

## ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ШАФИРКАНСКОЙ БЕНТОНИТОВОЙ ГЛИНЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ СОРБЕНТОВ

**Мухторова Нигора Бахрамовна, Алиев Боходир Абдуганиевич**

Ташкентский государственный технический университет

им.Ислама Каримова

**Сабиров Бахтиёр Тухтаевич**

Навоийское отделение Академии наук Республики Узбекистан

<https://doi.org/10.5281/zenodo.6790073>

**Аннотация.** Исследована химико-минералогический состав Шафирканской бентонитовой глины для получения сорбентов. Проведены микроскопические исследования проб бентонитовых глин при помощи оптического микроскопа МБС-10 в проходящем и поляризованном свете с установленной цифровой камерой с кратностью увеличения до 600 с. Исследование фазового состава проб бентонитовых глин Шафирканского месторождения проводили рентгенографическим методом анализа.

**Ключевые слова:** бентонитовая глина, бентонит, сорбция, фазовый состав, очистка сточных вод, сорбент.

## INVESTIGATION OF THE CHEMICAL AND MINERALOGICAL COMPOSITION OF SHAFIRKAN BENTONITE CLAY FOR THE PRODUCTION OF NEW SORBENTS

**Abstract.** The chemical and mineralogical composition of Shafirkan bentonite clay for the production of sorbents was studied. Microscopic studies of samples of bentonite clays were carried out using an MBS-10 optical microscope in transmitted and polarized light with an installed digital camera with a magnification factor of up to 600 s. The study of the phase composition of samples of bentonite clays of the Shafirkan deposit was carried out by the X-ray method of analysis.

**Keywords:** bentonite clay, bentonite, sorption, phase composition, wastewater treatment, sorbent.

## YANGI SORBENTLAR OLISH UCHUN SHOFIRKON BENTONIT GILINING KIMYOVIY-MINERALOGIK TARKIBINI O'RGANISH

**Annotatsiya.** Sorbentlar olish uchun Shofirkon bentonit gilining kimyoviy-mineralogik tarkibi o'rganildi. Bentonit gil namunalarining mikroskopik tadqiqotlari MBS-10 optik mikroskop yordamida uzatiladigan va qutblangan nurda 600 s gacha kattalashtirish koeffitsienti bilan o'rnatilgan raqamli kamera bilan amalga oshirildi. Shofirkon konining bentonit gillari namunalarining fazaviy tarkibini o'rganish rentgenologik tahlil usulida amalga oshirildi.

**Kalit so'zlar:** bentonit gil, bentonit, sorbsiya, faza tarkibi, oqava suvlarni tozalash, sorbent.

## ВВЕДЕНИЕ

В мире бентониты и их разновидности играют значительную роль в виде минеральной добавки, при разведении сельскохозяйственных животных и птицы, а также дезодорации помещений. Применение бентонитовых глин связано с их химическим составом, который включает в себя множество жизненно важных микро- и макроэлементов. Также, бентониты состоят от 20 до 25% из органических соединений: останки рыб, представителей морской фауны, кремне содержащих губок, растений. К физико-химическим свойствам бентонитовой глины относят: адсорбцию, ионообменность, дисперсность, каталитическую способность, которые активно влияют на

пищеварительную систему, стимулируют происходящие в ней процессы, способствуют оптимальному усвоению и всасыванию пищи, а также повышают окупаемость комбикорма. Bentonитовые глины являются экологически незагрязненными, природными минеральными добавками, содержащими необходимое количество минеральных элементов, и играют важное значение в жизнеспособности птицы.

Развитие отраслей промышленности и роста населения во всем мире обуславливают рационального использования природных, в том числе ограниченные объемы водных ресурсов. При этом широкое применение замкнутых систем водоснабжения способствуют экономлению воды в быту и в производстве. При очистке воды особое значение имеет использование доступных и дешевых природных адсорбентов. К таким природным адсорбентам относится бентонитовые глины, запасы которых в Республике Узбекистан имеются в достаточно больших количествах.

Следует отметить, что в целях достижения максимальных уровней очистки воды с применением сорбентов на основе бентонитовой глины требуется их активация и модифицирование. В свою очередь, для организации производства адсорбентов в промышленном масштабе требуется проведение целенаправленных исследований и разработки новых и высокоэффективных технологий по комплексной переработке бентонитовых глин исходя из их химико-минералогического состава, структуры и сорбционных свойств, и дальнейшего их места применения.

Во всем мире большое значение придается вопросам рационального использования природных ресурсов, особенно водных и земельных ресурсов. Постоянная тенденция роста водопотребления и водопользования диктует осуществления мер, направленных на экономление и рационального усовершенствования системы управления и использования водных ресурсов. В современном этапе развития общества и производства водные ресурсы играют очень важную роль как основного источника энергии, носителя энергии, основного сырьевого компонента, средства очистки и др. свойственные ей функции. Внедрение замкнутых систем водоснабжения в производственных и технологических процессах, исследование и разработка новых и высокоэффективных технологий очистки сточных вод диктует о применении новых подходов к решению технических задач и поиска различных способов и источников очистки сточных вод. В связи с этим возникает необходимость решения нижеследующих научных решений по исследованию процесса очистки сточных вод различных производств, рассмотрения новых адсорбирующих материалов на основе доступного и экологически чистого природного сырья, обеспечивающей максимальной и эффективной степени очистки сточных вод от загрязняющих веществ.

#### **МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

В республике осуществляются широкомасштабные мероприятия по охраны природы, рационального природопользования и водопользования, экономия водных ресурсов, внедрения новых технологий в орошении сельхоз культур в сельском хозяйстве и замкнутых систем водоснабжения в производственно-технологических процессах отраслей промышленности. В этом плане, приобретает особое значение исследование процессов очистки сточных вод от загрязняющих веществ и токсичных компонентов, создание новых адсорбирующих материалов для очистки сточных вод из местного доступного сырья.

В литературных источниках широко освещены вопросы, посвященные физико-химического исследования процессов очистки сточных вод, разработке составов и технологий получения новых видов адсорбентов для очистки сточных вод на основе доступных минерально-сырьевых и вторичных материалов, а также усовершенствованию улучшению их адсорбирующих и других функциональных свойств. Целью исследования является разработка технологии получения новых видов сорбирующих материалов на

основе ранее не использованных минеральных ресурсов и исследование процессов очистки промышленных сточных вод. Объектами исследования являются пробы бентонитовых глин Шафрианского месторождения.

Геологами на территории Узбекистана установлены почти 200 месторождений и проявлений бентонитовых и бентонитоподобных глин, общий объем запасов которых превышает 2 млрд. тн.

До конца XX века минерально-сырьевая база бентонитоподобных глин Узбекистана была известна как источник доступного сырья в основном при получении бентонитовых глинопорошков для буровых растворов, формовочных смесей в литейном производстве, в производстве керамзита, частично пластифицирующей добавки в керамические массы.

В литературе имеются очень обширная информация, освещающая результаты комплексных исследований бентонитовых глин различных месторождений Узбекистана, проведенных в научных школах К.С.Ахмедова, А.А.Агзамходжаева, Н.А.Сиражиддинова, М.З.Закирова, К.К.Курбанниязова, А.И.Глушечковой, Э.А.Арипова, Г.У.Рахматкариева, С.С.Хамраева, С.З.Муминова, Ф.Л.Глекель, А.П.Иркаходжаевой, И.А.Азимова, А.М.Эминова, С.З.Муминова, У.К.Ахмедова, З.Р.Кадыровой, Г.Р.Нарметовой, С.Н.Аминова, М.Мирсаидова, Х.Ч.Чинникулова, А.У.Мирзаева, Д.С.Салихановой, Б.Т.Сабилова и др.

Геологами на территории Узбекистана установлены почти 200 месторождений и проявлений бентонитовых и бентонитоподобных глин, общий объем запасов которых превышает 2 млрд. тн.

Азкамарское месторождение бентонитовой глины находится в 12 км к юго-востоку от железнодорожной станции «Кызылтепа» в Навоийской области [1-4]. Согласно представленным данным Госкомгеологии РУз по состоянию на 01.01.2017 г. объемы запасов по категории В+С<sub>1</sub> составляет 2778,9 тыс. тн. Добыча осуществляется в основном для производства керамзита и для нужд металлургии.

Навбахорское месторождение, которое расположено на расстоянии 35 км к северу от г. Навои, открыто геологами в 1998 г. [4,5]. Состояние запасов бентонитовых глин по категории В+С<sub>1</sub> составляет 3520,4 тыс. тн, а по категории С<sub>2</sub> - 3340,9 тыс. тн. Самой отличительной особенностью данного месторождения бентонитовых глин является наличие в ней сразу три вида сырья: палыгорскита, щелочного и щелочноземельного бентонитов. Несколько марок продукции после переработки сырья поставляется для приготовления буровых растворов для нужд нефтегазовой отрасли республики.

Тамдытауское месторождение бентонитовых глин Навоийской области находится в 23 км к юго-востоку от г.Зарафшан и имеет запасов в объеме 1450 тыс.тн, которое пригодно для приготовления буровых растворов. Месторождение в настоящее время находится на балансе Центрального рудоуправления Навоийского горно-металлургического комбината.

Касантауские участки бентонитовых глин расположены в Кашкадарьинской области с объемом запасов 50,3 тыс.тн, которая разрабатывается ООО «Нефтегазминерал». В данном участке также находится бентонитовое сырье в объеме 1666,7 тыс. тн, которое в настоящее время не разрабатывается. ООО «Косон олтин кум» занимается добычей и переработкой с последующим производством бентопорошка для нужд отраслевых предприятий Узнефтегаза.

В Джаркурганском районе Сурхандарьинской области находится месторождение Хаудаг, где запасы бентонитового сырья в объеме 1091 тыс. тн., которое разрабатываются ТПП «MS-MARJON» для обеспечения потребности фермерских хозяйств своей продукцией качестве агротрудного сырья и других направлений потребления.

Относительно недавно открытое месторождение бентонитовых глин вблизи кишлака Логон находится около 25 км к юго-востоку от города Ферганы, где геологами объемы глинистого сырья установлены более 10 млн. тонн. Добыча и переработка бентонитовых глин в месторождении Логон осуществляется для обеспечения нужд строительства крупного гидротехнического сооружения в Ферганской долине.

Как объекты исследований представляет большой интерес ранее не исследованные для очистки промышленных сточных вод бентонитовые глины Шафirkanского района Бухарской области. Поэтому изучение их химико-минералогического состава, основных сорбирующих свойств, разработка способов химической активации и модификации, представляет особый интерес. Результаты химического анализа (таблица) показывают, что по химическому составу и содержанию некоторых элементов пробы бентонитов Шафirkanского района отличаются друг от друга. Из таблицы 1 видно, что по содержанию кремнезема все исследуемые пробы близки и оно колеблется от 43,72 масс.% до 59,24 масс.%. Из-за запесоченности проба-3 и проба-4 имеют высокое содержание кремнезема ( $\text{SiO}_2$ ), содержание которого при механическом обогащении значительно уменьшается. А содержание оксида алюминия находится в диапазоне 12,87-18,08%.

Таблица 1

Химический состав проб бентонитовых глин Шафirkanского района

Обозначение проб бентонита	Содержание оксидов, масс.%									
	$\text{SiO}_2$	$\text{TiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{MgO}$	$\text{CaO}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	ппп
Проба-1	57,65	0,87	13,69	5,77	1,81	3,08	1,12	1,72	2,59	11,21
Проба-	43,72	0,54	12,87	4,17	4,74	7,29	2,43	1,86	3,23	19,01
Проба-3	59,24	0,99	15,53	6,09	1,71	1,96	1,49	1,87	0,14	10,86
Проба-4	58,02	0,85	18,08	5,693	1,71	0,84	2,04	3,85	0,11	8,56

По данным из таблицы 1 видно, что содержание  $\text{CaO}$  во всех исследуемых пробах колеблется от 0,84 до 7,29 масс.%. Для бентонитовых глин особое значение имеет содержание щелочных оксидов, по этому самым качественным по своим физико-химическим свойствам является натриевые бентониты. Количество  $\text{Na}_2\text{O}$  также имеет тенденцию изменения, так в пробе-1 – 1,12%, в пробе-4 его содержание доходит от 2,04 масс.%.



а)



б)

Рис. 1. Снимок скола (а) и глинопорошка (б) Шафirkanского месторождения (увеличение  $\times 600$ )

Микроскопические исследования проб бентонитовых глин проводились при помощи оптического микроскопа МБС-10 в проходящем и поляризованном свете с установленной цифровой камерой с кратностью увеличения до 600 с. С помощью этого метода можно определить внешний вид, форму, размеры, наличие анизотропии, пор, дефектов, степень набухания и др.



Как видно из микрофотографий (рисунок), на сколах пород, бентонитовых глин обнаружены крупные жилистые включения соединений железа и кварца, а также незначительные включения гипса в виде кристаллов двуводного гипса. В глинопорошках наблюдается равномерное распределение этих вышеуказанных включений.

Исследование фазового состава проб бентонитовых глин Шафирканского месторождения проводили рентгенографическим методом анализа. Дифракционные картины были получены по методу порошка на установке ДРОН-4,0 на  $\text{CuK}\alpha$ - и  $\text{CoK}\alpha$  излучении, Ni – фильтром. Для более точного определения содержания монтмориллонита в исследуемых бентонитовых глинах проводили рентгенофазовый анализ проб, подвергнутых воздушной сушке, термообработке при 580-600°C, а также насыщению глицерином.

В образцах, подвергнутых воздушной сушке ширина базальных линий рентгенограмм увеличиваются и более отчетливо проявляются линии бейделлита  $d=0,725$  и  $0,359$  нм, а также линии палыгорскита  $d=1,05$  нм. Насыщение глицерином и нагревание до 580-600°C приводит к смещению базальных линий в сторону меньших углов от  $d=1,025$ ;  $0,263$  нм до  $d=1,426$ ;  $0,180$  нм

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Исходя из общепринятой методики исследования глин для уточнения наличия монтмориллонита были сняты рентгенограммы образцов бентонита в воздушно-сухом состоянии, при нагревании 330°C и насыщении глицерином и при термообработке при 580°C. Из литературы известно, что при насыщении глицерином рентгеновские эффекты монтмориллонита смещаются в сторону меньших углов. Термообработка при температуре 580°C необходима для различия монтмориллонита от других глинистых минералов, таких как хлорит, вермикулит и др.

На рентгенограммах (рис.2.3.) в пробах воздушно-сухой обработки видны отчетливые линии бейделлита  $d=0,714$ ;  $0,356$  нм, монтмориллонита  $d=0,498$ ;  $0,32$  нм и палыгорскита  $d=1,005$  нм насыщение глицерином и прокалка при 580°C не влияет на сдвиг базальных линий. На рентгенограммах (рис. 3.9-3.12) нескольких проб Шафирканского проявления (пробы № 7, 10, 12 и 14) наблюдаются отчетливые линии соответствующие монтмориллониту  $d=1,439$ ;  $0,448$ ;  $0,31$ ;  $0,260$ ;  $0,257$ ;  $0,246$ ;  $0,224$ ;  $0,199$  и  $0,167$  нм, линии соответствующие высокоглиноземистой форме монтмориллонита – бейделлиту  $d=1,053$ ;  $0,763$ ;  $0,356$ ;  $0,169$  нм. также наблюдаются линии иллита  $d=0,448$ ;  $0,380$ , которые накладываются с линиями монтмориллонита. Во всех пробах Шафирканского монтмориллонита, как и в других, наблюдаются примеси кварца, выраженные его характерными линиями  $d=0,427$ ;  $0,335$ ;  $0,181$  и др.

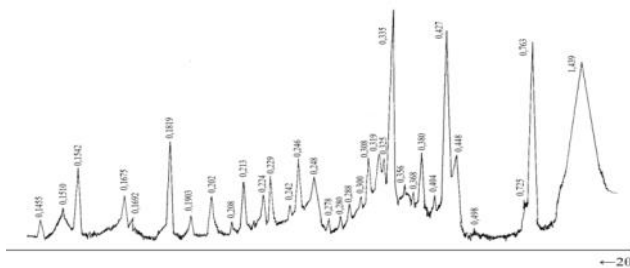


Рис.2. Рентгенограмма пробы № 1 бентонита Шафирканского месторождения

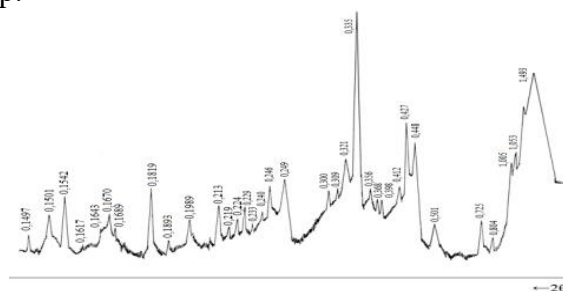


Рис.3. Рентгенограмма пробы № 2 бентонита Шафирканского месторождения

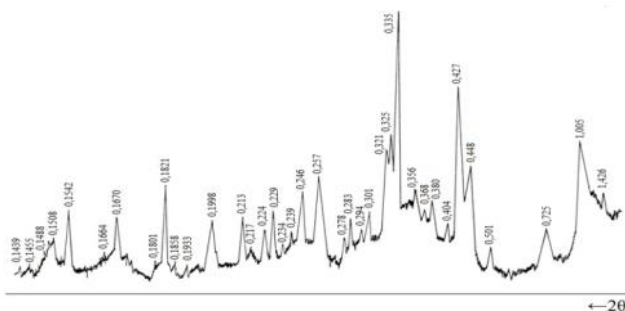


Рис.4. Рентгенограмма пробы № 3  
бентонита  
Шафирканского месторождения

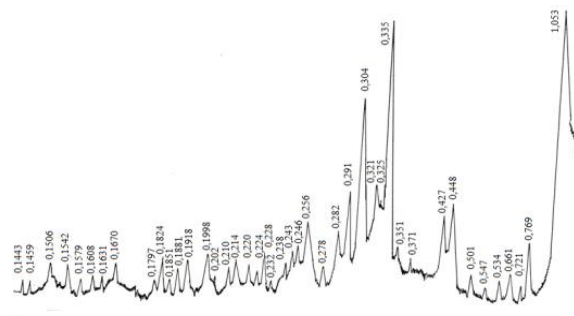


Рис.5. Рентгенограмма пробы № 4  
бентонита  
Шафирканского месторождения

Исследование воздушно-сухих, насыщенных глицерином и прокаленных проб показал, что заметный сдвиг в сторону малых углов (рис.2-5). Так во всех пробах при насыщении глицерином базальные линии 1,439 нм сдвигаются до 1,84 нм, при прокаленных пробах уменьшаются до 0,994 нм вследствие уплотнения слоев (рис.6-9).

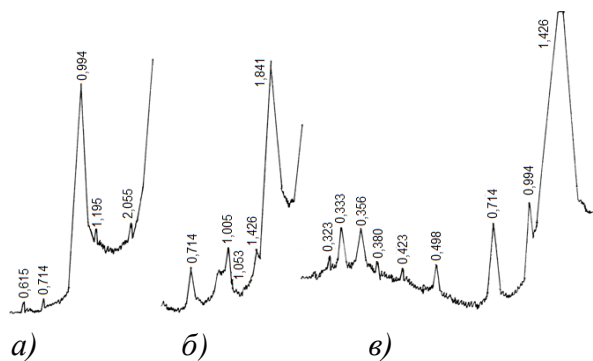


Рис.6. Рентгенограмма пробы № 1  
бentonитовой глины Шафирканского  
месторождения, подвергнутых  
термообработке при 580-600°C (а),  
насыщению глицерином (б), воздушной  
сушке (в)

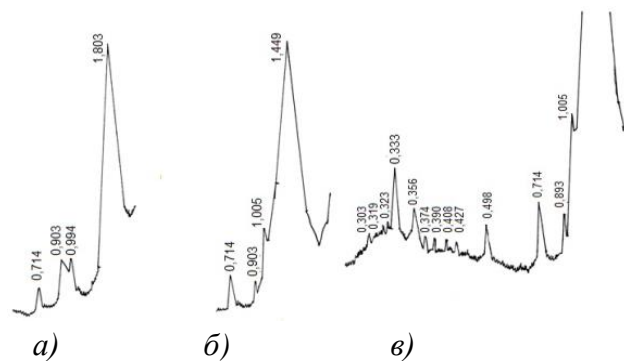


Рис.7. Рентгенограмма пробы № 2  
бentonитовой глины Шафирканского  
месторождения, подвергнутых  
термообработке при 580-600°C (а),  
насыщению глицерином (б), воздушной  
сушке (в)

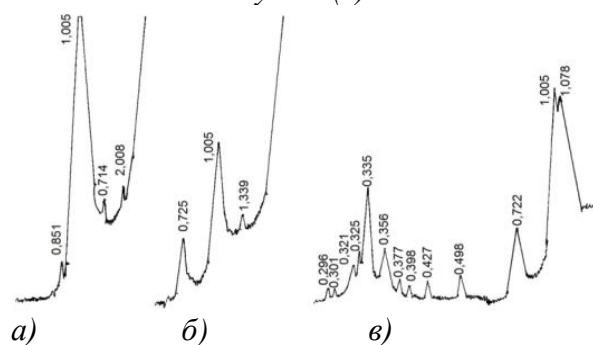


Рис.8. Рентгенограмма пробы № 3  
бentonитовой глины Шафирканского  
месторождения, подвергнутых  
термообработке при 580-600°C (а),  
насыщению глицерином (б), воздушной  
сушке (в)

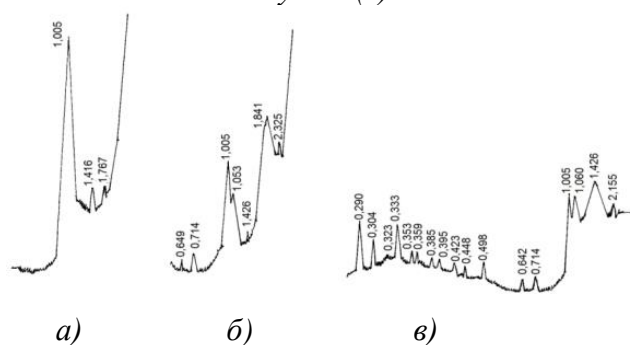


Рис.9. Рентгенограмма пробы № 4  
бentonитовой глины Шафирканского  
месторождения, подвергнутых  
термообработке при 580-600°C (а),  
насыщению глицерином (б), воздушной  
сушке (в)

## ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты вполне согласуются с литературными данными ранее проведенных исследований и подтверждают наличие значительного количества монтмориллонита в исследуемых пробах. Рентгенограммы воздушно-сухих проб не показывают изменения или сдвиги в рентгенограммах (рис.2-4). Рентгенограммы проб насыщенных глицерином показывает сдвиг характерных линий сторону больших углов от 1,524 нм до 1,841 нм подтверждающий наличие монтмориллонита (рис.6-9).

При исследовании минералогического состава глинистых материалов наиболее эффективным методом также является дифференциально-термический анализ [6,7].

Кривые ДТА проб бентонитовых глин Шафирканского проявления (рис.10-13) в начальной стадии нагревания на кривых ДТА при 100-140°C наблюдается первый эндоэффект соответствующий потери гигроскопической и межслоевой воды.

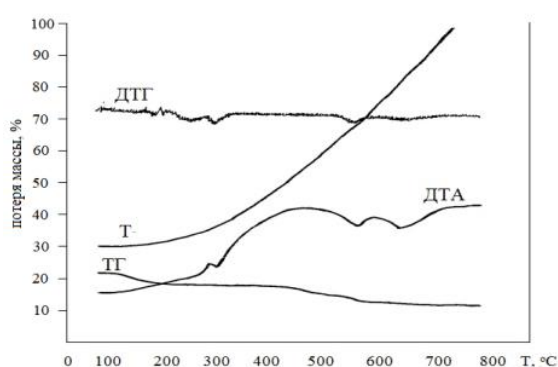


Рис.10 Кривые ДТА пробы № 1 бентонита Шафирканского месторождения

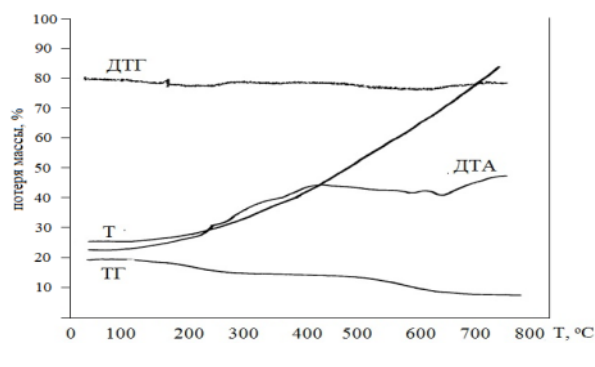


Рис.11. Кривые ДТА пробы № 12 бентонита Шафирканского месторождения

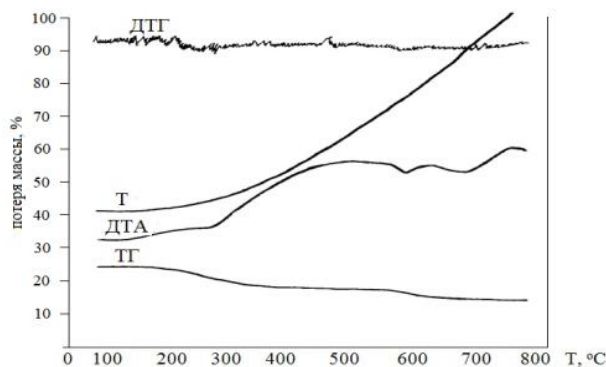


Рис.12. Кривые ДТА пробы № 3 бентонита Шафирканского месторождения

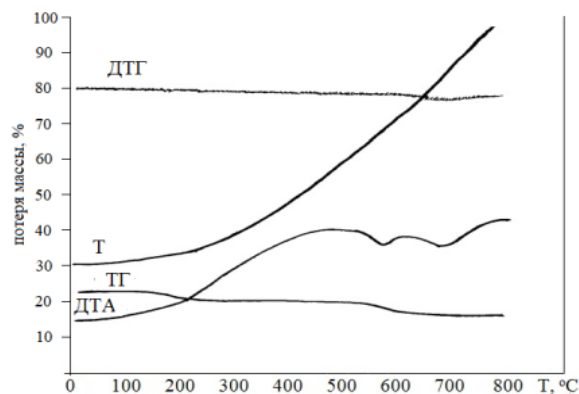


Рис.13. Кривые ДТА пробы № 4 бентонита Шафирканского месторождения

Также наблюдается второй и третий эндоэффект при температурах 500-540°C и 660-740°C. Эндоэффект при 500-540°C можно отнести процессу разложения гидроксильных групп, находящихся в структуре бентонитовой глины Шафирканского проявления. Третий ярко выраженный эндоэффект 660-740°C также можно отнести процессам разрушения кристаллической решетки структуры глины Шафирканского проявления.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, проведенные исследования проб бентонитовых глин Шафирканского месторождения, отобранных из разных участков, с использованием химического, оптического, электронно-микроскопического, рентгенофазового и дифференциально-термического методов анализа показал наличие в их составе в значительном количестве минералов группы смектита - монтмориллонита, бейделита, иллита и др. разновидностей монтмориллонита, что свидетельствует, что они по химико-минералогическому составу относятся к классу бентонитовых глин.

### *Список использованных источников*

1. Арипов Э.А, Закиров М.З., Ахмедов К.С. Монтмориллонит-гидроslюдистые глины Узбекистана. ФАН,-1976,-136 с.
  2. Закиров М.З., Либензон Е.С., Арипов Э.А., Галимов Р.З., Мирсаидов М.М., Асанова А.П. Керменинское месторождение опокovidных глин. В сб. Опокovidные глины Кермене. ФАН,-1970,- с.4-34.
  3. Sabirov B.T., Javloniy S., Kadirova Z.R., Usmanov H.L. Prospects and problems of industrial use of bentonite clays of the Zerafshan region Prospects and problems of industrial use of bentonite clays of the Zerafshan region. Proceeding of the International conference on “Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects”. Uzbekistan, Navoi.-2017.-p.197-202.
  4. Сабиpов Б.Т. Определение коэффициента набухания бентонитовых глин Южных областей Узбекистана. «Кимё ва озиқ-овқат саноатлари ҳамда нефт-газ қайта ишлашинг инновацион технологияларини долзарб муаммолари» Республика илмий-техника анжуманининг мақолалар тўплами. Тошкент кимё-технология институти, Т.: -2011.-С.193-194.
  5. Мирзаев А.У., Чиникулов Х. Новое месторождение бентонитовых глин Навбахор. Ж. Геология и минеральные ресурсы.-1999.-№5.-с.23-30.
  6. Сабиpов Б.Т., Намазов Ш.С., Кадырова З.Р. Определение коэффициента фильтрации гидроизоляционных композиций на основе бентонитовых глин. Узбекский научно-технический и производственный журнал «Композиционные материалы», Ташкент.-2019.-№2.-С.131-134.
- Кариев А.Р., Джамолов А.А., Комилов Д.К. Бентониты, их использование в народном хозяйстве. // Рекламно-информационный буклет /. – Душанбе, 1997