

Термически обработанные пигменты были получены для определения возможности расширения цветовой окраски и повышения качественных характеристик исходных пигментов. Опыты по термической обработке ставились на продуктах обогащенных пигментов класса $-0.05+0.0$ мм с применением муфельной электропечи, нагретой до температуры 700°C . В результате желтый (буровато-желтый) цвет пигментов преобразовался в кирпичный (красовато-коричневый). Полученные пигменты являются щелочестойкими. Для термообработанного пигмента маслосъемность составляет 40-43.2%, масляная укрывистость 35-38 г/м², клеевая укрывистость 44-67 г/м², цвет на олифе – от светло-красного до красного.

Таким образом, на основании результатов минералогических и технологических исследований можно судить о вскрышных глинистых породах Софроновского месторождения как о новом нетрадиционном источнике комплексного сырья, пригодном для производства пигментов и керамических материалов различного назначения.

Использование вскрышных пород для производства пигментов и керамических материалов позволит улучшить экологическую обстановку на территории горного предприятия за счет ликвидации отвального хозяйства и обеспечить строительную промышленность Полярного Урала и приграничных субъектов России широким ассортиментом красящих веществ и керамических строительных материалов, в которых испытывается острый недостаток. Это позволит повысить эффективность освоения Софроновского месторождения фосфоритов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурлаков Г.С. Основы технологии керамики и искусственных пористых заполнителей. М.: «Высшая школа», 1972. 424 с.
2. Будников П. П., Бережной А.С., Булавин И.А. и др. Технология керамических изделий. М., Л.: Гос. изд-во строительной литературы, 1946. 524 с.
3. Бейтс Р.Л. Геология неметаллических полезных ископаемых. М.: Изд-во «Мир», 1965. 547 с.
4. Латфуллин А.Э., Лузин В.П., Зорина С.О. и др. Эффективность выявления соответствия качества меловых и четвертичных глин Дрожжановского района Республики Татарстан требованиям производства керамзита по результатам технологических испытаний при общих поисках // Проблемы геологии твердых полезных ископаемых Поволжского региона. Казань, 1997. С.149-150.
5. Толстихина К.И. Природные пигменты Советского Союза. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 364 с.

СТРУКТУРНО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ В РЕЗУЛЬТАТЕ ЭЛЕКТРОМАССКЛАССИФИКАЦИИ

Корнилов А.В., Гревцев В.А., Пермяков Е.Н., Николаев К.Г.

ФГУП «ЦНИИГеолнеруд», г. Казань

На территории Республики Татарстан (РТ) в начале 90-гг прошлого столетия были обнаружены нетрадиционные виды нерудного сырья: цеолитсодержащие глины (ЦСГ) и цеолитсодержащие кремнистые породы (ЦСКП). Их химический состав представлен в табл. 1.

Таблица 1

Химический состав ЦСГ и ЦСКП

Шифр пробы	Содержание оксидов, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O
ЦСП	63,37	13,87	4,95	1,76	1,63	0,35	2,51
ЦСКП	54,74	5,33	1,71	17,37	0,88	0,14	1,25

Цеолитсодержащие глины Кушкувайского и Больше-Аксинского проявлений РТ в основном темно-серые, тонкодисперсные до алевритистых, комковатые, слабоизвестковистые, слабопластичные, плотные разновидности. Химический состав довольно устойчив (%): SiO₂ – 56,23-67,85; Al₂O₃ – 8,21-14,09; Fe₂O₃ – 2,15-5,22; CaO – 1,65-2,23; MgO – 1,44-1,82; K₂O – 1,59-2,76; Na₂O – 0,25-0,75. Следует отметить высокое содержание в глинах кремнезема, в том числе опалового вещества (содержание SiO₂ растворимого 10-25%).

По минеральному составу глины относятся к гидрослюдисто-монтмориллонитовым смешаннослойным, с числом монтмориллонитовых слоев 1:2. На долю глинистых минералов приходится 40-60% объема породы. Структура глин пелитовая и алевропелитовая; в их массе отмечаются обособления кластического материала, глобулы опалового вещества, выделения пирита и других рудных минералов.

Содержание цеолитов (главным образом - клиноптилолита) в глинах колеблется от 20 до 47%. Подчиненное значение приобретает опал-кристобалит (редко превышает 13-15%).

Наличие в рассматриваемых глинах двух минеральных фаз – гидрослюдисто-монтмориллонитовой и цеолитовой – обуславливает широкие перспективы их использования в промышленности.

Цеолитсодержащие кремнистые породы (ЦСКП) Татарско-Шатрашанского месторождения РТ светло-серые, желтовато-серые до белых, непрочные, с полураковистым изломом, массивные и слоистые, мелко- и среднеоскольчатые, со следами органики и железистыми выцветами разновидности. В структуре ЦСКП четко обособляются тонкозернистая (0,01-0,1 мм) и скрытокристаллическая (менее 0,01 мм) составляющие. Тонкозернистая фракция, количество которой обычно варьирует в пределах 10-15%, иногда достигая 40-50% и более, представлена, главным образом, кальцитом и глобулярным опалом; наряду с ними присутствуют зерна глауконита и терригенных минералов (кварца, полевых шпатов, слюд). Скрытокристаллическая основная масса пород, цементирующая частицы алевритовой размерности, сложена цеолит-карбонатно-глинистым материалом.

Основными минералами, слагающими ЦСКП, являются опал-кристобалит-тридимитовая фаза (ОКТ-фаза), цеолиты, кальцит и глинистая составляющая, второстепенными – кварц, глауконит, слюда (мусковит, редкие пластинки биотита). Присутствуют тонкорассеянный пирит и единичные гальки фосфатов. Среди основных минеральных слагающих устойчиво преобладает ОКТ-фаза (среднее содержание 27-28%), далее следуют: кальцит (21%), клиноптилолит-гейландит (18%), глинистая составляющая (17,5%).

В химическом составе ЦСКП основную роль играют оксиды кремния (44-80, чаще 60-65%), алюминия (4-13%), кальция (8-18%) и железа (1,5-4,3%). Оксиды магния, натрия и калия имеют невысокие значения (соответственно 0,7; 0,4 и 2,6%). Постоянно присутствует активный или свободный кремнезем в количестве 12-42%, отражающий наличие ОКТ-фазы.

Перспективы использования ЦСКП напрямую связаны с их катионообменными свойствами, которыми обладают слагающие их цеолиты, ОКТ-фаза, глинистая составляющая и, в меньшей степени, глауконит. Входящий в состав породы кальцит, в зависимости от направления применения, выступает в роли либо полезного, либо вредного компонента. Кварц инертен и, как правило, является балластом.

Исследованиями установлено [1], что ЦСКП и ЦГП являются эффективными технологическими добавками в глинистое сырье при производстве стеновых керамических материалов. Цеолитсодержащие глины по степени спекаемости являются альтернативной тугоплавким глинам (в Татарстане отсутствуют). Цеолитсодержащие кремнистые породы относятся к добавкам «двойного» действия, которые выполняют одновременно роль порообразователя и плавня. Данные добавки (одна или комплексная в количестве 5 – 50%) улучшают формовочные и сушильные свойства сырья, характеристики керамического материала (снижают среднюю плотность при сохранении или увеличении прочности). Кроме того, из цеолитсодержащего сырья возможно получение и других керамических материалов: искусственных заполнителей бетонов – термолитов, облицовочной плитки для внутренних работ, керамзитового гравия. Однако, использование ЦСКП и ЦГП в природном виде не всегда приносит требуемый результат (например, при добавке в некондиционное глинистое сырье) и для улучшения их свойств необходимо применять эффективные способы переработки и обогащения.

Серьезным ограничительным фактором расширения областей применения природных цеолитов является вызванное условиями генезиса неравномерное, часто недостаточное содержание их в туфах – 10...70%. В то время, как в отдельных технологиях, в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к цеолитовому сырью, содержание цеолитового минерала должно быть 75-95%.

Поэтому разработка оптимальных технологий обогащения цеолитового сырья, учитывающих содержание основных цеолитовых минералов, особенности минерального, химического составов, текстурно-структурные характеристики, морфологию, влияние технологических свойств является актуальным направлением.

Анализ свойств минералов и их способности к обогащению показывает целесообразность комбинированного сочетания методов обогащения, индивидуального подхода к выделению исследуемых минерало-технологических типов цеолитов. На основе основных разделительных признаков, влияющих на технологические показатели обогащения, составлены шкалы обогатимости цеолитовых туфов избирательным дроблением, а также гравитационными, магнитными, электрическими методами [2].

Избирательное измельчение основано на различиях минералов в механической прочности, которые при переходе в измельченное состояние отличаются спектром крупности. Технологические возможности данного способа обогащения к цеолитам более предпочтительны ввиду существенно больших прочностных различий между кварцем и полевыми шпатами. Благоприятными факторами избирательности измельчения выступают также сравнительно низкие значения истираемости и хрупкости цеолитов. Учитывая абразивные свойства кварца и полевых шпатов как минералов спутников цеолитов, можно полагать, что избирательность диспергирования будет проявляться в большинстве измельчающих аппаратов. Так, например, роторное дробление приводит к повышению концентрации клиноптилолита в тонких фракциях помола, а кварц и полевые шпаты остаются в более крупных фракциях.

Дальнейшее повышение концентрации цеолитов может быть достигнуто применением более сложных методов сепарации, гравитационных, магнитных, электрических, флотационных и других [3].

Обогащение цеолитсодержащего сырья РТ проводилось в электромассклассификаторе типа СМГ – ЭМК – 005 – 1. Он представляет класс аппаратов, где реализован способ активации и улучшения качественных характеристик материала, основанный на использовании совокупности электрофизических и инерционных характеристик частиц. На данном аппарате в результате ударно – истирающего действия происходит измельчение и структурные изменения сырья. Электромассклассификатор (ЭМК) обеспечивает получение однородных порошковых материалов с размерами частиц в диапазоне от 0,1 до 500 мкм.

ЭМК состоит (рис. 1) из металлического каркаса (3), камеры активации (5), блока шкивов (2), связанных с электродвигателем, загрузочного бункера (1), патрубка для отсева крупной фракции (6), опорной станины (7), платформы передвижной (10), ротора (4), съемного стакана (9), бункера мелкой фракции (8).

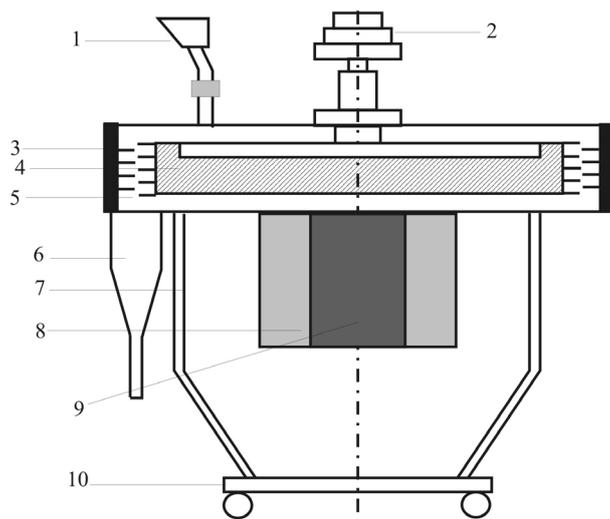


Рис. 1. Общий вид электромассклассификатора

Перед запуском ЭМК в работу крышку с закрепленным на ней ротором закрывают и зажимают винтами. Включают электродвигатель, и через загрузочный бункер сырье подают в камеру активации. Обработка порошковых сыпучих компонентов производится в сухом виде (влажность не более 7%) в замкнутом объеме. Мелкодисперсные частицы оседают в бункере (фр.2), а крупнодисперсная фракция выводится через патрубок и собирается в матерчатую или металлическую тару (фр.1). Вставка стакана в бункер позволяет разделить мелкодисперсные частицы на две фракции, отличающиеся по размеру. После окончания работы крышку поднимают и вынимают стакан с тонкодисперсной фракцией (фр.3).

В результате переработки на ЭМК изменяется дисперсность частиц цеолитсодержащего сырья, что является в какой-то мере показателем степени его активации. По данным, полученным на лазерном седиментографе «Analysette - 22», размер частиц заметно уменьшается. Во 2-й фракции ЦГП количество частиц менее 2 мкм увеличивается на 8%, менее 10 мкм – на 31%. В пробе «ЦГП-1фр.» дисперсность частиц практически не отличается от исходной пробы. Аналогичные зависимости наблюдаются и для цеолитсодержащих кремнистых пород. Количество частиц в пробе «ЦКП-2фр.» размером менее 2 мкм увеличивается на 12%, менее 10 мкм – на 36%. В более крупной фракции (проба «ЦКП-1фр.») дисперсность частиц остается на уровне природного сырья.

При обработке сырья возрастает его пластичность. Исходная цеолитсодержащая глина имеет число пластичности 35,4, проба «ЦГП – 1фр.» - 37,7, проба «ЦГП – 2фр.» - 50,5. У цеолитсодержащей кремнистой породы после обработки оно увеличивается с 7,3 до 10,0 (проба «ЦГП – 1фр.») и 17,0 (проба «ЦГП – 2фр.»).

В табл. 2 представлены результаты исследований по влиянию электромассклассификации цеолитсодержащего сырья на физико-механические свойства керамических образцов.

Таблица 2

Физико-механические свойства керамических образцов

№ п/п	Шифр пробы	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, г/см ³	Водопоглощение, %
1	ЦГП	50,7	2,03	2,6
2	ЦГП – 1фр.	64,7	2,26	1,1
3	ЦГП – 2фр.	100,3	2,17	0,1
4	ЦСКП	18,3	1,17	28,9
5	ЦКП – 1фр.	29,2	1,21	28,3
6	ЦКП – 2фр.	35,2	1,23	28,8

Лабораторные образцы, приготовленные из сырья проб «ЦГП -2фр.» и «ЦКП – 2фр.» методом пластического формования и обожженные при температуре 1000⁰С, имеют прочность при сжатии в два раза выше по сравнению с образцами из исходного цеолитсодержащего сырья. Значения прочности образцов, отформованных из более крупной фракции (1фр.), увеличиваются в меньшей степени (~ на 30-60%). Следует отметить высокие показатели прочности керамики из цеолитсодержащих глин. Данные породы могут быть эффективной технологической добавкой в слабоспекающееся глинистое сырье. Причем, в зависимости от минералогической разновидности глинистого сырья, для получения керамических материалов с требуемыми характеристиками в него необходимо вводить определенное количество природного или переработанного на электромассклассификаторе цеолитсодержащего сырья.

Для изучения процессов, протекающих в сырье в результате электромагнитной классификации, применялись различные методы анализа, в том числе электронный парамагнитный резонанс (ЭПР) и электронная микроскопия.

Спектры ЭПР исследуемых пород (рис. 2 и 3) записаны в стандартных условиях согласно методическим инструкциям. Линии ЭПР принадлежат парамагнитным ионам Fe^{3+} , Mn^{2+} , органическим радикалам. Пробы отличаются концентрацией указанных парамагнитных центров (ПМЦ), спектры от ионов Fe^{3+} также не идентичны, что зависит от минерального состава конкретных проб. Результаты представлены в табл. 3.

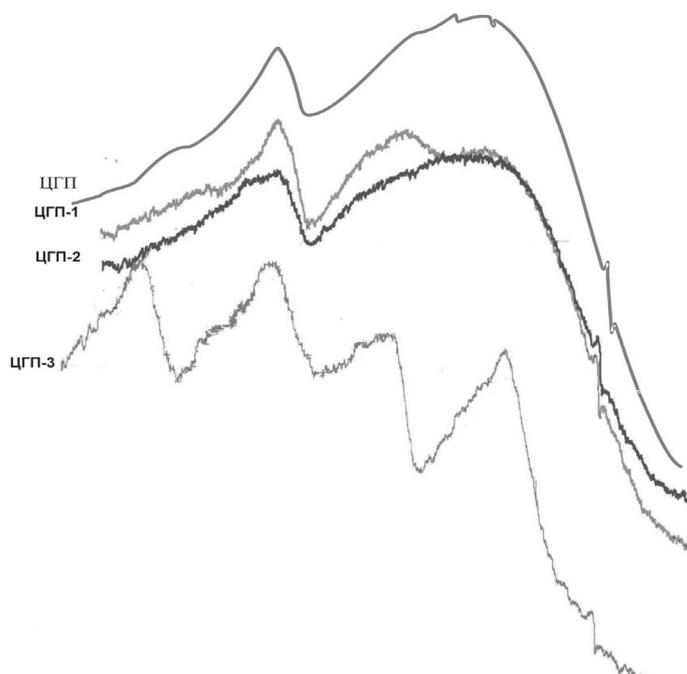


Рис. 2. Спектры ЭПР цеолитсодержащей глины (ЦГП – исходное сырье, ЦГП-1 – 1 фр. переработанного сырья, ЦГП-2 – 2 фр., ЦГП-3 – 3 фр.)

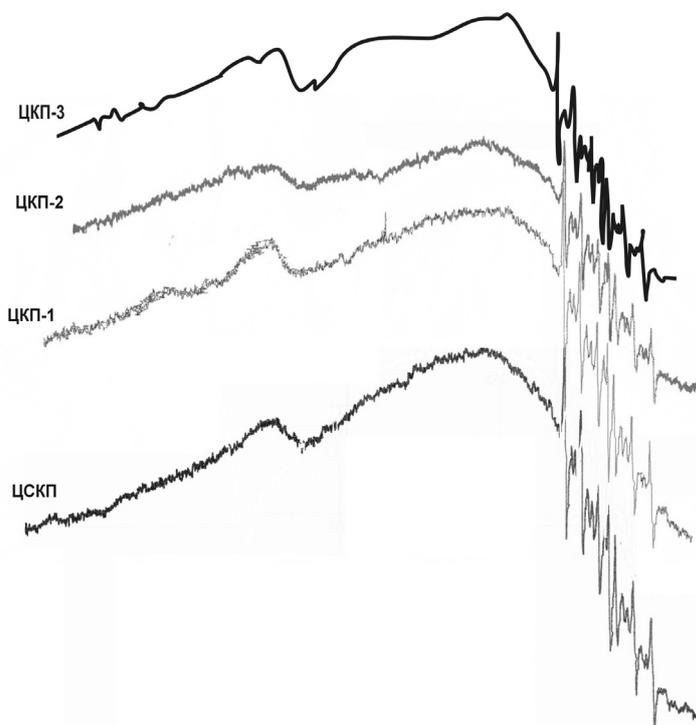


Рис. 3. Спектры ЭПР цеолитсодержащей кремнистой породы (ЦСКП – исходное сырье, ЦКП-1-1 фр. переработанного сырья, ЦКП-2-2 фр., ЦКП-3 – 3 фр.)

Положение линий спектра ЭПР определяется значением фактора спектроскопического расщепления, т.е. g-фактора. Для слоистых и каркасных алюмосиликатов (глинистые, кремнистые и цеолитовые породы) величина g-фактора для ионов Fe^{3+} находится в пределах 9,0-4,0. Широкие линии (до 1000 Гс) обязаны трехвалентному железу

в составе механических примесей – так называемому «кластерному или агрегатному железу» – это область значений g -фактора $\sim 2,0$. Изменение интенсивностей линий в результате механических и температурных воздействий может быть следствием процесса окисления двухвалентного железа. Наиболее характерна для структурного трехвалентного железа линия с $g = 4,2$. Из табл. 3 следует, что интенсивность линии Fe^{3+} для исследованных проб находится в пределах 38 – 115 условных единиц, что может служить своеобразной мерой содержания глинистого или кремнистого компонента в пробе. Минимальное содержание наблюдается в пробах цеолитсодержащих кремнистых пород ($g=38-45$ у.е.), максимальное – в пробах цеолитсодержащей глины (53-115 у.е.). Спектр пробы ЦСГ – 3фр. отличается от остальных наличием триплета линий (3 линии) в области $g=6,0-3,0$ и повышенным содержанием Fe^{3+} (значение g – фактора достигает 150 у.е.). Природа ПМЦ с триплетом линий требует уточнения.

Таблица 3

Результаты исследований цеолитсодержащего сырья методом ЭПР

Шифр пробы	g-фактор					Mn^{2+} , у.е.	Органические вещества, у.е.
	9,0	6,0	4,2 Fe^{3+} , у.е.	$><3,0$	2,0		
ЦСКП –исх.	3	-	40	-	140	77	85
ЦКП - 1фр.	5	20	40	-	125	68	82
ЦКП – 2фр.	-	22	38	35	150	77	82
ЦКП – 3фр.	10	20	45	50	131	65	77
ЦГП – исх.	5	15	53	21	159	-	30
ЦГП - 1фр.	-	31	78	70	266	-	49
ЦГП - 2фр.	-	38	85	76	313	-	47
ЦГП - 3фр.	115 триплет	115 триплет	150 триплет	380	-	53	

Анализ полученных спектров показал, что в результате электромагнитной классификации происходят следующие изменения в составе и структуре исследуемых пород. При обработке цеолитсодержащих глин заметно увеличивается количество (с 159 у.е. до 266-380 у.е.) агрегатного («примесного») железа. Причем, наибольшее его содержание отмечено в тонкодисперсной 3-ей фракции. Подобная закономерность наблюдается для трехвалентного железа и органических веществ. После электромагнитной классификации их количество также повышается. Интенсивность линий спектров органических веществ возрастает с 30 до 47-53 у.е., трехвалентного железа (линия с $g=4,2$) – с 53 до 78-115 у.е. Ионы марганца в глинах не обнаружены. Следовательно, в процессе переработки глин в электромагнитном классификаторе протекают физико-химические процессы, сопровождающиеся окислением двухвалентного железа до трехвалентного. Происходит также пофракционное перераспределение минеральных составляющих. Например, содержание монтмориллонитового компонента в полученных трех фракциях различной дисперсности отличается от содержания в исходном сырье. Причем, при обработке цеолитсодержащих кремнистых пород это различие более заметно. В наиболее мелкой фракции обоих видов сырья количество монтмориллонита составляет 51% (увеличилось на 2-4%). Соответственно, изменилось соотношение между основными породообразующими минералами: монтмориллонитом, кальцитом, цеолитом и опал-кристобалитом.

При электромагнитной классификации цеолитсодержащих кремнистых пород окислительные процессы наблюдаются в значительно меньшей степени. Количество «агрегатного» железа увеличилось только во 2-й фракции (интенсивность линий спектра возросла всего на 10 у.е. - с 140 до 150), трехвалентного железа – в третьей фракции (соответственно с 40 до 50 у.е.). Наблюдается некоторое снижение содержания органических веществ (с 85 до 77-82 у.е.) и двухвалентного марганца (с 77 до 65 – 68 у.е.). В исследуемых породах ионы Mn^{2+} изоморфно замещают ионы Ca^{2+} в структуре кальцита.

Об активации цеолитсодержащего сырья в результате электромагнитной классификации свидетельствуют и данные, полученные с помощью просвечивающей электронной микроскопии (ПЭМ). Исследования проводились на микроскопе - микроанализаторе марки ЭММА-4. Препараты готовились вытяжкой из водного раствора порошка, предварительно диспергированного в ультразвуковом диспергаторе УЗДН-2Н, нанесением капли на коллодиевую пленку-подложку и последующим напылением в вакуумной установке ВУП-4.

На рис. 4 и 5 представлены снимки исходных и обработанных в электромагнитном классификаторе образцов цеолитсодержащей глины и цеолитсодержащей кремнистой породы.

По данным ПЭМ исходная цеолитсодержащая глина состоит из следующих минералов: глинистой составляющей, опал-кристобалита, цеолита, слюды и кварца. Для нее характерна четкая форма полупрозрачных частиц (глинистого вещества) с загибами и заворотами по периметру, средний размер частиц составляет $\sim 1-2$ мкм.

В пробе «ЦГП-1фр.» глинистые минералы представлены темными (непрозрачными) образованиями неопределенной формы, размером более 0,3 мкм. Отдельные индивиды представляют собой чешуйки с загнутыми гранями, размером 0,2-0,6 мкм. Присутствуют брусковидный цеолит, аморфноподобная фаза ОКТ, осколочный кварц, редко – «ежистый» полевошпат, слюда.

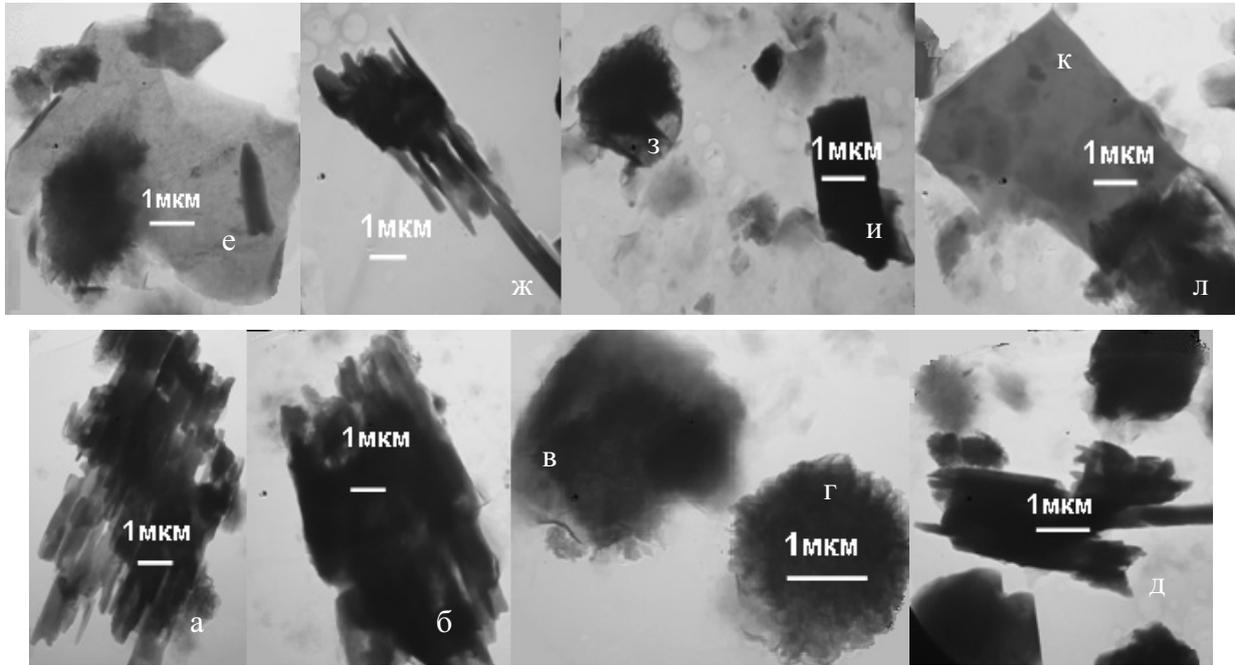


Рис. 4. Снимки исходной (*а, б* – комплексы сцементированных глинистым веществом брусков клиноптилолита, *в* – слюда, *з* – опал-кристобалит) и обработанной (фр. 1: *д* – по центру – сцементированные бруски клиноптилолита, вокруг глинистые минералы, *е* – глинистое вещество на фоне кристалла слюды; фр. 2: *ж, и* – бруски клиноптилолита, *з, л* – глинистый минерал, *к* – слюда) цеолитсодержащей глины

В тонкодисперсной фракции (проба «ЦГП-2фр.») имеются частицы различной конфигурации: пластинчато-брусковидные; изометричные, с закругленными контурами и в виде «ежа» с нечеткими границами, остроугольные. Толщина полупрозрачных частиц составляет менее 1 мкм, очень темных частиц – более 1 мкм (средний линейный размер составляет несколько микрометров). По габитусу частицы (кристаллы) относятся к минеральным типам: глинистому, цеолиту, ОКТ, кварцу (обломочному), слюде. Мелкие частицы кварца представлены размерами ~ 0,3-0,5 мкм. Отдельные агрегаты, сложенные из многих элементарных кристаллов, имеют размеры от 2 до 6 мкм. На снимке (рис. 4в) отчетливо видны следы деформации, пронизывающие пластинку слюды.

В цеолитсодержащей кремнистой породе присутствуют следующие минеральные фазы: ОКТ, глинистые, цеолит, кальцит, кварц, слюда. Своеобразные формирования из частиц в виде «протектора» и «раковин» аналогичны таковым в пробе «ЦСКП-1фр.» (кальцит в обоих пробах присутствует в заметном количестве). Композиция в виде «колеса» или «протектора» (рис. 5б) характерна для кокколитов – известковых микроскопических частиц (планктонных водорослей). В 1 фракции отмечено также наличие ОКТ-фазы, цеолита, глинистой составляющей, слюды, кварца.

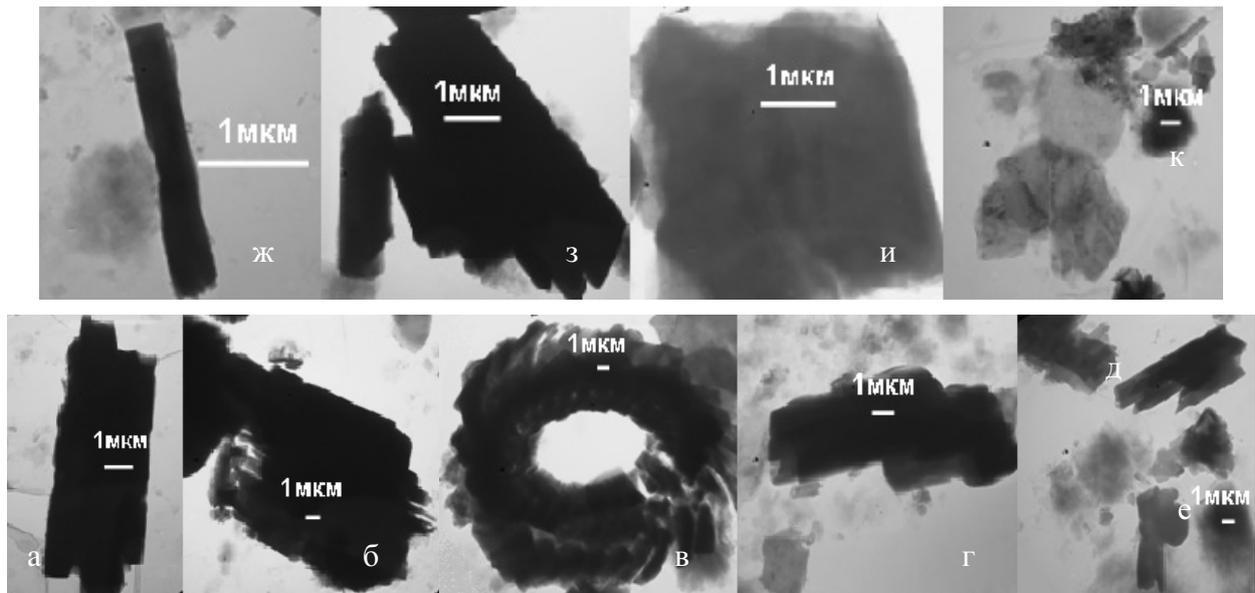


Рис. 5. Снимки исходной (*а, б* – бруски клиноптилолита) и обработанной (фр. 1: *в* – известковые остатки моллюсков (кокколитов), *з, д* – клиноптилолит, *е* – глинистые минералы; фр. 2: *ж* – отдельный и *з* – сцементированные бруски клиноптилолита, *и* – пластинки слюды, *к* – микроагрегат глинистого минерала среди частиц слюды) цеолитсодержащей кремнистой породы

В тонкодисперсной фракции ЦСКП полупрозрачные, ватообразные агрегаты размером до 5-6 мкм принадлежат ОКТ - минеральной фазе. Темные псевдоизометричные образования характерны для глинистой составляющей породы, темные, слегка расщепленные «бруски» размерами 1,2x5 и 1,2x12 мкм - для цеолита. Присутствуют отдельные прозрачные пластинки слюды размером 2-4 мкм. Чешуйки раковин (кальцита) образуют своеобразный узор. Самые мелкие угловатые частички отнесены к кристаллам кварца обломочного вида.

Таким образом, при обработке в ЭМК происходит измельчение, пофракционное перераспределение минеральных составляющих и избирательная активация минералов. Применение той или иной фракции активированного цеолитсодержащего сырья позволяет получать продукцию (например, керамические строительные материалы) с заданными свойствами. Причем, данное сырье может быть использовано в качестве основного сырья и как технологическая добавка в керамическую шихту. Прогнозировать свойства готовой продукции можно на стадии обработки сырья, используя зависимости физико-механических характеристик керамических материалов от значений показателей различных процессов, протекающих в породе при электромассклассификации. Таким показателем, например, для цеолитсодержащих глин, может быть количество трехвалентного железа. Для пород более сложного минерального состава, по-видимому, следует учитывать комплекс показателей (содержание Fe^{3+} , Mn^{2+} и др.). Дополнительные сведения могут быть получены при применении ПЭМ, что повысит вероятность прогноза качества керамической продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Корнилов А.В.* Нетрадиционные виды нерудного сырья для производства строительной керамики // Строительные материалы. 2005. № 2. С.50-51.
2. *Хатькова А.Н.* Комплекс минералого-аналитических исследований для оценки качества цеолитсодержащих пород и разработки технологий их обогащения // Матер. Первой Всерос. конф. по промышленным минералам: «Неметаллические полезные ископаемые России: современное состояние сырьевой базы и актуальные проблемы научных исследований». М., 2004. С. 147 – 160.
3. *Юсупов Т.С., Кириллова Е.А., Пантюкова Л.П. и др.* Расширение сырьевой базы промышленных минералов на основе обогащения нерудного сырья // Матер. Первой Всерос. конф. по промышленным минералам: «Неметаллические полезные ископаемые России: современное состояние сырьевой базы и актуальные проблемы научных исследований». М., 2004. С. 161 – 167.

ПОЛУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАТОВ И МОНОМИНЕРАЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ АНТРАКСОЛИТА ИЗ БИТУМОЛИТОВЫХ ПОРОД КАРЕЛИИ

Кевлич В.И., Филиппов М.М.

ИГ КарНЦ РАН, г. Петрозаводск

Введение

В Онежском синклинии на территории Республики Карелия среди вулканогенных, вулканогенно-осадочных и хемогенных пород широко распространены углеродсодержащие (шунгитоносные) породы. По генетическому типу органического вещества (ОВ) среди них выделены четыре группы: сапропелиты, сапробитумолиты, битумолиты и породы с переотложенным ОВ [11]. Благодаря уникальным свойствам, эти породы находят широкое применение в промышленности. Известны месторождения пород с высоким содержанием ОВ (шунгиты и максовиты): Максовское - 30,2 млн.т, Зажогинское – 4 млн.т, Калейское – 20 млн.т, Шуньгское – 2 млн.т. [7]. Разработаны технологии их применения в металлургии, строительстве, коммунальном хозяйстве, приборостроении, резинотехнической и лакокрасочной промышленности, они пригодны и как поделочный камень. К настоящему времени наименее исследованы битумолитовые породы, в которых шунгитовое вещество представлено высшими антраксолитами.

Высшие антраксолиты палеопротерозоя Карелии являются традиционным объектом исследования природных битумов, находящихся на предграфитовой стадии углефикации. Активно изучается их молекулярная и надмолекулярная структура (степень упорядоченности, дефекты, вакансии, другие структурные особенности), изотопный состав углерода, эволюция состава и свойств битумов при их углефикации. Антраксолиты привлекают исследователей своей «чистотой» (содержание углерода 94,92 - 98,35%), что существенно при изучении свойств шунгитового вещества (ШВ) пород; с другой стороны, они интересны сами по себе, поскольку форма их проявлений, соотношение с вмещающей средой позволяет выявить специфику миграции углеводородов и накопления природных битумов в палеопротерозойских отложениях.

По нашему мнению, современные тенденции развития практического применения шунгитоносных пород не в крупнотоннажном производстве, например, как заменителя кокса (не лучшего качества), а будут успешно реализовываться в новых технологиях получения конструкционных материалов,