угля Апсат и Читканда отнесены к Южно-Якутскому платформенному бассейну коксующихся углей.

Ключевые слова: элементный состав Апсатского месторождения углей, элементный состав Читкандинского месторождения углей.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-2-0-130-139

Метаморфизм углей Забайкальского края изменяется от бурогоугольной до газовой стадии, за исключением Апсатского месторождения, в котором углефикация достигает тощей стадии. Вероятно, что это отличие не случайно [6].

Для решения этих вопросов с различных горизонтов Апсатского месторождения были отобраны пробы разных марок: с «Юго-Западного участка» — слабоспекающийся (СС), с «Юго-Восточного» — коксовый (К).

Апсатское месторождение — крупнейшее в Забайкалье по разведанным ресурсам высококачественных каменных углей. Расположено в Верхне-Каларской впадине Забайкальского края на юго-восточном склоне хребта Кодар в 40 км от станции Новая Чара на БАМе. Район относится к зоне высокой сейсмической опасности (8—9 баллов).

Территория месторождения находится в зоне сплошного распространения многолетнемерзлых пород с мощностью от 30 до 500 м. Естественными его границами является контакт продуктивных мезозойских отложений с породами докембрия. Площадь месторождения занимает около 100 км^2 при протяженности с северо-востока на юго-запад до 14 км,

ISSN 0236-1493. Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 2. С. 130–139.
© М.С. Брылёва, Е.Е. Барабашева. 2018.

а с юго-востока на северо-запад — 8—9 км.

Планомерное изучение месторождения проводилось с 1976 по 1992 гг. сотрудниками Удоканской экспедиции.

Геологическое строение Апсатского месторождения в целом изучено в результате кондиционной геологической съемки масштаба 1:50000 и поисковых работ, а также предварительной разведки Юго-Восточного, Северо-Восточного, Центрального-II участков и детальной разведки участка Угольный. Всего в границах месторождения выделено 6 участков:

- на площади распространения нижнего угленосного горизонта: Юго-Восточный (предварительная разведка 1983—1987 гг.); Северо-Восточный — (предварительная разведка 1987—1989 гг.); Юго-Западный — (поисково-оценочные работы 1988—1992 гг.); Северо-Западный — (поисково-оценочные работы 1989 г.); Центральный-I — (поисково-оценочные работы 1987 г.);
- на площади распространения верхнего угленосного горизонта: Центральный-II — (предварительная разведка 1987—1989 гг.).

Одновременно с поисково-оценочными работами проводились тематические исследования по стратиграфии, изучение ископаемой флоры и фауны, научно-исследовательские работы по обогатимости и газоносности углей, определение их химико-технологических, физико-химических свойств.

Ресурсы каменных углей коксующихся марок оценивались в 2,2 млрд т (это половина всех ресурсов каменных углей Забайкалья), из них разведано 969 млн т. Эксперты также классифицируют месторождение как углегазовое: по предварительным оценкам, в его угольных пластах сосредоточено до 55 млрд кубометров метана.

Ввод предприятия в эксплуатацию с добычей 3 млн т каменного угля в год, лицензионным соглашением обозначен на 2020 г. Для освоения месторождения требуется проведение геологоразведочных работ, строительство подъездных путей, объектов обустройства и инфраструктуры.

Территория месторождения располагается на сочленении Сибирской платформы (Чарской глыбы Алданского щита) и Кодаро-Удоканского миогеосинклинального прогиба. Нижний структурно-тектонический этаж фундамента представлен сложнодислоцированными ультраметаморфическими породами позднего архея, метаморфическими и магматическими породами раннего протерозоя. С верхним структурным этажом связано образование позднемезозойской угленосной формации. Угленосные отложения позднеюрского-раннемелового возраста выполняют синклинальную структуру (мульду) сундучного типа с крутым падением крыльев и пологим залеганием в центральной части. Угленосная формация Апсатской впадины представлена пресноводно-континентальными отложениями Апсатской (J3-K1ap) и Быйикинской (K1bk) свит.

По степени угленасыщенности выделяются два горизонта — нижний и верхний с расстоянием между ними до 1000 м. Нижний горизонт (верхи среднеапсатской подсвиты) включает от 7 до 16 рабочих каменноугольных пластов, характеризующихся простым строением и резко изменчивой мощностью. При этом мощность отдельных пластов достигает 10—18 м. Верхний горизонт (отложения верхней части нижнебыйикинской подсвиты) содержит до трех рабочих пластов с мощностью от 0,7 до 6,5 м.

Основу петрографического состава нижнего угленосного горизонта составляют мацералы группы витринита (34—99%), в меньшей степени инертинита (1—38%), семивитринита (2—36%), липтенита (1—3%). В углях верхнего горизон-

Таблица 1

Показатели качества Апсатских углей

Показатели качества	Марка угля		Показатели качества	Марка угля	
	СС	К		СС	К
Зольность, A^d, %	17,4	13,3	Углерод, C^{daf}, %	88,73	85,34
Влага, W_t^r, %	6,3	4,2	Водород, H^{daf}, %	3,56	4,85
Сера, S_t^d, %	0,26	0,14	Азот, N^{daf}, %	1,48	0,81
Выход летучих веществ, V^{daf}, %	25,7	30,1			

та мацералы группы витринита составляют 85% и более, семивитринита — до 46%, инертинита — до 20%. Степень метаморфизма меняется по простиранию угольных пластов и на глубину.

Угли месторождения малосернистые, малозольные, трещиноватые, хрупкие, гумусовые, характеризуются повышенной газоносностью в виде метана с характерными примесями углеводородов (0,01—8%) и водорода (1—26%).

Для них характерна высокая теплота сгорания (повышенное содержание С и Н). Химический состав в пределах месторождения меняется незначительно и характеризуется высокими содержаниями оксидов кремния и алюминия. Наиболее металлоносными являются угли «Юго-Западного» участка.

Для оценки отличия двух марок углей были установлены показатели качества в виде зольности, влаги, выхода летучих веществ и содержания углерода, водорода, азота (табл. 1).

Для определения зольности произведено сжигание навески образцов угля при свободном доступе воздуха и прокаливании зольных остатков до постоянной массы при температуре (815±10) [1].

Определения влаги проводились согласно ГОСТа Р 52911-2013 по потере массы навески после высушивания пробы на воздухе, при нагревании до 105-1100С [2].

Выход летучих веществ определен как потеря массы навески пробы за вычетом влаги при нагревании до 900±5 °С без доступа воздуха [3].

Углерод, водород, сера и азот определены на приборе Leco CHN628. Принцип действия основан на сжигании анализируемых образцов в печи сопротивления в токе чистого кислорода и последующем определением содержания газообразных оксидов углерода, серы и водорода методом инфракрасной спектроскопии и определения азота методом сравнения теплопроводностей газов.

По полученным результатам явно прослеживается закономерность: с понижением уровня залегания угольных горизонтов соответственно происходит

Таблица 2

Химический состав золы Апсатских углей (в %)

Оксиды	Марка угля		Оксиды	Марка угля	
	СС	К		СС	К
SiO_2	42,60	35,22	TiO_2	0,82	0,68
Al_2O_3	16,27	10,14	SO_3	4,92	2,43
CaO	11,73	7,37	K_2O	1,48	2,02
MgO	4,12	2,88	Na_2O	1,63	1,85
Fe_2O_3	9,31	7,65	P_2O_5	0,18	0,24

уменьшение количества летучих веществ и увеличение содержания углерода.

Химический состав золы (табл. 2) был определен согласно ГОСТа 10538-87 [4] по описанию гравиметрических методов определения диоксида кремния и триоксида серы; комплексонометрических методов определения оксидов алюминия, железа, кальция и магния; фотометрических методов определения оксида фосфора и титана. Оксид калия и натрия определяли на пламенном фотометре ПФА-378.

По данным анализов следует, что угли Апсатского месторождения действительно имеют низкое содержание серного ангидрида, высокое содержание оксида кремния и алюминия. Малое содержание оксида натрия может свидетельствовать о низкой шлакующей способности угля.

Кроме того, был определен элементный состав угля (табл. 3) методом атомно-абсорбционной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, предел обнаружения согласно методики 0,002 г/т. Испытания проведены в условиях повторяемости, $r = 5\%$. Подготовка проб проводилась методом мультикислотного разложения.

Так же было определено содержание ртути атомно-абсорбционным методом на приборе «РА-915М с приставкой ПИРО-915+». Предел обнаружения 0,005 г/т. Испытания проведены в условиях повторяемости, $r = 10\%$. Данный метод не требует пробоподготовки. Среднее содержание ртути в углях марки СС составило 0,021 г/т, для марки К — 0,011 г/т.

Для сравнения были исследованы образцы близлежащего участка «Угольный» Читкандинского месторождения.

Читкандинское месторождение каменных углей расположено в Верхне-Каларской впадине, расстояние от него до железнодорожной станции Чара —

Таблица 3

Элементный состав углей Апсатского месторождения (в г/т)

Элемент	Марка угля		Элемент	Марка угля	
	СС	К		СС	К
Al	2822,47	1672,48	Mn	45,13	29,18
Ag	<	<	Mo	1,37	0,35
As	0,015	0,006	Ni	13,22	8,56
Ba	24,21	7,55	Pb	<	<
Be	0,32	0,11	Sc	2,38	0,41
Bi	1,10	0,65	Sb	<	<
Ca	3180,49	1457,92	Sn	3,13	0,62
Cd	0,08	<	Sr	11,05	3,86
Co	2,15	0,41	Ti	262,59	149,28
Cr	14,53	6,22	V	12,06	6,15
Cu	11,81	6,15	W	0,44	0,19
Fe	4601,14	2826,78	Y	2,31	0,77
La	1,51	0,57	Zr	1,28	<
Li	0,18	<	Zn	45,16	24,62
Mg	213,28	85,12	Sb	<	<
< — ниже предела обнаружения методики.					

Таблица 4

Показатели качества Читкандинских углей

Показатели качества	Марка	Показатели качества	Марка
	—		—
Зольность, A^d, %	13,8	Углерод, C^{daf}, %	81,26
Влага, W_t^r, %	3,8	Водород, H^{daf}, %	4,93
Сера, S_t^d, %	0,19	Азот, N^{daf}, %	1,18
Выход летучих веществ, V^{daf}, %	35,2		

100 км. Размеры в субширотном направлении составляют 50 км при средней ширине — 12—15 км. Район относится к зоне высокой сейсмической опасности (8—9 баллов). Территория месторождения находится в зоне распространения многолетней мерзлоты мощностью до 375 м.

В 1961—1964 гг. на территории месторождения были проведены геологоразведочные работы, при этом детально разведаны участки Угольный (западная часть впадины) и Болотистый (северная часть), а остальная часть территории опоискована. Балансовые запасы углей сосредоточены в пласте Основной. Строение пласта простое, мощность его на уч. Угольный от 1,06 (на флангах) до 7,95 м в центральной части, на уч. Болотистый — 7,0—12,0 м.

Особенность местоположения — принадлежность к горно-рудному району с уникальной многокомпонентной промышленной металлоносностью, который входит в состав железо-медно-редкометального Каларского рудного пояса. Домезозойские образования фундамента представлены осадочно-метаморфическим комплексом раннего протерозоя и терригенно-карбонатными породами венда-ордовика. Структура юрских отложений представлена как грабен-синклиналь, заполненная угленосной формацией Чепинской (J3cp) и Рыбачьей (J3rb) свит.

Месторождение не разрабатывается, его будущее связывают с освоением Удоканского месторождения меди и Чинейского месторождения титаномагнетитовых руд.

Петрографический состав представлен мацералами витринита — 58—80%, семивитринита — 8—10%, липтенита — 1—5%, инертинита — 1—2% и минеральными примесями в составе 15—33%. Угли соответствуют каменным с низкими стадиями метаморфизма.

Угли месторождения гумусовые, плотные крепкие, относятся к 4—5 категориям по шкале крепости горных пород, присутствуют все литотипы — от матовых до блестящих. Так же как и угли Апсата, относятся к мало- и среднезольным. Зола содержит значительное количество оксидов кремния и алюминия, что особенно характерно для участка «Угольный». Содержание германия низкое и не представляет промышленного интереса [8]. Угли характеризуются высоким содержанием летучих веществ.

Проведенные испытания показали, что исследованные угли принадлежат к низкой степени метаморфизма и относятся ближе к коксовым (табл. 4).

Химический состав золы углей Читкандинского месторождения имеет высокое содержание оксидов кремния и алюминий (табл. 5), что характерно и для углей Апсатского месторождения.

Также определен элементный состав угля (табл. 6).

По полученным результатам видно, что уголь Читкандинского месторождения скорее относится к коксовым. На терри-

Таблица 5

Химический состав золы Читкандинских углей (в %)

Оксиды	Марка угля	Оксиды	Марка угля	Оксиды	Марка угля
	—		—		—
SiO_2	48,74	Fe_2O_3	8,27	K_2O	0,95
Al_2O_3	15,26	TiO_2	0,64	Na_2O	1,73
CaO	7,44	SO_3	2,19	P_2O_5	0,16
MgO	2,68				

тории месторождения зафиксированы угли с низкой степенью углефикации, но предполагается наличии марок углей вплоть до слабоспекающихся [5].

Сравнительный анализ Апсатского и Читкандинского месторождений показал, что они схожи между собой как по генетическим признакам, так и по химическому составу углей и в корне отличаются от остальных месторождений Забайкальского края.

На основании этого были проведены исследования образцов углей сопредельного Нерюнгринского месторождения.

Нерюнгринское угольное месторождение — одно из крупнейших в России месторождений коксующегося угля, открытое в 1951 г. при проведении геолого-съемочных работ Южно-Якутской комплексной экспедицией. Расположено в Алдано-Чульманском угленосном районе Южно-Якутского угольного бассейна [7].

В составе Нерюнгринского месторождения около 20 пластов. Большинство из них выходит на поверхность, что позволяет добывать уголь открытым способом на крупных карьерах. Наиболее продуктивен пласт Мощный. Это мульдообразная залежь площадью 16 км^2 с максимальной глубиной залегания пласта в центральной части мульды 320 м. Средняя мощность пласта составляет 26,5 м, максимальная — до 120 м. Проектная мощность Нерюнгринского угольного разреза составляет 13 млн т в год. Программа развития горных работ рассчитана до 2034 г.

Таблица 6

Элементный состав Читкандинских углей (в г/т)

Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т
Al	3246,94	Cu	14,63	Sb	<
Ag	0,25	Fe	3594,18	Sn	1,27
As	0,058	La	1,36	Sr	4,23
Ba	16,10	Li	0,03	Ti	318,15
Be	0,49	Mg	138,41	V	10,46
Bi	0,75	Mn	63,75	W	0,11
Ca	4615,33	Mo	2,14	Y	1,59
Cd	0,21	Ni	15,04	Zr	5,64
Co	4,02	Pb	1,12	Zn	18,27
Cr	15,39	Sc	2,59	Hg	0,013
< — ниже предела обнаружения методики.					

Таблица 7

Показатели качества углей

Показатели качества	Апсатское месторождение		Читкандинское месторождение	Нерюнгринское месторождение	
	СС	К	—	СС	К
Зольность, A^d, %	17,4	13,3	13,8	15,8	11,5
Влага, W_i^r, %	6,3	4,2	3,8	7,1	3,5
Сера, S_t^d, %	0,26	0,14	0,19	0,30	0,16
Выход летучих веществ, V^{daf}, %	25,7	30,1	35,2	22,1	28,3
Углерод, C^{daf}, %	88,73	85,34	81,26	89,32	85,44
Водород, H^{daf}, %	3,56	4,85	4,93	4,04	5,11
Азот, N^{daf}, %	1,48	0,81	1,18	1,37	0,92

Месторождение представляет собой замкнутую брахисинклинальную складку (6×3,9 км), вытянутую в направлении с северо-запада на юго-восток.

Среди литологических разностей в разрезе нерюнгринской свиты преобладают разнообразные песчаники от мелко- до крупнозернистых, слагающие до 80—82% разреза, тонкозернистые породы — алевролиты и аргиллиты слагающие около 11% разреза, на долю каменных углей приходится около 6%. Углы падения пласта изменчивые, в среднем составляют от 15 до 30°.

Угли Нерюнгринского месторождения имеют различную степень углефикации, (до тощей включительно). Угли малосернистые и малофосфористые, мало- и среднезольные. Месторождение относится к разряду газовых [9].

Для решения вопросов общности забайкальских и якутских углей были проведены аналогичные испытания образцов углей Нерюнгринского месторождения пласта «Мощный».

Результаты проведенных испытаний углей с трех угольных объектов представлены в сводных сравнительных таб-

Таблица 8

Химический состав золы углей (в %)

Оксиды	Апсатское месторождение		Читкандинское месторождение	Нерюнгринское месторождение	
	СС	К	—	СС	К
SiO_2	42,60	35,22	48,74	50,72	46,36
Al_2O_3	16,27	10,14	15,26	19,84	12,50
CaO	11,73	7,37	7,44	8,42	5,14
MgO	4,12	2,88	2,68	3,97	2,59
Fe_2O_3	9,31	7,65	8,27	9,18	7,33
TiO_2	0,82	0,68	0,64	1,16	0,72
SO_3	4,92	2,43	2,19	4,06	2,28
K_2O	1,48	2,02	0,95	1,54	0,79
Na_2O	1,63	1,85	1,73	1,62	1,83
P_2O_5	0,18	0,24	0,16	0,22	0,15

Таблица 9

Элементный состав углей (в г/т)

Элемент	Апсатское месторождение		Читкандинское месторождение	Нерюнгринское месторождение	
	СС	К	—	СС	К
Al	2822,47	1672,48	3246,94	3147,23	1537,56
Ag	<	<	0,25	0,11	<
As	0,015	0,006	0,058	0,027	0,011
Ba	24,21	7,55	16,10	28,49	10,18
Be	0,32	0,11	0,49	0,26	0,12
Bi	1,10	0,65	0,75	1,31	0,59
Ca	3180,49	1457,92	4615,33	4067,12	2208,64
Cd	0,08	<	0,21	0,15	<
Co	2,15	0,41	4,02	3,49	1,69
Cr	14,53	6,22	15,39	34,67	20,18
Cu	11,81	6,15	14,63	16,45	7,06
Fe	4601,14	2826,78	3594,18	5176,16	3074,12
La	1,51	0,57	1,36	2,16	0,71
Li	0,18	<	0,03	0,06	<
Mg	213,28	85,12	138,41	308,64	111,41
Mn	45,13	29,18	63,75	57,64	25,34
Mo	1,37	0,35	2,14	2,69	1,16
Ni	13,22	8,56	15,04	18,93	9,18
Pb	<	<	1,12	5,42	<
Sc	2,38	0,41	2,59	2,26	0,66
Sb	<	<	<	<	<
Sn	3,13	0,62	1,27	3,44	0,81
Sr	11,05	3,86	4,23	6,15	1,95
Ti	262,59	149,28	318,15	367,41	143,98
V	12,06	6,15	10,46	15,04	3,73
W	0,44	0,19	0,11	0,25	0,06
Y	2,31	0,77	1,59	1,23	0,84
Zr	1,28	<	5,64	2,67	<
Zn	45,16	24,62	18,27	67,15	23,47
Hg	0,021	0,011	0,013	0,028	0,008
< — ниже предела обнаружения методики.					

лицах (табл. 7, 8, 9). Таким образом, приуроченность исследуемых объектов к крупной тектонической структуре (Алдано-Становой геоблок Сибирской платформы), общность условий образования, фациальные условия накопления, тектоническая, палеоклиматическая, гидрогеологическая, геокриологическая обстановки, а также проведенный комплекс аналитических исследований позволил отнести месторождения каменного угля Апсат и Читканда к Южно-Якутскому платформенному бассейну коксующихся углей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р 55661-2013 Топливо твердое минеральное. Определение зольности. — М.: Стандартинформ. — 7 с.

2. ГОСТ Р 52911-2013 Топливо твердое минеральное. Определение общей влаги. — М.: Стандартинформ. — 10 с.

3. ГОСТ Р 55660-2013 Топливо твердое минеральное. Определение выхода летучих веществ. — М.: Стандартинформ. —11 с.

4. ГОСТ 10538-87 Топливо твердое. Методы определения химического состава золы. — М.: ИПК Издательство стандартов. — 14 с.

5. *Куклина Г.Л.* Ценные и токсичные элементы в углях Читкандинского месторождения (Восточное Забайкалье) // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2007. — № 7. — С. 310—317.

6. *Угольная* база России. Угольные бассейны и месторождения Восточной Сибири / Под ред. В. Ф. Череповского, Т. 4. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 2001. — 500 с.

7. *Угольная* база России. Угольные бассейны и месторождения Дальнего Востока / Под ред. В. Ф. Череповского, Т. 5. — М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. — 639 с.

8. Ценные и токсичные элементы в товарных углях России / Под ред. В. Ф. Череповского. — М.: Недра, 1996. — 238 с.

9. *Черепанов А. А.*, *Кардаш В. Т.* Комплексная переработка золошлаковых отходов ТЭЦ (Результаты лабораторных и полупромышленных испытаний) // Геология и полезные ископаемые мирового океана. — 2009. — № 2. — С. 98—115.

10. *Valcke E., Gremers A.* Sorption-desorption dynamics of the Notal Environment. 1994. — 283 pp.

11. *Swaine D. Y.* Trace Elements in coal. London: Butterworth &-Co, 1990. — 278pp.

12. *Szalay, Szalgyi.* Fccumulaion jf vicroelements in peat, humic acids and coal. Advan. Org Geochim. Proc. Int. 14 eet., 4th, 1968. Pp. 567—578. ГИАБ

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Брылёва Марина Сергеевна[1] — аспирантка,
e-mail: marinka-chitinka@mail.ru,
Барабашева Елена Евгеньевна[1] — кандидат геолого-минералогических наук, доцент,
e-mail: barabasheva@mail.ru,
[1] Забайкальский государственный университет.

ISSN 0236-1493. Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'. 2018. No. 2, pp. 130–139.

M.S. Bryleva, E.E. Barabasheva

ELEMENTARY COMPOSITION OF COAL AT APSAT AND CHITKANDA DEPOSITS IN TRANSBAIKAL TERRITORY

Among numerous coal basins, Transbaikal coal is placed in a specific group. However, the fact that carbonization areas adjoin different tectonic structures is neglected. The Northern Transbaikal coal deposits (Apsat and Chitkanda) lie within the boundaries of the Siberian Platform. Kharanor coal-containing area stretches along the eastern mountainside of Agin folded zone. Some deposits in Priargun and Transbaikal areas occur at intermountains. All deposits contain coal of different genesis, composition and facial relationship. The comparison of geological structure and age of coal deposits in the Northern Transbaikal and Yakutia territories yields supposition on their belonging to the same uniform coal basin.

Based on the similarity of formation conditions, environmental conditions as well as tectonic, paleoclimatic, hydrological and geocryological situation, and judging by the analytical research out-

come, deposits of Apsat and Chitkanda are set to belong to the South Yakutia platform basin of coking coal.

Key words: elementary composition of Apsat coal; elementary composition of Chitkanda coal.

DOI: 10.25018/0236-1493-2018-2-0-130-139

AUTHORS

Bryleva M.S.[1], Graduate Student,
e-mail: marinka-chitinka@mail.ru,
Barabasheva E.E.[1], Candidate of Geological and Mineralogical Sciences,
Assistant Professor, e-mail: barabasheva@mail.ru,
[1] Transbaikal State University, 672039, Chita, Russia.

REFERENCES

1. *Toplivo tverdoe mineral'noe. Opredelenie zol'nosti. GOST R 55661-2013* (Solid mineral fuel. Determination of ash conten. State Standart R 55661-2013), Moscow, Standartinform, 7 p.

2. *Toplivo tverdoe mineral'noe. Opredelenie obshchey vlagi. GOST R 52911-2013* (Solid mineral fuel. Determination of total moisture. State Standart R 52911-2013), Moscow, Standartinform, 10 p.

3. *Toplivo tverdoe mineral'noe. Opredelenie vykhoda letuchikh veshchestv. GOST R 55660-2013* (Solid mineral fuel. Determination of the yield of volatile substance. State Standart R 55660-2013), Moscow, Standartinform, 11 p.

4. *Toplivo tverdoe. Metody opredeleniya khimicheskogo sostava zoly. GOST 10538-87* (Solid fuel. Methods for determining the chemical composition of the ash. State Standart 10538-87), Moscow, IPK Izdatel'stvo standartov, 14 p.

5. Kuklina G. L. *Gornyy informatsionno-analiticheskiy byulleten'*. 2007, no 7, pp. 310—317.

6. *Ugol'naya baza Rossii. Ugol'nye basseyny i mestorozhdeniya Vostochnoy Sibiri*. Pod red. V. F. Cherepovskogo, T. 4 (Russian coal base. Coal basins and deposits in Eastern Siberia, Cherepovskiy V. F. (Ed.), vol. 4), Moscow, ZAO «Geoinformmark», 2001, 500 p.

7. Ugol'naya baza Rossii. Ugol'nye basseyny i mestorozhdeniya Dal'nego Vostoka. Pod red. V. F. Cherepovskogo, T. 5 (Russian coal base. Coal Basins and the Far East deposit, Cherepovskiy V. F. (Ed.), vol. 5), Moscow, ZAO «Geoinformmark», 1999, 639 p.

8. *Tsennye i toksichnye elementy v tovarnykh uglyakh Rossii*. Pod red. V. F. Cherepovskogo (Valuable and toxic elements in Russian coal trade, Cherepovskiy V. F. (Ed.)), Moscow, Nedra, 1996, 238 p.

9. Cherepanov A. A., Kardash V. T. *Geologiya i poleznye iskopaemye mirovogo okeana*. 2009, no 2, pp. 98—115.

10. Valcke E., Gremers A. *Sorption-desorption dynamics of the Notal Environment*. 1994. 283 pp.

11. Swaine D. Y. *Trace Elements in coal*. London: Butterworth &-Co, 1990. 278pp.

12. Szalay, Szalgyi. Fccumulaion jf vicroelements in peat, humic acids and coal. *Advan. Org Geochim. Proc. Int. 14 eet., 4th*, 1968. Pp. 567—578.

FIGURES

Fig. 1. Apsat coal quality indexes.
Fig. 2. Chemical composition of Apsat coal ash (%).
Fig. 3. Elementary composition of Apsat coal (g/t).
Fig. 4. Chitkanda coal quality indexes.
Fig. 5. Chemical composition of Chitkanda coal ash (%).
Fig. 6. Elementary composition of Chitkanda coal (g/t).
Fig. 7. Coal quality indexes.
Fig. 8. Coal ash chemistry (%).
Fig. 9. Elementary composition of coal (g/t).