

Хаджиев Азамат Шамуратович,
(Ургенчский Государственный Университет, Республика
Узбекистан)

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕСЧАНИКОВ КАРАКАЛПАКСТАНА И ЦЕМЕНТОВ С ЕГО ДОБАВКОЙ

По данным ученых [1], когда Земля вышла из последнего ледникового периода, количество углекислого газа за шесть тысяч лет увеличилось примерно на 80 частей на миллион, а с 1979 по 2021 год потребовалось всего 42 года, чтобы увеличить выбросы углекислого газа на такую же величину. В 2019 году общий уровень выбросов парниковых газов, включая изменения в землепользовании, достиг нового максимума в 59,1 гигатонн эквивалента CO_2 ($\text{ГтCO}_2\text{э}$). Основной причиной роста выбросов парниковых газов является то, что преобладающая доля в общем объеме выбросов с учётом изменений в землепользовании (65%) приходится на выбросы двуокиси углерода (CO_2) при использовании ископаемого сырья (в результате сжигания ископаемых видов топлива и переработки карбонатов). В 2019 году выбросы CO_2 при использовании ископаемого сырья достигли рекордного уровня, составив 38,0 ГтCO_2 .

Среди отраслей промышленного производства лидерами по выбросу углекислого газа, как известно, являются предприятия нефтегазовой и цементной отрасли, а также тепловые электростанции, сжигающие твердое топливо, что диктует необходимость перехода к низкоуглеродным «зеленым» технологиям. При производстве портландцемента выбрасывается CO_2 , приводя примерно к 5 % текущим глобальным, созданными руками человека, выбросам газа. В цементной промышленности, CO_2 образуется при сжигании топлива, а также в процессе кальцинации известняка в обжиговом агрегате. Уменьшение выбросов CO_2 в отрасли возможно повышением термической и электрической эффективности работы обжиговой печи, использованием альтернативных источников топлива, уменьшением доли клинкера в составе цемента и улавливанием и хранением CO_2 в процессе производства портландцемента [2].

В республике развивается производство цемента на новом этапе. В 2020 г объем его выпуска составил 12,54 млн. тонн., 2021 г- 16,4 млн. тонн. что на 31,2% или 3,9 млн. тонн больше, чем в 2020 году, чему способствовало строительство новых цементных заводов [3]. Однако,

увеличение количества которых, опять таки способствует повышению уровня загрязнения атмосферного воздуха выбросами углекислого газа, поэтому более рациональным вариантом увеличения объема производства цемента является его модифицирование различными минеральными добавками на стадии помола клинкера, обеспечивающими высокую рентабельность цементного производства [4-5].

На ИП ООО «Karakalpaksement» в традиционную технологическую схему производства портландцементного клинкера внесены некоторые изменения, заключающиеся вводе в сырьевую смесь для обжига клинкера определенного количества гипсового камня с последующим помолом клинкера без его добавления. Сырьевая смесь такого состава обжигается при относительно низкой температуре, чем традиционная сырьевая смесь, так как в составе клинкера на основе сульфатсодержащей сырьевой шихты при обжиге может образоваться некоторое количество сульфоалюмината кальция C_4A_3S , а продукты его гидратации, как известно, обеспечивают быстрый набор прочности цементного камня в начальные сроки твердения, которая плавно повышаясь, к 28 сут обеспечивает его гидравлическую активность, соответствующей марке 500 и более.

Цель исследований – для экономии клинкерной составляющей цемента, увеличения объема выпуска и снижения себестоимости цемента, изучить влияние песчаников Каракалпакстана на физико-механические свойства портландцемента не традиционного химико-минералогического состава, выпускаемого на ИП ООО «Karakalpaksement».

Химические составы клинкера и добавок определены стандартными методами химическими анализа. Фазовый состав исследуемых компонентов определен с помощью дифрактометра XRO-6199 (Shimadzu, Japan), Гидравлическая активность песчаника установлена по критерию Стьюдента (t-критерия), а их пуццолановая активность по поглощению извести -экспресс-методом Чапеля. Оценка физико-механических показателей цементов с песчаником проводилась в соответствии с ГОСТ 10178.

В качестве матрицы для получения добавочных цементов служил клинкер ИП ООО «Karakalpaksement», активными минеральными добавками - порфирит участка Каратау-1 месторождения Кекликтау и песчаник Ходжакульского месторождении, химические составы которых приведены в таблице 1.

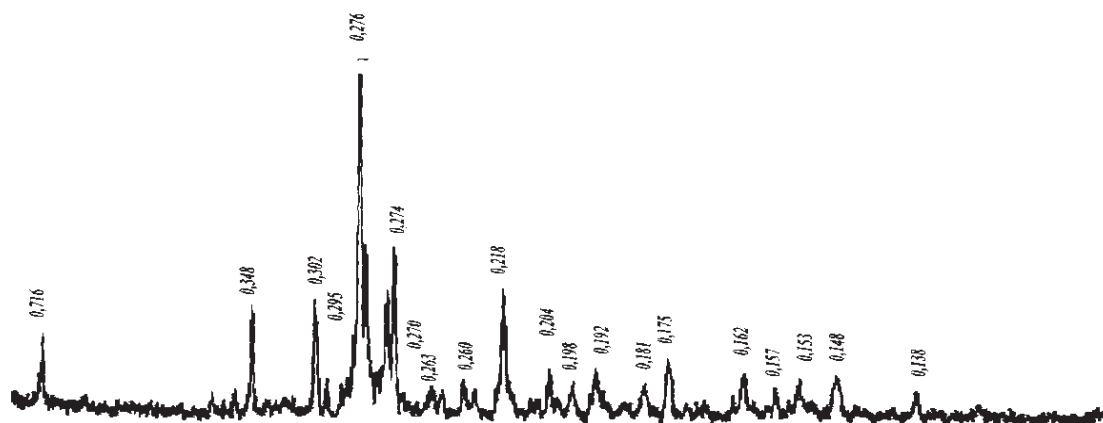


Рисунок 1. Дифрактограмма клинкера ИП ООО «Karakalpaksement»

В соответствии с данными таблицы 1, содержание SO_3 в клинкере достаточно высокое, поэтому определяли его минералогический состав методом рентгенофазового анализа. По данным рисунка 1, кроме основных минералов C_3S с $d/n = (0,302; 0,295; 0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,175...)$ nm; C_2S с $d/n = (0,276; 0,274; 0,260; 0,218; 0,198...)$ nm; C_3A с $d/n = (0,270; 0,218; 0,157; 0,138...)$ nm; C_4AF с $d/n = (0,716; 0,276; 0,263; 0,204; 0,192...)$ nm. Клинкер ИП ООО «Karakalpaksement» содержит также небольшое количество $C_4A_3\dot{S}$, дифракционные отражения которого идентифицируется при $d/n = (0,376; 0,263$ и $0,243)$ nm. Обнаружена также линия ангидрита значительной интенсивности при $d/n = (0,348; 0,295; 0,204; 0,162...)$ nm.

Таблица 1

Химические составы исходных материалов Каракалпакстана

Наименован материала	Содержание оксидов, масс. %								
	П.п.п	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Пр.	Σ
ПЦ клинкер	0,31	18,03	6,22	3,94	58,93	1,98	5,55	5,04	100,
Песчаник	2,54	76,72	8,20	4,78	0,83	1,40	0,24	5,30	100
Гипсовый камень	При 400°C 19,10	1,52	0,13	0,14	33,04	0,20	43,46	2,41	100

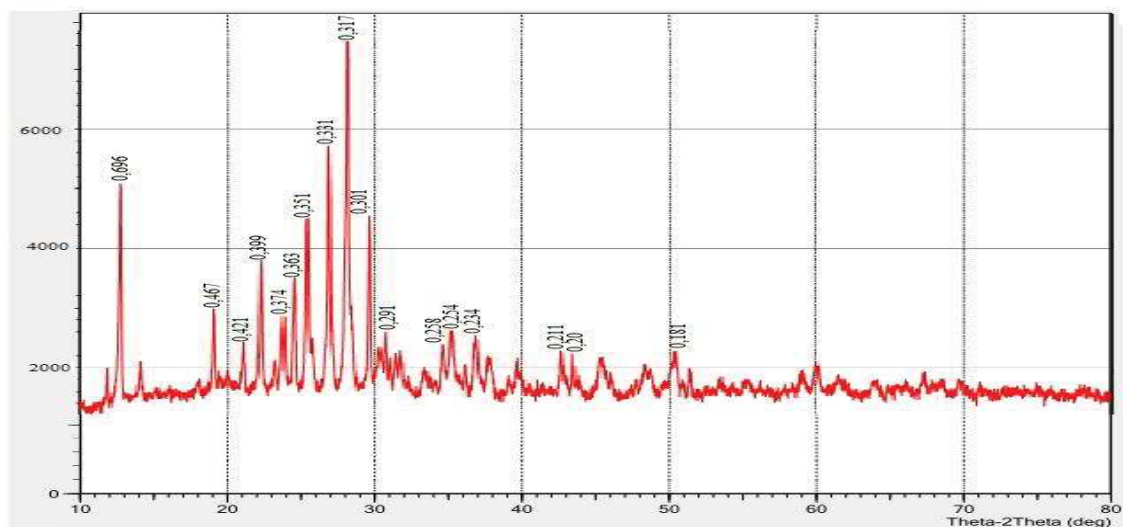


Рисунок 2. Песчаник (а) и его рентгенограмма (б)

Песчаник Ходжакульского месторождения относится к полимиктовым разновидностям песчаников, представляет собой осадочную породу, состоящую в основном из зерен кварца ($d/n=0,421$; $0,331$; $0,211$; $0,200$; $0,181$) nm, содержание которого составляет 76,72% (таблица 1), сцементированных плагиоклазами в виде различных форм полевых шпатов, в том числе и альбитас ($d/n=0,399$; $0,363$; $0,351$; $0,317$; $0,291$; $0,258$; $0,254$) nm (рисунок 2). Гидравлическая активность песчаника по критерию Стьюдента составила $9,15 \geq 2,07$, что позволяет отнести его к группе минеральных добавок средней активности и использовать для получения добавочных цементов. Активность песчаника по поглощению CaO в течение 30 сут составила 24,78 mg/l. Его гидравлическая активность, определенная также методом степени насыщения жидкой фазы известью показала, что содержание CaO в жидкости, в котором находились образцы с песчаником, составило 6,84%, а общая щелочность раствора – 53,6 mekv/l [6, 7].

По значению критерия Стьюдента и поглощающей способности извести сделано заключение о пригодности песчаника Ходжакульского месторождения Каракалпакстана к применению в качестве активной минеральной добавки в цемент. При замене 20% клинкера ИП ООО «Karakalpaksement» местным песчаником, возможно получение общестроительных цементов марки ПЦ400-Д20, а за счет сэкономленного 20% клинкера производить еще дополнительную продукцию, увеличить объем выпуска добавочного портландцемента на 24% и снизить его себестоимость. При этом, за счет уменьшения содержания алита в цементе и увеличения содержания алюмосиликатного компонента с достаточно высокой поглощающей способностью повышается устойчивость цементного

камня против воздействия минеральных агрессивных сред, что важно для строительства зданий и сооружений в условиях Республики Каракалпакстан, где почва и подпочвенные воды характеризуются высоким уровнем минерализации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Максим Макарычев. Ученые: В мире зафиксирован самый высокий уровень выбросов в истории: <https://rg.ru/2021/06/07/uchenye-v-mire-zafiksirovan-samyj-vysokij-uroven-vybrosov-v-istorii.html>
2. Суханова Е. В., Герасимова Е. С. Снижение выбросов CO₂ при производстве цемента: <https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/63780/1/>
3. Рост производства цемента составит 31,2%: Источник: Kursiv.kz. <https://kursiv.uz/news/otraslevye-temy/2021-04/rost-proizvodstva-cementa-mozhet-sostavit-312>
4. Каушанский В.Е., Самощенко Л.С., Баженова О.Ю., Щелудько В.П., Василик Г.Ю.. Получение цемента с активными минеральными добавками на основе алюмосиликатных горных пород: Цемент и его применение. 2000. №3. <https://jcement.ru/magazine/vypusk-3-436/poluchenie-tsementa-s-aktivnymi-mineralnymi-dobavkami-na-osnove-alyumosilikatnykh-gornyx-porod/>
5. Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р., Гайфуллин А.Р., Стоянов О.В. Влияние добавки в портландцемент прокаленной и молотой полиминеральной каолинитсодержащей глины на прочность цементного камня: Вестник технологического университета. 2015. Т.18. №5.-С.80-83.
6. Gulsanam Ruzimurodovna Tursunova, Farrukh Bakhtiyarovich Atabaev, Azamat Shamuratovich Khadjiev and others. Definition Of Puzzolanic Properties Active Mineral Additives In Portlandcement: The American Journal of Applied sciences (ISSN – 2689-0992) Published: March 25, 2021 |. Pages: 7-12. Doi: <https://doi.org/10.37547/tajas/Volume03Issue03-02>.
7. Хаджиев А.Ш., Атабаев Ф.Б., Каххаров У. Исследование пригодности сырьевых ресурсов Каракалпакстана в качестве добавки в цемент: Сб. материалов II-Республиканской научно-практической конференции с участием зарубежных ученых «Инновационные разработки и перспективы развития химической технологии силикатных материалов»: -Ташкент 19-20 января 2022 г. –С. 397-399.