Л. В. Семечкова, Л. Л. Нестерова

КРЕМНИСТО-ОПАЛОВОЕ СЫРЬЕ АКРЫШЕВСКОГО УЧАСТКА (ХМАО-ЮГРА) И ЕГО УТОЧНЕННЫЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ И ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ

Авторы выражают большую благодарность к.б.н. М. Н. Вторушину (лаборатория подготовки эколого-геологической информации АУ «НАЦ РН им. В. И. Шпильмана») за помощь в проведении электронно-микроскопических исследований

Определен грансостав для гравийно-песчаной кремнисто-опаловой смеси Акрышевского участка (ХМАО-Югра) и уточнен минералого-петрографический состав отсепянной песчаной фракции. Подавляющее большинство проб по всему участку содержит опоко-трепеловые породы кремнисто-опалового вещества, составляющие от 13 % до 62 %, в среднем 33 % по всему участку. Использование подобных кремнистых отложений в качестве различных сорбентов может способствовать улучшению экологической обстановки в нашем округе.

Ключевые слова: опал-кремнистое сырье, минералогический и гранулометрический анализ.

L. V. Semechkova, L. L. Nesterova

SILICEOUS-OPAL RAW MATERIAL OF AKRESHEVSKY PLOT (KHMAD-YUGRA) AND ITS DETAILED MINERAL GRANULOMETRIC COMPOSITION

Granulometric composition was defined for gravel-sandy siliceous-opal raw material of Akreshevsky plot (KhMAD- Yugra) and mineralogical-petrographic composition of sifted sandy fraction.

Overwhelming majority of sample throughout plot contains gaize-tripolite rocks of siliceous-opal matter which ranging from 13 % to 62 %, on average 33 % throughout plot. Usage similar siliceous deposits by way of diverse sorbents can contribute to the improvement of the ecological situation in our district.

Key words: opal-siliceous raw material, mineralogical and granulometric analysis.

В 80-х годах прошлого столетия после целенаправленного изучения кремнистых пород палеогена и мела на севере Тюменской области была выделена Северо-Тюменская субпровинция кристобалит-опаловых пород (диатомиты, опоки, трепелы), которые являются ценным сырьем для производства ряда строительных материалов [1–3]. Потребность ХМАО в таких материалах, как и во всей стране, каждый год возрастает, поэтому очень важно развивать местную добывающую промышленность.

В нашем округе в результате широкомасштабных работ было разведано более десятка месторождений кремнистого сырья. Запасы одного из них, Акрышевского месторождения, расположенного в Советском районе, составили 16 млн м³ (по 4 участкам), в состав которого входит Акрышевский участок с площадью 13,27 км² [4, 5].

Целью нашей работы было уточнение минералого-петрографического и гранулометрического состава галечниково-гравийно-песчаной смеси и песчаной фракции (с размером зерен менее 5,0 мм) кремнисто-опалового сырья на Акрышевском участке, что внесет важный вклад в детализацию изучения данного месторождения с возможностью в дальнейшем его эксплуатации.

Изучения проводились фрагментарно, по 24 пробам, отобранным в шурфах мощностью от 0,2 м до 3,2 м (рис. 1).

Рисунок 1 – Разведочные шурфы исследуемой площади

Порода представлена рыхлой смесью, от светло-серой, желтовато-серой, буровато-серой до темно-серой окраски, разнородной по зерновому составу, с низкой переменной плотностью.

Первоначально изучалась галечниково-гравийно-песчаная смесь. Для определения ее гранулометрического состава был применен ситовой анализ по ГОСТ 8269.0-97 на каждую из 24 проб, а также минералогическим анализом выявлены пробы с наибольшим количеством опоко-трепеловых пород. Результаты данных определений представлены в виде графика (рис. 2).

Соотношение гравийных зёрен в пробах

Рисунок 2 – Соотношение гравийных зёрен в пробах кремнисто-опаловых пород

Для подтверждения минералогического состава фракции >5 мм были выполнены также петрографические исследования в шлифах (рис. 3). Данный образец слабо реагирует на поляризованный свет, что подтверждает наличие аморфной составляющей в виде опала. Отмечаемые участки с серой интерференционной окраской свидетельствуют о частичном переходе аморфного кремнезема к его кристаллическим разновидностям – халцедону и кварцу, что в процессе литификации вполне закономерно. Таким образом, это порода – трепел-опокового состава, и мы наблюдаем постепенный переход трепелов в опоки с выделением опоквидных трепелов и трепеловидных опок как промежуточных членов непрерывного ряда в стадии катагенеза [6].

Увеличение 160, ник. II

Увеличение 160, ник. +

Рисунок 3 – Петрографические шлифы гравия

Микрозондовый анализ на растровом электронном микроскопе CarlZeiss EVO 50, оснащённом спектрометром энергодисперсионным Inca Energy 350, подтвердил кремнистый (O+Si) состав гравийных зерен в четырёх точках спектра (рис. 4). Здесь же наблюдаются глобулы опала и наличие реликтов морской фауны.

70мкм

Электронное изображение

Рисунок 4 – Электронно-микроскопическое исследование гравийных зерен

Следующий этап исследований – определение фракционного состава песчаных зерен менее 5,0 мм для всех 24 проб (ГОСТ 8736-2014).

В результате проведенного ситового анализа был получен гранулометрический состав проб, соответствующий разной группе песка – от тонкого до крупного [ГОСТ 8736-2014] (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав исследуемого песка

№ пробы	интервал отбора	Фракции, %							Модуль крупности	Группа песка
		2,5–5,0 мм	1,25–2,5 мм	0,63–1,25 мм	0,315–0,63 мм	0,16–0,315 мм	Менее 0,16 мм	Менее 0,01 мм (глинистая)		
1	1,2–2,5	0,63	2,01	2,46	6,57	22,90	20,13	45,30	0,55	очень тонкий
2	0,2–1,0	5,70	11,23	11,42	16,30	24,78	13,11	17,46	1,67	мелкий
3	1,0–2,0	6,02	11,92	7,65	14,30	27,09	15,36	17,67	1,56	мелкий
4	0,5–2,4	12,02	9,05	9,16	11,60	21,29	15,18	21,70	1,68	мелкий
5	0,2–1,0	5,74	9,99	15,38	24,89	26,58	7,68	9,74	1,91	мелкий
6	1,0–2,0	4,41	8,13	12,21	35,35	33,35	3,69	2,86	1,95	мелкий
7	1,0–2,5	4,92	4,49	7,79	18,66	42,86	11,60	9,68	1,46	очень мелкий
8	0,2–1,0	1,70	3,48	4,86	13,33	34,90	24,62	17,12	0,97	тонкий
9	1,0–2,0	0,76	0,82	2,62	10,72	45,22	28,78	11,08	0,82	тонкий
10	0,2–2,0	12,44	12,98	13,21	13,79	19,40	10,02	18,17	2,01	средний
11	0,2–2,0	3,27	5,94	22,19	22,19	28,25	24,83	6,22	1,41	очень мелкий
12	0,2–2,0	6,34	5,29	11,27	11,27	28,00	15,64	26,80	1,23	очень мелкий
13	1,4–2,5	9,50	5,61	16,02	16,02	49,35	10,28	3,30	1,69	мелкий
14	0,5–2,5	12,82	9,88	18,02	18,02	27,44	4,91	14,43	2,05	средний
15	1,2–2,5	13,84	19,07	14,53	14,53	16,08	7,77	15,57	2,30	средний
16	1,2–1,7	16,01	11,53	10,90	10,90	12,33	8,78	28,81	1,95	мелкий
17	1,7–2,3	29,26	14,11	11,90	11,90	9,83	2,31	20,85	2,72	крупный
18	2,3–2,8	23,64	17,04	16,64	16,64	10,10	3,84	10,18	2,85	крупный
19	1,7–3,2	19,86	14,08	18,54	18,54	15,15	3,16	8,55	2,70	крупный
20	1,3–2,5	18,75	11,99	16,20	16,20	26,97	5,09	7,94	2,40	средний
21	0,2–2,5	1,49	1,92	14,63	14,63	45,66	24,73	8,45	0,99	тонкий
22	0,2–2,0	27,95	21,01	31,88	11,03	2,99	2,64	2,50	0,86	тонкий
23	0,2–1,3	9,96	15,18	25,71	15,95	11,30	13,66	8,24	1,87	мелкий
24	0,5–1,5	2,89	23,65	41,70	16,56	5,61	5,58	4,01	1,34	очень мелкий

Песок изучаемого участка не однороден, плохо отсортирован по размеру, представлен фракция-ми, %: 2,5–5,0 мм – 9,33; 1,25–2,5 мм – 8,85; 0,63–1,25 мм – 9,71; 0,315–0,63 мм – 15,83; 0,16–

0,315 мм – 27,91; менее 0,16 мм – 13,39; глинистая фракция по всем интервалам опробования 14,86 % (% среднего содержания фракций участка).

Выполнен минералогический анализ песчаной фракции. Подготовка к испытанию, исследования и обработка результатов выполнялись в соответствии с требованиями, изложенными в ГОСТ 8735-88. Содержание пород и минералов определялось методом петрографической разборки и минералогического анализа песка для каждой из 24 проб. Результаты исследований сведены в таблицу 2.

Таблица 2 – Содержание минералов и горных пород на одну пробу

№ пробы	интервал отбора проб, м	% глины	минералы, % вес							горные породы, % вес						
			кварц	полевой шпат	слода и слонстые силикаты	аморфные разновид- ности двуокиси крем- ния (халцедон, опал, кремень)	оксиды и гидроксиды железа (магнетит, ге- тит, гидрогетит)	прочие	Интрузивные магматич. породы	эффузивные магматич. породы	песчаники, алевролиты	выветрелые породы опал-кремнистого состава	кремнистые породы	кварцит, кристалличе- ские сланцы	уголь и древесные остатки	
1	1,2–2,5	45,30	38,64	0,90	0,20		0,56	0,48	0,14	0,04	0,02	13,21	0,18	0,12		
2	0,2–1,0	17,46	52,37	1,01	0,09	0,31	1,33	1,10	1,65	0,25	0,24	23,18	0,17	0,83		
3	1,0–2,0	17,66	50,66	0,69	0,25	0,17	1,13	1,32	1,09	0,11	0,10	25,93	0,20	0,64	0,04	
4	0,5–2,4	21,70	31,23	0,60	0,22	0,04	0,56	0,86	0,67	0,05	43,54	0,14	0,27	0,14		
5	0,2–1,0	9,74	61,84	1,38	0,42	0,33	1,92	1,21	2,10	0,32	0,11	19,56	0,15	0,93		
6	1,0–2,0	2,86	70,51	0,48	0,20	0,26	0,75	0,82	0,56	0,07	0,11	22,48	0,08	0,81	0,01	
7	1,0–2,5	9,69	58,32	0,55	0,24	0,04	0,44	1,31	0,62	0,08	0,01	28,41	0,07	0,20	0,01	
8	0,2–1,0	17,11	64,44	1,85	0,10	0,10	0,87	2,19	0,68	0,23	0,12	11,25	0,30	0,72	0,03	
9	1,0–2,0	11,08	72,59	1,15	0,15	0,28	0,73	2,11	0,05	0,002	0,01	11,68	0,15	0,03	0,001	
10	0,2–2,0	18,16	28,39	0,28	0,03		0,50	0,38	0,24			51,76	0,08	0,10	0,09	
11	0,2–2,0	6,22	68,70	1,64	0,36	0,09	1,21	1,98	0,20	0,04	0,03	18,95	0,20	0,34	0,01	
12	0,2–2,0	26,80	39,13	0,46	0,04	0,16	1,12	0,99	0,26	0,08		30,56	0,24	0,12	0,04	
13	1,4–2,5	3,29	69,20	0,49		0,21	0,58	2,24	0,34	0,03		23,41	0,06	0,15		
14	0,5–2,5	14,42	41,23	0,67	0,04	0,19	0,31	0,62	0,22	0,02	0,07	41,69	0,23	0,31		
15	1,2–2,5	15,58	20,44	0,36	0,10	0,02	0,31	0,26	0,30		0,04	62,16	0,04	0,40		
16	1,2–1,7	28,82	14,24	0,46	0,13	0,09	0,48	0,68	0,29			54,48	0,07	0,23	0,04	
17	1,7–2,3	20,85	16,19	0,04	0,03	0,01	0,21	0,17	0,29			61,93	0,26	0,02		
18	2,3–2,8	10,18	49,47	0,47	0,12	0,14	0,55	0,32	2,09	0,76	0,21	33,08	0,72	1,89		
19	1,7–3,2	8,55	46,34	0,32	0,13	0,15	0,81	0,36	2,02	0,31	0,18	39,48	0,19	1,15	0,02	
20	1,3–2,5	7,94	57,15	0,71	0,12	0,43	0,98	0,67	2,46	0,66	0,34	25,73	0,60	2,20		
21	0,2–2,5	8,46	70,94	1,26	0,09	0,38	10,62	1,28	0,31	0,11	1,32	4,86	0,08	0,22	0,07	
22	0,2–2,0	27,95	52,07	3,13	0,004	0,38	1,29	2,12	0,84	0,29	0,11	9,53	0,17	1,64	0,47	
23	0,2–1,3	9,96	50,20	0,62		0,12	0,83	1,23	0,68	0,22	0,27	34,10	0,11	1,56	0,09	
24	0,5–1,5	2,89	63,78	1,17	0,27	0,14	0,98	0,75	0,31	0,08		28,80	0,15	0,53	0,15	

Анализируя данные таблицы, можно заключить, что песок имеет в основном кремнистый состав и представлен кварцем (от 14,24 до 72,59 %) и выветрелыми породами кремнисто-опалового состава (трепел-опока от 0,14 до 61,93 %), а в сумме кремнистых зерен насчитывается от 31,5 до 93,1 %, в среднем – 77,2 %. Количество глинистых минералов колеблется от 2,86 до 45,3 %, остальные минералы и обломки пород не превышают 3 % в своей группе. Наибольшее количество опоко-трепеловых зерен (51,76–62,16 %) наблюдается в пробах №№ 10, 15, 16, 17.

Исследования минералогического состава песка велось по классам (фракциям), в качестве примера этих исследований рассмотрена характеристика пробы № 17 (рис. 5).

Рисунок 5 – Проба № 17, интервал 1,7–2,3 мм: а) гранулометрический состав; б) фракция 2,5–5,0 мм

Описание классов по минералогическому составу по 17-й пробе

Класс 2,5–5,0 мм

По гранулометрическому составу процентное содержание на пробу составляет 29,26 %, наибольшее по соотношению к другим фракциям. Основными минералами класса являются: кремнистые образования (опоки, трепел), кварц, обломки пород.

Кремнистые образования (95,47 %). Зерна различной степени окатанности, от хорошо окатанных, имеющих округлую форму, до неправильных, с неровной поверхностью. Сложение зерен тонкозернистое, или скрытокристаллическое. Окраска основной массы светло-серая, реже серая. Ожелезненные (налеты гидроокислов железа, примазки охристого материала) в виде пленки составляет 70–80 %.

Кварц (4,03 %). Зерна разной степени окатанности, прозрачные, полупрозрачные сероватой окраски, поверхность неровная.

Обломки пород (0,50 %) представлены зернами различного состава с преобладанием обломков измененных метаморфических пород с угловато-окатанными формами.

Класс 1,25–2,5 мм

От общего веса пробы составляет 14,11 %. Основными минералами фракции также являются кремнистые образования (95,17 %). Кварц – 3,14 %; обломки пород – 1,69 %. Данный класс аналогичен классу 2,5–5,0 мм.

Класс 0,63–1,25 мм

Процентное содержание по массе составляет 11,90 %. Так же, как и в предыдущих классах, основными минералами являются кремнистые образования – 85,90 %, кварц – 10,87 %, обломки пород в сумме составляют 2,65 %.

Кремнистые образования представлены зернами различной степени окатанности, большей части угловатыми, с полураковистым изломом. Сложение зерен тонкозернистое, или скрытокристаллическое, цвет от светло-серого до серого, с ожелезненным налетом до 60–70 %.

Кварц – зерна различной степени окатанности, прозрачные, полупрозрачные, сероватой окраски, поверхность неровная, форма неправильная.

Обломки пород представлены неправильными зернами, угловато-окатанные, встречаются интрузивные, но преобладают обломки измененных метаморфических пород.

Класс 0,315–0,63 мм

Минеральный состав по сравнению с предыдущими классами значительно изменился. В данной фракции кремнистые образования составляют 51,94 %, содержание кварца – 45,88 %, полевых шпатов – 0,62 %, обломки пород в сумме составляют 0,93 %. *Кремнистые образования* представлены зернами различной степени окатанности, большей части угловатыми, с полураковистым изломом. Сложение зерен тонкозернистое или скрытокристаллическое. Цвет от светло-серого до серого, молочно-белого, ожелезнение в виде тончайшей пленки составляет до 60–70 %.

Кварц представлен зернами разной степени окатанности, форма зерен неправильная, объемная, изометричная. Наибольшее распространение получил кварц прозрачный, полупрозрачный, реже – сероватой окраски, зерна желтоватого цвета (из-за слабого налета охристого материала или гидроокислов железа) составляют до 10–15 %.

Полевые шпаты представлены зернами слабитаблитчатого облика, серовато-белой окраски, средней степени окатанности.

Обломки пород представлены измененными обломками метаморфических пород разного состава.

Класс 0,16–0,315 мм

Преобладающим минералом в этом классе является кварц – 59,92 %, зерна разной степени окатанности, форма зерен неправильная, объемная, реже изометричная. Поверхность неровная, сглажено-неровная. Цвет большей степени прозрачный, меньшей – полупрозрачный, желтоватый из-за слабого налета гидроокислов железа, составляет не более 5–10 %.

Кремнистые образования представлены неправильными зернами от светло-серого до серого, молочно-белого цвета, ожелезнение в виде тончайшей пленки составляет до 50–60 %. Сложение зерен тонкозернистое, или скрытокристаллическое. В процентном выражении составляют 37,38 %.

Полевые шпаты. По цвету выделяются белесоватые зерна, сероватые, до бесцветной окраски. Поверхность сглажено неровная, окатанность средняя. Представлены преимущественно измененными калишпатами и альбитами. Суммарное содержание минералов – 1,35 %.

Минералы тяжелой фракции представлены амфиболом, эпидотом, пироксеном. Зерна окатанные в различной степени. Суммарное содержание – 0,77 %.

Класс менее 0,16 мм

Процентное содержание по массе составляет 1,59 %. Преобладающим минералом является кварц – 94,3 %. Зерна минерала характеризуются хорошей, средней и слабой степенью окатанности. Форма зерен неправильно-объемная, реже – изометричная. Зерна бесцветно-прозрачные, слабо сероватые, иногда молочно-белого цвета. Около 10–15 % зерен имеет слабый желтоватый оттенок (пленки или налеты гидроокислов железа, или охристого материала).

Кремнистые образования (0,68 %) представлены неправильными зернами от светло-серого до серого, реже молочно-белого цвета, 5–10 % зерен с налетом охристого материала. Сложение зерен тонкозернистое, или скрытокристаллическое. Зерна средней степени окатанности.

Полевые шпаты (0,04 %). По цвету выделяются белесоватые зерна, сероватые, до бесцветной окраски. Поверхность сглажено не ровная, окатанность средняя. Представлены как плагиоклазами, так и калишпатами.

Минералы тяжелой фракции представлены амфиболом, эпидотом, пироксеном, ильменитом, цирконом, рутилом, лейкоксенном, анатазом и др. Зерна окатанные в различной степени.

Выход тяжелой фракции составил 0,71 %. С помощью магнита Сочнева отделена магнитная фракция – 0,015 %, основными минералами данной фракции являются: эпидот, амфибол, пироксен, гранат и другие (90,20 %).

Рудные минералы содержат: ильменит – 1,90 %; лейкоксен – 1,60 %; рутил – 1,80 %; циркон – 3,90 %; анатаз – 0,60.

На рисунке 6 представлены основные обломки кремнистых пород и кварц, а также редкие остатки панцирей диатомей и спикул губок в легкой фракции. На рисунке 7 отмечены минералы тяжелой фракции – лейкоксен, хромшпинелид, эпидот, ильменит, рутил, циркон.

Увеличение 160, ник. II

Увеличение 160, ник. +

Рисунок 6 – Состав лёгкой фракции < 0,16 мм в иммерсионной жидкости N = 1,54

Увеличение 160, ник. II

Увеличение 160, ник. +

Рисунок 7 – Состав тяжелой фракции < 0,16 мм в иммерсионной жидкости N = 1,64

В результате проведенных исследований установлено, что песок в пробе № 17 трепел-опоковый и содержит в среднем по пробе: 61,93 % кремнистых образований (опок, трепелов), 16,19 % кварца, 0,04 % полевых шпатов, 0,56 % обломков горных пород разного состава, 0,21 % примесей (слюда, слоистые силикаты, оксиды и гидроксиды железа), 0,02 % угля и древесных остатков, 0,17 % прочих минералов (амфибол, эпидот, пироксен и др.).

Таким образом, если суммировать полученные данные по визуальным данным, петрографическим шлифам гравия и минералогическому анализу песка, то данные отложения соответствуют трепел-опоковому составу.

Выводы

Уточнен гранулометрический и минерало-петрографический состав галечниково-гравийно-песчаной и песчаной смеси. Подавляющее большинство проб по всему участку содержат опокотрепеловые породы кремнисто-опалового состава, для песка составляющие от 13 % до 62 %, в среднем 33 % по всему участку.

Данная песчано-гравийно-галечная смесь с существенно кремнисто-опаловым составом может рассматриваться с практической точки зрения, как готовый материал для осушки нефтяных газов, очистки ТЭЦ, фильтрации и очистки промышленных стоков от вредных и токсических примесей, мелиораторов, улучшающих агрохимические свойства почв.

Использование подобных кремнистых отложений в качестве различных сорбентов может способствовать улучшению экологической обстановки в нашем округе.

Уникальные свойства кремнистых пород делают их сырьем многоцелевого назначения с выбором оптимальных путей их использования и разработки конкретных технологических схем.

Судя по минеральному составу четвертичных отложений, на площади Ай-Акрышьюганского месторождения перенос материала был незначительным, и мы имеем дело с образованием, близким к элювию опок и трепела.

Литература

1. Дистанов, У. Г. Минеральное сырье. Опал-кristаболитовые породы [Текст] : справочник / У. Г. Дистанов. – Москва : Геоинформмарк, 1998. – 27 с.
2. Смирнов, И. И. Геологическое строение Северного Зауралья [Текст] : отчет Сосьвинской геологосъемочной партии о результатах групповой съемки масштаба 1:200 000 листов Р-40-V, XIV-XVIII, XX-XXIV, XXVIII-XXX, XXXIV и геологического до изучения листов Р-41-II-IV, VIII-XII, проведенных в 1982–1989 гг. / И. И. Смирнов – Тюмень : ФБУ ТФГИ по УрФО, 1989. – 187 с.
3. Геолого-промышленная оценка и эффективность использования опал-кristаболитовых пород Тюменской области [Текст] / П. П. Генералов, А. П. Пленкин, Л. А. Степанов [и др.] // Геология нерудного сырья Западной Сибири : тр. ЗапСибНИГНИ. – Тюмень, 1987. – С. 10–18.
4. Бабенышев, В. М. Отчет о научно-исследовательских работах по теме «Анализ потребления (ассортимента и количества) материалов, ввозимых в автономный округ с целью выработки рекомендаций по замене их местным сырьем» в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2013 г.

[Текст] / В. М. Бабенышев, Н. И. Гордеев, Н. В. Маринская. – Ханты-Мансийск : ОАО «НПЦ Мониторинг», 2013. – 402 с.

5. Кудрин, К. Ю. Рекомендации по освоению общераспространенных полезных ископаемых равнинной части Ханты-Мансийского автономного округа – Югры [Текст] / К. Ю. Кудрин, Н. В. Мизина // Вестник Югорского государственного университета. – 2016. – № 3. – С. 63–70.

6. Фролов, В. Т. Литология [Текст] : учебное пособие Кн. 1 / В. Т. Фролов. – Москва : Изд-во МГУ, 1992. – 336 с.