



УДК 666.622.7.553.530

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И ИССЛЕДОВАНИЯ БАЗАЛЬТОВ
«АЙДАРКУЛЬ»****Бозоров Отабек Нашвандович**

к.т.н., проф.

Экономико-педагогический университет

Худайбердиев Илхом

ассистент преподавателя

Экономико-педагогический университет

Maqolada «Aydarko‘l» koni bazalti kimyoviy tarkibining tahliliy natijalari keltirilgan bo‘lib, undagi SiO₂ miqdorining ko‘pligi bazaltning suyuqlanishi uchun yuqori harorat zarurligi qayd etilgan. Bu bazaltdan ishqor bardosh mahsulotlar olish texnologiyasini ishlab chiqilishi haqidagi g‘oyalar ilgari suriladi. Tadqiqotlar natijasida «Aydarko‘l» konidan olingan bazaltlardan turli muhitga chidamli, shuningdek issiqlik izolyator materiallarini ishlab chiqarish uchun juda yaroqli ekanligi haqida ma’lumotlar berilgan.

Kalit so'zlar: kaolin, shamot, qoliplash, quritish, yoqish, magniy, natriy, kremniy, temir, alyuminiy, kaltsiy.

В статье представлены результаты анализа химического состава базальта месторождения «Айдаркуль» и отмечено, что большое количество SiO₂ в нем требует высокой температуры плавления породы. Высказаны идеи о разработке технологии получения щелочестойких изделий из этого базальта. В результате исследований была получена информация, что базальты, полученные на месторождении «Айдаркуль», устойчивы к воздействию различных сред, а также очень пригодны для производства теплоизоляционных материалов.

Ключевые слова: каолин, шамота, формования, сушка, обжиг, магний, натрий, кремний, железо, алюминий, кальций.

The article presents the results of an analysis of the chemical composition of basalt from the Aidarkul deposit and notes that a large amount of SiO₂ in it requires a high melting temperature of the rock. Ideas have been expressed about developing a technology for producing alkali-resistant products from this basalt. As a result of the research, information was obtained that the basalts obtained at the Aydarkul deposit are resistant to various environments, and are also very suitable for the production of thermal insulation materials.

Key words: kaolin, fireclay, molding, drying, firing, magnesium, sodium, silicon, iron, aluminum, calcium.

Проведенный нами совместный общий анализ химического состава базальтов месторождение «Айдаркуль» в Центральной научно-исследовательской лаборатории ГП НГМК показали, что в составе в этих базальтах содержание SiO₂ достигает до 57,1 %. Высокое содержание SiO₂ в базальтах «Айдаркуль» способствует увеличению температуры плавления породы и повышению технологических затрат. Поэтому, для производства

продукции литьевым способом, базальты данного месторождения являются малоэффективными. Последнее подтверждается остановкой отработки базальтового сырья и отказ от использования данной породы «Айдаркуль» из-за дороговизны методов плавильных операций.

Выдвигается идея об использовании смеси местных минеральных сырьевых материалов для разработки технологии щелочестойких



материалов, предназначенных для облицовки внутренней лицевой поверхности маломощных металлоплавильных печей без использования плавильных операций.

По существующей стандартной технологии базальты обычно размалывают на лабораторных помольных бегунах. Измельченные сырьевые материалы просеивают на вибрационной сите, отсеивается в бегунах и частично в шаровой мельнице для получения тонкой фракции. После дозировки смешивание компонентов огнеупорной добавки: каолина и шамота проводят в смесительных бегунах и лабораторных шаровых мельницах. При этом формованные образцы высушивают на воздухе и в сушильном шкафу при 100-110 °С. В исследованиях использовались мини агрегаты: для дробления - ДШ06, для измельчения-МДШ и сита с размером отверстия-0,40-0,074 мм. В эксперименте в качестве сырья: использовались базальт-10, каолин-10 и шамот 10 (kg).[1,2].

Каждый минерал подвергается переработке в отдельности. Они в начале дробились, а затем

измельчались. После чего подвергали грохочению с промывкой, сушке и смешиванию, изготовлению мокрой густой массы, формованию, сушке и обжигу.

Выявлено, что химический состав базальтовых пород месторождений Айдаркуль имеет отличительные признаки по сравнению с данными базальтов других месторождений Узбекистана. Окончательный результат химического анализа был получен после проведения экспериментального исследования спектрального анализа базальтовой горной породы «Айдаркуль». Исследование показало, что в составе базальтов месторождения «Айдаркуль» обнаружен оливин в пределах 13,7÷18,7 %, пироксен в пределах 19,3÷23 % и плагиоклаз - 34,6÷54%. Основными составляющими базальтов являются: SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O. Для химического анализа был выбран 15 проб. Экспериментальное исследование проводилось в лабораторных условиях ЦНИЛ ГП НГМК, при участии диссертанта. Результаты исследования всех образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1.

Химический состав базальтов месторождения «Айдаркуль»

№ пробы	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O	Прочие	
													Содержание < 1%	шламы
1	49,7	1,9	9,05	9,67	3,8	5,6	3,4	0,11	4,23	0,05	0,08	1,01	3,1	8,3
2	50,3	2,5	11,2	7,8	2,8	4,9	4,0	0,11	3,3	0,09	0,05	1,1	2,9	8,6
3	52,9	2,1	10,2	10,8	2,65	5,9	3,9	0,14	4,3	0,01	0,02	1,09	1,11	4,88
4	47,7	1,98	7,2	8,89	2,75	4,6	3,87	0,11	2,3	0,05	0,08	1,04	8,17	11,26
5	57,1	1,9	9,67	11,18	2,53	5,6	3,9	0,14	3,11	0,16	0,05	1,02	0,87	2,77
6	56,8	1,77	10,9	7,95	2,69	6,9	3,87	0,1	4,13	0,033	0,02	1,03	0,73	3,07
7	55,9	2,5	8,27	10,45	3,44	6,55	3,9	0,17	4,53	0,05	0,01	1,01	0,53	2,69
8	54,44	2,44	9,43	9,9	2,81	6,6	4,9	0,14	3,31	0,001	0,02	1,01	0,71	4,19
9	53,9	1,79	7,2	9,87	3,0	4,6	2,9	0,14	3,3	0,03	0,08	1,1	2,12	9,97
10	47,7	2,2	11,1	10,12	3,2	4,65	2,3,0	0,13	3,13	0,06	0,04	0,98	6,63	10,06
11	53,21	2,27	8,28	9,76	3,4	4,6	2,9	0,15	2,86	0,16	0,06	1,05	5,71	5,59
12	54,4	1,9	11,2	6,8	3,0	4,66	2,97	0,15	2,89	0,11	0,05	1,07	4,16	6,45
13	52,9	2,45	9,07	7,89	3,5	5,6	3,0	0,21	3,53	0,15	0,21	1,07	7,7	10,94
14	43,71	1,91	10,07	10,28	3,1	4,76	2,9	0,13	3,23	0,18	0,06	1,03	4,11	5,05
15	51,9	2,2	10,72	9,7	2,9	5,3	3,4	0,14	3,34	0,19	0,03	1,02	5,64	4,6
Σ	52,1	2,1	9,5	9,4	3,0	5,3	3,4	0,13	3,4	0,08	0,04	1,04	3,81	6,56

Показанные в таблице 1. результаты спектрального анализа представляют обнаруженные в базальтах «Айдаркуль» 24 химических элементов. Из этих породообразующими являются-магний и натрий, кремний, железо, алюминий, кальций, остальные химические элементы в породе составляют незначительное количество.

Для определения изменений неорганических веществ в базальтах был использован метод ИК-спектрии, который позволил выяснить состояние структурных

особенностей базальтовой породы и составляющие материалы. На рисунке 1. представлены снимки ИК-спектрии образца базальта месторождения Айдаркуль.

Высокое разрешение спектрометра Nicolet 6700 (США) позволило наблюдать полосы поглощения, вызванные изменением дипольного момента молекулы при вращении или колебании составляющих ее атомов, изотопным замещением в молекуле, ее симметрией и количеством электронов на внешних оболочках

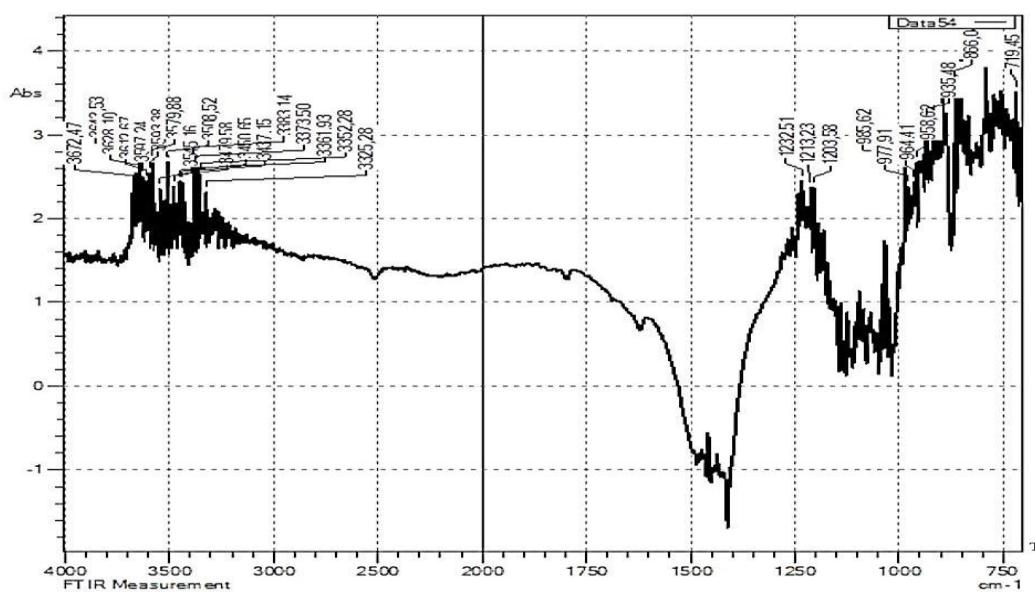


Рис. 1. ИК-спектры базальтов месторождения «Айдаркуль»

Из рисунка видно, что полоса поглощения $737,0 \text{ см}^{-1}$ относится к деформационным колебаниям связи Si-O-Si, а $474,1 \text{ см}^{-1}$ - к колебаниям кремнекислородного тетраэдра. Анализ ИК-спектров продукта плавления базальта позволяет сделать вывод, что оксид алюминия достраивает полимерную тетраэдрическую сетку кремнекислородного полианиона и представлен в виде $[\text{AlO}_4]^{5-}$. В исследуемом материале оксид железа, так же как и алюминий, пытается достраивать кремнекислородный каркас вследствие нехватки оксида кремния, в этом случае в большей степени оксид

железа находится в тетраэдрической координации $[\text{Fe}^{2+}\text{O}_4/2]$. Минералогический состав базальтов месторождения «Айдаркуль» содержит: оливин в пределах $13,7 \div 18,7 \%$, пироксен в пределах $19,3 \div 23 \%$ и плагиоклаз $34,6 \div 54 \%$. В исследованных образцах базальтовой породы месторождения «Айдаркуль» не были обнаружены такие химические элементы, как Zn, Cd, Ag, Bi, Ge, Ti, Sb, W, Sn, In, As и P. В составе базальтов содержание оксида кремния достигает до 63% , не обнаружены такие химические элементы, как Yb, Li, I и не было выявлено содержание Yb и I и т.д.

В целом анализ показал, что переработка базальтов «Айдаркуль» путем плавления является трудоёмким и энергоёмким процессом, имеющим высокие технологические затраты.

Установлено, что многоокисдность состава базальтовых пород обусловлено силами связи между кислородом и химическими элементами металлов, которые образуют жесткую кристаллическую решетку. Особенно выделяются связи между кислородом и такими элементами, как Al, Fe, Mg, K, N, Ti и Si.

Таким образом, связь кислорода, с элементами металлов приводит к образованию соответствующих оксидов, которые и составляют основу силикатного базальта в целом. В такой цельной структуре важную роль играет кремнекислородная связь, так как основная часть базальта состоит из оксида SiO₂.

Исследование процесса термического воздействия на базальты, где происходит превращение базальтовой породы, сняты дериватограммы, представленные на рисунках и таблицах 2 и. 3В данном исследовании использован прибор RLabsysEvo-1A Setaram, где температура нагрева достигает от 50 °С до 1200 °С. При этом скорость нагрева-5 °С/ min.

На основании полученных результатов исследования по дериватограмме, образцы подвергали термической обработке при температуре до 100 °С. Изучены проявления эндотермического эффекта процесса термолитиза, которые появляются при температуре 80÷240 °С. Они показывают разложение глинистых примесей или удаление гигроскопические воды, содержащиеся в породах.

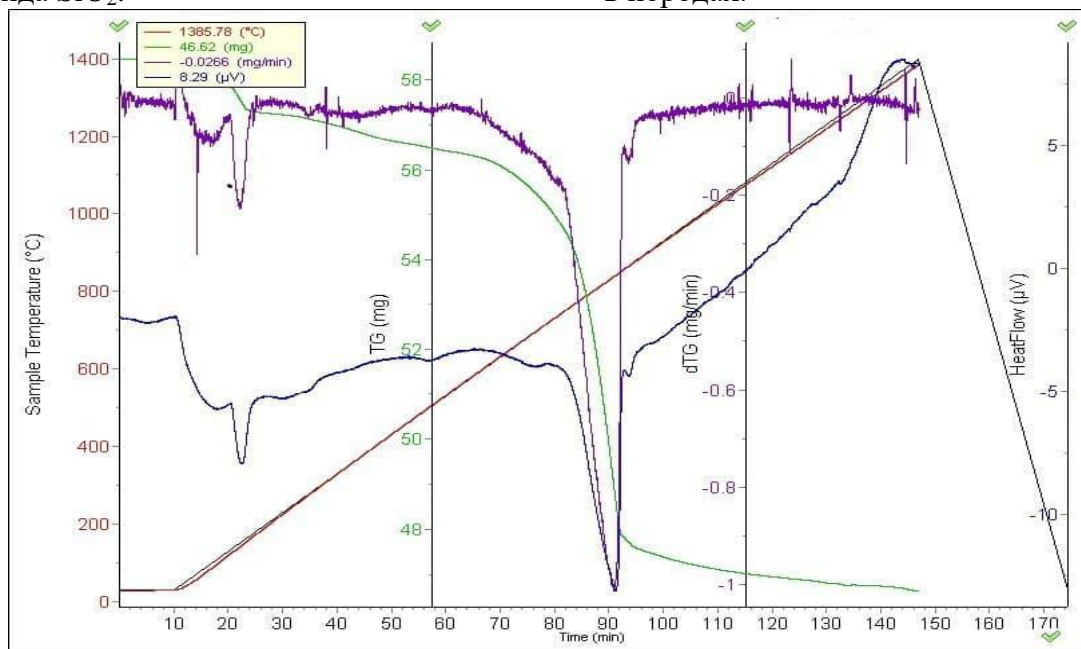


Рис. 2. Дериватограмма результатов термической обработки образцов базальтов «Айдаркуль»

В дальнейшем, при температуре 520 °С наблюдается ослабление эффектов и увеличение на незначительную величину массы, что соответствует взаимопревращению составной части базальтов. Исследование процесса термического воздействия на базальты, где

происходит превращение базальтовой породы выражены через дериватограммы.

Анализ кривой ДТГА, показывает, что кривая состоит в основном из двух сигмоидов, которые происходят в две стадии. Первая стадия происходит в интервале температур от 150 °С до 700



°С, при этом потеря массы составляет 11,46 %, вторая стадия происходит в интервале температур от 750 °С до 1200 °С, при этом потеря массы составляет 23,7 %. При нагревании до 600÷900 °С в окислительной среде монооксид железа, содержащийся в оливине, окисляется до оксида железа, а оливин переходят в

форстерит (2MgOSiO_2) и клиноэнстатита (2MgOSiO_2). При температурах выше 1200 °С оксид железа взаимодействует с форстеритом и образует метасиликат магния. Метасиликат магния имеет четыре модификации, поэтому их присутствии в огнеупорах нецелесообразно.

Таблица 2

Экспериментальные данные результатов дериватограммы

№	Температура, °С	Потерянная масса, мг	Потерянная масса, %	мг/мин	Количество потребляемой энергии ($\mu\text{V}^*\text{s}/\text{mg}$)
1	50	0,09	0,167	0,009	0
2	100	0,52	0,89	0,083	6,91
3	200	1,19	2,02	0,214	3,89
4	300	1,36	2,31	0,223	3,99
5	400	1,73	2,93	0,262	4,13
6	500	1,97	3,35	0,282	4,97
7	600	2,21	3,75	0,284	6,70
8	700	3,04	5,15	0,309	4,32
9	800	6,13	10,34	1,317	5,32
10	820	7,76	13,17	1,359	5,36
11	850	10,5	17,86	1,408	3,35
12	900	10,9	18,59	1,917	4,36
13	1000	11,3	19,16	0,915	3,98
14	1050	11,4	19,35	0,915	5,36
15	1100	11,5	19,49	0,835	4,36
16	1200	15,3	22,3	0,635	3,35
17	1300	18,3	23,8	0,536	4,35

Изучение и анализ кривой ТГП показывает, что скорость разложения углеродсодержащего материала в интервале температур 600-1080 °С протекает максимально и составляет 2,88 мг/мин, а количество израсходованной энергии, соответственно, составляет 8,430 $\text{mV}^*\text{s}/\text{mg}$.

Дифференциально сканирующая калориметрия (ДСК) (4), динамические термогравиметрические кривые (ДТГА) (2) и кривые ТГП (3) углеродсодержащего материала.

Установлено, что при повышении температуры происходит процесс кристаллизации аморфных продуктов исходных сырьевых материалов. затем, в результате разрушения кристаллической структуры природного базальта, вследствие процесса

термообработки, проявляется второй экзотермический эффект в интервале температур 820-840 °С. Это явление можно объяснить обнаружением у сырьевых материалов, появляющихся три эндотермических эффектов (при температурах 120-160 °С, 335-375 °С, 580-590 °С соответственно) и два экзотермических (при температурах 300-450 °С и 700-720 °С) эффектов. Установлено, что форма термических кривых связана с теплоизоляционностью сырья и с характеристиками базальтов месторождений «Айдаркуль» [3,4 и 5].

Результаты рентгенографические исследования базальта, показали, что минералогический состав кристаллической фазы представлен (в масс.%) минералами кальцита CaCO_3 -



29,8; альбита $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ - 27,7; оксида кремния SiO_2 -35,9; щелочного базальта

(Mg, Fe, Al, Ti), (Ca, Na, Mg, Fe) $(\text{SiAl})_2\text{O}_6$ -6,6 (рис. 3 и табл. 3).

Таблица 3

Результаты исследования рентгенографического анализа образца базальта месторождения «Айдаркуль»

Элементы	Содержание, %
Si	41,944
Al	8,627
Fe	5,593
K	3,818
Ca	1,906
Ti	1,557
S	0,255
Mn	0,180
Sr	0,045
Rb	0,028
Cu	0,023
Zn	0,022

На рентгенограмме базальтовой породы выраженными являются дифракционные максимумы кварца ($d=0,474$; $0,367$; $0,182$ Nm). Наряду с ними исследования выявили наличие алюмосиликатных соединений ($d = 0,323$; $0,296$ Nm) и пироксенов ($d=0,253$; $0,2015$ Nm).

Результаты проведённых исследований показывают, что базальты месторождения «Айдаркуль» вполне пригодны в производстве современных огнеупорных теплоизоляционных материалов нового поколения.

По данным TSh-64-15562057-03:2002, что исследуемые базальты экологически чистые, имеют положительные физико-механические оценки, устойчивые к кислотным и щелочным средам, а также низкие коэффициенты теплопроводности. Помимо этого имеют широкую область применения по сравнению с другими подобными материалами.

Эти свойства базальтов месторождений Айдаркуль обусловили актуальность проблемы дальнейшего развития и создания высокоэффективных теплоизоляционных материалов и изделий для различных отраслей промышленности.

Литература

1. Рашидова Р.К. Турдиева О., Нурматов Ж.Т. Перспективы организации производства продукции из базальтов Кызулькумов. ОшМУнун 80 жылдыгына жана профессор К.Х.Нурдинованын 70 жылдыгына арналган «Эл аралык илимий-практикалык конференциянын» материалдарынын ЖЫЙ-НАГЫ. Стр.391-394. (ОшМУ, 2019-жылдын 20-майы).
2. Курбанов А.А. Разработка рациональной технологии переработки разнотипных базальтов Узбекистана. Навои. 2018. – 257 с.
3. Drobot N.F., Noskova O.A., Steblevskii A.V. et al. / Use of Chemical and Metallurgical Methods for Processing of Gabbro - Basalt Raw Material.// Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2013. V.47. N4. P.484-488.
4. Курбанов А.А. Специфические особенности базальтов Кызылкума. Монография. Ташкент: Фан.- 2009. -115-117 с.



5. Джигирис Д.Д., Волынский А.К., Козловский П.П. и др. Основы технологии получения базальтовых волокон и их свойства// Базальто волокнистые композиционные материалы и

конструкции. Киев: Наукова думка, 1980.-С. 54-81.